

Volumenski odstotek kisika v izpušnih plinih, ki izhaja od pobeglega zraka $v_1(O_2')$, je potemtakem

$$v_1(O_2') = v_1(O_2) - \frac{v_1(CO_2)}{v_3(CO_2)} v_3(O_2)$$

in modificirani izraz za kvantitativno stopnjo izpiranja

$$\eta_n = 1 - \frac{79}{21} \cdot \frac{v_1(O_2) - \frac{v_1(CO_2)}{v_3(CO_2)} v_3(O_2)}{v_1(N_2)}$$

Ta izraz je uporaben za vsak motor.

Metoda je povsem primerna, če uporabimo metodo z analizo delovnih plinov za določanje kvalitativne stopnje izpiranja. Težave pri tej metodi ostanejo nespremenjene tudi pri modificirani metodi z analizo izpušnih plinov. Za veljavnost te metode je potrebna samo prva predpostavka, ki se nanaša na gorivo, omejitve veljavnosti metode z drugo predpostavko pri prilagojeni metodi z izpušnimi plini pa je za določanje kvantitativne stopnje izpiranja nepotrebna.

Metoda z analizo delovnih plinov in metoda z izpuščanjem vžigov za določanje kvalitativne stopnje izpiranja pa sta v celoti uporabni tudi za te motorje. Pri metodi z izpuščanjem vžigov izpuščamo pri dieselskih motorjih namesto električnega vžiga vbrizgavanje goriva v delovni valj.

Pri večjih in počasnejših motorjih je primerno metodo z analizo delovnih plinov modificirati tako, da jemljemo iz delovnega valja v enem delovnem ciklu večje količine vzorca. Ker pa jemanje večje količine vzorca bistveno vpliva na polnitev valja, ne bi dobili dobrih rezultatov, če bi vzorce pred zgorevanjem in po njem jemali v istem delovnem ciklu. Zato je potrebno v tem primeru vzorce jemati iz različnih delovnih ciklov in med cikli jemanja pustiti, da motor teče nekaj ciklov brez odvzemanja. To je potrebno zato, ker tako okrnjen cikel zaradi velikih izgub za vzorec vzetega delovnega medija vpliva še na naslednje cikle, ki jih mora nekaj poteči, da se proces polnjenja valja in zgorevanja normalizira. Ta način jemanja vzorcev daje zaradi večje količine delovnega plina boljše povprečje o stanju plina v valju in je zato metoda natančnejša kakor metoda jemanja majhnih vzorcev iz večjega števila neposredno sledečih si delovnih ciklov motorja, ki pa je za manjše hitro tekoče motorje edino uporabna.

Sklep

Za uporabnost metode z zaznamovalnim plinom in metode z analizo delovnega plina ni nobenih pomislekov in ju je mogoče najti v vsakem delu, ki obravnava problem določanja kvalitete izpiranja. Prav tako je tudi metoda z analizo izpušnih plinov priznana kot uporabna za določanje kvantitativne stopnje izpiranja za motorje, ki obratujejo z mešanico goriva in zraka, pripravljeno pred vžigom.

Metoda z izpuščanjem vžigov za določanje kvalitativne stopnje izpiranja pa nasploh glede veljavnosti še ni priznana. To je razumljivo, če metoda temelji na efektivnih, na gredi motorja neposredno izmerljivih parametrih. V tem sestavku smo dokazovali, da ta metoda v tem primeru ni uporabna. Če pa metodo naslonimo na indicirane parametre, ki so z večjimi ali manjšimi naporji tudi izmerljivi in več ali manj natančni, pa je po našem metodi uporabna in verjetno celo s prav tolikšnim uspehom kakor metoda analize delovnih plinov, ki ji teoretično ni mogoče ugovarjati, vendar je izmerljivost elementov, na katerih sloni, vezana z že omenjenimi težavami in nenatančnostmi.

Rezultati o kvalitativni stopnji izpiranja po metodi s prekinjanjem vžigov na motorju Tomos UMO 06N so povsem verjetni, saj je nadaljnji potek analize delovnega procesa tega motorja, ki temelji na teh rezultatih, v skladu z rezultati in merjenji, kakršna so bila izvedena na podobnih motorjih.

Literatura:

List H.: Der Ladungswechsel der Verbrennungskraftmaschine, Springer, Wien 1950.

Schweitzer: Scavenging of two stroke cycle diesel engines. The Macmillan Company, New York 1949.

Wanscheidt W. A.: Theorie der Dieselmotoren. VEB Verlag Technik, Berlin 1955.

Kemmetmüller R., Richter L.: Abgaszusammensetzung abhängig von Kraftstoffzusammensetzung und Mischungsverhältnis, MTZ 4/1942/2.

Schuh W.: Über die Beurteilung von Verbrennungsmotoren aus der Zusammensetzung der Abgase. MTZ 22/1961/6.

Avtorjev naslov: dipl. ing. Radislav Pavletič, Fakulteta za strojništvo v Ljubljani

DK 621.937.004.6

Merjenje obrabe in hrapavosti na rezalnih orodjih z otipavanjem

IVAN GREBENC

1. Uvod

Obdelava materialov z rezanjem nedvomno zavzema najvidnejše mesto v izdelavni tehniki, zato se posveča odrezavanju velika pozornost. Znani so zgodovinski razvoj tehnike odrezavanja in naporji mnogih znanstvenikov za izboljšanje te veje strojništva. Treba je izdelovati čim bolje, hitreje in ceneje; pot k temu cilju pa vodi po sistematičnem raziskovalnem delu. Take sistematične raziskave na področju obdelovalnosti konstrukcijskih materialov in obstojnosti orodij je začel tudi Inštitut za strojništvo v Ljubljani. Za izvajanje raziskovalnih nalog je potrebna določena oprema, zlasti še merilni in kontrolni instrumenti. Pokazala se je potreba po instrumentu, ki bi reproduciral profil obrabljene orodja in odstopanja od iz-

hodne geometrične oblike. S tem bi bilo omogočeno merjenje obrabe na cepilni ploskvi stružnih nožev. Tako je bila potrebna študija možnih načinov za merjenje profilov. Pri tej študiji so bili zajeti tako profili obrabljene orodja in s tem v zvezi tudi študij obrabe kakor tudi profili hrapavosti na površini obdelanega materiala. Poleg študije je naloga obsegala tudi konstrukcijo in izdelavo naprave za otipavanje. S to napravo, o kateri je govor v nadaljnjem, je rešen problem merjenja obrabe na nožih. Z nekaterimi dodatki in spremembami, kakršni so opisani pozneje, pa bo možno meriti tudi hrapavost obdelovanca.

Obraba orodja in kvaliteta dobljene površine obdelovanca sta dva važna faktorja v tehniki odrezavanja. Kontrola obeh faktorjev je za raziskovalna dela na področju odrezavanja neogibno potrebna.

2. Profili obrabljenih stružnih nožev

Za obravnavanje problema merjenja obrabe na stružnem orodju je potrebno vsaj približno spoznati posamezne oblike obrabe, ki se pojavljajo pri odrezavanju. V literaturi je precej gradiva, ki obravnava posamezne oblike obrabe, medsebojne vplive med obrabo, obstojnostjo in rezalnimi pogoji, ki zadeva razne zakonitosti za nastanek in večanje obrabe itd. Ker nas zanima predvsem merjenje profila na obrabljenem orodju, navajamo samo grobo razdelitev obrabe na stružnih nožih:

1. — Obraba na prosti ploskvi. Pojavlja se v obliki obrabljenega pasu vzdolž rezalnega roba. Karakteristična veličina te obrabe je širina nastalega pasu V_B . Merjenje te vrednosti gre najenostavneje z mikroskopom.

2. — Obraba na cepilni ploskvi. Tu se pojavlja večinoma kotanjasta obraba. Za oslabitev noža sta pomembni globina kotanje K_T in razdalja sredine kotanje od rezalnega roba K_M . Oba podatka dobimo najlažje tako, da kotanjo otipamo in narišemo profil obrabljenega cepilne ploskve. Iz narišanega profila lahko ugotovimo obe karakteristični veličini.

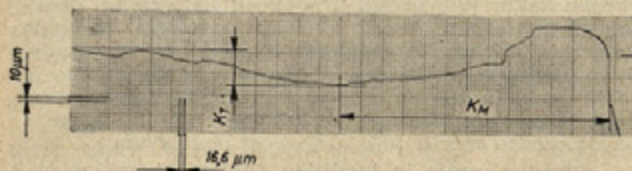
3. — Razni navarki, oksidna obloga, rezalni nastavek na konici noža — vse to so razne oblike, ki dejansko ne pomenijo obrabe orodja, vendar skoraj redno spremljajo odrezavanje in znatno vplivajo tako na obstojnost noža kakor tudi na kvaliteto površine obdelovanca. Te izredne oblike obrabe je treba vsekakor upoštevati in jih raziskati. Merjenje teh oblik pa je težavno. Na cepilni ploskvi jih je mogoče zaznati tudi z otipavanjem.

Za raziskave pri odrezavanju pa je pomembno tudi to, po kakšnem kriteriju se upošteva obraba na orodju. Od tega kriterija je namreč odvisno, katere oblike obrabe se upoštevajo in katere veličine je potrebno meriti. Pri Inštitutu za strojništvo uporabljamo tele kriterije:

1) Kriterij z dopustno širino obrabnega roba. V tem primeru se meri samo širina obrabnega pasu na prosti ploskvi noža. Ko širina V_B doseže še dopustno vrednost, je nož obrabljen. Tako dobimo s poskusi pri različnih hitrostih rezanja ustrezne obstojnosti T . Rezultat raziskave po tem kriteriju je diagram $T-v$ za določen material orodja in obdelovanca pri izbrani geometriji noža, pri danem podajanju in pri izbrani dopustni širini obrabnega roba.

Ta kriterij prihaja v poštev tedaj, kadar je obraba na cepilni ploskvi noža zelo majhna in jo lahko zanemarimo. Sicer pa je nasploh neogibno potrebno upoštevati tudi obrabo na cepilni ploskvi noža.

2) Kriterij z upoštevanjem širine obrabnega roba (V_B) ter razmerja globine in oddaljenosti kotanje (K_T/K_M). Obstojnost noža je v tem primeru omejena z dopustno vrednostjo za V_B in še z dopustno vrednostjo K_T/K_M . Potrebno je torej meriti po tri vrednosti na vsakem nožu. Obraba na prosti in cepilni ploskvi se ne ravna po enakih zakonitostih in zato dobimo za rezultat raziskave v diagramu $T-v$ dve premici. Ti dve premici pomenita $V_B = \text{konst}$ in $K_T/K_M = \text{konst}$. To velja spet pri določenem materialu



Sl. 1. Profil cepilne ploskve na obrabljenem stružnem nožu

orodja in obdelovanca in pri izbrani geometriji noža ter danem podajanju.

S tem kriterijem realno spremljamo obrabo na stružnem orodju. Tudi poročevalci številnih podobnih raziskav v tujini delajo z enakim kriterijem.

Vsekakor pa razvoj na tem področju ni končan. Iščejo nove in popolnejše zakonitosti za obrabo orodja, s tem pa so združeni tudi novi kriteriji za vrednotenje obrabe.

Slika 1 prikazuje otipani profil cepilne ploskve stružnega noža. Vrisane so tudi karakteristične veličine za merjenje kotanje. Ta profil je bil dobljen z napravo za otipavanje.

3. Hrapavost površine

Že v uvodu je bilo poudarjeno, da je kvaliteta površine, dobljene z odrezavanjem, važen faktor v tehniki odrezavanja. Sedanja kvaliteta in natančnost obdelovalnih strojev omogočata zelo natančno obdelavo že s postopki, kakršna sta struženje ali freziranje. Itavno zato nas zanima mikro slika površine na obdelanem kosu.

Na oko gladka površina je — gledana skozi mikroskop — zelo hrapava. Od idealne geometrijske ploskve se dejanska ploskev razlikuje po tem, da ni niti gladka niti enakomerna. Neenakomernost je lahko valovitost ploskve ali kakšna druga oblikovna napaka, kar štejejo kot grobo sliko površine. Mikro slika površine pa podaja gladkost oziroma hrapavost površine.

Omenjene neenakomernosti na ploskvi obdelovanca navadno niso posledica parametrov odrezavanja neposredno, ampak jih povzročajo nenatančnosti pri izdelavi stroja, izrabljenost, deformacije zaradi preobremenitev in podobno. Hrapavost površine pa je lahko različna pri čisto določenem načinu izdelave, in sicer zaradi materiala obdelovanca, kvalitete orodja, hitrosti, podajanja in globine rezanja ter sredstev za hlajenje. Potemtakem je hrapavost dobljene ploskve odvisna od vseh tistih parametrov, ki jih pri raziskavah spremljamo. Zato je zanimivo spremljati vpliv teh parametrov na kvaliteto površine na obdelovancu.

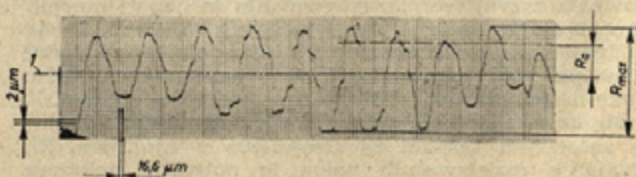
Vrednotenje hrapavosti na površini obdelovanca se po svetu izvaja različno. V rabi sta dva sistema, ki izhajata iz različnega izhodiščnega profila:

1. Sistem M. Ta sistem uporablja za izhodiščno črto srednjo linijo profila. Ta srednja linija je črta, ki teče vzporedno z geometrijskim profilom in leži tako, da je vsota kvadratov razdalj med srednjo linijo in dejanskim profilom hrapavosti enaka 0. Slika 2 prikazuje profil stružene aluminijaste palice. V ta profil sta vrisani srednja linija in vrednost za srednje odstopanje profila R_a .

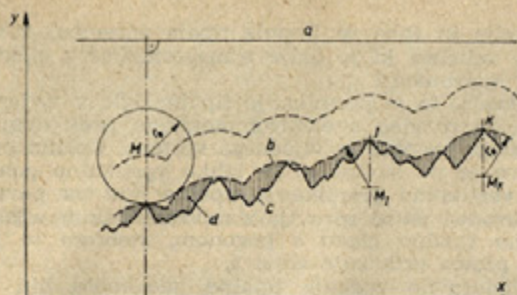
Vrednost za srednje odstopanje profila R_a dobimo po enačbi:

$$R_a = (|y_1| + |y_2| + \dots + |y_n|) \cdot 1/n$$

Pri tem so y vrednosti razdalj, n pa je število teh vrednosti. R_a je največkrat uporabljena vrednost za karakteriziranje hrapavosti na površini. Poleg vrednosti za R_a so po JUS definirane še naslednje vrednosti: skrajšana srednja višina hrapavosti R_p , naj-



Sl. 2. Profil stružene aluminijaste palice (grobo struženo)



Sl. 3. Merjenje hrapavosti po sistemu E

večja višina hrapavosti R_{max} in odstotek nošenja profila p_n .

Sistem M je v rabi v večini evropskih držav in tudi v ZDA. Vendar je nekaj razlike med nemško in ameriško definicijo srednje linije profila. Tudi naš standard JUS predpisuje za merjenje hrapavosti sistem M.

2. Sistem E. Ta sistem uporablja za izhodiščno črto ovojni profil dejanskega profila (enveloping profile). Ovojni profil se dobi tako, da se po dejanskem profilu kotali krog z določenim radijem. Središče kroga opisuje pri kotaljenju neko črto. Če to črto premaknemo za radij kroga, tedaj poteka tako, da se dotika vseh vrhov dejanskega profila. Ta črta po vrhovih je nato — ovojni profil. Slika 3 prikazuje definicijo ovojnega profila.

Tudi po tem sistemu merjeno hrapavost lahko izrazimo s srednjo vrednostjo hrapavosti ER_m z največjo višino hrapavosti ER_{max} in podobno. Pri tem izhajamo računsko od neke srednje linije, ki je po obliki enaka ovojni liniji, je pa premaknjena za vrednost G in leži tako, da je vsota ploskev med dejanskim profilom in srednjo linijo na obeh straneh enaka.

Sistem E ima nekaj prednosti. Pri sistemu M je namreč težko natanko določiti lego srednje linije, pri sistemu M pa je to mogoče bolj eksaktno. Vendar je treba poudariti, da so sodobni merilniki hrapavosti že tako izpopolnjeni, da sami izračunavajo lego srednje linije in hkrati še odstopke od te linije kot karakteristično število za hrapavost. Elektronika je pri tem imela zelo pomembno vlogo; zdaj imajo že aparate, ki lahko merijo po enem ali drugem sistemu in v poljubni velikosti razločujejo hrapavost in neravnost ter podajajo kvaliteto otipane površine v ustreznih vrednostih.

Pri nas urejajo klasifikacijo površinske hrapavosti, vrednost in označevanje standardi JUS M.A1.020 do JUS M.A1.026. Posebej je treba v zvezi s hrapavostjo površine omeniti tudi nov način označevanja za kvaliteto obdelave. Stari način s trikotniki je zamenjal nov način, ki ga uvaja standard JUS M.A0.065. Ta način je del naše industrije že sprejel in ga uspešno uporablja. Prednosti novega načina označevanja za obdelavo so v enostavnejšem risanju in razširjenem območju izbire kvalitet. Kvaliteta je podana z ustrežno številko, ki se napiše v označbo. Vsaka številka pomeni določeno območje hrapavosti. Z novimi obdelovalnimi označbami torej konstrukter na risbi strojnega dela natanko določi, kakšno površino želi. S kakšnim načinom obdelave bo mogoče doseči zahtevano kvaliteto v praksi, pa je stvar, ki se odreja pri pripravi dela.

Vse to kaže, da se v zadnjem času posveča mikro sliki površine na obdelovancu čedalje več pozornosti. Za uspešno kontrolo hrapavosti je znanih precej raznih merilnikov, ki delujejo s pomočjo optike, pnevmatike ali pa najpogosteje z otipavanjem. Instrumenti kažejo lahko srednjo vrednost hrapavosti R_a ali kakšno drugo veličino, lahko pa tudi posnamejo otipan profil na registrirni trak.

Kontrola hrapavosti bo kmalu postala potreba pri izdelovanju. Za raziskave obdelovalnosti materialov pa je sploh neogibna.

4. Naprava za otipavanje

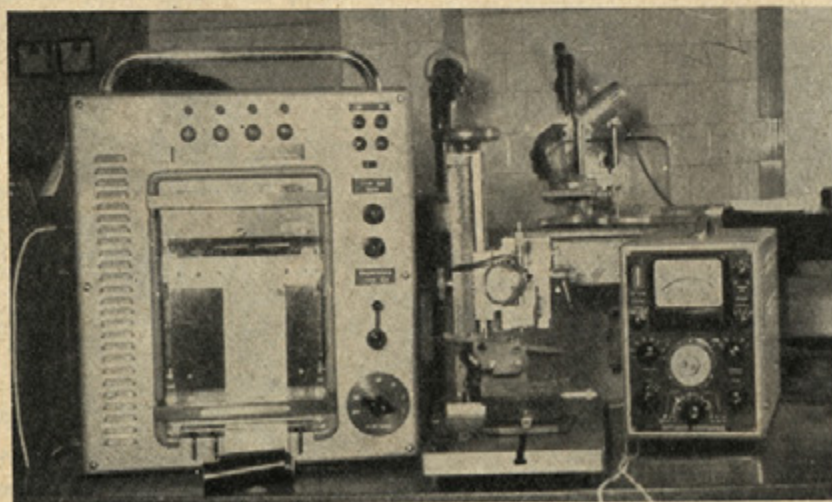
4.1. Opis

Za ugotavljanje profila obrabljene orodja ali profila na dobljeni površini obdelovanca je potrebna merilna naprava, ki s tipalom spremlja profil in ga reproducira bodisi v obliki narisane krivulje na registrirnem papirju ali pa z odklonom kazalca na merilnem instrumentu. Merilno napravo, ki je za to v rabi v tehnološkem laboratoriju Inštituta za strojništvo v Ljubljani, ponazarja slika 4.

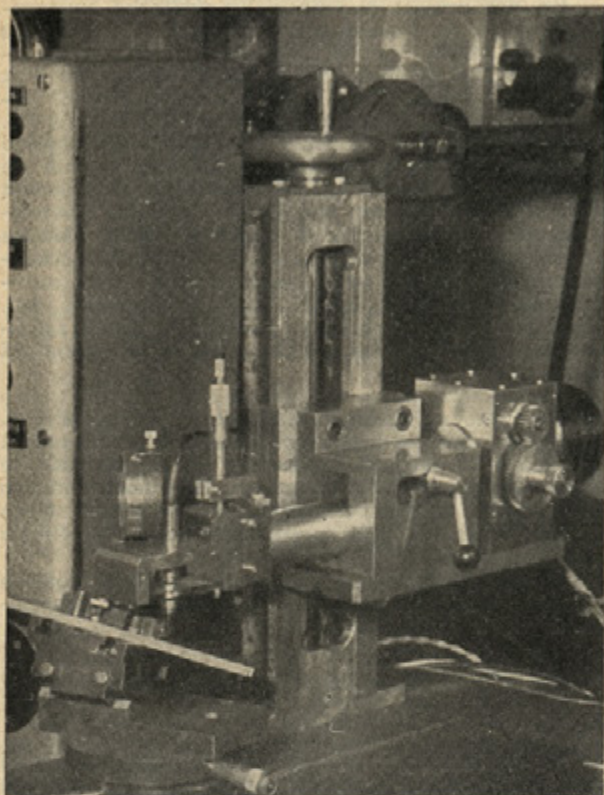
Celotna naprava je sestavljena iz naslednjih instrumentov:

- 1) tipalne glave z vodili in pogonom,
- 2) indukcijskega dajalnika brez dotika,
- 3) ojačevalnika nosilne frekvence in
- 4) registrirne aparata.

Elektronski del naprave je izdelek tvrdke Hottinger Messtechnik, tipalna glava z vodili in pogonom pa je bila izdelana v laboratoriju Inštituta za strojništvo v Ljubljani.



Sl. 4. Naprava za otipavanje



Sl. 5. Naprava za otipavanje — mehanični del

4.2. Otipavanje

Na kratko povedano je delovanje takole. Tipalna igla z določeno oblo konico drsi po površini preskušanca. Za otipavanje sta na uporabo dve hitrosti — 2 mm/min in 8 mm/min. Hitrosti menjavamo z menjalnimi zobniki. Igla je vpeta tako, da z neko minimalno silo pritiska na hrapavo ploskev in se lahko premika samo v vertikalni smeri. Izmikanje igle v obeh vodoravnih smereh mora biti onemogočeno. Vertikalni premiki igle, ki jih povzroča hrapavost, spreminjajo zračno rego med tipalom in indukcijskim dajalnikom. Ta sprememba zračne rege vpliva na

indukcijo in tako se impulz tipala spremeni v električno veličino, ki jo dalje transportiramo z elektronskimi instrumenti.

Pogon, to je premikanje tipalne igle v vodoravni smeri, je izveden z elektromotorčkom prek dvojnega polžastega prenosa in vijačnega vretena. Celotni pogon z glavo je na stebri in se lahko vertikalno pomika. Fino vertikalno premikanje tipalne igle na površino obdelovanca pa se opravlja z mikrometrskim vijakom. Celotno tipalno glavo s pogonom, stebrom in podložno ploščo prikazuje slika 5.

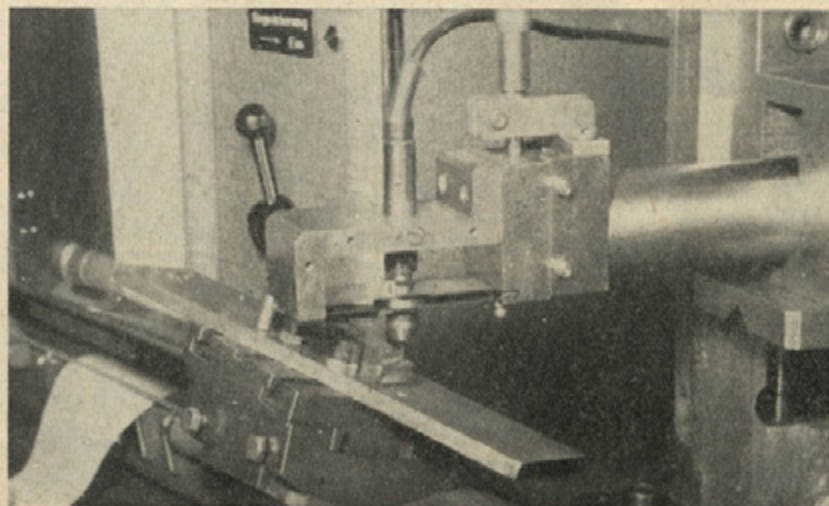
Vodoravno vodenje tipalne igle mora biti zelo natančno, ker tipalna igla nima nobenega drugega vodenja. Za otipavanje površine se namreč lahko uporabljajo drsne cikle pred ali za tipalno iglo, tako da se igla s tem vodi s samo površino preskušanca. Ker pa je treba s to napravo za otipavanje meriti obrabo na nožih, je taka rešitev odveč. Zato je igla vodena samo centralno obenem s celotno tipalno glavo s posebno natančno izdelano pinolo.

Za merjenje obrabe na cepilni ploskvi stružnih nožev uporabljamo gramofonske igle z zaokrožitvijo konice $60 \mu\text{m}$. Pritrditev igle je enostavna in jo je mogoče hitro zamenjati. Igla je pritrjena na dveh listnatih vzmeteh. Tovrstna pritrditev je enostavna, pa vendar v zadostni meri preprečuje izmikanje igle v vodoravnih oseh. Slaba stran vzmeti je v tem, da prihaja pri večjih odklonih v vertikalni smeri do razmeroma velike dodatne sile zaradi vzmeti. Odkloni pa so pri merjenju kotanje tudi do $300 \mu\text{m}$.

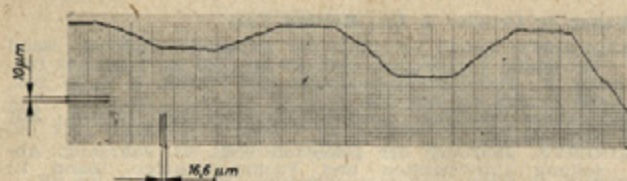
Ves postopek pri merjenju profila na cepilni ploskvi noža je razmeroma enostaven. Nož je treba namestiti v vodoravno lego tako, da je cepilna ploskev vzporedna s premikanjem igle. Z dvojno zibko in pri znani geometriji noža je to dosegljivo. Na tipalno glavo lahko pritrdimo tudi mikrokator, s katerim lahko kontroliramo vodoravnost noža. Ko je cepilna ploskev vodoravna, pristavimo tipalno iglo na neobrabljeni del ploskve in vklopimo pogon. Igla otipa kotanjo. Slika 6 kaže pritrditev tipalne igle.

4.3. Kako je treba meriti hrapavost

Postopek sam pri merjenju hrapavosti je enak. Treba pa je paziti, da delamo brez dodatne sile vzmeti. Za ugotavljanje hrapavosti mora biti radij tipalne igle manjši — npr. $10 \mu\text{m}$, s čimer se zelo pomanjša dotikalna ploskev med preskušancem in iglo. Zaradi sile nastajajo zelo veliki ploščinski tlaki, ki lahko prav hitro prekorajajo mejo elastične deformacije. Do tega ne sme priti, ker bi bila potem napaka zelo velika.



Sl. 6. Pritrditev tipalne igle



Sl. 7. Profil umerjalne šablone — ponovljivost naprave



Sl. 8. Ponovljivost naprave za otipavanje — obraba na stružnem nožu po 30 minutah dela

Samoumevno je, da mora biti igla za te primere safirna. Vsekakor je velika razlika med merjenjem kotanje stružnega noža, ki znaša do $300 \mu\text{m}$, in med merjenjem hrapavosti površine, ki znaša okrog $1 \dots 2 \mu\text{m}$. Zato bi bilo umestno izdelati za merjenje hrapavosti drugo tipalno glavo, ki bi ustrezala strogim zahtevam pri tem merjenju. Pogon pa bi ostal nespremenjen.

4.4. Umerjanje naprave

Ko je naprava za otipavanje profilov izdelana, je treba umeriti indukcijski dajalnik brez dotika in tipalo. Rezultat umerjanja, ki je bilo opravljeno na merilnem stroju SIP v merilnici na strojni fakulteti, je karakteristika, ki povezuje odklon kazalca na ojačevalniku in spremembo zračne rege. Izvedeni sta bili dve karakteristiki: za izhodno zračno rego 2 mm in $1,5 \text{ mm}$. Karakteristika ni linearna, ampak je rahlo ukrivljena. V manjšem območju odstopanja od izhodiščne zračne rege se lahko aproksimira linearna karakteristika, pri čemer napaka ne prekoračuje 2% . Pri večjih odklonih pa je napaka večja. Po tej karakteristiki je bila izračunana tabela, ki direktno podaja za posamezne lege potencimetra na ojačevalniku vrednost v μm za enoto odklona kazalca na ojačevalniku in tudi za ustrezne vrednosti po razdelbi na registrirnem traku.

Za občasno kontrolo naprave je bila izdelana tudi posebna umerjalna šablona. Ta šablona je zbrušena in ima po obliki in merah popolnoma znan profil. Ša-

blono smo izmerili z orthotestom, nato pa še otipali na napravi za ugotavljanje profilov. Primerjava rezultatov je pokazala popolno enakost. Slika 7 ponazarja narisani profil umerjalne šablone.

Preskušnja o ponovljivosti naprave je prikazana na slikah 7 in 8. V prvem primeru gre za ponovljivost na umerjalni šablono, v drugem pa je igla dvakrat potovala po istem mestu v kotalnji stružnega noža. Ponovljivost naprave je zadovoljiva.

Celotna napaka naprave za zdaj še ni določena. Teoretično bi jo lahko določili iz napak posameznih instrumentov in teorije otipavanja samega, vendar bi bilo treba jemati tak rezultat s precejšnjim pridržkom. Vsekakor pa je treba najprej pri praktičnem delu ugotoviti mesta in prijeme, kjer nastajajo take napake, ki jih je možno odpraviti. Naprava za merjenje obrabe na stružnih nožih še ni dolgo v rabi in zato še nimamo natančnih podatkov o napakah pri merjenju.

5. Sklepi

Naprava za otipavanje profilov se je dobro obnesla pri merjenju obrabe na cepilni ploskvi stružnih nožev in rabi kot pripomoček pri raziskovalnem delu glede obstojnosti orodij. Rezultat meritve je profil kotalnje, kakršni sta npr. kotalnji na slikah 1 in 8. Poskusne meritve so bile narejene tudi na drugih preskušanih. Tako smo skušali dognati profil brusne plošče, vendar se je igla preveč zatikala. Zatikanje je opazno tudi pri stružnih nožih, ki imajo precej nalepka. V teh primerih pa ni drugačne rešitve kakor uporaba nihajoče tipalne igle.

Poskus z meritvijo hrapavosti prikazuje slika 2. Merjenje je potekalo kar v redu, le uporabljena igla je bila pregraba. Z ustrezno iglo bi se dala zadovoljivo kontrolirati hrapavost površine.

Naprava se razumljivo ne more primerjati z izdelki drugih podjetij, ki so že razvila specialne naprave, vendar zadošča potrebam pri raziskovalnem delu na Inštitutu za strojništvo. S tem namenom je bila ta naprava tudi izdelana.

Literatura

1. M. Milanez: Nove oznake za površinsku hrapavost na industrijskim proizvodima. *Strojarstvo* 7/8 — 1965.
2. V. Savnik: *Strojno risanje*.
3. I. Grebenc: *Diplomsko delo 1077 — Strojna fakulteta v Ljubljani*.

Avtorjev naslov: dipl. ing. Ivan Grebenc, Inštitut za strojništvo v Ljubljani

STROKOVNA LITERATURA

IZ REVIJ

DK 621.2 Stroj in naprave za izkoriščanje vodne energije

Hosnedl: Zlepšování ekonomických ukazatelů Kaplanovy turbíny. *Strojirentství*, 1965 (6) 455—458

Topol: Příklady použití hydraulických akumulátorů. *Strojirentství*, 1965 (6) 403—409

Poláček: Brzdění hydraulických strojů zatížených vnějšími silami. *Strojirentství*, 1965 (12) 887—895

Nainar, Pola: Kavitační porušování částí vodních strojů. *Strojirentství*, 1965 (12) 943—949

DK 621.5 Pnevmatična energija. Hladilna tehnika

Pumpen und Verdichter (Jahresübersicht). *VDI-Z.* 1965 (22) 1095—1111

V. Reiche: Indizierung eines Drehkolbenverdichters. *VDI-Z.* 1965 (15) 659—667

Scharrer I. dr.: Peltier-Kühlbatterien in der chemischen Apparatechnik. *Chemie-Ing.-Techn.* 1965 (10) 1039—1046

Jakobson: Теплообмен холодильных компрессоров с окружающей средой. *Холодильная техника*, 1965 (5) 23—28

Merkulov: Osušenie sžatého vzducha metodom kondenzacii i vymraživanja. *Холодильная техника*, 1965 (5) 34—37

K rasčetu rabiših procesov pnevmatičnih mašin i mehaznizmov. *Vestnik mašinstroenija*, 1965 (10) 15—19

Pimsner: Sur une méthode de détermination de la caractéristique universelle du compresseur centrifuge. *Rev. Roum. Sci. Techn.-Electrotechn. et Energ.* 1965 (2) 335—344

Pimsner, Cserveny: Über Anwendungsmöglichkeiten von Turboladern im Gastransport. *Maschinenbautechnik*, 1965 (10) 529—534

Borisoglebskij, Kuz'min: K rasčetu procesov vsasyvanija i nagnetanija poršnevnyh kompressorov. *Himičeskoe i neftjanoe mašinstroenije*, 1965 (11) 6—11

Prast, Haarhuis: Die Philips-Gaskältemaschine für sehr tiefe Temperaturen. *Kältetechnik*, 1964 (8) 232—235

DK 621.6 Stroj in naprave za transport tekočin. Cevovodi. Črpalke

Cable: Pump Selection for Viscous Fluids. *Ind. Eng. Chem.* 1963 (1) 43—46

Rejzerman: O rasčete flancevnyh soedinenij s kontaktom po vsej privaločnoj poverhnosti. *Himičeskoe i neftjanoe mašinstroenije*, 1965 (9) 8—11