

Narzędzia PFERD
używane przy obróbce tworzyw sztucznych



PRAXIS



ZAUF AJ NIEBIESKIM

Tworzywa sztuczne



Pod marką PFERD przedsiębiorstwo August Rueggeberg GmbH & Co. KG, Mareinheide/Germany rozwija, produkuje i dystrybuje narzędzia do obróbki powierzchni oraz do cięcia materiałów. Od ponad 100 lat firma PFERD uznawana jest za symbol znakomitej jakości, najwyższej wydajności oraz ekonomiczności.

PFERD oferuje szeroki program narzędzi, spełniających najróżniejsze wymagania zadań obróbkowych znajdujących zastosowanie przy obróbce tworzyw sztucznych. Wszystkie narzędzia zostały stworzone specjalnie do tych zastosowań, swoje znakomite właściwości potwierdziły w praktyce.

Podsumowaliśmy nasze wieloletnie doświadczenie oraz aktualne Know-how w zakresie długotrwałych ekonomicznych oraz odpowiednio dopasowanych rozwiązań. W niniejszym prospekcie przedstawiamy Państwu wszystkie narzędzia PFERD odpowiednie do obróbki najróżniejszych tworzyw sztucznych.



Tworzywa sztuczne

Materiał XXI wieku	3
Opis i oznaczenia	4
Grupy tworzyw sztucznych i ich właściwości	5
Popularne typy, nazwy handlowe, przykładowe obszary zastosowania	6
Materiały warstwowe, systemy kompozytów	7
Istotne parametry	8-9
Procesy produkcji	10-11
Ważne wskazówki dot. bezpieczeństwa, oSa, PFERDERGONOMICS	12

Procesy pracy

Na stronach 14-21 znajdą Państwo przegląd narzędzi PFERD, za pomocą których możliwa jest praca przy nawet najbardziej złożonych procesach obróbkowych tworzyw sztucznych.

Spis treści	13
Przycinanie	14-15
Piłowanie przełomów	16-17
Odgratowywanie	18-19
Obróbka precyzyjna i wykańczająca	20-21

Narzędzia PFERD – Podkatalogi PFERD 201-209

Na stronach 24-37 zostały opisane charakterystyczne właściwości poszczególnych grup narzędzi, głównie odpowiednich do obróbki tworzyw sztucznych.

Spis treści	23
Pilniki	24
Trzpienie frezarskie	25
Wycinaki, otwornice i wiertła stopniowe	26
Ściernice trzpieniowe	27
Narzędzia do szlifu dokładnego i polerowania. . . .	28-29
Narzędzia diamentowe ze spoiwem galwanicznym	30-31
Ściernice tarczowe do cięcia	32
Ściernice listkowe POLIFAN®	33
Szczotki techniczne	34-35
Napędy narzędzi	36-37
Rady i wskazówki w pigułce	38-39

Kiedy powstały tworzywa sztuczne?

Trudno wyobrazić sobie codzienną rzeczywistość bez tworzyw sztucznych. Materiały tego typu w latach 50/60 ubiegłego wieku były nazywane materiałem tysięcy możliwości i szybko stały się stałym elementem życia codziennego. Produkowane w Ameryce z plastiku pstrokate artykuły gospodarstwa domowego cieszyły się ogromnym powodzeniem. Nawet niebotycznie drogie do tej pory jedwabne pończochy zostały wyparte przez nylonowe, które miały zarazem bardziej przystępną cenę. Niegniące się koszule z nowoczesnych włókien sztucznych pozwoliły odciążyć zarówno panie domu z obowiązków jak i kieszenie z nadmiernych wydatków. Wyroby z tworzyw sztucznych stały się łatwo dostępnymi, prostymi w utrzymaniu i niemal niezniszczalnymi produktami masowymi. Wszechstronność, barwność i trwałość nowoczesnego materiału trafnie ilustrowała nastroje całej generacji okresu powojennego.



Stary telefon z bakelitu, rok 1950.



Klasyfikacyjny design krzeseł Vernera Pantona, rok 1960.

Tworzywa sztuczne jako samodzielna grupa materiałów mają jeszcze krótszą historię niż metal czy ceramika. Znana jest zachowana z 1530 roku receptura na wytworzenie tworzywa sztucznego, opisująca proces uzyskiwania kazeiny z sera koziego. Również na przestrzeni kolejnych stuleci można znaleźć wiele przykładów na przetwarzanie istniejących surowców naturalnych w tworzywa sztuczne.

Tworzywa sztuczne znalazły zastosowanie na skalę przemysłową dopiero na początku XX wieku, od kiedy obserwuje się wzrost ich znaczenia zarówno pod kątem technologicznym jak i ekonomicznym. Jest to spowodowane głównie poprzez następujące dwa czynniki:

1. Surowce niezbędne do wytwarzania tworzyw sztucznych pozyskiwane są przy korzystnych cenach na globalną skalę z ropy naftowej i/lub biomasy.
2. Duża różnorodność tworzyw sztucznych umożliwia uzyskanie szerokiego spektrum właściwości oraz precyzyjne dobranie rozwiązań dla zróżnicowanych zastosowań.

Inne tworzywa, takie jak stal, metale nieżelazne, beton, drewno, szkło, ceramika itp. są w coraz większym stopniu zastępowane przez tworzywa sztuczne. Stanowią one coraz bardziej wydajne produkty, które towarzyszą naszemu życiu codziennemu w takich obszarach jak transport, logistyka, czas wolny, sport, medycyna, zdrowie czy komunikacja.

Era tworzyw sztucznych wchodzi w fazę początkową. Każdego dnia odkrywane są nowe możliwości i warianty zastosowania. Potencjał rozwoju pozostanie jeszcze długo niewyczerpany. Jeśli możliwe będzie odstępianie od wykorzystywania ropy naftowej w procesie produkcji oraz zoptymalizowanie możliwości w zakresie recyklingu oraz właściwości mechanicznych, tworzywa sztuczne staną się bezpiecznym surowcem 21. wieku. Konsekwentne wykorzystywanie i dalszy rozwój w zakresie długotrwałości tworzyw sztucznych stanowi ważne wyzwanie, z którym przyjdzie się zmierzyć w przyszłości.



Airbus A380 z roku 2007.



Oryginalny podręcznik narzędziowy PFERD!

Zawiera 7500 innowacyjnych rozwiązań do obróbki powierzchni oraz cięcia materiałów.

Zamów bezpłatny egzemplarz na www.pferd.com.



Polimery są podstawą tworzyw sztucznych.

Czym są tworzywa sztuczne?

Tworzywa sztuczne są organicznymi (lub półorganicznymi) surowcami. Składają się z jednego lub wielu polimerów i różnych dodatków jak np. substancje ułatwiające przetwórstwo, stabilizatory, pigmenty, zmiękczacze, substancje przeciwpalne, wypełniacze i środki wzmacniające.

Polimery stanowią organiczne makromolekuły o wysokiej masie molekularnej. Składają się one z wielu („poli”) powtarzających się jednostek konstytucyjnych (monomerów). Jeśli makromolekuły składają się z różnorodnych monomerów, określane są one jako kopolimery. Zastosowane polimery podstawowe w naj-

większym stopniu definiują właściwości tworzywa sztucznego.

Z tego powodu od nich właśnie pochodzi nazwa tworzywa, jak np. „butelka PET” (Polyethylenterephthalat).

Oznaczenie według norm

W zakresie opisywania i nazewnictwa tworzyw sztucznych utworzono wiele skrótów, które określono w poszczególnych normach:

Norma	Tytuł
EN ISO 1043-1	Symbole literowe i nazwy skrócone – część 1: polimery podstawowe i ich właściwości szczególne
EN ISO 1043-2	Symbole literowe i nazwy skrócone – część 2: środki wypełniające i wzmacniające
EN ISO 1043-3	Symbole literowe i nazwy skrócone – część 3: środki zmiękczające
EN ISO 1043-4	Symbole literowe i nazwy skrócone – część 4: środki przeciwpalne
EN ISO 18064	Elastomery termoplastyczne – Nomenklatura i nazwy skrócone
ISO 1629	Kauczuk i lateksy – Podział, nazwy skrócone
EN ISO 11469	Identyfikacja typów i oznaczenie form z tworzyw sztucznych

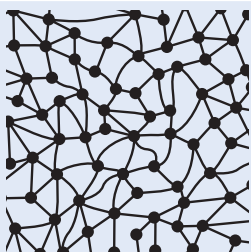
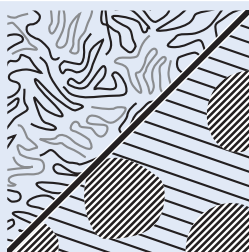
Jakie są grupy tworzyw sztucznych?

Tworzywa sztuczne można podzielić według DIN 7724 pod względem właściwości termiczno-mechanicznych na poniżej wymienione grupy:

- **Duroplasty**
- **Termoplasty**
- **Elastomery**
- **Termoplastyczne elastomery**



Rury z tworzyw sztucznych.

Właściwości	Duroplasty	Termoplasty	Elastomery	Termoplastyczne elastomery
Budowa strukturalna	gęsta siatka trójwymiarowo chemicznie powiązanych makromolekuł	slabo rozgałęzione lub nierozgałęzione makromolekuły w formie łańcuchowej amorficzne całkowicie nieuporządkowana struktura łańcuchów polimerów częściowo krystaliczne zawierają obszary z równoległym uporządkowaniem łańcuchów polimerów	rzadka siatka trójwymiarowo powiązanych chemicznie makromolekuł kauczukowych	Kopolimery z twardych i miękkich bloków lub mieszanek termoplastów z (nie powiązanego/ częściowo powiązanego) kauczuku obszary miękkie/ gumo podobne i twarde/ szkliste
				
Zachowanie przy normalnej temperaturze	Od twardych i kruchych do elastycznie ciągliwych	od miękkich do twardo-ciągliwych do twardo-kruchych	gumowo-elastyczne	gumowo-elastyczne
Formowanie	formowanie plastyczne niemożliwe po sieciowaniu	formowanie plastyczne możliwe przy zwiększonej temperaturze	możliwe tylko formowanie elastyczne	formowanie plastyczne (obszar płynny) możliwe przy zwiększonej temperaturze
Topliwość	nie	tak	nie	tak
Zachowanie pod wpływem rozpuszczalników ■ Zdolność pęcznienia ■ Rozpuszczalność	nie nie	tak tak	tak nie	tak tak
Odporność na środki chemiczne	wysoka	wysoka	umiarkowana	wysoka
Możliwość zgrzewania	nie	tak	tak	tak
Podatność na klejenie	tak	w większości tak	tak	w większości tak
Skrawalność	tak	tak	tak	tak
Możliwość recyklingu	nie	tak	nie	tak

Duroplasty z/bez wzmocnienia włóknami

Popularne typy	Nazwy handlowe	Przykładowe obszary zastosowania
Żywyce fenol formaldehydowe (PF)	Aramith, Bakelit, Durophen, Novotex, Pertinax, Phenodur	artykuły ogniotrwałe (np. uchwyty garnków, elementy układu zapłonowego pojazdów spalinowych), elementy układów hamulcowych i sprzęgieł, obudowy, wtyczki, przełączniki
Aminoplasty (UF/MF)	Duropol, Desurit, Melamite, Melopas, Resopal, Uralite	Obudowy, wtyczki, przełączniki, artykuły gospodarstwa domowego, pokrywy, płyty robocze
Nienasycone żywice poliestrowe (UP)	Alpolit, Rütapal, Vestopal, Ampal, Polydur, Resipol	Pojemniki transportowe i magazynowe, rury, formy wielko powierzchniowe dla pojazdów spalinowych, budowa samolotów, statków i okrętów
Żywice epoksydowe (EP)	Araldit, Dularit, Epoxin, Hostapox, Rütapox	Elementy samolotów, pojazdów i jachtów, pióra wirników elektrowni wiatrowych, wysoko obciążalny sprzęt sportowy, materiał nośny płytek obwodów drukowanych

Termoplasty z/bez wzmocnienia włóknami

Popularne typy	Nazwy handlowe	Przykładowe obszary zastosowania
Polietylen (PE)	Alathon, Baylon, Hostalen, Lupolen, Vestolen A	Rury, różnego rodzaju zbiorniki, obudowy, folie, zabawki dla dzieci
Polipropylen (PP)	Hostalen PP, Novolen, Stamylen P, Vestolen P	Rury, obudowy, zbiorniki, meble biurowe i ogrodowe, folie, zabawki dla dzieci
Polichlorek winylu (PCV)	Benvic, Hostalit, Vestolit, Vinidur	Rury, profile (np. okna), zbiorniki, przewody elastyczne, izolacje kabli, folie
Polistyren (PS)	Edistir, Gedex, Styron, Vestyron	Opakowania, obudowy w przemyśle elektrycznym i elektronicznym, naczynia jednorazowe
Poliamid (PA)	Akulon, Grilon, Nylatron, Nylon, Ultramid A/B	Obudowy, łożyska, śruby i nakrętki, zbiorniki, folie, pedały gazu i sprzęgła w pojazdach spalinowych
Polimetakrylan metylu (PMMA)	Dewoglas, Plexiglas, Plexidur, Resarit	Płyty komorowe i pełne dla przemysłu budowlanego, rury, drążki, wanny, umywalki, okulary i szkiełka zegarków
Poliakrylan etylenu (PET)	Arnite, Hostadur E, Melinex, Ultradur A	Opakowania, folie, koła zębate, elementy pomp
Poliwęglan (PC)	Calibre, Lexan, Makrolon, Xantar	Optyczne nośniki danych (np. płyty CD), obudowy, płyty dla przemysłu budowlanego, sztywne szyby boczne i tylne w pojazdach
Kopolimer akrylonitrylo-butadieno-styrenowy (ABS)	Absolae, Blendex, Elkanyl, Lustropak	Części samochodowe i elektroniczne, obudowy, zabawki dla dzieci, kaski ochronne

Elastomery z/bez wzmocnienia włóknami

Popularne typy	Nazwy handlowe	Przykładowe obszary zastosowania
Kauczuk naturalny (NR)	-	Opony, łoża silnika
Kauczuk butadienowo-styrenowy (SBR)	Ameripol, Duranit, Resopal H, Vitakon	Opony, technologiczne wyroby gumowe
Kauczuk chloroprenowy (CR)	Alloprene, Baypren, Neopren	Uszczelki, paski klinowe, izolatory kabli
Kauczuk etylenowo-propylenowo-dienowy (EPDM)	Esprene, Vistalon	Profile uszczelniające dla przemysłu samochodowego i budowlanego, uszczelki i przewody elastyczne pralek
Kauczuk silikonowy (MQ, MPQ, MVQ, ...)	Silopren, Silastic, Rhodorsil, Baysilon	Izolacje elektryczne, formy piekarskie, smoczki dla dzieci

Elastomery termoplastyczne z/bez wzmocnienia włóknami

Popularne typy	Nazwy handlowe	Przykładowe obszary zastosowania
Styren podstawowy (TPSs)	Cariflex, Evoprene, Kraton	Elementy obsługi i uchwyty, pokrywy, tłumiki wibracji
Poliuretan segmentowany (TPUs)	Adiprene, Desmopan, Vulkollan	Powierzchnie odporne na zużycie, elementy sprzęgieł, uszczelki, paski zębate, buty narciarskie
Poliamid podstawowy (TPAs)	Pebax, Vestamid	Przewody elastyczne, profile, uszczelki
Poliester podstawowy (TPCs)	Arnitel, Hytrel, Riteflex	Membrany, miechy, elementy sprzęgła i napędów, przewody sprężonego powietrza



Maty wzmacnianie włóknami amidowymi o strukturze makrokomórkowej.

Czym są kompozyty?

Tworzywa warstwowe (kompozyty) składają się z co najmniej 2 materiałów. Wykazują one inne właściwości materiałowe niż komponenty, z których się składają. Materiał, który przyczynia się do znacznej poprawy właściwości tworzyw warstwowych, lub umożliwia ich uzyskanie, nazywa się substancją wzmacniającą. Pozostały materiał zapewniający kohezję komponentów nazywany jest osnową.

Tworzywa warstwowe można podzielić na poniższe kategorie:

- Warstwowe laminaty kompozytowe
- Kompozyty włókniste
- Kompozyty cząsteczkowe
- Kompozyty przenikane

Czym są kompozyty wielowarstwowe?

Kompozyt wielowarstwowy występuje w przypadku, gdy osnowę stanowi polimer lub tworzywo sztuczne.

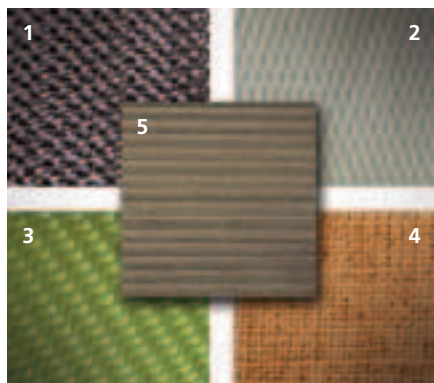
W tym przypadku szczególnie istotne są kompozyty włókniste (FVK). Materiał wzmacniający składa się z włókien naturalnych lub syntetycznych (organicznych i/lub nieorganicznych). Są one przetwarzane jako włókna krótkie, długie i nieskończone lub w formie takich produktów jak włókniny, maty, tkaniny lub dzianiny.

Poprzez połączenie włókien z osnową (w sposób ukierunkowany lub nieukierunkowany) ulepszeniu ulegają właściwości mechaniczne i termiczne, jak np. wytrzymałość na ciągnięcie, łamanie, wytrzymałość termiczna oraz moduł sprężystości.



Struktura włókien węglowych w materiale CFK.

Typy włókien			
Włókna nieorganiczne		Włókna organiczne	
naturalne	syntetyczne	naturalne	syntetyczne
■ Azbest ■ Wollastonit ■ I inne	■ Włókna szklane ■ Włókna metalowe ■ Włókna borowe ■ Włókna tlenkowo-metalowe ■ Włókna węglkowo-krzemowe ■ I inne	■ Włókna bawełniane ■ Włókna drewniane ■ Włókna celulozowe ■ Włókna sisalowe ■ Włókna płaskie ■ Włókna konopi ■ I inne	■ Włókna węglowe ■ Włókna aramidowe ■ Włókna poliamidowe ■ Włókna poliestrowe ■ Włókna poliacylnitrylowe ■ Włókna elastanowe ■ Włókna poliolefinowe ■ I inne



Różne typy kompozytów (FVK)

1. Tworzywo sztuczne wzmacniane włóknami węglowymi – CFK
2. Tworzywo sztuczne wzmacniane włóknami aramidowymi – AFK
3. Tworzywo sztuczne wzmacniane włóknami szklanymi – GFK
4. Tworzywo sztuczne wzmacniane włóknami naturalnymi – NFK
5. Kompozyt drewno-tworzywo sztuczne – WPC (Wood-Plastic-Composites)

Moduł E

Moduł sprężystości (moduł E) stanowi parametr z dziedziny inżynierii materiałowej opisujący dany materiał. Określa on związek pomiędzy naprężaniem i rozciąganiem podczas odkształcania ciała stałego w stosunku sprężystości linearnej. Stanowi on miarę „sztywności” materiału i może być określony na podstawie wykresu naprężania i wydłużania dla próby rozciągania.

Na początku procesu obciążania wiele materiałów (np. metale) wykazuje zachowanie linearno-sprężyste, tzn. odkształcenie w stosunku do długości wyjściowej zostaje całkowicie zredukowane po ustaniu obciążenia. W tym obszarze naprężanie przy rozciąganiu jest proporcjonalne i określane jest jako prosta Hook’a, której wzrost przedstawia moduł E.

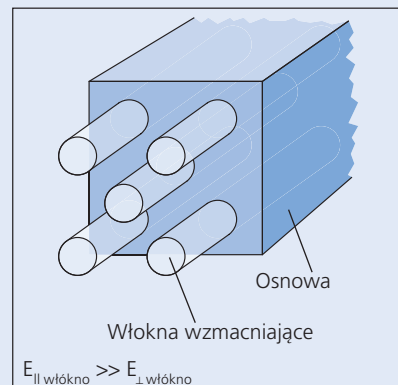
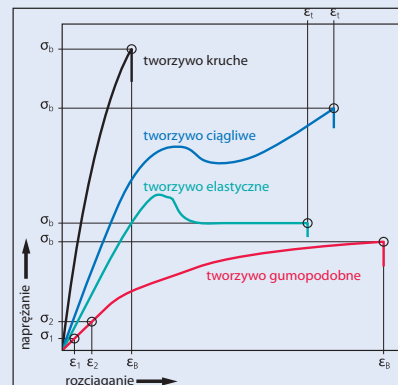
W przeciwieństwie do metali tworzywa sztuczne – poza przypadkiem niskich temperatur lub wysokiej prędkości obciążania – nie wykazują zachowania czysto sprężystego, lecz lepkosprężyste, tzn. moduł E w przypadku tworzyw sztucznych jest zależny od czasu i temperatury.

Według EN ISO 527 (Tworzywa sztuczne – określanie właściwości przy rozciąganiu) w ramach określania modułu E tworzyw sztucznych przyjmuje się wzrost krzywej naprężania-wydłużania pomiędzy 0,05 i 0,25% wydłużenia, jako że wiele tworzyw sztucznych już przy wydłużeniu poniżej 0,25% nie wykazuje zachowania linearnego przy naprężaniu/wydłużaniu.

W przypadku tworzyw sztucznych moduł E jest zależny dodatkowo od zawartości włókien, orientacji włókien oraz kierunku obciążenia w stosunku do kierunku zbrojenia. W przypadku włókien ukierunkowanych obowiązuje ogólna zasada: w przypadku obciążania w kierunku włókien osiągany jest o wiele wyższy moduł sprężystości niż w przypadku obciążenia poprzecznego w stosunku do przebiegu włókien.

Próba rozciągania

Wykres naprężanie-wydłużanie: typowy przebieg przy różnych tworzywach sztucznych



Temperatura zeszklenia

Zachowanie materiałów pod wpływem temperatury jest określane przez budowę strukturalną. Podczas gdy materiały krystaliczne (np. śnieg) wykazują określoną temperaturę topnienia, struktury amorficzne (np. szkło) mięknią powoli na przestrzeni określonego zakresu temperatur, tzw. zakresu temperatur zeszklenia. W przypadku materiałów częściowo krystalicznych występuje zarówno temperatura topnienia dla fazy krystalicznej jak i temperatura zeszklenia dla fazy amorficznej.

W przeciwieństwie do temperatury topnienia oznaczającej wyraźną zmianę stanu skupienia, zeszklenie – opisane przez temperaturę zeszklenia – oddziela leżący poniżej obszar szklisto-kruchy (energetyczno-elastyczny) od leżącego powyżej obszaru miękkiego (entropiczno-sprężysty).

Temperatura zeszklenia jest czynnikiem o decydującym znaczeniu dla zakresu temperatur i procesu obróbki tworzyw sztucznych. Typ tworzywa sztucznego określa, czy dane tworzywo sztuczne może być stosowane poniżej czy powyżej temperatury zeszklenia.

Obserwuje się ogólną zależność, według której temperatura zeszklenia wzrasta wraz z gęstością sieciowania tworzywa sztucznego.

- **Duroplasty** i amorficzne **termoplasty** stosowane są poniżej temperatury zeszklenia.
- Częściowo krystaliczne **termoplasty** mogą być stosowane również powyżej temperatury zeszklenia – do granicy topnienia.
- **Elastomery** są stosowane powyżej temperatury zeszklenia do temperatury rozkładu.

Znane są różne procedury służące do określania temperatury zeszklenia (np. EN ISO 11357-2 i ISO/WDIS 6721-11).

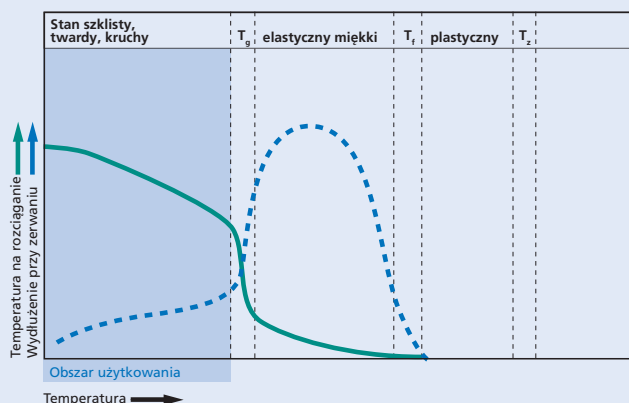
Zależność temperatur wytrzymałości na rozciąganie i wydłużenia przy zerwaniu przedstawiona została dla różnych tworzyw sztucznych w wykresach na stronie 9.

Termoplasty

Podczas ogrzewania **termoplasty** ulegają zmiękczeniu i osiągają stan płynności prasowniczej. Podczas ochładzania następuje ich sztywnienie. Przy założeniu, że temperatura rozkładu nie została osiągnięta, proces ten jest odwracalny i wielokrotnie powtarzalny. Występowanie wytopów jest typowe dla tych tworzyw sztucznych.

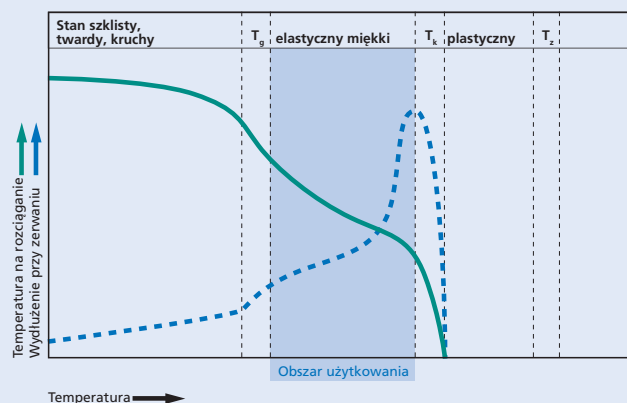
Termoplasty amorficzne

Przy normalnej temperaturze **termoplasty** amorficzne znajdują się w fazie energetyczno-sprężystej, tzn. w stanie szklistym. Wraz ze wzrostem temperatury maleją siły wiązania pomiędzy łańcuchami molekuł do momentu osiągnięcia temperatury zeszklenia. Uplastycznienie powiązane jest z wyraźnym spadkiem odporności mechanicznej. Przy dalszym wzroście temperatury tworzywo sztuczne przechodzi w stan płynny. Po przekroczeniu temperatury płynięcia przechodzi ono w stan lepkiego wytopu. Dalszy wzrost temperatury od punktu temperatury rozkładu prowadzi ostatecznie do rozkładu tworzywa.



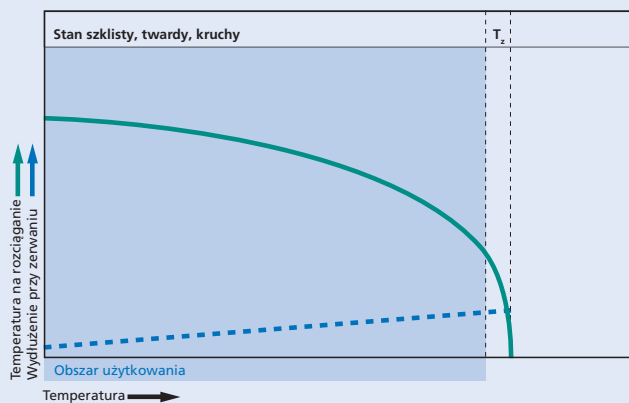
Termoplasty częściowo krystaliczne

W przeciwieństwie do termoplastów amorficznych, **termoplasty** częściowo krystaliczne wykazują większy zakres temperatur zeszklenia. Ponadto w przypadku osiągnięcia temperatury zeszklenia dochodzi do mniej silnej redukcji właściwości odpornościowych. Powyżej temperatury zeszklenia tworzywo sztuczne przechodzi w stan lepko-sprężysty. Dopiero po przekroczeniu temperatury topnienia kryształów tworzywo przechodzi w stan lepkości. Dalszy przyrost temperatury powyżej temperatury rozkładu powoduje ostatecznie jego rozkład.



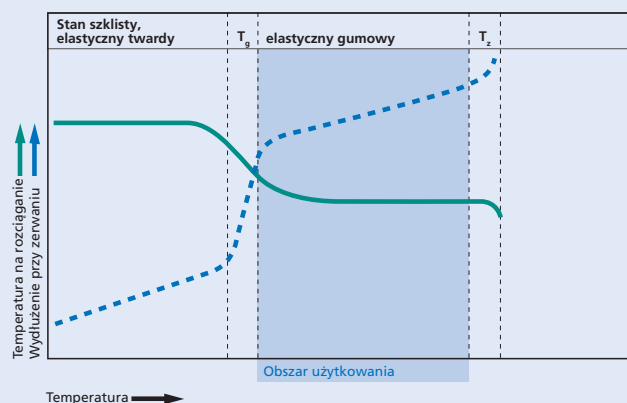
Duroplasty

Ze względu na trójwymiarowe wąskie sieciowanie **duropłasty** wykazują odporność na odkształcenia do momentu rozkładu chemicznego.



Elastomery

Ze względu na strukturę sieci **elastomery** pozostają nie-templewne niemalże do temperatury rozkładu. **Elastomery** w obszarze pomiędzy temperaturą zeszklenia i temperaturą rozkładu wykazują znakomite właściwości w zakresie wydłużania (proces odwracalny). Wartość wydłużenia, które może wynosić do kilkuset procent, odbywa się przy wzrastającej temperaturze i jest ograniczona wyłącznie przez osiągnięcie temperatury rozkładu.



T_g = temperatura zeszklenia.
 T_z = temperatura rozkładu.
 T_f = temperatura płynięcia
 T_k = temp. rozkładu krystalicznego.

DIN 8580 dostarcza ogólnego poglądu wszystkich procedur produkcji ciał stałych o określonym kształcie geometrycznym.

Najważniejsze procedury produkcji tworzyw sztucznych umieszczono w obszarze kształtowanie wstępne materiału. W ramach kształtowania wstępnego następuje przejście bezkształtnej masy w ciało stałe.

Materiał wyjściowy może mieć formę płynną, pasty, proszku lub granulatu, przy czym stosowane są również wstępnie impregnowane maty włókienne lub tkaniny. W poniższej tabeli opisano typowe procesy kształtowania wstępnego stosowane w produkcji wyrobów z tworzyw sztucznych (formy i półfabrykaty).



Klasyczna zabawka z tworzywa sztucznego.

Obróbka plastyczna – ogólnie

Procedura	Opis	Przykładowe produkty	Przeważnie stosowane materiały
Wytłaczanie w prasie ślimakowej	Płynny materiał (ew. Z włóknami) jest w sposób ciągły topiony w nagrzanej wytłaczarce ślimakowej (prasie ślimakowej), homogenizowany i następnie wytłaczany przez dyszę formującą.	Rury, przewody elastyczne, profile, pręty, niewielkie płyty i folie	Termoplasty ABS, PA, PE, PS, PP, PVC
Formowanie wtryskowe	Płynny materiał (ew. Z włóknami) jest w sposób nieciągły doprowadzany do obracającego się nagzanego ślimaka. Uplastyczniona masa wtłaczana jest do formy pod wysokim ciśnieniem.	Proste i złożone formy jako towary masowe	Termoplasty ABS, PA, PC, PE, PET, PMMA, PP, PS, PVC Elastomery EPDM, NR, SBR
Formowanie przez rozdmuchiwanie	Gorący półprodukt jest nadmuchiwany w formie i przybiera jej kształt geometryczny.	Elementy puste o prostej i skomplikowanej geometrii	Termoplasty PA, PC, PE, PET, PP, PVC
Kalandrowanie	Masa formierska jest walcowana przez różne nagrzewane walce w celu nadania formy.	Folie, płyty, wykładziny podłogowe	Termoplasty PE, PS, PVC
Przędzenie	Upłynniony materiał jest wtłaczany przez matrycę z otworami i w ten sposób formowany.	Włókna chemiczne	Termoplasty PA, PET
Spienianie	W ramach procesu utwardzania materiału w drodze procesów chemicznych lub fizycznych tworzone lub nanoszone są precyzyjnie rozmieszczone pęcherze. W ten sposób następuje wyraźne zwiększenie objętości.	Obudowy, elementy dźwiękoszczelne, materiały opakowań	Termoplasty ABS, PE, PP, PS, PVC, Duroplasty PF, PUR, UF, UP
Odlewanie	Upłynniony materiał (ew. Z włóknami) wlewany jest do formy bez zastosowania ciśnienia.	Elementy proste i złożone w dużej lub średniej liczbie sztuk	Termoplasty PA, PMMA, miękkie-PVC Duroplasty PUR
Formowanie zanurzeniowe	Forma odlewnicza o geometrii elementu jest zanurzana w płynnym materiale. Każde kolejne powtórzenie procesu zanurzania powoduje wzrost grubości na formie.	Rękawice, kaptury, uchwyty, ochroniacze na buty	Termoplasty LDPE, PVC Elastomery EPDM, NR, SBR
Prasowanie	Masa formierska w formie proszku lub tabletek (ew. Z włóknami) jest wtłaczana do formy.	Wyroby masowe	Duroplasty MF, PF, UF, UP
Formowanie rotacyjne	Zamknięta forma wypełniona sproszkowanym tworzywem sztucznym jest obracana wokół wszystkich osi i jednocześnie ogrzewana. Na ściankach tworzy się równomierna warstwa tworzywa sztucznego.	Zbiorniki o dużej pojemności przy małej lub średniej liczbie sztuk	Termoplasty PA, PE, PP



Produkcja elementów konstrukcyjnych z tworzyw sztucznych jest łatwa i ekonomiczna przy zastosowaniu formowania przez prasowanie.



Precyzyjne wytwarzanie talerzy oporowych do szlifierki COMBICLICK® firmy PFERD.



Ergonomiczne rękojeści pilników firmy PFERD wytwarzane są w drodze formowania wtryskowego.

W ramach produkcji elementów konstrukcyjnych z tworzyw sztucznych wzmacnianych włóknami rozróżnia się pomiędzy procedurami z zastosowaniem jedno- i dwuskorupowych form (narzędzi).

Jednoskorupowe narzędzia umożliwiają wytwarzanie elementów konstrukcyjnych, których geometria i jakość określana jest przez stronę formy. W przypadku narzędzi dwuskorupowych wszystkie strony określane są przez zastosowaną formę.

Specjalne procedury wytwarzania elementów konstrukcyjnych z tworzyw sztucznych wzmacnianych włóknami.



Turbiny wiatrowe z piórami wirników z tworzywa sztucznego.

Procedury kształtowania wstępnego – procedury specjalne dla tworzyw sztucznych wzmacnianych włóknami

Procedura	Opis	Przykładowe produkty	Przeważnie stosowane materiały
Forma jednoskorupowa			
Laminowanie ręczne	Włókna i materiał osnowy wprowadzane są naprzemiennie do formy, kompresowane wzdłużnie i następnie utwardzane.	większe elementy jak np. łodzie, samoloty odrzutowe, pokrywy, deski surfingowe	Osnowa: Duroplasty Typ/zawartość włókien: szkło, węgiel / mała do średniej
Procedura wtryskiwania włókien	Pocięte włókna wraz z materiałem osnowy w ramach procesu natryskiwania wprowadzane są do formy i poddawane utwardzaniu.		Osnowa: Duroplasty Typ/zawartość włókien: szkło, włókna naturalne/ mała do średniej
Elementy wstępnie impregnowane, procedura autoklawiczna	Nie utwardzone laminaty (elementy wstępnie impregnowane) wprowadzane są do formy i następnie są utwardzane pod wpływem ciśnienia i temperatury w autoklawie.	elementy konstrukcyjne wysokiej jakości z CFK dla przemysłu awionicznego i astronautycznego	Osnowa: Duroplasty , stabilne termicznie Termoplasty Typ/zawartość włókien: węgiel/ średnia do wysokiej
Infuzja żywicy Resin Infusion (RI)	Półwyroby włókniste umieszczane są w formie narzędzia. Następnie wykonywane jest uszczelnienie za pomocą folii z tworzywa sztucznego na krawędziach formy. Następnie doprowadzana jest próżnia i do formy wprowadzana jest żywica. Stałe odsysanie zapewnia rozprowadzenie żywicy i równomierne nasycenie warstw tkaniny.	nieduża liczba sztuk, duże, płaskie elementy konstrukcyjne takie jak pióra wirników dla turbin wiatrowych i elementy strukturalne dla przemysłu awionicznego	Osnowa: Duroplasty Typ/zawartość włókien: szkło, węgiel/ średnia do wysokiej
Proces przeobrażania	Zdejmowany z cewki materiał włóknisty jest impregnowany w kąpeli żywicznej i nawijany bezpośrednio na rdzeń i utwardzany.	ekonomicznie wyprodukowane rury, zbiorniki ciśnieniowe i inne cylindryczne korpusy	Osnowa: Duroplasty Typ/zawartość włókien: szkło, węgiel/średnia do wysokiej
Forma dwuskorupowa			
Iniekcja żywicy Resin Transfer Moulding (RTM)	Forma wstępna z materiału wzmacniającego wprowadzana jest do formy narzędzia. Po ogrzaniu formy następuje iniekcja żywicy za pomocą nadciśnienia i następnie utwardzanie.	Elementy o złożonej geometrii, takie jak narty, rakiety tenisowe, elementy karoserii i szyn	Osnowa: Duroplasty Typ/zawartość włókien: szkło, węgiel/ mała do wysokiej
Pultruzja	W ramach ciągłego procesu odwijane ze szpuli wiązki włókien nasączane są w kąpeli żywicznej, po czym następuje ciągnięcie poprzez ogrzaną formę o przekroju profilowym, co powoduje utwardzenie żywicy.	Profile nieskończone z tworzyw sztucznych wzmacnianych włóknami takie jak płyty faliste na pokrycia dachowe, elementy wzmacniające schodów, obudowy	Osnowa: Duroplasty Typ/zawartość włókien: szkło, węgiel/ mała do wysokiej
Wytłaczanie z elementów wstępnie impregnowanych	W ramach opisywanego, wysoko zautomatyzowanego procesu następuje wytłaczanie, utwardzanie ew. ochładzanie i odkształcanie półwyrobów z wstępnie impregnowanych materiałów włókiennych w temperowanych formach.	Produkty takie jak elementy obudowy karoserii i pokrywy przy dużej liczbie sztuk	Osnowa: Duroplasty , Termoplasty , Elastomery Typ/zawartość włókien: szkło, włókna naturalne/ niska do średniej

Producenci narzędzi, producenci maszyn oraz użytkownicy w równym stopniu przyczyniają się do bezpieczeństwa w miejscu pracy. Firma PFERD produkuje wszystkie narzędzia zgodnie z obowiązującymi normami bezpieczeństwa. Użytkownik ponosi odpowiedzialność za zgodne z przeznaczeniem użycie narzędzia oraz jego prawidłowe magazynowanie i zastosowanie.

Wskazówka dot. bezpieczeństwa

To dotyczy zwłaszcza podanych maksymalnych zakresów prędkości pracy narzędziem (m/s), których nie wolno przekraczać.

Wskazówki dot. użycia

Należy przestrzegać zaleceń dotyczących bezpieczeństwa wg FEPA oraz poniższych piktogramów:



= nosić okulary ochronne!



= nie można pracować na mokro!



= pracować w rękawiczkach!



= niedozwolone do pracy bokiem!



= chronić słuch!



= nie używać uszkodzonych tarcz!



= zakładać maskę antypylową!



= tylko użycie maszynowe!



= używać tylko z talerzem
wsporcym!



= przestrzegać wskazówek dot.
bezpieczeństwa!



**SAFETY RECOMMENDATIONS FOR
THE USE OF ABRASIVE PRODUCTS**

PASS ON THIS LEAFLET TO THOSE USING THE ABRASIVE PRODUCT
The recommendations contained in this leaflet should be followed by all users of abrasive products in the interests of their personal safety.

GENERAL PRINCIPLES OF SAFETY

Abrasive products improperly used can be very dangerous.

- Always follow the instructions provided by the abrasive product and machine supplier.
- Ensure that the abrasive product is suitable for its intended use. Examine all abrasive products for damage or defects before mounting.
- Follow the correct procedures for handling and storage of abrasive products.

Be aware of the hazards likely during the use of abrasive products and observe the recommended precautions to be taken:

- Bodily contact with the abrasive product at operating speed.
- Injury resulting from product breakage during use.
- Grinding debris, sparks, fumes and dust generated by the grinding process.
- Noise.
- Vibration.

Use only abrasive products conforming to the highest standards of safety. These products will bear the relevant EN standard number and/or the inscription "oSa".

- EN12413 for Bonded Abrasives.
- EN13236 for Superabrazives.
- EN13743 for Specific Coated Abrasives (vulcanised fibre discs, flap wheels, flap discs and spindle-mounted flap wheels).

Never use a machine that is not in good working order or one with defective parts.

Employers should carry out a risk assessment on all individual abrasive processes to determine the appropriate protective measures necessary. They should ensure that their employees are suitably trained to carry out their duties.

This leaflet is only intended to provide basic safety recommendations. We strongly recommend that or more detailed information on the safe use of abrasive products, comprehensive Safety Codes are available from FEPA or your National Trade Association.

- FEPA Safety Code for Bonded Abrasives and Precision Superabrazives.
- FEPA Safety Code for Superabrazives for Stone and Construction.
- FEPA Safety Code for Coated Abrasives.

Zalecenia dot. bezpieczeństwa wg FEPA można pobrać ze strony www.pferd.com.

PFERD jest członkiem organizacji oSa

PFERD zobowiązał się wraz z innymi producentami narzędzi produkować wyroby spełniające najwyższe standardy bezpieczeństwa.

Firmy wchodzące w skład oSa produkują z zachowaniem najsurowszych norm. Wspólnie czuwają nad jakością i bezpieczeństwem swoich produktów.

Produkty firmy PFERD oznaczone są znacznikiem bezpieczeństwa oSa.

Na wszelkie pytania dotyczące szlifowania odpowiemy na organizowanych przez firmę PFERD seminariach, a także nasi doradcy techniczno-handlowi chętnie doradzą na miejscu u użytkownika.

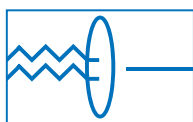


PFERDERGONOMICS

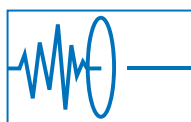
Wybór narzędzia odbija się na warunkach pracy użytkownika i na całym jego środowisku. Ma to duży wpływ nie tylko na rozwiązywanie problemów gospodarczych, ale także istotnie na **zdrowie, bezpieczeństwo i komfort** użytkownika narzędzia.

Żeby sprostać tym wysokim wymaganiom **PFERDERGONOMICS** proponuje rozwiązanie dla:

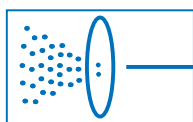
- Mniejszych wibracji
- Mniejszego hałasu
- Mniejszej emisji pyłów
- Optymalnej ergonomii narzędzia podczas pracy



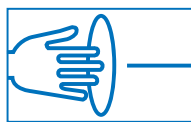
Vibration Filter



Noise Filter



Emission Filter



Haptic Filter



Więcej informacji oraz odpowiednie narzędzia PFERD przedstawione są w prospekcie "**PFERDERGONOMICS** – człowiek jest najważniejszy" oraz "Zdrowie i bezpieczeństwo w miejscu pracy – wartości graniczne dla hałasu i zapylenia."

Na kolejnych stronach najróżniejszym procesom obróbki zostały przydzielone pasujące narzędzia oraz grupy narzędzi PFERD.

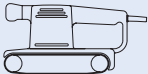
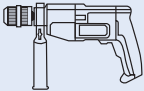
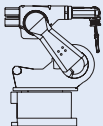
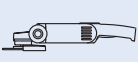
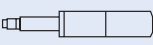
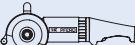
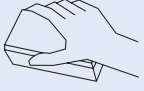
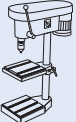
Obrabiane tworzywa sztuczne zostały podzielone z uwagi na ich właściwości

skrawające na **duroplasty, termoplasty i elastomery**. Więcej informacji o odpowiednich narzędziach jako optymalnego rozwiązania obróbczego można uzyskać w podręczniku narzędziowym PFERD oraz prospekcie "Nowości w programie

PFERD". W spisie treści podkatalogów 201-209 zawartym w podręczniku narzędziowym są znajdują się przejrzyste wyszczególnione grupy narzędzi.

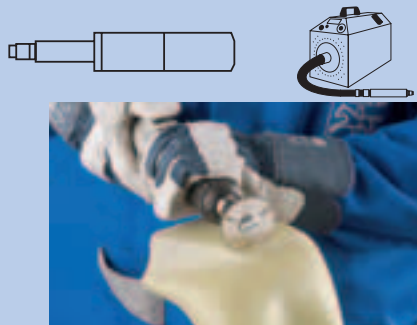
	Odal
	Przycinanie 14-15
	Piłowanie przełomów 16-17
	Odgratowywanie 18-19
	Obróbka precyzyjna i wykańczająca 20-21

W niniejszym prospekcie piktogramy przedstawiają następujące napędy:

	Szlifierka taśmowa		Wiertarka		Użycie na robotach		Szlifierka kątowa
	Szlifierka prosta		Szlifierka ręczna		Satyniarka/ napęd do walca		Piła
	Napęd wałka giętkiego		Użycie ręczne		Wiertarka stojakowa		

Opis procesów pracy:

- Przycinanie profili
- Usuwanie pozostałości tworzyw warstwowych
- Usuwanie dużego gratu
- Przycinanie półfabrykatów



Duroplasty

(także ze wzmocnieniem włókien)

■ Właściwości skrawające

- odporne na temperaturę, nie mażące

■ Potoczne oznaczenia

- GFK
- CFK
- Bakelit



Trzpienie frezarskie HM
Uzębienie FVK



Trzpienie frezarskie HM
Uzębienie PLAST



Trzpienie frezarskie HM
Uzębienie 1



Trzpienie frezarskie HM
Uzębienie ALU



Diamantowe
ściernice trzpieniowe



Diamantowe ściernice
tarczowe do cięcia



Ściernice tarczowe do cięcia
A P SG ø 30-76 mm

Termoplasty

(także ze wzmocnieniem włókien)

■ Właściwości skrawające

- w większości nie odporne na temperaturę, częściowo mażące

■ Potoczne określenia

- Pleksa
- ABS
- PVC
- Nylon
- PP



Trzpienie frezarskie HM
Uzębienie PLAST



Trzpienie frezarskie HM
Uzębienie 1



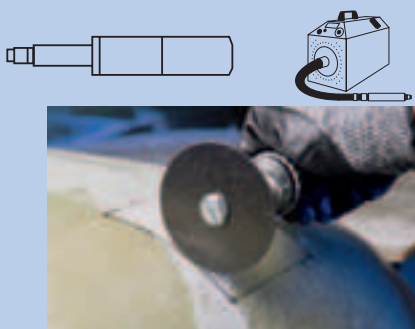
Trzpienie frezarskie HM
Uzębienie ALU

 	 	 
 Diamantowe ściernice tarczowe do cięcia  Ściernice tarczowe do cięcia C P PSF	 Trzpienie frezarskie HM Uzębienie FVK  Trzpienie frezarskie HM Uzębienie PLAST  Diamantowe ściernice tarczowe do cięcia	 Piłki diamentowe
	 Trzpienie frezarskie HM Uzębienie PLAST	



Opis procesów pracy:

- Piłowanie przełomów na zbiornikach i systemach rur
- Tworzenie wykrojów i wgłębień w elementach form odlewniczych



Duroplasty

(także ze wzmocnieniem włókien)

■ Właściwości skrawające

- odporne na temperaturę, nie mażące

■ Potoczne określenia

- GFK
- CFK
- Bakelit



Trzpienie frezarskie HM
Uzębienie FVK



Trzpienie frezarskie HM
Uzębienie PLAST



Diamantowe
ściernice trzpieniowe



Diamantowe ściernice
tarczowe do cięcia



Ściernice tarczowe do cięcia
A P SG ø 30-76 mm

Termoplasty

(także ze wzmocnieniem włókien)

■ Właściwości skrawające

- w większości nie odporne na temperaturę, częściowo mażące

■ Potoczne określenia

- Pleksa
- ABS
- PVC
- Nylon
- PP

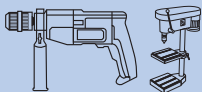
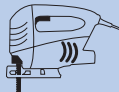


Trzpienie frezarskie HM
Uzębienie PLAST



Trzpienie frezarskie HM
Uzębienie FVK

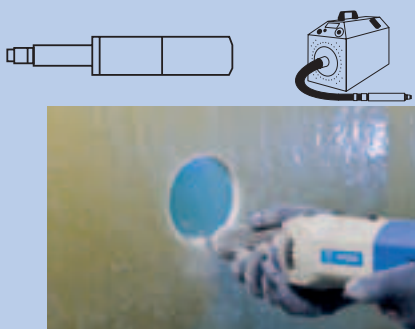


 	 	 	 
 Diamantowe ściernice tarczowe do cięcia  Ściernice tarczowe do cięcia C P PSF	 Otwornice HSS  Wycinaki otworów ze stopów twardych  Wiertła stopniowe HSS z powłoką	 Trzpienie frezarskie HM Uzębienie FVK  Trzpienie frezarskie HM Uzębienie PLAST	 Piłki diamentowe
	 Otwornice HSS  Wycinaki otworów ze stopów twardych  Wiertła stopniowe HSS z powłoką	 Trzpienie frezarskie HM Uzębienie PLAST  Trzpienie frezarskie HM Uzębienie FVK	



Opis procesów pracy:

- Usuwanie gratu wtórnego
- Fazowanie lub zaokrąglanie krawędzi
- Precyzyjne usuwanie gratu z krawędzi, przełomów i konturów



Duroplasty

(także ze wzmocnieniem włókien)

■ Właściwości skrawające

- odporne na temperaturę, nie mażąc

■ Potoczne określenia

- GFK
- CFK
- Bakelit

	Trzpienie frezarskie HM Uzębienie 1		Ściernice trzpieniowe Twardości O		Diamantowe ściernice trzpieniowe
	Trzpienie frezarskie HM Uzębienie MZ		Ściernice trzpieniowe Twardości F-Alu		Szczotki-pędzelki, trzpieniowe, nieplecione PBU SiC
	Trzpienie frezarskie HM Uzębienie ALU		Opaski ściernic		Szczotki tarczowe trzpieniowe, nieplecione RBU SiC
	Trzpienie frezarskie HM Uzębienie FVK		Tarcze ściernic COMBIDISC®		Szczotki tarczowe z otworem wewnętrznym, nieplecione RBU Nylon
	Trzpienie frezarskie HM Uzębienie PLAST		Spraszowane ściernice krążkowe POLINOX® PNER		Szczotki tarczowe z otworem wewnętrznym, nieplecione RBU SiC

Termoplasty

(także ze wzmocnieniem włókien)

■ Właściwości skrawające

- przeważnie nieodporne na temperaturę, częściowo mażące

■ Potoczne określenia

- Pleksa
- ABS
- PVC
- Nylon
- PP

	Trzpienie frezarskie HM Uzębienie 1		Opaski ściernic		Szczotki-pędzelki, trzpieniowe, nieplecione PBU SiC
	Trzpienie frezarskie HM Uzębienie ALU		Tarcze ściernic COMBIDISC®		Szczotki tarczowe trzpieniowe, nieplecione RBU SiC
	Trzpienie frezarskie HM Uzębienie PLAST		Spraszowane ściernice krążkowe POLINOX® PNER		Szczotki tarczowe z otworem wewnętrznym, nieplecione RBU Nylon
	Ściernice trzpieniowe Twardości D		Szczotki tarczowe z otworem wewnętrznym, nieplecione RBU SiC		

Elastomery i

elastomery termoplastyczne

(także ze wzmocnieniem włókien)

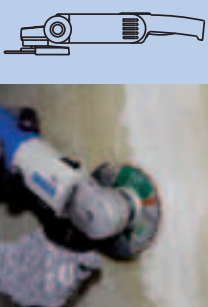
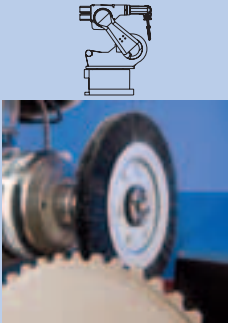
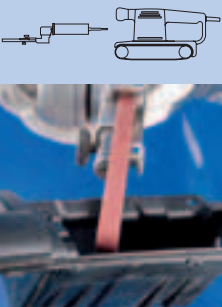
■ Właściwości skrawające

- elastyczne i nieodporne na temperaturę

■ Potoczne określenia

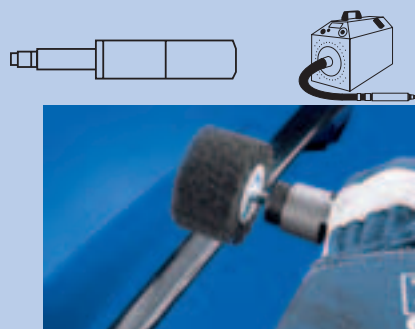
- Guma
- Silikon
- Kauczuk

	Ściernice trzpieniowe Twardości D		Opaski ściernic		Tarcze ściernic COMBIDISC®
	Ściernice trzpieniowe Twardości R		POLIROLL®		Spraszowane ściernice krążkowe POLINOX® PNER

			
 Tarcze fibrowe COMBICLICK®  Tarcze fibrowe  Wykroje ściernocowanie na rzep  Ściernice listkowe POLIFAN® C SG SiC  Szczotki talerzowe, nieplecione DBUR SiC	 Trzpienie frezarskie HM Uzębienie FVK  Trzpienie frezarskie HM Uzębienie PLAST  Trzpienie frezarskie HM Uzębienie ALU  Diamentowe ściernice trzpieniowe  Szczotki tarczowe trzpieniowe, nieplecione RBU SiC  Szczotki tarczowe z otworem wewnętrznym, nieplecione RBU Nylon  Szczotki tarczowe z otworem wewnętrznym, nieplecione RBU SiC  Szczotki talerzowe, nieplecione DBU SiC	 Taśmy ściernie krótkie  Taśmy ściernie długie	 Pilniki warsztatowe  Arkusze  Bloczki ściernie  Rolki ściernie  Pilniki diamentowe
 Tarcze fibrowe COMBICLICK®  Tarcze fibrowe  Wykroje ściernocowanie na rzep  Szczotki talerzowe, nieplecione DBUR SiC	 Trzpienie frezarskie HM Uzębienie PLAST  Trzpienie frezarskie HM Uzębienie ALU  Szczotki tarczowe z otworem wewnętrznym, nieplecione RBU SiC  Szczotki talerzowe, nieplecione DBU SiC  Szczotki tarczowe trzpieniowe, nieplecione RBU SiC  Szczotki tarczowe z otworem wewnętrznym, nieplecione RBU Nylon	 Taśmy ściernie krótkie  Taśmy ściernie długie	 Pilniki warsztatowe  Okrawacz ręczny  Arkusze  Bloczki ściernie
 Tarcze fibrowe COMBICLICK®  Tarcze fibrowe  Wykroje ściernocowanie na rzep		 Taśmy ściernie krótkie  Taśmy ściernie długie	 Pilniki frezowane  Okrawacz ręczny  Arkusze  Bloczki ściernie  Rolki ściernie

Opis procesów pracy:

- Obróbka wykańczająca powierzchni
- Uzyskiwanie powierzchni funkcyjnych
- Usuwanie warstw adhezyjnych / tzw. "gelcoating"
- Przygotowywanie powierzchni przed klejeniem
- Usuwanie defektów i nierówności



Duroplasty

(także ze wzmocnieniem włókien)

- **Właściwości skrawające**
 - odporne na temperaturę, nie mażące
- **Potoczne określenia**
 - GFK
 - CFK
 - Bakelit

	Tarcze ściernie COMBIDISC®		Ściernice wachlarzowe z otworem wewnętrznym		Tarcze fibrowe COMBICLICK®		Dyski z włókniny sprasowanej POLINOX® PNER
	Ściernice trzpieniowe POLINOX® PNL/PNZ		Pierścień tkaninowy z pastą polerską		Tarcze fibrowe		Ściernice listkowe POLIFAN® C SG SiC
	Ściernice krążkowe POLINOX® PNL/PNZ		Tarcze włókninowe z pastą polerską		Wykroje ściernie - mocowanie na rzep		Szcz. tarcz. dla szlif. kątowych, nieplecione RBU ST
	Sprasowane ściernice krążkowe POLINOX® PNER		Szcz. tarcz. Z otw. wewn., nieplec. RBU ST/SiC		Ściernice POLICLEAN®		Szczotki garnkowe z gwintem, nieplecione TBU ST/SiC
	Narzędzia POLICLEAN®		Szczotki tarczowe trzpieniowe, nieplecione RBU ST/SiC		Wykroje ściernie - mocowanie na rzep POLIVLIES®		Szczotki talerzowe, nieplecione DBUR SiC
	Ściernice wachlarzowe		Szczotki-pędzelki, trzpieniowe, nieplecione PBU ST/SiC		Ściernice włókninowe POLIVLIES®		

Termoplasty

(także ze wzmocnieniem włókien)

- **Właściwości skrawające**
 - przeważnie nieodporne na temperaturę, częściowo mażące
- **Potoczne określenia**
 - Pleksa
 - ABS
 - PVC
 - Nylon
 - PP

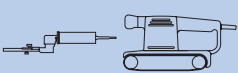
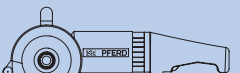
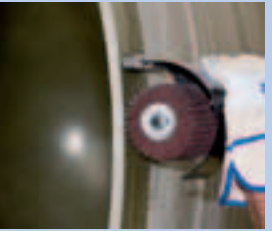
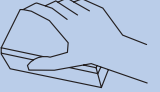
	Tarcze ściernie COMBIDISC®		Ściernice wachlarzowe z otworem wewnętrznym		Tarcze fibrowe COMBICLICK®		Ściernice listkowe POLIFAN® C SG SiC
	Pierścień tkaninowy z pastą polerską		Szcz. tarcz. Z otw. wewn., nieplec. RBU ST/SiC		Tarcze fibrowe		Szcz. tarcz. dla szlif. kątowych, nieplecione RBU ST
	Tarcze włókninowe z pastą polerską		Szczotki tarczowe trzpieniowe, nieplecione RBU ST/SiC		Wykroje ściernie - mocowanie na rzep		Szczotki garnkowe z gwintem, nieplecione TBU ST/SiC
	Ściernice wachlarzowe		Szczotki-pędzelki, trzpieniowe, nieplecione PBU ST/SiC		Śc. włók. POLIVLIES® / Wykr. ściernie - moc. na rzep		Szczotki talerzowe, nieplecione DBUR SiC

Elastomery

i elastomery termoplastyczne (także ze wzmocnieniem włókien)

- **Właściwości skrawające**
 - elastyczne i nieodporne na temperaturę
- **Potoczne określenia**
 - Guma
 - Silikon
 - Kauczuk

	Tarcze ściernie COMBIDISC®		Ściernice wachlarzowe		Tarcze fibrowe COMBICLICK®		Dyski z włókniny sprasowanej POLINOX® PNER
	Ściernice trzpieniowe POLINOX® PNL/PNZ		Ściernice wachlarzowe z otworem wewnętrznym		Tarcze fibrowe		Ściernice listkowe POLIFAN® C SG SiC
	Ściernice krążkowe POLINOX® PNL/PNZ		Szcz. tarcz. Z otw. wewn., nieplec. RBU ST/SiC		Wykroje ściernie - mocowanie na rzep		Szcz. tarcz. dla szlif. kątowych, nieplecione RBU ST
	Sprasowane ściernice krążkowe POLINOX® PNER		Szczotki tarczowe trzpieniowe, nieplecione RBU ST/SiC		Ściernice POLICLEAN®		Szczotki garnkowe z gwintem, nieplecione TBU ST
	Narzędzia POLICLEAN®		Szczotki-pędzelki, trzpieniowe, nieplecione PBU ST/SiC		Wykroje ściernie - mocowanie na rzep POLIVLIES®		Szczotki tarczowe POLISCRATCH
	Szczotki tarczowe POLISCRATCH		Szczotki garnkowe trzpieniowe, nieplecione TBU ST/SiC		Ściernice włókninowe POLIVLIES®		

 	 	 	 
 Taśmy ściernie krótkie  Taśmy ściernie długie  Taśmy włókninowe	 Walce szlifierskie POLINOX®  Walce szlifierskie  Szczotka walcowa, niepleciona ST/SiC	 Szczotki tarczowe z otworem wewnętrznym, nieplecione RBU ST/SiC  Szczotki tarczowe trzpieniowe, nieplecione RBU ST/SiC  Szczotki talerzowe, nieplecione DBU SiC	 Arkusze  Bloczki ściernie  Rolki ściernie  Szczotki ręczne HBU ST
 Taśmy ściernie krótkie  Taśmy ściernie długie  Taśmy włókninowe	 Walce szlifierskie POLINOX®  Walce szlifierskie  Szczotka walcowa, niepleciona ST/SiC	 Szczotki tarczowe z otworem wewnętrznym, nieplecione RBU ST/SiC  Szczotki tarczowe trzpieniowe, nieplecione RBU ST/SiC  Szczotki talerzowe, nieplecione DBU SiC	 Arkusze  Bloczki ściernie  Rolki ściernie  Szczotki ręczne HBU ST
 Taśmy ściernie krótkie  Taśmy ściernie długie  Taśmy włókninowe	 Walce szlifierskie POLINOX®  Walce szlifierskie  Szczotka walcowa, niepleciona LIT ST	 Szczotki tarczowe z otworem wewnętrznym, nieplecione RBU ST  Szczotki tarczowe trzpieniowe, nieplecione RBU ST	 Arkusze  Bloczki ściernie  Rolki ściernie  Szczotki ręczne HBU ST



	Odal
	Katalog 201 Pilniki 24
	Katalog 202 Trzpień frezarskie 25-26
	Katalog 203 Ściernice trzpieniowe 27
	Katalog 204 Narzędzia do szlifu dokładnego i polerowania 28-29
	Katalog 205 Narzędzia z nasypem diamentowym i CBN 30-31
	Katalog 206 Ściernice tarczowe do cięcia i zdzierania 32-33
	Katalog 208 Szczotki techniczne 34-35
	Katalog 209 Napędy narzędzi 36-37



Pilniki PFERD są markowym wyrobem najwyższej światowej jakości. Zdobyte na przełomie wieków doświadczenia wpłynęły na rozwój ukierunkowanych na zastosowanie, idealnych kształtów i nacięć pilników dla przemysłu i rzemiosła. Zestawiliśmy nasze zalecenia dotyczące obróbki tworzyw sztucznych przy użyciu pilników.



Pilniki warsztatowe (nacięcie 1 i 2) oraz **pilniki odgratowujące** (1312) bardzo dobrze nadają się do odgratowywania i fazowania elementów z różnych **duroplastów** oraz **termoplastów** z i bez wzmocnienia z włókien. Wybór odpowiedniego kształtu pilnika uzależniony jest od kształtu obrabianego/wytwarzanego przedmiotu.

Płaski

Do odgratowywania i obróbki prostokątnych kształtów.



Półokrągły, okrągły

Do odgratowywania promieni i okrągłych przełomów.

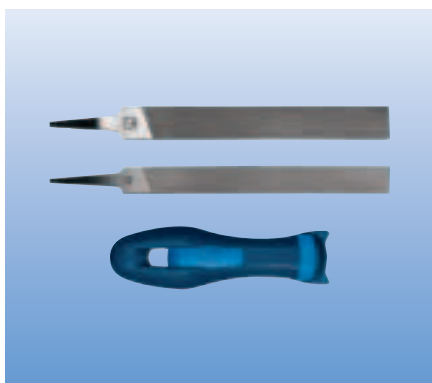


Czworokątny, trójkątny

Do odgratowywania wąskich, prostych kształtów.



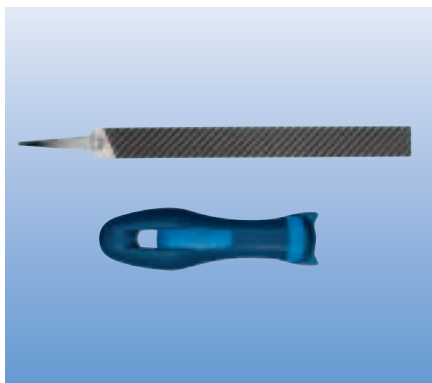
Do optymalnego użycia PFERD poleca wygodne w użyciu, ergonomiczne uchwyty.



Frezowane pilniki z chwytem znakomicie nadają się do fazowania oraz do użycia na krawędziach **elementów** obrabianych z elastomerów. Wybór uzębienia uzależniony jest od twardości detali materiału oraz ilości materiału, jaki ma zostać usunięty.

Zasada: Im twardszy materiał i im więcej jest go do usunięcia, tym bardziej zgrubne powinno być uzębienie pilnika.

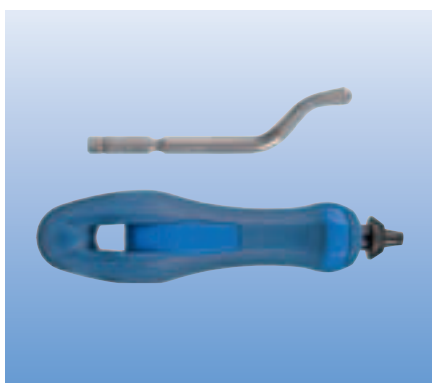
Do optymalnego użycia PFERD poleca wygodne w użyciu, ergonomiczne uchwyty.



Okrawacz ręczny ze specjalnym ostrzem do tworzyw sztucznych (BS 1018)

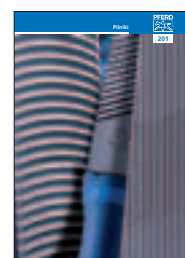
doskonale nadaje się do odgratowywania, fazowania oraz obróbki wykańczającej elementów z miękkich **termoplastów** oraz twardych **elastomerów** (od ok. 75 stopni A Shore). Sprawna obróbka trudno dostępnych miejsc, otworów, średnic zewnętrznych i wewnętrznych.

Specjalny uchwyt umożliwia łatwo wymiennym ostrzom okrawacza wygodne prowadzenie i optymalnie użycie. Narzędzia znakomicie dopasowują się do konturów elementu obrabianego. Obrotowo ułożyskowany system mocujący gwarantuje łatwe prowadzenie i wymianę ostrzy okrawacza.

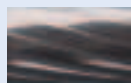


Wskazówka

Więcej informacji znajdą Państwo w podręczniku narzędziowym firmy PFERD, katalog 201.



Uzębienie 1



Uniwersalne uzębienie do obróbki **duroplastów** i **termoplastów** z i bez wzmocnienia włóknem. Bardzo spokojna praca, łatwe prowadzenie, dobra lub bardzo dobra wydajność zdzierania.

v_c : 600-900 m/min.

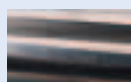
Uzębienie ALU



Bardzo dobra wydajność skrawania przy obróbce **duroplastów** i **termoplastów** z i bez wzmocnienia włóknem. Znakomite do obróbki pleksiglasu.

v_c : 500-1.100 m/min.

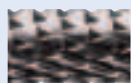
Uzębienie PLAST



Odpowiednie przy kombinacji pracy wiertłem z pracami frezarskimi, zwłaszcza na mniej twardych **duroplastach** wzmocnianych włóknem szklanym i węglowym. Dzięki prostemu uzębieniu oraz włóknem PKD dochodzi do niewielkiej delaminacji oraz strzępienia materiału. Doskonałe użycie również na maszynach i robotach.

v_c : 500-900 m/min.

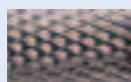
Uzębienie FVK



Odpowiednie przy kombinacji pracy wiertłem z pracami frezarskimi, zwłaszcza na **duroplastach** wzmocnianych włóknem szklanym i węglowym (GFK i CFK), do użycia szczególnie też na twardych GFK i CFK < 40% udziału włókien.

v_c : 500-900 m/min.

Uzębienie MZ



Do lekkich prac odgratowujących i fazujących. Uzyskiwana bardzo dobra powierzchnia.

v_c : 450-500 m/min.

Trzpienie frezarskie ze stopów twardych

Znakomite do odgratowywania, fazowania, wyrównywania geometrii. Duża ilość kształtów i wymiarów (D 2 mm do 16 mm) oraz pięć rodzajów uzębienia pozwalają na obróbkę **duroplastów** oraz **termoplastów** bez i z wzmocnieniem włókien.

Zalecenia dot. zastosowania

- Do ekonomicznego zastosowania trzpieni frezarskich (trzeień $\varnothing$ 6 mm) zalecana jest możliwie duża liczba obrotów oraz prędkość cięcia przy mocy napędu 300 do 500 Watt.
- Obróbka **elastomerów** uwarunkowana jest od twardości od powyżej 80 st. Shore'a. Preferowane uzębienie ALU oraz PLAST.
- Zasada: jeżeli narzędzie ma skłonności do drgań w trakcie pracy, należy zwiększyć obroty.
- W przypadku roztopiania należy zredukować obroty i ew. siłę docisku.
- Przy obróbce **termoplastów** liczbę obrotów należy ustawić w taki sposób, aby obrabiany detal nie uległ topnieniu i nie doprowadził do zapchania narzędzia.
- W celu ekonomicznej obróbki **duroplastów** należy pracować w wyższym zakresie obrotów i prędkości.
- Aby zapobiec niebezpieczeństwu ułamania narzędzia, wynikającego z bicia oraz drgań narzędzia podczas pracy, należy przestrzegać następujących zasad: obrabiana grubość materiału musi być zasadniczo mniejsza niż średnica trzpienia frezarskiego.



Zalecany zakres liczby obrotów [min⁻¹]

$\varnothing$ [mm]	Prędkość pracy v_c [m/min]			
	500	600	900	1.100
Liczba obrotów n [min ⁻¹]				
2	80.000	95.000	143.000	-
3	53.000	64.000	95.000	117.000
4	40.000	48.000	72.000	-
6	27.000	32.000	48.000	59.000
8	20.000	24.000	36.000	44.000
10	16.000	19.000	29.000	35.000
12	13.000	16.000	24.000	30.000
16	10.000	12.000	18.000	22.000

Wskazówka

Podane dane dotyczące liczby obrotów odnoszą się do użycia narzędzia przy obciążeniu.

Przykład:

Trzeień frezarski, uzębienie FVK, $\varnothing$ 8 mm.

Obróbka **duroplastów** i **termoplastów** z i bez wzmocnienia włóknem.

Prędkość pracy: 500-900 m/min

Zakres obrotów: 20.000-36.000 min⁻¹

Wykonania specjalne

Gdyby obszerny program katalogowy okazał się niewystarczający przy procesach pracy naszych klientów, możliwe jest wykonanie specjalne z zachowaniem najwyższej jakości zgodnej z wymogami PFERD. Takie wykonanie obejmuje:

- inne wymiary i kształty
- inną średnicę i długości trzpienia
- inne uzębienie i rodzaje ziaren

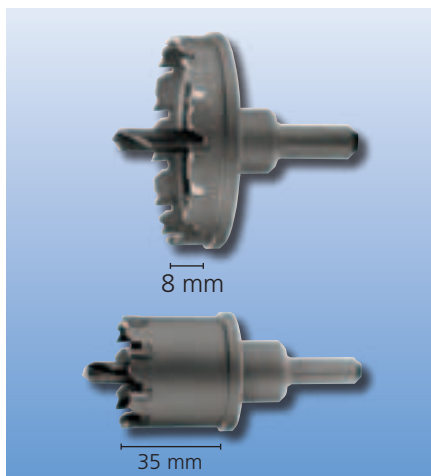
Specjalnie przy produkcji wielkoseryjnej w coraz większym stopniu trzpienie frezarskie używane są na robotach. PFERD oferuje również trzpienie frezarskie z ograniczoną tolerancją i stałą wydajnością skrawania.

Doświadczeni parownicy terenowi oraz doradcy techniczni chętnie odpowiedzą na pytania użytkowników.

Wskazówka

Więcej informacji znajdą Państwo w podręczniku narzędziowym firmy PFERD, katalog 202.





Wycinaki otworów ze stopów twardych

Wycinaki otworów ze stopów twardych są profesjonalnymi, wysokiej jakości narzędziami do wycinania otworów. Dzięki odpornemu na ścieranie ostrzu oraz wysokiej dokładności ruchu obrotowego (część robocza i trzonek stanowią monolit) wycinaki znakomicie nadają się do ekonomicznej obróbki **duroplastów** wzmocnianych włóknem oraz **termoplastów** z lub bez wzmocnienia włóknem.

Wycinaki używane są na wiertarkach ręcznych lub maszynach stacjonarnych.

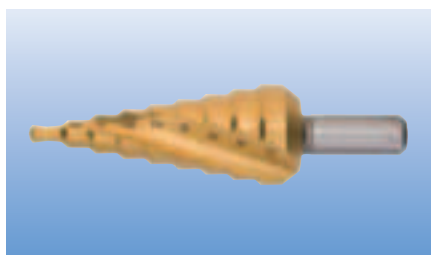
- **Wykonanie płytke** (8 mm wysokość narzędzia) do obróbki materiału płaskiego, dostępne średnice 16 do 105 mm.
- **Wykonanie głębokie** (35 mm wysokość narzędzia) przeznaczone jest do obróbki rur oraz pracy na powierzchniach wypukłych, dostępne średnice 16 do 60 mm.



Otwornice HSS

Znakomicie nadają się do szybkiego i dokładnego wycinania otworów. Wysokiej jakości uzębienie ze stali szybko tnącej HSS oraz jego różnorodne rozmieszczenie gwarantuje ekonomiczne użycie zwłaszcza na cienkościennych elementach budowlanych z **duroplastów** i **termoplastów** z i bez wzmocnienia włóknem.

Dostępne wymiary średnic otwornic HSS od 14 do 152 mm.



Wiertła stopniowe HSS z powłoką HICOAT®

Soldine, wysokiej jakości narzędzie z warstwą odporną na ścieranie, do wiercenia i odgratowywania **duroplastów** i **termoplastów** z i bez wzmocnienia włóknem aż do maksymalnej grubości materiału 4 mm.

PFERD oferuje dwa wykonania wiertel stopniowych HSS:

- **Obszar wiercenia 4 do 20 mm** (9 stopni wiercenia)
- **Obszar wiercenia 4 do 30 mm** (14 stopni wiercenia).

Zalecenia dot. zastosowania

- Wycinaki otworów oraz otwornice HSS służą do uniwersalnego użycia, z wyjątkiem użycia na **elastomerach**.
- Wiertła stopniowe HSS służą do uniwersalnego zastosowania, w wyjątkiem użycia na **elastomerach**.
- Ze względu na ich trwałość, wycinaki otworów ze stopów twardych nadają się do obróbki **duroplastów** ze wzmocnieniem włóknem.

Doświadczeni parcownicy terenowi oraz doradcy techniczni chętnie odpowiedzą na pytania użytkowników.



Wskazówka

Więcej informacji znajdą Państwo w przewodniku narzędziowym firmy PFERD, katalog 202.



Firma PFERD oferuje bardzo szeroki program ściernic trzpieniowych o spoiwach ceramicznych i żywicznych. Z wielu typów i wielkości ścierniwa, twardości spoiw, produkowane są narzędzia dostosowane do wszelkich zadań obróbkowych o najróżniejszych kształtach. Tworzywa sztuczne to materiały o dużych wymagach dotyczących narzędzi, dlatego PFERD stworzył specjalne łączenia, gwarantujące optymalną wydajność zdzierania w czasie całej żywotności. Znakomicie nadają się do odgratowywania i fazowania tworzyw sztucznych.

Ściernice trzpieniowe do obróbki **duroplastów**

Ściernice trzpieniowe w twardości O produkowane są ze spoiwa ceramicznego i różowego korundu szlachetnego. Z kombinacji odpornego na zużycie ziarna i twardego spoiwa produkowane są ściernice trzpieniowe o bardzo dużej żywotności. Twardość O nadaje się szczególnie do użycia na krawędziach oraz przy pracach odgratowujących.

Ściernice trzpieniowe **twardości F-ALU** produkowane są ze spoiwa ceramicznego i zielonego węgla krzemowego. Otwarta struktura oraz specjalna impregnacja umożliwiają dużą ilość usuwanego materiału podczas obróbki małych elementów. Twardość F-ALU odznacza się dużą ilością usuwanego materiału.

Ściernice trzpieniowe do obróbki **termoplastów**

Ściernice trzpieniowe twardości D produkowane są ze specjalnego ceramicznego spoiwa i korundu sferycznego białego (HKK). Niewielki udział spoiwa w połączeniu z korundem sferycznym białym tworzą najbardziej miękką ściernicę trzpieniową w programie narzędzi PFERD. Twardość D do uniwersalnego zastosowania na miękkich materiałach, odznacza się dobrą agresywnością szlifowania.

Ściernice trzpieniowe do obróbki **elastomerów**

Ściernice trzpieniowe twardości R produkowane są ze specjalnego ceramicznego spoiwa i korundu sferycznego białego (HKK). Niewielki udział spoiwa w połączeniu z korundem sferycznym białym tworzą najbardziej miękką ściernicę trzpieniową w programie narzędzi PFERD. Bardzo dobrze nadają się do obróbki **elastomerów**.

Ściernice trzpieniowe **twardości R** produkowane są ze spoiwa ceramicznego i szarego węgla krzemowego i bardzo dobrze nadają się do obróbki **elastomerów**. Kombinacja bardzo twardego materiału ściernego oraz dużego udziału spoiwa pozwala osiągnąć dużą żywotność podczas procesu szlifowania. Twardość R jest odpowiednia do obróbki krawędzi przy dużej prędkości pracy.

Wykonania specjalne

Na życzenie mogą zostać wykonane ściernice w wykonaniu specjalnym uwzględniające:

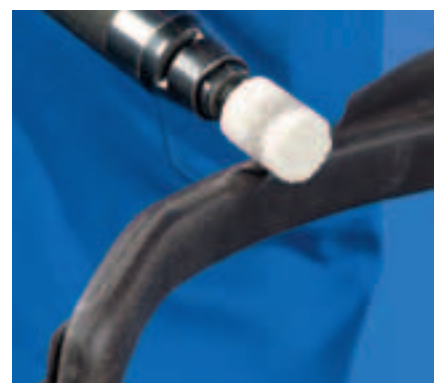
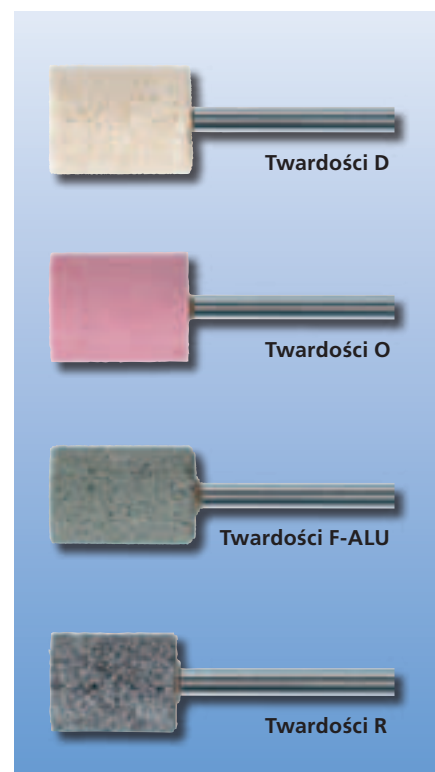
- inne wymiary i kształty
- niestandardową granulację i rodzaj ziarna
- niestandardowe mieszaniny ziaren oraz
- inne wymiary średnicy i długości trzpieni

Zalecenia dot. zastosowania

- Przy obróbce **duroplastów** preferowane jest użycie ściernic z drobniejszym uziarnieniem.
- Przy obróbce **termoplastów** zaleca się użycie ściernic trzpieniowych z grubszy-
m uziarnieniem.
- Przy obróbce **elastomerów** zaleca się użycie ściernic trzpieniowych z grubszy-
m uziarnieniem.

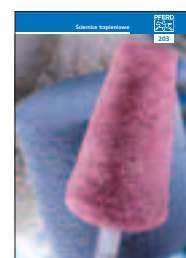
Dodatkowe wskazówki dot. bezpieczeństwa

- Wszystkie ściernice trzpieniowe firmy PFERD dopuszczone są do maks. 50 m/s. Norma DIN 69170, na bazie EN 12413, przewiduje dla różnych długości oraz średnic trzpieni maks. obroty. Należy ich koniecznie przestrzegać, aby uniknąć pęknięcia trzpieni podczas pracy.



Wskazówka

Więcej informacji znajdą Państwo w podręczniku narzędziowym firmy PFERD, katalog 203.

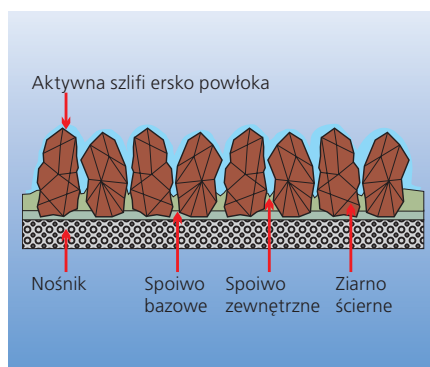




Firma PFERD oferuje bardzo szeroki program narzędzi do szlifu dokładnego i polerowania produkowane w dostosowaniu do najróżniejszych wymogów procesów obróbkowych, w szerokiej palecie kształtów i budowy narzędzi. Są odpowiednie do szlifu wstępnego, odgratowywania, fazowania, szlifu dokładnego oraz polerowania **duropłastów**, **termoplastów** lub **elastomerów**.

Narzędzia ścierne nasypowe

Przy obróbce tworzyw sztucznych narzędziami nasypowymi decydujący jest dobór granulacji. Przy zastosowaniu grubszego ziarna uzyskiwany jest duży urobek materiału (np. przy fazowaniu za pomocą tarcz fibrowych, granulacja 36). Przy użyciu bardzo drobnego ziarna możliwa jest precyzyjna obróbka wykańczająca (np. przygotowywanie do polerowania za pomocą ściernic wachlarzowych, granulacja 320). Bardzo dobre rezultaty pracy osiągane są dzięki materiałom ściernym z zawartością węgla krzemowego SiC.



Budowa narzędzi ściernych nasypowych.

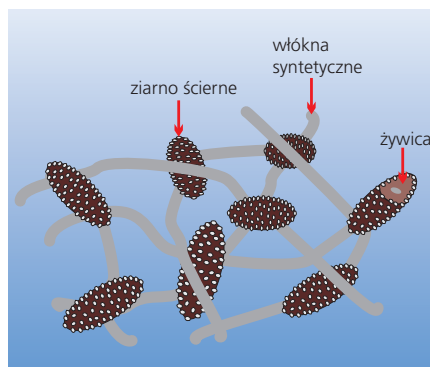
Narzędzia ścierne nasypowe w katalogu 204:

- Tarcze fibrowe COMBICLICK®
- Tarcze fibrowe
- Narzędzia COMBIDISC® i ATADISC
- Taśmy ścierne długie i krótkie
- Rolki ścierne i arkusze
- Wykroje ściernie-mocowanie na rzep
- Opaski ściernie
- Ściernice wachlarzowe, ściernice wachlarzowe z otworem wewn., walce szlifierskie

Narzędzia z włókniny ścierniej

Materiały ściernie z włókniną ścierną składają się z włókien poliamidowych, żywicy syntetycznej oraz ziarna ściernego. Struktura włókniny zaimpregnowana jest żywicą i ziarnem ściernym. Bardzo luźne połączenie ze sobą poszczególnych włókien powoduje dużą elastyczność i dobre właściwości włókniny ścierniej, pozwalającej uzyskać specjalną jakość powierzchni, nieporównywalnej z powierzchniami uzyskanymi dzięki pracy innymi narzędziami. Równomierne rozmieszczenie nasypu na podłożu umożliwia pracę zawsze nowym, świeżym i ostrym ziarnem.

Narzędzia ściernie włókninowe są wodoodporne i wytrzymałe. Nie zapychają się i trudno przewodzą. Włóknina ścierna może być używana przy odgratowywaniu, czyszczeniu i przy obróbce powierzchni z tworzywa sztucznego. Włóknina szlifierska może być używana zarówno w szlifie mokrym, jak i suchym.



Budowa włókniny ścierniej.

Narzędzia ściernie włókninowe w katalogu 204:

- Wykroje włókninowe COMBIDISC®
- POLINOX®-ściernice, ściernice krążkowe i walce
- Wykroje i ściernice POLIVLIES®
- Wykroje ściernie – mocowanie na rzep POLIVLIES®
- Narzędzia POLICLEAN®
- Taśmy ściernie krótkie wykonanie włókninowe

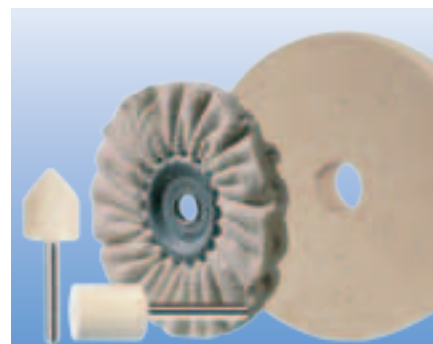


Narzędzia do polerowania

Do polerowania tworzyw sztucznych, zwłaszcza **duroplastów** i **termoplastów** PFERD oferuje obszerny program narzędzi do polerowania oraz pasty polerskie w różnych średnicach, twardościach, granulacjach, wykonaniach i kształtach.

Narzędzia do polerowania w katalogu 204:

- Filcowe ściernice trzpieniowe i krążki filcowe
- Pierścienie tkaninowe
- Pasty szlifierskie
- Pasty polerskie



Zalecenia dot. zastosowania

- Przy obróbce **duroplastów** preferowane użycie przy większej prędkości pracy.
- Przy obróbce **termoplastów** preferowane użycie przy mniejszej prędkości pracy w celu uniknięcia topnienia materiału.
- Przy miękkich materiałach preferowane użycie grubszego ziarna
- Przy twardszych materiałach preferowane użycie drobniejszego ziarna.

Wykonania specjalne

Na życzenie mogą zostać wykonane ściernice w wykonaniu specjalnym uwzględniające:

- inne wymiary i kształty,
- niestandardową granulację i rodzaj ziarna,
- niestandardowe mieszanki ziaren oraz
- inne wymiary średnicy i długości trzpieni.



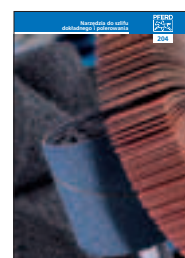
Nasz cel:

Optymalne rezultaty pracy oraz wysoka ekonomiczność przy obróbce tworzyw sztucznych

PFERD oferuje kompetentne, indywidualne doradztwo w kwestiach związanych z obróbką tworzyw sztucznych. Doświadczeni pracownicy terenowi oraz doradcy techniczni chętnie odpowiedzą na pytania użytkowników.

Wskazówka

Więcej informacji znajdą Państwo w podręczniku narzędziowym firmy PFERD, katalog 204.





Prędkość pracy

Do obróbki GFK i CFK zaleca się prędkość pracy od 30-80 m/s. Nie wolno przekraczać najwyższej dopuszczalnej prędkości obrotowej podanej dla każdego narzędzia. Prędkość cięcia ewentualnie powinna zostać zredukowana.



Narzędzia diamentowe ze spoiwem galwanicznym – znakomite do obróbki **duroplastów** wzmacnianych włóknem szklanym i węglowym (GFK i CFK)

Ze względu na dużą twardość i ostrość krawędzi diamentowych materiałów ściernych oraz odporność na ścieranie spoiwa galwanicznego z dużymi komorami wiórowymi, narzędzia te znakomicie nadają się do obróbki tworzyw sztucznych wzmacnianych włóknem szklanym i węglowym (GFK i CFK).

Zalety

- Szybsza praca dzięki bardzo dużej agresywności narzędzi.
- Wysoka ekonomiczność i rzadsza zmiana narzędzia dzięki znakomitej żywotności narzędzi.
- Optymalna obróbka głębokich szczelin i dużych przekrojów dzięki niezmienniej geometrii narzędzi.

Wielkość ziarna

Oznaczenie dwóch przykładowych średnic ziaren, mierzone μm . Tzn, wyższa liczba oznacza grubsze ziarno, mniejsza liczba oznacza drobniejsze ziarno. Dobór optymalnej granulacji zależy od stosowanego narzędzia. Do obróbki CFK stosuje się z reguły nieco drobniejsze ziarno.

Wielkości ziarna	Oznaczenie ziarna
 drobne 	D 126
	D 151
	D 181
	D 251
 grubsze  zgrubne	D 357
	D 427
	D 502

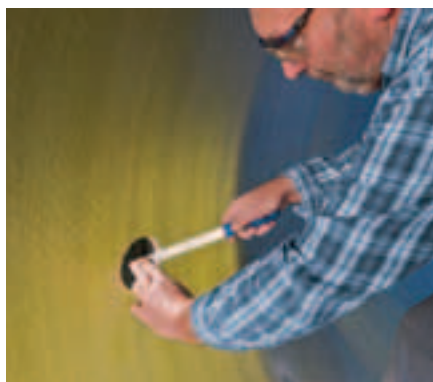
Diamantowe ściernice tarczowe do cięcia w granulacjach D 357 i D 427 znakomicie nadają się do obróbki najróżniejszych elementów form. W zależności od średnicy narzędzia, używane są na szlifierkach prostych, kątowych oraz napędach stacjonarnych.

Diamantowe ściernice tarczowe do cięcia odznaczają się bardzo dobrymi właściwościami cięcia oraz dużą żywotnością.

Grubość materiału	Kształt
cienki  gruby	D okładzina ciągła  G okładzina ciągła z segmentami ochronnymi  S 2 segmenty z wąskimi nacięciami 

Piłki diamentowe w granulacji D 357 są znakomite do obróbki GFK i CFK, np. wycinania otworów w zbiornikach czy prefabrykowanych płytach. Piłki diamentowe umożliwiają wycinanie dowolnych kształtów, charakteryzują się dużą żywotnością.

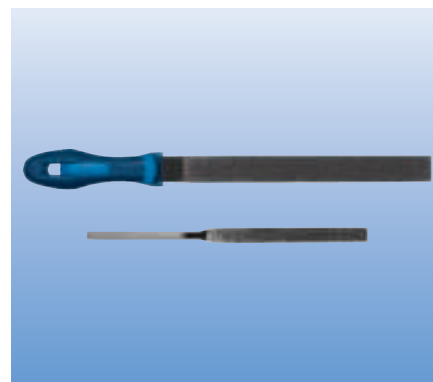




Diamentowe pilniki warsztatowe oraz **diamentowe pilniki ręczne** od granulacji D 126 są znakomite do obróbki GFK i CFK, np. przełamywania krawędzi, odgratowywania, fazowania.

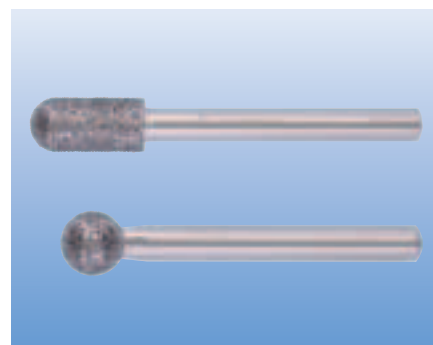
W celu optymalnego i ekonomicznego rozwiązania zadania obróbczego, PFERD proponuje różne wykonania, kształty i granulacje.

Zalecenia: im więcej materiału do usunięcia, należy użyć grubszego ziarna.



Diamentowe ściernice trzpieniowe w granulacjach D 126 do D 357 znakomicie nadają się do wielu zadań szlifierskich jak np. fazowanie, piłowanie, zaokrąglanie krawędzi, odgratowywanie krawędzi i otworów oraz profili.

Zalecenia: im więcej materiału do usunięcia, należy użyć grubszego ziarna.



Wykonania specjalne

Mocną stroną firmy PFERD jest wykonywanie narzędzi do obróbki **duroplastów** (GFK i CFK) w wykonaniu specjalnym zgodnie z życzeniem klienta. Możliwe jest wyprodukowanie pojedynczych narzędzi.

Diamentowe otwornice w wymaganych przez Państwa średnicach oraz granulacjach D 357 oraz D 427 znakomicie nadają się np. do wycinania okrągłych otworów przy produkcji zbiorników i urządzeń.

PFERD oferuje indywidualne doradztwo w kwestii obróbki tworzyw sztucznych przy użyciu narzędzi diamentowych. Nasi doświadczeni doradcy techniczni są do Państwa dyspozycji.



Obróbka okładziny cierniej w przemyśle samochodowym i transportowym



PFERD posiada długoletnie doświadczenie w obszarze obróbki okładzin ciernych spojonych żywicą syntetyczną (**duroplasty** z różnymi substancjami pomocniczymi), jak okładzina hamulca lub sprzęgła w przemyśle motoryzacyjnym i przy produkcji pojazdów użytkowych. Podczas pracy diamentowymi narzędziami spojonymi galwanicznie, podczas cięcia okładziny oraz przy szlifowaniu rowków, żłobków, profili przy odpowiednio dobranych wymiarach uzyskiwane są ekonomiczne rezultaty pracy.

Doradztwo techniczne PFERD jest do dyspozycji także na miejscu u klienta. PFERD przy współpracy z użytkownikiem opracowuje specjalne rozwiązania i wykonania, będące pomocne przy procesach obróbczych.

Wskazówka

Więcej informacji znajdą Państwo w podręczniku narzędziowym firmy PFERD, katalog 205.





PFERD oferuje ściernice tarczowe do cięcia ze spoiwem galwanicznym, znakomite do obróbki **duroplastów**.

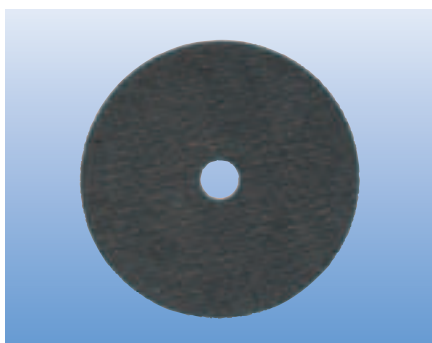
Zalety

- Tworzywa sztuczne mogą zostać rozdzielone bez termicznego obciążenia materiału.
- Cienkie ściernice diamentowe PFERD umożliwiają chłodne cięcie bez tworzenia się gratu.
- Szczególnie przy użyciu ściernic tarczowych z zawartością węgla krzemu osiąga się nadzwyczaj dobre rezultaty pracy.



Uniwersalna linia PS-FORTE Wykonanie C P PSF

Uniwersalne narzędzie, **twardość P**. Wysoka wydajność cięcia, duża żywotność.



Wydajna linia SG-ELASTIC Wykonanie A P SG Ø 30-76 mm

Uniwersalne narzędzie w **twardości P** do cięcia cienkościennych tworzyw sztucznych. Wykonanie PFERD o dużej wydajności i żywotności. Do użycia z wmontowanym **uchwytem** na szlifierkach prostych aż przy najwyższej dopuszczalnej liczbie obrotów uchwytu.



Zalecenia dot. zastosowania

- Grubość ściernicy 1,6/1,0 mm do szybkiego, wygodnego cięcia bez gratu.
- Użycie dużych flanszy mocujących (SFS 76) zwiększa stabilność krawędzi i zapewnia precyzyjne prowadzenie tarczy zwłaszcza cienkich, w wykonaniu prostym Ø 178 oraz 230 mm.

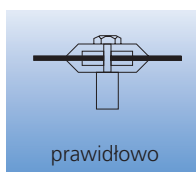
Wykonania specjalne

Gdyby obszerny program katalogowy okazał się niewystarczający przy procesach obróbkowych naszych klientów, możliwe jest wykonanie specjalne z zachowaniem najwyższej jakości zgodnej z wymogami PFERD.

Doświadczeni pracownicy terenowi oraz doradcy techniczni chętnie odpowiedzą na pytania użytkowników.

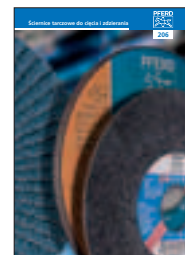
Dodatkowe informacje dot. bezpieczeństwa

- Użycie flanszy mocujących o dwóch różnych średnicach nie jest dopuszczalne.



Wskazówka

Więcej informacji znajdą Państwo w podręczniku narzędziowym firmy PFERD, katalog 206.



PFERD oferuje ściernice listkowe odpowiednie do obróbki **duroplastów**.

Zalety

- Ściernice listkowe POLIFAN® przekonują dobrymi właściwościami szlifującymi bez termicznego obciążania materiału.
- Pozwalają uzyskać bardzo dobrą powierzchnię.
- Szczególnie ściernice listkowe PFERD z zawartością węgla krzemu pozwalają uzyskać nadzwyczaj dobre rezultaty pracy.



Wydajna linia SG Wykonanie SG SiC

Wykonanie PFERD SG z węglikiem krzemu SiC charakteryzuje się wysoką agresywnością i chłodnym szlifem.



Zalecenia dot. zastosowania

- Najlepsze rezultaty pracy uzyskuje się przy użyciu szlifierek kątowych o wysokiej mocy.

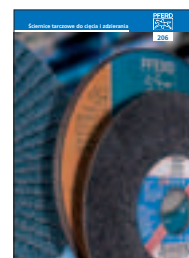
Wykonania specjalne

Gdyby obszerny program katalogowy okazał się niewystarczający przy procesach obróbkowych naszych klientów, możliwe jest wykonanie specjalne z zachowaniem najwyższej jakości zgodnej z wymogami PFERD.

Doświadczeni pracownicy terenowi oraz doradcy techniczni chętnie odpowiedzą na pytania użytkowników.

Wskazówka

Więcej informacji znajdą Państwo w podręczniku narzędziowym firmy PFERD, katalog 206.



PFERD oferuje szczotki techniczne w różnych wykonaniach i grubościach drutu do obróbki **duroplastów**, **termoplastów** lub **elastomerów**. Szczotki spełniają szczególne wymagania związane z obróbką tworzyw sztucznych. W zależności od zastosowań można użyć szczotek z drutem stalowym lub z włosiem z tworzywa sztucznego (węgiel krzemu SiC lub nylon).

Zalety

- Otwarta struktura drutu zapobiega zapychaniu się narzędzia na miękkich i mażących materiałach.
- Drut z włosia z tworzywa sztucznego gwarantuje dużą elastyczność oraz równomierną pracę podczas zastosowania narzędzia. Znakomite dotarcie do miejsc trudno dostępnych.



Szczotki z drutem stalowym – oznaczenie na niebiesko

Program PFERD obejmuje różne rodzaje szczotek z drutem stalowym w różnych wielkościach i o różnych wymiarach. Ponieważ tworzywa sztuczne, w porównaniu do stali lub stali nierdzewnych INOX, są stosunkowo miękkie, z reguły stosuje się szczotki nieplecione, cieńsze (ok. 0,35 mm).

Szczotki z drutem stalowym używane są zarówno przy usuwaniu z metalowych powierzchni tworzyw sztucznych, jak również oczyszczaniu powierzchni z tworzyw sztucznych w fazie przygotowania do klejenia.

W przeciwieństwie do szczotek z włosiem z tworzywa sztucznego nadają się także do użycia na **elastomerach** (guma), ponieważ otwarta struktura drutu zapobiega zapychaniu się szczotki. Aby uniknąć topnienia lub przepalenia materiału obrabianego, przy zastosowaniu na gumie należy wybrać możliwie grubo i mniej gęsty drut.



Szczotki z włosiem z tworzywa sztucznego (węgiel krzemu SiC lub nylon) – oznaczenie na czerwono

Program PFERD obejmuje szczotki zarówno z drutem z włosia z tworzywa sztucznego z osadzonym ziarnem, jak i szczotki z włosiem z tworzywa sztucznego bez zawartości ziarna.

Szczotki z włosiem z tworzywa sztucznego i osadzonym ziarnem **przeważnie stosowane** są przy odgratowywaniu i wykańczającej obróbce powierzchni. W porównaniu do szczotek z drutem stalowym możliwe jest uzyskanie gładziej powierzchni. Do większości zastosowań zaleca się optymalne użycie szczotki z włosiem z tworzywa sztucznego (SiC) w granulacji 80.

Szczotki z włosiem z tworzywa sztucznego bez zawartości ziarna ściernego **używane** są przy lekkich pracach oczyszczających (np. usuwaniu wiórów i delikatnych warstw, precyzyjnej obróbce powierzchni, odgratowywaniu, np. usuwanie lekkiego gratu na **termoplastach** i **duroplastach**). Elastyczny drut pracuje mniej agresywnie niż drut stalowy lub SiC. Szczotki te są odpowiednie do użycia na materiałach takich jak miękkie tworzywa sztuczne, które w przeciwnym razie mogłyby ulec uszkodzeniom lub zarysowaniom.



Zalecenia dot. zastosowania

Szczotki techniczne ze względu na strukturę materiału, na tworzywach sztucznych wzmacnianych włóknem mogą być użyte tylko pod pewnymi warunkami.

Przy obróbce tworzyw sztucznych istnieje ryzyko topnienia lub spalenia materiału obrabianego. Dlatego należy zapobiegać powstawaniu wysokiej temperatury.

Przy użyciu szczotek technicznych należy przestrzegać następujących wskazówek:

- Praca oscylująca.
- Praca przy niewielkiej sile docisku.
- Użyć szczotek z rzadszym drutem.
- Preferowane użycie szczotek w wykonaniu nieplecionym.
- Praca na niskich obrotach.

Szczotki PFERD osiągają najlepszą wydajność przy następujących prędkościach:

- | | |
|---|-----------|
| ■ Szczotki tarczowe z drutem stalowym lub z włosiem z tw. szt. | 10-20 m/s |
| ■ Szczotki pędzelki z drutem stalowym lub z włosiem z tw. szt. | 10-20 m/s |
| ■ Szczotki garnkowe z drutem stalowym lub z włosiem z tw. szt. | 10-20 m/s |
| ■ Szczotki talerzowe z drutem stalowym lub z włosiem z tw. szt. | 8-15 m/s |

Szczególnie przy zastosowaniu na miękkich tworzywach sztucznych należy przestrzegać: dobór optymalnej prędkości pracy przy konkretnym procesie obróbkowym powinien być poprzedzony próbą. Nawet niewielkie zmiany obrotów mogą mieć istotny wpływ na rezultat pracy.

Wykonania specjalne

Gdyby obszerny program katalogowy okazał się niewystarczający przy procesach obróbkowych naszych klientów, możliwe jest wykonanie specjalne z zachowaniem najwyższej jakości zgodnej z wymogami PFERD.

Doświadczeni parcownicy terenowi oraz doradcy techniczni chętnie odpowiedzą na pytania użytkowników.



Szczotki techniczne w katalogu 208:

- Szczotki tarczowe z otworem
- Szczotki tarczowe trzpieniowe
- Szczotki garnkowe z gwintem
- Szczotki garnkowe trzpieniowe
- Szczotki talerzowe
- Szczotki-pędzelki trzpieniowe
- Szczotki wewnętrzne
- Szczotki ręczne



Wskazówka

Więcej informacji znajdą Państwo w podręczniku narzędziowym firmy PFERD, katalog 208.





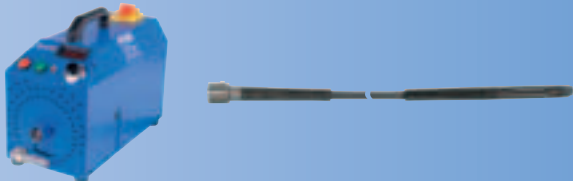
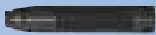
Założeniem dla ekonomicznego użycia narzędzi rotujących PFERD jest optymalne połączenie narzędzi z napędem.

Wychodząc od materiału, elementu obrabianego oraz procesu pracy firma PFERD oferuje szeroki wachlarz możliwości kombinacji z trzema różnymi systemami napędowymi:

- napędami pneumatycznymi
- napędami elektrycznymi
- napędami wałków giętkich

Napędy narzędzi PFERD umożliwiają optymalną kombinację napędu, narzędzia, materiału oraz rodzaju zastosowania.

Procesy pracy	Szlifierka prosta	Napęd do walca
Przycinanie	x	-
Piłowanie przełomów	x	-
Odgratowywanie	x	-
Obróbka precyzyjna i wykańczająca	x	x

Napęd	Szlifierka prosta	Napęd do walca
Szlifierki pneumatyczne Zakres liczby obrotów: 3.500 do 100.000 min ⁻¹ Moc: 75 do 1.000 Watt ■ Dla narzędzi używanych tylko w jednym zakresie liczby obrotów. ■ Preferowane użycie narzędzi przy wymaganej liczbie obrotów ponad 36.000 min⁻¹.		-
Napędy elektryczne Zakres liczby obrotów: 750 do 33.000 min ⁻¹ Moc: 500 do 1.530 Watt ■ Od prac zgrubnych po obróbkę precyzyjną, należy wybrać odpowiednią liczbę obrotów. ■ Urządzenie przenośne.		
Wałki giętkie i napędy do wałków giętkich Napędy wałków giętkich z silnikiem jedno – oraz trójfazowym Zakres liczby obrotów: 0 do 36.000 min ⁻¹ Moc: 500 do 6.100 Watt ■ Większa moc przy niższych obrotach. ■ Możliwe użycie szerokiego spektrum narzędzi PFERD w tym zakresie obrotów.		
	 Uchwyt prosty	 Napęd do wałka

W oparciu o program narzędzi oraz zakres obrotów i mocy, PFERD oferuje duży wybór napędów narzędzi do optymalnego użycia. Program narzędzi PFERD odpowiada aktualnym dyrektywom UE w sprawie maszyn 2006/42/EG (rozporządzenie w sprawie maszyn GPSGV).

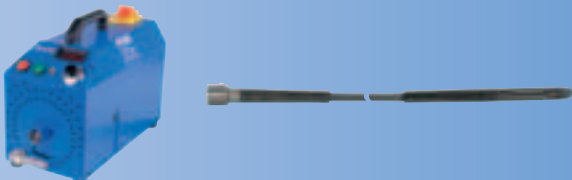
Obróbka **duropłastów**, **termoplastów** lub **elastomerów**, jak i różne procesy pracy wymagają optymalnej kombinacji narzędzia i napędu.

Wskazówka

Więcej informacji znajdą Państwo w podręczniku narzędziowym firmy PFERD, katalog 209.



Procesy pracy	Szlifierka taśmowa	Szlifierka kątowa
Przycinanie	-	x
Piłowanie przełomów	-	x
Odgratowywanie	x	x
Obróbka precyzyjna i wykańczająca	x	x

Napęd	Szlifierka taśmowa	Szlifierka kątowa
Szlifierki pneumatyczne Zakres liczby obrotów: 3.500 do 80.000 min ⁻¹ Prędkość pasa: 16 do 31 m/s Moc: 75 do 1.000 Watt ■ Dla narzędzi używanych tylko w jednym zakresie liczby obrotów. ■ Preferowane użycie narzędzi przy wymaganej liczbie obrotów ponad 36.000 min⁻¹.		
Napędy elektryczne Zakres liczby obrotów: 900 do 20.000 min ⁻¹ Prędkość pasa: 5 do 16 m/s Moc: 500 do 1.530 Watt ■ Od prac zgrubnych po obróbkę precyzyjną, należy wybrać odpowiednią liczbę obrotów. ■ Urządzenie przenośne.		
Wałki giętkie i napędy do wałków giętkich Napędy wałków giętkich z silnikiem jedno – oraz trójfazowym Zakres liczby obrotów: 0 do 36.000 min ⁻¹ Moc: 500 do 6.100 Watt ■ Większa moc przy niższych obrotach. ■ Możliwe użycie szerokiej palety pasów z asortymentu narzędzi PFERD w tym zakresie liczby obrotów.		
	 Przyrząd do szlifowania taśmami	 Uchwyt kątowy

W niniejszym prospekcie znajdują Państwo wiele rad oraz wskazówek dotyczących obróbki tworzyw sztucznych. Firma PFERD dokonała przejrzystego zestawienia najważniejszych uwag i informacji z poszczególnych podkatalogów.

Ogólnie

- Diament i węgiel krzemu są preferowanymi materiałami ściernymi. Ich twardość i właściwości cięcia niemal zawsze prowadzą do ekonomicznych rozwiązań obróbkowych.
- Z reguły żywotność określana jest nie przez ścieranie się lecz przez zapychanie się narzędzi.
- Przy obróbce tworzyw sztucznych wzmacnianych włóknem obowiązuje zasada: im mniejszy udział włókien, tym większa żywotność narzędzi; im większy udział włókien, tym mniejsza żywotność narzędzi.
- Jeśli tworzywo sztuczne podczas obróbki ma skłonności do topnienia, należy obniżyć liczbę obrotów, ewentualnie zredukować siłę docisku.
- Obróbka tworzyw sztucznych wiąże się z intensywnym zapyleniem. Należy przestrzegać obowiązujących przepisów bezpieczeństwa podczas pracy.
- Aby zredukować zapylenie, należy użyć możliwie grubszego ziarna.
- Przy obróbce tworzyw sztucznych podobnie jak przy obróbce metali, możliwa jest praca przy wyższej liczbie obrotów (wyjątek: szczotki techniczne).
- **Tworzywa sztuczne posiadają szerokie spektrum właściwości odpowiadającym najróżniejszym obszarom zastosowań na rynku. PFERD zaleca wykonanie wcześniej badań i prób specyficznych właściwości materiałowych stosowanego przez użytkownika detalu. Doświadczeni pracownicy terenowi oraz pracownicy działu doradcy techniczni chętnie Państwu odpowiadzą.**



Katalog 201



- Do obróbki **duroplastów** i **termoplastów** z lub bez wzmocnienia włóknem odpowiednie są pilniki warsztatowe i pilnik odgratowujący (1312).
- Do obróbki **elastomerów** odpowiednie są pilniki frezowane z chwytem.
- Im bardziej miękki jest materiał i im więcej udało się go usunąć, tym użębie pilnika powinno być bardziej zgrubne.

Katalog 202



- Do przemiennej pracy wiertłem i trzpieniem frezarskim w użyciu ręcznym i na robotach nadają się trzpienie frezarskie ze stopów twardych w użębiu FVK i PLAST.
- Użębie PLAST jest odpowiednie do obróbki mniej twardych **duroplastów** i **termoplastów** z i bez wzmocnienia włókien (udział włókien $\leq 40\%$, użębie FVK nadaje się szczególnie do obróbki twardych **duroplastów** z lub bez wzmocnienia włóknem szklanym (udział włókna $< 40\%$).
- Wykonanie narzędzia z czołem skonstruowanym na kształt wiertła (BS) jest odpowiednie do pracy na maszynach i robotach. Wykonanie narzędzia z lub czołem wiertła centrującego (ZBS) jest odpowiednie do zastosowania ręcznego.
- Użębie 1 i użębie ALU mają uniwersalne zastosowanie. Są łatwe w prowadzeniu, charakteryzują się spokojną pracą i w zależności od właściwości materiałowych osiągają dobrą lub bardzo dobrą wydajność pracy.
- Zasada: w przypadku pojawiania się drgań podczas pracy narzędziem, należy zwiększyć liczbę obrotów.
- Aby zapobiec biciu narzędzia, grubość materiału powinna być mniejsza niż średnica trzpienia frezarskiego.
- Materiały takie jak pleksiglas mają skłonności do pęknięć i topnienia z silnym tworzeniem się gratu. Zasadniczo nie jest możliwa optymalna obróbka przy użyciu narzędzi frezujących i wiertel.
- Użycie narzędzi frezujących przy obróbce **elastomerów** zaleca się przy twardości większej niż 80° Shore A. Zasadniczo powinna zostać użyta flansa wsporcza.
- Przy otwornicach HSS należy dbać o ciągłą wentylację, aby zapewnić dobre odprowadzenie wióra.

Katalog 203



- Przy obróbce **duroplastów** preferowane jest użycie ściernic trzpieniowych z drobniejszym ziarnem.
- Przy obróbce **termoplastów** najlepiej użyć ściernic trzpieniowych z grubszym ziarnem przy większej prędkości pracy.
- Przy obróbce **elastomerów** najlepiej użyć ściernic trzpieniowych z grubszym ziarnem przy niewielkiej sile docisku.

Katalog 204



- Zasadniczo najlepsze rezultaty podczas szlifowania osiąga się narzędziami ściernymi wyprodukowanymi z materiałów ściernych z zawartością węgla krzemu.
- Przy obróbce **duroplastów** powinno się pracować przy stosunkowo dużej prędkości.
- Przy obróbce **termoplastów** powinno się pracować przy stosunkowo niewielkiej prędkości.
- Miękkie materiały powinny być obrabiane grubszym ziarnem, a twarde drobniejszym.

Katalog 205



- Narzędzia diamentowe spojne galwanicznie uchodzą za specjalistów w obszarze obróbki **duroplastów** wzmocnianych włóknem szklanym i włóknem węglowym (CFK i GFK).
- Użycie diamentowych ściernic tarczowych do cięcia gwarantuje krótszy czas cięcia, natomiast piłki diamentowe pozwalają na prowadzenie narzędzia umożliwiające wycinanie różnych kształtów.
- Z reguły grubsze ziarno i/lub większa prędkość prowadzą do szybszego postępu pracy.
- Przy użyciu na profilach narzędzia spojne galwanicznie często bywają najlepszym rozwiązaniem.

Katalog 206



- Cienkie, spojne żywicą syntetyczną ściernice tarczowe do cięcia z ziarnem z węgla krzemu przekonują szybkim, dokładnym cięciem bez złamań detalu obrabianego na krawędziach.
- Ściernice listkowe z ziarnem zgrubnym z węgla krzemu SiC powodują duży ubytek materiału na szlifierkach kątowych z nieregulowaną liczbą obrotów. Drobniejsze uziarnienie w połączeniu ze szlifierką o regulowanych obrotach pozwala uzyskać gładką, wysokiej jakości powierzchnię.
- Przy materiałach nieodpornych na temperaturę, aby uzyskać optymalne rezultaty pracy, należy wykorzystać możliwość dopasowania liczby obrotów i siły docisku.

Katalog 208



- Do obróbki **elastomerów** (guma) odpowiednie są nieplecione szczotki z drutem stalowym.
- W celu uzyskania gładziej powierzchni z tworzyw sztucznych zaleca się użycie szczotek z włosiem z tworzywa sztucznego (SiC).
- Do obróbki bardziej miękkich materiałów, które podczas obróbki szczotką z drutem stalowym lub z drutem z ziarnem z węglikiem krzemu mogłyby ulec zarysowaniu lub nawet uszkodzeniu, zaleca się użycie szczotek z włosiem z tworzywa sztucznego bez zawartości ziarna ściernego.
- Dobór optymalnej prędkości pracy dostosowanej do danego procesu obróbki powinien być poprzedzony próbami. Już nawet niewielkie zmiany liczby obrotów mogą mieć istotny wpływ na rezultat pracy.

Katalog 209



- Przy użyciu napędów pneumatycznych powinien być zastosowany wariant z odprowadzeniem powietrza do tyłu.
- Napędy pneumatyczne, elektryczne oraz napędy wałków giętkich dają się łatwo i szybko dopasować do różnych typów uchwytów oraz do różnych średnic trzpienia mocującego (2,34-12 mm, 3/32-3,38") dzięki systemowi szybko mocującemu.
- Napędy elektryczne i napędy wałków giętkich jako napędy maszyn/silników z elektroniczną/ często bezstopniową regulacją obrotów są szczególnie warte polecenia ze względu na możliwość uzyskania za ich pomocą gładkiej, wysokiej jakości powierzchni.
- Systemy napędów wałków giętkich pozwalają na elastyczną pracę bardzo małym, lekkim uchwytem przy dużej mocy.
- Do obróbki trudno dostępnych miejsc PFERD oferuje całą gamę specjalnych przedłużeń (również w wykonaniu odgiętym).
- Przy użyciu narzędzi rotujących pył tworzący się podczas obróbki tworzyw sztucznych powoduje stosunkowo szybką pracę narzędziem w kierunku jego obrotu. PFERD oferuje użycie systemu odsysania. System ten nie obciąża użytkownika.

