

Zawód: **Blacharz samochodowy**

Przedmiot: **Techniki wytwarzania**

Zajęcia 20.11.2020r. Turnus 2

Temat: Innowacyjne obróbki wykańczające.

Obróbka erozyjna - rodzaj obróbki materiału, która polega na usunięciu części jego objętości przy wykorzystaniu procesu erozji, czyli usuwaniu kolejnych warstw materiału w postaci bardzo drobnych odprysków lub wykruszeń. Obróbka erozyjna jest stosowana do kształtowania materiałów bardzo trudno skrawalnych oraz nieskrawalnych. Ten proces jest wykonywany na drążarkach.

Podział obróbki erozyjnej:

- elektroerozyjna,
- strumieniowo-erozyjna,
- ultradźwiękowa,
- elektrochemiczna.

Obróbka elektroerozyjna (ang. EDM - Electrical Discharge Machining – w tłum. obróbka wyładowaniem elektrycznym) – jest to metoda obróbki metali oparta głównie na wyzyskaniu erozji elektrycznej, towarzyszącej wyładowaniom elektrycznym.

W obróbce tej, materiał obrabianego przedmiotu usuwany jest w wyniku erozji elektrycznej zachodzącej podczas wyładowania iskrowego między elektrodą roboczą a przedmiotem obrabianym zanurzonym w dielektryku płynnym (tradycyjnie nafta lub nowoczesne oleje o podobnych właściwościach albo woda dejonizowana).

Wskutek przyłożenia napięcia w szczelinie pomiędzy elektrodą roboczą a przedmiotem obrabianym, tworzy się niejednorodne, zmienne w czasie pole elektryczne. W miejscach, gdzie natężenie pola elektrycznego ma największą wartość, następuje koncentracja zanieczyszczeń w dielektryku. Przy dostatecznym natężeniu pola elektrycznego następuje przebicie. Cząsteczki dielektryka ulegają lawinowo tzw. jonizacji udarowej i tworzy się wąski kanał plazmowy. Wokół tego kanału powstaje pęcherz gazowy. Elektrony emitowane przez

elektrodę roboczą uderzając w powierzchnię przedmiotu obrabianego powodują wydzielanie się ciepła, lokalny wzrost temperatury oraz stopienie i intensywne parowanie materiału. Cały proces ma charakter wybuchowy i towarzyszy mu wyrzucenie strumienia ciekłego metalu do dielektryka. Po zakończeniu wyładowania pęcherz gazowy zamyka się implozyjnie, ułatwiając usuwanie produktów obróbki (elektrody przy drążeniu wgłębnym mogą mieć kanały dostarczające ciecz, oprócz tego, że detal obrabiany jest zanurzony).

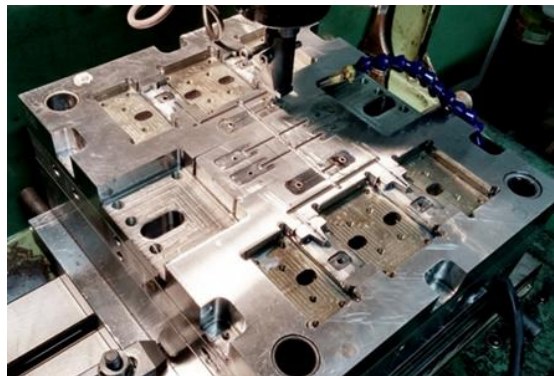
Obróbkę elektroerozyjną można zasadniczo podzielić na dwa typy: drążenie elektroerozyjne oraz cięcie elektroerozyjne (WEDM - Wire Electrical Discharge Machining). Generalnie różnica pomiędzy tymi metodami polega na rodzaju elektrody roboczej (w przypadku WEDM jest to przewijany drut), energii wyładowań oraz używanego dielektryka



Elektrodrążenie wgłębne.

Zastosowanie

Wykorzystywana jest głównie przy obróbce specjalizowanych części maszyn i innych materiałów trudnoskrawalnych, gdyż pozwala na uzyskanie skomplikowanych kształtów, trudnych lub niemożliwych do wykonania obróbką skrawaniem (np. wewnętrzne ostre narożniki i/lub gwint w materiale hartowanym, czy węgliku), nie ma też tutaj sił skrawania oddziałujących na część obrabianą (choć jest wpływ na warstwę zewnętrzną, co utrudnia dalsze procesy jak np. polerowanie). Do elektroerozyjnej obróbki zalicza się obróbkę elektroiskrową, anodowo-mechaniczną i elektrokontaktową. Obróbkę przeprowadza się na drążarkach, piłach lub szlifierkach anodowo-mechanicznych itp. Stosowana jest do obróbki węglików spiekanych oraz kształtowania i regeneracji narzędzi do obróbki plastycznej np. matryc kuźniczych, form wtryskowych. W energetyce jądrowej do obróbki prętów paliwowych, a w lotnictwie do obróbki łopatek turbin i sprężarek.



Przykładowe zastosowanie obróbki.



Elektrodrążarki wgłębne

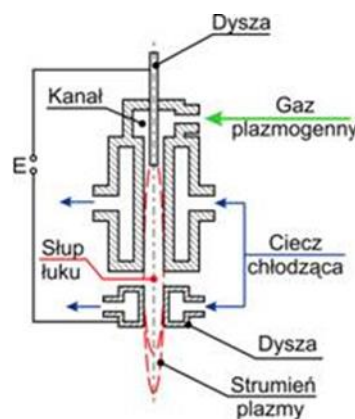
Obróbka strumieniowo–erozyjna

Obróbka strumieniowa opiera się głównie na wykorzystaniu strumienia cząstek (np. elektronów, jonów, fotonów) o wysokim stopniu koncentracji energii kinetycznej zamieniającej się w ciepłą po zetknięciu się z przedmiotem obrabianym, co wywołuje gwałtowny miejscowy wzrost temperatury (powyżej temperatury topnienia) materiału i w efekcie odparowywanie materiału w danym punkcie. Wykorzystano w tej obróbce zjawisko erozji elektrycznej z tą różnicą, że prędkość strumienia elektronów jest wielokrotnie wyższa niż w obróbce elektroerozyjnej. Wynika to z stosowania wysokich napięć sięgających 150 000 V.

Obróbka elektronowa – obróbka strumieniowa polegająca na wykorzystaniu skoncentrowanego strumienia (wiązki) elektronów do wywołania erozji. Proces ten jest przeprowadzany w wysokiej próżni. Duża energia wiązki elektronów powoduje, że erozja następuje głównie przez odparowywanie.

Obróbka wiązką elektronową ma zastosowanie w drążeniu i wykonywaniu otworów w częściach z żaroodpornych stopów trudno obrabialnych (np. łopatki turbin).

Obróbka jonowa, obróbka plazmowa – obróbka strumieniowa polegająca na wykorzystaniu strumienia silnie jonizowanego gazu czyli plazmy do wywołania erozji obrabianego materiału. Strumień plazmy jest wytwarzany w plazmatronach.



Schemat budowy plazmatronu

W pierwszej kolejności zapala się łuk elektryczny pomiędzy elektrodą wolframową a dyszą. Wówczas zaczyna się tłoczenie gazu plazmogenego (np. argon, hel, azot) do kanału. Zderzenia elektronów z gazem powodują jonizację jego jonizację. Zjonizowany gaz wyływa z dyszy. Temperatura strumienia plazmy przekracza 10000°C. Głowica korpusu i dysza są cały czas chłodzone. Obróbka polega na topieniu i częściowo odparowywaniu materiału obrabianego i wydmuchaniu go z dużą prędkością (300,1000 m/s) z obrabianego otworu lub rowka.

Obróbce plazmowej podlegają materiały zarówno będące przewodnikami prądu elektrycznego, jak i półprzewodniki i dielektryki. Metoda ta jest najczęściej stosowana do cięcia i wykonywania otworów w częściach ze stali wysokostopowych, stopów trudno topliwych i materiałów ceramicznych.

Do obróbki plazmowej zalicza się również nanoszenie powłok z materiałów ceramicznych na powierzchnie części.

Obróbka fotonowa, obróbka laserowa – obróbka strumieniowa polegająca na wykorzystaniu wiązki światła (strumienia fotonów) monochromatycznego wysyłanego przez laser. Metoda ta jest wykazuje znaczne podobieństwo do obróbki elektronowej. Różnice polegają na zastąpieniu wiązki elektronowej strumieniem fotonów, oraz że obróbka odbywa się w normalnej atmosferze a nie w próżni.

Obróbka ta stosowana jest do wykonywania precyzyjnych i bardzo drobnych wgłębień, otworów i przecięć w materiałach trudno skrawalnych.

Obróbka strugą cieczy – obróbka polegająca na usuwaniu określonej objętości materiału strugą cieczy o bardzo wysokim ciśnieniu.



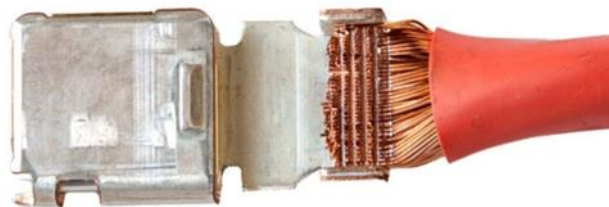
Obróbka strumieniowa jest to obróbka erozyjna skoncentrowanym strumieniem nośników energii kinet. (np. elektronów, jonów, światła laserowego, strugi cieczy) o znacznej mocy (ponad 100 W/cm^2); po zetknięciu nośnika z obrabianym przedmiotem następuje odparowanie materiału w danym punkcie.

Obróbka ultradźwiękowa, obróbka erozyjna ziarnami ściernymi swobodnie zawieszonymi w cieczy i otrzymującymi energię od źródła drgań (powyżej 20 kHz); jej celem jest polepszenie gładkości powierzchni części mechanizmów precyzyjnych; stosowana do bardzo twardych i kruchych materiałów (np. hartowana stal, węgliki spiekane, szkło, diament). Obróbka ultradźwiękowa polega na wykruszaniu niewielkich cząstek materiału wskutek uderzenia czoła koncentratora drgań w ziarna ścierne znajdujące się w zawieszynie wodnej wprowadzonej w szczelinę między narzędzie, a obrabiany materiał. Częstotliwość drgań ultradźwiękowych najczęściej mieści się w przedziale od 19 do 25 kHz o amplitudzie między 10 a 50 μm . W procesie używana jest ciecz robocza, której zadaniem jest:

- doprowadzenie ziaren ściernych do strefy obróbki,
- przeniesienie drgań ultradźwiękowych (powodują one m. in. zjawisko kawitacji),
- usuwanie cząstek wykruszonego materiału,
- chłodzenie strefy obróbki.

Koncentracja ścierniwa w wodzie jest na poziomie 30 – 40%. Dodatkowo zawiera ona dodatki antykorozyjne. Najczęściej używane ziarna ściernie to: węgiel krzemu, węgiel boru, korund, diament.

Obróbka ultradźwiękowa znajduje zastosowanie w drążeniu otworów o różnych kształtach w materiałach nie przewodzących prądu elektrycznego, takich jak: szkło, ceramika, kwarc, kamienie szlachetne, kompozyty, węgliki spiekane. Na dokładność obróbki ma duży wpływ wielkość ziaren, warunki wymiany produktów procesu, częstotliwość i amplituda drgań narzędzia (dokładność wzrasta wraz ze wzrostem częstotliwości).



Ultradźwiękowe zgrzewanie przewodów

Obróbka elektrochemiczna materiałów (ECM)

Obróbka elektrochemiczna pozwala na kształtowanie materiałów będących przewodnikami. Naddatek jest usuwany w drodze odpowiedniej reakcji chemicznej w warunkach elektrolizy, odwrotnie niż ma to miejsce w procesach wykonywania powłok galwanicznych.

Przebieg obróbki elektrochemicznej zależy od następujących czynników:

- rodzaju reakcji chemicznej: dobór katody, anody i elektrolitu,
- właściwości elektrolitu
- temperatury elektrolitu, która wpływa na szybkość reakcji
- napięcia prądu

Odpowiedni dobór ww. czynników umożliwia uzyskanie dużej wydajności, dużej dokładności i małego zużycia elektrody roboczej.

Obróbka elektrochemiczna jest stosowana do obróbki części o skomplikowanych kształtach z materiałów trudnoskrawalnych. Jej wydajność jest od 5 do 15 razy wyższa niż w przypadku obróbki skrawaniem przy poniesionych kosztach od 2 do 7 razy niższych.

Podział:

Obróbka elektrochemiczna bezstykowa (elektrolityczna) charakteryzuje się utrzymaniem szczeliny międzyelektrodowej w ciągu całego procesu kształtowania obrabianej części. W czasie trwania obróbki elektroda robocza są dosuwane do części obrabianej, aby zachować właściwą grubość szczeliny międzyelektrodowej.

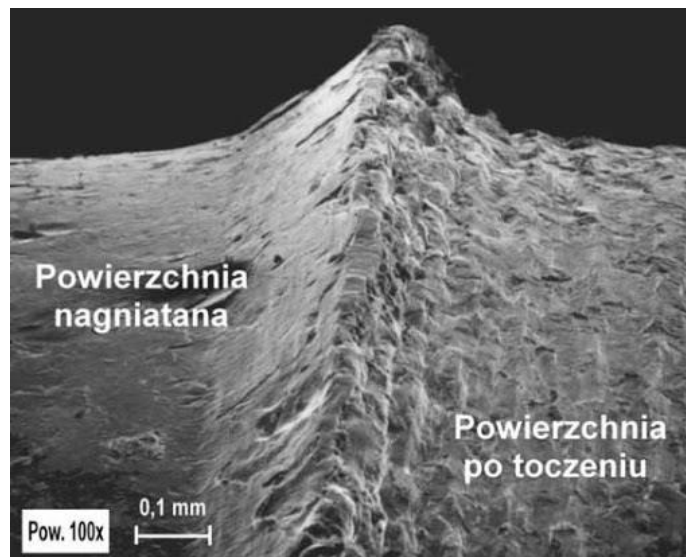
Obróbka elektrochemiczna stykowa (ścierna), w której produkty reakcji elektrochemicznych są usuwane mechanicznie, za pomocą narzędzi ściernych o spoiwie metalowym, ceramicznym lub żywicznym, a także za pomocą luźnego materiału ściernego zmieszanego z elektrolitem.

Obróbka anodowo-mechaniczna jest to proces, który łączy w sobie zjawiska erozji elektrycznej i erozji elektrochemicznej, z mechanicznym usuwaniem zmięczonych warstw wierzchnich materiału, częściowo powstałych w wyniku reakcji elektrochemicznych i dodatkowo podgrzanych przez wyładowania elektryczne.



Różnej wielkości urządzenia do obróbki erozyjnej.

Nagniatanie – rodzaj obróbki plastycznej. Polega na naciskaniu na powierzchnię obrabianego przedmiotu narzędziem niemającym ostrza (gładkim). Nagniatanie zmniejsza chropowatość powierzchni oraz umacnia i utwardza warstwę powierzchniową przedmiotu.



Celem obróbki nagniataniem jest:

- zmniejszenie wysokości nierówności powierzchni po wcześniejszych obróbkach;
- zmianę własności fizycznych materiału w warstwie wierzchniej przedmiotu, powodujących uodpornienie go na działanie takich czynników eksploatacyjnych, jak zmęczenie, zużycie ścierne, korozja i in.;
- zwiększenie dokładności wymiarowej z jednoczesnym zmniejszeniem chropowatości;
- wytworzenia mikrorowków smarnych na powierzchniach współpracujących w warunkach tarcia (czopów, panewek, prowadnic) w celu zwiększenia ich odporności na zatarcie i zużycie ścierne;
- wytworzenia różnorodnych wzorów (reliefów) na powierzchniach (w celu podwyższenia ich walorów dekoracyjnych), np. naczyń aluminiowych, długopisów, zapalniczek i innej galanterii metalowej.

W praktyce przemysłowej obróbce nagniataniem poddaje się części ze stali węglowych I stopowych (nisko- i średniowęglowych), stopów miedzi, aluminium i żeliw ferrytycznych, dla których wymagana jest duża gładkość powierzchni ($R_a = 0.32 \div 1.25 \mu\text{m}$) i średnia dokładność wymiarowo-kształtowa (IT7-IT8), oraz różne części o wymaganej dużej wytrzymałości zmęczeniowej.

Do odmian nagniatania należą: przepychanie nagniatające, krążkowanie, kulkowanie i wałeczkiwanie.



Odształcenia plastyczne otrzymuje się przez oddziaływanie na powierzchnię obrabianą gładkiego elementu narzędzia o odpowiednich krzywiznach, który może się po niej toczyć bez poślizgu, ślizgać lub zderzać się z nią.

Istotne jest, że nagniatanie (w odróżnieniu od innych procesów obróbki plastycznej) nie jest procesem kształtowania. Zasadniczo kształt przedmiotu jest wynikiem operacji poprzedzających. Zmiany wymiarowe podczas nagniatania są niewielkie. Głównym celem procesu jest pozyskanie (w drodze odształceń plastycznych, przeważnie na zimno) pożądaných własności warstwy wierzchniej przedmiotu obrabianego. Nagniatanie zazwyczaj odbywa się na obrabiarkach skrawających. Istnieją także specjalne obrabiarki do nagniatania.

Wyróżniamy następujące sposoby nagniatania:

Nagniatanie statyczne – występuje wtedy gdy siła oddziaływania elementu narzędzia (który ma ciągły kontakt z powierzchnią obrabianą) jest stała. Rozróżniamy dwa rodzaje statycznego nagniatania: toczne oraz ślizgowe.

Nagniatanie dynamiczne – występuje wtedy gdy podczas obróbki zachodzą zderzenia elementów roboczych z powierzchnią obrabianą i charakterystyka impulsu siły w pojedynczym zderzeniu zależy od energii zderzenia i własności materiału obrabianego. Wyróżniamy dwa rodzaje tj. skoncentrowane oraz rozproszone.

Uzyskiwana dokładność wymiarowo kształtowa zależy w znacznym stopniu od obróbki poprzedzającej i stosowanego sposobu nagniatania. W zasadzie końcowy wymiar i tolerancję można otrzymać pod warunkiem ustalenia zależności pomiędzy trwałą zmianą wymiaru przedmiotu i warunkami obróbki oraz zastosowania odpowiednio dokładnej obróbki wstępnej.

Nagniatanie wywołuje szereg istotnych zmian stanu warstwy wierzchniej. Charakter tych zmian zależy od sposobu nagniatania i warunków obróbki oraz od rodzaju i stanu materiału obrabianego. Stan warstwy wierzchniej można scharakteryzować, podając jej własności stereometryczne i fizyczne. Własności stereometryczne określone są głównie przez parametry charakterystyki chropowatości powierzchni a własności fizyczne określają:

- własności mechaniczne materiału w obrębie warstwy wierzchniej,
- parametry charakteryzujące strukturę (wymiary i kształt ziaren, skład fazowy itp.),
- tekstura,
- naprężenia ostateczne.

Stan warstwy wierzchniej po nagniataniu można scharakteryzować następująco:

Wskutek odkształceń plastycznych, wywołanych przez gładki element narzędzia, zachodzi spłaszczenie wierzchołków mikro nierówności i zmniejszenie chropowatości powierzchni. Przez odpowiedni dobór sposobu i warunków nagniatania można otrzymać powierzchnię o żądanych parametrach chropowatości. Nagniatanie dynamiczne nie daje tak małej chropowatości.

W warstwie wierzchniej występuje zgmiot (gdy nagniatanie przeprowadza się na zimno). Materiał ulega wzmocnieniu. Podstawowym (mierzalnym w obrębie warstwy wierzchniej) parametrem charakteryzującym wzmocnienie jest mikro – lub mezotwardość. Stopień i głębokość wzmocnienia zależy od sposobu i warunków nagniatania oraz od rodzaju i stanu materiału.

Struktura i tekstura materiału warstwy wierzchniej są charakterystyczne dla stanu zgmiotu. Występuje rozdrobnienie i zmiana pierwotnego kształtu ziaren (wydłużenie w kierunku największego odkształcenia). Mogą zachodzić przemiany fazowe (np. austenitu szczątkowego w martenzyt). Podczas tzw. nagniatania elektromechanicznego zmiany strukturalne wynikają z połączonego oddziaływania temperatury i odkształceń plastycznych.

Naprężenia ostateczne w warstwie wierzchniej są ściskające i wynikają ze zwiększenia objętości właściwej materiału w stanie zgmiotu. Maksymalne naprężenia występują w pobliżu powierzchni.

Wpływ nagniatania na własności materiału:

- Nagniatanie powoduje istotny wzrost wytrzymałości zmęczeniowej, spowodowany wzmocnieniem materiału warstwy wierzchniej, korzystnym stanem naprężeń ostatecznych i zmniejszeniem chropowatości powierzchni. Wzrost ten zależy głównie od stopnia

i głębokości wzmocnienia.

- Podwyższenie wytrzymałości zmęczeniowej występuje przy wszystkich sposobach nagniatania, pozwalających osiągnąć w danych warunkach odpowiedni stopień i głębokość wzmocnienia. Szczególnie godne polecenia są sposoby dynamiczne, w których osiąga się duże grubości warstwy wzmocnionej bez naruszenia spójności i niepożądanych deformacji mniej sztywnych przedmiotów.
- Podwyższenie twardości i obniżenie chropowatości powierzchni podnosi odporność na zużycie ścierne, zwłaszcza przy tarciu ślizgowym w obecności smaru. Dobre wyniki uzyskuje się, stosując sposoby oscylacyjne. Korzystne jest nagniatanie toczne lub wygładzanie ślizgowe niektórych stali stopowych po obróbce cieplnej w celu wywołania przemiany martenzytycznej w austenicie szczątkowym.
- Ponadto nagniatanie powoduje skrócenie czasu docierania współpracujących części oraz zmniejszenie współczynnika tarcia. Nagniatanie powierzchni pracujących w warunkach tarcia tocznego przy wysokich naciskach nie jest zalecane.
- Odporność na korozję wynika z działania dwóch przeciwstawnych czynników. Materiał będący w stanie zgniotu ma obniżoną odporność na korozję. Równocześnie korozji przeciwdziała istnienie gładkiej powierzchni.
- Nagniatanie poprawia odporność na korozję, jeżeli uzyskuje się bardzo gładką powierzchnię przy małych i jednorodnych odkształceniach. Jest to możliwe przy nagniataniu tocznym z małymi naciskami odpowiednio przygotowanych powierzchni.
- Nagniatanie powoduje wzrost rzeczywistej powierzchni styku, a tym samym obniżenie naprężeń kontaktowych w strefie oddziaływania współpracujących części. Brak ostrych wierzchołków mikronierówności ogranicza w znacznym stopniu możliwość ich plastycznego odkształcania podczas eksploatacji.
- Powierzchnie nagniatane sposobami tocznymi mają duże odstępstwa mikronierówności o płaskich wierzchołkach. Zwiększa to zdolność do odbijania światła. Stosowanie sposobów oscylacyjnych umożliwia, dzięki sterowaniu układem śladów obróbki, uzyskanie różnorodnych efektów dekoracyjnych.

W wielu przypadkach nagniatanie zastępuje bardziej pracochłonne operacje wykańczającej obróbki ściernej.

Wysoka jakość użytkowa powoduje zwiększenie żywotności i niezawodności części podczas eksploatacji. Wynika stąd zastosowanie nagniatania w przemyśle lotniczym i silnikowym oraz w budowie pojazdów szynowych i samochodowych także w tych przypadkach, gdy nie daje to bezpośredniej obniżki pracochłonności (czyli gdy nagniatanie jest operacją dodatkową, np. po uprzedniej obróbce cieplnej i szlifowaniu). Zakres materiałów obrabianych obejmuje: stale węglowe i stopowe, niektóre gatunki żeliw, stopy miedzi i aluminium oraz inne rodzaje. Pewne trudności występują przy nagniataniu materiałów kruchych i twardych, a także bardzo miękkich, których intensywne płynięcie wokół elementu nagniatanego może być przyczyną falistości powierzchni. Materiały powyższe wymagają odpowiedniego doboru kształtu i wymiarów elementów nagniatających i warunków obróbki. Jak widać, zakres stosowania nagniatania jest szeroki.

Przykłady wykorzystania to między innymi: osie, wały, trzpienie gładkie i stopniowane – stosuje się tu nagniatanie gładkościowo – wymiarowe lub wzmacniające, zwłaszcza toczne i ślizgowe, cylindry, powierzchnie wewnętrzne otworów – nagniatanie gładkościowo, prowadnice i inne powierzchnie oporowe i ślizgowe – stosuje się tu nagniatanie jako obróbkę wzmacniającą i gładkościową, łopatki turbin, wirników, śmigła – nagniatanie wzmacniające sposobami dynamicznymi o działaniu rozproszonym.

Źródła:

<http://cdn30.pb.smcloud.net/t/files/c6/3f/e7/e60f25fad4/broszura-norton.pdf>

https://www.academia.edu/3097191/Doskonalenie_proces%C3%B3w_obr%C3%B3bki_%C5%9Bciernej

<http://www.stalnierzewna.com/baza-wiedzy/kategoria/obrobka-erozyjna/>

<http://ctntw.prz.edu.pl/t/1>

<http://www.pcez-bytow.pl/download/plk/1.klasyfikacja-obr-bki-ubytkowej.pdf>

http://www.wtc.wat.edu.pl/wp-content/uploads/2018/04/nagniatanie_naporowe_czesci_maszyn.pdf

https://www.google.com/search?q=elektrodr%C4%85%C5%BCarki+drutowe&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjSm_L3qo_tAhWow4sKHcMECaYQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1334&bih=583#imgrc=LyFYXemhrn8xoM

https://www.google.com/search?q=elektrodr%C4%85%C5%BCarki+drutowe&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjSm_L3qo_tAhWow4sKHcMECaYQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1334&bih=583#imgrc=tf_bbRzN_c6OkM

<http://ctntw.prz.edu.pl/t/3>

"Obróbka skrawaniem, ścierna i erozyjna" - Praca zbiorowa pod redakcją Lucjana Dąbrowskiego, Mieczysława Marciniaka, Bogdana Nowickiego, ISBN 83-87012-38-6

Zadanie:

1. Jakie zadanie ma ciecz robocza w obróbce ultradźwiękowej?
2. Jakie materiały możemy obrabiać wiązką elektronową?
3. W jakiej obróbce stosujemy napięcia 150 000 V.
4. Czy nagniatanie poprawia odporność na korozję?