

UDK 681.327.45:621.91

Informacijski sistemi za obdelovalne podatke

ZORAN SELJAK

(Nadaljevanje in konec)

3. OBRABA, ZAKONITOSTI IN EVIDENCA OBRABE

3.1. Splošno o obrabi

Obrabni preizkus je namenjen za ugotavljanje, koliko časa vzdrži orodje pri določenih obdelovalnih pogojih do določene obrabe. Pri odrezovalnih preizkusih uporabljamo iz gospodarnih razlogov pri orodjih iz karbidne trdine ali hitroreznega jekla razmeroma velike hitrosti, kar vodi včasih — zaradi obrabe — do hkratne porušitve na prosti in na cepilni ploskvi. Na splošno velja, da merimo obrabo na prosti ploskvi z VB , največjo obrabo na prosti ploskvi z VB_{max} , globino kotanje s KT in oddaljenost sredine kotanje od rezalnega roba s KM .

Obraba na prosti ploskvi, ki jo označujemo s širino obrabne površine VB , vpliva na nastavljeni premer obdelovanca in na hrapavost površine. Obrabo na prosti ploskvi merimo od prvotnega rezalnega roba orodja. Širina obrabne površine ni po vsej štiri dolžini enakomerna; na zaokrožini konice in koncu obrabne ploskve je lahko obraba zelo drugačna (slika 3.1).

Za merjenje obrabe je priporočljivo, da jo merimo z orodjarskim mikroskopom pri 20- do 50-kratni povečavi in možnosti odčitavanja 0,01 mm. Pri meritvi upoštevamo srednjo polovico obrabne ploskve $b/2$, kakor je razvidno s slike 3.1. Obrabo na prosti ploskvi merimo vedno glede na nepoškodovani rezalni rob orodja. Tudi pri znižanju rezalnega roba upoštevamo za izhodišče nedotaknjen del rezalnega roba.

Pogostoma velja za obrabni kriterij tudi največja obraba na prosti ploskvi VB_{max} . Pri tem velja omeniti, da je največja obraba v glavnem vzporedni kriterij za ocenjevanje obrabe. VB_{max} namreč do določene mere označuje razmerje med orodjem in obdelovancem in ima zato tudi določeno vrednost pri analizi pojavov na rezalnem orodju.

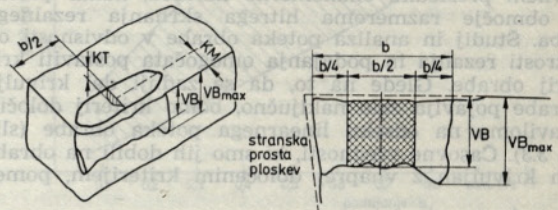
Kadar pride do plastične deformacije (sl. 3.2b) orodja, pomeni to, da sta se pojavili toplotna in mehanska preobremenitev. Zato je to primeren kriterij za oceno omejitve uporabljenih obdelovalnih pogojev. Ko se že pojavi plastično preoblikovanje orodja, nadaljnje poostrevanje obdelovalnih pogojev ne bi bilo priporočljivo.

Globino kotanje KT in sredino kotanje KM merimo v ravnini, ki je pravokotna na glavni rezalni rob v oddaljenosti polovične širine odreza od nožve konice. Merimo z otipavanjem profila (merilnik površin) ali svetlobnim pramenom (optičnim merilnikom površin). Pri tem je treba paziti, da je ravnina merjenja vzporedna s cepilno ploskvijo. Merjenje kotanje je zahtevno in dolgotrajno in jo zato merimo le takrat, ko daje pomemben obrabni kriterij za odrezovalni proces (sl. 3.2c).

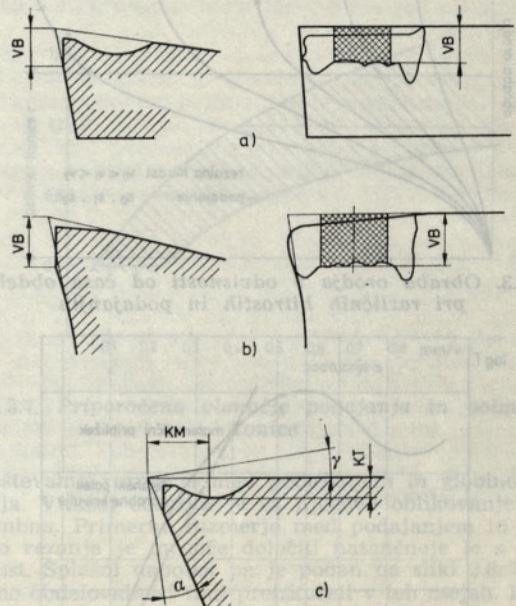
Poleg zgornjih dveh oblik obrabe se pojavljajo na rezalnem orodju tudi oksidacija na pomožni prosti ploskvi ali razpoke zaradi toplotnih in mehanskih obremenitev, ki se hitro spreminjajo. Pomembne so takrat, če pride med preizkusom do predčasnega loma orodja.

Kriterij za obrabljenost nekega orodja je lahko različno postavljen. Orodje moramo zamenjati po namenu uporabe:

- kadar ovira potek dela ali prizadene delovanje obdelovalnega stroja zaradi obrabljenosti,
- kadar izgubi rezalno sposobnost,



Sl. 3.1. Prikaz obrabe na prosti ploskvi in cepilni ploskvi ter merjenje obrabe na cepilni ploskvi



Sl. 3.2. Oblika obrabe in merjenje obrabe

- a) prikaz obrabe na prosti ploskvi
b) določitev obrabe na prosti ploskvi pri plastični deformaciji
c) obraba na cepilni ploskvi in merjenje kotanje

— kadar je obraba tolikšna, da lahko pričakujemo porušenje rezalnega roba,

— kadar ni več mogoče obdržati dopustne tolerance obdelovanca zaradi obrabljenosti orodja in

— kadar kvaliteta površine ni več zadovoljiva.

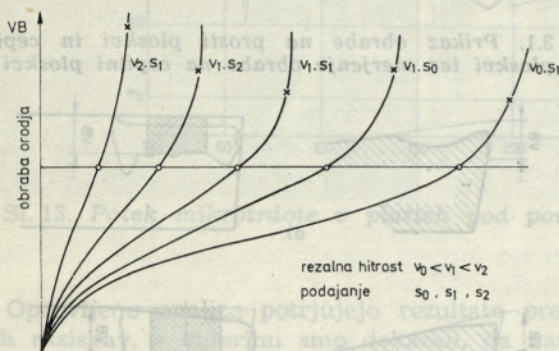
Kakor izhaja iz zgornjih kriterijev, moramo z določenim orodjem doseči določeno kvaliteto obdelovalne površine, natančnost izmer in oblikovno natančnost izdelka. Pri tem morajo biti upoštevani izdelovalni stroški in časi, kakor tudi obstojnost orodij in strojev.

Velike hitrosti rezanja pomenijo veliko odrezano prostornino ter kratke obdelovalne čase in majhne deleže strojnih stroškov in osebnih dohodkov glede na obdelovanec. Povezane pa so s povečano obrabo orodja in s tem tudi s povečanjem pomožnih časov zaradi pogostejšega menjavanja orodja. Zaradi tega je treba izbirati take obdelovalne pogoje, da so stopnja odrezavanja, število orodij, stroški za stroj in orodje ter osebni dohodki v optimalnem razmerju. To je mogoče le, če poznamo vpliv obdelovalnih pogojev na obrabo oziroma obstojnost orodja. Raziskave obdelovalnosti so zato tako usmerjene, da dobimo na vsa ta vprašanja čim izčrpnije odgovore.

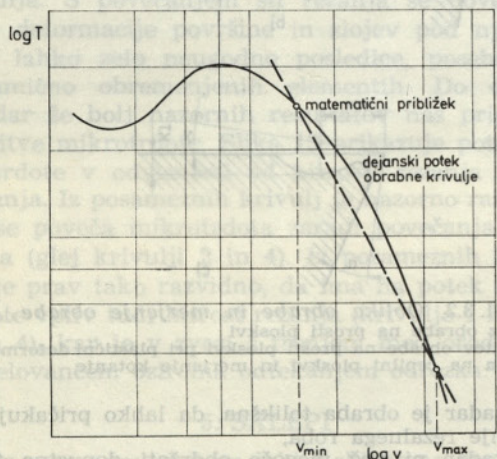
3.2. Obrabni model

Preden preidemo na sistematično obdelavo obrabnih podatkov, si moramo ogledati zakonitosti poteka obrabe glede na hitrost rezanja in glede na podajanje.

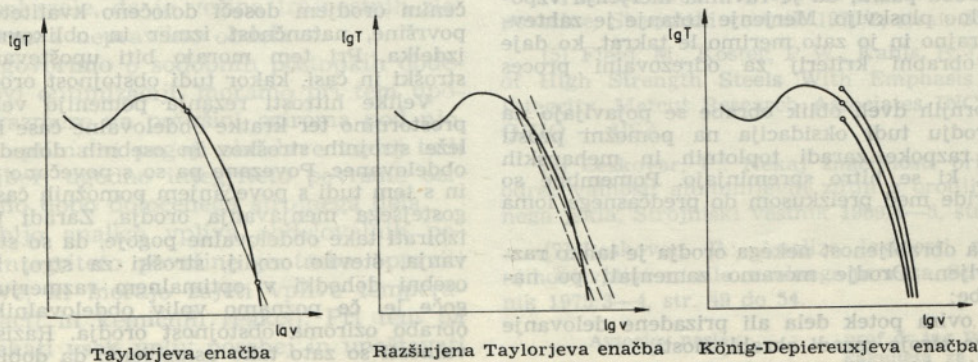
Obraba na prosti ploskvi bo npr. do neke začetne vrednosti razmeroma hitra, nato pa v določenem časovnem presledku enakomerno narašča, nakar preide v območje razmeroma hitrega skrhanja rezalnega roba. Studij in analiza poteka obrabe v odvisnosti od hitrosti rezanja in podajanja omogočata postaviti kriterij obrabe. Glede na to, da se zadnji del krivulje obrabe pojavlja zelo naključno, bomo kriterij določili praviloma na odseku linearnega poteka obrabe (slika 3.3). Časovne vrednosti, ki smo jih dobili na obrabnih krivuljah z vnaprej določenim kriterijem, pome-



Sl. 3.3. Obraba orodja v odvisnosti od časa obdelave pri različnih hitrostih in podajanjih



Sl. 3.4. Dejanski in približni potek krivulje obstojnosti orodja



Sl. 3.5. Enačbe obrabe in njihove lastnosti

nijo empirične vrednosti za prikaz poteka obrabe orodja pri obdelavi določenega materiala.

Matematične enačbe za obstojnost orodja, ki so danes v široki rabi, slonijo na Taylorjevih ugotovitvah iz leta 1907. Pri struženju jekla s hitroreznimi orodji je ugotovil, da je najizrazitejša soodvisnost med obrabo orodja in hitrostjo struženja. To je izrazil z znano enačbo

$$v \cdot T^{\frac{1}{k}} = C$$

Ujemanje te eksponentne enačbe z dejanskim potekom odvisnosti med obstojnostjo in rezalno hitrostjo velja le v razmeroma ozkem območju rezalnih hitrosti. To lahko vidimo tudi na sliki 3.4, kjer sta v dvojnologaritemskem diagramu prikazana krivulja dejanskega razmerja hitrosti in obstojnosti ter delež, ki ga prikazujemo s premico.

Grbasta oblika dejanskega poteka obstojnosti kaže pri naraščajoči hitrosti rezanja minimum in maksimum, nato pa se spušča razmeroma ravno, kjer naj se s približkom ujema s Taylorjevim pravilom. To območje rezalnih hitrosti je nad hitrostmi, kjer se pojavljata nastavek ali nalepek na rezalnem robu orodja, in pomeni za odrezovalno tehnologijo zanimive hitrosti. Vendar je tudi v tem hitrostnem intervalu težko nadomestiti dejansko obstojnost orodja s premico. Na obstojnost orodja lahko vplivajo različne oblike obrabe. Obraba je lahko predvsem na prosti ploskvi, lahko pa je vzrok skrhanja tudi izrazita kotanja, ki je dosegla rezalni rob in ga oslabilo do takojšnjega skrhanja.

Na splošno velja kriterij obstojnosti glede na določeno obrabo na prosti ploskvi VB (gl. sl. 3.1).

V primeru, da prevladajo druge oblike obrabe, npr. obraba na cepilni ploskvi, največja obraba na prosti ploskvi v obliki zajede VB_{max} , ali pa se pojavi oksidacijska obraba na pomožni ploskvi, velja to za odločilni kriterij.

Izhajajoč iz Taylorjeve enačbe je vrsta avtorjev poskušala vključiti vanjo še več vplivnih veličin. Tako dobimo sestavljen večdimenzionalni koordinatni sistem z naslednjo obliko enačbe za obstojnost:

$$T = C \cdot v^G \cdot SE \cdot a^F \cdot VK^H + c$$

Čprav so različna statistična vrednotenja medsebojnih vplivov pri obrabi dala zadovoljivo natančnost rezultatov, so raziskave šle dalje in dobili smo novo enačbo za obstojnost. Depiereux je postavil enačbo naslednje oblike:

$$T = C \cdot \exp\left(-\frac{kv}{m} v^m - \frac{is}{n} s^n\right)$$

V nasprotju z drugimi enačbami ta rešitev ne daje linearne rešitve v dvojnologaritemskem diagramu, temveč omogoča prilagajanje izračunane krivulje dejanskih krivulji (slika 3.5).

Veliko število empirično ugotovljenih ali pa na osnovi teoretičnih domnev razvitih enačb za obstojnost kaže, da ni matematično zanesljivega opisa poteka obrabe orodja. Nobena od teh enačb ne daje enakomernega posnetka prek vsega rezalnega območja — za različne obrabne kriterije ter množice uporabljenih kombinacij obdelovalnega in orodnega materiala oziroma različnih obdelovalnih postopkov.

Možnost, da bi preizkusili natančnost posnetkov za različne obrabne enačbe po dejanskem poteku obrabe in ugotovili najnatančnejšo metodo, ni izvedljiva zaradi obsežnosti takega preverjanja. Če upoštevamo, da imamo omejeno število merilnih vrednosti, bi ne bilo primerno, da se preveč zaposluje s programiranjem in vrednotenjem. Pri organizaciji računalniškega sistema za vrednotenje obdelovalnih vrednosti moramo smotno izbirati primerne postopke za opis obrabe orodja.

3.3. Preizkus in zbiranje merilnih rezultatov

Rezultate preizkusov moramo zbirati sistematično. Pri obrabnih preizkusih moramo poleg zapisa o globini rezanja, podajanju, rezalne hitrosti in časa obdelave podati tudi obrabne veličine. K temu spadajo še robni pogoji, kakor so: obdelovalni material, obdelovanec, obdelovalni stroj, orodje, orodni material in konstantna hitrost rezanja. Upoštevati moramo tudi spremembe za

- globino rezanja,
- nastavni kot,
- vrtilno hitrost,
- premer obdelovanca,
- rezalno hitrost in njene odstopke,
- širino lomilne stopničke,
- silo rezanja,
- čas odrezavanja,
- globino kotalnje,
- obliko odrezka.

Med pripombe zapišemo posebne pojave, npr. plastično deformacijo orodja, lom rezalnega roba itd. K tem zapisom pojavov lahko pripišemo hrapavost obdelovalne površine, ki jo dosežemo pri določeni hitrosti, podajanju in stopnji obrabe.

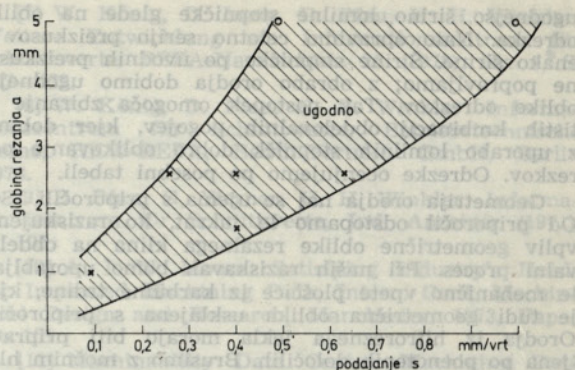
Za obsežnejše raziskave sistematično izbiramo spremenljivke. Izberemo:

- 3 do 6 različnih rezalnih hitrosti,
- 3 do 5 podajalnih hitrosti in
- 2 do 3 globine rezanja.

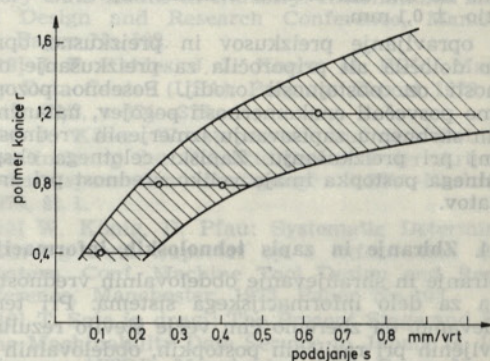
S tem dobimo zbir 18 do 90 merilnih postopkov. Začnemo z novim orodjem in odrezujemo pri izbranih obdelovalnih pogojih do določene stopnje obrabe. Nato postopoma spreminjamo hitrost rezanja, podajanje in globino rezanja. Obrabo merimo navadno v geometrično stopnjevanih časovnih presledkih, npr. 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12,5, 16, 20, 25, 31,5, 40, 50 (63, 80) min. Obseg 18 do 90 meritve je zelo obširen. Za smiselno oceno preizkušane materiala zadostuje navadno približno 6 ali 7 postopkov obrabe. Obdelovalni pogoji v , s in a so lahko v postavljenih mejah poljubno izbrani. Pri tem skušamo doseči takšno kombinacijo, da pokrijemo čim širše področje.

	s_1	s_2	s_3	s_4
v_1	v_1, s_1, a_1	v_1, s_2, a_1	v_1, s_3, a_1	v_1, s_4, a_1
v_2	v_2, s_1, a_1	v_2, s_2, a_1	v_2, s_3, a_1	v_2, s_4, a_1
v_3	v_3, s_1, a_1	v_3, s_2, a_1	v_3, s_3, a_1	v_3, s_4, a_1
v_4	v_4, s_1, a_1	v_4, s_2, a_1	v_4, s_3, a_1	v_4, s_4, a_1

Debelo tiskane kombinacije lahko vzamemo kot minimalni obseg merilnih postopkov. Vrednosti za rezalne hitrosti, podajanje ali globino rezanja se lahko od meritve do meritve spreminjajo, če se med preizkusi pokaže, da je to potrebno. Pri tem je priporočljivo, da



Sl. 3.6. Priporočeno območje podajanja in globine rezanja



Sl. 3.7. Priporočeno območje podajanja in polmera konice

upoštevamo razmerje med podajanjem in globino rezanja. Vitkost odrezka je za njegovo oblikovanje pomembna. Primerno razmerje med podajanjem in globino rezanja je mogoče določiti natančneje le s preizkusi. Splošni napotek pa je podan na sliki 3.6. Zato bomo obdelovalnost tudi preizkušali v teh mejah. Enak izkustven napotek velja tudi za priporočeno razmerje med podajanjem in polmerom nožve konice (slika 3.7).

Za določitev območja, v katerem bomo spreminjali obdelovalne pogoje, bomo postopali takole: pri prvih preizkusih z najmanjšimi rezalnimi hitrostmi in najmanjšimi podajanjem naj bodo obdelovalni pogoji izbrani tako, da bo po 30 do 40 min struženja dosežena 1/3 do 1/4 največje obrabne stopnje (pri določenem obrabnem kriteriju). Pri vseh drugih kombinacijah bodo časi obrabe enaki ali krajši. Tako časi preizkušanja niso preveč raztegnjeni.

Rezalne hitrosti naj bi bile po možnosti v določenem zaporedju:

40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400 m/min

Pri največjih hitrostih in podajanjih naj bi bil čas obstojnosti približno 10 min, z obrabo VB = 0,6 do 0,8 mm.

Podajanje ima manjši vpliv na obrabo kakor rezalna hitrost, vendar ga ne smemo zanemarjati. Uporabljamo kolikor mogoče široko območje podajanj vse do omejitev, ki jih postavljajo dopustna moč obdelovalnega stroja, možnost nastavitve podajanja in oblikovanje odrezkov. Majhna podajanja uporabljamo le pri orodjih, ki imajo veliko odpornost obrabe rezalnih robov. Mimo tega pa je treba upoštevati še odvisnost podajanja od polmera nožve konice.

Kadar uporabljamo lomilne stopničke, morajo biti te nastavljive. Z uvodnimi preizkusi ugotovimo naj-

ugodnejšo širino lomilne stopničke glede na obliko odrezka. Nato opravimo celotno serijo preizkusov z enako širino. Širine stopničke po uvodnih preizkusih ne popravljamo; z obrabo orodja dobimo ugodnejšo obliko odrezkov. Tak postopek omogoča zbiranje le tistih kombinacij obdelovalnih pogojev, kjer dobimo z uporabo lomilnih stopničk dobro oblikovanje odrezkov. Odrezke ocenjujemo po posebni tabeli.

Geometrija orodja naj se ujema s priporočili ISO. Od priporočil odstopamo le takrat, ko raziskujemo vpliv geometrične oblike rezalnega klina na obdelovalni proces. Pri naših raziskavah bomo uporabljali le mehanično vpete ploščice iz karbidne trdine, kjer je tudi geometrična oblika usklajena s priporočili. Orodja iz hitroreznega jekla morajo biti pripravljena po poenotenih določilih. Brusimo z močnim hlajenjem brusilnega mesta. Kote na stružnem nožu dosežemo s posebno napravo, s katero lahko nastavimo nagib z natančnostjo v mejah $0,5^\circ$. Polmer konice brusimo na isti univerzalni brusilni napravi z nastavljenostjo $\pm 0,1$ mm.

Za opravljanje preizkusov in preizkusno opremo veljajo določila ali priporočila za preizkušanje obdelovalnosti oz. obstojnosti orodij. Posebno pozornost moramo posvečati enakomernosti pogojev, natančnemu delu in skrbnemu zapisovanju izmerjenih vrednosti in opaznanj pri preizkušanju. Zapiski celotnega eksperimentalnega postopka imajo veliko vrednost pri analizi rezultatov.

3.4. Zbiranje in zapis tehnoloških informacij

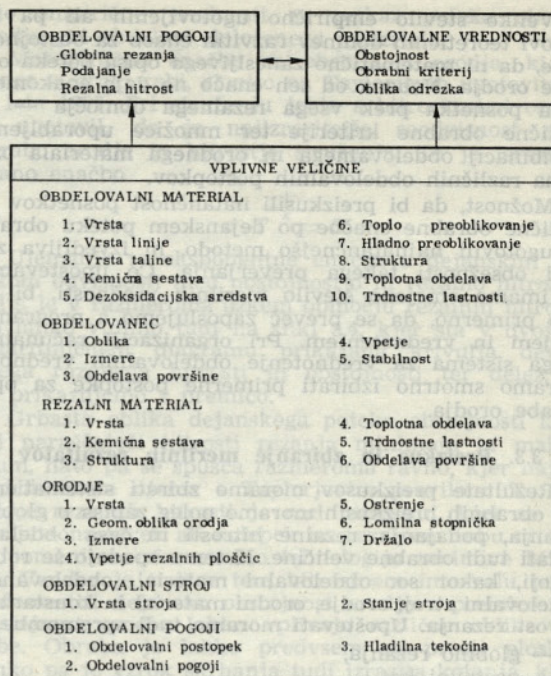
Zbiranje in shranjevanje obdelovalnih vrednosti sta osnova za delo informacijskega sistema. Pri tem si prizadevamo, da zberemo čim večje število rezultatov, ugotovljenih pri različnih postopkih, obdelovalnih materialih in orodjih, ki so kolikor mogoče preverjeni v praksi. Napraviti moramo pregled in oceno ustrezne literature, zbrati obdelovalne vrednosti za posebne obdelovalne naloge, npr. freziranje raznih krivulj ali struženje navojev, urejanje dokumentacije ter shranjevanje in varovanje teh informacij.

Obdelovalni podatki iz laboratorija

Kakovost obdelovalnih podatkov, ki jih ugotavlja informacijski sistem, je odvisna od vrednosti, zbranih pri preizkusih. Izhajati morajo iz sodobnega razvojnega stanja v obdelovalni tehniki. Podatki iz raziskovalnih laboratorijev so nujni za ugotavljanje pogojev za delo z novimi obdelovalnimi in rezalnimi materiali. Sodelovanje raziskovalnih inštitutov je potrebno tudi v primerih, ko so potrebni podatki, ki se lahko ugotavljajo le v laboratorijih s posebno merilno opremo. Sistematično zbrani podatki iz inštitutov veljajo na splošno za najboljše vrednosti, ker tam ni motilnih vplivov, kakršni so pogostni pri industrijski obdelavi.

Pri zbiranju obdelovalnih podatkov moramo paziti, da ne izpustimo tistih, ki so bistveni za obdelovalni proces. Pri struženju npr. ne zadošča, da zapišemo le globino rezanja, podajanje in rezalno hitrost. Dodati moramo tudi podatke o času obstojnosti orodja in kriteriju obrabe. Če nam intenzivnost obrabe ni znana, je vrednotenje ali zbiranje takih podatkov brez pomena, ker so brez vrednosti za nadaljnjo uporabo.

Dokler ne ugotovimo vseh vplivov na odrezovalni proces, moramo dovolj natančno ugotavljati vse robne pogoje, s katerimi smo izvedli določen preizkus. Navedba označbe materiala po standardu ne zadošča za opis obdelovalnega materiala. Potreben je natančnejši opis z navedbo trdnosti, toplotne obdelave itd. Le tako lahko dovolj natančno zajamemo skupine primerjalnih obdelovalnih primerov in analiziramo odstopanja. Na sliki 3.8 so prikazane najpomembnejše vplivne veličine pri struženju.



Sl. 3.8. Vplivne veličine pri struženju

Za natančno oceno in analizo obdelovalnih podatkov je nujen natančen opis robnih pogojev. V industrijski praksi želimo doseči čim manjše zamude pri zbiranju obdelovalnih podatkov. Medsebojno nasprotujočim si zahtevam moramo prilagajati tudi osnove za zbiranje podatkov. Temu je namenjena vrsta obrazcev, ki zajemajo vse prej omenjene vplive.

Obdelovalni podatki iz industrijskih obratov

Pomembno delo informacijskega centra je tudi zbiranje obdelovalnih podatkov iz industrije, ki so preizkušene vrednosti iz proizvodne prakse. Po primerjavi teh vrednosti z laboratorijskimi lahko sklepamo, v kateri smeri naj spreminjamo podatke iz prakse, da bi dosegli dovolj racionalno obdelavo.

Informacijski center za obdelovalne podatke je močno odvisen od pripravljenosti industrijskih obratov za sodelovanje. Če ne uspe pritegniti industrije k sodelovanju, postane tudi delo centra vprašljivo. Zbiranje podatkov zaupamo usposobljenim sodelavcem tehnoloških oddelkov. Opravljeno mora biti z največjo skrbnostjo, saj bodo zbrani podatki rabili nadaljnjemu raziskovanju.

Poleg navedbe obdelovalnih pogojev pri struženju, kakor so globina rezanja, podajanje in rezalna hitrost, moramo navajati tudi obstojnost orodja ter podatke o materialu in orodju. Za ta namen razviti evidenčni obrazci zajemajo dosti manj podatkov kakor laboratorijski evidenčni listi [8]. V tem primeru zajemamo le najpotrebnejše podatke, ki še omogočajo zanesljivo oceno zbranih obdelovalnih vrednosti. Poenostavitev delavniškega evidenčnega obrazca je potrebna zato, da bi ga lahko v delavnici izpolnjevali brez težav. Za razliko od laboratorijskih raziskav obrabe orodja zapisujemo v tem primeru praktično le kombinacijo rezalnih vrednosti v , s in a pri obdelavi določenega materiala z določenimi orodji.

4. SKLEPI

Povečanje produktivnosti v industrijskih obratih terja intenziven razvoj tehnologije. Za uvajanje numerično upravljanjih obdelovalnih strojev je vse bolj

potreben hitrejši prenos dosežkov z razvojnega in raziskovalnega področja v industrijsko prakso. To lahko izpolnjujemo samo z organiziranjem informacijskega centra, ki je sposoben hitro sprejemati, obdelovati in analizirati ter posredovati tehnološke informacije.

Velike potrebe po sodobnejših dosežkih na področju obdelovalnih sistemov nam zadajajo nujno nalogo, da organiziramo informacijski center za obdelovalne vrednosti, ki bo tesna zveza med raziskovalnimi ustanovami in industrijsko prakso. Da bi dosegli tesnejšo povezavo med industrijo in centrom, bo treba še veliko intenzivnega dela. Na osnovi splošne komunikacijske oblike, ki smo jo pripravili, bo treba analizirati informacijske tokove po podjetjih in nato zgraditi sistem posredovanja tehnoloških informacij na mestih uporabe v proizvodnji. Cilj te povezave je, zmanjšati vrzel med potrebnimi in razpoložljivimi informacijami.

Začeto delo je omogočilo povezavo z drugimi centri v svetu in izmenjavo informacij na enakopravni osnovi. Omogočeno je sodelovanje z naslednjimi ustanovami: INFOS-Arbeitskreis, Tehniška visoka šola v Aachnu, Nemčija; Metcut Research Assoc., Cincinnati, USA; Tehniška visoka šola v Stockholmu, Švedska; Strojni oddelek univerze v Tokiu, Japonska in vrsta drugih raziskovalnih ustanov v svetu. K sodelovanju so povabljeni tudi vsi oddelki za proizvodno strojništvo v Jugoslaviji.

Izmenjava informacij med posameznimi centri ter med centrom in industrijskimi partnerji terja poenotenje eksperimentalnih postopkov, računalniškega vrednotenja in prikaza rezultatov. Prirejena je bila vrsta napotkov, obrazcev in postopkov za poenotenje dela. Čeprav so bili posamezni postopki in oblike temeljito pretesnjeni, bodo pri konkretnem delu še potrebne dopolnitve.

Bodoče delo informacijskega centra je dobro definirano. Nanašalo se bo na zbiranje tehnoloških informacij in statistično vrednotenje, uporabo računalnika za obdelavo informacij in za izračun optimalnih pogojev obdelave.

Uspešna uporaba zbranih informacij bo omogočena, če bodo tudi v podjetjih uvedli postopoma računalnike za tehnološko načrtovanje. Pred nami je obširno delo oblikovanja celovite kartoteke materialov in orodij ter kartoteke obdelovalnih strojev in naprav, ki jih potrebujemo za računalniško načrtovanje.

*

Naloga je sestavni del širšega projekta »Obdelovalni sistemi in proizvodna kibernatika«, ki ga vodi prof. dr. ing. habil. Janez Peklenik. Avtor se mu želi na tem mestu zahvaliti za napotke in vodenje pri delu, prav tako pa je dolžan zahvalo Republiški raziskovalni skupnosti, ki je nalogo financirala.

LITERATURA

- [1] Avtorski kolektiv: Informationssystem für Schnittwerte, Ind.-Anzeiger, 93, Nr. 60, 20. 7. 1971, s. 1538—1546.
- [2] A. W. J. Chisholm, W. König, R. O. Rasch, T. Sata, E. Merchant: Machining Information Centers, CIRP 22/3, 1973.
- [3] R. Tilsley: The Practical Application of Machining Data: CIRP, 21/1-1972, s. 27—28.
- [4] R. Tilsley: What is Being Done in Different Countries to Apply Metall Cutting Knowledge, CIRP, 22/3, 1973, str. 319—323.
- [5] H. H. Winkler: INFOS — ein Informationszentrum für Schnittwerte, REFA-Nachrichten 25/1972, št. 1.
- [6] W. König, D. Lung, D. Pfau, H. H. Winkler: INFOS-Stand der Arbeit am Informationszentrum für Schnittwerte, REFA-Nachrichten 26 (1973) Nr. 3, S. 199—208.

[7] W. König, D. Lung, D. Pfau, H. H. Winkler: Weitere Entwicklung am Informationszentrum für Schnittwerte, REFA-Nachrichten 26 (1973), Nr. 6, S. 427—433.

[8] W. König, D. Pfau, H. H. Winkler: Informationszentrum für Schnittwerte, Betriebstechnische Reihe, RKW-REFA, Beuth-Vertrieb GmbH, Berlin 1973.

[9] D. Pfau, G. Werner, H. H. Winkler: Informationszentrum für Schnittwerte, Ind. Anzeiger (1971), št. 105.

[10] A. I. W. Moore: Satisfying Industry's Needs for Improved Machining Data, Intern. Conf. Machine Tool Design and Research, Manchester, 1973, Paper No. 101.

[11] Machinability Data Center, Machining Data Handbook, Metcut Research Associates, Inc., Cincinnati 1972.

[12] J. F. Kahles, M. Field: Application of Machinery Data Banks in Industry. International Machine Tool Design and Research Conference, Manchester, 1973, Paper No. 102.

[13] J. F. Kahles, J. L. Koehs, M. Field: Machinability Data Center (USA), Progress Report 1973, CIRP Annals 22/3, s. 324—327.

[14] A. Käser: Wo stehen wir auf dem Gebiet der Vorbestimmung der Schnittdaten und der Arbeitszeit in der spannenden Fertigung? REFA-Nachrichten 27/1974, št. 1.

[15] W. König, D. Pfau: Systematic Determination of Cutting Data Supportet by a Information Centre, 14. Intern. Conf. Machine Tool Design and Research Conference, Manchester, 1973, Paper No. 103.

[16] T. Sata in drugi: The Present Stage and Future of the Machinability Data Service in Japan, 14. Intern. Conference MTDR, Manchester, 1973, Paper No. 107.

[17] F. Fannenberg, F. Fricke: Grundlagen zur automatischen Arbeitsabläufermittlung für NC-Drehmaschinen, Ind.-Anz. št. 51, 19. 6. 1970, str. 1156—1157.

[18] G. Spur: Optimierung des Fertigungssystems Werkzeugmaschine, Carl Hanser Verlag, München, 1972.

[19] Smernice EXAPT: Programiranje obdelovalnih strojev — kartoteka orodja, Inštitut za strojništvo pri Fakulteti za strojništvo, Ljubljana, 1970.

[20] F. Tannenber: Grundlagen zur automatischen Arbeitsabläufermittlung... Zwf, 65, April 1970, H. 4, s. 153—162.

[21] Domke, H., Mewes, D.: LIDOK — ein Dokumentationssystem für Fachliteratur verschiedener Problembereiche, Ind.-Anzeiger, Nr. 18/19, 3. 3. 1972, s. 375—377.

[22] Avtomatizacija maloserijske, srednjeserijske in individualne proizvodnje — uvodne raziskave, FS LAKOS, Ljubljana, 1971.

[23] Raziskave obstojnosti frezal iz litega hitroreznega jekla — zaključno poročilo, FS-LAKOS, Ljubljana, 1971.

[24] Raziskava vpliva strukture jekla na obdelovalnost — Poročilo, FS-LAKOS, Ljubljana, 1971.

[25] Raziskava obdelovalnosti konstrukcijskega jekla Č.4144 (OCR 4), poročilo, Ljubljana, 1971.

[26] Scientific Subroutine Package — IBM Application program GH 20 — 0252-04.

[27] Ciril Močnik: diplomsko delo, Ljubljana, 1974.

[28] J. Rodić: Orodna jekla, Metalurški priročnik TJS, Ljubljana, 1972.

[29] König, W., Essel, K.: Spezifische Schnittkraftwerte für die Zerspanung metallischer Werkstoffe, Stahleisen MBH, Düsseldorf, 1973.

Avtorjev naslov:

dr. mag. ing. Zoran Seljak,
Fakulteta za strojništvo
Univerze v Ljubljani