

DOKONČOVACIE SPÔSOBY OBRÁBANIA A ICH TEORETICKÉ ZVLÁŠTNOSTI

FINISHING MODES OF MACHINING AND THEIR THEORETICAL STRANGENESSES

Zdenko LIPA, Alexander JANÁČ, Katarína SIKETOVÁ

Autori: Prof. Ing. Zdenko Lipa, CSc., Prof. Ing. Alexander Janáč, CSc,
Ing. Katarína Siketová
Pracovisko: Ústav výrobných technológií, Materiálovotechnologická fakulta STU
Adresa: J. Bottu 25, 917 24 Trnava, Slovenská republika
E-mail: zdenko.lipa@stuba.sk, alexander.janac@stuba.sk,
katarina.siketova@stuba.sk

Abstract

Dokončovacím spôsobom obrábania, najmä ich teórii, nie je venovaná náležitá pozornosť s ohľadom na ich význam. V poslednom období sa dosť hovorí o mikrotechnológiach i nanotechnológiach aj v rámci dokončovacieho obrábania. Tu existujú isté zvláštnosti oproti hrubovacím spôsobom obrábania, ktoré sú teoreticky i experimentálne celkom primerane prebádané. Je málo pokusov zvrátiť nepriaznivý stav v bádani v dokončovacích spôsoboch obrábania. My sme sa pokúsili tento stav meniť a prispeli sme k riešeniu niektorých teoretických problémov teórie dokončovacieho obrábania (tvorenie triesky, rezná sila, kvalita povrchu a teplota obrábania).

Is not devoted proper look out to finishing mode of machine, mainly their theory with regard to their moment. In the last season often told about mikrotechnologies and nanotechnologies within finishing machining, too. Here exists some specifics compared to roughing mode machining, what are theoretically and experimentally seemly explored. Is too little experiment to beat adjective position in research of finishing modes machining. We reached up turn this position and supplied to resolution of some theoretic problems in theory of finish machining (making of chip cutting powers, face quality and temperature of machining).

Key words

spôsohy obrábania, mikrotechnológie, nanotechnológie, teória obrábania

ways of machining, mikrotechnologies, nanotechnologies, machining theory

Úvod

Obrábanie je založené na princípe, že mechanickými, fyzikálnymi (elektrickými, akustickými, optickými a inými) a chemickými spôsobmi zo zvoleného polovýrobku získame výrobok (súčiastku) odobratím prebytočného materiálu vo forme triesok, úlomkov, iskier, alebo kvapiek (roztaveného kovu a i.).

Hlavným produktom obrábania je teda súčiastka a odobratý materiál (triesky, úlomky, iskry, kvapky) sú vedľajším produktom obrábania.

Tvar súčiastky môžeme zhotoviť v zásade tromi spôsobmi: premiestňovaním materiálu, pridávaním materiálu a odoberaním materiálu.

Obrábanie zaraďujeme k spôsobom výroby odoberaním materiálu. Odoberať možno rôznymi spôsobmi. Podľa energie na odoberanie materiálu máme mechanické spôsoby obrábania, termické spôsoby obrábania, akustické spôsoby obrábania, optické spôsoby obrábania, atomické spôsoby obrábania a i. Ak odoberáme materiál vo forme triesok, máme trieskové obrábanie či obrábanie v užšom slova zmysle. Hovorí sa tiež o beztrieskovom obrábaní (tvárnenie na obrábacích strojoch), ktoré spolu s trieskovým obrábaním ale aj sekaním, strihaním a pod. tvoria obrábanie v širšom slova zmysle.

Mechanické spôsoby obrábania

Mechanické spôsoby obrábania, inými slovami klinové spôsoby obrábania (nástroj má tvar rezného klina), označujeme ako rezanie. Aj tu môžeme mať užší a širší význam tohoto pojmu. Takto postavené rezanie (mechanické spôsoby obrábania) môžeme chápať ako rezanie v užšom slova zmysle.

Poznáme aj rezanie kyslíkom a pod., ktoré spolu s predchádzajúcim tvorí rezanie v širšom slova zmysle. A keďže všetky spôsoby rezania môžeme počítať medzi obrábanie a keď rezanie v užšom slova zmysle patrí k mechanickému obrábaniu, tak potom môžeme posúdiť, že obrábanie je širší pojem ako rezanie či už to berieme v užšom alebo širšom slova zmysle. Potom tiež Teória rezania je len súčasťou Teórie obrábania.

Dokončovanie spôsoby obrábania a ich zvláštnosti

Ak potrebujeme zdôrazniť, že odoberaná vrstva materiálu nie je rádovo v milimetroch ale v mikrometroch, môžeme zaviesť pojem mikroobrábanie. Tiež by sme mohli povedať, že obrábanie môžeme chápať ako makroobrábanie (odoberaná vrstva v milimetroch) a mikroobrábanie (odoberaná vrstva v mikrometroch). Odoberaná vrstva v mikrometroch, to sú vlastne dokončovacie spôsoby obrábania na rozdiel od hrubovacích spôsobov obrábania.

V poslednom období sa dosť hovorí o mikrotechnológiách (nebudeme na tomto mieste objasňovať tento pojem, v podstate je zrejмый už z jeho názvu a z toho, čo sme povedali o mikroobrábaní) a teda môžeme povedať, že spôsoby mikroobrábania patria medzi mikrotechnológie, (tiež nebudeme zachádzať do oblastí nanotechnológií, pretože nie sú doménou obrábania i keď napr. ultrapresné sústruženie k nanotechnológiám už počítať možno, lebo tam diamantovým nožom odoberáme hĺbky rezu v stovkách ba i desatinách nanometrov).

K nanotechnológiám smerujú aj jemné dokončovacie metódy: najjemnejšie brúsenie, presné honovanie, a presné superfinišovanie. Mikroobrábanie môže byť klinové (ak nástroj

má rezný klin alebo rezné klíny) a neklinové. To klinové môže byť jednoklinové, viacklinové (ak počet rezných klinov je definovaný „určený“) a mnohoklinové (ak počet rezných klinov nie je definovaný a určiť ho možno iba intervalom). Mnohoklinové mikroobrábanie niektorí bádatelia označujú aj ako hromadné mikroobrábanie. Takéto mikroobrábanie môže ešte byť z hľadiska rezných rýchlostí či výsledných rezných rýchlostí (ak rezná rýchlosť nemôže byť jednoznačne určená v prípadoch že ju „chvíľami“ môže konať nástroj a „chvíľami“ obrobok) chápané ako nízkorýchlostné hromadné obrábanie, kde patrí napr. honovanie, superfinišovanie a vysokorýchlostné hromadné mikroobrábanie, kde patrí napr. brúsenie. V súvislosti s brúsením môžeme mať aj rýchlostné brúsenie, ktoré potom by mohlo byť súčasťou zvlášť vysokorýchlostného hromadného mikroobrábania.

To čo bolo v predchádzajúcom uvedené o obrábaní a mikroobrábaní, môžeme v plnej miere prisúdiť i rezaniu a mikrorezaniu. Mikrorezanie teda môžeme chápať ako rezanie s hĺbkami rezu nie v milimetrovej oblasti. Mikrorezanie potom tiež môže byť individuálne (jednoklinové, viacklinové s definovaným počtom rezných klinov) a hromadné (mnohoklinové s nedefinovaným počtom rezných klinov). Tiež môžeme hovoriť o nízkorýchlostnom (v desiatkach, stovkách m/min) a vysokorýchlostnom hromadnom mikrorezaní (v desiatkach m/s do 35 m/s), prípadne o zvlášť vysokorýchlostnom hromadnom mikrorezaní (v stovkách m/s, od 45 m/s). Vzťah rezania a mikrorezania je teda obdobný ako vzťah obrábania a mikroobrábania.

Ak my sa pohybujeme v oblasti mikrometrových úberov a vymedzujeme tým pole pre mikroobrábanie, pričom môžeme mať na mysli mikroobrábanie v užšom slova zmysle ako odoberanie materiálu vo forme mikrotriesok. Mikrotriesky môžu byť strihané, trhané, môžu zhoriť, atď., to všetko sú ako vedľajšie produkty mikroobrábania v užšom slova zmysle. Aj mikroobrábanie možno dať širší zmysel uvažovaním spôsobov neproduktívnych triesok (mikrotriesky). Sú to spôsoby hladenia alebo nekonvenčné spôsoby odoberania či už v širšom alebo v užšom slova zmysle.

Obrábanie i rezanie je teda vhodné chápať ako mikroobrábanie a makroobrábanie, mikrorezanie a makrorezanie v nadväznosti na stále frekventovanejší výskyt pojmu mikrotechnológie. Všetky takéto technológie majú rad spoločných vlastností, ktorým dominuje pojem kvality povrchu, drsnosť a presnosť obrobenej plochy. Tieto pojmy sú nadradené nad pojem produkcia (produktivita) povrchov či objemový a plošný výkon obrábania (mikroobrábania). Makroobrábanie (makrorezanie) môže byť súčasťou výroby súčiastok spôsobmi delenia materiálu, spôsobmi zmeny tvaru (zmeny viacerých rozmerov súčasne), zmeny rozmerov (zmeny viacerých rozmerov postupne). Mikroobrábanie (mikrorezanie) môže byť súčasťou výroby súčiastok spôsobmi úpravy povrchov.

Záver

Dokončovacím spôsobom obrábania nie je venovaná náležitá pozornosť s ohľadom na ich význam. V publikáciách o obrábaní je im venované pomerne málo miesta. Majú chudobnú teóriu alebo nemajú vôbec vypracovanú teóriu. Superfinišovanie je najpresnejší spôsob dokončovacieho obrábania, avšak jeho teória je najmenej rozpracovaná.

V učebniciach teórie obrábania sa spravidla pojem superfinišovanie ani nevyskytuje (hoci pojmy sústruženie, frézovanie a pod. tam rozhodne sú). Bolo málo pokusov zmeniť tento stav. Chýba teória úberu, rezných síl, drsnosti povrchu pri dokončovacích spôsoboch obrábania. Treba sa venovať nasledovnej problematike:

- a) Stanovenie fyzikálnej podstaty tvorenia mikrotriesky.

- b) Stanovenie vzťahov pre výpočet úberu a rýchlosti úberu pri honovaní, lapovaní a superfinišovaní.
- c) Stanovenie vzťahov pre výpočet rezných síl, trecích síl pri dokončovacích spôsoboch obrábania.
- d) Stanovenie vzťahov pre výpočet parametrov kvality povrchu po dokončovacích spôsobov obrábania.

My sme sa podľa našich možností týmto problémom venovali.

Výsledkom nášho riešenia uvedenej problematiky je precíznejšia podstata pojmov mikroobrábanie a mikrorezanie individuálne i hromadné. Ďalším výsledkom je analýza zvláštnosti mikroobrábania a mikrorezania najmä z pohľadu technologického systému obrábania. Precizovali sme možné modely tvorenia mikrotriesok. Prispeli sme aj k objasneniu fyzikálnej podstaty tvorenia mikrotriesok. Vypracovali sme teóriu úberu pri hromadnom mikrorezaní a aplikovali sme ju na honovanie, lapovanie, leštenie a superfinišovanie.

Stanovili sme vzťahy pre výpočet strednej hrúbky, šírky a prierezu triesky. Prepracovali sme teóriu rezných síl a stanovili vzťahy pre ich výpočet najmä pri brúsení. To sme verifikovali aj experimentami.

Prispeli sme k teórii tvorenia povrchov pri mikroobrábaní a mikrorezaní, stanovili sme aj parametre kvality takto získanej plochy. Prispeli sme tiež k stanoveniu tepelných a teplotných pomerov pri mikroobrábaní a mikrorezaní, čo sme percentovali v nižšie uvedenej literatúre.

Článok vznikol v rámci riešenia úlohy VEGA „Implementácia diferenciálnych a iných matematických metód do analytickej teórie obrábania“.

Zoznam bibliografických odkazov:

- [1] LIPA, Z., JANÁČ, A., ŠTEFÁNEK, M., TOMANÍČKOVÁ, D. Contribution to research of micromachining and microcutting processes. In *CO-MAT-TECH 2004*. Bratislava: Vydavateľstvo STU, 2004, s. 121 + CD.
- [2] LIPA, Z., MORAVČÍKOVÁ, J. Zvláštnosti procesov mikrorezania so zvláštnym prihliadnutým na superfinišovanie. In *TRANSFÉR 2004*, medzinárod. vedecká konferencia. Trenčín, 2004, s. 271-274.
- [3] LIPA, Z., DIBALOVÁ, M. Modely tvorenia triesky pri mikrorezaní. In *KVALITA A SPOLAHLIVOSŤ TECHNICKÝCH SYSTÉMOV 2005*, medzinár. vedec. konf. Nitra: 2005, s. 157-160.
- [4] LIPA, Z., GÖRÖG, A., GÖRÖGOVÁ, I. Príspevok k teórii úberu pri honovaní a superfinišovaní. In *STROJÁRSKA TECHNOLÓGIA 2004*, medzinárod. vedec. konf. Súl'ov, 2004, s. 191-197.
- [5] JANÁČ, A., LIPA, Z., ŠTEFÁNEK, M. Average chip thickness by grinding. In *3. International Congress of Precision Machining Proceedings*. Vienna, 2005, p.165-169.
- [6] JANÁČ, A., LIPA, Z., ŠTEFÁNEK, M. Calculation of cutting forces by grinding. In *Annals of DAAAM for 2006. Proceedings of the 17th International DAAAM Symposium*. Vienna, 2006, p.183-184.
- [7] LIPA, Z., BRODZÁKOVÁ, K. Surface creation and surface quality of finishing cuts by mass microcutting. In *CO-MAT-TECH 2005*, medzinár. vedec. konf. Bratislava: Vydavateľstvo STU, s. 757 - 760.
- [8] JANÁČ, A., LIPA, Z., BÓNIŠOVÁ, M. Teplotné pomery pri hromadnom mikrorezaní. In *CO-MAT-TECH 2006*, medzinárod. vedec. konf. Bratislava: Vydavateľstvo STU, 2006, s. 73, 464-467 (CD).
- [9] JANÁČ, A., POKORNÝ, P., ULÍK, O. The roughness by copy milling. In *Annals of DAAAM for DAAAM for 2002..., 13th International Symposium*. Vienna, 2002, p. 233-234.
- [10] POKORNÝ, P. Optimalizácia technologických parametrov pri kopírovanom frézovaní. In *Automatizácia a počítačová podpora predvýrobných etáp, výroby a tech. procesov*. Doktorandský seminár. Žilina: Žilinská univerzita, 2002, s. 108-112.
- [11] PETERKA, J., JANÁČ, A., MOROVIČ, L., POKORNÝ, P. Quality control of free form surfaces. In *Journal of Machine Engineering*, Vol. 6., No.1, 2006. Manufacturing Accuracy Increasing Problems. Optimization, p. 38-43.
- [12] POKORNÝ, P., JANÁČ, A., MOROVIČ, L. Stratégia frézovania a presnosť tvarových plôch. In *ROZVOJ TECHNOLÓGIE OBRÁBANIA 2007*, 6. medzinár. vedec. konf. 2007. Košice: TU, 2007, s. 244-252.