

Dynamometr do pomiaru siły skrawania podczas wiercenia, toczenia i frezowania

Maszynowe technologie metalowe

1. **Kształtowanie wstępne materiału** odlewanie
2. **Obróbka plastyczna** wyciskanie, głębokie ciągnięcie, gięcie
3. **Badanie** ciśnienia, rozciągania, twardości
4. **Rozcinanie** cięcie nożycami, tłoczenie, działanie klinowe
5. **Łączenie** nitowanie, zaciskanie gniazd zaworowych, wał-piasta

Wszystko to można doskonale wykonać przy pomocy prasy o podwójnym działaniu firmy **TeLC**.

Do **skrawania** wiercenia, toczenia, frezowania, szlifowania firma **TeLC** oferuje dynamometry do pomiaru siły tarcia **BKM DKM FKM**.



Każdy metalowiec wie, jak wyglądają wiertarki, tokarki, frezarki i szlifierki. Te maszyny należą do inwentarza każdego warsztatu kształcącego uczniów.

Podczas kształcenia należy poświęcić dużo czasu programowaniu zautomatyzowanych maszyn.

Dużo wiedzy ekspertów z zakresu skrawania zawarte jest już w programach CNC.

A mimo to nadal obowiązuje dewiza: bez podstawowych wiadomości z zakresu procesów skrawania z (pomiarom) siły, (pomiarom) kierunku działania siły oraz formacji skrawania nie będzie dobrego pracownika obsługującego maszynę, czy programisty.

Niezbędnie ważna jest więc wiedza, kiedy osiąga się możliwie małą siłę, dobry wynik pracy, kiedy oszczędza się narzędzie i energię.

Pomiar siły skrawania podczas wiercenia, toczenia, frezowania i szlifowania jest więc uważany w systematycznych ciągach prób za nieodzowny instrument zrozumienia zależności.

Inaczej niż przy procesie cięcia, szczególnie podczas toczenia powstaje wysoka temperatura procesowa, która z jednej strony ułatwia cięcie, z drugiej zaś powoduje zużycie narzędzia.

Pomiar temperatury na nożu tokarskim jest wyjątkowym uzupełnieniem mierników siły obrotowej firmy **TeLC**. Umożliwia on obserwację zużycia podczas wszystkich ćwiczeń.

Tak jak wszędzie, istnieją korzystne i mniej korzystne sposoby prowadzenia procesów. Zauważenie i przyswojenie sobie tego jest celem ćwiczeń praktycznych.

Nowoczesną pomocą stosowaną we wszystkich urządzeniach do nauki firmy **TeLC** jest **ewidencja danych pomiarowych** prowadzona przez komputera z oprogramowaniem Windows z seryjnym połączeniem do urządzenia.

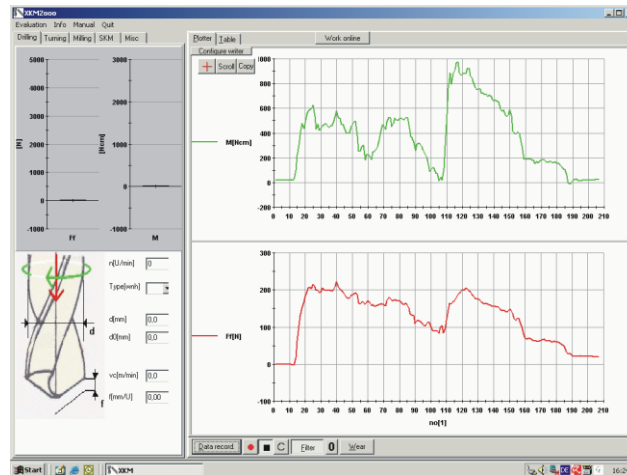
Dynamometr do pomiaru siły skrawania podczas wiercenia, toczenia i frezowania

Cechy oprogramowania firmy TeLC

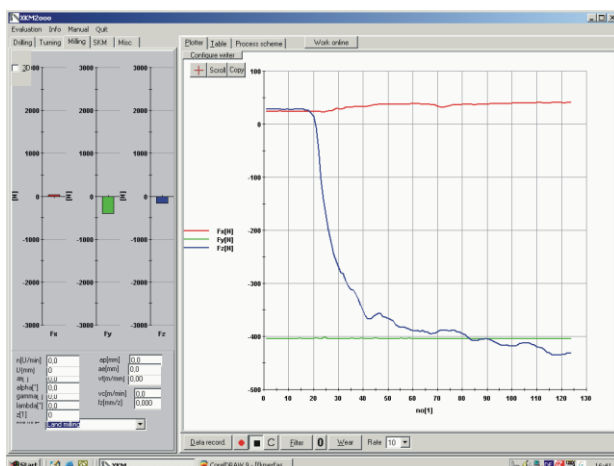
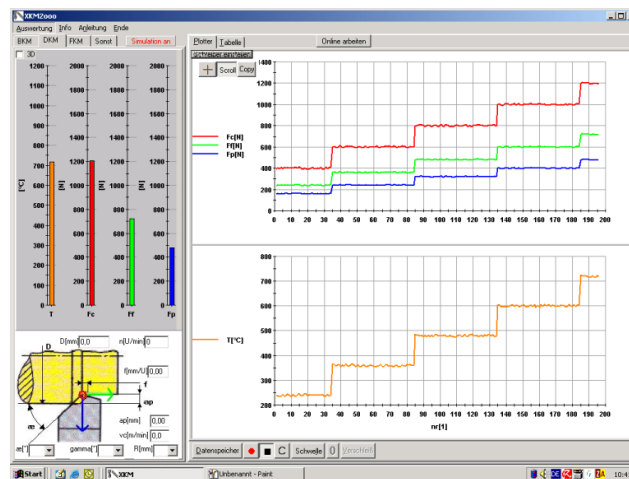
Oprogramowanie XKM wymaga jedynie normalnego komputera Windows z serijnym interfejsem RS232 lub USB. Obraz na monitorze jest czytelny, a obsługa łatwa do nauki.

Oprogramowanie XKM zauważa podłączone urządzenie i przełącza monitor.

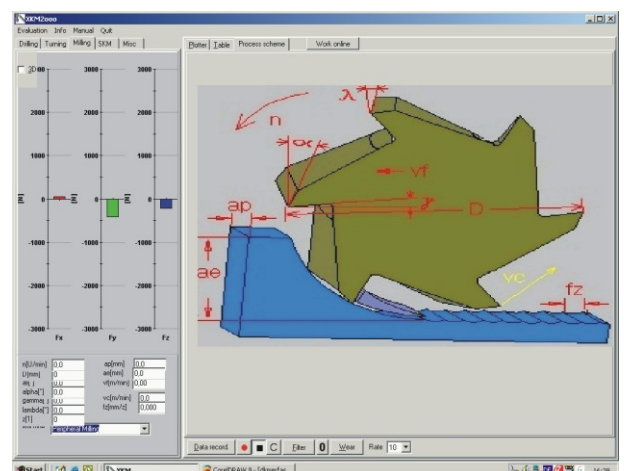
Wiercenie



Toczenie symulacja



Frezowanie siły x y z



dane technologiczne

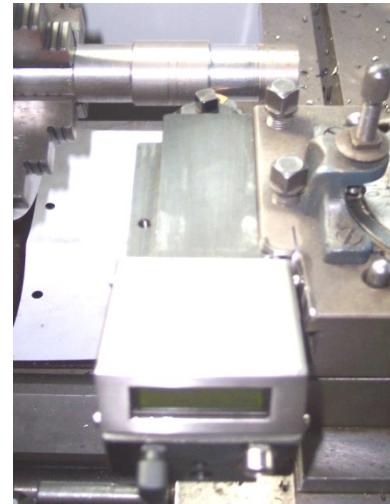
Wilmersdorfer Lehrmittelvertrieb; Dipl.-Ing. M. Habel e.K.; Binger Str. 87; D - 14197 Berlin
Phone: 0049 30 85770431 Fax: 0049 30 85770449; habel-1@wlv-berlin.de

Dynamometr do pomiaru siły skrawania podczas wiercenia, toczenia i frezowania

Dynamometry do pomiaru siły skrawania BKM i DKM firmy **TeLC** posiadają także **miejscowy czytnik cyfrowy**.
Automatyczny hold służy do wygodnego odczytania wartości średnich na koniec procesu.

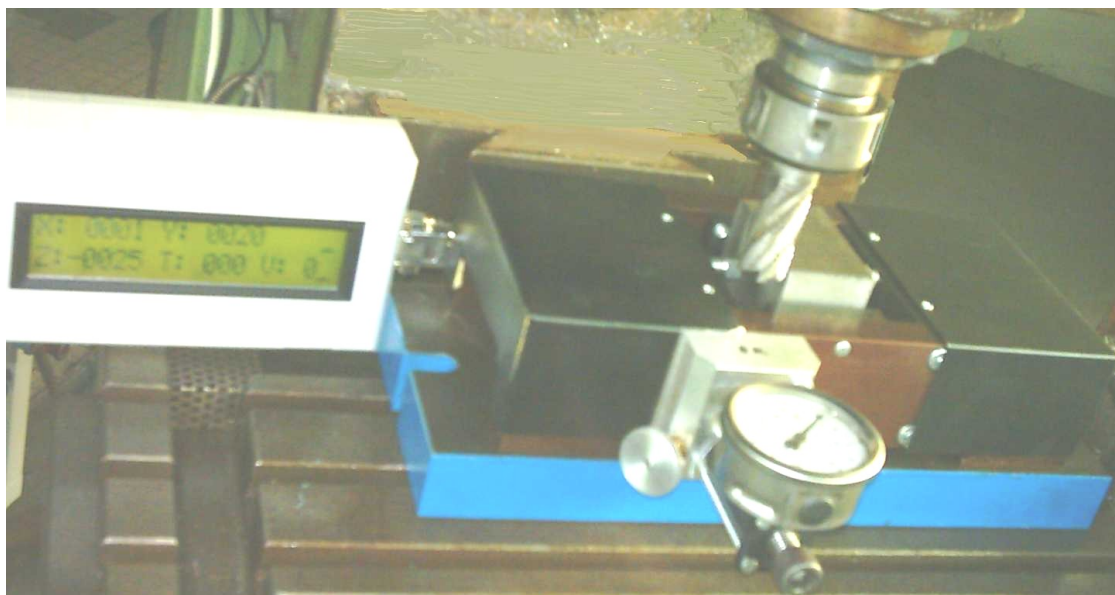


BKM



DKM

Dynamometr do mierzenia siły frezowania **FKM** ma przesuniętą **skrzynkę czytnika** o takich samych funkcjach, jak BKM i DKM. Skrzynka czytnika może służyć także jako duży czytnik dla BKM i DKM.



Dynamometr do pomiaru siły skrawania podczas wiercenia, toczenia i frezowania

Mocowanie na stole maszynowym jest w przypadku BKM i FKM **proste**, jak przy imadle. **Przedmiot** obrabiany mocowany jest podobnie.

Miernik siły obrotowej trzyma narzędzie i dlatego mocowany jest do mocowania narzędzia.

Miernik siły obrotowej można naprężyć w różny sposób, czy to w mocowaniu narzędzia maszyny konwencjonalnej, czy sterowanej. Posuw może być w lewo lub w prawo.

Rysunek pod spodem przedstawia **różne rodzaje naprężenia** oraz **urządzenia do pomiaru temperatury** według zasady promieniowania dla temperatury cięcia na powierzchni 1 mm, a także zasilacz sieciowy i płyty obracane zależne od systemu prób.

Rysunek pod spodem: różne mocowania, urządzenia do pomiaru temperatury i osprzęt



Dane techniczne DKM2010:

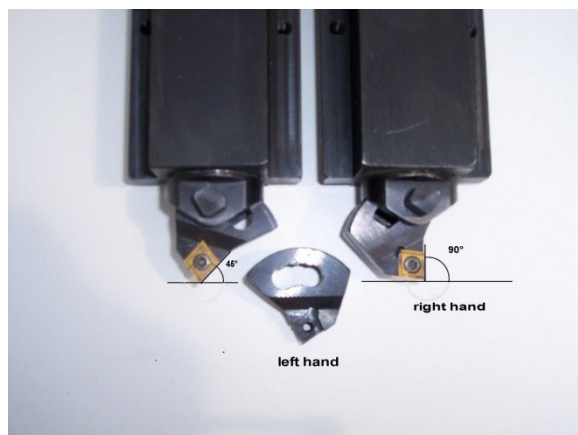
5-komponentowy miernik siły obrotowej
Fc, Fflew, Ffpraw, + - Fp = 2000N
Rozdzielczość: 1N 2-krotne
zabezpieczenie przed przeciążeniem
Przesunięcie kąta ustawienia 45, 60, 75, 90°
Wskaźnik LCD, wskaźnik zużycia, interfejs RS232/USB
Kwota ewidencji danych: 5-100Hz
Płyty obrotowe CCMT 09-lub SNU12-
Osadzenie lewe i prawe

Pomiar temperatury na nożu tokarskim

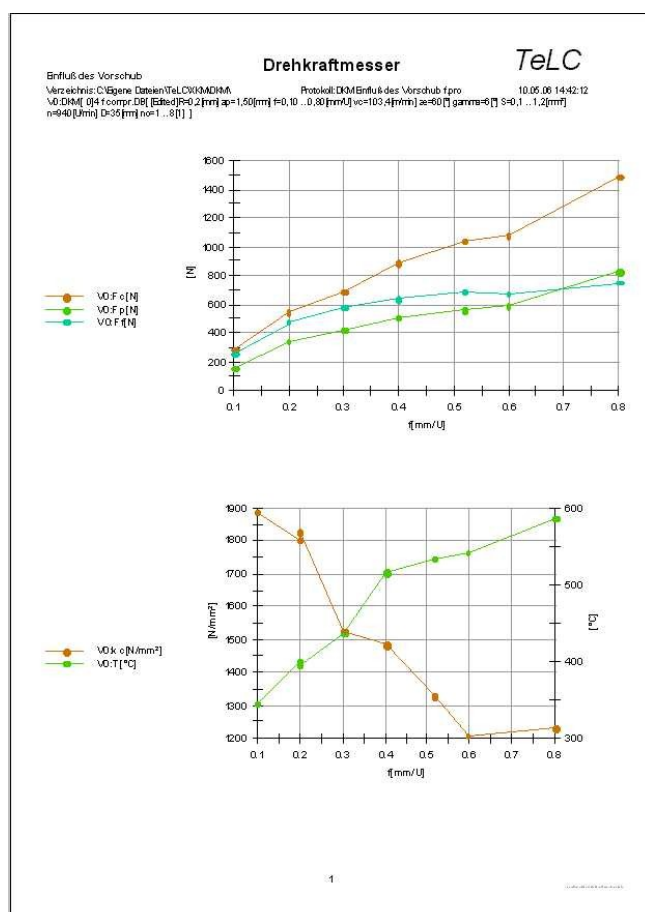
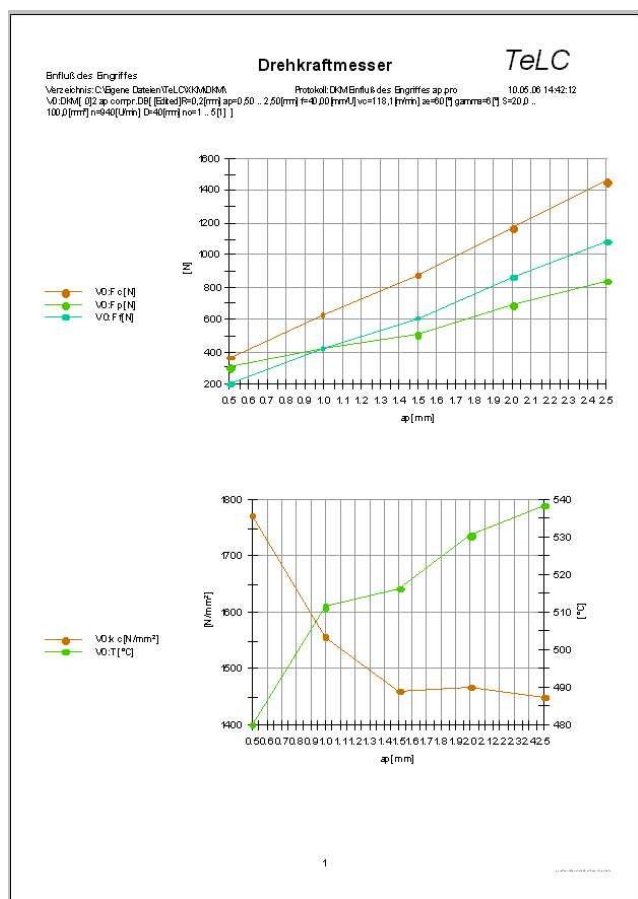
według zasady promieniowania,
z mocowaniem do zainstalowania na
DKM2010 w lewo i w prawo
szybko reagujący
zakres pomiaru: 300°C do 800°C
na powierzchni ok. 1 mm
także do użytku z wodą chłodzącą

Dynamometr do pomiaru siły skrawania podczas wiercenia, toczenia i frezowania

Rysunek poniżej objaśnia sposób przesuwania kąta ustawienia 45, (60,75),90° i pokazuje prawy i lewy nóż z osadzeniem CCMT09



Protokoły pomiarowe z prób skrawania przy pomocy DKM



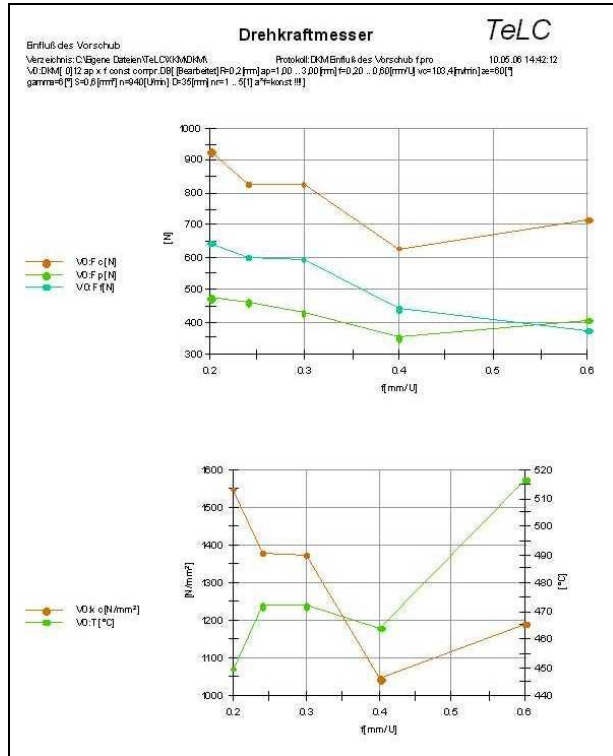
Protokoll enthält: temat, nazwę pliku, datę i wszystkie zarejestrowane wielkości w ich występującej szerokości pasma. Można też wpisać dowolny tekst.

Powyższa grafika przedstawia zawsze 3 komponenty siły ponad zmieniającym się parametrem

Dynamometr do pomiaru siły skrawania podczas wiercenia, toczenia i frezowania

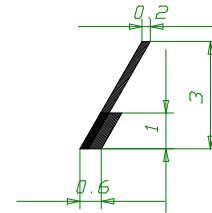
Poniższa przedstawia specyficzną siłę skrawania k_c oraz temperaturę cięcia T ponad parametrem.

W obydwu powyższych szeregach prób widać, że k_c obniża się stopniowo, pomimo wyższego obciążenia. Temperatura cięcia zwiększa się stopniowo.

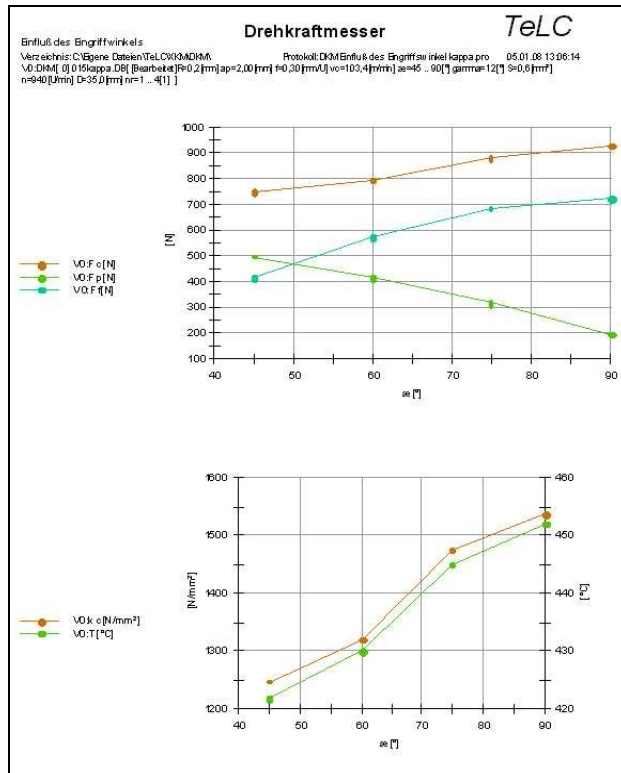


Protokół próby po lewo:

Obsługa jest: $ap \cdot x f = \text{const}$ tzn. przy małym posuwie wiór jest wąski, przy dużym zwarty, Przekrój poprzeczny wióra jest taki sam

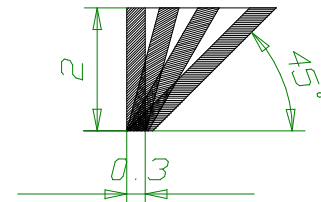


Działanie:
im większy posuw, tym mniejsze siły
ale również: tym wyższa temperatura cięcia
tzn. wyższe zużycie krawędzi tnącej.



Protokół próby po lewo pokazuje:

Patrz też poprzednia strona, rysunek kątów przyporu i ich przestawienia



Kąt Kappa większy:

- Fc większa
- Ff większa
- Fp mniejsza
- kc większa
- T większa

Dynamometr do pomiaru siły skrawania podczas wiercenia, toczenia i frezowania

Poprzez próby można jeszcze ustalić cały szereg dalszych zależności. Ze względu na mało miejsca zrezygnowaliśmy z tego.

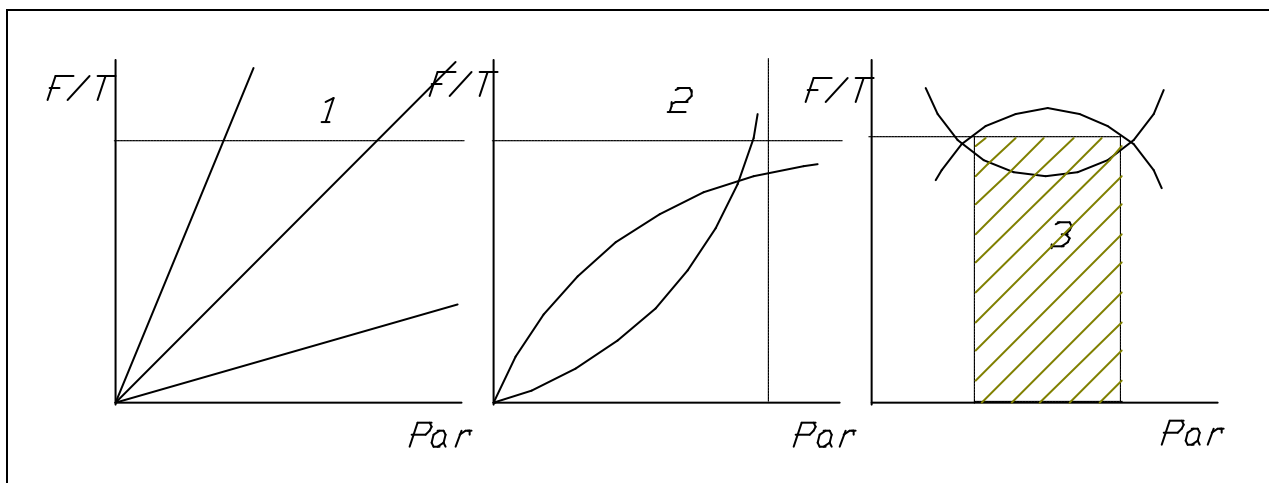
Dalsze zależności to:

prędkość cięcia, materiał, środki chłodzące/smary, kąt natarcia, materiał skrawany (powłoka i uformowanie), promień krawędzi i inne.

Rozszerzony zestaw płyt obracanych zależnych od systemu prób zawiera wkłady, różniące się powłoką i uprofilowaniem.

Grafikę należy ocenić, w przeciwnym razie zabraknie korzyści praktycznych.

F to siła, T temperatura cięcia. Par to zmienny parametr, np. f posuw.



Przebieg 1

Liniowo proporcjonalnie się zwiększające, mniej lub więcej silnie, lub też zmniejszające się
Ocena:

Przy silnie zwiększających się zalecana jest wzmożona ostrożność, już przy małej zmianie Par osiągnięta zostanie granica

Przebieg 2

Progresywnie lub stopniowo zwiększające się, lub też zmniejszające

Ocena:

Przy progresywnym można zwiększyć Par tylko do granicy F

Przy stopniowym Par przestaje być interesujący, ponieważ pozostaje poniżej granicy F

Przebieg 3

Z minimum i maksimum.

Ocena:

Minimum: tylko Par **w obrębie** cieniowanego zakresu można wykorzystać

Maksimum: tylko Par **poza** cieniowanym zakresem można wykorzystać

Proces toczenia jest najlepszym procesem, aby nauczyć się właściwości skrawania.
Dlatego więc proces toczenia powinien znajdować się zawsze na początku.

Dynamometr do pomiaru siły skrawania podczas wiercenia, toczenia i frezowania

Proces wiercenia różni się od procesu toczenia

Są tu tylko 2 komponenty. Mierzy się na przedmiocie obrabianym.

Podczas wiercenia siły pasywne (w normalnym przypadku) nie działają, ponieważ działają parami promieniowo same na siebie, znosząc się tym samym wzajemnie.

Jeżeli narzędzie oszlifowane jest jednak błędnie, siły pasywne nie są wyrównane. Wiertło wierci wówczas otwór większy, niż jego wymiar nominalny.

Siła cięcia to moment wiercenia, siła posuwu działa w osiową stronę wiertła.

Kąt natarcia powstaje poprzez kąt pochylenia wzniosu linii śrubowej.

Wiertła mają **krawędź tnącą poprzeczną**, obszar w centrum, który bez specjalnego szlifowania nie tnie, lecz skrobie, lub którego unika się poprzez wiercenie wstępne.

Jeżeli chcemy osiągnąć głębokość otworów większą niż $3xD$, należy dopasować do tego proces i narzędzie. (rozpięcie, kanał chłodzący, szlify).

Również tarcie lub wiercenie gwintowe pozwala dopiero osiągnąć ostateczną właściwość.

Aby ustalić działanie wszystkich tych parametrów przez praktyczne próby firma **TeLC** oferuje **dynamometr do pomiaru siły wiercenia BKM2010**.



BKM2010; 2- komponentowy dynamometr do pomiaru siły wiercenia
Zakres pomiaru F_f : +/- 5000N rozdzielczość: 1N
Zakres pomiaru M : +/- 3000Ncm rozdzielczość: 1Ncm
1,5- krotne zabezpieczenie przed przeciążeniem
Interfejs RS232 / USB do przekazu danych pomiarowych i parametrowania funkcji nadzoru zużycia.
Kwota przekazu danych: 5-100Hz
Na korpusie zamontowany wskaźnik LC do pokazywania F_f , M i stopnia zużycia.
Automatyczne tworzenie wartości średniej i wskaźnik hold do manualnej rejestracji danych

Lista parametrów wpływających na wiercenie jest podobnie długa, jak przy toczeniu.

Jeżeli opracowano podstawowe właściwości skrawania toczeniem, zaleca się potem analizę właściwości typowych dla wiercenia.

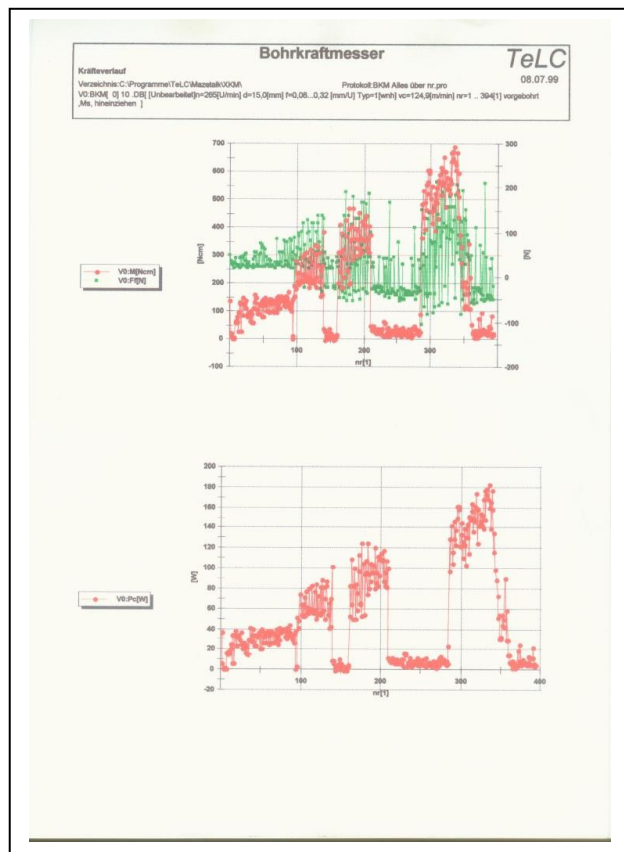
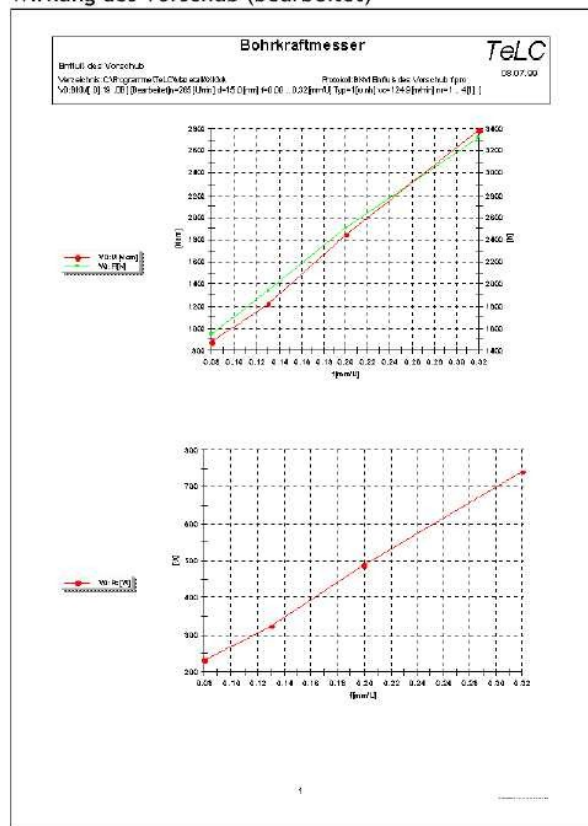
Wynikają one z odcinka powyżej.

Na następnej stronie zaprezentowano kilka protokołów skrawania.

Dynamometr do pomiaru siły skrawania podczas wiercenia, toczenia i frezowania

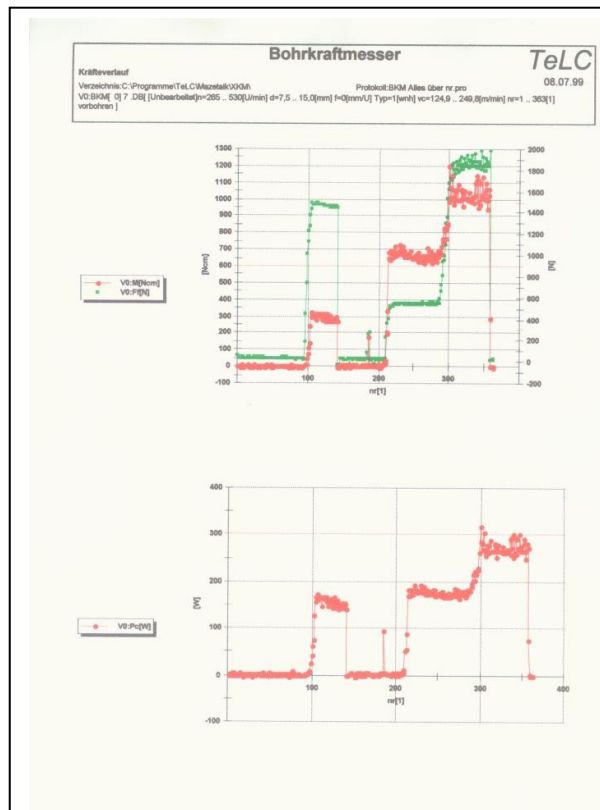
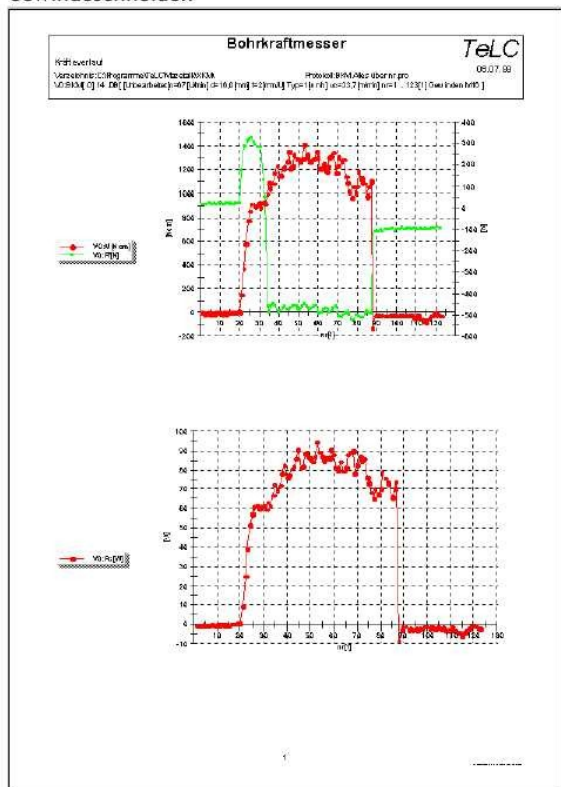
Działanie wciągania w mosiądz

Wirkung des Vorschub (bearbeitet)



Działanie wiercenia wstępnego

Gewindeschneiden



Mierzenie sił frezowania

Podczas frezowania pracuje wiele krawędzi tnących. W związku z tym nie obserwujemy działania jednej krawędzi tnącej, lecz działanie ich sumy.

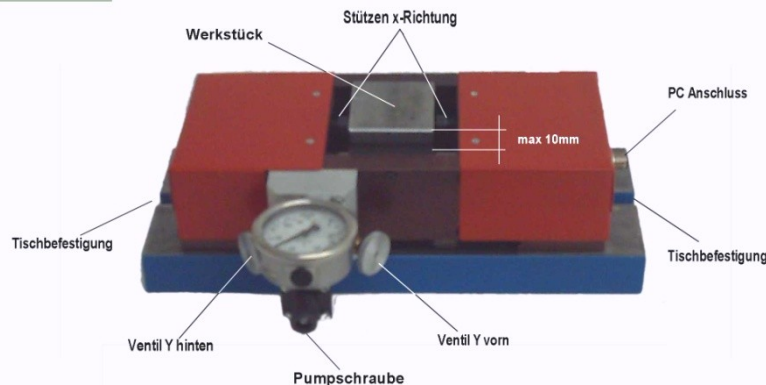
Frezowanie odbywa się na powierzchni $70 \times 70 \text{ mm}^2$, podanej przez dynamometr do pomiaru siły frezowania. Przeprowadzane są próby odpowiadające zwykłym operacjom frezarskim.

Istnieją korzystne i mniej korzystne sposoby prowadzenia procesów. Takie, które wymagają mniej lub więcej siły, mniej lub bardziej zużywają narzędzie. Określa to wynik pracy (jakość), ekonomikę, a często zwykłą wykonalność. Zauważenie i przyswojenie sobie tego jest celem ćwiczeń praktycznych.

Przeprowadzone zostają następujące próby.

Przy czym f_z jest zawsze zmienna, co podczas jednej próby możliwe jest z reguły 3x:

1. Frez trzpieniowy D 30mm taka sama ilość wiórów, cienki i gruby wiór
2. Frez trzpieniowy D 30mm taka sama ilość wiórów, cienki wiór, przeciwbieżność i współbieżność
3. Frez trzpieniowy D 30mm taka sama ilość wiórów, gruby wiór, przeciwbieżność i współbieżność
4. Frez trzpieniowy D 30mm trzpień B 10 pośrodku, po lewo, po prawo
5. Frez trzpieniowy D 30mm rowek bezpośredni
6. Frez trzpieniowy D 30mm rowek bezpośredni, taka sama ilość wiórów, cienki i gruby wiór
7. Głowica frezowa porównanie płyty – dodatnia i zerowa, a.p. zmienne



FKM2010; 3-komponentowy dynamometr do pomiaru siły frezowania

Obszar pomiaru (F_x , F_y , F_z): $\pm 3000 \text{ N}$ rozdzielczość: 1N

1,5- krotne zabezpieczenie przed przeciążeniem

Interfejs RS232 / USB do przekazu danych pomiarowych

Kwota przekazu danych: 5 - 100Hz

Automatyczne tworzenie wartości średniej i wskaźnik hold do manualnej rejestracji danych poprzez zewnętrzny duży czytnik (opcjonalnie).

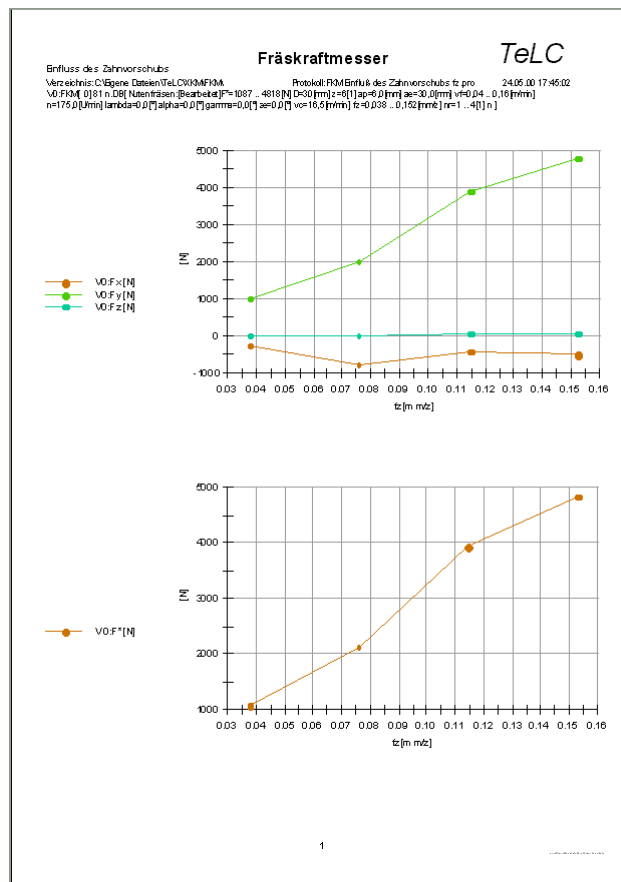
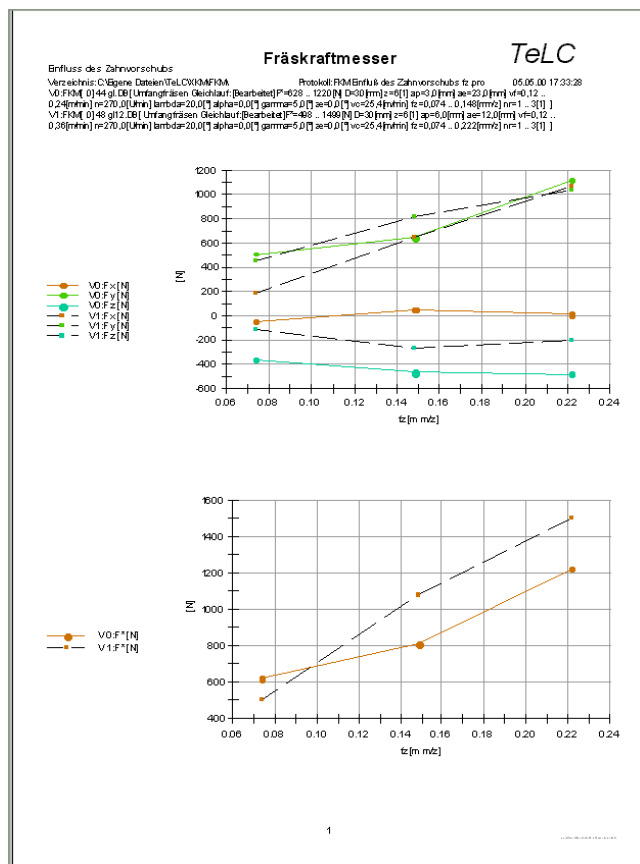
Przedmiot obrabiany - kostka 70mm- jest hydraulicznie naprężany, tak jak w imadle. Mocowanie na stole maszynowym przy pomocy 2 śrub. Obróbka przy pomocy frezów trzpieniowych, walcowych, czołowych i głowic frezowych

Niektóre protokoły pomiarowe znajdują się na następnej stronie:

Wilmersdorfer Lehrmittelvertrieb; Dipl.-Ing. M. Habel e.K.; Binger Str. 87; D - 14197 Berlin

Phone: 0049 30 85770431 Fax: 0049 30 85770449; habel-1@wlv-berlin.de

Dynamometr do pomiaru siły skrawania podczas wiercenia, toczenia i frezowania



Cienkie wióry są porównywane we **współbieżności i przeciwbieżności**.

Wynik: duża siła to przy przeciwbieżności F_x , a przy współbieżności F_y .

W sumie korzystniejsza jest współbieżność.

Rowek w jednym ciągu:

niezwykle odchylenie w stronę F_y

Oznacza to, że jeżeli chodzi o wymiar, to rowek leży z boku.

Wniosek: rowek należy wykonać małą frezarką poprzez przynajmniej 3 pociągnięcia.