VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA strojního INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV strojírenské technologie

Faculty of mechanical Engineering
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

Establishment of a wear control system for drilling and tapping when machining parts
Zavedení systému kontroly opotřebení při vrtání a řezání závitů do strojních dílů

DIPLOMOVÁ PRÁCE
Diploma thesis

AUTOR PRÁCE **Bc. Charles FORTUNET**
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE **Prof. Ing. Miroslav PÍŠKA, CSc. (Cz)**
SUPERVISOR **Assoc. Prof. Guillaume FROMENTIN (Fr)**

This is an extended abstract of the master thesis

ODKAZY

POČET STRAN.....39
POČET SNÍMKŮ.....37
BIBLIOGRAFICKÉ ODKAZY.....5

ÚVOD

Tato diplomová práce se zabývá zavedením systému kontroly opotřebení při vrtání a řezání závitů do strojních dílů. Práce byla zpracována ve spolupráci se společností SNECMA ve Vernonu, Francie. Práce je koncepčně členěna do dvou částí, které na sebe navazují. Cílem první části je implementace softwaru AMC3 pro dosažení výběru optimálního páru obráběný materiál-řezný nástroj na CNC stroji HERMLE C42. Cílem druhé části je aplikace monitorovacího softwaru ARTIS na tomto stroji.

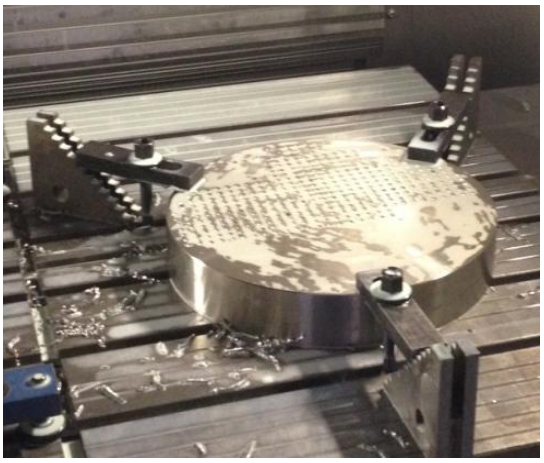
Obě části tohoto diplomového projektu obsahovaly obdobné kroky implementace řídicího software, které monitorovaly určité fyzikální jevy, které probíhaly během výrobního procesu. Dílčím cílem bylo sestavení aplikačního postupu a instruktážní metodiky pro další uživatele ve společnosti. Hlavním předmětem je zavedení systémů TMP s integrovaným AMC3 a redukovat řadu anomálií při řezání závitů.

Při řešení práce bylo shledáno, že užití systémů AMC3 a ARTIS vytváří vyšší přínos pro společnost, neboť obrábění s optimálními řeznými podmínkami je tou nejlepší cestou eliminace problémů při obrábění (odvod třísky, povrchové zpevňování), což lze vše řešit s pomocí monitorování pomocí ARTIS.

Řezné podmínky uvedené v práci jsou důvěrné, nicméně mají standardní jednotky (řezná rychlost v m/min, posuv na otáčku v mm).

AMC3 byl vyvinut na podporu bezpečnosti technologie řezání závitů, která zahrnuje:

- programovat speciální cykly, které využívají závislosti měrného řezného tlaku na daných řezných podmínkách,
- získat a analyzovat křivky přímo na stroji nebo s využitím počítače a pomocí utility AMC3_HMI,
- integrovat tento monitorovaný proces řezání závitů přímo do výrobní linky,
- odvodit optimální řeznou rychlost a další parametry pomocí výpočtů.



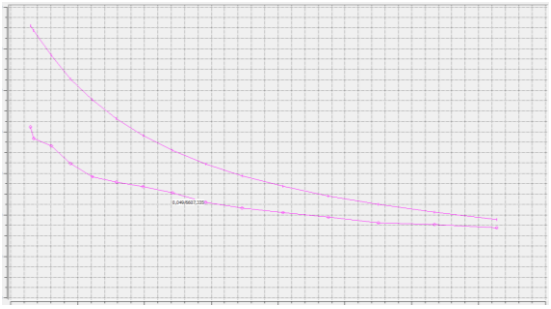
Obr. 1 Zkušební obrobek.

Obráběcím laboratorním strojem byl DMC 85V (tříosé CNC centrum se svislým vřetenem). Polotovarem přířezu (Φ 305mm x 52mm) byl Inconel 718, dodaný firmou Snecma. Obráběcí stroj v laboratoři a ve výrobním podniku se lišil v druhu procesní kapaliny, takže výsledky nebyly zcela identické.

Aplikace AMC3 - studie vlivu posuvu

První testy byly aplikovány v rozsahu (viz obr. 2):

- 0,2m < f < m
- V_c = 1,5.n = konst.



Obr. 1 Analýza měrného řezného odporu v závislosti na posuvu (AMC3)

Výsledek optimalizačního programu: f_{min} = 0.4.m

Nicméně ve společnosti SNECMA byl využíván posuv f = 0,6.m, takže bylo nutno seřídit nastavení a ověřit její účinek na trvanlivost vrtáku.

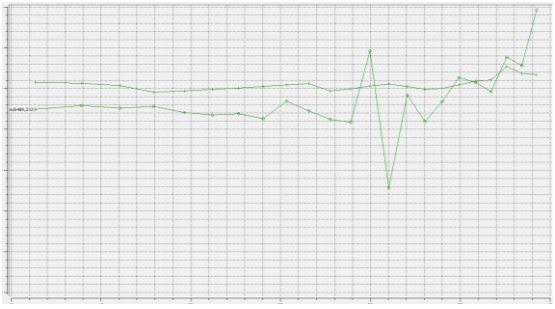
Aplikace AMC3 - studie vlivu řezné rychlosti

Druhá studie se zaměřila na analýzu účinku řezné rychlosti pro optimalizovanou hodnotu posuvu f = 0,6.m za předchozí studie, tzn.:

- f = 0.6m
- n < V_c < 4n

Na těchto průbězích lze pozorovat dvě rozdílné oblasti:

- až do hodnoty 3.n je křivka plochá; zatížení nástroje roste s rostoucí řeznou rychlostí, zpočátku zejména v ose nástroje a pak na hlavních ostřích,
- druhá cast – po hodnotě 3.n je rostoucí, obrábění v této oblasti znamená výrazné snížení trvanlivosti břitu.



Obr. 2 Analýza měrného řezného odporu v závislosti na řezné rychlosti (AMC3).

V současnosti se ve společnosti SNECMA používá jmenovitá řezná rychlost 3.n, která je vyhovující s ohledem na odvod třísky, ale nebezpečná z hlediska namáhání nástroje, přičemž je stále nutné mít na paměti, že SNECMA používá odlišný způsob chlazení než laboratoře v ENSAM Cluny.

Aplikace software ARTIS

ARTIS je speciální software vyvinutý pro monitorování řezných nástrojů a zvláště optimalizace průběhu opotřebení v čase.

CTM měřicí karta je vybavena DTA snímačem (snímač byl vyvinutý společností ARTIS) který snímá výkon resp. spotřebu energie (Iq) každé pohonové osy stroje. Monitorování bylo prováděno ve dvou krocích:

- v první, tzv. “učící se” operaci se zaznamená tato snímaná křivka spotřeby výkonu, energie, která reprezentuje referenční křivku,
- ve druhé fázi se nastaví tolerance pro každý model, včetně limitních hodnot. Pokud jsou tyto limity překročeny, CTM karta zastaví chod stroje.

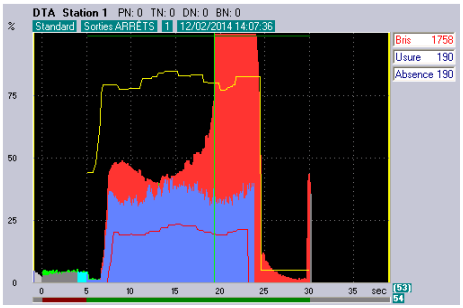
Výsledky ARTIS jsou vždy uváděny v relativních hodnotách (procentech).

- Nastavení limitů:
  - Limit pro zlomení nástroje: lze nastavit dva různé limity zastavení – horní a dolní. Oba jsou určeny jako extrémy “naučené” referenční křivky.
  - Limit pro opotřebení a ostatní omezení – jsou vypočteny a nastaveny podle průběhů opotřebení.

Pokus se dosáhne limitního zatížení, svislá zelená čára se znázorní přes celou obrazovku a ozve se zapískání.

Vybrané experimenty

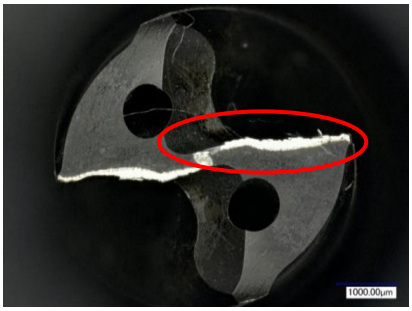
Bylo vrtáno nejprve 6 děr (s celkovou délkou vrtu 96mm) pro záznam zatížení v průběhu tohoto zatížení. Nárůst zatížení dosáhnul hodnot 111% a 120%, takže testy dále pokračovaly.



Obr. 3 Krouticí moment na vřetenu po odvrtání celkové hloubky 576 mm.

Při vrtání 36. (576 mm) díry se ozvalo silné zapískání, a proto byl stroj zastaven. Byly analyzovány CTM křivky a taktéž nástroj. Maximální zatížení dosáhlo 175,8%

nominálního zatížení, nicméně vrták byl pouze opotřeben, nezlomen – obr. 5, tzn. že se jednal o průvodní jev otěru třísky o obrobenou plochu z důvodu jejího zhoršeného odvodu.

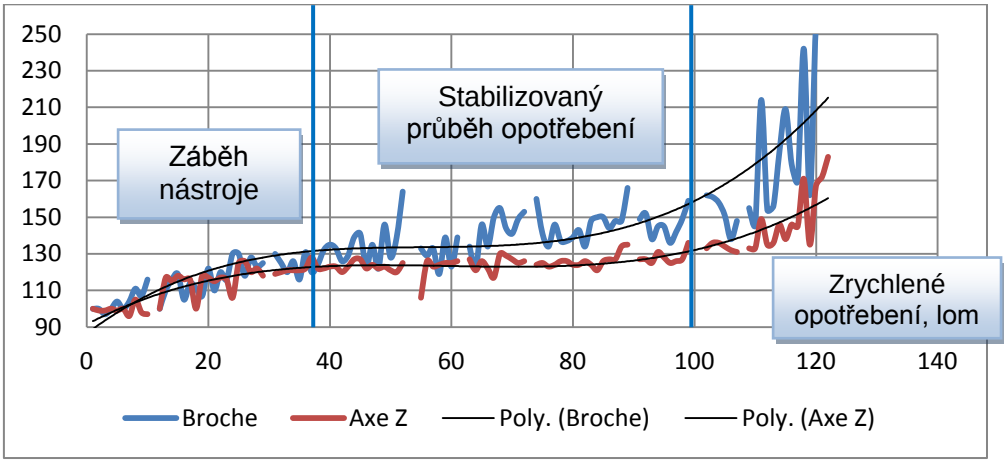


Obr. 4 Břity vrtáku po vrtání délky 576 mm.

Při vrtání 132. díry byly testy alarmem zastaveny, neboť bylo dosaženo maximálního povoleného zatížení vrtáku. Rozvoj opotřebených ploch byl velký, tříska se obtížně utvářela a zatížení bylo vysoké.

Dílčí závěr

Na základě všech provedených testů byl pozorován souhrnný průběh zatížení vrtáků – obr. 6.



Obr. 6 – Celkové shrnutí časového vývoje opotřebení a zatížení vrtáku.

Na tomto obrázku lze možno rozlišit tři časové faze rozvoje opotřebení a zatížení vrtáku:

- první fáze – záběhová, kde rychle roste zatížení, dochází k lapování řezných břitů.
- druhá fáze – stabilní, pomalý rozvoj zatížení, tzn. doba, kdy nástroj dobře pracuje.
- třetí fáze – zrychlené zatížení vrtáku, nástroj se někdy zlomí. Tento stav by ARTIS nikdy neměl povolit dosáhnout.

ZÁVĚRY

Předmětem diplomové práce bylo zavedení systému kontroly opotřebení při vrtání a řezání závitů do strojních dílů ve spolupráci se společností SNECMA ve Vernonu, Francie. Cíl byl splněn pomocí zařízení AMC3 a softwaru ARTIS v podmínkách závodu. V některých oblastech tohoto projektu je možné dále pokračovat. K hlavním výsledkům patří:

- analýza průběhu měrného odporu Inconelu 718 při vrtání,
- ověření možnosti aplikace zařízení AMC3 a softwaru ARTIS v laboratorních podmínkách i v podmínkách závodu,
- poznání průvodních jevů obrábění,
- analýza mechanismů opotřebení vrtáků,
- optimalizace vrtacího procesu.