

UDK 531.72

Prispevek k vrednotenju kvalitete površine

POLDE LESKOVAR

1. Uvod

Skoraj petdeset let zavzetega dela vseh tehnično naprednih narodov je bilo potrebno, da so bili razviti postopki za preskušanje in vrednotenje kvalitete površine. V gradnji strojev in instrumentov, tj. predvsem v strojni industriji in fini mehaniki, je zelo pomembno, da dosegamo visoko stopnjo v kvaliteti posameznih izdelkov. Posamezni strojni deli morajo izkazovati razen enakih določenih zunanjih oblik tudi določeno stopnjo kvalitete površine. To velja še posebno na tistih delih oziroma pri elementih, ki so sestavljeni na mirujočih prilegih ali gibajočih se zvezah.

Pri izdelavi strojev — tako pri posamezni kakor tudi v serijski izdelavi — obdeluje delavec pogosto posamezne sestavne dele strojev, ne da bi vedel, v kakšni zvezi bodo ti deli po dokončni sestavi stroja ali naprave. Za vrsto strojev in naprav je potrebno izdelati tudi rezervne dele. Vsi ti deli morajo biti izdelani tako, da pri sestavi oziroma zamenjavi ni potrebno nobenega posebnega prilagajanja in dodatnega ročnega dela. Za doseg tega pa je bilo potrebno izdelati take postopke vrednotenja in ocenjevanja kvalitete površine, ki lahko omogočajo medsebojno primerjavo posameznih površin.

Za doseg takega vrednotenja in ocenjevanja tehničnih površin je bilo potrebno mnogo raziskav in medsebojnega dogovarjanja, kar priča številna literatura [1 do 3].

Površina mora biti namreč takšna, da je pričakovana obraba npr. tečaja in ležaja, čepa in puše, profilne krivulje na zobu zobnika ipd. še vedno v določenem območju, ki ga je mogoče predpisati in seveda tudi izmeriti. S tem lahko izkazuje takšen del tudi dolgo življenjsko dobo in zagotavlja natančno delovanje zveze.

Natančnost izdelave je naloga sistema prileganja, kvaliteta površine pa je odvisna od njene hrapavosti in sposobnosti nošenja. Za spoznavanje kvalitete površine je potrebno predvsem dvoja:

— spoznavanje glavnih činiteljev, ki opisujejo kvaliteto površine in

— osnove za ocenjevanje hrapavosti po določenih stopnjah in razredih, ki so v tesni zvezi s postopki obdelave.

Merilne vrednosti sestavljajo karakteristične označbe v strukturi površine. Te vrednosti so važne

za konstrukterja in za kontrolo pri dokončni izdelavi. Z njimi je mogoče določati stopnjo kvalitete površine in tako ugotavljati, ali je v skladu z določenimi zahtevami, kakršne nalagajo konstrukcija sama ozir. konstrukter in tehnolog.

2. Opis profila površine

Tako je stanje površine pri obdelavi kovinskih materialov zelo pomembna karakteristika obdelovalnosti. Zaradi tega se dandanes vrsta znanstvenikov po vsem svetu ukvarja z raziskavami kvalitete površine ozir. stanjem površine. Vse bolj razširjena avtomatizacija delovnih procesov je združena tudi z vedno boljšo površino in daljšo življenjsko dobo orodij.

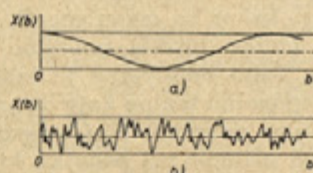
Dejanska površina, ki jo ima določen obdelovanec po obdelavi, se lahko znatno razlikuje od zamišljene — idealne geometrijske površine. Kvaliteta površine je predvsem odvisna od stanja površine in drugih fizikalnih ter fizikalno-kemičnih činiteljev. Zaradi slučajnostnih in sistematičnih odstopanj od teoretične oz. idealne oblike površine sestavlja površina prostorsko tvorbo. Iz praktičnih razlogov pa obravnavamo površine samo kot dvodimenzionalen sistem.

Odstopanje dejanske površine od teoretične delimo v glavnem v tri skupine:

1. Hrapavost, ki šteje za čisto slučajno odstopanje. Ti odstopki so variabilne razsežnosti in predvsem posledica neposrednega vpliva obdelovalnega orodja obdelovanca in njegovih fizikalno-kemičnih lastnosti.

2. Valovitost površine je zbir periodičnih odstopanj, ki so navadno odvisna od karakteristik odstopanj obdelovalnega stroja samega.

3. Napake in odstopki v obliki, ki se nanašajo na natančnost obdelovanca nasploh.



Sl. 1. Osnovni obliki profila površine

a — profil je znana funkcija
b — profil je slučajnostna funkcija

Preden preidemo k vrednotenju in ocenjevanju površine, si moramo ogledati tudi profil tehnične površine. Profil tehnične površine lahko v osnovi razdelimo v dve glavni skupini, in sicer:

— prvo obliko profila, ki je periodične narave in ima relativno veliko dolžino vala (sl. 1a). Sestoji iz ene ali več kosinusnih ali sinusnih funkcij oziroma oblik, ki se dajo razstaviti z navadno Fourierovo analizo in

— drugo obliko, ki ima čisto stohastičen profil in vsebuje le slučajnostne komponente ter ne izkazuje nobenih periodičnosti (sl. 1b).

To sta dva tipa površinskega profila. Večina površinskih profilov, ki jih dobimo pri odrezavanju, leži med obema osnovnima oblikama. To so različno obdelani profili, ki so sestavljeni iz periodičnega in slučajnostnega dela, ter sestavljajo določeno neurejeno obliko. Kljub neurejenosti pa lahko le zasledimo v takih profilih določeno periodičnost, ki omogoča sklepanje o specifičnosti obdelovalnih pogojev [4]. Te vrste profilov je lahko več v različnih oblikah. Zaradi tega so bili že izdelani predlogi za tipiziranje površinskih profilov [5].

Za ugotavljanje kvalitete površine uporabljamo vrsto različnih postopkov. Pri vseh teh postopkih pa prevladujejo taki, pri katerih površino otipavamo. Sodobne naprave omogočajo, da dobivamo merilne rezultate hitro in brez potrate časa. Razen tega pa rišejo tudi krivuljo površinskega profila in imajo več karakterističnih podatkov hkrati. Pri tem so omogočene tudi različne povečave v smeri ordinatne in abscisne osi profila v zelo širokem območju.

Za klasifikacijo kvalitete površine in merjenja hrapavosti sta bila izdelana dva sistema, to je M sistem (mean-line system) in E sistem (envelope system). Pri tem dobimo različne karakteristične vrednosti R_a , R_s , R_t ipd.¹ V Evropi in tudi v ZDA dandanes ponajveč uporabljajo M sistem.

Zaradi lažjega predpisovanja kvalitete kovinskih površin so le-te razvrščene v posebne kvalitetenne razrede. Tako lahko ocenjujemo kvaliteto površine s štirinajstimi kvalitetskimi razredi. Osnovni pokazalnik za tako ocenjevanje so največje dopustne vrednosti srednjega odstopanja profila površine, ki ga označujemo z R_a , in je podan v mikrometrih.

3. Nove karakteristike za ocenjevanje kvalitete površine

Karakteristične vrednosti za ocenjevanje kvalitete površine, kakor so omenjene R_a , R_s , R_t ipd., pa opisujejo obliko profila površine le v smeri ordinatne osi. Tako opisovanje je lahko kaj enostransko in nepopolno ter ne daje dovolj zanesljive ocene o določeni površini. Naj omenimo na tem mestu samo en primer: vsi podatki, ki jih dobimo z merjenjem po dosedanjih načinih vrednotenja, ne

ločijo niti pravega profila površine od njegove zrcalne slike. Razen tega ne ločijo niti okroglo grebenastega profila od koničasto grebenastega ipd. Zaradi tega je neogibno treba za popolnejše ocenjevanje privzeti nove karakteristične vrednosti, s pomočjo katerih bi bilo mogoče dobiti popolnejšo sliko dejanske površine.

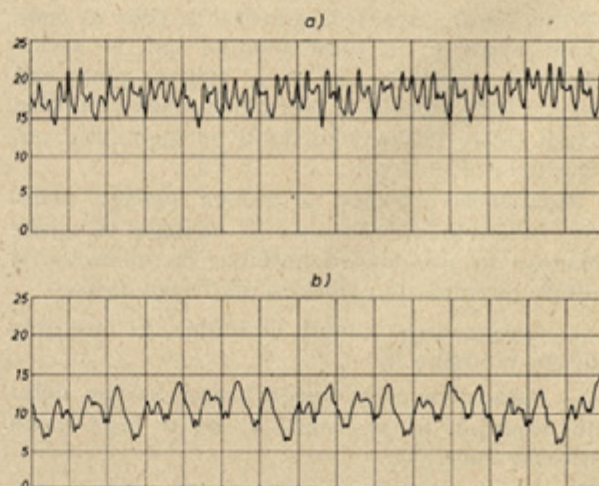
Že relativno površen študij krivulj hrapavosti nazorno pokaže, da je lahko izredno zanimiva analiza površinskih profilov tudi v smeri njihove abscisne osi. Misel, da bi vrednotili hrapavost tudi v smeri abscisne osi, seveda ni nova. Z njo se je pečalo že več znanih raziskovalcev, npr. Dreythaupt [6]. Tudi Schmalz [7], ki je vpeljal koeficient nošenja površine, spada med raziskovalce, ki so spremljali analizo krivulj površine kovinskih materialov v smeri abscisne osi.

V zadnji dobi je raziskovanje površine še intenzivnejše. Vedno več znanstvenikov in strokovnjakov, ki se ukvarjajo z obdelavo tehničnih materialov, ugotavlja nepopolno ocenjevanje in vrednotenje površine z že omenjenimi karakterističnimi vrednostmi ter se ubada s poskusi, kako bi našli nove — popolnejše karakteristike, ki bi omogočile vernejšo sliko o dejanski površini obdelovanca.

Tako je predlagal Mayers [8] prvi in drugi odvod profila hrapavosti $X(b)$ (sl. 1b) in usmerjenostne karakteristike profila, ki se podajajo kot diferenca vsote profilnih dolžin s pozitivnimi in negativnimi nakloni, apliciranimi na celotno referenčno dolžino.

Iz lastnosti, ki jo da drugi odvod korelacijske funkcije določenga profila, je dobil Peklenik [9] dve novi karakteristiki, standardno deviacijo naklona profila in poprečno jakost profila na določenem nivoju.

Za boljše razumevanje povedanega si oglejmo dve karakteristični krivulji hrapavosti (sl. 2). Obe krivulji hrapavosti lahko ocenimo z enakim kvalitetskimi razredom. Obe površini obdelovanca bi bili po takem ocenjevanju vredni enako. Vendar se obe krivulji, ki kažeta enako srednje odstopanje pro-



Sl. 2. Različni profili stružene površine

¹ R_a — aritmetična srednja hrapavost
 R_s — geometrična srednja hrapavost
 R_t — globina hrapavosti

fila površine R_a (sl. 2a in 2b), po notranji izgradnji bistveno razlikujeta med seboj. Potek krivulj je v smeri abscisne osi dokaj različen, pa čeprav je vrednost za hrapavost R_a in R_{max} v smeri ordinatne osi enaka. Potemtakem je jasno, da je potrebno za bolj objektivno oceno kvalitete površine upoštevati tudi obliko krivulj hrapavosti v smeri abscisne osi.

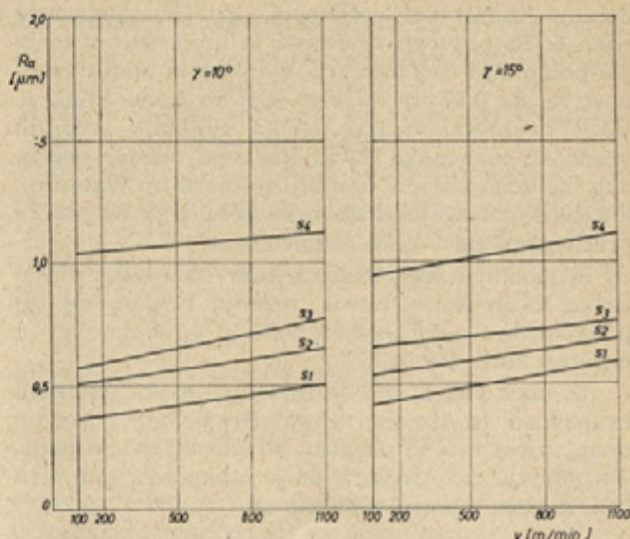
4. Rezultati iz raziskave kvalitete površine

Kvaliteta površine je odvisna od več činiteljev. Za naš primer smo izbrali dve aluminijevi zlitini D 58 in D 4² in preskušali njihovo kvaliteto površine s struženjem v odvisnosti od podajanja, hitrosti rezanja in geometrije orodja. Objektivno ocenjujemo obdelovalnost kovinskih materialov, predvsem zlitin, po neželeznih kovinah namreč, vse bolj s kvaliteto površine. Zaradi tega je tudi razumljivo, odkod izvira vedno večje zanimanje za ocenjevanje kvalitete površine.

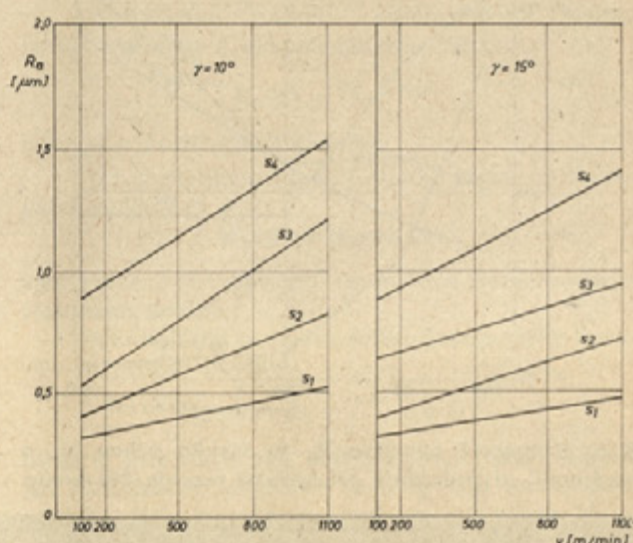
Pri omenjenih preskusih kvalitete površine in iskanju novih karakterističnih vrednosti za vrednotenje in ocenjevanje površine tudi v smeri abscisne osi smo spreminjali hitrost rezanja pri določenem cepilnem kotu in podajanju. Iz diagramov, ki jih kažeta sliki 3 in 4, lahko spremljamo hrapavost v odvisnosti od hitrosti rezanja pri različnih podajanjih in cepilnem kotu 10° in 15° . Če analiziramo kvaliteto površine obeh zlitin, lahko sklenemo, da je ugodnejša hrapavost pri zlitini D 4 predvsem pri manjših hitrostih rezanja npr. $v = 100$ do 500 m/min in majhnih podajanjih. Zato pa narašča k neugodnim vrednostim pri večjih hitrostih rezanja npr. od 500 do 1100 m/min in večjih podajanjih. Po legi posameznih regresijskih premic lahko opazimo, da je kvaliteta površine v splošnem precej ugodnejša pri zlitini D 58, kar je vidno iz znatno položnejših regresijskih premic. Aluminijeva zlitina D 58 je namreč posebna zlitina za delo na avtomatih. Zaradi tega vsebuje razen aluminija in bakra kot glavne legirne komponente še dodatke svinca in bismuta. Svinec in bismut vplivata zelo ugodno na obliko odrezkov. Vrhovi tega pa je njun vpliv ugoden tudi za obdelovalnost zlitine same. Obraba orodij je pri zlitini D 58 zelo majhna — znatno manjša kakor pri aluminijevi zlitini D 4. Razen tega dušita svinec in bismut tudi nihanje, ki se pojavlja pri stroju, ter s tem ugodno vplivata na kvaliteto površine.

Aluminijeva zlitina D 4 vsebuje razen bakra kot glavne legirne komponente še magnezij, silicij in mangan. Vsi trije legirni elementi sestavljajo v zlitini trde medkovinske spojine, ki povzročajo slabše obdelovalne sposobnosti zlitine [10].

Tudi pri vrednotenju kvalitete površine in s tem obdelovalne sposobnosti pravkar opisanih aluminijevih zlitin smo upoštevali karakteristične vrednosti v smeri ordinatne osi, čeprav je iz diagramov površin, ki smo jih posneli na posebni



Sl. 3. Odvisnost hrapavosti od hitrosti rezanja za aluminijevo zlitino D 58



Sl. 4. Odvisnost hrapavosti od hitrosti rezanja za aluminijevo zlitino D 4

preskuševalni napravi Talysurf 4, razločno vidna velika razlika krivulj v smeri abscisne osi.

Poglejmo samo en primer, pri katerem smo izbrali zlitino D 58, pri hitrosti rezanja $v = 200$ m/min in 1100 m/min pri cepilnih kotih 10° in 15° ter podajanjih $0,028$, $0,05$, $0,08$ in $0,135$ mm/vrt! Pri ocenjevanju hrapavosti smo analizirali posamezne krivulje hrapavosti R_a v smeri abscisne osi. Pri tem smo šteli posamezne obračalne točke v krivulji hrapavosti, tj. hribočke (peaks) N_p . Rezultati štetja se nanašajo na referenčno dolžino $4,5$ mm, kar znaša pri 100 -kratni povečavi v smeri abscisne osi 450 mm. Povečava v smeri ordinatne osi je znašala 5000 -krat.

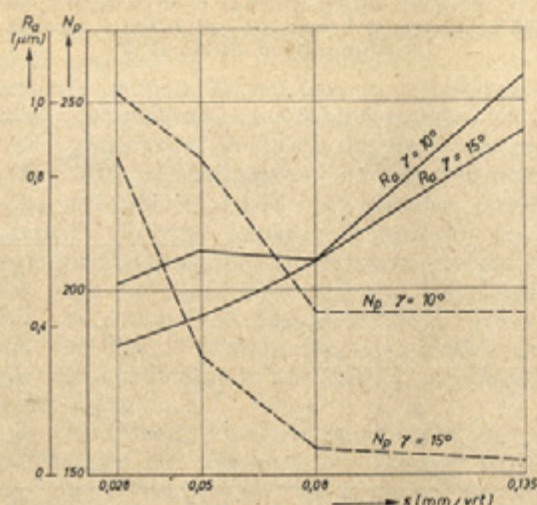
Če podrobneje analiziramo krivulje hrapavosti in preštajemo število vrhov N_p v danih pogojih,

² D 58 in D 4 sta interni označbi za aluminijevi zlitini v Industriji metalnih polizdelkov — IMPOJL v Slovenski Bistrici.

dobimo zanimive vrednosti, ki jih ponazarja slika 5. Še posebno zanimiva je hrapavost v točki pri podajanju 0,08 mm/vrt. V tej točki znaša vrednost za R_a 0,57 μm za oba cepilna kota. Enak je torej kvalitetni razred, enaka funkcija srednjih vrednosti m_x , enaka R_a in R_{max} , pa vendar gre za dve bistveno različni krivulji po notranji izgradnji, kar lepo prikazuje slika 6, ki predočuje originalni profil površine v obeh primerih.

Podobno kakor slika 5 kaže tudi slika 7 podatke R_a in N_p za hitrost rezanja 1100 m/min pri podajanjih $s = 0,028; 0,05; 0,08$ in $0,135$ mm/vrt in cepilnih kotih 10° in 15° .

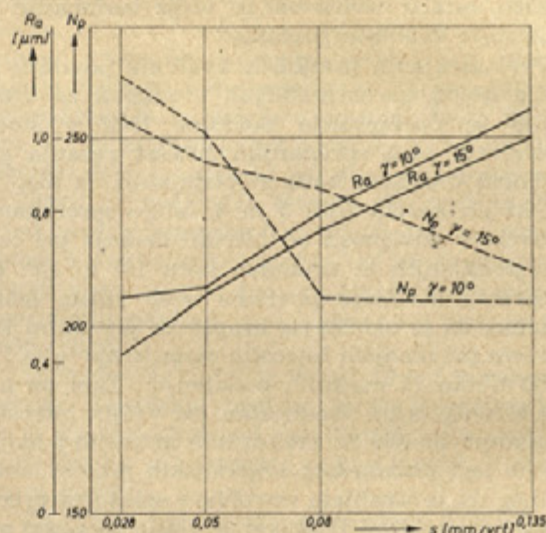
Z obeh slik 5 in 7 je razvidna enaka tendenca hrapavosti in števila vrhov. Hrapavost z večjim podajanjem močno narašča, število vrhov pa pada. To potrjuje našo trditev, da je lahko zelo zanimiva tudi analiza v smeri abscisne osi.



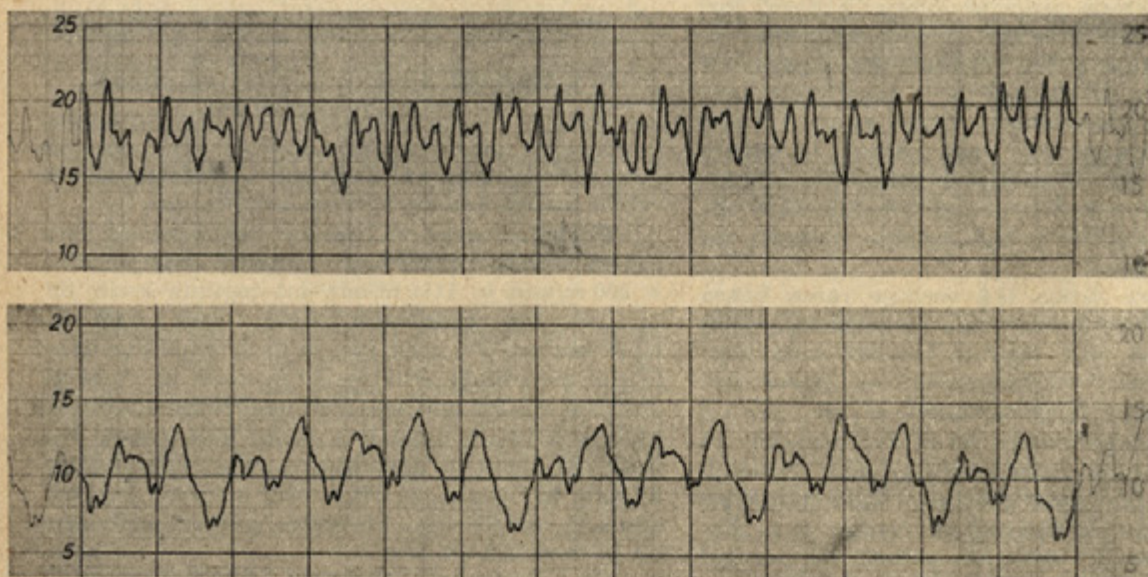
Sl. 5. Hrapavost površine R_a in število vrhov N_p v odvisnosti od podajanja pri hitrosti rezanja 200 m/min

5. Vrednotenje površine v smeri abscisne osi

Preden preidemo k teoretični raziskavi in praktični uporabi novih karakterističnih vrednosti, si oglejmo še lastnosti površinskega profila. Pri tem je neogibno potrebno spoznati predvsem to, ali so površinski profili stacionarni in ergodični ali ne. Odgovor na zastavljeno vprašanje je za nadaljnje vrednotenje velikega pomena. Površino otipamo po navadi samo na enem poljubnem mestu. Pri tem predpostavljamo, da dobimo pri merjenju na drugih mestih istega obdelovanca enake vrednosti. Kakor je bilo dokazano, je to tudi res tako [4,9]. Tudi pri naših meritvah so bili rezultati pri merjenjih kvalitete površine zelo podobni in so potrdili prejšnja predvidevanja. Tako sta srednja vrednost profila m_x in raztrosa D_x kot statistični vrednosti konstantni. Take profile lahko imamo za stacionarne.



Sl. 7. Hrapavost površine R_a in število vrhov N_p v odvisnosti od podajanja in hitrosti rezanja 1100 m/min



Sl. 6. Originalna profila stružene površine (povečava 5000/100)

a) $v = 200$ m/min,
 $s = 0,08$ mm/vrt,
 $\gamma = 10^\circ$,
 $R_a = 0,57$

b) $v = 200$ m/min,
 $s = 0,08$ mm/vrt,
 $\gamma = 15^\circ$,
 $R_a = 0,57$

Ena sama meritev, kakršno v praksi opravljamo največkrat, je lahko veljavna samo takrat, kadar je profil ergodičen. Ta pogoj je — kakor so pokazale novejšje raziskave — izpolnjen, saj se korelacijske funkcije profilov z $\beta \rightarrow \infty$ bližajo vrednosti nič. Tako lahko dobimo, da sta izpolnjena oba postavljena pogoja.

Profile, ki so sestavljeni iz periodičnih in slučajnostnih funkcij, lahko imamo za slučajnostne funkcije $X(b)$. Opišemo jih lahko s funkcijo srednjih vrednosti in korelacijsko funkcijo.

Funkcija srednjih vrednosti se glasi:

$$m_x(b) = M[X(b)] = \int_{-\infty}^{+\infty} x f\left(\frac{x}{b}\right) dx$$

kjer pomenijo:

$m_x(b) = m_x$ — funkcijo srednjih vrednosti elementarnega rezalnega profila v μm

M — pričakovano vrednost

b — širino rezalnega prostora v mm

$f\left(\frac{x}{b}\right)$ — pogojeno distribucijsko gostoto od x

Ker je profil stacionaren, je $m_x(b) = \text{konst}$ in zato dobi funkcija srednjih vrednosti obliko:

$$m_x(b) = \int_{-\infty}^{+\infty} x f(x) dx$$

Stopnja odvisnosti dveh ordinat profila $X(b_1)$ in $X(b_2)$ je karakterizirana s korelacijskim momentom $R_x(b_1, b_2)$. To odvisnost lahko razlagamo v smislu verjetnosti kot pričakovano vrednost:

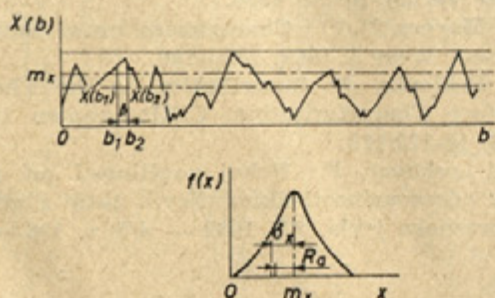
$$R_x(b_1, b_2) = M\{[X(b_1) - m_x(b_1)][X(b_2) - m_x(b_2)]\}$$

Korelacijska funkcija $K_x(b_1, b_2)$ sestavlja vsoto korelacijskih momentov posameznih ordinat profila:

$$K_x(b_1, b_2) = \iint_{-\infty}^{+\infty} [X(b_1) - m_x(b_1)][X(b_2) - m_x(b_2)] \cdot f(x_1, x_2; b_1, b_2) dx_1 dx_2$$

Za stacionarne profile je korelacijska funkcija odvisna samo od razlike $b_1 - b_2$ (sl. 8). Tako dobimo funkcijo:

$$K_x(b, b + \beta) = \iint_{-\infty}^{+\infty} (x_1 - m_x)(x_2 - m_x) f(x_1, x_2; \beta) dx_1 dx_2$$



Sl. 8. Geometrična oblika površinskega rezalnega profila

kjer pomenijo posamezne označbe:

R_x — korelacijski moment elementarnega rezalnega profila

$K_x(\beta)$ — korelacijsko funkcijo elementarnega rezalnega profila

$X(b) = x$ — slučajnostno amplitudo profila

Pisanje ordinat lahko tudi poenostavimo in pišemo $X(b_1) = x_1$, $X(b_2) = x_2$ in $m_x(b) = m_x$. Če je $\beta = 0$, dobimo iz zadnje enačbe vrednost za raztros profila D_x :

$$K(0) = D_x$$

ki znaša za stacionarne profile:

$$D_x = \mu_2 = \int_{-\infty}^{+\infty} (x - m_x)^2 f(x) dx$$

Povedali smo že, da dobivamo v praksi večidel površinske profile, ki so sestavljeni iz dela periodičnega dela čisto stohastičnega profila. Iz dneega profila je možno izračunati korelacijsko funkcijo za posamezne oblike profilov.

Korelacijsko funkcijo stohastičnega profila lahko izrazimo z eksponentialno funkcijo

$$K_x(\beta) = D_x e^{-a|\beta|}$$

kjer je a pozitivni eksponent.

Tudi periodično funkcijo lahko izrazimo v drugačni obliki:

$$K_x(\beta) = D_x \cos \Omega \beta$$

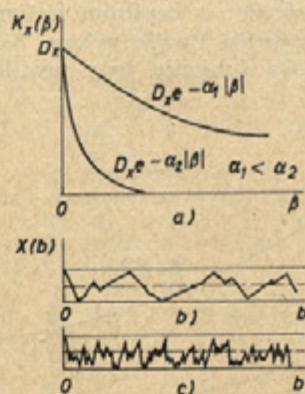
kjer pomeni Ω frekvenco osnovnega elementarnega rezalnega profila.

Tako dobimo osnovno obliko korelacijske funkcije za profile površin:

$$K_x(\beta) = D_x e^{-a|\beta|} \cdot \cos \Omega \beta$$

Slika 9 prikazuje dve obliki korelacijske funkcije pri različnih a . Iz oblike obeh krivulj lahko sklepamo:

Če so v profilu močna in gostejša neenakomerna nihanja v velikosti amplitud (sl. 9 c), dobimo



Sl. 9. Korelacijske funkcije $K_x(\beta)$ za stohastične profile

a — korelacijski funkciji $K_x(\beta)$
b — malo spremenjeni potek profila
c — močno spremenjeni potek profila

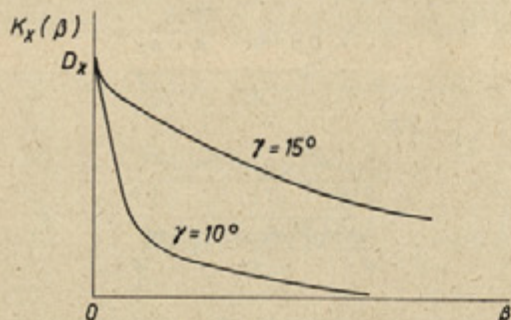
med ordinatami X_k majhne korelacijske momente. Majhni korelacijski momenti povzročajo bolj strm padec korelacijske krivulje (sl. 9 a). Eksponent α je v tem primeru večji od ene ($\alpha_2 > 1$).

Če pa imamo v profilu manjše enakomernejše spremembe (sl. 9 b), dobimo velike korelacijske momente, ki dajejo položnejšo krivuljo korelacijske funkcije. Pri tem je eksponent α manjši od ene ($\alpha_1 < 1$).

To spoznanje lahko prenesemo tudi na naš primer. Tudi v tem primeru dobimo pri profilu z gostejšimi amplitudami večje število vrhov N_p in s tem manjše korelacijske momente ter tako bolj strmo krivuljo korelacijske funkcije. Pri krivulji z manjšimi spremembami pa dobimo manjše število vrhov in položnejšo krivuljo korelacijske funkcije.

Iz povedanega lahko sklepamo, da daje štetje vrhov na elementarnem rezalnem profilu novo možnost za kvantitativno oceno korelacijske funkcije pri ocenjevanju kvalitete površine. Iz tega izhaja, da je profil, ki ima več vrhov (sl. 6 a), bolj slučajnost in neregularen ter pomeni tudi bolj slučajnostno in neregularno funkcijo. Profil pa, ki ima manjše število vrhov (sl. 6 b), pomeni bolj regularno korelacijsko funkcijo in bolj regularen potek profila hrapavosti samega. Tako je v danem primeru možno izračunati korelacijsko funkcijo za vse vrste profilov, ki jih dobivamo z različnimi postopki odrezavanja. Primer kaže tudi dovolj nazorno, da lahko s pomočjo korelacijskih funkcij odkrivamo vzroke za periodičnost na obdelanih površinah. Ti vzroki lahko nastajajo zaradi podajanja, geometrije orodja, grobe strukture in drugih činiteljev pri odrezavanju.

Za naš primer vrednotenja kvalitete površine s štetjem vrhov lahko prav tako dobimo različne potrebne korelacijske funkcije. Za rezalni profil stružene površine po sliki 6 a, ki je stružen s cepilnim kotom $\gamma = 10^\circ$, je bolj neregularen in izkazuje več preštetih vrhov (glej tudi sliko 5), dobimo bolj strm padec korelacijske funkcije. Pri rezalnem profilu, ki ga kaže slika 6 b — ta je bolj regularen in stružen s cepilnim kotom $\gamma = 15^\circ$ — dobimo tudi manjše število vrhov. Zaradi tega je tudi korelacijska funkcija tega profila položnejša (sl. 10).



Sl. 10. Ocenjeni korelacijski funkciji za $\gamma = 10^\circ$ in $\gamma = 15^\circ$

6. Sklepi

Iz povedanega je razvidno, da je možno s korelacijskimi funkcijami zelo natančno opisati profile obdelanih površin. Pri tem prinaša korelacijska funkcija v raziskave površin predvsem dve bistveni prednosti:

— sposobnost, da oceni površino tudi v smeri abscisne osi, čeprav so njene karakteristične vrednosti v smeri ordinatne osi enake in

— možnost, da pri določenem površinskem profilu ločimo stohastičen del profila od periodičnega.

Razen omenjenega trdimo lahko še, da je štetje vrhov določenega profila lahko nov prispevek k vrednotenju kvalitete površine v smeri abscisne osi.

Ceprav je računanje s korelacijskimi funkcijami in vrednotenje v smeri abscisne osi za praktike v delavnici za zdaj še zelo nepraktično in dolgotrajno, saj je zanj potreben visoko šolan strokovnjak hkrati z dragimi preskuševalnimi napravami, je prikazana tehnika za osnovne raziskave, pri katerih je površinski profil posledica rezalnega in brusilnega postopka, izvrsten pripomoček za njegovo popolnejšo analizo.

LITERATURA

- [1] Schorach, H.: Gütebestimmungen an technischen Oberflächen, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart 1958.
- [2] Schlesinger, G.: Messung der Oberflächen-güte, Springer Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1951.
- [3] Horn, W.: Messen und Prüfen von Oberflächen. Deutsche-Verlags-Anstalt GmbH, Stuttgart 1964.
- [4] Peklenik, J.: Grundlagen zur Korrelations-theorie technischer Oberflächen, Industrie-Anzeiger Nr. 26, März 1965.
- [5] Peklenik, J.: Investigation of the Surface Typology Annals of the CIRP, Vol. XV, pp 381-385.
- [6] Dreyhaupt, W.: Rauheit, Völligkeit und Traganteil, Werkstatttechnik und Werkstatteleiter 1941, S 337.
- [7] Schmalz, G.: Technische Oberflächenkunde, Springer Verlag, Berlin 1936.
- [8] Mayers, N. O.: Characterisation of Surface Roughness, Wear 5, 1962, 182—189.
- [9] Peklenik, J.: Contribution to the Theory of Surface Characterisation, CIRP-Annalen 1963/1964 B. 12-173/178.
- [10] Leskovar, P.: Nekaj značilnosti pri preiskavah odrezovalnosti aluminijevih zlitin z orodji iz hitroreznega jekla. SV 1969 — 4/5, s. 116—122.

Avtorjev naslov:

doc. mag. ing. Polde Leskovar,
Fakulteta za strojništvo
Univerze v Ljubljani