

Posudek bakalářské práce

Bakalář: **Hušek Jan**

Název práce: **Mechanické parametry obráběcího stroje a jejich vliv na výpočet strojního času.**

Recenzent: **Ing. Lubomír Štajnochr, ČVUT FS**

Bakalářská práce se zabývá problematikou nesouladu výpočtu strojního času v systémech CAM s časem skutečného obrábění. Bohužel v práci chybí základní úvod do problematiky výpočtu strojního času a alespoň hrubý přehled jednotlivých faktorů, které k tomuto nesouladu vedou. Například hned v počáteční kapitole 2.1.1 a 2.1.2 autor používá zcela nevysvětlené pojmy, uvádí příklad trochoidního frézování zcela bez objasnění souvislostí. Mimo to přebírá řadu úvah jiných autorů, které sice správně cituje, ale opět nedává do souvislostí. Kromě toho některé převzaté formulace nedávají příliš smysl. Nebo jsou uvedeny bez vysvětlení či nepřesně.

Např. poslední věta prvního odstavce na straně 12: „...nemohou ... dosáhnout svého maximálního zrychlení“. Jistě by mělo být: „ nemohou dosáhnout své maximální rychlosti“. Podobných nepřesností a nejasností v citacích je v práci celá řada.

Obrázek 2 je sice z hlediska vysvětlení problematiky správný, ale ve skutečnosti při generování systémem CAM s při interpretaci dráhy strojem se nástroj nikdy nebude pohybovat po zakreslené dráze. Tím pádem ale i navazující úvahy jsou minimálně sporné. (Např. nemusí platit – a většinou ani neplatí- že by výslední trajektorie, po které se pohybuje nástroj byla vždy delší než skutečná dráha po teoretickém povrchu modelu.)

Rovněž v kapitole 3 je uvedena řada citací (např. [6]), ale nejsem si jist, zda-li byly správně interpretovány některé závěry citované práce. Mimo to citovaná práce pravděpodobně vychází z měření na stroji s z dnešního pohledu ne úplně dokonalým systémem regulace interpolátorů. Myslím si, že během křivkové dráhy realizované na moderním stroji nelze akceptovat během relativně hladké dráhy změny rychlosti během pohybu více jak 400%!

Obdobně v kapitole 3.1, obr. 4 je uvedeno, že během dráhy ...“ V konečném bodě trajektorie (bod B), při přechodu na vodorovnou přímku, je prováděna skoková změna zrychlení na nulovou hodnotu v ose Y...“. V tomto případě přeci k žádné skokové změně zrychlení nedojde, naopak tečný přechod z křivkového pohybu je nejlepším možným řešením z hlediska plynulosti chodu stroje a lze jej realizovat bez jakéhokoli mechanického omezení.

Na straně 16 (a ještě jinde v textu) je v textu použit termín „zadržávání posuvů“. Tento efekt, který lze považovat za vadu stroje nebudeme přeci do problematiky výpočtu strojního času zahrnovat!!

Kapitola 3.3.1 se zabývá kmitáním, ale již není řečeno, jak to souvisí s problematikou výpočtu strojního času.

Kapitola 4 je teoreticky jistě správná, avšak některá tvrzení nemusí být pro moderní systémy řízení platná. Například tvrzení, že nelze předem stanovit zpomalení v bodě navázání dvou lineárních úseků jinak než experimentálně. Lze přece dle rozdílu úhlu dvou navazujících úseků stanovit poměrně exaktně požadavek na snížení rychlosti, aby požadovaný zlom byl interpretován s požadovanou chybou dráhy. Například pro rozdíl úhlu tečen do nějaké hodnoty nemusí systém nikterak snížit rychlost posuvu a dráha bude realizována s přijatelnou chybou.

V kapitole 4.1 je popsán experiment E.Y.Heoa [13]. Experiment je jistě zajímavý, ale aby výsledky byly aplikovatelné, chybí v popisu experimentu několik podstatných informací: Byl obvod mnohoúhelníku vždy stejný? Nebo byly stejné délky lineárních úseků? S jakými povolenými odchylkami byl tvar obráběn? Apod. Bez těchto informací jsou výsledky jen obtížně k něčemu použitelné

Tvrzení, které plyne z experimentu, že největší zpomalení nastane při úhlu úseků 90° by bylo třeba doplnit úvahou o tom, zda-li například úhel navazování třeba 120° nebo až 180° nebude z hlediska času ještě problematictější!!.. Určitě bude!

Kapitolu 4 by bylo jistě vhodné doplnit ještě o úvahy na téma nelineárního nárůstu rychlosti (nekonstantního zrychlení). Běžně používané průběhy nárůstu rychlosti po tzv. „S“ křivkách mohou zcela dramaticky ovlivnit chování dynamiky stroje a tím i výpočty strojního času.

V závěru kapitoly 5 jsou uvedeny rovněž výsledky experimentů E.A.Heoa. Bylo by ale vhodné připomenout, že výsledky nemají obecný význam, neboť jsou závislé na typu obráběcího stroje a hlavně pak na výkonu a možnostech řídicího systému. Tyto informace v práci všeobecně v citacích chybí.

Jaký je rozdíl mezi hodnotami: „..při použití délky bloku 0.1 milimetrů...“ a „...byly použity různé přírůstky dráhy (0.05 a 0.2 milimetrů)...“. V této kapitole je popsán experiment, který ukazuje zcela zjevnou závislost skutečného strojního času na typu stroje a jeho řízení. Nikde ale není řečeno, jak se lze k popisovanému parametru MRT „dostat“ bez experimentálního měření, např. na základě katalogových údajů o stroji a řídicím systému.

Na straně 37 je uvedeno tvrzení, že ke změně rychlosti posuvu může dojít vlivem změny zatížení servopohonu. Pokud není použito adaptivní řízení posuvu, pak by přeci k žádné změně rychlosti u kvalitního systému nemělo vůbec dojít!

Domnívám se, že na obr. 12 je chybně zakreslen teoretický (výpočtový) průběh rychlosti, který uvažují systémy CAM a reálný (skutečný) průběh. Oba průběhy by měly začínat a končit ve stejném časovém okamžiku „t“

Vlastní experimentální práci lze hodnotit bez významných výtek. Pouze bych se pokusil lépe zhodnotit zrychlení použitého stroje FCM 22 CNC. Stroj má totiž nelineární průběh rychlosti a velmi rozdílné zrychlení v průběhu akcelerace. Je však otázkou, je-li to v možnostech bakaláře a konec konců i v požadavcích práce.

U druhého praktického úkolu by bylo vhodné doplnit skutečnost, že „opravné koeficienty“ získané jako výsledek analýzy zkoušek obrábění jsou platné a použitelné pro oba systémy CAM pouze v návaznosti na použitý stroj, na němž byly zkoušky provedeny.

I když v předešlé části posudku je uvedena řada výhrad či připomínek, je práce zpracována s přehledem, pečlivě, bez dalších výrazných závad. Práce přinesla a shrnula řadu poznatků a řešených problémů v oblasti stanovení strojního času pomocí systémů CAM a naznačila další potřebné kroky v této oblasti.

Proto doporučuji bakalářskou práci přijmout a doporučuji ji k obhajobě.

V Praze dne 24. 8. 2018

Ing. Lubomír Štajnochr