

HODNOTENIE EFEKTÍVNOSTI POUŽÍVANIA ODVAĽOVACÍCH FRÉZ EVALUATION OF USING EFFECTIVENESS OF WORM-MILLING CUTTERS

Ing. Lýdia Sobotová, PhD.

Ing. Peter Ižol, PhD.

Technická univerzita v Košiciach

Strojnícka fakulta

Katedra technológií a materiálov

Lydia.Sobotova@tuke.sk

Peter.Izol@tuke.sk

Abstract

The contribution deals with the evaluation of using effectiveness of milling cutters. There are compared the advantages of two types of material of worm-milling cutters. The comparison consists of effectiveness of life service, job performance and production costs. There are mentioned the conditions and following pictures of wear of milling cutters.

The experiments were made together with firm Commerc Service spol.s.r.o.Prešov.

Key words

milling cutter, wear, effectiveness of milling tools

Úvod

V posledných rokoch sa na Slovensku rozrástol automobilový priemysel. Pribudlo niekoľko automobiliek a mnoho dodávateľov pre túto oblasť priemyslu, medzi ktorými dominujú podniky strojárskoho charakteru.

Pri výrobe ozubených kolies do automobilových prevodoviek sa okrem iných nástrojov využívajú aj odvaľovacie frézy – obr. 1. Ich cena a požiadavky na presnosť vyrobených produktov núti používateľov starostlivo sledovať a vyhodnocovať trvanlivosť a životnosť týchto nástrojov.

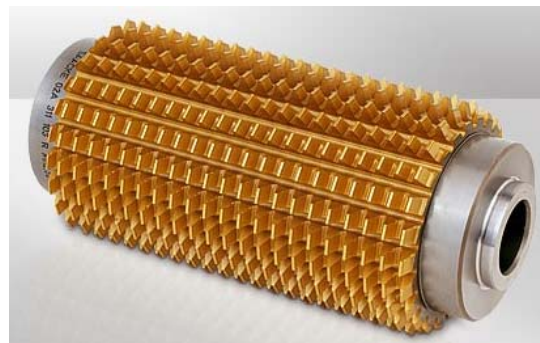
Pod trvanlivosťou rozumieme schopnosť nástroja udržiavať požadované hodnoty v definovaných medziach. Sledovanými hodnotami sú najčastejšie stav obrobeného povrchu a presnosť rozmerov. Koniec trvanlivosti sa dosiahne, ak nástroj už nie je schopný dosahovať stanovené hodnoty. Trvanlivosť nástroja je jedným z najdôležitejších faktorov pre určovanie úrovne produktivity danej operácie obrábania. Systematické meranie opotrebenia a kontrola jeho priebehu sú dôležitými krokmi k optimalizácii rezného procesu [2].

Popis problematiky

Pri výrobe ozubených kolies do automobilových prevodoviek sa využívajú odvaľovacie frézy dvoch výrobcov, zhotovené z rôznych materiálov :

- Výrobca IMS Koepfer, materiál nástroja spekaný karbid HM-K.

- Výrobca Saacke, materiál nástroja rýchlorezná oceľ HSS PM-S 390 (nástroj zhotovený práškovou metalurgiou).



Obr.1 Odvaľovacia fréza

Rozmery nástrojov :

Priemer frézy :	80 mm
Dĺžka aktívnej časti frézy :	170 mm
Celková dĺžka frézy :	240 mm
Modul :	1,6 – 3,06

Pre nástroj od IMS Koepfer sa využívajú nasledujúce rezné podmienky :

- Rezná rýchlosť : 600 - 800 m.min⁻¹
- Posuv : 1,2 – 3 mm.ot⁻¹
- Rezné prostredie : bez rezných kvapalín
- Čas rezania : 0,2 min/ks

Rezné podmienky pre nástroj Saacke :

- Rezná rýchlosť : 190 - 350 m.min⁻¹
- Posuv : 2,5 – 4 mm.ot⁻¹
- Rezné prostredie: rezný olej Shell Garia 2407 M15
- Čas rezania : 0,4 min/ks

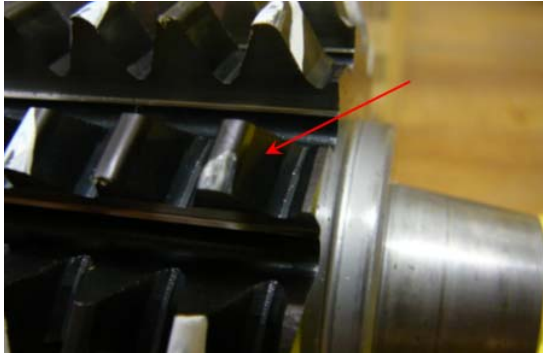
Výroba ozubených kolies s použitím uvedených nástrojov prebieha na CNC odvaľovacej frézovačke Gleason-Pfauter P-210L.

Obrábaným materiálom je oceľ s chemickými vlastnosťami podľa tab. 1 :

Tab. 1 Chemické vlastnosti materiálu obrodku

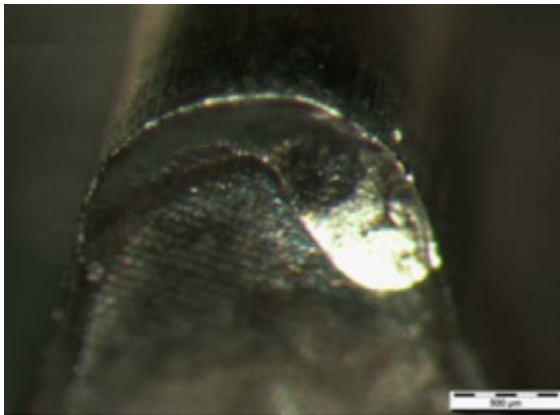
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu
min. [%]	0,2	0,2	0,7	0	0,02	0,7	0
max. [%]	0,23	0,35	0,9	0,025	0,035	0,9	0,3

Vplyvom nesprávne nastavených parametrov rezania alebo nepozornosťou obsluhy stroja dochádza k zvyšovaniu intenzity opotrebenia resp. k poškodeniu zubov frézy – obr. 2. Nadmerné opotrebenie či poškodenie môže viesť k predčasnemu vyradeniu nástroja z prevádzky.

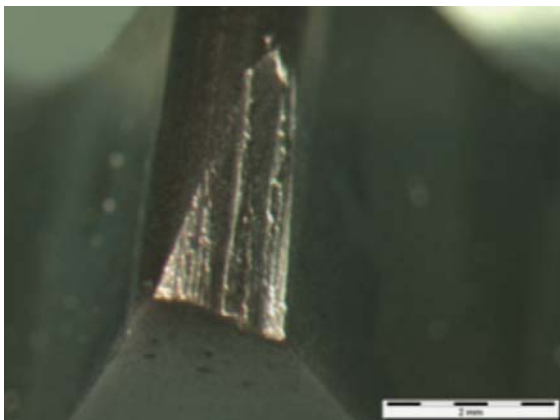


Obr. 2 Poškodený zub odvaľovacej frézy

Na obr. 3 – 5 sú znázornené rôzne poškodenia zubov odvaľovacej frézy, ktoré nastali nesprávnou voľbou hodnôt reznej rýchlosti. Takéto poškodenie už predstavuje v lepšom prípade koniec trvanlivosti nástroja, v horšom prípade koniec jeho životnosti.



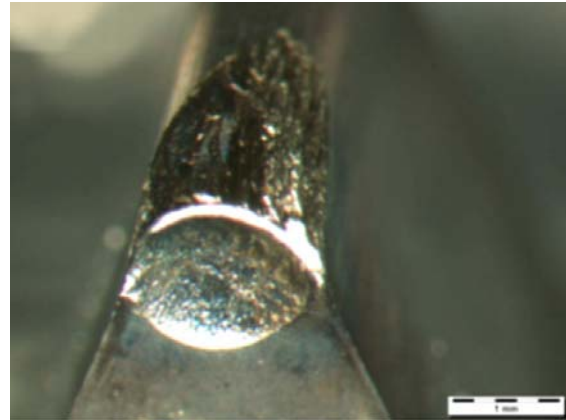
Obr. 3 Poškodenie na čelnej ploche zuba



Obr. 4 Poškodenie na chrbtovej ploche

Ostrenie fréz prebieha na CNC brúsiacom centre pre ostrenie nástrojov. Ako nástroj sa využíva diamantový brúsny kotúč. Hrúbka odobranej vrstvy sa volí tak, aby presiahla o cca 0,1 mm rozmer opotrebenia. V prípade rozsiahlejšieho poškodenia zubov na krátkom úseku sa nástroj brúsi podľa opotrebenia zvyšku frézy. Pri práci s takto naostrenou frézou sa nastavuje aktívna časť frézy tak, aby poškodené zuby nedostávali do

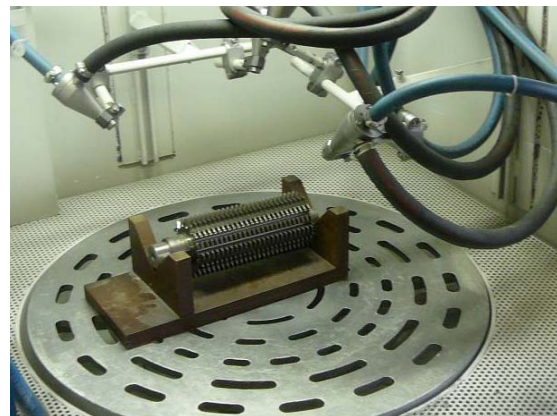
záberu. Tento cyklus je možné opakovať dovtedy, kým opotrebenie zvyšku frézy nedosiahne hodnotu poškodenia neaktívnych zubov. Po naostrení je možné obnoviť pôvodnú aktívnu časť nástroja.



Obr. 5 Súčasné poškodenie čelnej a chrbtovej plochy

Po naostrení prebehne proces čistenia, pri ktorom sa nástroj zbaví nečistôt a následne sa odstraňuje aj vlhkosť prúdom stlačeného vzduchu.

V ďalšom kroku sa v tryskacom zariadení z nástroja odstraňuje starý povlak. V prvom kroku sa využíva hrubé abrazivo, v druhom abrazivo jemné – obr. 6.



Obr. 6 Odstraňovanie povlaku tryskaním

Nástroj pred odstránením povlaku je na obr. 7, po odstránení povlaku na obr. 8.

Nový povlak sa na nástroje nanáša v povlakovacom zariadení. Proces nanášania trvá cca 6 hod. Po kontrole kvality povlaku je nástroj pripravený na ďalšiu činnosť.



Obr. 7 Nástroj pred odstránením povlaku



Obr. 8 Nástroj po odstránení povlaku

Hodnotenie efektívnosti

Pre vyhodnotenie efektívnosti boli využité údaje o 44 ks fréz IMS Koepfer a 23 ks fréz Saacke [1]. Okrem iných to boli údaje o počte preostrení, počte vyrobených kusov ozubených kolies medzi jednotlivými preostreniami a o nákladoch na preostrenie.

Priemerný počet vyrobených kusov súčiastok na jedno naostrenie :

- Fréza IMS Koepfer : 2167 ks
- Fréza Saacke : 942 ks

Priemerný počet naostrení u oboch typov fréz dosiahol hodnotu 8. Ostrenie a následné povlakovanie je realizované externou firmou, ceny sú odlišné pre jednotlivé typy nástrojov :

- Fréza IMS Koepfer : $63+58=121$ €
- Fréza Saacke : $53+53=106$ €

Pre vyhodnotenie efektívnosti boli využité nasledujúce vzťahy :

Životnosť nástroja

$$\check{Z} = (n + 1) \cdot k \quad [\text{min}] \quad (1)$$

n – počet preostrení

k – priemerný počet vyrobených súčiastok na jedno preostrenie

Pracovný výkon

$$P_v = \frac{T_s}{t_k} \quad (2)$$

T_s – čas smeny [min]

t_k – kusový čas [min]

Priame náklady na kus

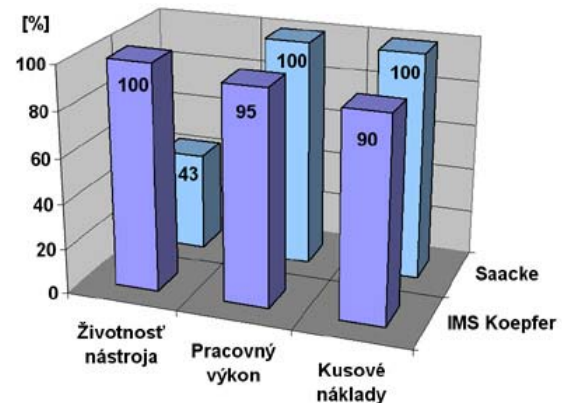
$$N_{pk} = \frac{N_p}{k_c} \quad [€] \quad (3)$$

N_p – priame náklady [€]

k_c – celkový počet vyrobených kolies

Do priamych nákladov bola zahrnutá cena nástroja, odpredajová hodnota, cena za ostrenie a povlakovanie a cena rezného oleja (pre jeden z nástrojov).

Porovnanie nástrojov vzhľadom na uvedené kritériá je uvedené na obr. 9. Najvyššia dosiahnutá hodnota daného kritéria predstavuje 100%, s touto hodnotou je porovnaný druhý nástroj.



Obr. 9 Porovnanie nástrojov podľa uvedených kritérií

Záver

Pri porovnávaní oboch nástrojov neboli brané do úvahy nepriame náklady, súvisiace hlavne s používaním rezného oleja. Sem by bolo možné zaradiť náklady na filtračné zariadenia, na likvidáciu použitého oleja, bezpečnostné požiadavky a náklady na čistenie obrobkov.

Voľba nástroja s vyšším výkonom znamená skrátenie času obrábania na jednu súčiastku, menej častú výmenu nástroja a zníženie zásob nástrojov na sklade.

Literatúra

1. Kacvinský, Š. : Hodnotenie efektivity obrábacích nástrojov – odvalovacích fréz. Diplomová práca, KTaM Sjf TU v Košiciach, 2009.
2. Příručka obrábění. Sandvik CZ, s.r.o., Praha, 1997.
3. Řehoř, J. : Studie problematiky vysokorychlostního obrábění kalených ocelí z hlediska morfologie třísky. In: Nové technologie a systémy řízení nástrojářských provozů. KTO 2002, s. 20-23, Plzeň, 2002.
4. Józwiak, J. : Analytic–experimental method of assignment of heat influence depth, generated in contact zone of chip and attack surface of machining tool edge. Maintenance and Reliability, č. 3, 2002.

Príspevok vznikol v rámci spolupráce s firmou Commerc Service spol.s.r.o. Prešov.

Prezentované výsledky vznikli s podporou VEGA v rámci riešenia grantovej úlohy 1/4159/07 "Počítačová podpora výroby tvarovo zložitých plôch na CNC strojoch pre výskum, vývoj a overovanie nástrojov a foriem na výrobu plastových automobilových dielcov".