

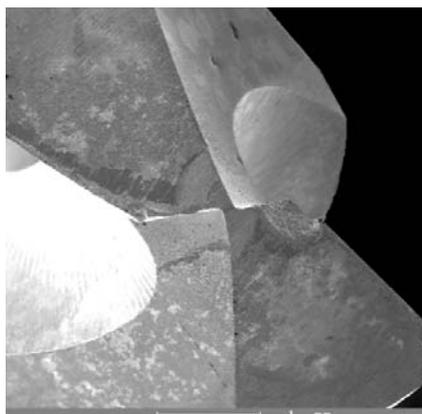
Efektívne vrtanie nehrdzavejúcich ocelí pomocou skrutkovitých vrtákov

Jozef Jurko

Vrtanie otvorov skrutkovitými vrtákmi je popri sústružení a frézovaní najčastejšie aplikovanou metódou v technológii obrábania. Veľký rozsah obrábaných otvorov sa prirodzene prejavuje tiež značnou spotrebou vrtákov nielen v jednotlivých firmách, ale aj v celosvetovom meradle. Voľba vhodných typov a konštrukčných riešení vrtákov má preto podstatný vplyv na presnosť, efektívnosť a produktivitu vrtania, aj na hospodárne využívanie a spotrebu vrtákov. Na hospodárne používanie vrtákov má vplyv hlavne rezná rýchlosť a posuv, geometria reznej časti, rezná kvapalina a vlastnosti technologickej sústavy SNOP (stroj – nástroj – objekt opracovania – prípravok). Týmto činiteľom je preto potrebné venovať náležitú pozornosť pri aplikácii skrutkovitých vrtákov, aby nedochádzalo k rýchlemu otupovaniu a následnému poškodeniu vrtákov.

Problémy s vrtaním nehrdzavejúcich ocelí

V prvom rade je nutné starostlivo navrhovať reznú rýchlosť a posuv vrtáka s ohľadom na vlastnosti obrábaného materiálu. Pre každý spôsob vrtania vieme definovať hodnoty rezných podmienok, pri ktorých prebieha vrtanie najhospodárnejšie. Sú to tzv. optimálne rezné podmienky. Pri vysokej reznej rýchlosti sa zväčšuje vznik tepla najmä na vonkajších hranách hlavnej reznej hrany a dochádza k ich rýchlemu otupovaniu (obr. 1).

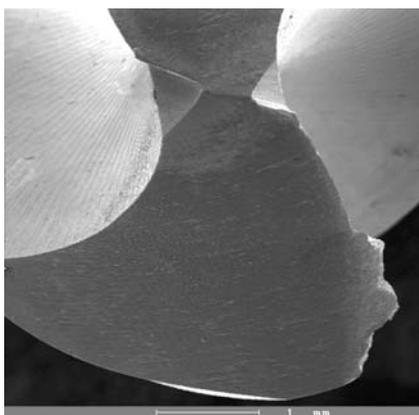


Obr.1 Vonkajšie prejavy opotrebovania reznej časti vrtáka

Pri ďalšej práci s takto otupeným vrtákom nastáva vyžihanie hrotu vrtáka a dochádza aj k nalepovaniu a navarovaniu obrábaného materiálu na vrták (obr. 2). Výsledkom je poškodenie alebo zlomenie vrtáka, prípadne jeho zadieranie vo vrtanom otvore. Ak sa vrták nezlomí, musí sa pri ostrení poškodená rezná časť odrezať, aby sa mohla obnoviť jeho geometria a rezné schopnosti. Tým sa však skraca životnosť a zväčšuje sa spotreba vrtákov pri rastúcich nákladoch na ich údržbu.

Veľmi vysoký posuv a zároveň nesprávne naostrené rezné hrany sú častou príčinou nielen vylomených častíc reznej hrany, ale

aj vzniku trhlín či zlomenia vrtáka. Rezné podmienky pre vrtanie skrutkovitými vrtákmi možno určiť pomerne ľahko a dostatočne presne podľa rôznych tabuliek alebo normatífov rezných podmienok. Tabulky obsahujú hodnoty získané na jednej strane z výsledkov teoretických vývojových prác a skúšok obrábania vo výskumných ústavoch, na druhej strane sú výsledkom praktických skúseností overených v prevádzkových podmienkach rôznych výrobných firiem a pri skúškach popredných výrobcov skrutkovitých vrtákov, ktorí ich často uverejňujú v informačných prospektoch.



Obr.2 Tvorenie nárustku na čelnej ploche pri hlavnej reznej hrane

Odporúčané podmienky pre kvalitatívne vrtanie

Rezné podmienky, ktoré sa preberajú z tabuliek sa musia prispôbiť pre každý jednotlivý spôsob vrtania, aby sa dosiahlo optimálne riešenie. Všeobecne platí, že väčší vplyv na rýchlosť otupovania skrutkovitých vrtákov, a tým aj na zhoršenú hospodárnosť vrtania, má viac rezná rýchlosť ako posuv. Preto pri požiadavke na dlhšiu trvanlivosť, optimálne hodnoty otupenia vrtáka a celkovú hospodárnosť vrtania je potrebné voľiť skôr menšiu reznú rýchlosť ako je uvedené v tabulkách rezných pod-

mienok. Ak obrábací stroj umožňuje vrtanie strojným posuvom, potom by sa zásadne nemal aplikovať posuv ručný. Pri strojnom posuve je výkon vrtania väčší a vrtanie je hospodárnejšie, pretože vrták je rovnomerne namáhaný, takže otupenie narastá pozvoľne a rovnomerne. Vrták má preto dlhšiu trvanlivosť a životnosť ako pri ručnom posuve. Podstatný význam pre hospodárne využívanie skrutkovitých vrtákov je v zabezpečení dostatočného prívodu množstva reznej kvapaliny do zóny rezania. Rezná kvapalina znižuje teplotu rezania a znižuje trenie v procese obrábania, takže má chladiaci aj mazací účinok. Chladenie nástroja pôsobí priaznivo na jeho reznosť, zatiaľ čo mazací účinok značne znižuje možnosť nalepovania vrtaného materiálu na vodiace fazetky vrtákov, čo je častou príčinou zadierania vrtákov. Okrem toho rezná kvapalina uľahčuje odvod triesok najmä pri vrtaní hlbších otvorov. Preto musí byť rezná kvapalina privádzaná k rezným hranám vrtáka plynulo a v dostatočnom množstve.

Obrobok musí byť pri vrtaní vždy vhodne a spoľahlivo upnutý. Treba voľiť taký spôsob upnutia, aby obrobok nepružil. Obrobok, ktorý pruží, pôsobí na vrták rovnako nepriaznivo ako malá pevnosť a chvenie technologickej sústavy (SNOP). Pri dovrtávaní otvorov, vždy poklesne rezný odpor a pružiaci obrobok môže spôsobiť zadieranie alebo zasekávanie vrtákov, takže môže dôjsť k jeho zlomeniu a poškodeniu obrobku. Pri vrtaní hlbších otvorov musí byť dĺžka drážok vrtákov vždy väčšia ako hĺbka vrtaného otvoru. V opačnom prípade by mohlo dôjsť k upchávaniu drážok trieskami a k zlomeniu vrtákov. Pri vrtaní hlbokých otvorov vrtákmi v klasickom vyhotovení je nutné so zväčšujúcou sa hĺbkou vrtaného otvoru v stále častejších časových intervaloch vychádzať vrtákom z otvoru za účelom jeho vyprázdnenia a odstránenia triesok z drážok vrtáka.

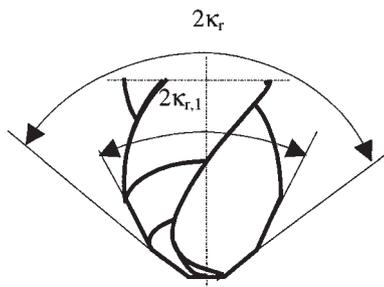
Ďalší spôsob je úprava geometrie, a to zväčšenie uhla hrotu $2\kappa_r = 130^\circ$ až 140° a zväčšenie uhla sklonu skrutkovice drážok $\omega = 40$ až 45° v záujme spoľahlivejšieho odvádzania triesok z vrtaného otvoru. Ak sa používajú vrtáky so zväčšenou šírkou jadra s cieľom zväčšenia ich tuhosti a pevnosti, napr. pri vrtaní otvorov v materiáloch väčšej pevnosti, musí byť hrot vrtáka naostrený krížovým výbrusom. Týmto výbrusom sa podstatne zmenší dĺžka prierečnej reznej hrany a súčasne vznikajú dva krátke stredové (prične rezné hrany). Výsledkom je dokonalejšie delenie triesky, lepšia reznosť vrtákov a dlhšia trvanlivosť hlavnej reznej hrany. Ak vrtaný otvor vyúsťuje na šikmej ploche obrobku, je to pre vrták značne nebezpečné. V takomto prípade by sa mal otvor vždy dovrtávať automatickým strojným posuvom. Ručný posuv vyžaduje veľkú citlivosť a pozornosť z hľadiska rovnomerného zataženia vrtáka vo finálnej fáze vrtania, aby nedošlo k jeho zlomeniu. Porovnateľné problémy, ako vyústenie otvoru v šikmej ploche, spôsobujú tiež pórovité miesta a dutiny v obrobku. Značné problémy môžu vzniknúť pri vrtaní otvorov v materiáloch väčšej pevnosti a tvrdosti. Ak sa nepodarí zlepšiť prácu vrtákov zmenšením reznej rýchlosti aj posuvu, odporúča sa upraviť geometriu reznej časti nástroja napr. zmenšením uhla čela alebo vybrúsením krátkych prierečných rezných hrán.

Pre oceľ je $2\kappa_r = 110^\circ$ až 130° a $2\kappa_{r,1} = 85^\circ$ až 90° , pre liatinu je $2\kappa_r = 100^\circ$ až 120° a $2\kappa_{r,1} = 65^\circ$ až 75° . Takto vytvorené zalomené rezné hrany spôsobujú na jednej strane väčší krútiaci moment, avšak na strane druhej sú rezné hrany menej náchylné na vylamovanie častíc alebo poškodenie, takže nástroj má dlhšiu trvanlivosť rezných hrán a väčšiu výkonnosť. Zároveň sa tým zlepšuje delenie triesok a uľahčuje sa ich odvod z vrtaného otvoru. Pri vrtaní otvorov vo zvlášť tvrdých materiáloch možno podstatne zväčšiť výkony vrtania aplikáciou špeciálnych skrutkovitých vrtákov s podstatne zosilneným prierezom a príslušne upravenou geometriou hrotu vrátane krížového výbrusu (obr. 3).

Takéto vrtáky potom majú väčšiu tuhosť a pevnosť potrebnú na vrtanie v sťažovaných podmienkach. Vrtanie otvorov veľkých priemerov skrutkovitým vrtákom doplna je možné iba na ťažkých obrábacích strojoch s veľkým príkonom, pričom často býva nutné predvrtávať otvor vrtákom menšieho priemeru.

V takýchto prípadoch stačí na predvrtanie použiť vrták, ktorého priemer je rovnaký alebo o málo väčší ako je hrúbka jadra veľkého vrtáka. Tým sa podstatne zmenší rezný odpor a príkon potrebný na prácu prierečnej reznej hrany veľkého vrtáka, takže sa zmenší jeho namáhanie a predĺži sa trvanlivosť rezných hrán. Otvory s priemerom

menším ako 2 mm sa môžu spoľahlivo a hospodárne vrtáť veľkými reznými rýchlosťami pri malých posuvoch, a teda na strojoch, ktoré majú veľký rozsah otáčok vretena (až do $15\,000\text{ min}^{-1}$). Vrtáčka musí mať dostatočnú tuhosť a vreteno nesmie hádzaf viac ako 0,02 mm. Morálne zastaralé stroje s veľkými vólami v ložiskách vretien sú pre vrtanie otvorov s malými priermi úplne nevhodné.



Obr.3 Úprava rezných hrán

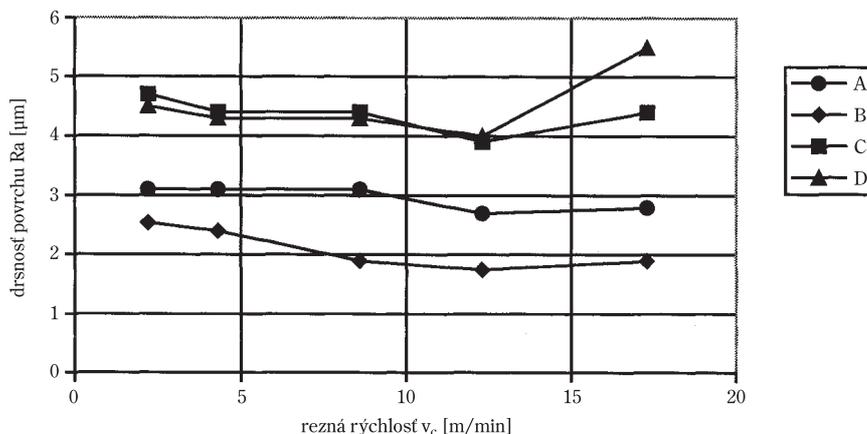
Za priaznivých pracovných podmienok a podľa druhu aplikovaného nástroja, sa môžu dosiahnuť hĺbky vrtaných otvorov $\lambda = (10 \text{ až } 12) \cdot d$ a vo výnimočných prípadoch $\lambda = (25 \text{ až } 30) \cdot d$. Skrutkovitý vrták je v podstate hrubovankový nástroj, no aj napriek tomu sú v niektorých prípadoch kladené zvýšené požiadavky na kvalitu povrchu vrtaných otvorov. Všetky skúšky zamerané na podstatné zlepšenie kvality

vrtaných otvorov sú spojené s veľkými nákladmi na úpravu nástrojov, ktoré sú potom pre trvalú aplikáciu upravovaných nástrojov nevhodné.

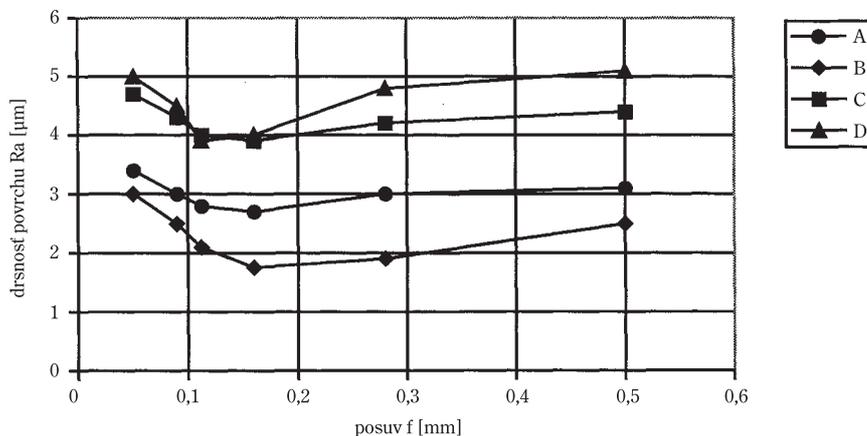
Záver

Príklad hodnotenia kvality povrchu meraním parametra drsnosti povrchu Ra podľa ISO 4287 pri vrtaní ocele 17241 zobrazuje obr. 4 a 5. Zlepšenie kvality vrtaných otvorov sa môže dosiahnuť bez veľkých nákladov pomocou nasledujúcich opatrení:

- Zmenšením posuvu na polovicu až tretinu odporúčaných hodnôt sa zmenší odstup stôp po nástroji spôsobených posuvom, a tým aj drsnosť povrchu vrtaných otvorov.
- Zmenšením uhla hrotu vrtáka na 100° sa dosiahne vznik triesok menšej hrúbky, ktoré nepoškodzujú povrch vrtaného otvoru. Okrem toho dochádza k výraznému zlepšeniu strediacej schopnosti vrtákov.
- Hrot vrtáka musí byť naostrený presne symetricky, aby sa dosiahlo rovnomerné oddeľovanie triesok obidvomi hlavnými reznými hranami vrtáka, a tým aj rovnomerná drsnosť povrchu vrtaných otvorov. Preto je potrebné zásadne aplikovať strojové ostrenie vrtákov.
- Pri obrábaní materiálov, ktoré majú sklon k nalepovaniu obrábaného materi-



Obr.4 Závislosť drsnosti povrchu od reznej rýchlosti, $f = 0,16\text{ mm}$, 17241 (vrtáky firm A-Gühring, B-Dormer, C-Vsetín, D-Vsetín)



Obr.5 Závislosť drsnosti povrchu od posuvu, $n_c = 710\text{ min}^{-1}$, 17241 (vrtáky firm A-Gühring, B-Dormer, C-Vsetín, D-Vsetín)

álu a k tvoreniu studených zvarov, je vhodné zmenšiť šírku vodiacej fazetky vrtáka a zväčšiť kužeľovité zmenšenie šírky jadra vrtáka od hrotu ku stopke.

- Kvalita vrtaných otvorov sa tiež môže zvýšiť aplikáciou masnejších rezných kvapalín alebo priamo rezného oleja. Vzhľadom na to, že chladiaci účinok je veľmi malý, treba v takomto prípade zmenšiť reznú rýchlosť, prípadne aj posuv vrtáka.
- Je potrebné venovať veľkú pozornosť aj tuhosti technologickej sústavy, najmä spôsobom upínania obrobku a rezného nástroja. Zvlášť dôležité je venovať pozornosť upnutiu nástroja vo vretene obrábacieho stroja, ktoré by sa malo otáčať takmer bez radiálneho hádzania.
- Po dosiahnutí predpísanej hĺbky vrtania je potrebné vrátiť nástroj do východiskovej polohy po zastavení stroja. Tým zabránime vznik rýh na stenách otvoru, ku ktorým dochádza pri vychádzaní vrtáka z otvoru rýchloposuvom pri chode stroja.
- Je výhodné aplikovať vrtáky s tvrdými a oteruvzdornými povrchovými vrstvami z TiN, TiC, TiAlN, TiCN. Dobré klzné vlastnosti povrchovej vrstvy znižujú možnosť tvorenia nárazku na čelných plochách a umožňujú vrtanie otvorov s lepšou kvalitou povrchu pri dlhšej trvanlivosti reznej hrany.

Uvedené opatrenia môžu byť aplikované hlavne v prípadoch, keď už nie je potrebné

ďalšie opracovanie vyvrtaných otvorov. Pri požiadavke na dosiahnutie vyššej presnosti priemeru a kvalite povrchu vyvrtaných otvorov je vždy opodstatnené použitie výhružníka a výstružníka alebo vyvrtavacej hlavice na dokončenie otvorov s predpísanou presnosťou a kvalitou.

Literatúra

- [1] JURKO, J.: Technológia zmeny rozmerov. FVT Prešov, 1999, 263 s. ISBN 80-7099-617-X
- [2] MARCINČIN, J. N.: Vysokorýchlostné obrábanie a jeho počítačová podpora CAD/CAM/CAE systémom. In: Zborník prednášok 6. medzinárodnej konferencie Technológia '99. STU, Bratislava, 1999, s. 551 – 554. ISBN 80-227-1255-8
- [3] MIČIETOVÁ, A., PILC, J., ČILLIKOVÁ, M.: Optimalizácia výberu nekonvenčnej metódy obrábania. In: NÁRADIE '99. Medzinárodná konferencia. Slovenská obchodná a priemyselná komora, sekcia výrobných strojov a náradia. Trenčín, 15. 4. 1999, s.131 – 134.
- [4] NESLUŠAN, M., CZÁN, A.: Obrábanie titánových a niklových zliatin. 1. vyd. Žilina, EDIS, 2001 195 s. ISBN 80-7100-933-4
- [5] ONDIRKOVÁ, J.: Použitie tuhých mazív pre zníženie koeficientu trenia. In: Zborník referátov zo seminára doktorandov DOKSEM '99. ŽU Žilina, Súľov, 1999, s. 32 – 36. ISBN 80-7100-652-1

[6] ONDIRKOVÁ, J., NESLUŠAN, M.: Analýza reznosti SG brúsnych kotúčov pri brúsení 14 209.4. Valivé ložiská a strojárská technológia: Zborník z medzinárodnej vedecko-technickej konferencie. Súľov 1. – 2. 10. 2002. Žilina, EDIS 2002, s. 71 – 74.

[7] PAŠKO, J., SEMAN, J., PAVLENKO, S.: Utilization of the Robotic Mechanism for the Straight Line Surface Machining. Transaction of the Universities of Košice. Research reports from the Universities of Košice. Košice. 2/2002, s. 41 – 49. ISSN 1335-2334

[8] ZAJAC, J., BRÁNECKÝ, L.: Verifikácia tvarového brúsenia. In: Valivé ložiská a strojárská technológia 2002., 188 – 191. ISBN 80-7135-999-7

[9] ZAJAC, J., GÓTS, I.: Measuring of Geometric Deviations of Roller Bearings. In: 5th International DAAAM Symposium. University of Maribor, Slovenia 1994, s. 507 – 508.

Ing. Jozef Jurko, PhD.

27

**Katedra výrobných technológií
Fakulta výrobných technológií
TU Košice
Štúrova 31, 080 01 Prešov
Tel.: 051/7722 603, kl. 149
Fax: 051/7733 454**