

DK 621.83:539.388.1

Trajna odpornost zobnikov proti pitingu in možnosti za njeno povečanje

G. NIEMANN

Dr. ing. G. Niemann, profesor na tehniški visoki šoli v Münchnu, znani strokovnjak za strojne elemente, posebno za zobnike in zobniška predležja, je imel leta 1961 na konferenci na madžarski akademiji znanosti v Budimpešti referat o trajni odpornosti zobnikov proti pitingu in možnosti za njeno povečanje.

Glede na izredno pomembne rezultate njegovih raziskav o vplivu raznih parametrov na povečanje trajne trdnosti nosilnih bokov na zobnikih proti pitingu so njegova izvajanja za nas še posebno zanimiva in vredna upoštevanja, saj se v naših obratih še vedno dan za dnem srečujemo s škodljivimi predčasnimi pojavi pitinga na zobnikih.

Z izrazom »piting« razumemo značilno jamičanje oziroma izluščanje materiala na nosilnih bokih zob v območju kotalnega kroga ali pod njim, in sicer kot posledico prevelikega kotalnega pritiska v prisotnosti maziva [1].

Razlikujemo dve vrsti pitinga:

1. piting, ki lahko nastaja ob utekanju predležja in ni nevaren; jamice, ki lahko nastajajo pri tem, so velike kakor glave bucik in pozneje lahko izginjajo (Einlaufgrübchen, Initial pittings);

2. piting, ki zaradi lokalnih preobremenitev povzroča razkroj nosilnih zobnih bokov (fortschreitende Grübchen, Progressiv pittings). To uničujoče izluščanje materiala lahko nastaja v območju števila obremenitev 10^5 do $20 \cdot 10^6$ in je zlasti kočljivo pri poboljšanih in kaljenih jeklih, medtem ko se piting pri mehkih jeklih zaradi drsne obrabe in plastične deformacije materiala lahko prekriva.

Preizkusi prof. Niemann so bili opravljeni na razvojni ustanovi za zobnike in predležja v Münchnu (FZG — Forschungsstelle für Zahnräder und Getriebebau, Technische Hochschule München).

Referat naj seznanja čimširši krog strokovnjakov z rezultati dosedanjih raziskav in dosežkov prof. Niemann na tem tako perečem področju. Avtor je priložil tudi izvirne fotografije, za kar mu gre iskrena hvala.

Ker se prevod tesno opira na izvirnik, v referatu pa je ponekod snov podana precej zgoščeno ali pa so rezultati objavljeni samo v izvečkih, kar večkrat otežuje podrobno razumevanje snovi, naj bralci, ki se žele še temeljiteje poglobiti v poteke vseh opravljenih preizkusov, sežejo še po literaturi, ki je bila ponajveč za osnovo pri sestavljanju referata [2].

Prevajalec

Kratkotrajni preizkus FZG (Forschungsstelle für Zahnräder und Getriebebau) je primerno sredstvo za hitro in zanesljivo preiskavo vseh faktorjev, ki vplivajo na življenjsko dobo zobnikov. V naslednjem so podani rezultati raziskav o vplivu vrste ozobčanja, oblike zoba, odstopkov na bokih zoba, hrapavosti bokov, maziva in obodne hitrosti, hkrati pa je obdelana uporaba teh ugotovitev pri dimenzioniranju nekaljenih zobnikov.

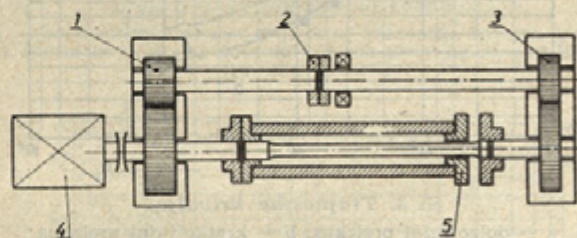
V nadaljnjem je bilo treba preiskati še vpliv tanjših varovalnih slojev, vpliv nasprotnega zobnika in obnašanje kaljenih zobnikov pri ugotovljenih vplivnih veličinah.

1. Uvod

Mislili smo, da že nekaj vemo o odpornosti proti pitingu jeklenih zobnikov, mazanih z mineralnim oljem. Zaradi tega smo se zelo začudili velikostnemu redu dodatnih vplivov, ki povečujejo ali zmanjšujejo bočno nosilnost zob in jih do sedaj skoraj nismo upoštevali. Ta velikostni red se giblje v območju 40...1000 % doslej predpostavljene bočne nosilnosti zob. Ta spoznanja nam pomagajo oblikovati zobnike z večjo nosilnostjo in ustvariti pravilnejšo predstavo o pojavu pitinga na zobeh.

2. Podatki o preizkusih

Pri preizkusih smo določili nosilnost zobnih bokov s trajnostno krivuljo. Za preizkuse smo uporabili preizkuševalno napravo z energijskim krožnim tokom po sliki 1. Načelo je znano. Preizkušana zobnika na desni ter prenosna zobnika na levi imajo enako prestavo in so povezani z gredmi. Pred zagonom se obremenilna sklopka obremeni z vrtilnim momentom. V ta namen



Sl. 1. Preizkuševalna naprava

1 — prenosna zobnika, 2 — obremenilna sklopka, 3 — preizkušana zobnika, 4 — pogonski motor ($n = 3000 \text{ min}^{-1}$), 5 — napenjalna merilna sklopka

medsebojno zasukamo koluta sklopke in ju v tej legi pritrdimo. Velikost vrtilnega momenta lahko razberemo na merilni sklopki kot obodni zasuk. Obodni sili obeh zobniških parov sta enaki, usmerjeni pa nasprotno. Pogonski motor je obremenjen le z majhnim vrtilnim momentom, ki izvira iz izgub.

V našem primeru je bila osna razdalja 91,5 mm, širina zob 10...45 mm, modul m večinoma 3 mm in vsota števila zob $z_1 + z_2 = 183/m$. Pri preizkusih so bili pretežno v rabi zobniki iz poboljšane jekla.

Slika 2 kaže pojav pitinga na bokih preizkušanih zobnikov po različnih številih obremenitvenih ciklov N . Za določanje trajnostne krivulje je važna določitev mejnih pogojev. Pri naših preizkusih smo uporabljali tole merilo: po vsakem delnem teku smo izmerili skupno površino A_p vseh jamic na bočni površini zob in jo izrazili v odstotkih od celotne površine A aktivnih zobnih bokov:



Sl. 2. Pojav pitinga na bokih preizkušanih zobnikov

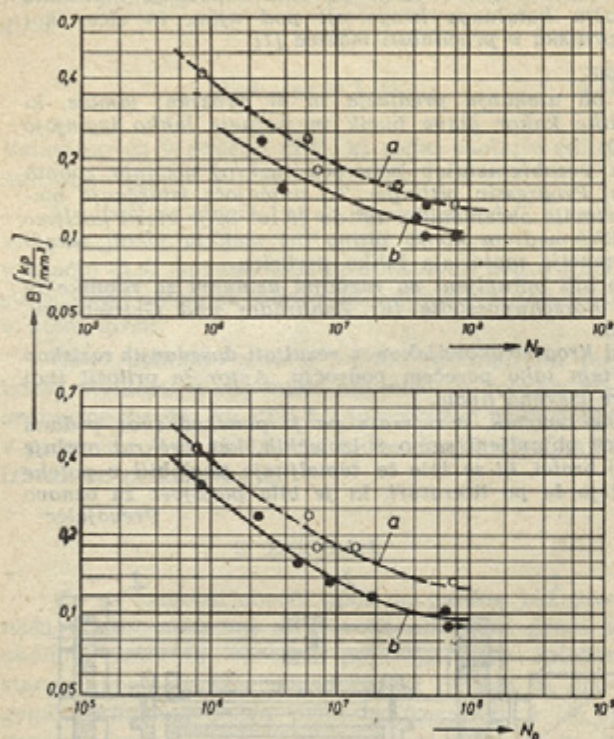
a — po 10.10^6 N, b — po 20.10^6 N, c — po 25.16^6 N.

N — število obremenitev.

Ozobčanje: $m = 3$, $z = 27/34$, $\alpha = 20^\circ$, $v = 12$ m/s.

a — vprijemni kot, v — obodna hitrost (m/s).

Material: GS 60 (CL 0600).



Sl. 3. Trajnostne krivulje

a — dolgotrajni preizkus, b — kratkotrajni preizkus.

B — bremenska vrednost, N_p — število obremenitev pastorka.

Ozobčanje: $m = 3$, $z = 21/34$, $\alpha_{no} = 20^\circ$, $\beta = 25^\circ$.

α_{no} — vprijemni kot v normalnem prerezu, β — naklonski kot zob.

$$a = \frac{A_p}{A} \cdot 100$$

Kot mejno vrednost smo definirali: $a = 2\%$.

Slika 3 prikazuje primer za ugotovljene trajnostne krivulje in sposobnost njihove reprodukcije. Pri tem je

bremenska vrednost $B = \frac{U}{b \cdot d_{fb}}$, to je obodna sila U,

deljena s širino zob b in s premerom kotalnega kroga d_{fb} . Vrednost N_p je število obremenitvenih ciklov pastorka; to se pravi, število vrtiljajev do mejne vrednosti za pojav pitinga $a = 2\%$. Točke s puščico v desno pomenijo: za to obremenitev leži mejno število obremenitvenih ciklov še dalje proti desni.

Trajnostne krivulje je možno podati z enačbo:

$$\sqrt{B_{mejno}} - \sqrt{B_D} = \left(\frac{C_1 - \lg N_{mejno}}{C_2} \right)^2$$

Pri tem je B_D bremenska vrednost v območju trajne trdnosti, v katerem poteka krivulja vodoravno. Konstanta $C_1 = 8,6$ za vse do sedaj ugotovljene krivulje pri nekajenem jeklu in $C_2 = 4,8 \dots 7,6$ — v odvisnosti od strmine krivulj. Dalje je B_{mejno} — bremenska vrednost za poljubno mejno število obremenitvenih ciklov N_{mejno} . Za primerjavo trajne trdnosti bokov zob uporabljamo največkrat mejno bremensko vrednost B_{50} pri $N_{mejno} = 50.10^6$ obremenitvenih ciklov.

Pojasnila h krivuljam:

Crtkana je krivulja življenjske dobe, ugotovljena z dolgotrajnim preizkusom. Pri njem smo za vsako izbrano bremensko vrednost B uporabili nov par vprijemnih zobnikov, dokler nismo dosegli $a = 2\%$. Pri dolgotrajnih preizkusih je možnost za reprodukcijo dobra, kolikor uporabljamo zobniške pare iste izdelovalne serije. Hkrati pa je celoten preizkusni čas za določanje ene krivulje z dolgotrajnim preizkusom res zelo velik. Za jeklene zobnike znaša približno 120.10^6 do 160.10^6 obremenitvenih ciklov, pri čemer pa porabimo za eno krivuljo 3 do 4 kolesne pare.

Izvečene krivulje so določene s kratkotrajnim preizkusom FZG. Pri njem izvajamo celoten obremenilni program samo z enim kolesnim parom, pri čemer izbiramo obremenitev naslednjega teka v odvisnosti od površine jamic, ki je bila dosežena v predhodnem teku. Celoten preizkusni čas za tak kratkotrajni preizkus je 14.10^6 do $18,5.10^6$ obremenitvenih ciklov, torej približno samo 12 % časa, ki je sicer potreben za dolgotrajni preizkus. Krivuljo življenjske dobe, ki jo dobimo s kratkotrajnim preizkusom, je možno enako dobro reproducirati kakor ono, dobljeno z dolgotrajnim preizkusom, leži pa niže od nje. V povprečju znaša raz-

$$\frac{B_{50, \text{dolgi preizkus}}}{B_{50, \text{kratki preizkus}}} \approx 1,25$$

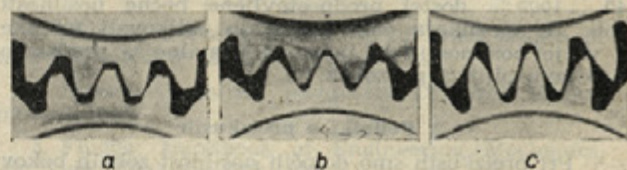
Krivulje, ki jih kaže slika 3, smo določili na zobnikih iste izdelovalne serije, in sicer enkrat z dolgotrajnim, dvakrat pa s kratkotrajnim preizkusom. Njihov potek in višina lega kaže možnost za reprodukcijo kratkotrajnih preizkusov in odnos do rezultatov dolgotrajnega preizkusa.

Šele s tem kratkotrajnim preizkusom imamo sredstvo, ki omogoča v znosnem času preizkusiti obilico vseh vplivov na odpornost proti pitingu ter si ustvariti pregledno sliko o teh vplivih.

Sedaj pa h glavnim rezultatom preizkusnih serij.

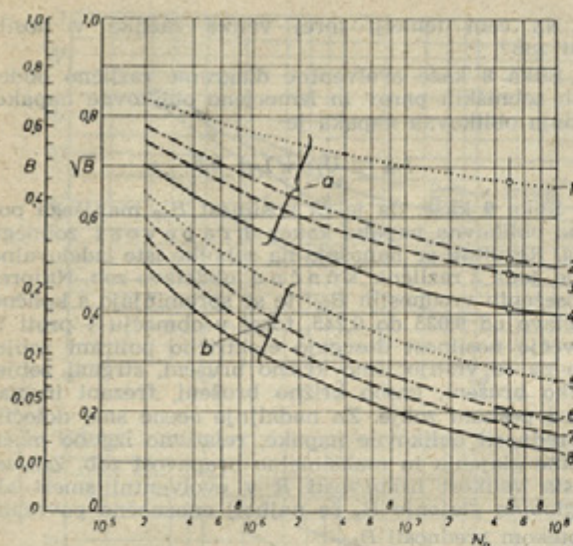
3. Vpliv vrste ozobčanja

Slika 4 kaže različna evolventna ozobja z enakimi števili zob: $z_2/z_1 = 34/27$. Ozobje a je navadno nekorrigirano evolventno ozobje z vprijemnim kotom 20° (profilno prekritje $\epsilon = 1,65$). Pri visokem ozobju E 20° znaša skupna višina zoba 3 m (namesto: 2 m) in $\epsilon = 2,34$. Pri nekorrigiranem ozobju b je vprijemni kot 28° , skupna višina zoba 2 m in $\epsilon = 1,39$.



Sl. 4. Različna evolventna ozobja pri enakih številih zob ($z_2/z_1 = 34/27$)

a — nekorrigirano ozobje, 20° , b — nekorrigirano ozobje, 28° , c — visoko ozobje, 20° .



Sl. 5. Trajnostne krivulje za različna evolventna ozobja z enakim številom zob ($z_2/z_1 = 34/27$) pri mazanju z različnimi sredstvi

a — sintetično olje Polyran, b — mineralno olje.
B — bremenska vrednost, N_p — število obremenitev pastorka.

- | | | |
|-------------------------|----------------|----------------------------------|
| 1. nekorrigirano ozobje | 28° | $B_{50} = 0,45 \text{ kp/mm}^2$ |
| 2. visoko ozobje | 20° | $B_{50} = 0,275 \text{ kp/mm}^2$ |
| 3. korigirano ozobje | 20°, $x = 0,5$ | $B_{50} = 0,24 \text{ kp/mm}^2$ |
| 4. nekorrigirano ozobje | 20° | $B_{50} = 0,17 \text{ kp/mm}^2$ |
| 5. nekorrigirano ozobje | 28° | $B_{50} = 0,08 \text{ kp/mm}^2$ |
| 6. visoko ozobje | 20° | $B_{50} = 0,04 \text{ kp/mm}^2$ |
| 7. korigirano ozobje | 20°, $x = 0,5$ | $B_{50} = 0,03 \text{ kp/mm}^2$ |
| 8. nekorrigirano ozobje | 20° | $B_{50} = 0,02 \text{ kp/mm}^2$ |

(B_{50} — bremenska vrednost pri $N_p = 50 \cdot 10^6$)

Slika 5 ponazarja za dana ozobja pripadajoče krivulje o življenjski dobi, in sicer enkrat pri mazanju z mineralnim oljem in drugokrat pri mazanju s sintetičnim polietrskim oljem POLYRAN M 25 (izdelek tovarne Bayerwerke, Leverkusen).

Zanimivo je predvsem, da imajo krivulje za različna ozobja pri obeh preizkusnih serijah enako zaporedje. Desno napisane vrednosti za B_{50} omogočajo primerjavo doseženih bočnih nosilnosti v številkah. Tako doseže na primer nekorrigirano ozobje 28° 4-kratno (spodaj) oziroma 2,65-kratno nosilnost (zgoraj) v primerjavi z navadnimi nekorrigiranimi evolventnimi ozobji 20°. Takšno povečanje nosilnosti z večanjem vprijemnega kota α je mnogo večje, kakor pa bi pričakovali po izračunu Hertzovega tlaka. Ostala korigirana ozobja (20°, $x = 0,5$) in ona z visokim ozobjem (20°) ležijo vmes.

4. Vpliv maziva

Največji porast nosilnosti smo dosegli pri mazanju s POLYRANOM M 25 (krivulje a) namesto z mineralnim oljem (krivulje b). Nosilnost B_{50} je narastla pri tem na 3,44...8,5-kratno vrednost. Za obe mazivi je znašala viskoznost 50 cSt pri 50 °C. Nadaljnji preizkusi z različnimi mineralnimi olji so dali naslednje rezultate:

1. Sprememba viskoznosti olja med 23 in 150 cSt zaradi spremembe vstopne temperature olja (89 do 43 °C) ni vplivala na nosilnost zobnih bokov.

2. Znatno vpliv pa je imela sprememba imenske viskoznosti ν_{50} (v cSt pri 50 °C) pri enaki vrsti olja. Nosilnost zobnih bokov znaša približno

$$B_{50} \approx (\nu_{50})^{1/4}$$

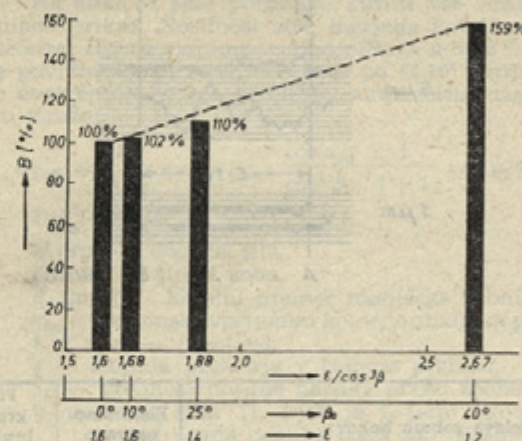
5. Vpliv naklonskega kota β , profilnega prekritja ε in skočnega prekritja ε_s

Tu so dale preizkusne serije naslednji rezultat:

1. $B_{50} \approx \varepsilon / \cos^2 \beta$ (glej sliko 6).
2. Različno skočno prekritje ($\varepsilon_s = 0,60; 0,99; 1,997$), doseženo z različno širino zob ($b = 13,6; 22; 44 \text{ mm}$), ni spremenilo nosilnosti B_{50} .

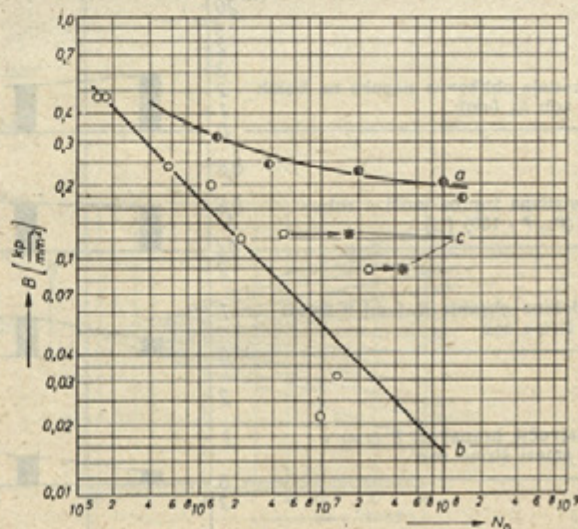
6. Vpliv oblikovne napake zob f_f in hrapavosti zob

Frezani zobje iz jekla St 70 (C.0745) — s srednjo vrednostjo $f_{fm} = 20 \mu\text{m}$ — so dali v dolgotrajnem preizkusu strmo padajočo krivuljo življenjske dobe (sl. 7). Zobe smo nato tako prebrusili, da pitting ni bil več viden. Dolgotrajen preizkus, ki je sledil temu, je dal zgornjo krivuljo s približno desetkratno vrednostjo B_{50} v primerjavi s frezanimi zobmi.



Sl. 6. Vpliv naklonskega kota zob in profilnega prekritja na bremensko vrednost

B — bremenska vrednost [%], β — naklonski kot zob glede na delni krog, ε — profilno prekritje.

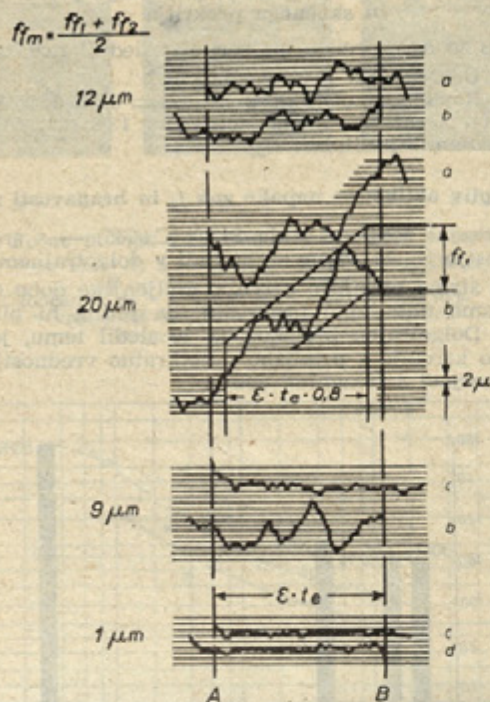


Sl. 7. Trajnostne krivulje različno obdelanih bokov zob

a — pobrušeno, srednja oblikovna napaka bokov zob $f_{fm} \approx 1 \mu\text{m}$; b — frezno, srednja oblikovna napaka bokov zob $f_{fm} \approx 20 \mu\text{m}$; c — porušitev zob.

B — bremenska vrednost, N_p — število obremenitev pastorka. Ozobčanje: $m = 3$, $z = 27/34$, $\alpha = 20^\circ$, $v = 13 \text{ m/s}$.

Material: St 70 (C.0745)



Na čem temelji torej velika razlika v nosilnosti zob?

Slika 8 kaže evolventne diagrame različno obdelanih zobniških parov in izmerjene oblikovne napake. Srednja oblikovna napaka je

$$f_{fm} = (f_{f1} + f_{f2}) \cdot 0,5$$

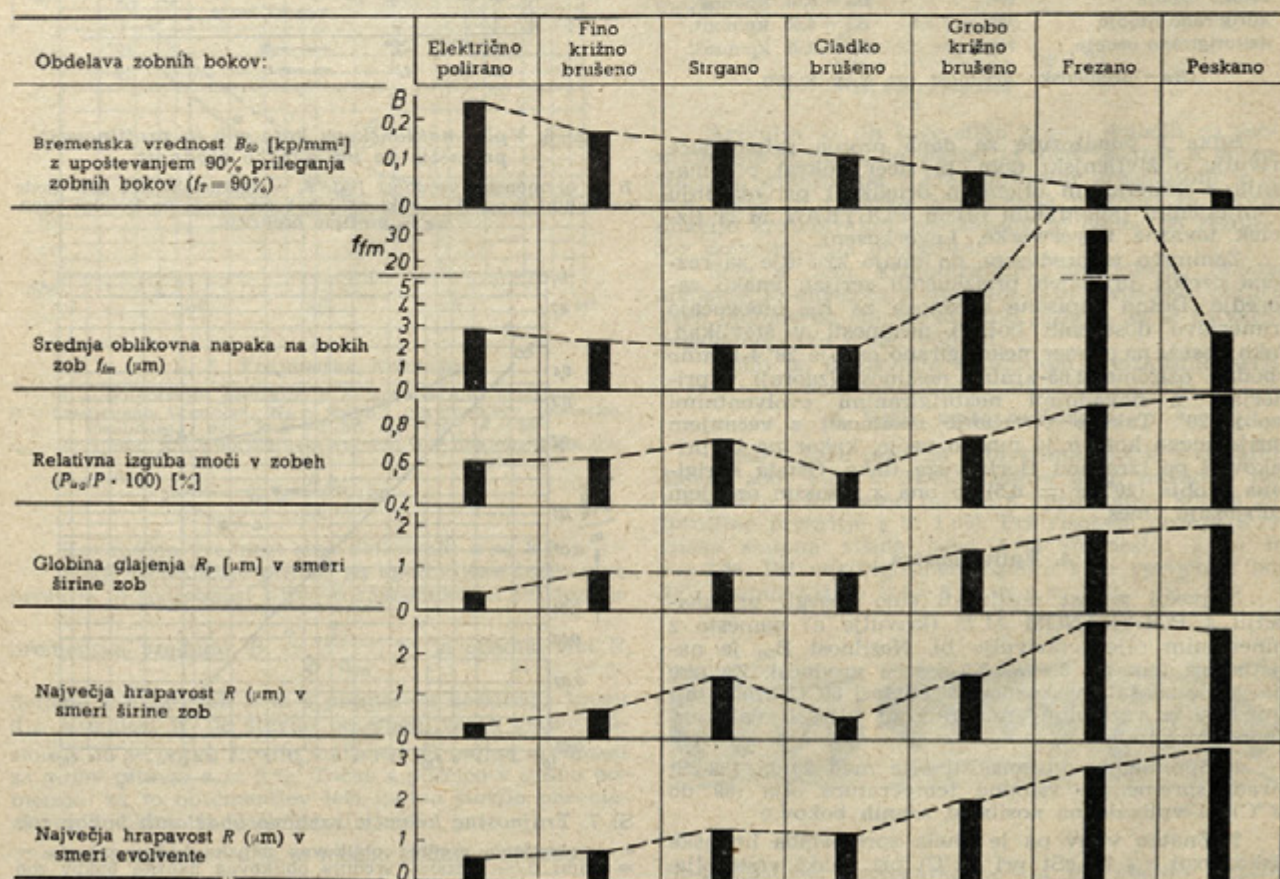
Slika 9 kaže, da je za nosilnost B_{50} manjšega pomena oblikovna napaka kakor hrapavost zobnega boka. Rezultati se nanašajo na zobnike iste izdelovalne serije, toda z različno končno obdelavo zob. Najprej o doseženih vrednostih B_{50} : te se spreminjajo s končno obdelavo od 0,035 do 0,245, torej v območju 1 proti 7. Največjo nosilnost dosegajo električno polirani zobje, nato pa se vrstijo: fino križno brušeni, strgani zobje, gladko brušeni, grobo križno brušeni, frezani in naposled peskani zobje. Za nadaljnje ocene smo določili še vrednosti oblikovne napake, relativno izgubo moči, globino glajenja in maksimalno hrapavost zob. Zdi se, da sta velikost hrapavosti R v evolventni smeri ali pa globina glajenja R_p še najbolj enoznačno povezani s potekom vrednosti B_{50} .

Sl. 8. Evolventni diagrame različno ozobčanih zobniških parov z izmerjenimi oblikovnimi napakami bokov zob

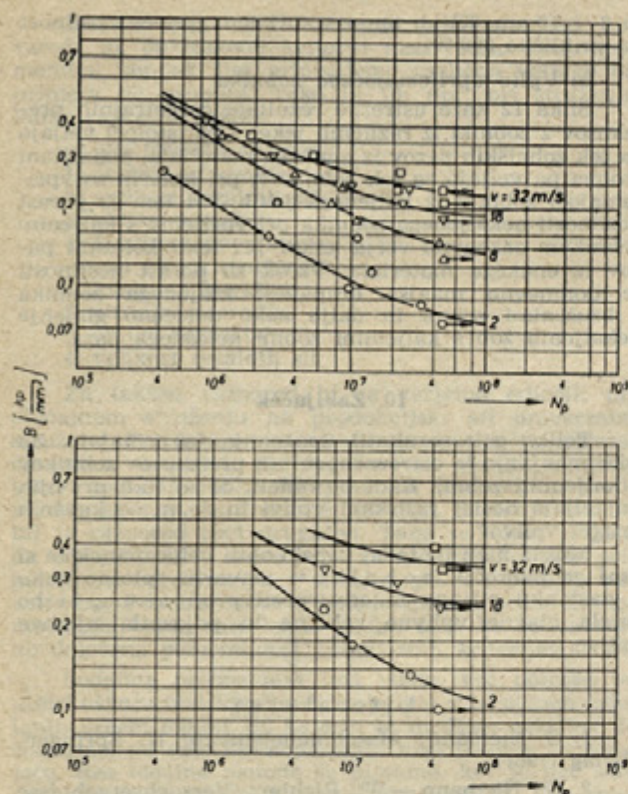
a — zobnik, frezan, b — pastorek, frezan, c — zobnik, brušen, d — pastorek, brušen.

A — vrh zoba pri zobniku, B — vrh zoba pri pastorku.
 f_{f1} — oblikovna napaka bokov zob pri pastorku, f_{f2} — oblikovna napaka bokov zob pri zobniku, f_{fm} — srednja oblikovna napaka na bokih zob.

ϵ — prekritje, t — profilno ϵ — vprijemna delitev.



Slika 9



Sl. 10. Trajnostne krivulje pri različnih obodnih hitrostih za čelne zobnike z ravnimi in poševnimi zobmi

Ozobčanje: $m = 3$, $z = 23/37$, $\beta = 0^\circ$, $\alpha_{nb} = 22,4^\circ$.

Ozobčanje: $m = 3$, $z = 21/34$, $\beta = 25^\circ$, $\alpha_{nb} = 28,5^\circ$.

B — bremenska vrednost, N_p — število obremenitev pastorka, α_{nb} — pogonski vprijemni kot v normalnem prerezu, v — obodna hitrost [m/s].

7. Vpliv obodne hitrosti v

Slika 10 kaže, kako se spreminja potek krivulj življenjske dobe s hitrostjo v , in sicer zgoraj za ravno, spodaj pa za poševno čelno ozobčanje. Vsi preizkušani zobniki so bili iz jekla Si-Mn. Zobniki iste preizkusne vrste so pripadali tudi isti izdelovalni seriji. Povprečna oblikovna napaka oziroma povprečna maksimalna hrapavost sta bili $4 \mu\text{m}$. Rezultat: nosilnost zob je pri večji obodni hitrosti znatno večja, kolikor sta oblikovna napaka in hrapavost zobnih bokov majhni.

Rezultati nadaljnjih preizkusov: pri zelo velikih napakah na zobnih bokih (f_{fm} oziroma R) se tendenca obrne. Meja je približno pri oblikovni napaki bokov zob $20 \mu\text{m}$, se pravi, da je bila v tem primeru nosilnost zob skorajda neodvisna od hitrosti v .

8. Uporaba rezultatov dosedanjih preizkusov za preračun

Na sliki 11 smo poizkusili strniti vse rezultate v skupen prikaz. Nosilnost zob, merjena kot bremenska vrednost B_{50} za mejno površino pitinga $a = 2\%$ aktivne površine boka zoba, dosežena po 50.10^6 vrtljajih, je za evlentno ozobje približno sorazmerna naslednjemu izrazu:

$$B_{D50} = \frac{U}{b d_f} \approx \sin \alpha_{bn} \cdot \frac{\cos \alpha_{bn}}{\cos^3 \beta_0} \cdot \frac{i}{i+1} \cdot \varepsilon v_1 v_2 f_T v_3$$

Pri tem so:

U [kp] — obodna sila,

b [mm] — širina zoba,

d_f [mm] — kotalni premer manjšega zobnika,

α_{bn} — pogonski vprijemni kot v normalnem prerezu,

$i = z_2/z_1$ — prestava,

ε — stopnja prekritja v čelnem prerezu,

f_T — vrednost nosilne napake preko zobne širine,

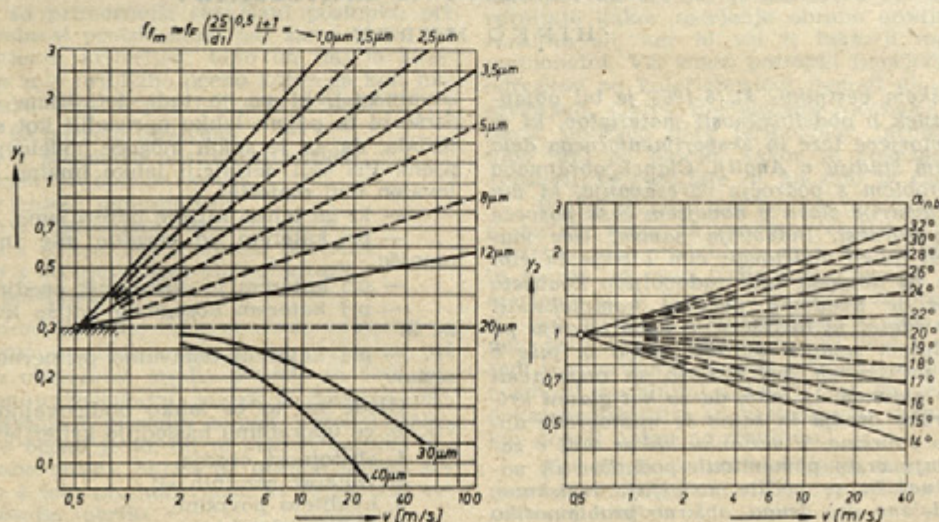
v_1, v_2 — po sliki 11, kjer je $f_F (\mu\text{m})$ ugotovljena

oblikovna napaka boka zob po sliki 8 oziroma 9,

$v_3 \approx A (v_{50})^{1/4}$, kjer je A faktor, ki upošteva vrsto

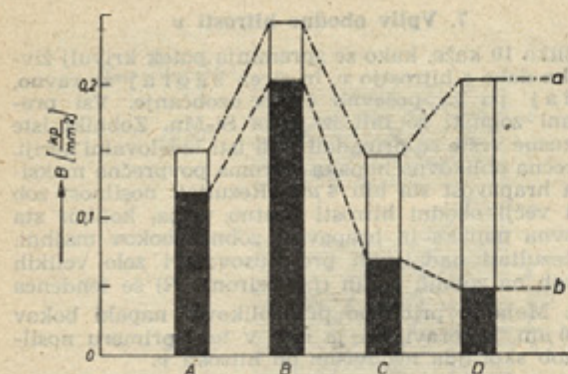
maziva, v_{50} pa je viskoznost pri 50°C ,

β_0 — naklonski kot zob.



Sl. 11. Bremenska faktorja y_1 in y_2

v — obodna hitrost [m/s], f_{fm} — srednja vrednost oblikovne napake na bokih zob, f_F — srednja vrednost oblikovne napake na bokih zob ustreznega predelja, d_f — premer pastorka [mm], i — prestava z_2/z_1 , α_{nb} — pogonski vprijemni kot v normalnem prerezu.



Sl. 12. Vpliv različnih materialov na nosilnost zob

B — bremenska vrednost; a — vprijem s kaljenimi zobniki, trdota po Vickersu $HV \approx 700 \text{ kp/mm}^2$, b — zobnika sta iz enakih, nekaljenih materialov.

A — GS 60 (C.L.0600),	$HV = 180 \text{ kp/mm}^2$,
B — St 70 (C.0745),	$HV = 250 \text{ kp/mm}^2$,
C — Ck 45 (C.1531),	$HV = 250 \text{ kp/mm}^2$,
D — 37 MnSi 5 (C.3230),	$HV = 235 \text{ kp/mm}^2$,

9. Nadaljnji vplivi

Navajamo samo rezultate nekaterih delnih preizkusov.

a) Vpliv tankih zaščitnih plasti na bočnih površinah zob.

Pri poboljšanih zobnikih z elektrolitno pobakrenimi zobnimi površinami je znašala nosilnost $B_{50} = 170\%$ v primerjavi z $B_{50} = 100\%$ pri nepobakrenih površinah. Bakrena plast pa mora biti zelo tanka (približno $5 \dots 12 \mu\text{m}$), da se ne pojavljajo motnje med pogonom. Podobne rezultate smo dosegli tudi z drugačnimi elektrolitnimi zaščitnimi plastmi.

Se mnogo večji pa je učinek tanke nitrirane plasti, ki jo dobimo na zobnih bokih normaliziranih ali poboljšanih zobnikov iz jekla — na primer z nitriranjem v kopeli. Debelina nitrirane plasti znaša pri tem

le $3 \dots 15 \mu\text{m}$. Kljub temu se pri tem poveča nosilnost na približno 300% .

b) Vpliv vprijemajočega zobnika

Slika 12 kaže ustrezne rezultate dolgotrajnih preizkusov z zobniki iz različnih jekel. Črni stolpci veljajo za tek zobniških parov iz enakega materiala, podaljšani stolpci pa veljajo za tek zobnikov, pri katerih so vprijemajoči zobniki iz kaljenega jekla. Pri tem je porast nosilnosti nekaljenega zobnika pri vprijemu s kaljenim zobnikom zaznavno večja kakor pri teku kolesnih parov iz enakega materiala. Vzrok za porast nosilnosti je domnevno manjša hrapavost kaljenega zobnika z brušenimi zobmi in dalje neko določeno glajenje nekaljenih zob s kaljenimi zobmi kolesnega para.

10. Zaključek

Toliko goli rezultati! Spoznanja še prihajajo. Za zdaj manjkajo še ustrezni rezultati preizkusov zobnikov s kaljenimi zobmi. Radi bi vedeli, če se tudi pri njih pojavljajo doslej raziskani vplivi in če ni še kakšnih drugih vplivov.

Morda nam bo tedaj uspelo obiti velik ovinek in si vsaj za področje zobnikov ustvariti splošno sliko o nastanku pitinga in odpornosti proti njemu, ki bo zajela glavne vplivne veličine in pojasnila njihove vplive.

Literatura:

1. G. Niemann: Maschinenelemente II. Springer-Verlag (1961).
2. G. Niemann — W. Richter: Versuchsergebnisse zur Zahnflanken-Tragfähigkeit. KONSTRUKTION, Springer-Verlag (1960).

Avtorjev naslov: Prof. Dr. Ing. G. Niemann, Institut für allgemeine Gestaltungslehre und Maschinenelemente, Technische Hochschule, München

Prevajalčev naslov: C. Pisanski, dipl. stroj. inž., Institut »Jožef Stefan«, Ljubljana

DK 621.9.01

Še o obdelovalnosti materialov

HINKO MUREN

V »Strojniškem vestniku« št. 6-1963 je bil objavljen obširen članek o obdelovalnosti materialov, ki je bil povzet iz avtorjeve teze in eksperimentalnega dela na podiplomskem študiju v Angliji. Članek obravnava zelo zanimiv problem s področja odrezavanja, ki mu predelovalna industrija zlasti v novem času posveča čedalje večjo pozornost. Industrija namreč išče materiale, ki bi jih lahko obdelovali čim hitreje in čim ceneje, pri tem pa dosegali tudi zadovoljivo kvaliteto površine. Avtor je uvidel, da nakazal kompleksnost problema, ki še daleč ni razčiščen, v nadaljevanju pa razpravlja predvsem samo o obrabi orodja in piše o laboratorijskih preiskavah, pri katerih so raziskavali obdelovalnost v glavnem le tako, da so kot glavni kriterij jemali obrabo orodja in samo še mimogrede doseženo kvaliteto površine. V sestavku kakor tudi v zaključkih pričbuje vrsto pomembnih podatkov in nakazuje, s čim naj bi se pečale nadaljnje raziskave, pušča pa neobdelano vso drugo, obširno problematiko v zvezi z obdelovalnostjo, o kateri bi v naslednjem dodati kratek pregled.

Pojem obdelovalnosti materiala srečujemo ne samo pri obdelavi z odrezavanjem, ampak tudi pri ostalih načinih mehanične obdelave. V nadaljevanju se bomo omejili na obdelovalnost glede na odrezavanje (»odre-

zovalnost«), ki pa je tudi definirana dokaj nejasno. Sirše bi ta pojem lahko opredelili kot sposobnost materiala, da ga je sploh mogoče obdelovati z odrezavanjem. Pri ožji definiciji lahko imamo za boljše obdelovalen tisti material,

- ki ga lahko hitreje odrezujemo,
- pri katerem so rezalne sile in poraba moči manjše,
- pri katerem je obstojnost orodja večja,
- pri katerem dosegamo boljšo kvaliteto površine in
- pri katerem dobivamo primernejšo obliko odrezkov.

Glede na to bi lahko obdelovalnost izrazili številčno, če uporabimo naslednje kriterije:

1. obstojnost orodja,
2. velikost rezalnih sil,
3. kvaliteto površine,
4. obliko odrezkov.

Razen teh osnovnih štirih kriterijev bi lahko upoštevali še nekatere stranske, ki so pravzaprav povezani s prejšnjimi, kakor na primer:

- temperaturo odrezkov ali orodja,
- porabo moči za odrezavanje,
- celotne stroške obdelave itd.