

UDK 621.833:621.914.5/6

Razvojne smeri v tehnologiji obdelave valjastih zobnikov

JOŽE PUHAR

Pred nekaj leti so na Japonskem razvili polžasta frezala za obdelavo kaljenih zobnikov. Sedaj izdelujejo ustrezna orodja tudi v Evropi. Rezultati sistematičnih raziskav pri vključevanju teh orodij so bili pri nas malo poznani. Slej ko prej gre za postopek, ki je zanimiv za konstrukterja in tehnologa. Članek obravnava tehnološka spoznanja pri procesu, dopolnjen pa je s sodobnimi obdelovalnimi stroji. Avtor se zahvaljuje podjetju Pfauter za slikovni material, ki ga je dobil ob obisku.

Pripomba uredništva:

Z velikim zadovoljstvom ugotavljamo, da je svetovno znano podjetje Hermann Pfauter poslalo tov. prof. J. Puharju zelo laskavo vabilo na večdnevni obisk in ga v vabilu označilo kot priznanega strokovnjaka za tehniko zobčanja ne samo v Jugoslaviji temveč tudi v Zahodni Nemčiji in drugih evropskih deželah.

1. FREZANJE KALJENIH ZOBNIKOV

1.1. Splošne ugotovitve

Sodobni prenosniki naj bi bili lahki in naj ne bi zavzemali mnogo prostora, zvočni efekti (šum, hrup) med obratovanjem naj bi bili kar se da majhni, prenosna moč naj bi bila čim večja in ne nazadnje — izdelava čim cenejša.

Med poglavitnimi elementi za doseg tega cilja so tudi natančni zobniki. Iz prakse pa je znano, da jih je konstrukcijsko in še posebno tehnološko najtežje obvladati.

1.2. Tehnologija obdelave

Izbira delovnega postopka je odvisna od različnih možnosti po tehnološki in gospodarni vrednosti. Zato so izvedljive različice v veliki meri odvisne od razpoložljive opreme delovne organizacije. Dokončna obdelava ozobja je do sedaj slonela na frezanju, pehanju, strganju in brušenju. V razpredelnici 1 so nazorno prikazane operacije zobčanja valjastih zobnikov (z ravnimi ali poševnimi zobmi).

Pri tem je treba opozoriti na pomanjkljivost, ki je značilna za poslednji dve različici v razpredelnici 1. Pri tretji različici po kaljenju ni predpisana nobena nadaljnja mehanska obdelava ozobja. Povsem razumljivo je, da bo — zaradi že znanih vplivov deformacije pri toplotni obdelavi — kako-

vost ozobja nekoliko slabša. Pri četrti različici pa moramo računati z velikimi stroški, ki se pojavijo s postopkom brušenja. Že nekaj let pa imajo tehnologi — poleg omenjenih — na voljo še novo različico, pri kateri se je mogoče izogniti omenjenim pomanjkljivostim. Vključena je nova operacija: *dokončno frezanje kaljenih zobnikov*. Razvrstitev operacij pa je naslednja:

- poprejšnje frezanje (pred toplotno obdelavo) in
- dokončno frezanje (po kaljenju).

Tako se v dokajšnji meri izognemo odstopkom bočne slednice, zobnega profila in krožnega teka, ki se zaradi deformacij pri toplotni obdelavi povečajo, tj. ozobje se navadno poslabša za okrog dva kakovostna razreda. Uvajanje postopka je primerno tam, kjer zadošča takšna natančnost zobnega profila, ki je dosegljiva s kotalnim frezanjem. Prav tako pa je takšno obdelavo mogoče vključiti tudi pri četrti različici. Čas za dokončno brušenje bo običutno krajši, če zakaljen zobnik poprej obdelamo s posebnim polžastim frezalom in pustimo le majhen dodatek za brušenje.

Trdota zobnik bokov, ki jih je mogoče dokončno obdelati s posebnim polžastim frezalom, je lahko največ 62 HRC.*

* V prospektih nahajamo podatek, da je lahko trdota obdelovanca tudi do 64 HRC, vendar je po podatkih iz prakse trdota 62 HRC že zgornja meja pri zakaljenih zobnikih.

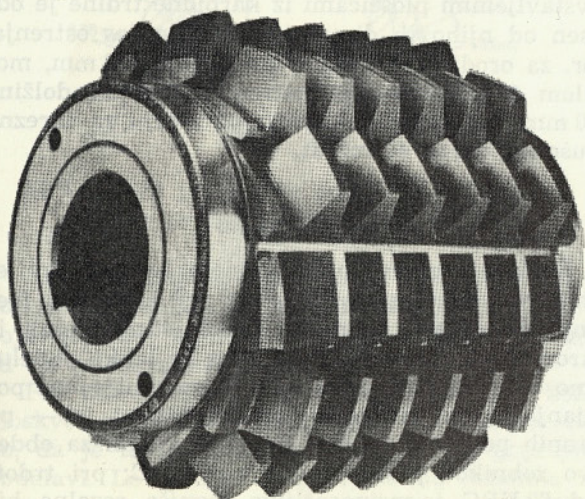
Razpredelnica 1. Operacije zobčanja valjastih zobnikov

Brez toplotne obdelave		S toplotno obdelavo	
1. različica	2. različica	3. različica	4. različica
dokončno frezanje ali	poprejšnje frezanje ali	poprejšnje frezanje ali	poprejšnje frezanje ali
dokončno pehanje	poprejšnje pehanje, brušenje	poprejšnje pehanje, strganje (pred toplotno obdelavo)	poprejšnje pehanje, brušenje (po toplotni obdelavi)

1.3. Polžasto frezalo

1.3.1. Izvedbe

Polžasto frezalo za obdelavo kaljenih zobnikov ima vstavljene ploščice iz karbidne trdine. Slika 1 prikazuje frezalo, ki ima osnovno telo iz konstrukcijskega jekla in prilotane ploščice iz karbidne trdine. V praksi so se dobro obnesle karbidne trdine iz skupine M, ki imajo večjo toplotno obrabno trdnost. Pripravni vrsti sta M 10 in M 20. Debelina rezalnih ploščic je približno od 5 do 7 mm. Pri velikih modulih so rezalne ploščice mehanično pritrjene. V mnogih primerih pa uporabljajo frezala z vloženimi grebeni v prilegajoče se utore.



Sl. 1. Luščilno polžasto frezalo s prilotanimi ploščicami iz karbidne trdine

Rezala imajo negativni cepilni kot, ki meri običajno 30° , pri frezalih z modulom nad 20 mm pa 25° . Negativni cepilni kot ima za posledico, da frezalo lušči dodatek na zobnih bokih z rezali, in sicer od korena proti vrhu. Zato frezalo tudi imenujemo *luščilno polžasto frezalo*.

Konstrukcijski prosti kot (na bokih rezal) je pri nagibnem kotu 20° okrog 4° . Bočni rezalni robovi rezala so tudi edini rezalni robovi, ki so obremenjeni. Rezalni robovi na zaokroženih ogliščih ob vrhu rezala ne režejo. Tako se izognemo nevarnosti, da bi se večji delci karbidne trdine oddrobili. Seveda pa morajo biti obdelovanci poprej ustrezno obdelani.

Na tržišču so samo še enojna luščilna polžasta frezala.

1.3.2. Dimenzije

Frezala imajo razmeroma velik zunanji premer, ki omogoča, da lahko uporabljamo močnejše frezalne trne, povrh tega pa imajo takšna frezala večje število cepilnih žlebov. S tem bo število ogrinjalk,

tj. obrisov aktivnih rezalnih robov, ki oblikujejo bočnico (v prostoru bok), večje, zapored daljic, ki sestavljajo lomnico, pa finejši. To ima poseben pomen pri dokončnem frezanju zobnikov z majhnim številom zob.*

Dandanes izdelujejo luščilna polžasta frezala za območje modulov od 2 do 25 mm.

1.3.3. Obstojnost

Izraz obstojnost je lahko vezan na različne primerjalne dimenzije, ki določajo trajanje ostrine rezalnega robu, čeprav veličine niso vezane na čas. Najbolje jo izrazimo z dolžino izfrezanih vrzeli (zob). Pri frezanju kaljenih zobnikov polžasto frezalo lušči samo zobne boke, zato se orodje tudi obrablja samo na aktivnih rezalnih robovih rezala.

Cone rezanja so vzdolž ubirnice med orodjem — frezalom in obdelovancem — zobnikom. Zaradi majhne debeline sloja, ki ga orodje odlušči, je na mestih rezanja aktivna le dobra tretjina višine rezala. Zato je pri frezanju velikih zobnikov primerno, da se frezalo med obdelavo giblje tangencialno, tj. iz obeh komponent diagonalno v smeri frezanja. Pri majhnih zobnikih premaknemo frezalo aksialno po vsakem izfrezanem zobniku, da bi ga v različnih legah docela izkoristili.

S takšnim postopkom je za rezalo mogoče doseči »obstojno dolžino« obdelanih zobnih bokov okrog 2000 mm, kar sodimo za obstojnost.

Vzemimo praktični primer!

Obdelovanec: valjasti zobnik z ravnimi zobmi, število zob $z = 32$, modul $m = 3,5$ mm, širina zob $b = 25$ mm;

orodje: luščilno polžasto frezalo z vloženimi grebeni v prilegajoče se utore, zunanji premer frezala 150 mm, število grebenov 16 in število rezal na grebenu 8.

Frezalo s 16 vloženimi grebeni po 8 rezal ima $16 \times 8 = 128$ rezal. Če upoštevamo že omenjeno obstojno dolžino 2000 mm na rezalo, je celotna obstojna dolžina $2000 \text{ mm} \times 128 = 256\,000 \text{ mm} = 256 \text{ m}$. Ker je na zobniku dolžina obdelujočih zob $25 \text{ mm} \times 32 = 800 \text{ mm} = 0,8 \text{ m}$, je mogoče med dvema prebrusenjima orodja obdelati $256 \text{ m} : 0,8 \text{ m} = 320$ zobnikov.

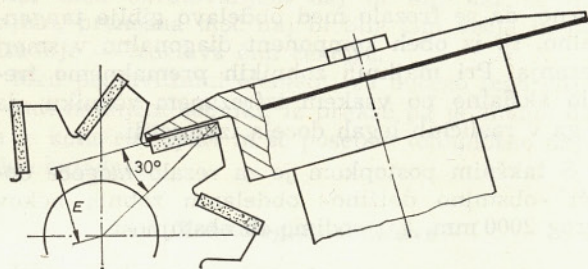
Širina obrabnega robu na prostih ploskvah rezal luščilnega polžastega frezala z vstavljenimi ploščicami iz karbidne trdine mora biti precej manjša kakor pri orodjih iz hitroreznega jekla. Po praktičnih izkušnjah ne sme biti večja kakor 0,1 mm za območje modulov do 10 mm in 0,15 mm za območje modulov nad 10 mm. Sicer je mogoče

* Nadrobno glej: Puhar, J.: Vpliv kotalnega frezanja na natančnost bočnice, SV 1978/9—10, str. 181...183.

dopuščati tudi malenkostno večje vrednosti, vendar zgolj pri poprejšnji obdelavi zobnikov z velikim dodatkom na bokih. Pri večji širini obrabnega robu se pojavlja oddrobljenje karbidne trdine, ki ga povzročajo zelo tanki odrezki. Obdelava je torej mogoča le, če zaokrožine na rezalnih robovih rezal niso večje kakor 0,1 mm. Seveda pa tako majhnih širin obrabnega robu ni mogoče zanesljivo določiti na pogled. Preprosto pomagalo v praksi je merilna lupa.

1.3.4. Ostrenje

Luščilna polžasta frezala z vstavljenimi karbidnimi trdinami ostrimo podobno kakor druga polžasta frezala tako, da prebrušujemo cepilne ploskve (sl. 2). Najprimernejše je, da brusimo zarezno. Pri tem načinu odrezuje orodje pri enem prehodu celoten sloj. Dobre rezultate so dosegli z brusilno hitrostjo med 23 in 30 m/s. Podajalna hitrost je odvisna od modula. Tako npr. frezalo z modulom 2 ostrimo s podajalno hitrostjo 160 mm/min, frezalo z modulom 10 z 80 mm/min in frezalo z modulom 20 samo še s 50 mm/min.



Sl. 2. Ostrenje luščilnega polžastega frezala (načelno)

Brus, ki ima na obodu diamantna zrna (kakovost zrna D 10), brusi samo z ozkim kolobarjastim rezalnim robom. S takšno metodo dosegamo na cepilni ploskvi zelo fino površino z zelo majhno hrapavostjo $R_{\max} = 0,1 \dots 0,2 \mu\text{m}$.

Kaže tudi opozoriti na lego diamantnega brusa. Ker ima orodje negativni cepilni kot, se podaljšana cepilna ploskev ne ujema z aksialno ravnino frezala, ampak je odmaknjena od osi frezala. Ta razdalja je izsrednost cepilne ploskve. Po sliki 3 je izsrednost

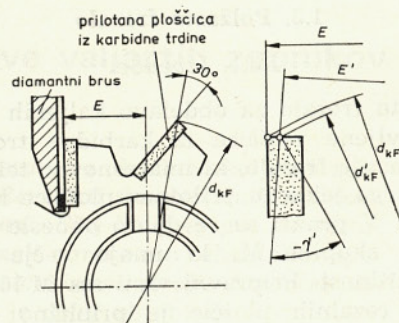
$$E = \frac{d_{kF}}{2} \sin \gamma \quad (1)$$

pri čemer je d_{kF} zunanji premer orodja.

Izsrednost ni konstantna vrednost, temveč se z vsakokratnim ostrenjem orodja spreminja, z njo pa malenkostno tudi cepilni kot γ . Tako je

$$E' = \frac{d_{kF}'}{2} \sin \gamma' \quad (2)$$

V zgornji enačbi so E' , d_{kF}' in γ' vrednosti po ostrenju.



Sl. 3. Izsrednost diamantnega brusa

Čas za ostrenje luščilnih polžastih frezal z vstavljenimi ploščicami iz karbidne trdine je odvisen od njihovih dimenzij. Tako je čas ostrenja, npr. za orodje z zunanjim premerom 100 mm, modulom 4, 14 vloženi grebeni in celotno dolžino 100 mm, na sodobnem ostrilnem stroju za zarezno brušenje, okrog 40 minut.

1.4. Smernice

Rezalne razmere pri kotalnem luščenju kaljenih zobnikov so podobne onim pri kotalnem frezanju nekaljenih zobnikov s polžastimi frezali iz hitroreznega jekla. Kaljene zobnike lahko obdelujemo v smeri podajanja ali v nasprotni smeri podajanja. Najprimernejša rezalna hitrost je — po zbranih podatkih — med 50 in 90 m/min za obdelavo zobnikov s trdoto okrog 60 HRC; pri trdoti nad 62 HRC je priporočljiva manjša rezalna hitrost med 30 in 60 m/min. Manjše vrednosti rezalnih hitrosti veljajo za večje module, večje pa za manjše module. Aksialno podajanje naj bo med 1,5 in 4 mm na vrtljaj obdelovanca. Pri tem je treba opozoriti, da pri dokončni obdelavi ne smemo prekoračevati vrednosti 2,5 mm na vrtljaj obdelovanca. Pri luščilnem frezanju z dodatkom za brušenje zobnih bokov pa lahko izberemo zgornjo mejo aksialnega podajanja do 4 mm na vrtljaj obdelovanca.

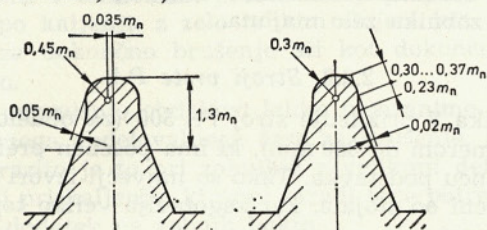
Pri izbiri rezalnih parametrov po prej omenjenih smernicah je treba opozoriti, da bo kakovost obdelanih bočnih ploskev še boljša, če rezalno hitrost povečujemo, hkrati pa zmanjšujemo aksialno podajanje. Treba pa je takoj dodati, da se pri obdelavi določenega števila obdelovancev obraba orodja običajno poveča. Nasproti temu pa ostane obraba skoraj nespremenjena ali pa se celo zmanjša, če povečujemo aksialno podajanje.

V prizadevanju za čim manjšim obrabnim robom naj bi, podobno kakor pri orodjih iz hitroreznega jekla, obdelovali z razmeroma majhno rezalno hitrostjo toda večjim aksialnim podajanjem.

Pri frezanju z luščilnimi polžastimi frezali z vstavljenimi ploščicami iz karbidne trdine orodja ne hladimo! Tako preprečimo sprijemanje odrezkov

z rezalnimi robovi, kar je pri hlajenju pri frezanju mogoče, in še odrezki se ne morejo zagostiti med vrzeli rezal. To bi namreč imelo za posledico poškodovanje frezala.

In ne nazadnje je za dokončno obdelavo kaljenih zobnikov posebno pomembno poprejšnja obdelava. Pred toplotno obdelavo (ogljíčenjem in kaljenjem) izfrezamo na obdelovancu zobne vrzeli s polžastim frezalom, ki pušča na zobnih bokih zobnika ustrezen sloj za dokončno luščenje, v korenu pa zobne boke izpodreže. Zato mora imeti orodje posebno oblikovane vrhove rezala v obliki pomola (protuberanca, sl. 4).



Sl. 4. Profil polžastega frezala s pomolastim zobnim vrhom za poprejšnje frezanje

Kolikšen naj bo dodatek na zobnih bokih za dokončno obdelavo je odvisno od deformacij, ki se pojavljajo pri toplotni obdelavi. Dodatek je lahko od 0,2 do 0,8 mm na zobni bok.

Pri zobnikih, ki naj bi imeli izbokle bočne ploskve (korekcija bočnih slednic), je priporočljivo, da je ta izboklost dosežena že pri poprejšnji obdelavi. Le tako je mogoče, da bo debelina zakaljenega naogljíčenega sloja enakomerna tudi po dokončni obdelavi.

1.5. Natančnost

Tako kakor pri kotalnem frezanju nekaljenih zobnikov s polžastimi frezali iz hitroreznega jekla je tudi pri kotalnem luščenju s polžastimi frezali z vstavljenimi ploščicami iz karbidne trdine natančnost ozobja odvisna od sistema stroj — orodje — vpenjalna naprava — obdelovanec.

Na sodobnih kotalnih frezalnih strojih za obdelavo zobnikov je mogoče dosegati natančnosti, po katerih odstopki razdelka zobnega profila in odstopki bočne slednice ne presegajo vrednosti kakovostnega razreda 3.* Odstopke zobnega profila pa gre pripisati kakovosti polžastega frezala. Tega je mogoče izdelati v kakovostnem razredu AA po DIN 3963.**

Preizkus z obdelovancem — zobnikom iz jekla 16 MnCr₅*** s 40 zobmi, širino 100 mm, modulom

* Pri kakovosti zobnikov so v članku mišljeni vedno standard DIN 3962 in standardi, ki so vezani nanj, ker se podatki nanašajo na izsledke v ZR Nemčiji. Izenačevanje našega standarda s standardi DIN pa ni mogoče, saj ni nikakršne soodnosnosti med obema standardoma. Glej: Puhar, J.: Tolerančni sistem za valjaste evolventne zobniške dvojice, SV 1965—6, str. 191...202.

** Ustreznega domačega standarda, ki bi predpisoval stopnjo natančnosti polžastih frezal — žal — ni!

*** Ustreza našemu jeklu za cementiranje Č.4320.

6 in toplotno obdelanim (ogljíčenim in kaljenim) na trdnoto 62 HRC ter z orodjem — enojnim luščilnim polžastim frezalom z vstavljenimi ploščicami iz karbidne trdine vrste M 20, pri rezalni hitrosti 80 m/min in aksialnem podajanju 1,8 mm na vrtljaj obdelovanca, je dal naslednje rezultate:

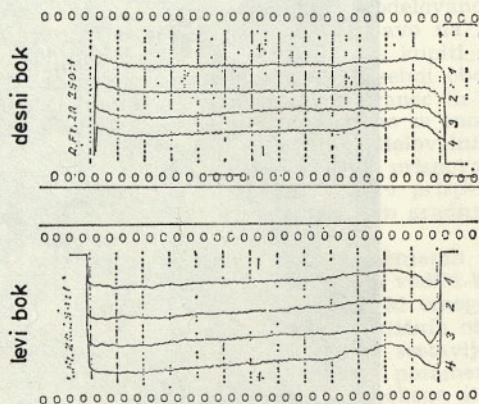
Odstopek bočne slednice je v mejah med kakovostnima razredoma 2 in 3 po DIN 3963, medtem ko je odstopke zobnega profila tolikšen, da ustreza kakovostnemu razredu 7 ali 8 po DIN 3962. Odstopek krožnega teka in vsota odstopkov razdelka zobnega profila se ujema s kakovostnim razredom 5 po DIN 3962, odstopke razdelka zobnega profila pa s kakovostnim razredom 2 po istem standardu. Povprečna največja na bokih izmerjena višina neravnosti je 1,05 μm (od 0,8 do 1,3 μm).

Strnjeno lahko rečemo, da je pri dokončni obdelavi kaljenih zobnikov z luščilnimi polžastimi frezali z vstavljenimi ploščicami iz karbidne trdine mogoče — razen zobnega profila — doseči zelo veliko natančnost.

2. OBDELOVALNI STROJI ZA ZOBČANJE

2.1. Splošne ugotovitve

Pri dokončni obdelavi kaljenih zobnikov z luščilnimi polžastimi frezali z vloženimi ploščicami iz karbidne trdine so na zobnih bokih ob vstopni in izstopni coni orodja območja, kjer samo po en rezalni rob rezala lušči dodatek. Vodoravna komponenta rezalne sile na frezalu lahko prek obdelovanca, pritrjenega na delovni mizi, zasuje delilni polžasti zobnik za ustrezni razstop v polžastem gonilu. To ima za posledico, da nastajajo na zobnih bokih ob vstopni in izstopni coni orodja majhne izbokline. Njihovi obrisi so razvidni na izrisanih bočnih slednicah (sl. 5). Takšne izbokline pa lahko povzroča tudi aksialni premik frezalnega trna: funkcionalna nosilna ploskev zobnih bokov je popačena.



Sl. 5. S pisalom izrisane bočne slednice

2.2. Stroji Pfauter*

Značilno zanje je,

- da imajo visok podstavek,
- da imata poglobitna ulitka (podstavek in stojalo) dvojne stene,
- da je pomožno stojalo togo in
- da nimajo prečke.

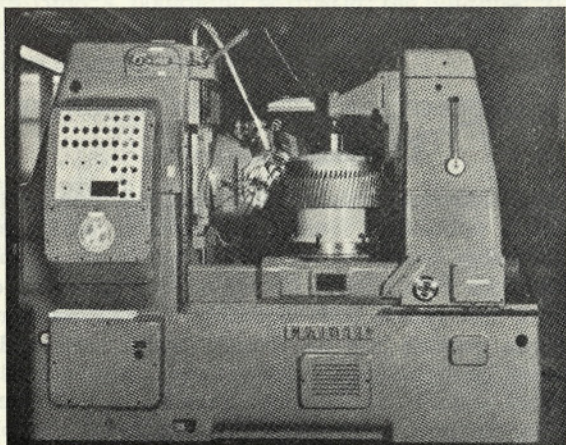
Izvedbe zagotavljajo optimalno statično in dinamično togost.

Iz izdelovalnega programa povzemamo dve značilni vrsti, to sta P in PA.

2.2.1. Stroji vrste P

To so univerzalni kotalni frezalni stroji z veliko zmogljivostjo. Po legi in osi obdelovanca razlikujemo navpično in vodoravno izvedbo.

Iz prvo imenovane izvedbe naj omenimo stroj P 630 (sl. 6), ki je posebno primeren za dokončno obdelavo kaljenih zobnikov z luščilnim polžastim



Sl. 6. Kotalni frezalni stroj P 630

* Izdelovalec: Hermann Pfauter, Werkzeugmaschinenfabrik, Ludwigsburg, ZR Nemčija.

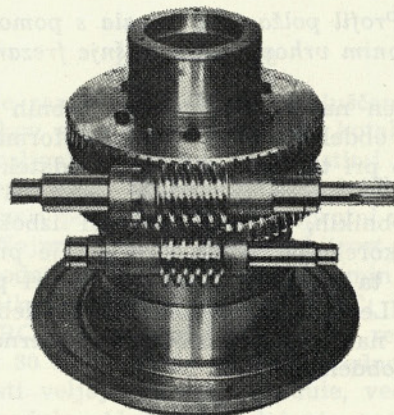
frezalom z vstavljenimi ploščicami iz karbidne trdine.

Stroj ima univerzalno nagibno glavo z napravo za diagonalno frezanje. Dolžina tangencialne poti je 200 mm,* ki dopušča dobro izrabo dolgih luščilnih polžastih frezal (do 215 mm). Posebna naprava omogoča tudi koračno premaknitev orodja.

Omeniti je treba še polžasto gonilo s polžem, ki je dupleksno ozobčan. Z njim je mogoče aksialno nastavljanje bočni razstop, ne da bi spremenili funkcionalno nosilno ploskev. Zaradi nenavadno velike stopnje ubiranja profilov (4 do 5) je specifična obremenitev zobnih bokov polža in polžastega zobnika zelo majhna.

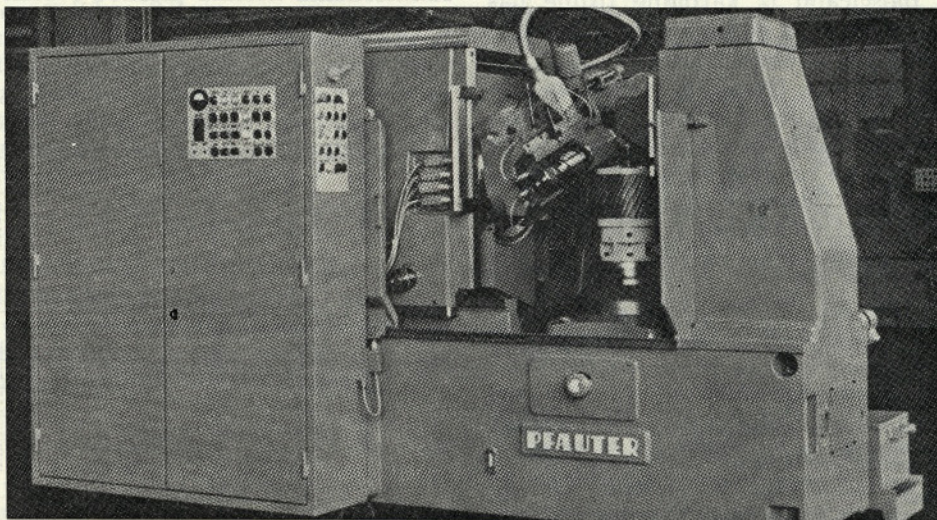
2.2.2. Stroji vrste PA

Slika 7 prikazuje stroj PA 300 (za obdelovance s premerom do 350 mm), ki ima poseben prenosnik na koncu podstavka. Tako so največji izvori toplote ločeni od stojala, kar zagotavlja veliko toplotno stabilnost.



Sl. 8. Dvojno polžasto gonilo

* Na stroju je mogoče brez posebne nagibne glave zobčati tudi polžaste zobnike.



Sl. 7. Kotalni frezalni stroj PA 300

Zaradi zahtev po veliki natančnosti, ne sme biti med elementi gonil za aksialno podajanje in vrtenje delovne mize nobenega razstopa. Za gibanje navpičnih sani rabi brušeni kroglični gibalni vijak s prednapeto matico, delovno mizo pa poganja dvojno polžasto gonilo, ki ima dva polža in dva polžasta zobnika (sl. 8). Stroj PA 300 je zato zelo primeren za dokončno obdelavo kaljenih zobnikov.

4. SKLEP

Kakor je bilo že omenjeno, je postopek mogoče vključiti v tehnološki proces kot poprejšnjo obdelavo po kaljenju z zelo tankim slojem kot dodatkom za dokončno brušenje ali kot dokončno obdelavo.

S poprejšnjo obdelavo lahko prihranimo precej osnovnega obdelovalnega časa za brušenje. Posebno izrazito je to pri zobnikih z velikimi deformacijami pri kaljenju, ki prav zaradi tega potrebujejo večji dodatek na zobnih bokih.

Dokončno frezanje kaljenih zobnikov pa je primerno tam, kjer brušenje po kaljenju, zaradi dimenzij brusa, ni mogoče in seveda tam, kjer delovna organizacija nima nobene ali zadosti zmožljive brusilne opreme.

Posebej pa je treba poudariti, da je frezanje zakaljenih zobnikov z luščilnim polžastim frezalom izvedljivo le v primeru, če je na voljo kotalni frezalni stroj za zobčanje z veliko statično in dinamično togostjo in kar se da majhnimi geometričnimi in kinematičnimi odstopki.

Zmotno je seveda misliti, da bi za frezanje kaljenih zobnikov lahko vključili manj kakovosten stroj, ki je sicer primeren za grobo poprejšnjo obdelavo. Takšen stroj je treba najprej temeljito popraviti. Skrbno je treba preveriti ohlap v frezalnem vretenu in ležaju za frezalni trn, nadalje premaknitev frezalnega trna v aksialni smeri, lego regulacijske letve in vzporednost navpičnih sani z osjo vpetega obdelovanca.

Prav tako mora stroj pred frezanjem delovati v praznem teku toliko časa, da so doseženi takšni stabilnostni pogoji, ki zagotavljajo majhne odstopke bočne slednice.

Nesporno je, da si bo treba na tem področju pridobiti še mnogo izkušenj, ki bodo lahko koristile tehnologom in konstrukterjem pri snovanju načrtov.

LITERATURA

- [1] Faulstich, I.: Schälwälzfräsen gehärteter Verzahnungen, Trenn-Kompandium, Bd. 1, 1978.
- [2] Mente, H. P.: Fertigfräsen von gehärteten Verzahnungen, Symposium, Moskva, 1976.
- [3] Fette Technische Nachrichten 256.
- [4] Prospekt - Pfauter P 630.
- [5] Prospekt - Pfauter PA 300.

Avtorjev naslov: prof. viš. š. mag. Jože Puhar, dipl. ing.,
Fakulteta za strojništvo,
Murnikova 2, Ljubljana

IZ PRAKSE ZA PRAKSO

UDK 621.9.07

Sestavljeni obdelovalni pripomočki

DRAGICA NOE

1. UVOD

Vzporedno z razvojem obdelovalnih strojev in orodij ter uvajanjem strojev z veliko zmogljivostjo v proizvodnjo so se razvijali tudi tehnološki pripomočki oz. v ožjem pomenu obdelovalni pripomočki. Tehnični razvoj obdelovalnih pripomočkov sicer ni tako nagel in popoln, vendar pa dandanes specializirani izdelovalci ponujajo vrsto standardnih in posebnih obdelovalnih naprav. Kljub tehnični dovršenosti pa si težko utirajo pot v proizvodnjo predvsem zaradi miselnosti, da se pripomoček in pritrjevanje lahko delno improvizirata ne zavedajoč se, da si s tem ne zagotove natančne in ekonomsko upravičene proizvodnje (izmeček). Pogosto tudi ob nabavi dragih strojev zmanjka sredstev za dodatno opremo. Študije in analize [4] pa kažejo, da le uporaba ustreznih obdelovalnih pripomočkov vodi k dobri izkoriščenosti strojne opreme.

Na splošno se v proizvodnji uporabljajo standardni in posebni obdelovalni pripomočki. Izbiri posameznih narekuje vrsta obdelave ter način proizvodnje.

Medtem ko so standardni obdelovalni pripomočki namenjeni za vpenjanje podobnih obdelovancev, pač v območju danih dimenzij, za obdelavo na različnih obdelovalnih strojih in jih je mogoče kupiti (primeži, vpenjalne glave, delilniki itd.), se posebni obdelovalni pripomočki grade za določen obdelovanec in za določen obdelovalni proces ali pa celo samo za eno delovno operacijo. Prav uporaba posebnih obdelovalnih pripomočkov v procesu obdelave znatno prispeva k ceni izdelka oz. k ceni obdelave, zato bo v prispevku prikazan ekonomsko bolj upravičen način gradnje posebnih obdelovalnih pripomočkov.

Potrebe po teh pripomočkih, namenjenih za posamično in maloserijsko proizvodnjo, so vodile k zasnovi sistema sestavljenke, to je sistema, ki omogoča večkratno uporabo istih elementov v različnih obdelovalnih pripomočkih. Bistvo in prednost sestavljenih obdelovalnih naprav je v združljivosti posameznih elementov sestavljenke. Iz elementov nekega sistema je mogoče z zlaganjem in sestavljanjem dobiti obdelovalni pripomoček, ki ustreza vsem zahtevam pravilno