

INTER-DIAMENT[®]

Katalog

Ściernice borazonowe
o spoiwie ceramicznym

Catalogue

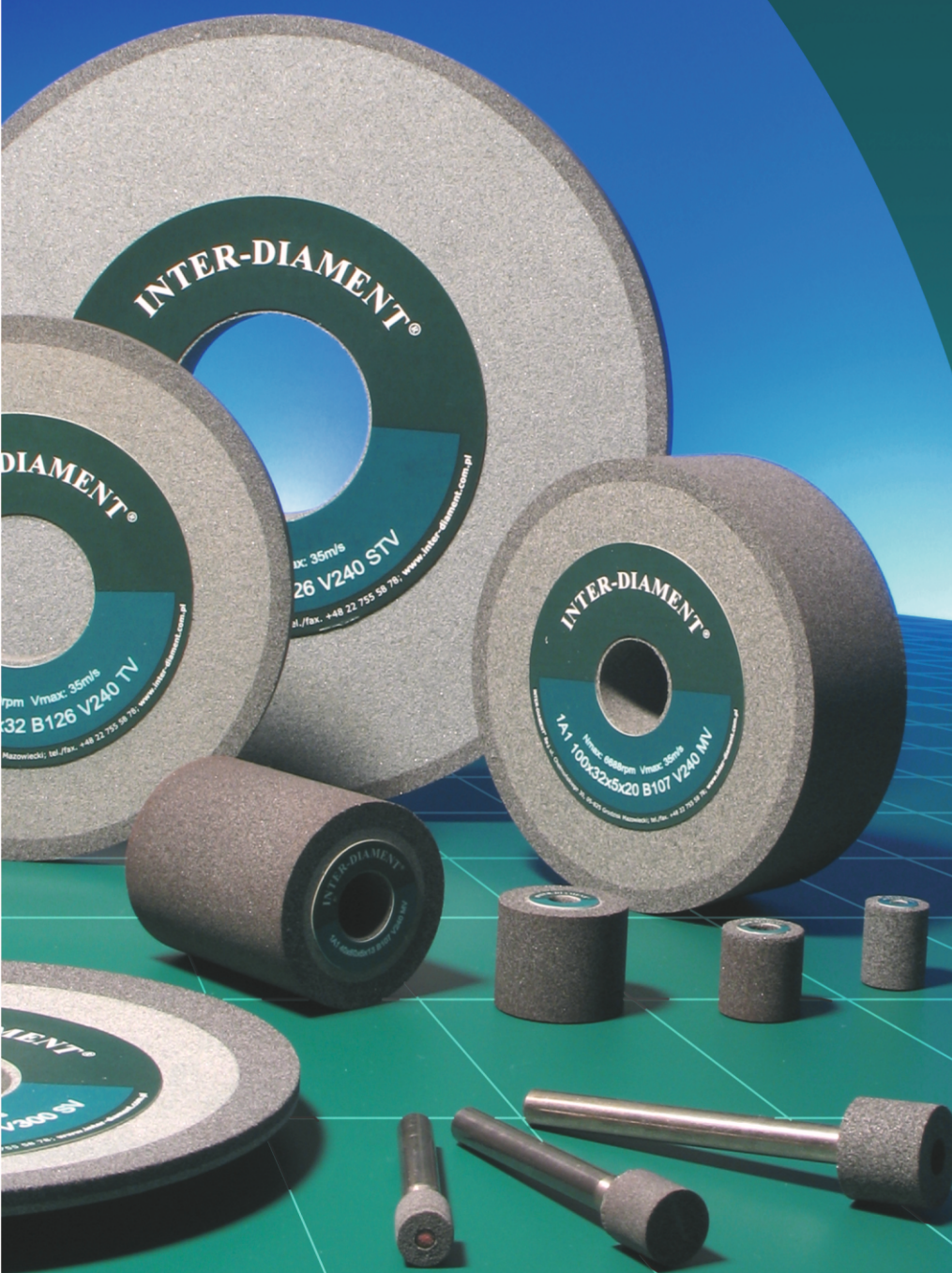
Vitrified bonded CBN
grinding wheels

Katalog

Bornitridschleifscheiben
mit keramischer Bindung

Каталог

Круги боразоновые
на связке керамической

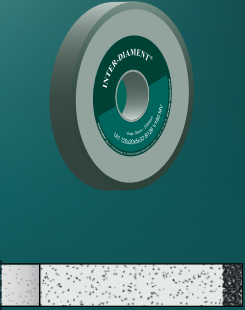
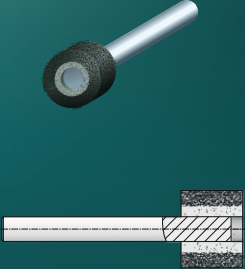
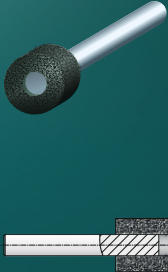
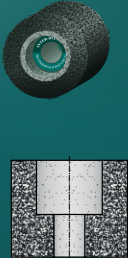
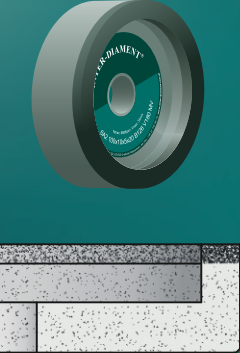
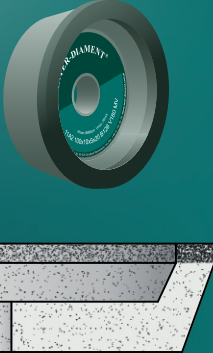
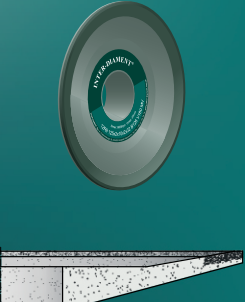


Przegląd ściernic standardowych (wg FEPA)

Standard wheels overview (acc. to FEPA)

Verzeichnis der standarten Schleifscheiben (nach FEPA)

Просмотр стандартных кругов (в соответствии с FEPA)

1A1 → 46 	1A1W → 48 	1A8 → 49 	1A8W → 50 
1D1 → 54 	1F1 → 55 	1V1 → 56 	5A1 → 57 
5A8 → 59 	6A2 → 60 	11A2 → 61 	12A2/45° → 62 
12R9 → 63 			



Polski

numer strony

5

English

page number

15

Deutsch

Seite Nummer

25

Русский

число страницы

35

INTER-DIAMENT® Sp.j.

ul. Chełmońskiego 30
05-825 Grodzisk Mazowiecki
Polska

tel. +48 22 755 69 83
tel./fax. +48 22 755 58 78
fax. +48 22 724 30 37

email: inter@inter-diamant.com.pl
www.inter-diamant.com.pl

©2005-2007 INTER-DIAMENT®

wszystkie prawa zastrzeżone

all rights reserved

alle Rechte vorbehalten

все права защищены

wszystkie wymiary w [mm]

all dimensions in [mm]

alle Ausmaßen in [mm]

все размеры в [мм]

Prezentacja firmy

INTER-DIAMENT® jest polską firmą narzędziową zlokalizowaną w Grodzisku Mazowieckim (około 40 km na południowy zachód od Warszawy). Początki działalności firmy sięgają lat osiemdziesiątych ubiegłego wieku.

Blisko dwudziestoletnia obecność na krajowym rynku narzędziowym sprawiła, że firma cieszy się dobrą reputacją jako solidny dostawca narzędzi ściernych o wysokim poziomie jakości.

Produkcja konwencjonalnych narzędzi ściernych jak również nowoczesnych, wysokowydajnych ściernic na bazie materiałów supertwardych pozwala firmie dostarczać produkty do firm działających w niemal wszystkich gałęziach przemysłu.

W listopadzie 2002 roku został wdrożony **System Zarządzania Jakością** potwierdzony Certyfikatem Jakości ISO 9001:2000, (ISO 9001:2015 od roku 2018).

Polityka jakości firmy i stałe ukierunkowanie na rozwój przyczynia się do wzrostu zaufania klientów krajowych i zagranicznych. Obecność produktów firmy na wielu europejskich rynkach jest tego najlepszym potwierdzeniem.

Profil produkcji

INTER-DIAMENT® jest czołowym producentem narzędzi ściernych na polskim rynku. W swojej ofercie posiada następujące typy narzędzi:

- ściernice z elektrokorundu i węgla krzemu o spoiwie ceramicznym;
- ściernice borazonowe o spoiwie ceramicznym;
- ściernice diamentowe i borazonowe o spoiwie żywicznym;
- ściernice diamentowe i borazonowe o spoiwie galwanicznym;
- ściernice do ostrzenia narzędzi z PCD i PCBN;
- skrawające płytki kompozytowe;
- obciążacze diamentowe.

INTER-DIAMENT® specjalizuje się w dostarczaniu wyrobów dokładnie odpowiadającym oczekiwaniom klientów. Wykonuje zamówienia na wyroby nietypowe z krótkim czasem realizacji.

Polityka jakości

W firmie **INTER-DIAMENT®** realizujemy następujące cele polityki jakości i strategii rynkowej:

1. Produkowanie wyrobów na najwyższym poziomie;
2. Wnikliwe śledzenie i analizowanie potrzeb naszych Klientów;
3. Rzetelna i szybka informacja o nowouruchamianych wyrobach;
4. Stała poprawa obsługi Klientów;
5. Systematyczny wzrost udziału w sprzedaży na rynku krajowym i zagranicznym.

Certyfikat jakości

Strategia działania firmy opiera się na Systemie Zarządzania Jakością opracowanym według norm PN ISO 9001:2015.

Spis treści

1. Informacje ogólne	7
1.1. Wykorzystanie borazonu jako materiału supertwardego do produkcji narzędzi	7
1.2. Zastosowanie borazonu	
1.3. Zalety ceramicznych ściernic borazonowych	7
2. Dobór ściernicy	8
2.1. Kształt i wymiary ściernicy	8
2.2. Wielkość ziarna supertwardego	8
2.3. Koncentracja ziarna	8
2.4. Twardość ściernicy	8
2.5. Szerokość warstwy roboczej	9
2.6. Wysokość warstwy roboczej	9
3. Użytkowanie ściernic	9
3.1. Przechowywanie	9
3.2. Montaż	9
3.3. Wyważanie	9
3.4. Obciążanie	10
3.5. Dobór chłodziwa	10
3.6. Dobór parametrów obróbki	10
3.7. Wydajność szlifowania	11
3.8. Orientacyjne wartości parametrów obróbki	11
3.9. Przykładowe zastosowania ściernic borazonowych	11
3.10. Rozwiązywanie problemów szlifierskich	13
3.11. Zabiegi korygujące	13
4. Przykład zamówienia	14
5. Ściernice standardowe (wg FEPA)	45

1. Informacje ogólne

1.1. Wykorzystanie borazonu jako materiału supertwardego do produkcji narzędzi

Borazon (regularny azotek boru – CBN) określa się mianem materiału supertwardego ze względu na jego wyraźnie wyższą twardość w porównaniu do tradycyjnych materiałów ściernych jak korund (Al_2O_3) czy karborund (SiC).

Borazon wykorzystywany jest w procesach obróbki szlifierskiej, w których priorytetem jest osiągnięcie doskonałej jakości obrabianych powierzchni przy wysokiej wydajności obróbki.

Główne zalety stosowania narzędzi ściernych wykonanych z borazonu są następujące:

- duża żywotność powiązana z zachowaniem profilu narzędzia;
- krótki czas obróbki;
- krótsze czasy pomocnicze ze względu na rzadszą wymianę narzędzi;
- eliminacja uszkodzeń termicznych powierzchni obrabianych materiałów wskutek niższych temperatur szlifowania;
- zapewnienie jednolitej jakości powierzchni obrabianych przedmiotów.

1.2. Zastosowanie borazonu

Regularny azotek boru (CBN) wytwarzany jest podobnie jak syntetyczny diament. Pod działaniem wysokiego ciśnienia i temperatury w obecności katalizatorów następuje przemiana heksagonalnej odmiany azotku boru w regularną (CBN).

Modyfikacja parametrów syntezy umożliwia otrzymywanie ziarna ściernego o różnych właściwościach. Dzięki temu możliwy jest precyzyjny dobór własności ścierniwa do wymagań klienta.

Borazon jest drugim pod względem twardości sztucznie wytworzonym materiałem ściernym. W odróżnieniu od diamentu nie ulega on niekorzystnym przemianom pod wpływem działania żelaza, dzięki czemu doskonale nadaje się do obróbki wszelkiego rodzaju stali stopowych. Narzędzia borazonowe cechują się o wiele większą odpornością na zużycie w porównaniu z narzędziami konwencjonalnymi.

Powyższe cechy sprawiają, że używając narzędzi borazonowych można uzyskać znacznie wyższą wydajność i mniejsze koszty procesu obróbki szlifierskiej.

Borazonowe narzędzia ściernie przeznaczone są do obróbki:

- stali szybko tnących (HSS);
- stali narzędziowych, stali do nawęglania;
- stali łożyskowych;
- stali nierdzewnych i wysokostopowych o twardości powyżej 55HRC.
- detali stali tytanowych.

1.3. Zalety ceramicznych ściernic borazonowych

Ściernice borazonowe o spoiwie ceramicznym w porównaniu z narzędziami konwencjonalnymi wykazują się znaczącą przewagą w procesach wysokowydajnego szlifowania.

Podstawowe cechy tych narzędzi ściernych to m.in.:

- doskonała wydajność procesu szlifowania;
- skrócenie czasów przestoju obrabiarki;
- wysoka dokładność obróbki;
- wyższa żywotność w porównaniu do ściernic konwencjonalnych;
- krótkie czasy szlifowania;
- utrzymywanie profilu roboczego.

Własności fizyczne borazonu (twardość, odporność na ścieranie i wysoką temperaturę) w połączeniu z cechami spoiwa ceramicznego (twardość, kruchość, porowata struktura narzędzia) pozwalają efektywniej skrawać materiał obrabiany oraz uzyskać wysoką jakość obróbki szlifierskiej.

2. Dobór ściernicy

2.1. Kształt i wymiary ściernicy

Kształt narzędzia ściernego dobiera się w zależności od zadania szlifierskiego, konstrukcji szlifierki, urządzeń mocujących i warunków obróbki. Wymiary ściernicy dobiera się odpowiednio do wymiarów i mocy obrabiarki, rozmiarów przedmiotu obrabianego, konstrukcji i wymiarów urządzeń mocujących oraz osłon ochronnych.

2.2. Wielkość ziarna supertwardego

Doboru wielkości ziarna dokonuje się w zależności od metody szlifowania, rodzaju obrabianego materiału, wymaganej klasy chropowatości powierzchni i dokładności obróbki.

Ściernice o grubym ziarnie charakteryzują się wysoką intensywnością szlifowania, podwyższając wydajność pracy ale nie pozwalają na osiągnięcie wysokiej jakości powierzchni obrabianej, natomiast ściernice drobnoziarniste stosowane są do wykańczającej obróbki szlifierskiej.

Poniżej zamieszczono tabelę zawierającą porównanie wielkości powszechnie stosowanego do produkcji narzędzi ziarna borazonowego wg FEPA (Fédération Européenne des Fabricants de Produits Abrasifs), Polskich Norm (PN) i norm amerykańskich (US Standard):

Nr ziarna wg FEPA	Rozmiar ziarna	
	FEPA PN-85/M-59108 [μm]	US Standard ASTM E-11 [mesh]
B251	250/212	60/70
B213	212/180	70/80
B181	180/150	80/100
B151	150/125	100/120
B126	125/106	120/140
B107	106/90	140/170

B91	90/75	170/200
B76	75/63	200/230
B64	63/53	230/270
B54	53/45	270/325
B46	45/38	325/400

Tabela 1. Porównanie wielkości ziarna

Ogólne zalecenia

Prawidłowy dobór wielkości ziarna gwarantuje poprawną pracę ściernicy oraz osiąganie wymaganych gładkości szlifowanych powierzchni.

Ogólnie rzecz biorąc im mniejsza wielkość ziarna tym gładsza powierzchnia obrabiana. Nie powinno się jednak zawsze dążyć do uzyskania jak najgładszej powierzchni, lecz zawsze do osiągnięcia pożądanych rezultatów w jak najkrótszym czasie. Oznacza to, że należy stosować jak najgrubsze ziarno, które umożliwi osiągnięcie akceptowalnej gładkości.

Nie należy stosować zbyt dużych naddatków podczas szlifowania ściernicami o drobnym ziarnie, ponieważ powoduje to wzrost zużycia warstwy ścierniej oraz pogorszenie jakości obrabianych powierzchni.

W przypadku obróbki zgrubnej należy zawsze dobierać jak najgrubsze ziarno w celu uzyskania jak największej efektywności szlifowania.

2.3. Koncentracja ziarna

Koncentracja określa ilość ziarna borazonowego w jednostce objętości warstwy roboczej ściernicy.

Jako standardową wartość koncentracji ziarna w ściernicach o spoiwie ceramicznym przyjęto koncentrację V240. Pozostałe wartości koncentracji przedstawia poniższa tabela:

Oznaczenie koncentracji	Koncentracja ziarna karat/cm ³
V180	3,13
V240	4,18
V300	5,22

Tabela 2. Standardowe wartości koncentracji ziarna

Koncentracja ziarna ściernego w warstwie roboczej jest jednym z najważniejszych parametrów ściernicy. Wpływa ona na zdolność skrawającą ściernicy, jej żywotność, temperaturę obrabianego elementu a także na dokładność obróbki, dlatego powinna być właściwie dobrana do warunków procesu szlifowania.

Należy pamiętać, że optymalna wartość koncentracji uzależniona jest od pozostałych parametrów ściernicy tj. wielkości ziarna, twardości spoiwa itd.

2.4. Twardość ściernicy

Twardość ściernicy ma duży wpływ na proces szlifowania. Przy jej doborze należy brać pod uwagę właściwości szlifowanego materiału, rodzaj szlifowania i jego parametry a także kształt i rozmiary przedmiotu obrabianego.

Duże znaczenie przy doborze twardości ściernicy ma typ szlifierki i rodzaj szlifowania. Przy szlifowaniu bezkłowym dobiera się ściernice bardziej miękkie niż przy szlifowaniu w kłach. Szlifowanie otworów i płaszczyzn należy wykonywać ściernicami bardziej miękkimi niż szlifowanie zewnętrzne.

Przy szlifowaniu obwodem ściernicy należy stosować twardsze ściernice niż przy szlifowaniu czołem. Przy obwodowym szlifowaniu płaszczyzn dobiera się taką samą twardość, jak przy zewnętrznym szlifowaniu wałków.

Przy doborze twardości ściernicy należy kierować się następującymi zasadami:

miękkie ściernice stosuje się przy:

- szlifowaniu wyrobów, gdzie niedopuszczalne jest wydzielanie się większych ilości ciepła (ostre krawędzie, cienkościenne cylindry, cienkie płytki itp.);
- szlifowaniu przedmiotów o dużej powierzchni, powierzchni przerywanych.

twarde ściernice stosuje się do:

- profilowego szlifowania i do szlifowania gwintów;
- szlifowania z zastosowaniem chłodziwa (na mokro).

Stopnie twardości ściernic

Przyjęto trzy podstawowe stopnie twardości ściernic:

- miękkie – oznaczone symbolem **M**;
- średnie – oznaczone symbolem **S**;
- twarde – oznaczone symbolem **T**.

Doboru twardości ściernicy należy dokonywać w zależności od prędkości obwodowej ściernicy (prędkości szlifowania) i mocy szlifierki. Wyższa prędkość obwodowa pozwala na zastosowanie bardziej miękkiej ściernicy. Użytkowanie szlifierki o wysokiej mocy pozwala na stosowanie twardszych ściernic.

2.5. Szerokość warstwy roboczej

Szerokość warstwy ścierniej jest kolejnym parametrem ściernicy wpływającym na przebieg obróbki szlifierskiej. Wymiar ten ma kluczowy wpływ na wielkość obszaru kontaktu ściernica – przedmiot obrabiany. Ogólne zalecenia wskazują na potrzebę stosowania tak małych szerokości warstwy jak to tylko możliwe.

Zalety małej szerokości warstwy roboczej są następujące:

- poprawa wydajności procesu wskutek zwiększenia skrawalności narzędzia;
- niższa temperatura podczas szlifowania;
- skuteczniejsze odprowadzanie urobku;
- łatwiejsze uzyskiwanie płaskości powierzchni i ostrych krawędzi przedmiotu obrabianego.

Wady małej szerokości warstwy roboczej:

- wysoka szybkość i wydajność szlifowania może spowodować, że operator straci kontrolę nad przebiegiem procesu dobierając zbyt duże wartości naddatków, co spowoduje zniszczenie ściernicy;
- mała powierzchnia kontaktu ściernicy z przedmiotem obrabianym może spowodować uzyskanie mniejszej gładkości obrabianej powierzchni w tych samych warunkach obróbki. Skompensować to

można zwiększeniem ilości przejść wyskrzających lub zmniejszeniem naddatku do szlifowania.

2.6. Wysokość warstwy roboczej

Standardowa wysokość warstwy ścierniej w ceramicznych ściernicach borazonowych wynosi 5 mm. Wymiar ten nie wpływa zasadniczo na proces szlifowania a jedynie na cenę samego narzędzia.

Uwzględniając aspekt ekonomiczny korzystne jest stosowanie ściernic z wyższymi warstwami, dlatego też możliwe jest wykonanie takich ściernic na specjalne zamówienie.

3. Użytkowanie ściernic

3.1. Przechowywanie

Prawidłowe przechowywanie ściernic pozwala na utrzymanie ich w pełnej zdolności do pracy i jest warunkiem bezpiecznego użytkowania. Ściernice o spoiwie ceramicznym należy przechowywać w temperaturze minimum 4°C przy wilgotności względnej maks. 70%.

Ściernice należy układać na regałach odpowiednich do wielkości tarcz. Duże ściernice tarczowe ustawia się pionowo obok siebie na dole regału, mniejsze natomiast jedna na drugiej.

Transport ściernic powinien odbywać się za pomocą wózków wyłożonych gumą – **przetaczanie ściernic po podłodze jest niedozwolone**. Podczas transportu należy unikać wstrząsów.

3.2. Montaż

Przed zamocowaniem na wrzecionie szlifierki ściernicę należy sprawdzić pod względem dźwięku. Dźwięk czysty informuje o braku wewnętrznych pęknięć, natomiast dźwięk krótki zmieniający częstotliwość powstaje wtedy gdy ściernica ma wewnętrzne, często niewidzialne mikropęknięcia i **zamocowanie takiej ściernicy jest niedozwolone**.

Ściernice mocowane są tarczami dociskowymi przy użyciu kartonowych podkładek. Należy zwrócić uwagę aby montaż odbywał się przy możliwie najmniejszym luzie między wrzecionem a ściernicą.

Dokręcanie nakrętek lub śrub powinno być stopniowe z użyciem jednakowego momentu aż do uzyskania pewnego zamocowania. Przy tej operacji zaleca się stosowanie kluczy dynamometrycznych. Za orientacyjną wartość momentu uważa się 40÷50 Nm.

3.3. Wyważanie

Przed dopuszczeniem do pracy nowej ściernicy należy zawsze starannie ją wyważyć dla skorygowania błędów wykonania związanych z jej kształtem i strukturą.

Ceramiczne ściernice borazonowe należy wyważać dynamicznie ze względu na stosowane wysokie prędkości obrotowe w celu zapewnienia warunków bezpiecznej eksploatacji. Wyważanie dynamiczne umożliwia osiągnięcie około czterokrotnie mniejszej amplitudy drgań w stosunku do wyważania statycznego. Zalecane jest wyważanie bezpośrednio na szlifierce za pomocą specjalistycznych urządzeń.

3.4. Obciążanie

Warunkiem prawidłowego przebiegu procesu szlifowania jest dostosowanie kształtu powierzchni roboczej ściernicy do danego zadania.

Obciążanie ściernic służy do nadania pożądanego kształtu warstwie roboczej nowej ściernicy lub przywrócenie jej pierwotnych własności skrawnych w trakcie obróbki szlifierskiej.

3.5. Dobór chłodziwa

Dobór cieczy chłodząco-smarującej do obróbki szlifierskiej na ogół dokonywany jest doświadczalnie.

Przy wstępnym doborze należy rozważyć czy korzystniej będzie stosować chłodziwo z zawartością wody (emulsje, roztwory) czy też niemieszalne z wodą (oleje mineralne).

Parametry obróbki mające wpływ na dobór chłodziwa są następujące:

- rodzaj szlifowania;
- dobrane nastawy (prędkość szlifowania, prędkość przedmiotu, posuw itp.);
- materiał obrabiany;
- charakterystyka narzędzia ściernego.

W zależności od podjętej decyzji i parametrów procesu obróbki jak również od rodzaju materiału obrabianego należy dokonać ostatecznego wyboru chłodziwa.

Do lekkich warunków obróbki (szlifowanie wykańczające) prowadzonej z dużymi prędkościami szlifowania najważniejsze są dobre właściwości chłodzące cieczy. Z kolei przy szlifowaniu cięższym (szlifowanie zgrubne) wymagane są dobre właściwości smarnej cieczy. Właściwości zmywające cieczy mają natomiast wpływ na szybkość zalepiania się ściernic.

Zamieszczona poniżej tabela umożliwia wstępny dobór rodzaju chłodziwa w zależności od odmiany szlifowania.

Odmiana szlifowania	Rodzaj chłodziwa	
	oleje mineralne	emulsje, roztwory
szlifowanie walcowe	dopuszczalne	zalecane
szlifowanie bezkłowe	dopuszczalne	zalecane
szlifowanie płaszczyzn	dopuszczalne	zalecane
szlifowanie kół zębatych	zalecane	dopuszczalne
szlifowanie gwintów	zalecane	dopuszczalne

Tabela 3. Wstępny dobór chłodziwa

3.6. Dobór parametrów obróbki

Od materiału obrabianego i jego obróbki cieplnej zależy charakterystyka ściernicy, wielkości nastawne i dobór chłodziwa, natomiast oczekiwane wyniki wpływają na wybór rodzaju obróbki: zgrubna lub wykańczająca.

Dobór parametrów ograniczony jest poprzez następujące czynniki:

- sztywność układu OUPN (obrabiarka-uchwyt-przedmiot-narzędzie);

- dopuszczalny zakres prędkości obrotowych ściernicy i przedmiotu obrabianego oraz moc obrabiarki;
- dopuszczalny zakres prędkości posuwu.

Uzyskanie dużej wydajności procesu szlifowania przy jednoczesnych wysokich wymaganiach odnośnie jakości powierzchni szlifowanej jest niemożliwe. Dlatego też przy jednofazowych procesach obróbki możliwości zwiększenia wydajności są niewielkie. W procesach, których celem jest uzyskanie wysokiej jakości powierzchni, skrócenie czasu obróbki można uzyskać poprzez jej podział na zgrubną i wykańczającą.

Obróbkę zgrubną prowadzi się przy dużej wydajności co umożliwia znacznie skrócenie czasu szlifowania. Po tej obróbce musi jednak pozostać naddatek na obróbkę wykańczającą, dzięki której otrzymuje się pożądaną jakość powierzchni szlifowanej. Pomimo że wydajność obróbki wykańczającej jest niewielka, to w ogólnym rozrachunku proces obróbki dwufazowej przebiega znacznie szybciej.

Dobór prędkości szlifowania

Podczas obróbki szlifierskiej bardzo dużą rolę odgrywa prędkość szlifowania, która jest liniową prędkością ziaren znajdujących się na powierzchni warstwy ścierniej. Właściwy dobór tej prędkości w zależności od materiału obrabianego, charakterystyki ściernicy oraz rodzaju obróbki jest podstawową kwestią podczas obróbki.

Dobierając prędkość szlifowania należy kierować się zasadą, że im większa prędkość tym większa wydajność szlifowania, tym lepsza jakość powierzchni obrabianej oraz większa trwałość narzędzia. Spowodowane jest to faktem, że wraz ze zwiększaniem prędkości szlifowania maleje przekrój wióra czyli maleją siły skrawania.

Ubočnym skutkiem wzrostu prędkości szlifowania jest wzrost temperatury przedmiotu, który nieodłącznie wiąże się ze wzrostem grubości odpuszczonej warstwy wierzchniej.

Zaletą ceramicznych ściernic borazonowych jest znacznie mniejsze wydzielanie się ciepła podczas szlifowania w stosunku do ściernic konwencjonalnych, co umożliwia stosowanie szczególnie wysokich prędkości szlifowania bez obawy o termiczne uszkodzenie powierzchni przedmiotu obrabianego.

W świetle powyższych uwag stosowanie wysokich prędkości szlifowania jest ze wszech miar korzystne, wymaga jednak starannego wyważania ściernic oraz użytkowania obrabiarek o dużej mocy.

Poniżej zamieszczono wzór, który umożliwia wyznaczenie prędkości szlifowania w zależności od dobranej prędkości obrotowej wrzeciona oraz średnicy ściernicy:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \cdot 1000}$$

gdzie:

V – prędkość szlifowania [m/s];

n – prędkość obrotowa wrzeciona [obr/min];

D – średnica ściernicy [mm].

Tabela zamieszczona na stronie 65 umożliwia określenie wymaganych obrotów wrzeciona szlifierki w zależności od średnicy ściernicy oraz wymaganej prędkości szlifowania.

3.7. Wydajność szlifowania

Wydajność ściernicy może być określona jako stosunek objętości materiału usuniętego w danej operacji szlifowania do zużytej objętości warstwy ścierniej ściernicy:

G = \frac{V_u}{V_z}

gdzie:

- G – współczynnik wydajności szlifowania;
- V_u – objętość usuniętego materiału [mm³];
- V_z – zużyta objętość warstwy ścierniej ściernicy [mm³].

Wyższy stosunek tych wartości oznacza wyższą wydajność danej ściernicy co wpływa na obniżenie jednostkowych kosztów wytwarzania danego wyrobu.

3.8. Orientacyjne parametry obróbki

Ogólne zalecenia odnośnie doboru parametrów obróbki ceramicznymi ściernicami borazonowymi podane są w tabeli nr 4.

Rodzaj obróbki	prędkość szlifowania	prędkość obwodowa przedmiotu	posuw wzdłużny
	[m/s]	[m/min]	[m/min]
szlifowanie wałków	30 ÷ 35	10 ÷ 25	0,5 ÷ 1
szlifowanie otworów	8 ÷ 35	10 ÷ 30	0,3 ÷ 1
szlifowanie płaszczyzn	30 ÷ 35	—	8 ÷ 10
szlifowanie frezów ślimakowych	25 ÷ 35	0,2 ÷ 0,4	—
ostrzenie noży tokarskich	35 ÷ 40	—	1 ÷ 2

Tabela 4. Orientacyjne parametry obróbki

3.9. Przykładowe zastosowania ściernic borazonowych

Ceramiczne ściernice borazonowe ujawniają swoje największe zalety w precyzyjnej obróbce ulepszonych ciepłnie stali stopowych, stali narzędziowych, łożyskowych i lotniczych. Dzięki wiązaniu ceramicznemu są chemicznie obojętne co umożliwia stosowanie chłodziw dowolnego typu.

Poniżej zamieszczono tabelę zawierającą przykładowe zastosowania oferowanych ceramicznych ściernic borazonowych wraz z zalecanymi parametrami obróbki.

Typ ściernicy	Rodzaj obróbki	Materiał obrabiany	Efekty eksploatacyjne	Zalecana charakterystyka ściernicy	Zalecane parametry obróbki
1A1	Szlifowanie zewnętrzne „na okrągło” narzędzi wielostrzowych (rozwiertaki, wiertła, frezy).	Stal szybko tnąca o podwyższonej wytrzymałości termicznej (W, V, M) o twardości powyżej 60HRC.	Zwiększenie wydajności, dokładności oraz jakości obróbki przy jednoczesnym wzroście trwałości narzędzia do 25 razy.	Wielkość ziarna: B151 ÷ B107 Twardość ściernicy: S	Prędkość szlifowania 25÷40 m/s Prędkość obwodowa przedmiotu 15÷30 m/min Posuw wzdłużny 0,5÷2 m/min Głębokość wcinania 0,01÷0,02 mm Chłodzenie roztworem sody kalcybowanej.
	Płaskie szlifowanie ciągadel, frezów dyskowych, noży tokarskich itp.	Stale narzędziowe i stopowe o twardości powyżej 55HRC.	Zwiększenie wydajności, dokładności oraz jakości obróbki przy jednoczesnym wzroście trwałości narzędzia do 25 razy.	Wielkość ziarna: B151 ÷ B107 Twardość ściernicy: S	Prędkość szlifowania 30÷35 m/s Prędkość obwodowa przedmiotu 5÷8 m/min Posuw poprzeczny 0,5÷1 m/min Głębokość wcinania 0,02÷0,04 mm Chłodzenie roztworem sody kalcybowanej.
	Wielokrotne wcinające szlifowanie gwintowników o skoku 0,5 - 1,5mm.	Stale szybko tnące o twardości powyżej 60HRC.	Zwiększenie wydajności, dokładności oraz jakości obróbki przy jednoczesnym wzroście trwałości narzędzia do 25 razy. Trwałość profilu ściernicy do 1000 szt. detali.	Wielkość ziarna: B64 ÷ B46 Twardość ściernicy: S	Prędkość szlifowania 50 m/s Prędkość obwodowa przedmiotu 0,3÷0,5 m/min Głębokość szlifowania 0,5÷1 mm Profilowanie ściernicy za pomocą obciągacza rolkowego przy prędkości rolki 80÷90 obr/min Chłodzenie emulsją olejową.
	Szlifowanie zębów kół zębatych.	Stale narzędziowe o twardości powyżej 60HRC.	Zwiększenie wydajności, oraz osiągnięcie wysokiej jakości i dokładności kinematycznej.	Wielkość ziarna: B76 ÷ B54 Twardość ściernicy: T	Prędkość szlifowania 35 m/s Prędkość obwodowa przedmiotu 6 m/min Posuw: promieniowy 0,02 mm/min pionowy 0,5 mm/min względny 0,03÷0,05 mm/min Profilowanie za pomocą rolki diamentowej przy prędkości obwodowej ściernicy 1,5-2 m/s Chłodzenie roztworem olej-nafta 1:1

Tabela 5. Zalecane parametry obróbki

Typ ściernicy	Rodzaj obróbki	Materiał obrabiany	Efekty eksploatacyjne	Zalecana charakterystyka ściernicy	Zalecane parametry obróbki	
1A8	Wewnętrzne szlifowanie pierścieni łożysk tocznych oraz narzędzi nasadkowych (frezów, rozwiertaków).	Termostabilne stale łożyskowe, stale narzędziowe i szybko tnące o twardości powyżej 60HRC.	Zwiększenie wydajności, dokładności oraz jakości obróbki powierzchni przy jednoczesnym wzroście trwałości narzędzia do 30 razy.	Wielkość ziarna: B126÷B64 Twardość ściernicy: S	Prędkość szlifowania Prędkość obwodowa przedmiotu Posuw wzdłużny Naddatek Obróbka z chłodzeniem lub bez.	40÷50 m/s 30÷40 m/min 1÷2 mm/min 0,002÷0,005 mm/podwójny skok
	Wewnętrzne szlifowanie pierścieni łożysk tocznych, otworów ustalających oraz wysokodokładnych narzędzi skrawających (frezów, rozwiertaków).	Stale łożyskowe, narzędziowe i szybko tnące o twardości powyżej 55HRC.	Zwiększenie wydajności, dokładności oraz jakości obróbki przy jednoczesnym wzroście trwałości narzędzia do 50 razy.	Wielkość ziarna: B151÷B64 Twardość ściernicy: S	Prędkość szlifowania Prędkość obwodowa przedmiotu Posuw wzdłużny Naddatek Obróbka z chłodzeniem lub bez.	35÷50 m/s 40÷50 m/min 1÷3 mm/min 0,002÷0,005 mm/podwójny skok
	Współrzędnościowe szlifowanie korpusów o złożonych kształtach.	Stale stopowe i narzędziowe o twardości powyżej 55HRC.	Zwiększenie wydajności, dokładności oraz jakości obróbki przy jednoczesnym wzroście trwałości narzędzia do 30 razy.	Wielkość ziarna: B126÷B107 Twardość ściernicy: S	Prędkość szlifowania Posuw poprzeczny	30÷40 m/s 0,5÷1,5 $\frac{\text{mm}}{\text{min}}$
1D1	Szlifowanie profilu zębów frezów ślimakowych.	Stale szybko tnące o twardości powyżej 60HRC.	Zwiększenie wydajności, dokładności oraz jakości obróbki przy jednoczesnym wzroście trwałości narzędzia do 10-15 razy.	Wielkość ziarna: B151÷B107 Twardość ściernicy: M	Prędkość szlifowania Prędkość obwodowa przedmiotu Naddatek Obróbka bez chłodzenia.	25÷35 m/s 2÷3 m/min 0,02÷0,05 mm
	Szlifowanie przeciągaczy ewolwentowych.	Stale szybko tnące o twardości powyżej 60HRC.	Zwiększenie wydajności, dokładności oraz jakości obróbki przy jednoczesnym wzroście trwałości narzędzia do 10 razy.	Wielkość ziarna: B151÷B107 Twardość ściernicy: M	Prędkość szlifowania Prędkość obwodowa przedmiotu Naddatek Obróbka bez chłodzenia.	25÷30 m/s 1,5÷2 m/min 0,05÷0,1 mm
	Szlifowanie gwintów śrub pociągowych.	Stale stopowe o twardości powyżej 40HRC.	Zwiększenie wydajności, dokładności oraz jakości obróbki przy braku deformacji cieplnych przy jednoczesnym wzroście trwałości narzędzia do 15-20 razy.	Wielkość ziarna: B151÷B107 Twardość ściernicy: M	Prędkość szlifowania Prędkość obwodowa przedmiotu Naddatek: obróbka zgrubna wykańczająca Chłodzenie emulsją.	30÷35 m/s 0,6÷1 m/min 0,3 mm 0,05 mm
1F1	Szlifowanie bieżni zewnętrznych pierścieni łożysk tocznych.	Termostabilne stale łożyskowe o twardości powyżej 60HRC.	Zwiększenie wydajności, dokładności oraz jakości obróbki przy jednoczesnym wzroście trwałości narzędzia do 25 razy.	Wielkość ziarna: B126÷B107 Twardość ściernicy: S	Prędkość szlifowania Prędkość obwodowa przedmiotu Naddatek Chłodzenie emulsją.	40÷50 m/s 55÷60 m/min 0,3÷0,5 mm
1V1	Szlifowanie powierzchni gwintowników stożkowych.	Stale szybko tnące o podwyższonej termostabilności i twardości powyżej 60HRC.	Zwiększenie wydajności, dokładności oraz jakości obróbki przy jednoczesnym wzroście trwałości narzędzia do 10 razy.	Wielkość ziarna: B126÷B76 Twardość ściernicy: M	Prędkość szlifowania Prędkość obwodowa przedmiotu Naddatek Obróbka bez chłodzenia.	25÷30 m/s 5÷10 m/min 0,02÷0,05 mm
11A2	Ostrzenie wielostrzowych narzędzi np. frezów, rozwiertaków.	Stale szybko tnące o podwyższonej termostabilności i twardości powyżej 62HRC.	Zwiększenie wydajności, dokładności oraz jakości obróbki przy jednoczesnym wzroście trwałości narzędzia do 20 razy.	Wielkość ziarna: B151÷B76 Twardość ściernicy: M	Prędkość szlifowania Posuw wzdłużny Naddatek Obróbka bez chłodzenia.	30÷35 m/s 1÷2 mm/min 0,05÷0,1 mm/podwójny skok
12R9	Ostrzenie wielostrzowych narzędzi np. rozwiertaków.	Stale szybko tnące o podwyższonej termostabilności i twardości powyżej 63HRC.	Zwiększenie wydajności, dokładności oraz jakości obróbki przy jednoczesnym wzroście trwałości narzędzia do 15 razy.	Wielkość ziarna: B151÷B76 Twardość ściernicy: M	Prędkość szlifowania Posuw wzdłużny Naddatek Obróbka bez chłodzenia.	30÷40 m/s 1÷2 mm/min 0,03÷0,05 mm/podwójny skok

Tabela 5. Zalecane parametry obróbki (ciąg dalszy)

3.10. Rozwiązywanie problemów szlifierskich

W przypadku gdy efekty obróbki szlifierskiej nie dają oczekiwanych rezultatów należy upewnić się, czy parametry procesu zostały dobrane prawidłowo. Jeśli tak, a problemy nadal występują należy ustalić przyczynę.

Wykaz najczęściej występujących problemów oraz możliwe sposoby ich eliminacji prezentuje tabela nr 6.

Podane prawdopodobne przyczyny nie są jedynymi, które mogą wywoływać określone nieprawidłowości, wymienione powody są najczęściej spotykanymi.

3.11. Zabiegi korygujące

Właściwie dobrana ściernica ceramiczna wymaga podczas użytkowania jedynie minimalnych zabiegów korekcyjnych, do których należą: poprawa profilu roboczego oraz ostrzenie.

Podczas długiej pracy ściernicy następuje zużywanie się ziarna ściernego ponadto część urobku gromadzi się w naturalnych porach ściernicy sprawiając, że traci ona swoje własności skrawające. Dzięki kruchości spoiwa ceramicznego w/w zjawisko zaklejania się ściernicy podczas pracy występuje znacznie rzadziej niż przy stosowaniu ściernic żywicznych.

Obciążenie ściernicy przywraca jej pierwotne własności skrawające i efektywność pracy.

	Rodzaj obróbki				
	Szlifowanie wałków	Szlifowanie bezkłowe	Szlifowanie otworów	Obwodowe szlifowanie płaszczyn	Ostrzenie narzędzi
Przypalenia, pęknięcia	1. Za twarda ściernica; 2. Wadliwie obciążnięta ściernica; 3. Za duży posuw wgłębny; 4. Za małą prędkość przedmiotu.	1. Za twarda ściernica; 2. Wadliwie obciążnięta ściernica; 3. Za duży posuw wgłębny; 4. Za małą prędkość przedmiotu.	1. Za twarda ściernica; 2. Wadliwie obciążnięta ściernica; 3. Za duży posuw wgłębny; 4. Za małą prędkość przedmiotu; 5. Zanieczyszczone chłodziwo.	1. Za twarda ściernica; 2. Wadliwie obciążnięta ściernica; 3. Za duży posuw wgłębny; 4. Za małą prędkość przedmiotu.	1. Za twarda ściernica; 2. Za duży posuw wgłębny; 3. Zanieczyszczone chłodziwo.
Znaki przecinkowe, zadrapania, wyrwania	1. Za miękka ściernica; 2. Za grube ziarno; 3. Niewyważona ściernica; 4. Wadliwie obciążnięta ściernica; 5. Za duży dosuw; 6. Za małą prędkość przedmiotu; 7. Zanieczyszczone chłodziwo.	1. Zanieczyszczone chłodziwo; 2. Zabrudzona podtrzymka.	1. Za miękka ściernica; 2. Wadliwie obciążnięta ściernica; 3. Zanieczyszczone chłodziwo; 4. Luz wrzeciona.	1. Wadliwie obciążnięta ściernica; 2. Zanieczyszczone chłodziwo.	1. Za miękka ściernica; 2. Za grube ziarno; 3. Zanieczyszczone chłodziwo.
Tępienie i zalepianie ściernicy	1. Za twarda ściernica; 2. Za drobne ziarno; 3. Za małą prędkość posuwu; 4. Za mały posuw wgłębny; 5. Za małe użycie chłodziwa.	1. Za twarda ściernica; 2. Za drobne ziarno; 3. Za małą prędkość posuwu; 4. Za mały posuw wgłębny; 5. Za małe użycie chłodziwa.	1. Za twarda ściernica; 2. Za drobne ziarno; 3. Za małe użycie chłodziwa.	1. Za twarda ściernica; 2. Za drobne ziarno; 3. Za małą prędkość posuwu; 4. Za małe użycie chłodziwa.	1. Za twarda ściernica; 2. Za drobne ziarno.
Odchyłki kształtu przedmiotu	1. Za miękka ściernica; 2. Wadliwie obciążnięta ściernica; 3. Za duży posuw wgłębny; 4. Nierównomierny wybieg ściernicy; 5. Niewłaściwe ustawienie elementów obrabiarki.	1. Za twarda ściernica; 2. Wadliwie obciążnięta ściernica; 3. Za duży posuw wgłębny; 4. Niewłaściwy kąt podtrzymki; 5. Szlifowanie za wysoko nad osią; 6. Nieprawidłowe prowadnice; 7. Wadliwie obciążnięta tarcza prowadząca.	1. Za twarda ściernica; 2. Za drobne ziarno; 3. Za małą prędkość posuwu; 4. Za małe użycie chłodziwa; 5. Nierównomierny wybieg ściernicy; 6. Niewłaściwe ustawienie elementów obrabiarki.	1. Za miękka ściernica; 2. Za małą prędkość szlifowania; 3. Nierównomierny wybieg ściernicy.	1. Za miękka ściernica; 2. Luz wrzeciona; 3. Organia obrabiarki.

Tabela 6. Problemy i ich możliwe przyczyny



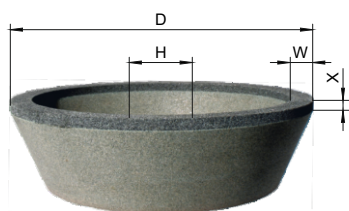
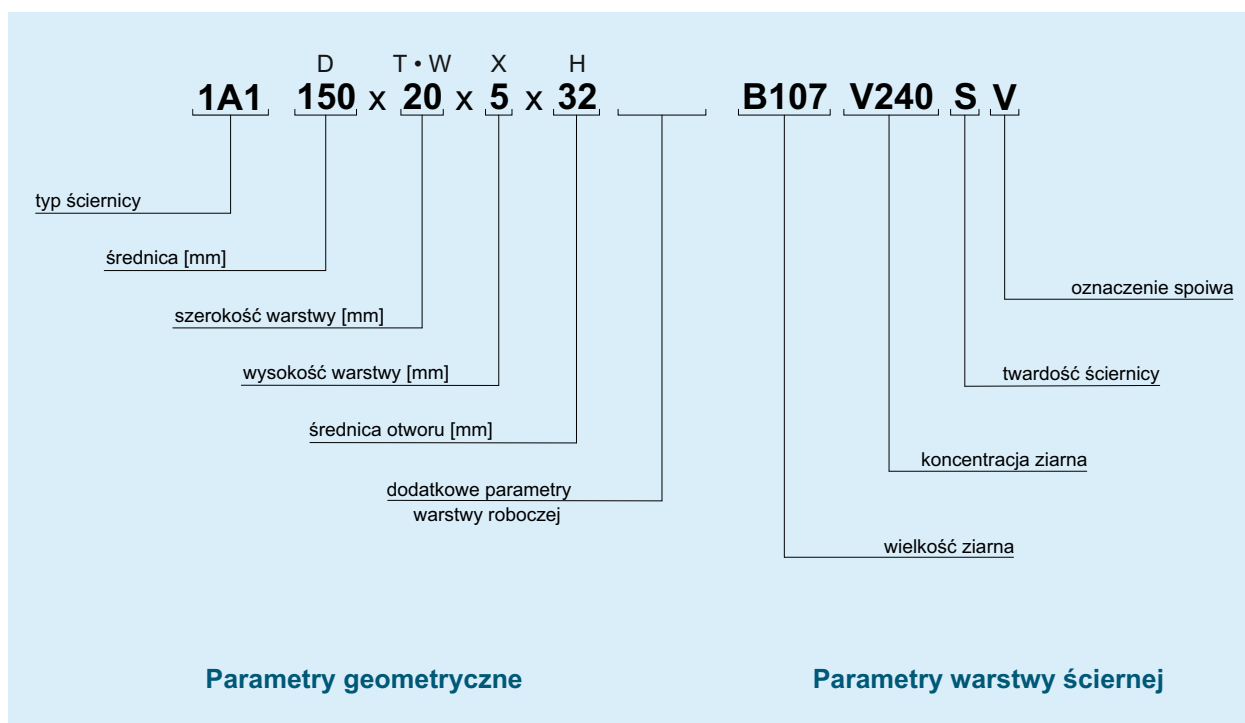
4. Przykład zamówienia

Schemat doboru ściernicy jest następujący:

- należy określić parametry geometryczne takie jak: kształt ściernicy, wymiary warstwy ścierniej oraz średnicę otworu lub trzpienia;
- w zależności od obrabianego materiału oraz rodzaju obróbki należy dobrać wielkość ziarna i jego koncentrację oraz twardość ściernicy.

Jeśli to możliwe w zamówieniu prosimy podać rodzaj materiału oraz obróbkę a także jej warunki oraz typ maszyny, do której dobierane są ściernice. Pozwoli to w maksymalnym stopniu dostosować ściernicę do Państwa potrzeb.

Zamawiając ściernicę prosimy określić jej parametry według podanego niżej wzoru:



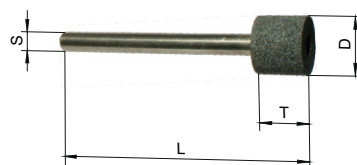
Przykład nr 1.

Chcąc zamówić ściernicę cechującą się następującymi parametrami:

- typ ściernicy 11A2;
- średnica D = 150 mm;
- szerokość warstwy roboczej W = 10 mm;
- wysokość warstwy roboczej X = 5 mm;
- średnica otworu H = 20 mm;
- ziarno borazonowe o wielkości B151;
- koncentracja V240;
- twardość M.

w zamówieniu należy podać następujące oznaczenie:

11A2 150x10x5x20 B151 V240 MV



Przykład nr 2.

Chcąc zamówić ściernicę cechującą się następującymi parametrami:

- typ ściernicy 1A8W;
- średnica D = 14 mm;
- szerokość warstwy roboczej T = 16 mm;
- średnica trzpienia S = 6 mm;
- długość całkowita L = 100 mm
- ziarno borazonowe o wielkości B91;
- koncentracja V300;
- twardość T.

w zamówieniu należy podać następujące oznaczenie:

1A8W 14x16x6/100 B91 V300 TV

Company presentation

INTER-DIAMENT® is a polish tool company located in Grodzisk Mazowiecki (about 40 kilometres south-west off Warsaw). Beginnings of its business activities dates back to as far as the eighties of the last century.

Nearly twenty-years-presence on the domestic market formed the company as respectable supplier of high quality grinding tools.

The production of high efficient conventional and modern grinding wheels allows the company to meet special demands of different branches of industry.

In November 2002, the **Quality Management System** has been implemented confirmed with the ISO 9001:2000 standard, (ISO 9001:2015 since 2018)

The quality policy of the company and constantly looking for possibilities of improvement contribute to the growth of domestic and abroad customers trust.

The company's presence on European market is the best confirmation of this fact.

Production range

INTER-DIAMENT® is the leading Polish manufacturer of grinding tools. It offers following types of tools:

- aluminium oxide and silicon carbide vitrified bonded grinding wheels;
- vitrified bonded CBN grinding wheels;
- diamond and CBN resin bonded grinding wheels;
- diamond and CBN electroplated grinding wheels;
- grinding wheels for PCD & CBN inserts;
- composite plates for machining;
- diamond dressers.

INTER-DIAMENT® is focussed on delivering products exactly according to particular customer needs. Realises orders for special, untypical tools with a short delivery time.

Quality policy

INTER-DIAMENT® has the following quality policy and market strategy objectives:

1. Manufacturing products of the highest quality level;
2. Analysing our customers' needs;
3. Reliable and fast information about new products;
4. Continuous improvement of customer service;
5. Systematic growth of share in sale in the domestic and in the foreign market.

Assessment schedule

Our strategy of business accords to the Quality Management System, which has been developed in conformity to the obligatory PN ISO 9001:2015 standard.

Contents

1. Introduction	17
1.1. CBN as the super hard material for grinding wheels	17
1.2. CBN applications	17
1.3. The advantages of CBN vitrified bonded grinding wheels	18
2. Selection criteria for wheels	18
2.1. Wheel shape and dimensions	18
2.2. Grain size	18
2.3. Grain concentration	18
2.4. Wheel hardness	18
2.5. Rim width	19
2.6. Layer height	19
3. Wheels using	19
3.1. Storage	19
3.2. Mounting	19
3.3. Balancing	19
3.4. Truing and dressing	19
3.5. Coolant selection	19
3.6. Machining parameters selection	20
3.7. Grinding efficiency	20
3.8. Approximate machining parameters	21
3.9. Exemplary applications of vitrified bonded CBN wheels	21
3.10. Troubleshooting in grinding	22
3.11. Correction treatment	22
4. Order example	24
5. Standard wheels (acc. to FEPA)	45

1. Introduction

1.1. CBN as the super hard material for grinding wheels

CBN (cubic boron nitride) is defined as super hard material because of its extremely hardness that surpasses the traditional abrasive materials such as aluminium oxide (Al_2O_3) or silicon carbide (SiC).

CBN is used in high effective grinding processes focussed on getting an exemplary quality of ground surfaces connected with high overall efficiency.

The main advantages of using CBN grinding wheels are as follows:

- very long tool life and profile stability;
- short grinding times;
- short handling times because of seldom tool changes;
- lack of thermal damage to the workpiece due to lower grinding temperatures;
- ensure appropriate workpiece quality.

1.2. CBN applications

CBN is produced similarly to the synthetic diamond. Under the action of high pressure and temperature in the presence of special catalysts the hexagonal form of boron nitride is transformed into regular (CBN) form. Because of the controlled synthesis, it is possible to obtain a CBN abrasive with different properties, which gives wider possibilities of customization wheels characteristics.

CBN is the second hardest man-made material, only surpassed by the diamond. As opposed to diamond a CBN abrasive does not reveal a chemical affinity to the iron, therefore it perfectly fits to machining wide range of alloy steels. The feature of CBN grinding wheels is a higher wear resistance in comparison with wheels made of conventional materials.

Due to these features CBN grinding wheels allow getting considerably higher efficiency and lower grinding process costs.

Thanks to their chemical features and considerable lower wear, CBN tools are used for grinding such hard-to-process steels as:

- hardened high speed steels (HSS);
- chrome steels;
- bearing steels;
- stainless steels with hardness above 55HRC;
- stellite details.

1.3. The advantages of CBN vitrified bonded grinding wheels

The CBN vitrified grinding wheels show a significant superiority in high efficiency grinding processes when compared with conventional wheels. The basic features of those grinding tools are:

- the perfect grinding process efficiency;
- shortened shut-down grinder times;
- high machining accuracy;
- remarkably higher life in comparison with traditional grinding wheels;
- short grinding times;
- very good tool profile stability;

The CBN physical properties (hardness, abrasion and high temperature resistance) in connection with vitrified bond properties (hardness, brittleness, porosity structure) allow to machine a workpiece more aggressive with a great capacity and to achieve a high grinding productivity.

2. Selection criteria for wheels

2.1. Wheel shape and dimensions

The grinding wheel shape selection depends on grinding task, grinder construction, chuck devices and machining conditions. The wheel dimensions are selected in accordance with grinder dimensions, grinder power, workpiece dimensions, chuck devices construction and protective shields.

2.2. Grain size

The grain size selection is performed according to the kind of grinding (rough or finish), workpiece type, demanded ground surface roughness and machining accuracy.

Wheels with coarse grain increase grinding intensity, rising machining efficiency but do not allow a high ground surface quality. Wheels with fine grain are used in finish grinding where the most important issue is to achieve an excellent ground surface smoothness.

The table in the next column shows the most popular CBN grain sizes used in grinding wheels production. The designations correspond to FEPA (Fédération Européenne des Fabricants de Produits Abrasifs), PN (Polish standard) and US standard:

FEPA standard	Grain size	
	FEPA PN-85/M-59108 [μm]	US Standard ASTM E-11 [mesh]
B251	250/212	60/70
B213	212/180	70/80
B181	180/150	80/100
B151	150/125	100/120
B126	125/106	120/140
B107	106/90	140/170
B91	90/75	170/200

B91	90/75	170/200
B76	75/63	200/230
B64	63/53	230/270
B54	53/45	270/325
B46	45/38	325/400

Table 1. Grain size comparison

General recommendations

The correct grain size choice guarantees proper grinding conditions of the wheel as well as achieving intended ground surfaces smoothness.

In general the finer grain size the smoother machined surface. In practice it is advisable to use as coarse grain as permissible to achieve desirable results. It is not recommended to apply excessive in-feed rates for wheels with small grain, because wheel life will be shorter and the surface integrity will be worse.

It is not allowed to apply large cut depths during grinding with fine grain wheels because it causes a faster wear of abrasive layer and a ground surface quality becomes worse.

When a rough grinding occurs, a coarser grain should be used to achieve the best performance.

2.3. Grain concentration

The concentration defines the amount of CBN grain in volume unit of the abrasive layer.

The concentration of abrasive in grinding layer is one of the most important parameter of the wheel. It is a very relevant factor in terms of adjusting wheel performance. It affects mainly the grinding ability, wheel life, temperature level observed during grinding, workpiece surface quality, and so on.

As a standard amount of concentration in vitrified bonded wheels the V240 concentration has been assumed. Other values of concentration are presented in the following table:

Designation of concentration	CBN weight ct/cm ³
V180	3,13
V240	4,18
V300	5,22

Table 2. Standard concentration values

The concentration should be chosen in accordance with other wheel parameters like bond hardness, grinding velocity, grain size and rim width.

2.4. Wheel hardness

The wheel hardness has a big influence on grinding process. When selecting hardness it is advisable to take into account the properties of ground material, the kind of grinding and its parameters as well as the shape and dimensions of the workpiece.

The type of grinder and kind of grinding have a large affect on hardness selection. Centerless grinding requires softer

wheels than centre-type grinding. A hole grinding demands softer wheels than outer grinding. The harder wheels should be used in circumferential grinding than in a frontal grinding. Circumferential grinding of surfaces requires wheels with the same hardness as outer shaft grinding.

When choosing wheel hardness the following criteria should be considered:

soft wheels are applied during:

- grinding work pieces where a large amount of heat emission is not allowed (sharp edges, thin-walled cylinders, thin plates and so on);
- grinding a large areas of work pieces and discontinuous surfaces.

hard wheels are applied during:

- profile grinding and taper grinding;
- grinding with cooling ("wet grinding").

Wheel hardness grades

Three grades of wheels hardness are assumed:

- soft – symbol **M**;
- medium – symbol **S**;
- hard – symbol **T**.

Wheel hardness selection should be made depending on rotational speed (grinding speed) of the wheel and grinder power. Softer wheels should be used for higher rotational speed, whilst using powerful grinders demands harder wheels.

2.5. Rim width

The rim width is another factor, which has an essential impact on the size of the wheel – workpiece contact area. Generally, the contact area should be always kept as small as possible.

The advantages of a small rim width are as follows:

- improved free cutting properties;
- lower temperature during grinding;
- better chip flow;
- easier straight edges and flat surfaces getting.

Disadvantages of small rim width:

- aggressive grinding, especially narrow abrasive sections could result in damage of the wheel;
- narrow rim width produces worse surface finish in comparison with wide rim width. It can be compensated by additional sparking-out passes or by decreasing an allowance.

2.6. Layer height

The standard layer height of vitrified bonded grinding wheels amounts 5 mm. This dimension has no affect on grinding process, the only impact is on a price. Taking into account an economical issue it is favourable to use wheels with higher layers, so it is possible to obtain such grinding wheels on special order.

3. Wheels using

3.1. Storage

Correct wheels storage allows maintain them in full ability to work and is a necessary condition of the safe using. Vitrified bonded grinding wheels should always be stored at temperature above 4°C and at maximum 70% humidity.

Wheels should be arranged on racks with suitable dimensions for them. Large wheels are placed upright one beside another, whilst smaller wheels may be stocked.

Wheels should be transported by rubber lined carts – **rolling wheels along the floor is not allowed**. During transport any shocks should be avoided.

3.2. Mounting

Before mounting it is necessary to check sound of the wheel. Pure sound informs about lack of internal cracks, whilst short, vibrating sound is caused by internal, often invisible cracks.

Mounting such a wheel on a grinder is not allowed.

It is necessary to ensure that a backlash between the wheel and the spindle is as small as possible.

Tightening nuts or bolts up should be done step by step with the same torque to get a certain clamping. During this operation it is recommended to use a torque spanner. A torque about 40÷50 Nm is recommended.

3.3. Balancing

Before admitting the wheel for use it is indispensable to carry out a balancing in order to determine possible production defectives in its shape or structure and therefore significantly or totally reduce their influence on grinding results.

The vitrified bonded CBN wheels need to be dynamically balanced because of their high rotational speeds. A dynamic balancing allows achieving vibration amplitude about four times less to static balancing.

A dynamic balancing may be performed directly on grinding machine by means of special devices, not wasting the time on dismantling and clamping the wheel.

3.4. Truing and dressing

For a correct grinding process course it is necessary to adjust a shape and topography of the working wheel layer to the task given.

Dressing may be defined as any operation performed on a wheel face to change the nature of its cutting action. The most important purpose of dressing is to remove the dull abrasive grains from the cutting face or to strip off a loaded or glazed face.

Truing may be broadly defined as any operation performed on a wheel to create concentricity or parallelism or to change the wheel shape, either before or after a grinding period.

3.5. Coolant selection

The grinding coolant selection usually is performed empirically. The initial selection should be based on, whether it is more fa-

favourable to use coolant with contents of water (emulsions, solutions) or coolant immiscible with water (mineral oils).

Grinding process parameters which have an influence on coolant selection are as follows:

- kind of grinding;
- established settings (grinding speed, workpiece speed, feed, etc.);
- ground material;
- grinding wheel characteristic.

Depending on made decision and values of grinding process parameters and taking into account kind of ground material the final selection should be done.

Good cooling properties are most important for light conditions of machining (finish grinding) led with high grinding speed. For heavy machining (rough grinding) the most demanded are lubricating abilities. Washable abilities of coolant have significant impact on clogging speed of the wheel.

The table demonstrates an initial selection of coolant depending on grinding variety.

Grinding type	Coolant type	
	mineral oils	emulsions, solutions
shaft grinding	acceptable	recommended
centerless grinding	acceptable	recommended
plate grinding	acceptable	recommended
gear tooth grinding	recommended	acceptable
thread grinding	recommended	acceptable

Table 3. Initial coolant selection

3.6. Machining parameters selection

In every grinding process a correct selection of parameters plays an essential role.

The grinding wheel characteristic depends on material of machined workpiece, its thermal treatment, machining settings and coolant selection. Intended machining results should be made according to the selection of machining kind (rough, finish).

Grinding parameters selection is limited by following:

- grinder-chop-workpiece-tool system stiffness;
- acceptable grinding speed range of the wheel and workpiece as well as grinder power;
- admissible feed speed range.

Getting a high efficiency with high surface quality simultaneously is impossible. Therefore at single-stage machining processes the possibilities of efficiency increasing are considerable. When primary goal is to get an excellent surface quality, a time reduction may be obtained by dividing grinding on a rough and a finish one.

A rough machining is led at high efficiency, what allows a remarkable grinding time reduction. After that, an allowance for finish grinding has to be left. Thanks to that allowance a demanded surface smoothness is obtained. Even though a fin-

ish grinding efficiency is minor, in the final analysis a double-stages machining process goes much quicker.

Grinding speed selection

During abrasive machining a very important role plays a grinding speed, which is a linear speed of grains located on grinding layer surface.

A proper selection of that speed based on machined workpiece material, wheel characteristic and kind of grinding is a basic issue during machining.

When choosing a grinding speed a following rule should be respected: the higher speed the better efficiency, the better surface quality and superior tool life. A reason for this fact is: together with grinding speed increasing a chip cross section is being reduced, what causes cutting forces decrease. Thanks to it, shape deviations and surface roughness reach lower values.

A side effect of grinding speed boosting is an enlargement of workpiece temperature, which inseparably connects with increased thickness of tempered layer.

An advantage of vitrified bonded CBN wheels is considerable reduced heat emission compared to conventional grinding wheels, what allows to apply extremely high grinding speeds without risk of thermal damage to the workpiece surface.

In a context of above remarks applying a high grinding speed is exceedingly favourable, but demands careful wheel balancing and using high power grinders.

In order to make adjusting the grinding velocity easier, a table on page 65 presents speed values with reference to wheel diameter and rotational speed of grinder spindle.

The following expression allows calculating optimal grinding velocity V [m/s] according to the rotational speed of grinder spindle and the wheel diameter:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \cdot 1000}$$

where:

V – grinding velocity [m/s];

n – velocity of grinder spindle [rpm];

D – wheel diameter [mm].

3.7. Grinding efficiency

An important overall measurement of grinding efficiency is the "G ratio" – which defines the ratio of removed volume of workpiece material to volume of worn wheel layer.

$$G = \frac{V_u}{V_z}$$

where:

G – grinding efficiency coefficient;

V_u – volume of removal material [mm³];

V_z – volume of worn wheel layer [mm³].

The higher the G ratio, the more efficient is the grinding process, what reduces detail unitary production costs.

3.8. Approximate machining parameters

General recommendations of machining parameters selection when using vitrified bonded CBN wheels are given in the table below:

Machining type	grinding speed [m/s]	rotational workpiece speed [m/min]	feed [m/min]
shaft grinding	30 ÷ 35	10 ÷ 25	0,5 ÷ 1
internal grinding	8 ÷ 35	10 ÷ 30	0,3 ÷ 1
plane grinding	30 ÷ 35	—	8 ÷ 10
wormcutter grinding	25 ÷ 35	0,2 ÷ 0,4	—
turning tools grinding	35 ÷ 40	—	1 ÷ 2

Table 4. Approximate machining parameters

Wheel type	Grinding type	Machined material	Using effects	Suggested wheel characteristic	Recommended machining parameters	
1A1	Outer grinding of multiblade tools (reamers, drills, milling cutters).	High speed steel with increased thermal strength with hardness above 60HRC.	Increased efficiency, accuracy and machining quality together with increased tool life up to 25 times.	Grain size: B151÷B107 Hardness: S	Grinding speed	25÷40 m/s
					Rotational speed of workpiece	15÷30 m/min
					Feed	0,5÷2 m/min
					In-feed	0,01÷0,02 mm
					Cooling with calcined soda solution.	
1A1	Plane grinding of broaches, disc cutters, turning tools, etc.	Tool steels, alloy steels with hardness above 55HRC.	Increased efficiency, accuracy and machining quality together with increased tool life up to 25 times.	Grain size: B151÷B107 Hardness: S	Grinding speed	30÷35 m/s
					Rotational speed of workpiece	5÷8 m/min
					Transverse feed	0,5÷1 m/min
					In-feed	0,02÷0,04 mm
					Cooling with calcined soda solution.	
1A1	Multiple incision grinding of screw taps with pitch 0,5 - 1,5 mm.	High speed steel with hardness above 60HRC.	Increased efficiency, accuracy and machining quality together with increased tool life up to 25 times. Grinding wheel life up to 1000 pcs.	Grain size: B64÷B20 Hardness: S	Grinding speed	50 m/s
					Rotational speed of workpiece	0,3÷0,5 m/min
					In-feed	0,5÷1 mm
					Truing with roller dresser at Rotational speed of roller	80÷90 rpm
					Cooling with oil emulsion.	
1A1	Inner grinding of bearing rings and thimble tools (milling cutters, reamers).	Thermal stable bearing steels, tool and high speed steels with hardness above 60HRC.	Increased efficiency, accuracy and machining quality together with increased tool life up to 30 times.	Grain size: B126÷B64 Hardness: S	Grinding speed	40÷50 m/s
					Peripheral speed of workpiece	30÷40 m/min
					Feed	1÷2 mm/min
					Allowance	0,002÷0,005 mm/double stroke
					Machining with or without coolant.	
1A8	Gear tooth grinding.	Tool steels with hardness above 60HRC.	Increased efficiency, kinematic accuracy and machining quality.	Grain size: B76÷B54 Hardness: T	Grinding speed	35 m/s
					Rotational speed of workpiece	6 m/min
					Feed: radial	0,02 mm/min
					horizontal	0,5 mm/min
					in-feed	0,03÷0,05 $\frac{\text{mm}}{\text{min}}$
1A8	Inner grinding of bearing rings, stationary holes and highly accurate cutting tools (milling cutters, reamers).	Bearing steels, tool and high speed steels with hardness above 55HRC.	Increased efficiency, accuracy and machining quality together with increased tool life up to 50 times.	Grain size: B151÷B64 Hardness: S	Grinding speed	35÷50 m/s
					Peripheral speed of workpiece	40÷50 m/min
					Feed	1÷3 mm/min
					Allowance	0,002÷0,005 mm/double stroke
					Machining with or without coolant.	
1A8	Coordinating grinding of complicated shape bodies.	Tool steels, alloy steels with hardness above 55HRC.	Increased efficiency, accuracy and quality with increased tool life up to 30 times.	Grain size: B126÷B107 Hardness: S	Grinding speed	30÷40 m/s
					Transverse feed	0,5÷1,5 $\frac{\text{mm}}{\text{min}}$

Table 5. Recommended machining parameters

3.9. Exemplary applications of vitrified bonded CBN wheels

The CBN wheels show their advantages at precision machining of thermal treated alloy steels, tool steels, bearing steels, etc. Thanks to the vitrified bond, wheels are inactive chemically what allows to use any type of coolant.

Exemplary applications of offered vitrified bonded CBN wheels with recommended machining parameters are presented in the table below.

Wheel type	Grinding type	Machined material	Using effects	Suggested wheel characteristic	Recommended machining parameters	
1D1	Wormcutter tooth grinding.	High speed steels with hardness above 60HRC.	Increased efficiency, accuracy and quality together with increased tool life up to 10-15 times.	Grain size: B151÷B107 Hardness: M	Grinding speed Peripheral speed of workpiece Allowance Machining without coolant.	25-35 m/s 2-3 m/min 0,02-0,05 mm
	Evolver broaches grinding.	High speed steels with hardness above 60HRC.	Increased efficiency, accuracy and machining quality together with increased tool life up to 10 times.	Grain size: B151÷B107 Hardness: M	Grinding speed Peripheral speed of workpiece Allowance Machining without coolant.	25-30 m/s 1,5-2 m/min 0,05-0,1 mm
	Lead-screw thread grinding.	Alloy steels with hardness above 40HRC.	Increased efficiency, accuracy and quality together with lack of thermal deformations and increased tool life up to 15-20 times.	Grain size: B151÷B107 Hardness: M	Grinding speed Peripheral speed of workpiece Allowance: rough grinding finish grinding Emulsion cooling.	30-35 m/s 0,6-1 m/min 0,3 mm 0,05 mm
1F1	Grinding of bearing rings.	Thermal stable bearing steels with hardness above 60HRC.	Increased efficiency, accuracy and machining quality together with increased tool life up to 25 times.	Grain size: B126÷B107 Hardness: S	Grinding speed Peripheral speed of workpiece Allowance Emulsion cooling.	40-50 m/s 55-60 m/min 0,3-0,5 mm
1V1	Cone screw tap grinding.	High speed steel with increased thermal strength with hardness above 60HRC.	Increased efficiency, accuracy and machining quality together with increased tool life up to 10 times.	Grain size: B126÷B76 Hardness: M	Grinding speed Peripheral speed of workpiece Allowance Machining without coolant.	25-30 m/s 5-10 m/min 0,02-0,05 mm
11A2	Grinding of multiblade tools e.g. reamers.	High speed steel with increased thermal strength with hardness above 62HRC.	Increased efficiency, accuracy and machining quality together with increased tool life up to 20 times.	Grain size: B151÷B76 Hardness: M	Grinding speed Feed Allowance Machining without coolant.	30-35 m/s 1-2 mm/min 0,05-0,1 mm/ double stroke
12R9	Grinding of multiblade tools e.g. reamers.	High speed steel with increased thermal strength with hardness above 63HRC.	Increased efficiency, accuracy and machining quality together with increased tool life up to 15 times.	Grain size: B151÷B76 Hardness: M	Grinding speed Feed Allowance Machining without coolant.	30-40 m/s 1-2 mm/min 0,03-0,05 mm/double stroke

Table 5. Recommended machining parameters (continued)

3.10. Troubleshooting in grinding

When grinding results are not satisfactory and do not correspond to intended set of values, it is recommended to check whether the process parameters have been correctly chosen and set. When general parameters seem to be correctly adjusted, it is advisable to look for the reasons.

The most common failures and problems occurring in grinding (resharpening) processes and their possible reasons are presented in the Table 6.

These troubleshooting examples do not include all cases which may take place in grinding process.

3.11. Correction treatment

Correctly chosen and used vitrified grinding wheel demands only little correction treatments such as dressing and truing.

Using the wheel for a long period of time causes a normal grain wearing, moreover a piece of removed material collects in natural wheel pores. The wheel loses therefore its original cutting abilities. Dressing a wheel restores its original cutting properties and work efficiency. Thanks to vitrified bond brittleness, that phenomenon takes place significantly less rarely than when resin bonded wheels are used.

Dressing a wheel restores its original cutting properties and work efficiency.

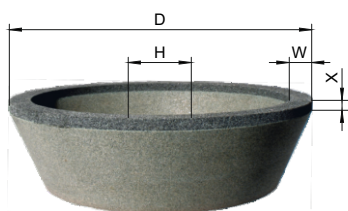
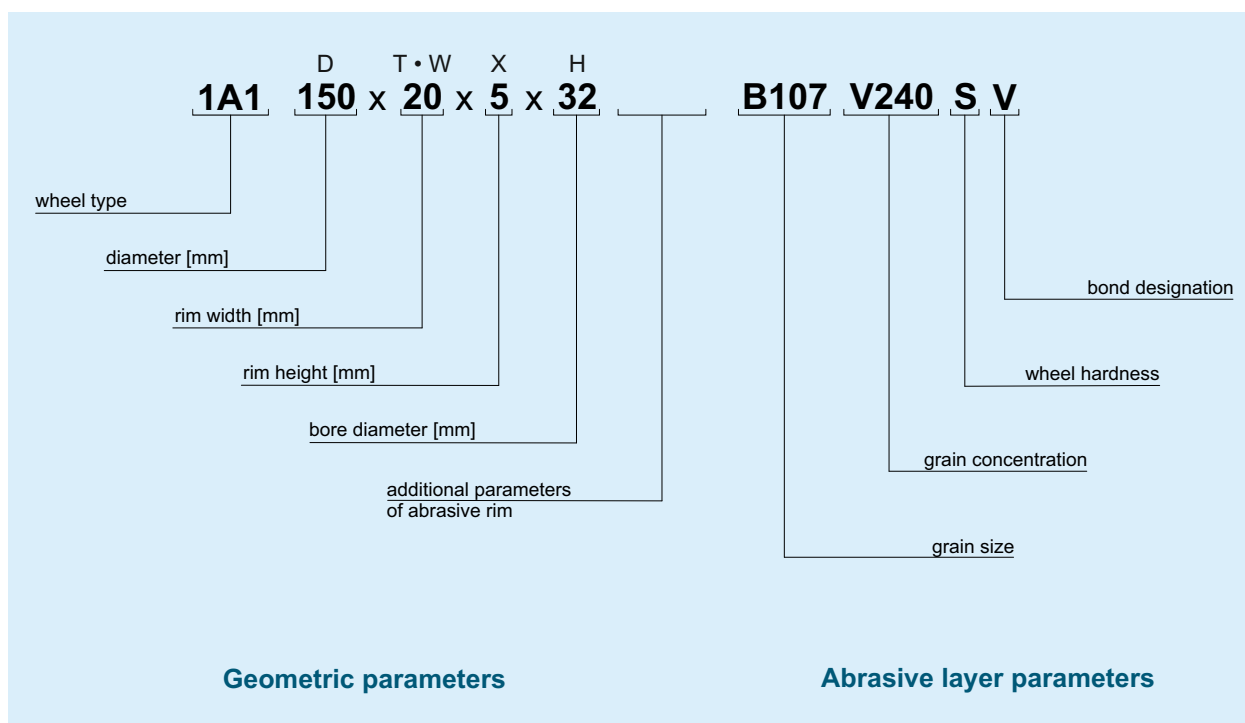
4. Order example

The schedule of wheel ordering is as follows:

- wheel shape, dimensions of abrasive layer, wheel body dimensions and the bore or arbour diameter must be defined in order to avoid misunderstandings;
- depending on grinding performance, grain size and its concentration, and wheel hardness must be defined.

If ordering the grinding wheel, it is also advisable to characterise the kind of material to be ground, type of grinder and other criteria that could affect the grinding result. It will let customise the wheel characteristic to your needs.

Example below shows how to order:



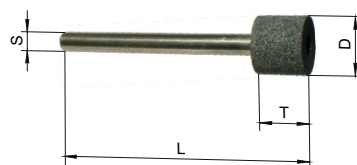
Example 1.

When you would like to order the following wheel:

- wheel type 11A2;
- outside diameter $D = 150$ mm;
- grinding rim width $W = 10$ mm;
- grinding layer height $X = 5$ mm;
- bore diameter $H = 20$ mm;
- CBN grain size B151;
- concentration V240;
- hardness M.

you should use the following designation:

11A2 150x10x5x20 B151 V240 MV



Example 2.

When you would like to order the following mounted point:

- mounted point type 1A8W;
- outside diameter $D = 14$ mm;
- grinding layer width $T = 16$ mm;
- arbor diameter $S = 6$ mm;
- total length $L = 100$ mm;
- CBN grain size B91;
- concentration V300;
- hardness T.

you should use the following designation:

1A8W 14x16x6/100 B91 V300 TV

Präsentation unserer Firma

INTER-DIAMENT® ist eine polnische Werkzeugfirma, die sich in Grodzisk Mazowiecki, westlich von Warschau ca. 40 Km befindet.

Unsere Firma existiert seit den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts an.

Das fast zwanzigjährige Bestehen auf dem polnischen Markt verschaffte unserer Firma einen sehr guten Ruf. Wir sind ein namhafter Hersteller von Schleifwerkzeugen mit hoher Qualität.

Durch die Herstellung von konventionellen Schleifwerkzeugen und modernen, hochproduktiven Schleifscheiben aus Superschleifmittel versorgen wir mit unseren Produkten viele Firmen aus verschiedenen Branchen.

Im November 2002 erhielten unsere Produkte das **Qualitätszeugnis** gemäß ISO 9001:2000, (ISO 9001:2015 seit 2018)

Unser Augenmerk auf eine gute Qualität unserer Produkte und deren ständige Weiterentwicklung führte zu einer ständigen Steigerung des Vertrauens unserer Kunden. Die Bekanntheit unserer Produkte auf dem europäischen Markt, ist das beste Beispiel dafür.

Lieferprogramm

INTER-DIAMENT® ist in Polen ein führender Hersteller von den Schleifwerkzeugen. Unser Angebot beinhaltet folgende Produkte:

- Korund-, und Siliziumkarbid- Schleifscheiben mit keramischer Bindung;
- Bornitridschleifscheiben mit keramischer Bindung;
- Diamant- und Bornitrid- Schleifscheiben mit Kunstharzbindung;
- Diamant- und Bornitrid- Schleifscheiben mit galvanischer Bindung;
- Schleifscheiben zur PKD- und PKB- Bearbeitung;
- Kompositplatten zur Zerspannung;
- Diamantabrichtwerkzeuge.

INTER-DIAMENT® spezialisierte sich auf die Lieferung der Artikel, die genau den Erwartungen unserer Kunden entsprechen. Auch die ungewöhnlichsten Bestellungen realisieren wir in kurzer Lieferzeit.

Qualitätssicherheit

INTER-DIAMENT® hat folgende Qualitätsansprüche und Marktstrategien zum Ziel:

1. Herstellung der Artikel von der höchsten Qualität;
2. Untersuchung der Bedürfnisse unserer Kunden;
3. Zuverlässige und schnelle Information über neue Produkte;
4. Ständige Verbesserung des Kundendienstes;
5. Die systematische Erhöhung unseres Anteiles in Innen-, und Außen- Markt.

Qm-Zertifikat

Die Strategie der Firma stützt sich auf dem Qualitätsmanagement-System, das nach der Norm PN-ISO 9001:2015 bearbeitet wurde.

Inhalt

1. Allgemeine Auskunft	27
1.1. Ausnutzung des Bornitrides als Superschleifmittel	27
1.2. Anwendung des Bornitrides	27
1.3. Vorteile von Bornitridschleifscheiben mit keramischer Bindung	28
2. Auslese der Schleifscheibe	28
2.1. Gestalt und Ausmaß der Schleifscheibe	28
2.2. Auslese der Korngröße	28
2.3. Körnungskonzentration	28
2.4. Auslese der Bindungshärte	28
2.5. Schleifrandbreite	29
2.6. Belagtiefe	29
3. Nutzung der Schleifscheiben	29
3.1. Lagerung	29
3.2. Aufstellung	29
3.3. Gegenunwucht	29
3.4. Profilabrichten	29
3.5. Auslese der Kühlung	30
3.6. Auslese Bearbeitungsparameter	30
3.7. Abschleiß	30
3.8. Orientierungswerte der Bearbeitungsparameter	31
3.9. Anwendung der Bornitridschleifscheiben	31
3.10. Schleifproblemlösung	33
3.11. Korrigierungstätigkeiten	33
4. Bestellungsbeispiel	34
5. Standart Schleifscheiben (nach FEPA)	45

1. Allgemeine Auskunft

1.1. Ausnutzung des Bornitrides als Superschleifmittel

Bornitrid (CBN) bezeichnet man als Superschleifmittel wegen ihrer deutlich höheren Härte im Vergleich zu traditionellen Schleifstoffen wie Korund (Al_2O_3) oder Siliziumcarbid (SiC).

Bornitrid ist weithin im Einsatz bei hochproduktiven Schleifprozessen und beweisen ihren Vorteil gegenüber herkömmlichen Schleifscheiben.

Hauptvorteile bei der Verwendung von den Werkzeugen aus diesem Superschleifmittel:

- sehr lange Standzeiten bei Erhaltung des Werkzeugprofils;
- kurze Schleifzeiten;
- kurze Handhabungszeiten;
- keine Erhitzung der Werkstücke;
- Gleichbleibende Qualität der bearbeiteten Werkstücke.

1.2. Bornitrid Anwendungsbereiche

Der Bornitrid wird ebenso wie synthetisch Diamant produziert. Unter hohem Druck und Temperaturen, sowie dem Einsatz von speziellen Katalysatoren, wird die hexagonale Modifikation des Bornitrides in eine reguläre Modifikation verwandelt. Auf diese Methode sind die Bornitridkristalle (BN) zu gewinnen.

Das Modifizieren der Syntheseparameter ermöglicht das Gewinnen der Schleifkörnung von verschiedenen Eigenschaften. Wegen der Gewinnmöglichkeiten kann man präzise Schleifmitteleigenschaften an den Bedürfnissen des Kunden anpassen.

Das CBN ist der zweithärteste Schleifkunststoff. Im Unterschied zu Diamanten unterliegt es nicht den unvorteilhaften Verwandlungen unter der Wirkung des Kohlenstoffes, weshalb es sich für Schleifbearbeitung der Stahllegierung eignet.

Die Bornitridschleifwerkzeuge besitzen hohe Beständigkeit gegen Verschleiß im Vergleich zu den konventionellen Schleifwerkzeugen, unter Anwendung von denen, erwerbt man erwünschte Ausmaße und Güte der bearbeitenden Fläche. Das bewirkt die Steigerung der Abschleißmenge und Verschleißbearbeitungskosten.

Die Bornitridschleifwerkzeuge sind bestimmt:

- Schnellschnittstahl (HSS);
- Werkzeugstahl;
- Kohlunsstahl;
- Wälzlagerstahl;
- Nirostahl und hochlegierter Stahl mit Härte über 55HRC.

1.3. Vorteile von Bornitridschleifscheiben mit keramischer Bindung

Die Bornitridschleifscheiben mit keramischer Bindung sind im Vergleich zu konventionellen Schleifwerkzeugen überwiegend.

Die Haupteigenschaften von den Bornitridwerkzeugen:

- Vollkommene Abschleißmenge;
- Verkürzung der Stillstandszeit der Schleifmaschine;
- Hohe Schleifpräzision;
- Größte Lebensdauer im Vergleich zu konventionellen Scheiben;
- Kürze Bearbeitungszeit;
- Behalten des Arbeitsprofils.

Die physikalischen Eigenschaften des Bornitrides (Härte, Verschleißfestigkeit, Hochtemperaturfestigkeit) in Verbindung mit Keramikbindungseigenschaften (Härte, Brüchigkeit, Porosität des Werkzeuges) lassen leistungsfähiger und aggressiver spanabheben.

2. Auslese der Schleifscheibe

2.1. Gestalt und Ausmaß der Schleifscheibe

Die Schleifscheibengestalt ist nach dem Schleifmaschinebauart und Verschleißbedingungen ausgesucht. Das Ausmaß der Schleifscheiben sind nach der Schleifmaschinegröße und der Maschineleistung, sowie der Größe des bearbeitenden Material, Bauweise der Spaneinrichtung und Schutzabdeckung ausgesucht.

2.2. Korngröße

Die Auslese der Korngröße ist von der Verschleißmethode, Bauart der bearbeitenden Material, wünschenswerter Oberflächengüte, und Genauigkeit der Bearbeitung abhängig.

Die Schleifscheiben mit der großen Kornung steigern die Verschleißintensität bei der gleichzeitigen Steigerung Arbeitsproduktivität, dennoch leisten sie nicht die hohe Qualität der Oberfläche zu erreichen. Die Schleifscheiben mit der kleinen Kornung hält sich ans Feinschleifen.

Unten wurde die Tabelle mit Vergleichung der Bornitridkorngröße nach FEPA, der polnischen (PN) und amerikanischen (US Standard) Norm vorgestellt.

Symbol Kornung nach FEPA	Korngröße	
	FEPA PN-85/M-59108 [µm]	US Standard ASTM E-11 [mesh]
B251	250/212	60/70
B213	212/180	70/80
B181	180/150	80/100
B151	150/125	100/120
B126	125/106	120/140
B107	106/90	140/170
B91	90/75	170/200
B76	75/63	200/230

B64	63/53	230/270
B54	53/45	270/325
B46	45/38	325/400

Tabelle 1. Vergleichung der Korngröße

Allgemeine Empfehlungen

Die Richtige Auslese der Korngröße garantiert die gute Arbeit der Schleifscheibe und das Erreichen beabsichtigten Oberflächengüte.

Im allgemeinen kann es gesagt werden, je geringer die Korngröße, desto glattere ist die Verschleißschicht. Der Drang nach der glättesten Verschleißschicht soll nicht nur das Wichtigste sein. Es soll auch das gewünschte Ergebnisses in der kürzen Zeit angestrebt werden.

Es sollte keine zu große Schleifzugabe beim Feinschleifen mit einer geringen Körnung angewendet werden, weil dies einen Zuwachs der Abnutzung der Verschleißschicht, und eine Verschlechterung der Oberflächengüte bewirkt.

Beim Tiefschleifen sollte immer die größte Körnung benutzen werden, denn dies beeinflusst die Verschleißwirksamkeit positiv.

2.3. Körnungskonzentration

Die Kornkonzentration bezeichnet den Anteil der Bornitridkörnung in einer Bearbeitungsmaßeinheit der Schleifscheibe. Die Standardkonzentration für die Körnung in der Schleifscheiben mit keramischer Bindung ist V240 eingesetzt worden. Restwerte der Konzentration stellt Tabelle vor:

Bezeichnung der Konzentration	Körnungskonzentration karat/cm ³
V180	3,13
V240	4,18
V300	5,22

Tabelle 2. Standardwerte der Körnungskonzentration

Die Kornkonzentration im Belag ist eines der wichtigsten Parametern einer Schleifscheibe. Sie beeinflusst die Schleifeigenschaften der Schleifscheibe, ihre Lebensdauer, die Temperatur beim schleifen sowie die Qualität des zu bearbeitenden Werkstückes.

Die Konzentration soll zur gewünschten Schleifarbeit im richtigen Verhältnis stehen. Es soll daran gedacht werden, daß die Optimalkonzentration auch von anderen Schleifscheibenparametern, wie: Korngröße, Bindungshärte usw. abhängig ist.

2.4. Schleifscheibehärte

Die Bindungshärte hat einen großen Einfluß auf den Verschleißablauf.

Große Bedeutung bei der Auslese der Bindungshärte hat die Schleifmaschinebauart und Verschleißmethode. Beim spitzenloses Schleifen passt man weichere Schleifscheiben als beim Spitzenschleifen an. Das Innen-, und Flachsleifen soll man mit den weichen Schleifscheiben machen.

Beim Umfangsschleifen soll man die härteste Schleifscheiben benutzen, als beim Stirnschleifen. Beim Umfangsflachschleifen paßt man die selbe Bindungshärte wie beim Außenumschleifen an.

Während der Auslese der Bindungshärte soll man sich von folgenden Hinweisen leisten lassen:

Die weichte Schleifscheiben benutzt man zu:

- Schleifen Produkten, während dessen unzulässig ist große Wärmeabfuhr (spitze Kanten, dünne Zylinderwände, dünne Platten);
- Schleifen der großdurchmessenen Produkten und unterbrochenen Verschleißflächen.

Die härte Schleifscheiben benutzt man zu:

- Profilschleifen und Gewindschleifen;
- Nass-Schleifen.

Schleifscheibehärte Grundhartstufen

Man verwendet drei Grundhartstufen:

- Weich – Zeichen **M**;
- Mittelmäßig – Zeichen **S**;
- Hart – Zeichen **T**.

Die Auslese der Schleifscheibe soll man in Abhängigkeit von Umlaufgeschwindigkeit und Motorleistung machen. Die höchste Umlaufgeschwindigkeit läßt die weichere Schleifscheiben einsetzen. Die Nutzung der Schleifmaschinen mit der hohen Leistung läßt die härteste Schleifscheiben verwenden.

2.5. Schleifrandbreite

Die Schleifbreite ist ein folgender Parameter der Schleifscheibe, der den Verschleißverlauf beeinflusst. Der Parameter hat einen großen Einfluß auf die Kontaktfläche. Man empfiehlt die möglichst wenigen Schleifbreiten zu befolgen.

Die Vorteile der kleinen Schleifrandbreite:

- Verbesserung der Verfahrenproduktivität infolge von besserer Spanbarkeit;
- Niedrigste Bearbeitungstemperatur;
- Effektive Spanabfuhr;
- Leichte Erlangung einer glatten Oberfläche und Kantenschärfe.

Die Nachteile der kleinen Schleifrandbreite:

- Hohe Geschwindigkeit und große Bearbeitungsproduktivität erschweren eine Kontrolle des Arbeitsverlaufs und können zu große Spanabfuhr und eine Zerstörung der Schleifscheibe bewirken;
- Durch die kleinere Kontaktfläche kann nur eine kleinere Fläche des Werkstücks bearbeitet werden.

2.6. Belagtiefe

Die Standardbelagtiefe der Bornitridschleifscheiben mit keramischer Bindung ist 5mm, und sie beeinflusst die Schleifbearbeitung prinzipiell nicht, aber den Preis des Werkzeuges.

Mit Blick aus ökonomischer Sicht wird man die größte Belagtiefe wählen.

3. Nutzung der Schleifscheiben

3.1. Lagerung der Schleifscheiben

Die richtige Lagerung der Schleifscheiben erlaubt in voller Arbeitsfähigkeit zu behalten, und ist eine Bedingung vor gefahrlosen Nutzung. Die Schleifscheiben mit keramischer Bindung soll man in Temperatur minimal 4°C, und Feuchtigkeit max 70% lagern.

Die große Schleifscheiben legt man vertikal neben an unten dem Regal hin. Die kleine Schleifscheiben aufeinander. Die Werkzeugen sollen mit den Wagen mit Gummiboden transportiert werden.

Das Rollen der Schleifscheiben ist kategorisch verboten.

Während des Transportes der Werkzeuge soll man Erschütterung vermeiden.

3.2. Aufstellung

Die Schleifscheibe soll vor der Aufstellung in Hinsicht auf den Scheibeklang geprüft werden. Reiner Scheibeklang bedeutet, daß die Schleifscheibe nicht rissig ist, dagegen der kurze und Frequenz wechselte Scheibeklang bedeutet, daß die Scheibe viele Haarrisse hat. **Die Aufstellung der Schleifscheibe mit den Haarrissen ist kategorisch verboten.**

Die Schleifscheiben sind mit den Spannscheiben, und Pappezwischenlagen ausgestellt werden, die unerläßliche zur richtige Schleifscheibearbeit sind.

Die Aufstellung soll mit möglichst wenigstem axiales Spiel zwischen dem Spindel und der Schleifscheibe. Dieses Spiel ist nötig in Hinweis auf die verschiedene Spindel-, und Scheibenausdehnung. Beim Schraube-, und Mutteranzug soll stufenweise und mit gleichförmigem Anzugsmoment sein. Man empfiehlt dazu den Drehmomentschlüssel (Drehmoment 40+50 Nm) zu benutzen.

3.3. Gegenunwucht

Vor der Zulassung der Schleifscheibe zur Arbeit soll man im jeden Fall sie sorgfältig ausgleichen, um die Maßabweichungen zu korrigieren.

Die Schleifscheiben mit keramischer Bindung soll man dynamisch ausbalancieren. Die dynamische Ausbalancierung ermöglicht viermalig wenigste Schwingungsweite im Verhältnis zur statischen Ausbalancierung.

Man empfiehlt die dynamische Ausbalancierung mit Hilfe von den Spezialgeräten.

3.4. Profilabrichten

Die Schleifflächegestalt muß korrekt an die Schlifffläche angepaßt werden.

Profilabrachten besteht aus Profilieren und Schärfen. Das Profilabrachten ist erste mechanische Bearbeitung der neuen Schleifscheibe, die zu Erwerb der richtigen Schleifflächegestalt führt. Das Schärfen ermöglicht nach dem Profilieren, oder nach der langen Bearbeitung die Verbesserung der Schleifscheibeeigenschaften.

3.5. Auslese der Kühlung

Die Auslese des Kühlschmiermittels wird in der Regel experimentell gemacht werden. Gewöhnlich macht man die Auslese des Mittels in zwei Stufen. In der Vorauslese soll man wählen, ob günstiger die Wasser-, oder Öl- Kühlschmiermittel benutzen wäre.

Die Parameter, die beeinflussen die Auslese des Kühlschmiermittels:

- Art der Verschleißbearbeitung;
- Einstellungen (Verschleißgeschwindigkeit, Geschwindigkeit des bearbeitenden Material, Vorschub);
- Das bearbeitende Material;
- Charakteristik des Werkzeuges.

Abhängig von der Entscheidung und den Verschleißbearbeitungsparametern soll man schließlich die Art des Kühlschmiermittels wählen.

Zu leichten Arbeitsbedingungen (Feinschleifen), die mit großer Geschwindigkeit geführt wird, sind die wichtigste kühlen Eigenschaften von Kühlschmiermittel. Zu schweren Arbeitsbedingungen (Vorschleifen) sind wichtigste die schmierende Eigenschaften von Kühlschmiermittels. Auf dem Schleifscheibekonglomerat haben die abwaschende Eigenschaften des Kühlschmiermittels einen großen Einfluß.

Die Tabelle zeigt die Vorauslese des Kühlschmiermittels in Abhängigkeit von der Art des Schleifens.

Art des Schleifens	Art des Kühlschmiermittels	
	Mineralöl	Emulsion, Mischphase
Außenrundsleifen	zulässig	empfehlend
Spitzenloses Schleifen	zulässig	empfehlend
Flachschleifen	zulässig	empfehlend
Zahnradschleifen	empfehlend	zulässig
Gewindschleifen	empfehlend	zulässig

Tabelle 3. Die Vorauslese des Kühlschmiermittels

3.6. Die Auslese der Bearbeitungsparameter

Die Charakteristik der Schleifscheibe hängt von der richtigen Auslese der Bearbeitungsparameter. Von der bearbeitenden Material und seiner thermischen Behandlung Charakteristik der Schleifscheibe und Stellgröße abhängig.

Die Auslese der Bearbeitungsparameter ist durch die folgenden Bedingungen begrenzt:

- Steifheit der Verbindung WM-Futter-Werkstück-Werkzeug;
- Zulässiger Bereich der Schleifscheibe-, und Werkstückgeschwindigkeit, WM-leistung;
- Zulässiger Bereich der Vorschubgeschwindigkeit.

Es ist unmöglich die große Verschleißproduktivität bei den gleichzeitigen hohen Ansprüchen von der Schliffflächequalität zu gewinnen. Während des einmaligen Vorganges ist die

Möglichkeit der Produktivitätssteigerung sehr wenig. In den Vergangen, wo man die hohe Schliffflächen-Qualität erwartet, kann man die Bearbeitungszeit durch die Verteilung in zwei Phasen: Fein-, und Tiefschleifen verkürzen.

Tiefschleifen führt man mit hohen Produktivität, was die Verkürzung der Bearbeitungszeit ermöglicht. Nach dem Tiefschleifen soll eine Schleifzugebe jedoch zum Feinschleifen lassen. Trotzdem das Feinschleifen produktiv ist, ist die ganze Bearbeitungszeit letztendlich sehr günstig.

Die Auslese der Schliffgeschwindigkeit

Die Schliffgeschwindigkeit ist sehr wichtig in der Verschleißbearbeitung. Sie ist eine lineare Geschwindigkeit der Körnung, die sich an dem Schleifrand befindet.

Die Hauptfrage bei der Auslese ist Art vom bearbeitenden Material, und Charakteristik der Schleifscheibe.

Je größte Geschwindigkeit ist, desto bekommt man bessere Schliffflächenqualität und bessere Beständigkeit des Werkzeuges. Mit der Steigerung der Geschwindigkeit wird ein Schleifspandurchschnitt kleiner, d.h. daß die Spanmöglichkeiten schwächer sind.

Unerwünschte Konsequenz ist die hohe Temperatur des Werkstückes, was beeinflusst die Anlaßschicht.

Vorteil der Bornitridschleifscheiben mit Keramischer Bindung ist das wenigste Wärmeabgeben während des Schleifens in Vergleich zu den konventionellen Schleifscheiben. Das ermöglicht hohle Schliffgeschwindigkeit zu benutzen, ohne Sorgen für thermische Beschädigung des Werkstückes zu haben.

Das Benutzen von hohen Geschwindigkeiten ist also sehr günstig, aber die Schleifscheibe muß sorgfältig Ausgesucht werden und man soll die WM mit hohen Leistung.

Unten ist ein Formel, der zeigt die Methode von der Bestimm-

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \cdot 1000}$$

Beschreibung:

V – Schliffgeschwindigkeit [m/s];

n – Umlaufgeschwindigkeit der Spindel [1/min];

D – Durchschnitt der Schleifscheibe [mm].

Die Tabelle auf der Seite 65 ermöglicht die Bestimmung erforderlichen Spindelumdrehungen der Schleifmaschine in Abhängigkeit von dem Durchmesser der Schleifscheibe und erforderlicher Schleifgeschwindigkeit.

3.7. Leistungsvermögen des Schleifens

Leistungsvermögen der Schleifscheibe kann bestimmen sein, als Verhältnis der entfernenden Materialvolumen zu der verbrauchten Materialvolumen des Schleifbeleges.

$$G = \frac{V_u}{V_z}$$

Beschreibung:

G – Leistungsgrad des Schleifens;

V_u – Volumen des entfernenden Materials [mm³];

V_z – Die verbrauchte Materialvolumen des Schleifbeleges [mm³].

Das höchste Verhältnis von diesen Werten bezeichnet höchst-
ste Leistungsvermögen der Schleifscheibe, was die Ver-
kleinerung Einzelkosten der Herstellung beeinflusst.

3.8. Orientierungsverschleißparameter

Die Allgemeine Empfehlungen in Bereich der Auswahl von
Bornitridschleifscheiben mit keramischer Bindung:

Art der Bearbeitung	Schleif- geschwin- digkeit [m/s]	Umlaufge- schwindigkeit des Werkstückes [m/min]	Lang- vorschub [m/min]
Außenrundscheifen	30 ÷ 35	10 ÷ 25	0,5 ÷ 1
Innenschleifen	8 ÷ 35	10 ÷ 30	0,3 ÷ 1
Flachschleifen	30 ÷ 35	—	8 ÷ 10
Verbundsschleifverfahren	25 ÷ 35	0,2 ÷ 0,4	—
Messerstahlscharfschleifen	35 ÷ 40	—	1 ÷ 2

Tabelle 4. Orientierungsverschleißparameter

3.9. Beispiel der Verwendung von
Bornitridschleifscheiben

Die Bornitridschleifscheiben mit keramischer Bindung enthül-
len ihre wichtigste Vorteile während Präzisions-bearbeitung
des vergüteteren Stahl, Werkzeugsstahl und Lagerstahl. Sie
sind indifferent dank der keramischen Bindung, was die
Benutzung der verschiedenen Kühlschmiermittel ermöglicht.

Unter befindet sich eine Tabelle von der exemplarischen
Verwendung der angebotenen Bornitridschleifscheiben mit ke-
ramischer Bindung, und den empfohlenen Bearbeitungspara-
metern.

Schleif- scheibe- modell	Bearbeitungsart	Bearbeitungs- werkstoff	Betriebsergebnisse	Die empfohlene Schleifscheibe charakteristik	Die empfohlene Bearbeitungsparameter	
1A1	Nachschleifen der Mehrschneidewerkzeu- ges (Reib-, Bohr- Werkzeuge, Fräser).	Hochleistungs- schnellstahl Härte über 60HRC.	Steigerung der Leistung, Genauigkeit und Güte der Bearbeitung beim gleichzeitigen Zuwachs der Werkzeugsbeständigkeit bis 25x.	Korngröße B151÷B107 Härte: S	Schleifgeschwindigkeit Umlaufgeschwindigkeit des Werkstückes Langvorschub Einstichtiefe Kühlung mit Ammoniaksodalauge.	25÷40 m/s 15÷30 m/min 0,5÷2 m/min 0,01÷0,02 mm
	Flachschleifen der Ziehwerkzeuge, Diskfräser, und Messerstahl u.s.w.	Werkzeugsstahl und Stahllegierung mit Härte über 55HRC.	Steigerung der Leistung, Genauigkeit und Güte der Bearbeitung beim gleich- zeitigen Zuwachs der Werkzeugsbeständigkeit bis 25x.	Korngröße: B151÷B107 Härte: S	Schleifgeschwindigkeit Umlaufgeschwindigkeit des Werkstückes Tauchvorschub Einstichtiefe Kühlung mit Ammoniaksodalauge.	30÷35 m/s 5÷8 m/min 0,5÷1 m/min 0,02÷0,04 mm
	Dauereinstech- schleifen des Gewindebohrers mit Steigung 0,5-1,5 mm.	SS-Stahl mit Härte über 60HRC.	Steigerung der Leist-ung, Genauigkeit und Güte der Bearbeitung beim gleich- zeitigen Zuwachs der Werk- zeugsbeständigkeit bis 25x. Die Beständigkeit des Schleifscheibeprofiles: bis zum 1000 Einzelhandel.	Korngröße: B64÷B20 Härte: S	Schleifgeschwindigkeit Umlaufgeschwindigkeit des Werkstückes Belagtiefe Diamantwalzprofilieren bei der Umlaufgeschwindigkeit Ölemulsionskühlung.	50 m/s 0,3÷0,5 m/min 0,5÷1 mm 80÷90 obr/min
	Zahnradschleifen.	Werkzeugsstahl mit Härte über 60HRC.	Steigerung der Leistung, kinematische Genauigkeit und Güte der Bearbeitung.	Korngröße: B76÷B54 Härte: T	Schleifgeschwindigkeit Umlaufgeschwindigkeit des Werkstückes Radialvorschub Vertikalvorschub Tauchvorschub Diamantwalzprofilieren bei der Umlaufgeschwindigkeit Kühlung: Öl-Kerosin Lösung	35 m/s 6 m/min 0,02 mm/min 0,5 mm/min 0,03÷0,05 $\frac{mm}{min}$ 1,5÷2 m/s 1:1
	Innerschleifen der Wälzlageringe und Aufsteck-werkzeuge (Fräser, Reibwerk- zeuge).	thermostabiler Lagerstahl, Werk- zeugstahl und SS- Stahl mit Härte über 60HRC.	Steigerung der Leistung, Genauigkeit und Güte der Bearbeitung beim gleich- zeitigen Zuwachs der Werkzeugsbeständigkeit bis 30x.	Korngröße: B126÷B64 Härte: S	Schleifgeschwindigkeit Umlaufgeschwindigkeit des Werkstückes Langvorschub Schleifzugabe Bearbeitung mit/ohne Kühlung.	40÷50 m/s 30÷40 m/min 1÷2 mm/min 0,002÷0,005 mm/doppelhub

Tabelle 5. Die empfohlene Bearbeitungsparameter

Schleif-scheibe-modell	Bearbeitungsart	Bearbeitungs-werkstoff	Betriebsergebnisse	Die empfohlene Schleifscheibe charakteristik	Die empfohlene Bearbeitungsparameter	
1A8	Innerschleifen der Wälzlageringe, Indextöcher und Hochfeinschnittwerkzeuge (Fräser, Reibwerkzeuge).	Lagerstahl, Werkzeugstahl und SS-Stahl mit Härte über 55HRC.	Steigerung der Leistung, Genauigkeit und Güte der Bearbeitung beim gleichzeitigen Zuwachs der Werkzeugsbeständigkeit bis 50x.	Korngröße: B151÷B64 Härte: S	Schleifgeschwindigkeit Umlaufgeschwindigkeit des Werkstückes Langvorschub Schleifzugabe Bearbeitung mit/ohne Kühlung.	35÷50 m/s 40÷50 m/min 1÷3 mm/min 0,002÷0,005 mm/doppelhub
	Koordinatenschleifen.	Werkzeugstahl und Stahllegierung mit Härte über 55HRC.	Steigerung der Leistung, Genauigkeit und Güte der Bearbeitung beim gleichzeitigen Zuwachs der Werkzeugsbeständigkeit bis 30x.	Korngröße: B126÷B107 Härte: S	Schleifgeschwindigkeit Tauchvorschub	30÷40 m/s 0,5÷1,5 mm/min
1D1	Abwälzfräser-schleifen.	SS-Stahl mit Härte über 60HRC.	Steigerung der Leistung, Genauigkeit und Güte der Bearbeitung beim gleichzeitigen Zuwachs der Werkzeugsbeständigkeit von 10 bis 15x.	Korngröße: B151÷B107 Härte: M	Schleifgeschwindigkeit Umlaufgeschwindigkeit des Werkstückes Schleifzugabe Ohne Kühlung.	25÷35 m/s 2÷3 m/min 0,02÷0,05 mm
	Evolventräumer-schleifen.	SS-Stahl mit Härte über 60HRC.	Steigerung der Leistung, Genauigkeit und Güte der Bearbeitung beim gleichzeitigen Zuwachs der Werkzeugsbeständigkeit bis 10x.	Korngröße: B151÷B107 Härte: M	Schleifgeschwindigkeit Umlaufgeschwindigkeit des Werkstückes Schleifzugabe Ohne Kühlung.	25÷30 m/s 1,5÷2 m/min 0,05÷0,1 mm
	Leitspindel-gewindeschleifen.	Stahllegierung mit Härte über 40HRC.	Steigerung der Leistung, Genauigkeit und Güte der Bearbeitung beim gleichzeitigen Wärmeformminderungslosigkeit und Zuwachs der Werkzeugsbeständigkeit von 15 bis 20x.	Korngröße: B151÷B107 Härte: M	Schleifgeschwindigkeit Umlaufgeschwindigkeit des Werkstückes Schleifzugabe: Tiefschleifen Feinschleifen Emulsionkühlung.	30÷35 m/s 0,6÷1 m/min 0,3 mm 0,05 mm
1F1	Laufbahnschleifen.	thermostabiler Lagerstahl mit Härte über 60HRC.	Steigerung der Leistung, Genauigkeit und Güte der Bearbeitung beim gleichzeitigen Zuwachs der Werkzeugsbeständigkeit bis 25x.	Korngröße: B126÷B107 Härte: S	Schleifgeschwindigkeit Umlaufgeschwindigkeit des Werkstückes Schleifzugabe Emulsionkühlung.	40÷50 m/s 55÷60 m/min 0,3÷0,5 mm
1V1	Gewindebohrer-schleifen.	SS-Stahl mit höchste Thermo-stabilität mit Härte über 60HRC.	Steigerung der Leistung, Genauigkeit und Güte der Bearbeitung beim gleichzeitigen Zuwachs der Werkzeugsbeständigkeit bis 10x.	Korngröße: B126÷B76 Härte: M	Schleifgeschwindigkeit Umlaufgeschwindigkeit des Werkstückes Schleifzugabe Ohne Kühlung.	25÷30 m/s 5÷10 m/min 0,02÷0,05mm
11A2	Mehrschneidewerkzeuge z.B. Reibwerkzeuge.	SS-Stahl mit höchste Thermo-stabilität mit Härte über 62HRC.	Steigerung der Leistung, Genauigkeit und Güte der Bearbeitung beim gleichzeitigen Zuwachs der Werkzeugsbeständigkeit bis 20x.	Korngröße: B151÷B76 Härte: M	Schleifgeschwindigkeit Langvorschub Schleifzugabe Ohne Kühlung.	30÷35 m/s 1÷2 mm/min 0,05÷0,1 mm/doppelhub
12R9	Mehrschneidewerkzeuge z.B. Reibwerkzeuge.	SS-Stahl mit höchste Thermo-stabilität mit Härte über 63HRC.	Steigerung der Leistung, Genauigkeit und Güte der Bearbeitung beim gleichzeitigen Zuwachs der Werkzeugsbeständigkeit bis 15x.	Korngröße: B151÷B76 Härte: M	Schleifgeschwindigkeit Langvorschub Schleifzugabe Ohne Kühlung.	30÷40 m/s 1÷2 mm/min 0,03÷0,05 mm/doppelhub

Tabelle 5. Die empfohlene Bearbeitungsparameter (Fortsetzung)

3.10. Schleifproblemlösung

Wenn man die ungenügende Schleifergebnisse erlangt, soll man sich versichern, ob die Bearbeitungsparameter richtig angepasst worden sind.

Das Verzeichnis von am häufigsten heraustretenden Problemen und die Lösungsmöglichkeiten präsentiert die Tabelle 6. Die wahrscheinliche Ursachen sind nicht einzige, die bestimmte Unrichtigkeiten bewirken können. Die vorgestellte Ursachen findet am häufigsten.

3.11 Korrigierungstätigkeiten

Die richtig angepasste Bornitridschleifscheibe erfordert während der Nutzung einzig minimalen Korrigierungstätigkeiten, zu den gehören: Verbesserung und Schärfen des Arbeitsprofils.

Während langer Arbeitszeit ist die Verschleißkörnung verbraucht werden, und ein Teil der Spangutabfuhr speichert in den natürlichen Schleifscheibeporen. Das verursacht, dass die Schleifscheibe ihre Eigenschaften verliert. Dank der Sprödigkeit der keramischen Bindung zeigen sich oben genannte Effekte viel selten als bei der Verwendung der Schleifscheiben mit Kunstharzbindung.

Das Abrichten der Schleifscheibe wiederherstellt ihre Anfangseigenschaften und Arbeitsproduktivität.

Problem	Bearbeitungsmethode				
	Außenrundscheifen	Spitzenlos-Rundscheifen	Innenscheifen	Flachscheifen	Werkzeug-scheifen
Brennen, und Rissen	1. Schleifscheibe ist zu hart; 2. Falsch abgerichtete Schleifscheibe; 3. Tauchvorschub ist zu Tief; 4. Werkstückgeschwindigkeit ist zu klein.	1. Schleifscheibe ist zu hart; 2. Falsch abgerichtete Schleifscheibe; 3. Tauchvorschub ist zu Tief; 4. Werkstückgeschwindigkeit ist zu klein.	1. Schleifscheibe ist zu hart; 2. Falsch abgerichtete Schleifscheibe; 3. Tauchvorschub ist zu Tief; 4. Werkstückgeschwindigkeit ist zu klein; 5. Verschmutztes Kühlmittel.	1. Schleifscheibe ist zu hart; 2. Falsch abgerichtete Schleifscheibe; 3. Tauchvorschub ist zu Tief; 4. Werkstückgeschwindigkeit ist zu klein.	1. Schleifscheibe ist zu hart; 2. Tauchvorschub ist zu Tief; 3. Werkstückgeschwindigkeit ist zu klein.
Durchschneidzeichnen, Aufreißen, Ausbrechen	1. Schleifscheibe ist zu weich; 2. Körnung ist zu groß; 3. Unausgewuchte Schleifscheibe; 4. Falsch abgerichtete Schleifscheibe; 5. Vorschub ist zu groß; 6. Werkstückgeschwindigkeit ist zu klein; 7. Verschmutztes Kühlmittel.	1. Verschmutztes Kühlmittel; 2. Verschmutzter Setzstock.	1. Schleifscheibe ist zu weich; 2. Falsch abgerichtete Schleifscheibe; 3. Verschmutztes Kühlmittel; 4. Spindelspiel.	1. Falsch abgerichtete Schleifscheibe; 2. Verschmutztes Kühlmittel.	1. Schleifscheibe ist zu weich; 2. Körnung ist zu groß; 3. Verschmutztes Kühlmittel.
Verglasen und Verkleben der Schleifscheibe	1. Schleifscheibe zu hart; 2. Körnung ist zu gering; 3. Vorschubgeschwindigkeit ist zu klein; 4. Tauchvorschub ist zu klein; 5. Kühlmittelverbrauch ist zu wenig.	1. Schleifscheibe zu hart; 2. Körnung ist zu gering; 3. Vorschubgeschwindigkeit ist zu klein; 4. Tauchvorschub ist zu klein; 5. Kühlmittelverbrauch ist zu wenig.	1. Schleifscheibe zu hart; 2. Körnung ist zu gering; 3. Kühlmittelverbrauch ist zu wenig.	1. Schleifscheibe zu hart; 2. Körnung ist zu gering; 3. Vorschubgeschwindigkeit ist zu klein; 4. Kühlmittelverbrauch zu wenig.	1. Schleifscheibe zu hart; 2. Körnung ist zu gering.
Abweichung der Werkstückgestalt	1. Schleifscheibe ist zu weich; 2. Falsch abgerichtete Schleifscheibe; 3. Tauchvorschub ist zu groß; 4. Ungleichmäßiger Überlauf; 5. Unrichtige Aufstellungen der Schleifmaschine.	1. Schleifscheibe ist zu hart; 2. Falsch abgerichtete Schleifscheibe; 3. Tauchvorschub ist zu groß; 4. Unrichtiger Setzstockwinkel; 5. Schleifen zu hoch über Achsel; 6. Unrichtige Führungsleisten; 7. Falsch abgerichtete Führungsschleifscheibe.	1. Schleifscheibe zu hart; 2. Körnung ist zu gering; 3. Vorschubgeschwindigkeit ist zu klein; 4. Kühlmittelverbrauch ist zu wenig; 5. Ungleichmäßiger Überlauf; 6. Unrichtige Aufstellungen der Schleifmaschine.	1. Schleifscheibe ist zu weich; 2. Schleifgeschwindigkeit ist zu klein; 3. Ungleichmäßiger Überlauf.	1. Schleifscheibe ist zu weich; 2. Spindelspiel; 3. Schwingungen der Werkzeugmaschine.

Tabelle 6. Die Ursachen und Lösungsmöglichkeiten

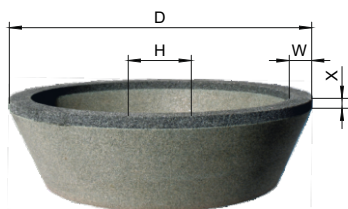
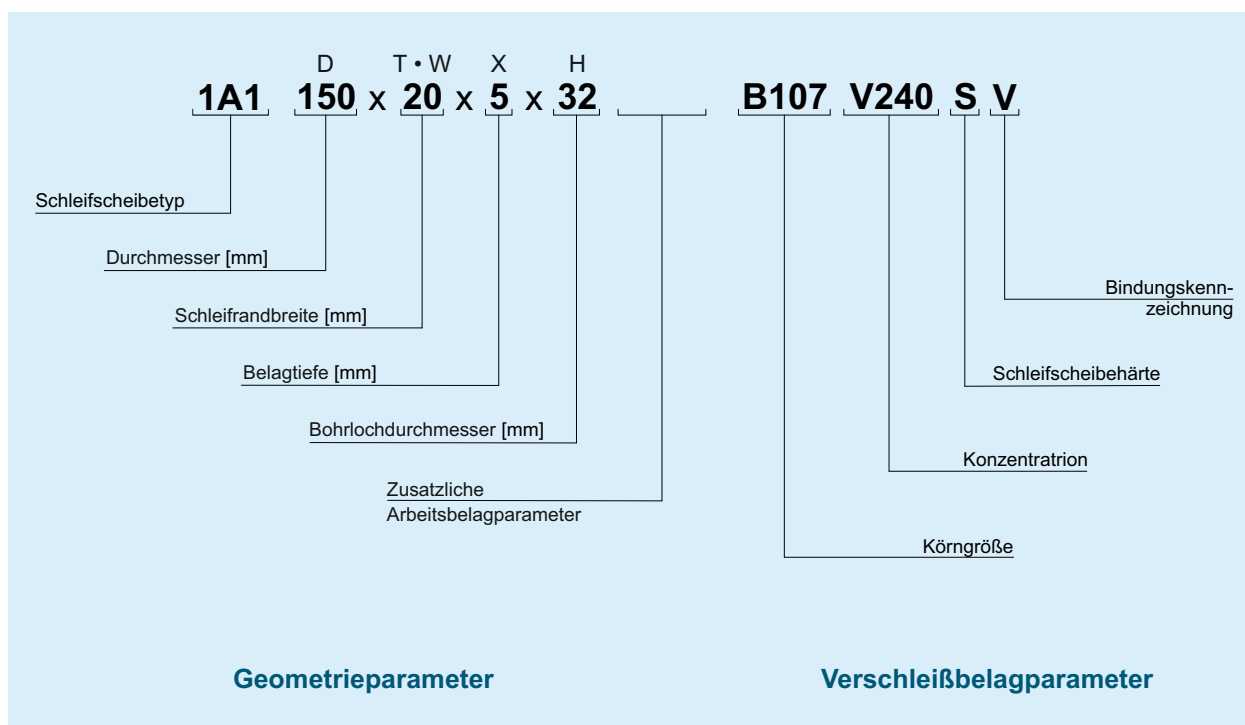
4. Bestellungsbeispiel

Die Schema der Schleifscheibenauswahl:

- Die Geometrieparameter sollen, wie Schleifscheibeform, Abmessungen des Verschleißbelages und der Durchmesser der Bohrung oder des Stiftes bestimmt werden;
- In Abhängigkeit vom Werkstoff und der Bearbeitung soll die richtige Konzentration, Körngröße und Bindungshärte angepaßt werden.

Wenn möglich, soll man in der Bestellung auch auf die Art des Werkstoffes, die Methode der Bearbeitung und das Schleifmaschinenmodell hinweisen werden.

Die Bestellung soll folgende Parametern behalten (nach dem Muster):



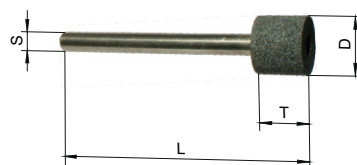
Beispiel 1.

Wenn man die Schleifscheibe mit folgenden Parameter zu bestellen wünscht:

- Schleifscheibetyp 11A2;
- Durchmesser D = 150 mm;
- Schleifrandbreite W = 10 mm;
- Belagtiefe T = 5 mm;
- Bohrlochdurchmesser H = 20 mm;
- Bornitridkörnung, Größe B151;
- Konzentration V240;
- Härte M.

soll man in der Bestellung diese Kennzeichnung angeben:

11A2 150x10x5x20 B151 V240 MV



Beispiel 2.

Wenn man die Schleifscheibe mit folgenden Parameter zu bestellen wünscht:

- Schleifscheibetyp 1A8W;
- Durchmesser D = 14 mm;
- Schleifrandbreite T = 16 mm;
- Stiftdurchmesser S = 6 mm;
- Gesamtlänge L = 100 mm;
- Bornitridkörnung, Größe B151;
- Konzentration V240;
- Härte T.

soll man in der Bestellung diese Kennzeichnung angeben:

1A8W 14x16x6/100 B91 V300 TV

Презентация фирмы

INTER-DIAMENT® (ИНТЕР-ДИАМЕНТ) польская фирма, расположена в Гродиске Мазовецком, в 40км юго-западнее Варшавы. Начало деятельности фирмы приходится на восьмидесятые годы прошлого столетия.

Около 20 лет действует на польском рынке и имеет хорошую репутацию солидного поставщика шлифовальных инструментов высокого качества.

Фирма производит шлифовальные круги из традиционных абразивных материалов и со-временные высокопроизводительные круги на базе сверхтвердых материалов, применяемых в различных отраслях промышленности.

С ноября 2002 года функционирует в **Системе Управления Качествен**ом, засвидетельствованной сертификатом качества ISO 9001 : 2000, (ISO 9001: 2015 с 2018 года).

Политика качества фирмы позволила увеличить численность клиентов, как польских, так и зарубежных. Присутствие продукции фирмы на многих европейских рынках является наилучшим подтверждением этого.

Профиль продукции

INTER-DIAMENT® является основным изготовителем и поставщиком шлифовальных инструментов на польский рынок. Спецификация фирмы включает следующие виды инструментов:

- круги из электрокорунда и карбида кремния на связке керамической;
- круги боразоновые на связке керамической;
- круги алмазные и боразоновые на связке органической;
- круги алмазные и боразоновые на связке гальванической;
- круги для заточки инструментов из PKD и PKB;
- пластины сменные из композитов;
- правящие алмазные инструменты.

INTER-DIAMENT® специализируется на поставках инструментов в четко оговоренные с клиентом сроки и изготовлении не типичных специальных видов кругов по заказам с коротким сроком поставки.

Политика качества

Цели политики качества и стратегии рынка фирмы **INTER-DIAMENT®**:

1. Производство изделий наивысших параметров качества;
2. Анализ потребностей клиентов;
3. Надежная и быстрая информация о новых изделиях;
4. Постоянное совершенствование качества обслуживания клиентов;
5. Систематический рост объемов продаж на польском и зарубежном рынках.

Сертификат качества

Стратегия становления фирмы опирается на Систему Управления Качеством, разработанную в соответствии с нормами PN ISO 9001:2015.

Содержание

1. Информация общая	37
1.1. Использование боразона в качестве сверхтвердого материала для изготовления инструмента	37
1.2. Применение боразона	37
1.3. Достоинства кругов из боразона на керамической связке	38
2. Подбор круга	38
2.1. Форма и размеры круга	38
2.2. Величина зерна сверхтвердого	38
2.3. Концентрация зерна	38
2.4. Твердость круга	39
2.5. Ширина рабочего слоя	39
2.6. Высота рабочего слоя	39
3. Использование кругов	39
3.1. Хранение	39
3.2. Монтаж	40
3.3. Балансировка	40
3.4. Правка	40
3.5. Подбор охлаждения	40
3.6. Выбор параметров обработки	40
3.7. Продуктивность шлифования	40
3.8. Ориентировочные параметры обработки	40
3.9. Примеры применения кругов боразоновых	40
3.10. Разрешение проблем процесса шлифования	40
3.11. Мероприятия по корректировке	43
4. Пример заказа	44
5. Стандартные шлифовальные круги (в соответствии с FEPA)	45

1. Информация общая

1.1. Использование боразона в качестве сверхтвердого материала для изготовления инструмента

Боразон (кубический нитрид бора - CBN) характеризуется как сверхтвердый материал, по твердости значительно превышающий твердости традиционных абразивных материалов таких, как корунд (Al_2O_3) или карбид кремния (SiC).

Боразон используется в процессах шлифовальной обработки, при которых приоритетным является достижение требуемого качества обработанной поверхности при высокой производительности процесса обработки.

Главные преимущества шлифовальных инструментов изготовленных из боразона следующие:

- высокая стойкость при сохранении профиля инструмента;
- малое время обработки;
- малое вспомогательное время связанное с редкой заменой инструмента;
- исключение термических повреждений в обрабатываемых материалах вследствие низких температур шлифования;
- гарантия получения высокого качества всей обрабатываемой поверхности детали.

1.2. Применение боразона

Кубический нитрид бора (CBN) получают аналогично синтетическим алмазом. Под действием высокого давления и температуры в присутствии катализатора производит превращение гексагонального нитрида бора в кубический кристаллический нитрид бора (CBN). Возможность широкого модифицирования параметров синтеза позволяет получать шлифовальное зерно с различными свойствами. Благодаря этому имеется возможность прецизионного подбора свойств шлифовального материала в соответствии с потребностями клиента.

Боразон является вторым по твердости искусственно полученным материалом. В отличие от алмаза при нагреве химически не взаимодействует с железом, что позволяет его с большим преимуществом применять для обработки широкой гаммы сталей и сплавов на их основе.

Боразоновые инструменты обладают высоким сопротивлением износу по сравнению с традиционными при их применении повышается точность и качество обработанных деталей. Перечисленные выше свойства позволяют инструментам на основе боразона при высокой производительности процесса шлифования, снизить стоимость процессов шлифовальной обработки.

Боразоновые шлифовальные инструменты предназначены для обработки:

- сталей быстрорежущих (HSS);
- сталей инструментальных;
- сталей цементированных;
- сталей подшипниковых;
- сталей нержавеющей и жаростойких с твердостью более 55 HRC.

1.3. Достоинства кругов из боразона на керамической связке

Круги боразоновые на связке керамической в сравнении с традиционными инструментами имеют существенные преимущества в процессах высокопроизводительного шлифования. Принципиальные отличительные признаки этих инструментов шлифовальных заключаются в том числе и в:

- высокой производительности процесса шлифования;
- сокращении времени простоя оборудования;
- высокой точности обработки;
- более высокой стойкости;
- малым временем шлифования;
- сохранением рабочего профиля;

Высокие физико-механические свойства боразона (твердость, износостойкость и теплостойкость) в сочетании с керамической связкой (твердость, хрупкость, пористость структуры инструмента) позволяют, продуктивно и агрессивно срезать обрабатываемый материал при наличии высокой продуктивности процесса.

2. Подбор круга

2.1. Форма и размеры круга

Форма шлифовального круга подбирается в зависимости от конструкции шлифовального станка и условий обработки. Размеры круга выбираются в зависимости от размеров и мощности станка, размеров обрабатываемых деталей, конструкции и размеров приспособлений или охранных ограждений.

2.2. Величина зерна сверхтвердого

Величина зерна зависит от метода шлифования, свойств обрабатываемого материала, требуемого класса шероховатости и точности обработки.

Круги с крупным зерном увеличивают интенсивность шлифования, повышают продуктивность работы, но не позволяют получить требуемого высокого качества обработанной поверхности, какую можно получить при обработке более мелким зерном, используемым при окончательной обработке шлифованием.

Ниже в таблице приведены значения величин боразонового зерна, применяемых для изготовления инструментов в рамках стандартов FEPA (Федерация Фабрик Производчиков Абразивов), польских норм (PN) и норм американских (US Standard):

Номер зерна по FEPA	Величина зерна	
	FEPA PN-85/M-59108 [мкм]	US Standard ASTM E-11 [mesh]
B251	250/212	60/70
B213	212/180	70/80
B181	180/150	80/100
B151	150/125	100/120
B126	125/106	120/140
B107	106/90	140/170
B91	90/75	170/200
B76	75/63	200/230
B64	63/53	230/270
B54	53/45	270/325
B46	45/38	325/400

Таблица 1. Сравнение величин зерна

Общие зависимости

Правильный выбор величины зерна гарантирует хорошую работу круга, а также получение требуемой шероховатости поверхности.

Общая закономерность заключается в том, что чем меньше величина зерна, тем ниже шероховатость обработанной поверхности. Однако не всегда основным параметром обработки является шероховатость обработанной поверхности, немало значащим фактором является максимальная производительность процесса. Это означает, что необходимо применять и более крупное зерно, которое бы давало возможность получать сочетание оптимальных параметров: шероховатости производительности процесса.

Нельзя назначать высоких значений режимов шлифования кругами с мелким зерном. Это приведет к снижению стойкости рабочего слоя круга и ухудшению качества обработанных поверхностей.

При черновой обработке следует всегда выбирать более крупное зерно для получения наивысшей эффективности процесса шлифования.

2.3. Концентрация зерна

Концентрация определяет количество зерна боразона в единице объема рабочего слоя круга.

В качестве стандартной концентрации зерна рабочего слоя круга на связке керамической принята концентрация V240. Применяемые концентрации зерна в рабочем слое кругов представлены ниже в таблице 2.

Обозначение концентрации	Концентрация зерна карат/см ³
V180	3,13
V240	4,18
V300	5,22

Таблица 2. Стандартные концентрации зерна в рабочем слое

Концентрация зерна в рабочем слое является одним из наиважнейших параметров шлифовального круга для шлифования, его стойкости, температуры обрабатываемой детали, а также точности обработки, поэтому должна быть подобрана в соответствии с условиями процесса шлифования.

Следует помнить, что оптимальная концентрация рабочего слоя взаимно связана с остальными параметрами шлифовального круга, такими как величина зерна, твердость связки и т.д.

2.4. Твердость круга

Твердость круга имеет большое влияние на процесс шлифования. При ее подборе следует принимать во внимание свойства шлифуемого материала, вид шлифования и его параметры, а также форму и размеры обрабатываемых деталей.

При бесцентровом шлифовании применяют круги более мягкие, чем при шлифовании в центрах. При шлифовании отверстий и плоскостей необходимо применять более мягкие круги чем при наружном шлифовании.

При круглом наружном шлифовании необходимо применять круги более низкой твердости, чем при шлифовании торцом круга.

При шлифовании плоскости цилиндрической частью круга необходимо применять круги той же твердости, что и при наружном шлифовании валов.

При подборе твердости круга следует руководствоваться следующими факторами:

мягкие круги применяются при:

- шлифовании изделий где не допускается большое выделение тепла (острые кромки, тонкостенные цилиндры, тонкие пластины и т.п.);
- шлифование деталей Большовых диаметров, прерывистых поверхностей, тонкостенных.

твердые круги применяются при:

- профильном шлифовании и шлифовании резьбы, когда требуется высокое сохранение профиля рабочей части;
- шлифование с применением охлаждения ('на мокро').

Степени твердости кругов

Принято три степени твердости шлифовальных кругов:

- мягкие — обозначаются символом **M**;
- средние — обозначаются символом **S**;
- твердые — обозначаются символом **T**.

Подбор твердости круга необходимо осуществлять в зависимости от окружной скорости круга (скорости шлифования) и мощности шлифовального станка. Высокая скорость шлифования позволяет применять очень мягкие круги. Использование шлифовальных станков с высокой мощностью позволяет применять твердые круги.

2.5. Ширина рабочего слоя

Ширина рабочего слоя шлифовального круга является очередным параметром круга, влияющим на процесс шлифовальной обработки. Этот параметр является ключевым, влияющим на величину площади контакта круг – обрабатываемая деталь. Общая закономерность показывает на потребности применения таких малых значений ширины рабочего слоя, какие только возможны.

Преимущества малой ширины рабочего слоя следующие:

- улучшение продуктивности процесса шлифования вследствие повышения скорости срезания (снижения пути резания инструмента);
- низкая температура шлифования;
- эффективный отвод шлама;
- возможность обработки плоских поверхностей и острых кромок обрабатываемых деталей.

Недостатки малой ширины рабочего слоя:

- высокая скорость и производительность шлифования могут стать причиной того, что оператор контролер должен следить за протеканием процесса шлифования, сопровождающегося износом круга и корректировать параметры съема;
- малая поверхность контакта круга с обрабатываемой деталью является причиной повышения шероховатости обрабатываемых деталей при тех же самых условиях обработки. Скомпенсировать это можно увеличением числа выглаживающих проходов или уменьшением припуска на шлифование.

2.6. Высота рабочего слоя

Стандартная высота рабочего слоя круга в боразоновых кругах составляет 5 мм. Этот размер принципиально не влияет на процесс шлифования а влияет на цену самого инструмента.

Применять круги с большими высотами рабочего слоя следует принимая во внимание экономическую выгоду. Изготовление таких кругов осуществляется по специальному заказам.

3. Использование кругов

3.1. Хранение

Правильное хранение кругов позволяет обеспечить их полную пригодность к работе, что является условием их безопасного использования. Круги на связке керамической необходимо хранить при температуре минимум 4°C при относительной влажности максимум 70%.

Круги необходимо укладывать на стеллажах (полках), соответствующих величине кругов. Большие дисковые круги устанавливаются вертикально внизу стеллажа, меньшие устанавливаются один на другой (друг на друга).

Транспортировка кругов должна осуществляться с помощью возков, выложенных резиной, **перекатывание кругов по полу (настилу) запрещается**. При транспортировке необходимо избегать ударов.

3.2. Монтаж

Перед закреплением круга необходимо проверить его на звук. Чистый звук информирует об отсутствии внутренних трещин. Звук короткого звучания показывает на наличие в круге внутренних микротрещин и напряжений; **такие круги устанавливать на шпиндель станка нельзя.**

Круги крепятся за торцы через картонные прокладки, назначением которых является создание хорошего закрепления. Необходимо создать условия, при которых монтаж обеспечивал бы минимальный зазор между шпинделем и кругом.

Закручивание гаек или болтов должно быть постепенным с одинаковым усилием зажима до надежного закрепления. Для этого необходимо использовать динамометрические ключи. Ориентировочная величина момента составляет 40÷50 Nm.

3.3. Балансировка

Перед допуском нового круга к работе его необходимо тщательно отбалансировать для устранения возможных ошибок изготовления, связанных с его формированием и структурой.

Боразоновые керамические круги необходимо динамически отбалансировать на высоких скоростях вращения. Балансировка динамическая имеет в 4 раза меньшую амплитуду колебаний, чем балансировка статическая.

Рекомендуется проводить балансировку непосредственно на шлифованном станке с помощью специальных приспособлений.

3.4. Правка

Условиями правильного протекания процесса шлифования является соответствие рабочего профиля круга данному заданию.

Правка круга предполагает создание соответствующего профиля рабочего слоя или возвращение ей начальных свойств в объеме вскрытия.

3.5. Подбор охлаждения

Подбор смазочно-охлаждающей жидкости (сож) для шлифовальной обработки окончательно определяется экспериментально.

При начальном подборе необходимо исходить из оценки полезности применения. Выбор параметров обработки сож на водной основе эмульсии, растворы) или без водной (масла минеральные).

Параметры обработки, оказывающие влияние на подбор сож, следующие:

- способ шлифования;
- подобранные режимы (скорость шлифования, скорость детали, подача, и т.п.);
- обрабатываемый материал;
- характеристика шлифовального инструмента.

В зависимости от приведенных параметров процесса обработки, а также от свойств обрабатываемого материала, окончательно принимается решение о выборе охлаждения.

Для лёгких условий обработки (окончательное шлифование), осуществляемых с наиболее высокими скоростями шлифования выбирается сож с высокой охлаждающей способностью. В случае тяжелых условий шлифования (черновая обработка), требуется жидкость с хорошими смазывающими свойствами. Ниже расположена таблица начального подбора охлаждения в зависимости от вида шлифования.

Вид шлифования	Сорт сож	
	масла минеральные	эмульсии, растворы
Шлифование цилиндрическое	допускаются	рекомендуется
Шлифование бесцентровое	допускаются	рекомендуется
Шлифование плоское	допускаются	рекомендуется
Шлифование зубчатых колец	рекомендуется	допускаются
Шлифование резьбы (винтов)	рекомендуется	допускаются

Таблица 3. Начальной подбор охлаждения

3.6. Выбор параметров обработки

От обрабатываемого материала и его термической обработки зависит характеристика шлифовального круга, параметры настройки, подбор сож, вид обработки; черновая или окончательная (финишная).

Выбор параметров шлифования ограничивается следующими факторами:

- жесткостью системы СПИД (станок, приспособление, инструмент, деталь);
- допустимыми окружными скоростями шлифовального круга и обрабатываемой детали и мощностью станка;
- допустимым пределом скорости подачи.

Достижение высокой производительности процесса шлифования при одновременно высоких требованиях относительно качества поверхности шлифования невозможно. Поэтому при одноэтапных процессах обработки возможность увеличения производительности невелика.

Черновая обработка проводится с высокой производительностью, что позволяет сократить время шлифования. Однако, после данной обработки должен быть оставлен припуск на окончательную обработку, благодаря которому достигается требуемое качество шлифованной поверхности. Так как производительность окончательной обработки невелика, суммарный процесс обработки для его ускорения необходимо проводить в два этапа.

Выбор скорости шлифования

При шлифовальной обработке очень большую роль играет скорость шлифования, которая находится в линейной зависимости от скорости вскрытия зерен, находящихся в поверхностном рабочем слое круга.

Принципиальным вопросом в процессе обработки является правильный выбор этой скорости в зависимости от обрабатываемого материала, характеристики круга или размера обработки.

При выборе скорости шлифования необходимо руководствоваться принципом, что чем выше скорость, тем выше производительность шлифования, тем выше качество обработанной поверхности, а также выше устойчивость инструмента. Данный факт стал причиной того, что одновременно с повышением скорости шлифования, при малом сечении стружки, уменьшаются силы резания.

Побочным следствием повышения скорости шлифования является рост температуры детали, который неотъемлемо связан с ростом толщины отпущенного слоя стружки.

Преимуществом керамических боразоновок кругов является меньшее выделение тепла при шлифовании в сравнении с кругами традиционными, что позволяет производить обработку в условиях высоких скоростей шлифования без термического ухудшения поверхности обрабатываемых деталей.

Однако в свете выше сказанного, условием применения высоких скоростей шлифования является тщательная балансировка круга или станков большой мощности.

Ниже приведена формула, которая позволяет определить требуемую скорость шлифования в зависимости от подобранной частоты вращения шпинделя и диаметра круга:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \cdot 1000}$$

где:

- V** – скорость шлифования [м/с];
- n** – частота вращения шпинделя [об/мин];
- D** – диаметр круга [мм].

Таблица на странице 65 позволяет определить скорость шлифования в зависимости от диаметра круга и частоты вращения шпинделя или частоту вращения шпинделя в зависимости от диаметра круга и скорости шлифования.

3.7. Продуктивность шлифования

Продуктивность (производительность) шлифования может быть определена как соотношение объема удаленно-

го в данной операции шлифования материала к изношенному объему рабочего абразивного слоя круга:

$$G = \frac{V_u}{V_z}$$

где:

- G** – коэффициент производительности шлифования;
- V_u** – объем удаленного материала [мм³];
- V_z** – изношенный объем рабочего слоя круга [мм³].

Данное соотношение дает оценку производительности данного круга, влияющую на снижение единичной цены при производстве данного изделия.

3.8. Ориентировочные параметры обработки

Общие рекомендации, касающиеся выбора параметров обработки керамическими боразоновок кругами приведены ниже в таблице:

Вид обработки	скорость шлифования	скорость вращения детали	Продольная подача
	[м/с]	[м/мин]	[м/мин]
шлифование валов	30 – 35	10 – 25	0,5 – 1
шлифование отверстий	8 – 35	10 – 30	0,3 – 1
шлифование плоскостей	30 – 35	—	8 – 10
шлифование фрез червячных	25 – 35	0,2 – 0,4	—
заточка резцов токарных	35 – 40	—	1 – 2

Таблица 4. Ориентировочные параметры обработки

3.9. Примеры применения кругов боразоновок

Керамические боразоновок круги проявляют свои достоинства при точной обработке термоулучшенных легированных сталей, сталей инструментальных, подшипниковых, авиационных. Благодаря химической нейтральности керамической связки возможно, применять охлаждение разного типа.

Таблица 5 содержащая примеры применения кругов боразоновок на керамической связке и рекомендованные параметры обработки.

Тип круга	Вид обработки	Обрабатываемый материал	Эффекты эксплуатации	Рекомендуемые характеристики круга	Рекомендуемые параметры обработки
1A1	Круглое наружное шлифование многолезвийных инструментов (развертки, сверла, фрезы).	Сталь быстрорежущая повышенной теплостойкости (W, V, M) твердостью более 60HRC.	Повышение производительности, точности и качества обработки при одновременном увеличении стойкости инструмента до 25 раз.	Величина зерна: B151 ÷ B107 Твердость: S	Скорость шлифования 25÷40 м/с Скорость вращения детали 15÷30 м/мин Подача продольная 0,5÷2 м/мин Глубина резания 0,01÷0,02 мм Охлаждение: раствор соды кальцинированной.
	Плоское непрерывное шлифование дисковых фрез, резцов токарных.	Стали инструментальные и легированные твердостью более 55HRC.	Повышение производительности, точности и качества обработки при одновременном увеличении стойкости инструмента до 25 раз.	Величина зерна: B151 ÷ B107 Твердость: S	Скорость шлифования 30÷35 м/с Скорость вращения детали 5÷8 м/мин Подача продольная 0,5÷1 м/мин Глубина резания 0,02÷0,04 мм Охлаждение: раствор соды кальцинированной.

Таблица 5. Рекомендуемые параметры обработки

Тип круга	Вид обработки	Обрабатываемый материал	Эффекты эксплуатации	Рекомендуемые характеристики круга	Рекомендуемые параметры обработки	
1A1	Многokrатное врезное шлифование резьбы с шагом 0,5 - 1,5 мм.	Сталь быстрорежущая твердостью более 60HRC.	Повышение производительности, точности и качества обработки при одновременном увеличении стойкости инструмента до 25х, сохранение профиля круга до 1000 шт. деталей.	Величина зерна: B64÷B20 Твердость: S	Скорость шлифования	50 м/с
	Шлифование зубьев зубчатых колец.	Сталь инструментальная твердостью более 60HRC.	Повышение производительности, достижение высокого качества и кинематической точности.	Величина зерна: B76÷B54 Твердость: T	Скорость вращения детали Подача: радиальная вертикальная Глубина Профилирование круга с помощью правящего ролика, скорость ролика Охлаждение: масляная эмульсия.	0,3÷0,5 м/мин 0,5÷1 мм 0,03÷0,05 мм/мин 1,5÷2 м/с
	Внутреннее шлифование колен подшипников и инструментов насадных (фрез, разверток).	Теплостойкие подшипниковые стали, инструментальные и быстрорежущие стали твердостью более 60HRC.	Повышение производительности, точности и качества обработки при одновременном увеличении стойкости инструмента до 30 раз.	Величина зерна: B126÷B64 Твердость: S	Скорость шлифования Скорость вращения детали Подача продольная Глубина Обработка с охлаждением или без.	40÷50 м/с 30÷40 м/мин 1÷2 мм/мин 0,002÷0,005 мм/дв. ход
1A8	Внутреннее шлифование колец подшипников, отверстий высокоточных режущих инструментов (фрез, разверток).	Стали подшипниковые, инструментальные и быстрорежущие твердостью 55HRC.	Повышение производительности, точности и качества обработки при одновременном увеличении стойкости инструмента до 50 раз.	Величина зерна: B151÷B64 Твердость: S	Скорость шлифования Скорость вращения детали Подача продольная Глубина Обработка с охлаждением или без.	35÷50 м/с 40÷50 м/мин 1÷3 мм/мин 0,002÷0,005 мм/дв. ход
	Координатное шлифование корпусов сложных форм.	Стали легированные и инструментальные твердостью более 55HRC.	Повышение производительности, точности и качества обработки при одновременном увеличении стойкости инструмента до 30 раз.	Величина зерна: B126÷B107 Твердость: S	Скорость шлифования подача поперечная	30÷40 м/с 0,5÷1,5мм/мин
1D1	Шлифование профиля зубьев червячных фрез.	Стали быстрорежущие твердостью более 60HRC.	Повышение производительности, точности и качества обработки при одновременном увеличении стойкости инструмента до 10-15 раз.	Величина зерна: B151÷B107 Твердость: M	Скорость шлифования Скорость вращения детали Глубина Обработка без СОЖ.	25÷35 м/с 2÷3 м/мин 0,02÷0,05 мм
	Шлифование протяжек эвольвентных.	Стали быстрорежущие твердостью более 60HRC.	Повышение производительности, точности и качества обработки при одновременном увеличении стойкости инструмента до 10 раз.	Величина зерна: B151÷B107 Твердость: M	Скорость шлифования Скорость вращения детали Глубина Обработка без СОЖ.	25÷30 м/с 1,5÷2 м/мин 0,05÷0,1 мм
	Шлифование резьбы силовых винтов.	Стали легированные твердостью более 40HRC.	Повышение производительности, точности и качества обработки при одновременном увеличении стойкости инструмента до 15-20 раз.	Величина зерна: B151÷B107 Твердость: M	Скорость шлифования Скорость вращения детали Глубина: обработка черновая обработка окончательная Охлаждение: эмульсией.	30÷35 м/с 0,6÷1 м/мин 0,3 мм 0,05 мм
1F1	Шлифование дорожек наружных колец подшипников.	Стали термостойкие подшипниковые твердостью более 60HRC.	повышение производительности, точности и качества обработки при одновременном увеличении стойкости инструмента до 25 раз.	Величина зерна: B126÷B107 Твердость: S	Скорость шлифования Скорость вращения детали Глубина Охлаждение: эмульсией.	40÷50 м/с 55÷60 м/мин 0,3÷0,5 мм
1V1	Шлифование поверхностей резьб конических.	Стали быстрорежущие повышенной термостабильности твердостью более 60HRC.	Повышение производительности, точности и качества обработки при одновременном увеличении стойкости инструмента до 10 раз.	Величина зерна: B126÷B76 Твердость: M	Скорость шлифования Скорость вращения детали Глубина Обработка без СОЖ.	25÷30 м/с 5÷10 м/мин 0,02÷0,05 мм

Таблица 5. Рекомендуемые параметры обработки

Тип круга	Вид обработки	Обрабатываемый материал	Эффекты эксплуатации	Рекомендуемые характеристики круга	Рекомендуемые параметры обработки	
11A2	Заточка многолезвийного инструмента, пр: разверток.	Стали быстрорежущие термостабильные твердостью более 62HRC.	Повышение производительности, точности и качества обработки при одновременном увеличении стойкости инструмента до 20 раз.	Величина зерна: B151÷B76 Твердость: M	Скорость шлифования	30÷35 м/с
					Подача продольная Глубина Обработка без СОЖ.	1÷2 мм/мин 0,05÷0,1 мм/дв. ход
12R9	Заточка многолезвийного инструмента, пр: разверток.	Стали быстрорежущие термостабильные твердостью более 63HRC.	Повышение производительности, точности и качества обработки при одновременном увеличении стойкости инструмента до 15 раз.	Величина зерна: B151÷B76 Твердость: M	Скорость шлифования	30÷40 м/с
					Подача продольная Глубина Обработка без СОЖ.	1÷2 мм/мин 0,03÷0,05 мм/дв. ход

Таблица 5. Рекомендуемые параметры обработки

3.10. Разрешение проблем процесса шлифования

Если процесс шлифовальной обработки не дает очевидных эффективных результатов, необходимо убедиться в правильности выбранных параметров процесса. Если и после этого эффективность не достигнута, надо найти причину и устранить проблему.

Перечень наиболее часто встречающихся проблем и способов их устранения приведены в таблице 6.

Однако данные причины не являются единственными, приводящими к погрешностям обработки.

3.11. Мероприятия по корректировке

Правильно выбранный керамический круг может подчас быть подвергнут минимальным процессам корректировки; исправлению рабочего профиля или заточке.

Часто при длительной работе круга наступает „засаливание” зерна шламом, попадающим в естественные поры круга и он теряет свою режущую способность. Благодаря хрупкости керамической связки „засаливание” кругов наступает реже, чем при применении кругов на органической связке.

Правка круга приводит к надлежащему возврату режущих свойств и эффективности работы.

Проблема	Вид обработки				
	Круглое шлифование	Бесцентровое шлифование	Шлифование отверстий	Окружное шлифование плоскостей	Заточка инструмента
Прожоги, трещины	1. Твердый круг; 2. Изъян правки круга; 3. Большая глубина; 4. Малая скорость детали.	1. Твердый круг; 2. Изъян правки круга; 3. Большая глубина; 4. Малая скорость детали.	1. Твердый круг; 2. Изъян правки круга; 3. Большая глубина; 4. Малая скорость детали; 5. Загрязненная сож.	1. Твердый круг; 2. Изъян правки круга; 3. Большая глубина; 4. Малая скорость детали.	1. Твердый круг; 2. Большая глубина; 3. Загрязненная сож.
Следы вибраций, царапины, вырыв	1. Мягкий круг; 2. Крупное зерно; 3. Неотбалансированный круг; 4. Изъян правки круга; 5. Большая подача; 6. Малая скорость детали; 7. Загрязненная сож.	1. Загрязненная сож; 2. Загрязненная поддержка (направляющая).	1. Мягкий круг; 2. Изъян правки круга; 3. Загрязненная сож; 4. Биение шпинделя.	1. Изъян правки круга; 2. Загрязненная сож.	1. Мягкий круг; 2. Крупное зерно; 3. Загрязненная сож.
Затупление и засаливание круга	1. Твердый круг; 2. Мелкое зерно; 3. Малая скорость подачи; 4. Малая глубина; 5. Малый расход сож.	1. Твердый круг; 2. Мелкое зерно; 3. Малая скорость подачи; 4. Малая глубина; 5. Малый расход сож.	1. Твердый круг; 2. Мелкое зерно; 3. Малый расход сож.	1. Твердый круг; 2. Мелкое зерно; 3. Малая скорость подачи; 4. Малый расход сож.	1. Твердый круг; 2. Мелкое зерно.
Отклонение профиля детали	1. Мягкий круг; 2. Изъян правки круга; 3. Большая глубина; 4. Неравномерный выбег круга; 5. Неправильная настройка элементов станка	1. Твердый круг; 2. Изъян правки круга; 3. Большая глубина; 4. Неправильный угол поджима; 5. Шлифование выше оси; 6. Неправильные направляющие; 7. Изъян правки круга направляющего.	1. Твердый круг; 2. Малое зерно; 3. Малая скорость подачи; 4. Малый расход сож; 5. Неравномерный выбег круга; 6. Неправильная настройка элементов станка.	1. Мягкий круг; 2. Малая скорость шлифования; 3. Неравномерный выбег круга.	1. Мягкий круг; 2. Биение шпинделя; 3. Вибрации станка.

Таблица 6. Проблемы и их возможные причины

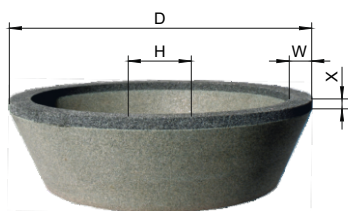
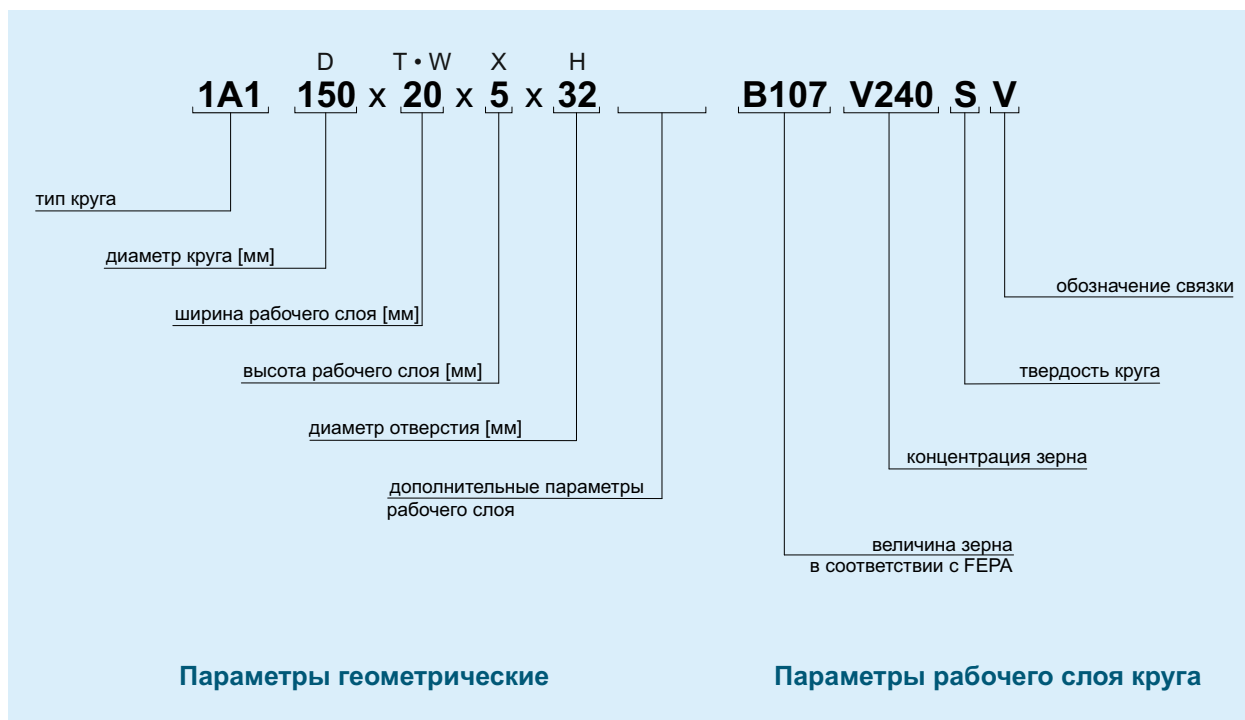
4. Пример заказа

Схема подбора круга следующая:

- необходимо определить геометрические параметры такие как: форма (тип) круга, размеры рабочего слоя круга и диаметр отверстия;
- в зависимости от обрабатываемого материала и вида обработки необходимо подобрать концентрацию, величину зерна и твердость круга.

Если имеется возможность, просим в заказе указать вид (род) материала и условия обработки, а также тип станка, для которого подбирается круг. Это позволит максимально точно подобрать шлифовальный круг в соответствии с Вашими потребностями.

Заказ просим оформлять в соответствии с примером приведенным ниже:



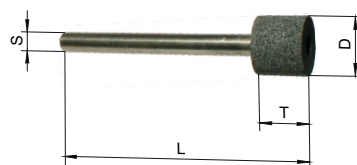
Пример 1.

При заказе круга со следующими необходимыми параметрами:

- тип круга 11A2;
- диаметр D = 150 мм;
- ширина рабочего слоя W = 10 мм;
- высота рабочего слоя X = 5 мм;
- диаметр отверстия H = 20 мм;
- зерно боразоидное величиной B151;
- концентрация V240;
- твердость M.

В заказе необходимо дать следующие обозначение:

11A2 150x10x5x20 B151 V240 MV



Пример 2.

Пример заказа круга со следующими параметрами:

- тип круга 1A8W;
- диаметр D = 14 мм;
- ширина рабочего слоя 16 = 10 мм;
- диаметр шпинделя S = 6 мм;
- длина полная L = 100 мм;
- зерно боразоидное величиной B151;
- концентрация V120;
- твердость T.

в заказе такого круга надо дать следующее обозначение:

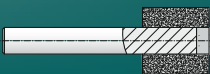
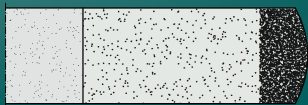
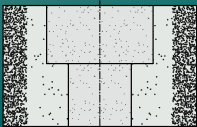
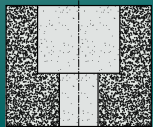
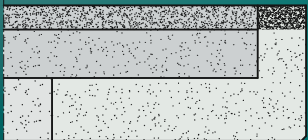
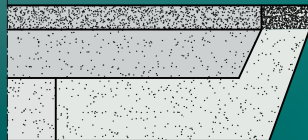
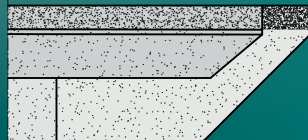
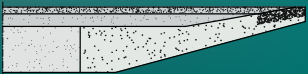
1A8W 14x16x6/100 B91 V300 TV

5. Ściernice standardowe (wg FEPA)

Standard wheels (acc. to FEPA)

Standart Schleifscheiben (nach FEPA)

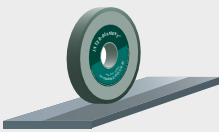
Стандартные шлифовальные круги (в соответствии с FEPA)

1A1  → 46 	1A1W  → 48 	1A8  → 49 
1A8W  → 50 	1D1  → 54 	1F1  → 55 
1V1  → 56 	5A1  → 57 	5A8  → 59 
6A2  → 60 	11A2  → 61 	12A2/45°  → 62 
12R9  → 63 		

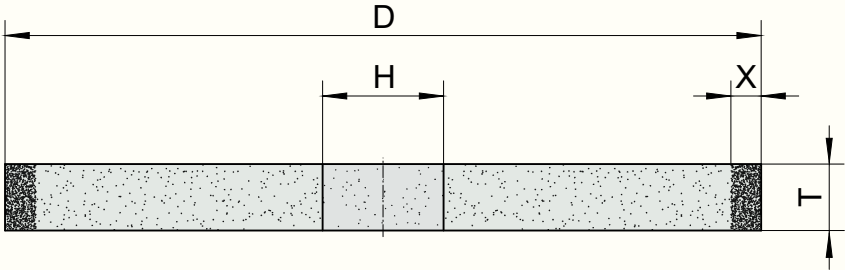
Typ ściernicy
Wheel type
Schleifscheibetyp
Тип круга

1A1

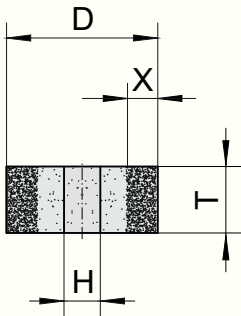
Zastosowanie
Application
Verwendung
Применение



wersja / version
Version / версия $D \geq 80 \text{ mm}$



wersja / version
Version / версия $D \leq 63 \text{ mm}$



Wymiary ściernicy / Dimensions of the wheel
AusmaBes der Schleifscheibe / Размеры круга

D	T	X	H
25	20 • 25	5	6 • 8
28	20 • 25	5	10
30	20 • 25 • 30	5	8 • 10 • 13
32	15 • 20 • 25 • 30 • 32	5	6 • 8 • 10
35	20 • 25 • 33	5	10 • 13 • 16
40	10 • 20 • 25	5	8 • 10 • 13 • 16
	40	5	10 • 13 • 16
45	15 • 25	5	13 • 16
50	3 • 5	5	10 • 13
	10 • 13 • 16	5	8 • 10 • 13 • 16 • 20
	20 • 25	5	10 • 13 • 16 • 20
	32 • 40 • 50	5	13 • 16 • 20
63	6 • 10 • 20 • 32 • 50	5	16 • 20

Wymiary ściernicy / Dimensions of the wheel Ausmaes der Schleifscheibe / Размеры круга			
D	T	X	H
70	10 • 32	5	20
80	6 • 10 • 20 • 32 • 45	5	20
90	5 • 15	5	20
100	6 • 10 • 20 • 32	5	20
125	8 • 10 • 20 • 25 • 30 • 40 • 60	5	20 • 32
150	10 • 15 • 20 • 25	5	20 • 32
160	10 • 13 • 16	5	20 • 32
	20	5 • 10	20 • 32
	25 • 30 • 32	5	20 • 32
	60	5	32
200	10 • 15 • 20 • 25	5	32 • 51
225	10 • 15 • 20 • 25	5 • 10	51
250	10 • 15 • 20 • 25 • 40	5	51 • 76
300	15 • 20 • 25	5	76 • 127
320	15 • 20 • 25	5	127
350	20 • 25	5 • 10	76 • 127
360	15 • 20 • 25	5	127
400	15 • 20 • 25	5	127
	32 • 40	10	127

Przykład zamówienia / Order example

Bestellbeispiel / Пример заказа

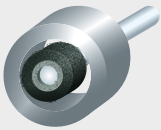
	D	T	X	H	
1A1	125x10x5x32				B107 V240 MV
1A1	200x20x5x51				B126 V240 TV



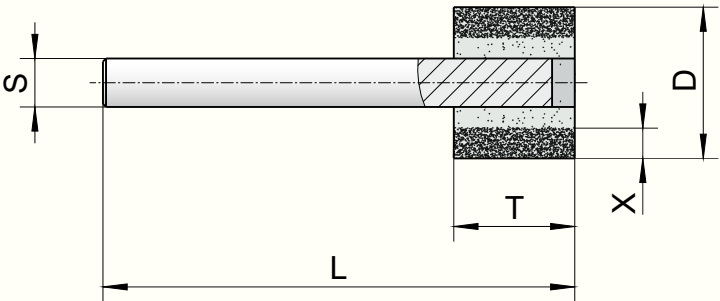
Typ ściernicy
Mounted point type
Schleifscheibetyp
Тип головки

1A1W

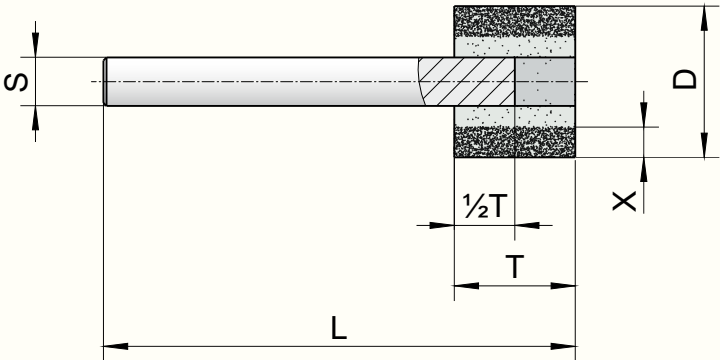
Zastosowanie
Application
Verwendung
Применение



wersja / version
Version / версия A



wersja / version
Version / версия B



Wymiary ściernicy / Mounted point dimensions
Ausmaes der Schleifscheibe / Размеры головки

D	T	X	S	L	wersja / version Version / версия
25	20 • 25	5	8 • 10	50 • 60 • 80 • 100 • 120	A • B
28	20 • 25	5	8 • 10	50 • 60 • 80 • 100 • 120	A • B
30	20 • 25 • 30	5	8 • 10	60 • 80 • 100 • 120	A • B

Przykład zamówienia / Order example
Bestellbeispiel / Пример заказа

wersja / version
Version / версия D T X S L

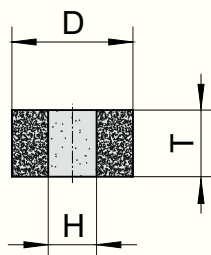
1A1W-A 28x20x5x10/100 B126 V240 TV
1A1W-B 30x30x5x10/40 B91 V240 SV



Typ ściernicy
Wheel type
Schleifscheibetyp
Тип круга

1A8

Zastosowanie
Application
Verwendung
Применение



Wymiary ściernicy / Dimensions of the wheel
Ausmaes der Schleifscheibe / Размеры круга

D	T	H
3	6 • 10	0,9
4	8 • 10	1,6
5	8 • 10	2
6	6 • 8 • 10	2,6 • 3
8	8 • 10 • 12	3 • 4
10	10 • 13 • 16 • 20	3 • 4
12	10 • 13 • 16 • 20	3 • 6
13	10 • 13 • 16 • 20	3 • 4 • 6
14	10 • 16	5
15	10 • 13 • 16 • 20	5 • 6
16	10 • 13 • 16 • 20 • 25	4 • 5 • 6
17	10 • 13 • 16 • 20 • 25	6
20	10 • 15 • 20 • 25	5 • 6

Przykład zamówienia / Order example
Bestellbeispiel / Пример заказа

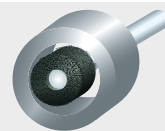
D T H
1A8 15x16x6 B91 V240 SV
1A8 17x25x6 B107 V300 TV



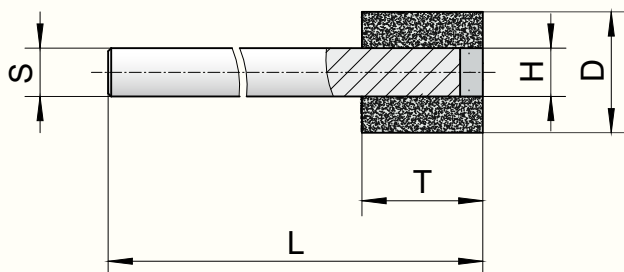
Typ ściernicy
Mounted point type
Schleifscheibetyp
Тип головки

1A8W

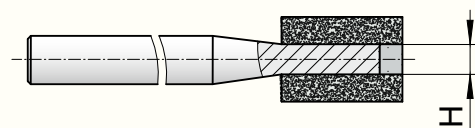
Zastosowanie
Application
Verwendung
Применение



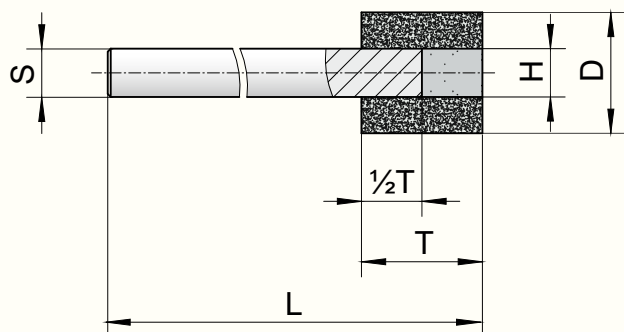
wersja / version **A**
Version / версия



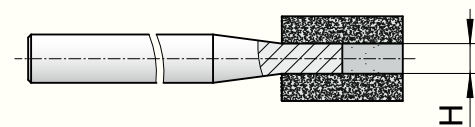
wersja / version **A1**
Version / версия



wersja / version **B**
Version / версия



wersja / version **B1**
Version / версия



Wymiary ściernicy / Mounted point dimensions
Ausmaes der Schleifscheibe / Размеры головки

D	T	H	S	L	wersja / version Version / версия
3	6 • 10	0,9	3	40 • 50 • 60	A1 • B1
4	8 • 10	1,6	3 • 4	40 • 50 • 60	A1 • B1
5	8 • 10	2	3 • 4 • 5	40 • 50 • 60	A1 • B1
6	6 • 8 • 10	2,6	3 • 4 • 5 • 6	40 • 50 • 60	A1 • B1
	6 • 8 • 10	3	3	40 • 50 • 60	A • B
	6 • 8 • 10	3	4 • 5 • 6	40 • 50 • 60	A1 • B1
8	8 • 10 • 12	3	3	40 • 50 • 60	A • B
	8 • 10 • 12	3	4 • 5 • 6	40 • 50 • 60	A1 • B1
	8 • 10 • 12	4	4	40 • 50 • 60	A • B
	8 • 10 • 12	4	5 • 6	40 • 50 • 60	A1 • B1

Wymiary ściernicy / Mounted point dimensions
Ausmaße der Schleifscheibe / Размеры головки

D	T	H	S	L	wersja / version Version / версия
10	10•13•16•20	3	3	40•50•60	A•B
	10•13•16	3	4	40•50•60	A1•B1
	20	3	4	50•60	A1•B1
	10•13	3•4	5	40•50•60	A1•B1
	16•20	3•4	5	50•60	A1•B1
	10	3	6	40•50•60	A1•B1
	13•16•20	3	6	50•60	A1•B1
	10•13•16•20	4	4	40•50•60	A•B
	10•13	4	6	40•50•60	A1•B1
	16•20	4	6	50•60	A1•B1
12	10•13•16•20	3	6	50•60•80•100•120	A1•B1
	10•13•16•20	6	6	40•50•60•80•100•120	A•B
	10•13	6	8	40•50•60•80•100•120	A1•B1
	16•20	6	8	50•60•80•100•120	A1•B1
	10•13•16•20	6	10	50•60•80•100•120	A1•B1
13	10	3	6	40•50•60•80•100•120	A1•B1
	13•16•20	3	6	50•60•80•100•120	A1•B1
	10	3	8	50•60•80•100•120	A1•B1
	13•16•20	3	8	60•80•100•120	A1•B1
	10	3	10	60•80•100•120	A1•B1
	13•16•20	3	10	80•100•120	A1•B1
	10•13	4	6	40•50•60•80•100•120	A1•B1
	16•20	4	6	50•60•80•100•120	A1•B1
	10•13•16	4	8	50•60•80•100•120	A1•B1
	20	4	8	60•80•100•120	A1•B1
	10•13•16	4	10	60•80•100•120	A1•B1
	20	4	10	80•100•120	A1•B1
	10•13•16•20	6	6	40•50•60•80•100•120	A•B
	10•13	6	8	40•50•60•80•100•120	A1•B1
	16•20	6	8	50•60•80•100•120	A1•B1
	10•13•16	6	10	50•60•80•100•120	A1•B1
	20	6	10	60•80•100•120	A1•B1
14	10•16	5	6	40•50•60•80•100•120	A1•B1
	10	5	8	40•50•60•80•100•120	A1•B1

Wymiary ściernicy / Mounted point dimensions
Ausmaße der Schleifscheibe / Размеры головки

D	T	H	S	L	wersja / version Version / версия
14	16	5	8	50•60•80•100•120	A1•B1
	10	5	10	50•60•80•100•120	A1•B1
	16	5	10	60•80•100•120	A1•B1
15	10•13•16	5	6	40•50•60•80•100•120	A1•B1
	20	5	6	50•60•80•100•120	A1•B1
	10	5	8	40•50•60•80•100•120	A1•B1
	13•16•20	5	8	50•60•80•100•120	A1•B1
	10	5	10	50•60•80•100•120	A1•B1
	13•16•20	5	10	60•80•100•120	A1•B1
	10•13•16•20	6	6	40•50•60•80•100•120	A•B
	10•13	6	8	40•50•60•80•100•120	A1•B1
	16•20	6	8	50•60•80•100•120	A1•B1
	10•13•16	6	10	50•60•80•100•120	A1•B1
	20	6	10	60•80•100•120	A1•B1
16	10•13	4	6	40•50•60•80•100•120	A1•B1
	16•20	4	6	50•60•80•100•120	A1•B1
	25	4	6	60•80•100•120	A1•B1
	10•13•16	4	8	50•60•80•100•120	A1•B1
	20•25	4	8	60•80•100•120	A1•B1
	10•13•16	4	10	60•80•100•120	A1•B1
	20•25	4	10	80•100•120	A1•B1
	10•13•16	5	6	40•50•60•80•100•120	A1•B1
	20•25	5	6	50•60•80•100•120	A1•B1
	10	5	8	40•50•60•80•100•120	A1•B1
	13•16•20	5	8	50•60•80•100•120	A1•B1
	25	5	8	60•80•100•120	A1•B1
	10	5	10	50•60•80•100•120	A1•B1
	13•16•20	5	10	60•80•100•120	A1•B1
	25	5	10	80•100•120	A1•B1
	10•13•16•20	6	6	40•50•60•80•100•120	A•B
	25	6	6	50•60•80•100•120	A•B
	10•13	6	8	40•50•60•80•100•120	A1•B1
	16•20	6	8	50•60•80•100•120	A1•B1
	25	6	8	60•80•100•120	A1•B1

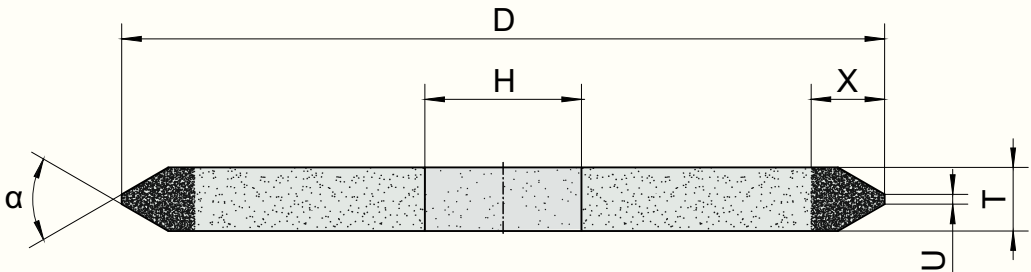
Wymiary ściernicy / Mounted point dimensions Ausmaes der Schleifscheibe / Размеры головки					
D	T	H	S	L	wersja / version Version / версия
16	10•13•16	6	10	50•60•80•100•120	A1•B1
	20•25	6	10	60•80•100•120	A1•B1
17	10•13•16•20	6	6	40•50•60•80•100•120	A•B
	25	6	6	50•60•80•100•120	A•B
	10•13	6	8	40•50•60•80•100•120	A1•B1
	16•20	6	8	50•60•80•100•120	A1•B1
	25	6	8	60•80•100•120	A1•B1
	10	6	10	40•50•60•80•100•120	A1•B1
	13•16	6	10	50•60•80•100•120	A1•B1
	20•25	6	10	60•80•100•120	A1•B1
20	10	5	8	40•50•60•80•100•120	A1•B1
	15•20	5	8	50•60•80•100•120	A1•B1
	25	5	8	60•80•100•120	A1•B1
	10	5	10	50•60•80•100•120	A1•B1
	15•20	5	10	60•80•100•120	A1•B1
	25	5	10	80•100•120	A1•B1
	10	6	8	40•50•60•80•100•120	A1•B1
	15•20	6	8	50•60•80•100•120	A1•B1
	25	6	8	60•80•100•120	A1•B1
	10•15	6	10	50•60•80•100•120	A1•B1
	20•25	6	10	60•80•100•120	A1•B1
Przykad zamwienia / Order example Bestellbeispiel / Пример заказа					
wersja / version Version / версия					
D T H S L					
1A8W-A1 10x20x4x5/50 B107 V240 TV					
1A8W-B1 20x15x6x8/80 B151 V240 SV					



Typ ściernicy
Wheel type
Schleifscheibetyp
Тип круга

1D1

Zastosowanie
Application
Verwendung
Применение



Wymiary ściernicy / Dimensions of the wheel
Ausmaes der Schleifscheibe / Размеры круга

D	T	X	U	α	H
80	13	15	2	40° • 60°	20
125	8 • 10	12	2	40° • 60°	32
	13	15	2	40° • 60°	32
150	10	12	2	40° • 60°	32
	16	15	3	60°	32

Przykład zamówienia / Order example
Bestellbeispiel / Пример заказа

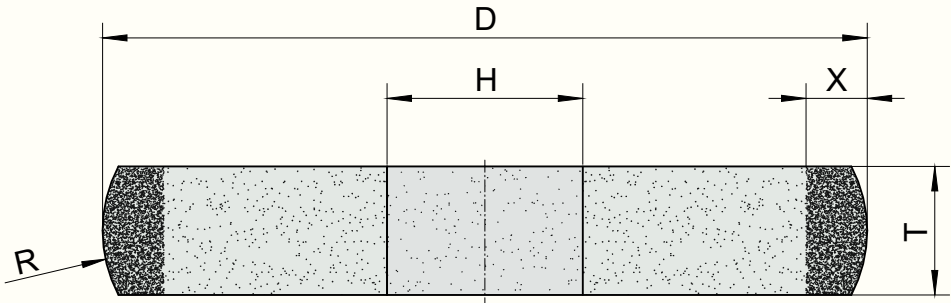
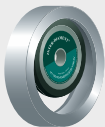
D T X U H α
1D1 125x10x12x2x32/40° B126 V240 TV
1D1 150x10x12x2x32/60° B151 V300 SV



Typ ściernicy
Wheel type
Schleifscheibetyp
Тип круга

1F1

Zastosowanie
Application
Verwendung
Применение



Wymiary ściernicy / Dimensions of the wheel
Ausmaes der Schleifscheibe / Размеры круга

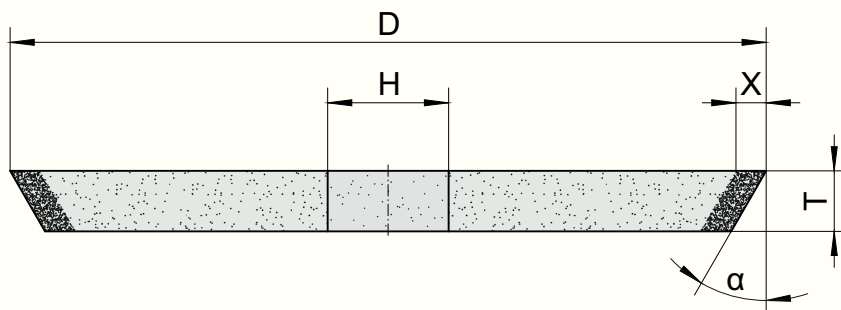
D	T	X	R	H
75	10	10	10	20
90	10	10	10	20
	16	8	9	20
100	10	10	10	20
105	15	10	20	20
	20	10	25	20
125	21	10	22,5	20 • 32
	26	10	22,5	20 • 32
150	14	10	20	20
	16	10	22,5	20
160	20	10	25	32

Przykad zamówienia / Order example
Bestellbeispiel / Пример заказа

D T X H R
1F1 125x26x10x32/R22,5 B181 V240 SV
1F1 160x20x10x32/R25 B126 V240 TV



1v1



D	T	X	α	H
60	10	4	30°	20
70	8	5	46° • 60°	20
	12	5	15° • 46°	20
100	10 • 12	5	30° • 45° • 60°	20
125	10 • 12	5	30° • 45° • 60°	20

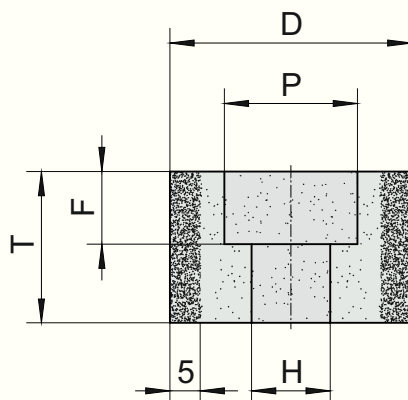
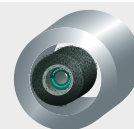
	D	T	X	H	α	
1V1	60x10x4x20/30°					B76 V240 TV
1V1	70 x 8 x 5x20/46°					B107 V240 SV



Typ ściernicy
Wheel type
Schleifscheibentyp
Тип круга

5A1

Zastosowanie
Application
Verwendung
Применение



Wymiary ściernicy / Dimensions of the wheel
Ausmaes der Schleifscheibe / Размеры круга

	D	T	H	P _{max}	F _{max}		D	T	H	P _{max}	F _{max}
1	25	x 20	x 6	/ 12	x 14	20	40	x 25	x 8 • 10	/ 27	x 15
2	25	x 25	x 6	/ 12	x 19	21	40	x 25	x 13	/ 27	x 12
3	25	x 25	x 8 • 10	/ 12	x 14	22	40	x 40	x 8 • 10	/ 27	x 30
4	28	x 20	x 10	/ 15	x 9	23	40	x 40	x 13	/ 27	x 27
5	28	x 25	x 10	/ 15	x 14	24	40	x 40	x 16	/ 27	x 24
6	30	x 20	x 8 • 10	/ 17	x 10	25	45	x 25	x 13	/ 32	x 12
7	30	x 25	x 8 • 10	/ 17	x 15	26	50	x 25	x 8 • 10	/ 37	x 15
8	30	x 25	x 13	/ 17	x 12	27	50	x 25	x 13	/ 37	x 12
9	32	x 20	x 6 • 8	/ 19	x 12	28	50	x 32	x 8 • 10	/ 37	x 22
10	32	x 20	x 10	/ 19	x 10	29	50	x 32	x 13	/ 37	x 19
11	32	x 25	x 6 • 8	/ 19	x 17	30	50	x 32	x 16	/ 37	x 16
12	32	x 25	x 10	/ 19	x 15	31	50	x 32	x 20	/ 37	x 12
13	32	x 30	x 6 • 8	/ 19	x 22	32	50	x 40	x 8 • 10	/ 37	x 27
14	32	x 30	x 10	/ 19	x 20	33	50	x 40	x 13	/ 37	x 27
15	35	x 25	x 10	/ 22	x 15	34	50	x 40	x 16	/ 37	x 24
16	35	x 25	x 13	/ 22	x 12	35	50	x 40	x 20	/ 37	x 20
17	35	x 33	x 10	/ 22	x 23	36	50	x 50	x 8 • 10	/ 37	x 37
18	35	x 33	x 13	/ 22	x 20	37	50	x 50	x 13	/ 37	x 37
19	35	x 33	x 16	/ 22	x 17	38	50	x 50	x 16	/ 37	x 34

Wymiary ściernicy / Dimensions of the wheel
Ausmaße der Schleifscheibe / Размеры круга

	D	T	H	P _{max}	F _{max}		D	T	H	P _{max}	F _{max}
39	50	x	50	x	20	/	37	x	30		
40	63	x	32	x	10	/	50	x	18		
41	63	x	32	x	13	/	50	x	15		
42	63	x	50	x	10	/	50	x	38		
43	63	x	50	x	13	/	50	x	35		
44	63	x	50	x	16	/	50	x	32		
45	63	x	50	x	20	/	50	x	30		
46	70	x	32	x	20	/	57	x	12		
47	80	x	32	x	20	/	67	x	12		
48	80	x	45	x	20	/	67	x	25		
49	100	x	32	x	20	/	87	x	12		
50	125	x	40	x	20	/	112	x	20		
51	125	x	40	x	32	/	112	x	15		
52	125	x	60	x	20	/	112	x	40		
53	125	x	60	x	32	/	112	x	35		
54	160	x	32	x	20	/	145	x	12		
55	160	x	60	x	20	/	145	x	40		
56	160	x	60	x	32	/	145	x	35		

Uwagi / Notices

Hinweis / Примечание

Podane powyżej wartości wymiarów P_{max} oraz F_{max} określają maksymalne dopuszczalne wymiary wybrania.

Zamawiając prosimy określić wymiary i charakterystykę ściernicy wg podanego przykładu.

The dimensions values P_{max} and F_{max} given above determine the maximum allowable relief dimensions.

When ordering we please to specify dimensions and characteristic according to the example given.

Über genante P_{max} und F_{max} werte bezeichnen maximal zulässige Abmessungen von Hussparung.

Wir bitten in der Bestellung die Ausmaße und Charakteristik der Schleifscheibe nach dem Beispiel anzugeben.

Приведенные выше значения размеров P_{max} и F_{max} соответствуют максимально допустимым выбираемым размерам.

Просим заказывать круги в пределах данных размеров.

Przykład zamówienia / Order example

Bestellbeispiel / Пример заказа

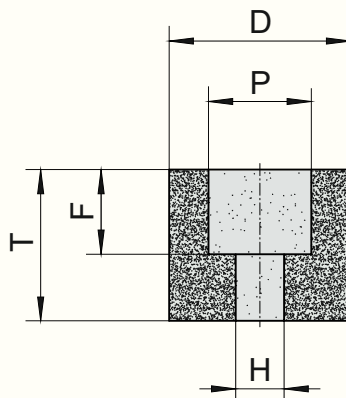
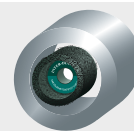
D T H P F
5A1 30x25 x 8 / 15x12 B126 V240 MV
5A1 80x45x20/60x10 B76 V180 SV



Typ ściernicy
Wheel type
Schleifscheibetyp
Тип круга

5A8

Zastosowanie
Application
Verwendung
Применение



Wymiary ściernicy / Dimensions of the wheel
Ausmaßes der Schleifscheibe / Размеры круга

	D	T	H	P _{max}	F _{max}		D	T	H	P _{max}	F _{max}
1	15 x 16 x 5 • 6	/	10	x 10		7	17 x 20 x 5 • 6	/	12	x 14	
2	15 x 20 x 5 • 6	/	10	x 14		8	17 x 25 x 5 • 6	/	12	x 19	
3	16 x 16 x 6	/	11	x 10		9	20 x 15 x 5 • 6	/	15	x 9	
4	16 x 20 x 4 • 5 • 6	/	11	x 14		10	20 x 20 x 5 • 6	/	15	x 14	
5	16 x 25 x 4 • 5 • 6	/	11	x 19		11	20 x 25 x 5 • 6	/	15	x 19	
6	17 x 16 x 5 • 6	/	12	x 10		12	30 x 35 x 8	/	17	x 26	

Uwagi / Notices
Hinweis / Примечание

Podane powyej wartoci wymiarów P_{max} oraz F_{max} okrelaj maksymalne dopuszczalne wymiary wybrania.

Zamawiajc prosimy okreli wymiary i charakterystyk ściernicy wg podanego przykadu.

The dimensions values P_{max} and F_{max} given above determine the maximum allowable relief dimensions.

When ordering we please to specify dimensions and characteristic according to the example given.

Über genante P_{max} und F_{max} werte bezeichnen maximal zulässige Abmessungen von Hussparung.

Wir bitten in der Bestellung die Ausmaße und Charakteristik der Schleifscheibe nach dem Beispiel anzugeben.

Приведенные выше значения размеров P_{max} и F_{max} соответствуют максимально допустимым выбираемым размерам.

Просим заказывать круги в пределах данных размеров.

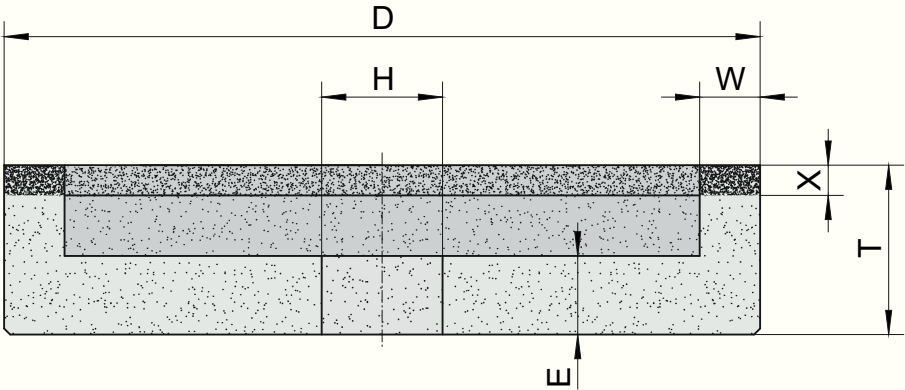
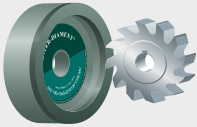
Przykad zamówienia / Order example
Bestellbeispiel / Пример заказа

D T H P F
5A8 20x25x6/14x12 B151 V240 TV
5A8 30x35x8/15x20 B107 V240 SV

Typ ściernicy
Wheel type
Schleifscheibetyp
Тип круга

6A2

Zastosowanie
Application
Verwendung
Применение



Wymiary ściernicy / Dimensions of the wheel
Ausmaes der Schleifscheibe / Размеры круга

D	W	X	T – X =	E	H
80	5 • 10	5	20	10	20
100	5 • 10	5	23	12	20
125	5 • 10	5	23	13	20
150	5 • 10	5	23	15	20

Przykład zamówienia / Order example
Bestellbeispiel / Пример заказа

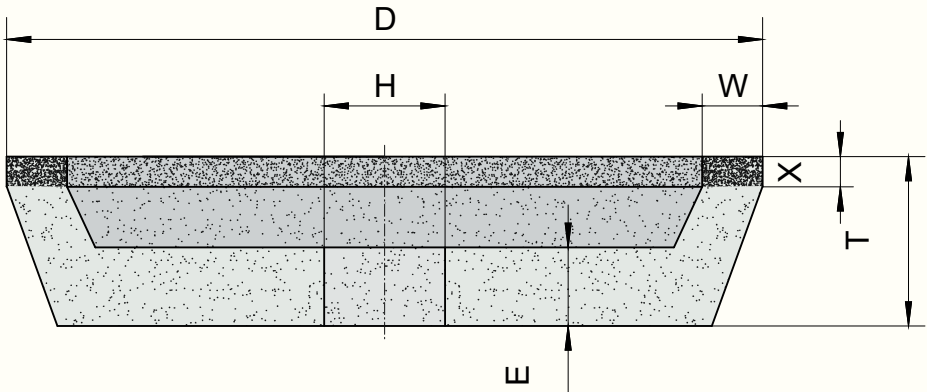
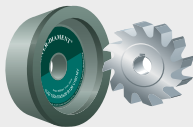
D W X H
6A2 80x5 x 5 x 20 B126 V240 MV
6A2 125x5x10x20 B151 V240 SV



Typ ściernicy
Wheel type
Schleifscheibetyp
Тип круга

11A2

Zastosowanie
Application
Verwendung
Применение



Wymiary ściernicy / Dimensions of the wheel
Ausmaes der Schleifscheibe / Размеры круга

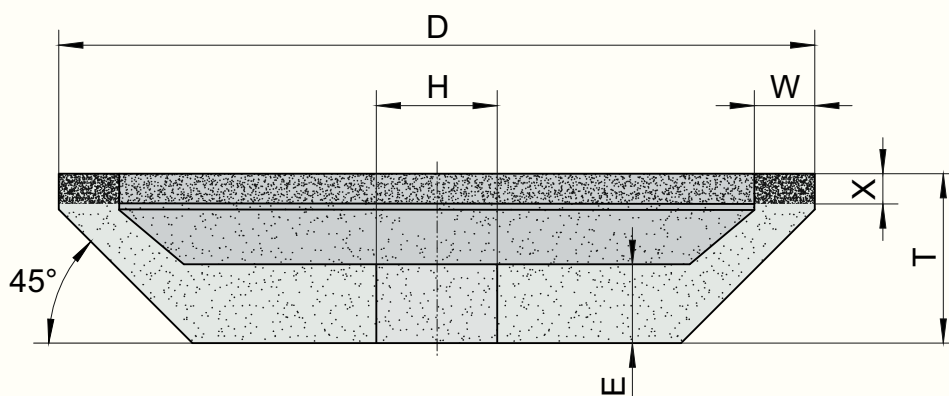
D	W	X	T – X =	E	H
80	5 • 10	5	20	10	20
100	5 • 10	5	23	12	20
125	5 • 10	5	23	13	20
150	5 • 10	5	23	15	20
	10	10	23	15	20

Przykad zamówienia / Order example
Bestellbeispiel / Пример заказа

D W X H
11A2 100x10x5x20 B126 V240 MV
11A2 150x10x10x20 B107 V240 SV



12A2/45°



D	W	X	T - X =	E	H
80	5 • 10	5	20	10	20
100	5 • 10	5	23	12	20
125	5 • 10	5	23	13	20
150	5 • 10	5	23	15	20

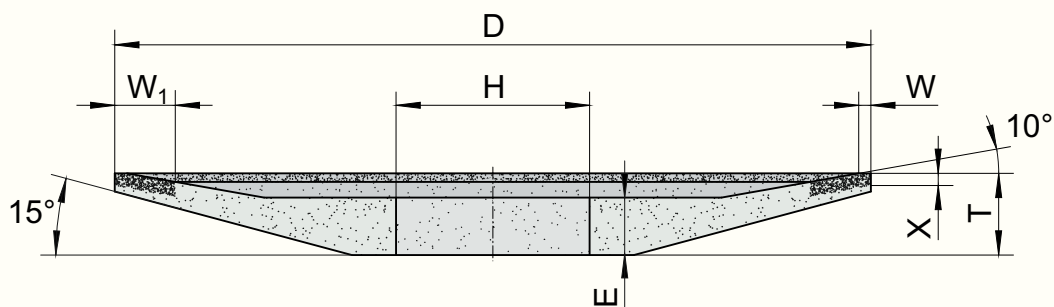
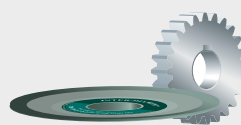
	D	W	X	H	
12A2/45°	100x10x10x20	B126	V240	MV	
12A2/45°	125 x 5 x 10x20	B107	V240	SV	



Typ ściernicy
Wheel type
Schleifscheibetyp
Тип круга

12R9

Zastosowanie
Application
Verwendung
Применение



Wymiary ściernicy / Dimensions of the wheel
Ausmaes der Schleifscheibe / Размеры круга

D	W	W ₁	X	T	E	H
100	2	10	2	10,5	7,5	20
125	2	10	2	13,5	9,5	32
135	4	15	5	16,5	11,5	32
150	4	10	2	16,5	11,5	32
	4	15	5	16,5	11,5	32

Przykład zamówienia / Order example

Bestellbeispiel / Пример заказа

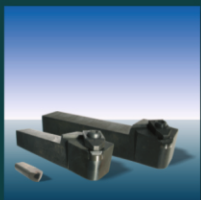
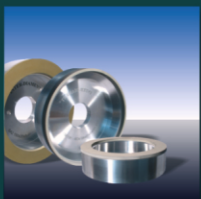
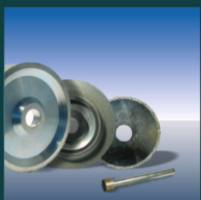
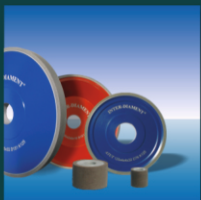
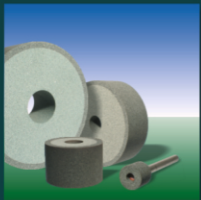
	D	W	W_1	X	H			
12R9	100x2x10x2x20	B107	V240	SV				
12R9	150x4x15x5x32	B126	V240	TV				





Handwriting practice lines consisting of alternating light gray and white horizontal bands.

Średnica ściernicy [mm] Wheel diameter [mm] Schleifscheibendurchmesser [mm] Диаметр круга [мм]	Prędkość szlifowania [m/s] Grinding speed [m/s] Schleifgeschwindigkeit [m/s] Скорость шлифования [м/с]								Rotational speed of grinder spindle [1/min] Spindelumdrehungen [1/min] Частота вращения шпинделя [1/мин]					
	5	8	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	
1	95541	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
2	47771	76433	95541	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
3	31847	50955	63694	95541	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
5	19108	30573	38217	57325	76433	95541	—	—	—	—	—	—	—	
8	11943	19108	23885	35828	47771	59713	71656	83599	95541	—	—	—	—	
10	9554	15287	19108	28662	38217	47771	57325	66879	76433	85987	95541	—	—	
15	6369	10191	12739	19108	25478	31847	38217	44586	50955	57325	63694	70064	76433	
20	4777	7643	9554	14331	19108	23885	28662	33439	38217	42994	47771	52548	57325	
25	3822	6115	7643	11465	15287	19108	22930	26752	30573	34395	38217	42038	45860	
30	3185	5096	6369	9554	12739	15924	19108	22293	25478	28662	31847	35032	38217	
40	2389	3822	4777	7166	9554	11943	14331	16720	19108	21497	23885	26274	28662	
50	1911	3057	3822	5732	7643	9554	11465	13376	15287	17197	19108	21019	22930	
63	1517	2426	3033	4550	6066	7583	9099	10616	12132	13649	15165	16682	18198	
80	1194	1911	2389	3583	4777	5971	7166	8360	9554	10748	11943	13137	14331	
90	1062	1699	2123	3185	4246	5308	6369	7431	8493	9554	10616	11677	12739	
100	955	1529	1911	2866	3822	4777	5732	6688	7643	8599	9554	10510	11465	
125	764	1223	1529	2293	3057	3822	4586	5350	6115	6879	7643	8408	9172	
150	637	1019	1274	1911	2548	3185	3822	4459	5096	5732	6369	7006	7643	
175	546	874	1092	1638	2184	2730	3276	3822	4368	4914	5460	6005	6551	
200	478	764	955	1433	1911	2389	2866	3344	3822	4299	4777	5255	5732	
225	425	679	849	1274	1699	2123	2548	2972	3397	3822	4246	4671	5096	
250	382	611	764	1146	1529	1911	2293	2675	3057	3439	3822	4204	4586	
300	—	510	637	955	1274	1592	1911	2229	2548	2866	3185	3503	3822	
350	—	—	546	819	1092	1365	1638	1911	2184	2457	2730	3003	3276	
400	—	—	—	717	955	1194	1433	1672	1911	2150	2389	2627	2866	



INTER-DIAMENT[®]

oferuje:

- ściernice z elektrokorundu i węglika krzemu o spoiwie ceramicznym;
- ściernice borazonowe o spoiwie ceramicznym;
- ściernice diamentowe i borazonowe o spoiwie żywicznym;
- ściernice diamentowe i borazonowe o spoiwie galwanicznym;
- ściernice do ostrzenia narzędzi z PCD i PCBN;
- skrawające narzędzia kompozytowe;
- obciążacze diamentowe.

offers:

- vitrified bonded aluminium oxide and silicon carbide wheels;
- vitrified bonded CBN wheels;
- resin bonded diamond and CBN wheels;
- electroplated diamond and CBN wheels;
- grinding wheels for PCD & PCBN inserts;
- composite plates for machining;
- diamond dressers.

bietet:

- Korund-, und Siliziumkarbid-Schleifscheiben mit keramischer Bindung;
- Bornitridschleifscheiben mit keramischer Bindung;
- Diamant- und Bornitrid-Schleifscheiben mit Kunstharzbindung;
- Diamant- und Bornitrid-Schleifscheiben mit galvanischer Bindung;
- Schleifscheiben zur PKD- und PKB-Bearbeitung;
- Kompositplatten zur Zerspannung;
- Diamantabrichtwerkzeuge.

предлагает:

- круги из электрокорунда и карбида кремния на связке керамической;
- круги боразоновые на связке керамической;
- круги алмазные и боразоновые на органической связке;
- круги алмазные и боразоновые на связке гальванической;
- круги для заточки инструментов из PKD и PKB;
- пластины сменные из композитов;
- правящие алмазные инструменты.

INTER-DIAMENT[®] Sp.j.

ul. Chelmońskiego 30
05-825 Grodzisk Mazowiecki
Polska

tel. +48 22 755 69 83
tel./fax. +48 22 755 58 78
fax. +48 22 724 30 37

email: inter@inter-diamant.com.pl
www.inter-diamant.com.pl

