

ZVLÁŠTNOSTI PRAKTICKÉHO POUŽÍVÁNÍ DYNAMOMETRU KISTLER PŘI BROUŠENÍ S PROCESNÍMI KAPALINAMI

Ing. Jaroslav VOTOČEK

Technická univerzita v Liberci, Studentská 2, 461 17 Liberec, tel. +420 485 353 371, e-mail: jaroslav.votocek@tul.cz

Změna teploty dynamometru Kistler se projevuje ve formě posunutí nulového bodu z-tového kanálu. Aby k tomuto posuvu nedocházelo je nutno zajistit teplotní stabilizaci dynamometru. Toto lze realizovat připojením chladicího okruhu dynamometru např. do chladicího okruhu obráběcího stroje. Někdy bývá s touto metodou problém, zvláště při zkoumání účinku procesních kapalin, protože ne všechny jsou vhodné pro zapojení do chladicího okruhu dynamometru, vzhledem k jeho možnému poškození.

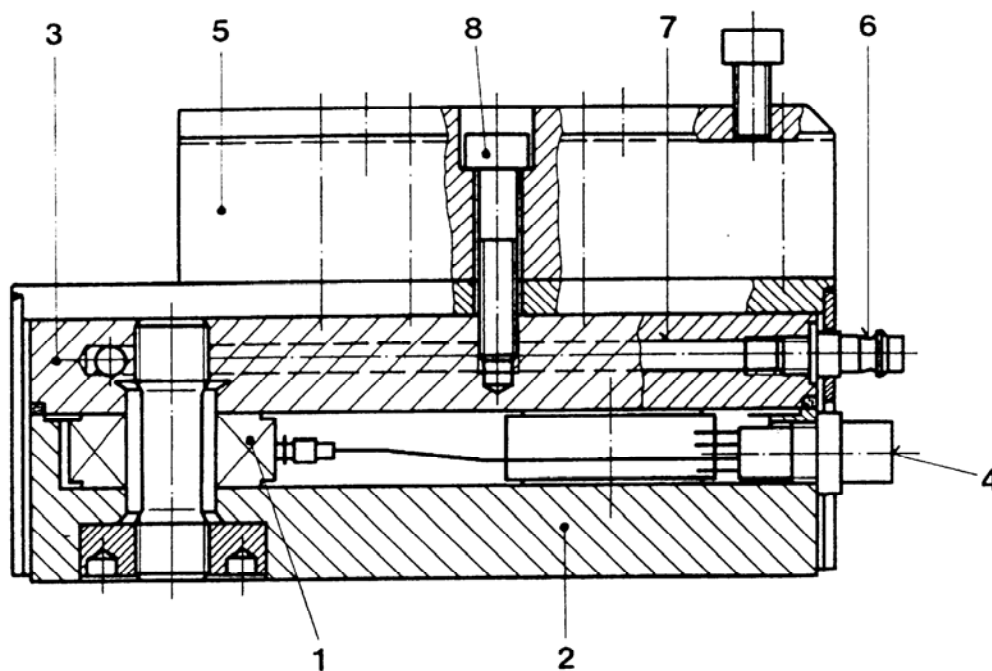
Klíčová slova: broušení, dynamometr, řezné síly, měření, teplota.

1. ÚVOD

Na katedře obrábění a montáže TU v Liberci je vybudováno experimentální pracoviště procesu rovinného broušení obvodem brousícího kotouče, jehož základem je bruska BPH 320A. Stroj je dovybaven měřicími a vyhodnocovacími přístroji, které umožňují sledovat všechny rozhodující technologické parametry. Jedním ze sledovaných parametrů jsou řezné síly, tj. síla posuvu F_c a síla kolmá na sílu posuvu F_{cN} . Pro snímání těchto sil je používán dynamometr KISTLER, typ 9265B.

2. PODMÍNKY TESTU

K měření řezných sil F_c a F_{cN} je používán piezoelektrický dynamometr KISTLER, typ 9265B, který je znázorněn na obr. 1.



- | | |
|---------------------------|---------------------------------------|
| 1. piezoelektrický snímač | 5. upínací část dynamometru |
| 2. základová deska | 6. vstup pro chladivo |
| 3. vrchní deska | 7. chladicí systém |
| 4. konektor | 8. šroub pro připevnění upínací části |

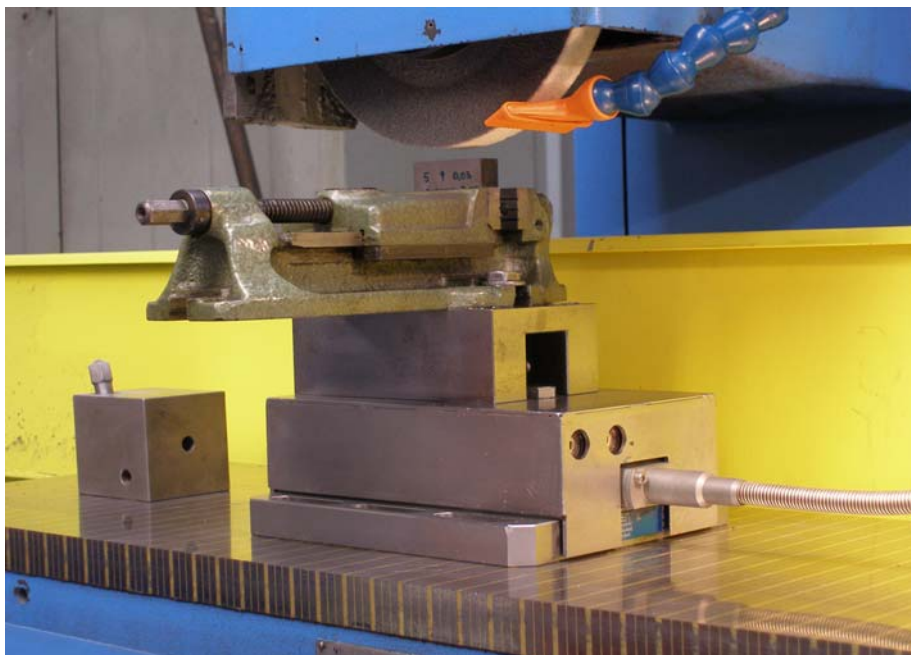
Obr.1 Dynamometr KISTLER, typ 9265B [7]

Jedná se o tříoskový dynamometr, který je možno použít pro měření tří kolmých složek jedné síly. Dynamometr je možno použít pro měření řezných sil při broušení, soustružení, frézování, atd.. Tento dynamometr má velkou tuhost a tím i vysokou vlastní frekvenci. Obsahuje čtyři piezoelektrické snímače, z nichž každý je složen z piezoelektrických destiček, které jsou uspořádány tak, že každá zachycuje sílu v jiném směru. Dynamometr je konstruován tak, aby se náboje z jednotlivých snímačů sčítaly. Proto je jedno, na kterém místě upínací části přístroje síla působí, jelikož součet nábojů bude vždy stejný. Náboje z piezoelektrických snímačů jsou zesilovány nábojovým zesilovačem 5019 B. Dynamometr je schopen měřit staticky i dynamicky [2].

Piezoelektrické látky jsou zajímavé tím, že se na jejich povrchu při zatížení produkuje elektrický náboj. Tento náboj je transportován do nábojového zesilovače, zde transformován na elektrický signál, který je přiveden na měřicí kartu počítače a dále zpracováván programem LabVIEW.6.

Aby se teplotní chyba dynamometru udržela také při velmi citlivých měřeních v úzkých mezích, je krycí deska základní jednotky vybavena chladicími kanály. Chladicí systém je uspořádán tak, že nevádí přenosu sil. Vstup pro chladivo je znázorněn na obr.1 poz. 6.

Dynamometr KISTLER je upnut na magnetickou upínací desku na stole brusky. Součástí dynamometru je také nožový držák, který je přišroubován osmi šrouby k tělu dynamometru. Na nožový držák je upnut dvěma šrouby svěrák, do kterého je upnut zkušební vzorek (obr. 2).



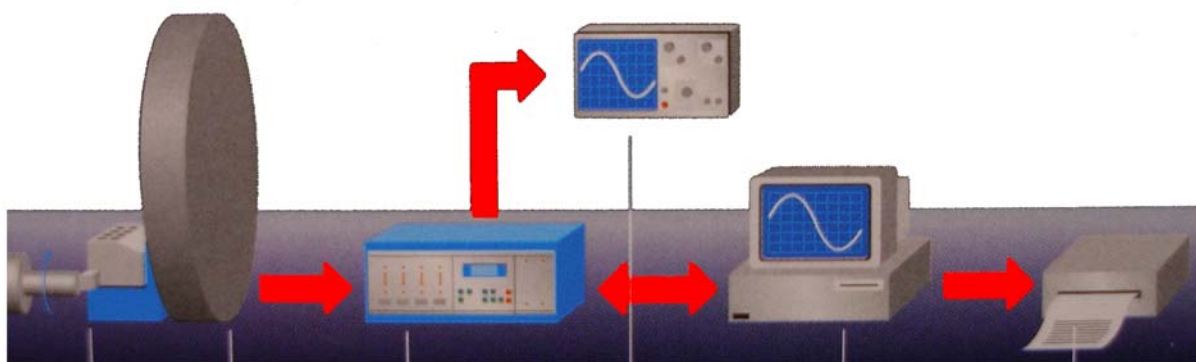
Obr. 2 Upnutí dynamometru na magnetickém stole brusky [2]

3. VYHODNOCENÍ MĚŘENÍ

Pro správnou funkci dynamometru je třeba zajistit předepsané klimatické podmínky v těchto tolerancích:

- teplota $21^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$
- vlhkost vzduchu $42\% \pm 5\%$

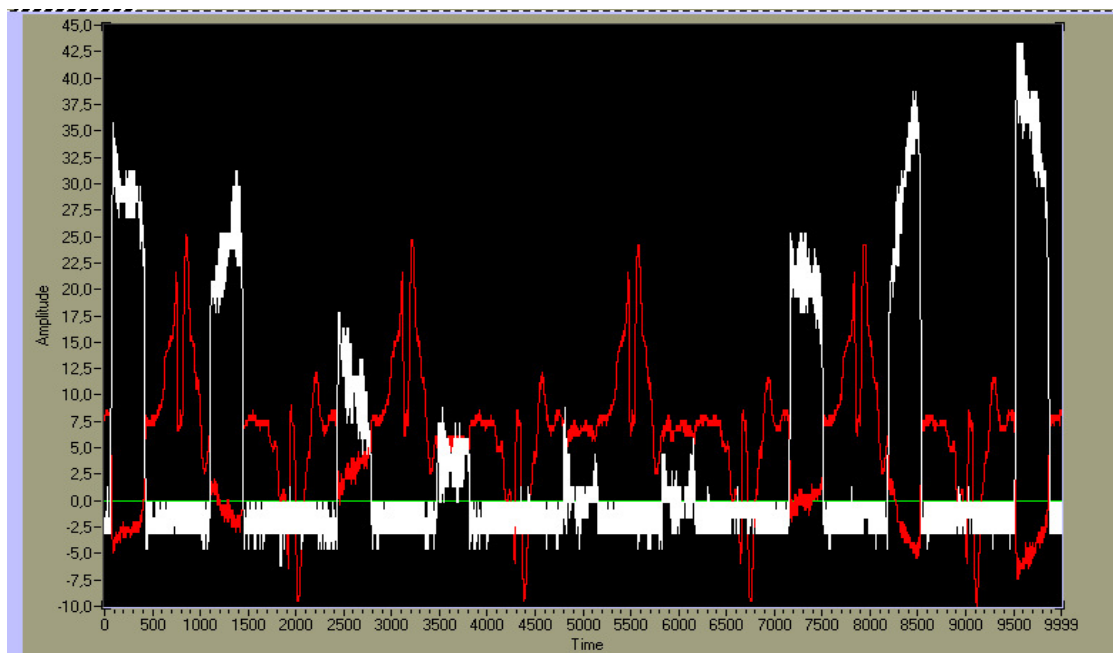
Kompletní sestava pro měření jednotlivých složek celkové řezné síly obsahuje dynamometr KISTLER typ 9265 B, nábojový zesilovač 5019 B s ovládacím panelem, na kterém lze nastavit citlivost. Sestava dále obsahuje počítač PC s měřicí kartou a nainstalovaným programem LAB VIEW 6.1 (obr. 3).



Obr. 3 Schéma zapojení dynamometru [2]

3.1 MĚŘENÍ ZA SUCHA (BEZ POUŽITÍ PROCESNÍ KAPALINY)

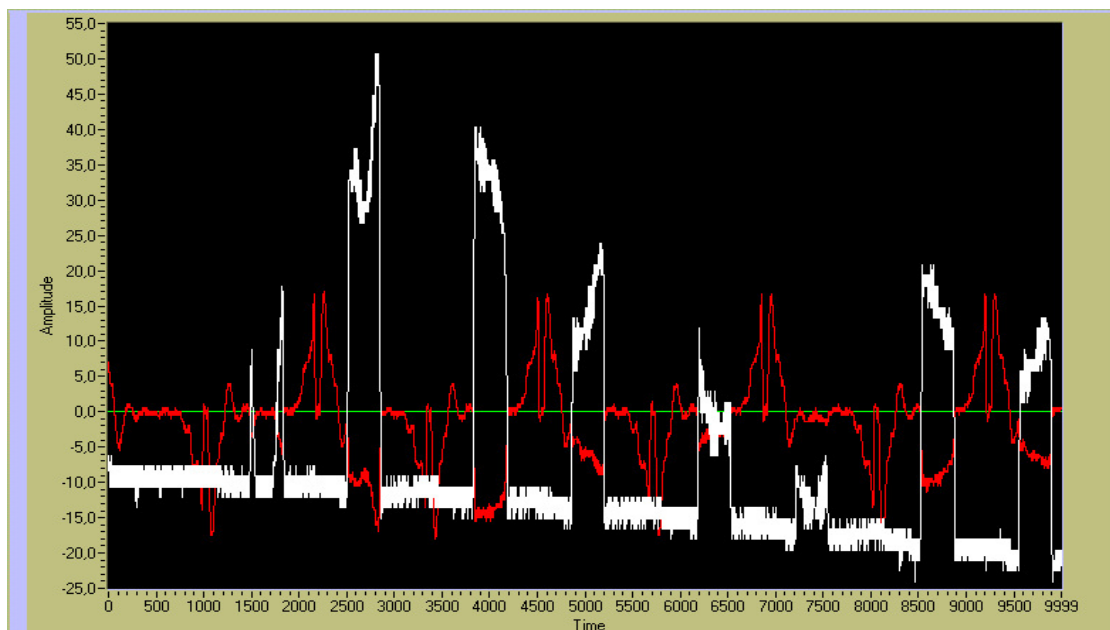
Jedná se o námi nejčastěji používaný způsob měření v laboratoři obecně, při kterém zjišťujeme velikosti řezných sil na různých obráběcích strojích. Při tomto způsobu měření se žádný posun (drift) nuly neprojevoval. Průběh sil při rovinném broušení znázorňuje obr. 4. Síla posuvu F_c znázorněna červeně a síla kolmá na sílu posuvu F_{cN} znázorněna bíle. Pro obě tyto složky je základna pro měření (osa x) v průběhu času konstantní (obr. 4)



Obr. 4 Průběh sil při rovinném broušení za sucha

3.2 MĚŘENÍ ZA MOKRA (PŘI POUŽITÍ PROCESNÍ KAPALINY)

Při provádění zkoušek, při kterých byl zkoumán účinek procesní kapaliny na technologii broušení a kvalitu obrobenech součástí se projevil jev, který je níže popsán. Pro sílu posuvu F_c (znázorněna červeně) v podstatě ke změně nedošlo. U síly kolmé na sílu posuvu F_{cN} (znázorněna bíle) se začal projevovat posun základny pro měření (osy x) stále k nižším hodnotám, přičemž absolutní hodnoty naměřené síly se neměnily. Jedná se o tzv. teplotní drift ve formě posunutí nulového bodu z-tového kanálu, tedy síly kolmé na sílu posuvu F_{cN} (znázorněné bíle). Jak se později ukázalo, tento teplotní drift, je způsoben teplotní dilatací předepínacích šroubů, které jsou součástí konstrukce dynamometru. Tento drift je pouze funkcí přiváděného množství tepla a projevuje se skutečně pouze v jednom směru.



Obr.5 Průběh sil při rovinném broušení za mokra

4. ZÁVĚR

Závěrem je nutno konstatovat, že změna teploty dynamometru se projeví ve formě posunutí nulového bodu z-tového kanálu. Aby k tomuto posuvu nedocházelo je nutno zajistit teplotní stabilizaci dynamometru. Toto lze realizovat připojením chladicího okruhu dynamometru např. do chladicího okruhu obráběcího stroje. Někdy bývá s touto metodou problém, zvláště při zkoumání účinku procesních kapalin, protože ne všechny jsou vhodné pro zapojení do chladicího okruhu dynamometru, vzhledem k jeho možnému poškození.

Další možný způsob odstranění driftu nuly z-tového kanálu je, že dostatečně dlouhou dobu před vlastním měřením spustíme okruh s procesní kapalinou a vlastně poléváme celý dynamometr tak dlouho, až se ustálí teplota a k driftu nuly již nedochází. Námí ověřená doba je přibližně 20 -30 minut. V tomto případě musí být uzavřený chladicí okruh dynamometru ucpávkami, které jsou dodávány jako příslušenství.

Ještě jedna možnost odstranění driftu nuly z-tového kanálu je, že tento je eliminován softwarově, což v našem případě také vyhovovalo vzhledem k časové náročnosti probíhajících experimentů z důvodů zkoumání vlivů velkého množství procesních kapalin.

Tento článek souvisí s řešením projektu MSM 4674788501, který je podporován MŠMT ČR.

LITERATURA

- [1] GABRIEL, V., JERSÁK, J., MATUSKÝ, J., VOTOČEK, J., ŽIŽKA, J.
Víceparametrická monitorizace procesu obrábění - Závěrečná zpráva projektu GAČR 101/96/1608: [Výzkumná zpráva]. Liberec: TU v Liberci, 1998. 111 s.
- [2] BARTUŠEK, T. *Účinek procesní kapaliny na technologii broušení a kvalitu obroběných součástí [Diplomová práce].* Liberec, TU v Liberci, 2008. 67 s.
- [3] POHOŘALÝ, M. *Měřicí systém pro snímání technologických parametrů na brusce BPH 320 A. [Diplomová práce].* Liberec. TU v Liberci. 2002. xx s.
- [4] ПОПОВ, А. В., *Mechanicko-pevnostní analýza diamantových brousících nástrojů - Механико-прочностной анализ алмазного шлифовального инструмента.* Rec. V. A. Grečišnikov, J. S. Stěpanov. 1. vyd. Tula: Tulská státní univerzita, 2003. 228 s. ISBN 5-7679-0368-9.
- [5] KISTLER INSTRUMENTE AG, Winterthur: BETRIEBSANLEITUNG – *Mehrkanal-Ladungsverstärker.* [2001]. 42 s.
- [6] KISTLER INSTRUMENTE AG, Winterthur: OERATING INSTRUKCIONS – *Quarz 3 – Komponent Dynamometer type 9265 B.* [2001]. 48 s.
- [7] JERSÁK, J. POHOŘALÝ, M. *Monitorizace procesu broušení -* In: *Strojírenská technologie č.2, 2003, s. 17-20.* ISSN 1211-4162.

