

nad dnem (h_A in h_B) predstavlja tlak, hidrostatski tlak na dnu posod (p_A in p_B) je analogen temperaturi. Količina kapljevine, ki jo odtočimo skozi pipo E, predstavlja delo. Maksimalna količina kapljevine, ki jo lahko odvzamemo skozi pipo E, ustreza eksergiji sistema B.

Z modelom bomo izvedli nekaj poizkusov ob »temperaturi okolice«. Če odpremo pipo C, se v obeh posodah izenači hidrostatski tlak, v obeh sistemih zavladava ista temperatura. Ker je posoda A (okolica) poljubno velika, je pri tem ostal p_A konstanten in se je le p_B prilagodil velikosti p_A .

Poizkus 1. (Slika 3/II.) Pipi C in D sta zaprti, sistem B je toplotno izoliran od okolice A. Odpremo pipo E, skozi katero izteče kapljevina do višine $h_{BII} = h_A$. Količina, ki je iztekla, predstavlja pridobljeno delo A_{II} . Dogodek je analogen izentropni (adiabatni) ekspanziji na tlak okolice. Temperatura sistema je sedaj nižja kakor temperatura okolice. Saj je $p_{BII} < p_A$ zaradi v B preostale kapljevine z manjšo gostoto.

Poizkus 2. (Slika 3/III.) Pipa D je zaprta, pipa C pa odprta. Sistem B je zvezan z okolico, zaradi česar je v B hidrostatski tlak vedno enak p_A . Po analogiji vlada v B vedno temperatura okolice. Procesi morajo potekati izotermno. Če sedaj odpremo pipo E, bo, kakor lahko spoznamo, izteklo več kapljevine kakor pri poizkusu 1. Gostejša voda iz okolice bo namreč iztisnila iz B vso kapljevino z manjšo gostoto (vse olje). Očitno smo dosegli maksimum iztoka skozi E. Delo A_{III} , ki smo ga pridobili sedaj, je eksergija sistema; ta eksergija je po analogiji enaka količini olja, ki je bila na začetku v B. Tako vidimo, da se voda iz okolice nikakor ne pretvarja v olje, pač pa pomaga izkoristiti zadnjo kapljo olja (eksergije), ki je pa od vsega začetka že obstajala v posodi B. Voda iz posode A (eksergija okolice) iztisne olje iz posode B (eksergija sistema).

Na koncu poizkusa je $h_{BIII} = h_A$ in $p_{BIII} = p_A$ ali analogno: tlak sistema je enak tlaku okolice,

temperatura sistema pa je enaka temperaturi okolice.

Poizkus 3. (Slika 3/IV.) Pipi C in E sta zaprti, pipo D odpremo. Nivo v posodi B pade na nivo v posodi A; analogija: tlak sistema B se izenači s tlakom okolice. En del olja se je prelil v posodo A, kjer sedaj plava v neskončno tanki plasti na površini. Tega dela olja ne moremo nikoli več iztočiti skozi pipo E. Eksperiment predstavlja adiabatni iztok plina ob dušitvi v okolico. Če je sistem toplotno izoliran od okolice, ima sistem na koncu manjšo temperaturo kakor okolica ($p_{BIII} < p_A$) in zato še nekaj eksergije; v posodi B je še nekaj olja, ki ga lahko odtočimo skozi pipo E, če hkrati odpremo pipo C.

Če pa bi bili odprli hkrati pipi C in D, bi se bilo vse olje prelilo skozi D v A. Skozi E potem ne bi bili mogli več odtočiti nobenega olja. Imeli bi izotermni iztok plina ob dušitvi v okolico.

Olje, ki se razlije po površini posode A, predstavlja pri opisanih procesih razvrednoteno energijo ali uničeno eksergijo.

Zaključek:

Delo v obrazcu prvega glavnega stavka

$$Q = \Delta U + A$$

se lahko črpa le iz eksergij, ki obstajajo v energijah Q ali U ali pa v obeh hkrati. Kadar je eksergija samo v eni od obeh komponent, črpamo delo samo iz te komponente. V tem primeru je mehanizem dogajanja enoznačen. Če imata eksergijo obe komponenti, ni mogoče določiti, iz katerih eksergij je delo pridobljeno. Ta določitev pa ne bi imela nobenega fizikalnega pomena.

Literatura

[1] Rant, Z.: Vrednost in obračunavanje energije (SV 1955 — 1, str. 4—7).

Avtor: prof. dr. ing. Zoran Rant, Oddelek za strojništvo Univerze v Ljubljani.

DK 621.9.002.2

Razvojne smeri v gradnji obdelovalnih strojev

JANEZ PEKLENIK

Obdelovalna tehnika kovin je zabeležila v zadnjih desetih letih zelo velik napredek. Uvedba velikih rezalnih hitrosti, novih rezalnih materialov, zahteve po zelo velikih natančnostih in kvaliteti površin pri obdelovancu ter po velikih odrezalnih storilnostih¹ so narekivale razvoj obdelovalnih strojev v tem časovnem obdobju v prav posebni meri. Z vedno obširnejšim uvajanjem avtomatizacije v obrate s serijsko in množinsko proizvodnjo se je ta razvoj kazal tudi na oblikovanju obdelovalnega stroja. Peta evropska razstava obdelovalnih strojev v Hannoveru lani jeseni je podala reprezentativni pregled razvoja te veje strojegradije. Na kratko bomo skušali podati značilne razvojne tendence, ki se kažejo v:

¹ Odrezalna storilnost = odrezani volumen materiala v časovni enoti (n. pr. v minuti, sekundi).

1. konstruktivnem razvoju obdelovalnega stroja glede na povečanje statične in dinamične togosti, natančnosti obdelave in povečanja rezalnih hitrosti ter poenostavljenja upravljanja,

2. pozicioniranju in programskem upravljanju strojev,

3. sklopitvi stroja z merilno napravo v krmilni sistem in

4. sklopitvi strojev v obdelovalne proge.

Celotna problematika je preobširna, da bi jo mogli na tem mestu obravnavati podrobneje. Zato se bomo omejili le na najznačilnejše izvedbe, ki so v splošnem značilne za današnje stanje razvoja.

1. Konstruktivne značilnosti modernega obdelovalnega stroja

Karbidne trdine terjajo pri operacijah struženja, freziranja, vrtanja itd. rezalne hitrosti, ki leže pri odrezavanju jekel in različnih litin v območju med 70 in 400 m/min. Za obdelavo lahkih in drugih neželeznih kovin pa so potrebne še precej večje rezalne hitrosti. V zadnjih letih se je z večjim ali manjšim uspehom kot rezalni material začela uveljavljati tudi keramika. Uporabne rezalne hitrosti za ta rezila leže v enakem območju kakor za karbidne trdine.

To povečanje rezalne hitrosti je terjalo povečanje hitrosti vrtenja. Tako imajo n. pr. nekatere običajne stružnice že vrtilno hitrost 4000 do 5000 min⁻¹ pri višini konic 250 do 300 mm. Podobne razvojne težnje je mogoče opaziti tudi pri frezalnih strojih. Tudi na večvretenskih avtomatih so se v veliki meri uveljavile karbidne trdine na orodjih.

Ta razvoj je seveda odpravil klasični drsni ležaj, ki ga je zamenjal sistem kotalnih ležajev. Le pri določenih specialnih strojih, pri katerih rezalne sile niso velike, se je ta ležaj še ohranil. Industrija kotalnih ležajev sedaj že lahko dobavlja kroglične ali pa valjčne ležaje v takšni kvaliteti glede natančnosti in slike obdelane površine, kakršni zahteva izdelovalec obdelovalnih strojev. Razen tega pa dopušča uporaba vnaprej napetih kotalnih ležajev, ki so praktično brez zraka, zelo veliko obdelovalno natančnost. Tudi igličasti ležaj je posebno na avtomatih, na katerih je razmeroma malo prostora, široko v rabi kot vretenski ležaj. Sicer so znane takšne izvedbe že v starejših strojih, vendar sta bili njihova življenjska doba in tudi natančnost na obdelovalnih strojih premajhni. Igličasti ležaji omogočajo po podatkih raznih tvrdk vrtilne hitrosti do 12 000 min⁻¹ pri natančnostih vrtenja do 0,001 mm. Tudi pri brusilnih in drugih strojih se vse bolj uvajajo kotalni vretenski ležaji.

Večje rezalne hitrosti in rezalne storilnosti terjajo seveda večjo instalirano moč električnih motorjev za pogon glavnega vretena, podajalnega mehanizma ter raznih pomožnih naprav. Stevilni podatki za moči motorjev so pri vsakem stroju različni in jih zato ne bomo navajali posebej. V splošnem se je povečala instalirana moč v obdelovalnih strojih za okoli 100 %, tod ali tam pa celo za 200 do 300 odstotkov.

Pri izvedbah vretenskih zobniških gonil v obdelovalnih strojih se opaža vse pogostnejša uporaba

elektromagnetnih tornih sklopov. Težave, ki so se pred leti pojavile pri uporabi teh elementov, posebno pri dovajanju toka, nezaželeni vplivi magnetnih polj, konstruktivnih velikosti ter varnosti obratovanja itd., so odpravljene. Te sklopke omogočajo programsko upravljanje vrtilne hitrosti glavnega vretena iz daljave in so primerne za manjše hitrosti vrtenja med obdelavo.

Kot nadaljnji prenosni element se je uveljavila lamelna torna sklopka z elektrohidravličnim sistemom upravljanja. Vklapljanje in izklapljanje se opravlja hidravlično, upravlja pa se z elektromagnetni. Najrazličnejše vrtilne hitrosti se dosegajo tako, da se vklaplja električna stikala in preko njih elektromagnetni. Ti predstavljajo ustrezajoče ventile, ki preko hidravličnega valja vklaplja ali izklaplja torno sklopko. Zelo primerni so ti elementi za daljinsko upravljanje.

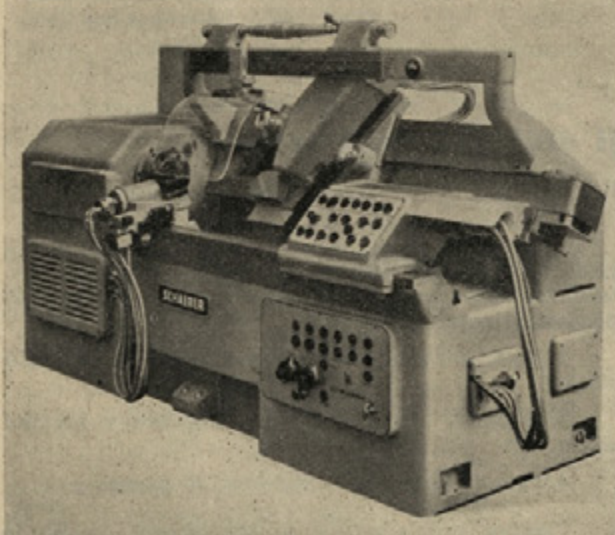
Mnogo obetajoči razvoj elektronike za upravljanje vrtilne hitrosti na obdelovalnih strojih, ki je bila pred leti razmeroma mnogo v rabi, se zaradi previsokih cen ni mogla prav uveljaviti. Razvoj teži k vedno večji uporabi Ward-Leonhardovih agregatov, ki so se v zadnjem času izredno razširili kot električni pogonski elementi v obdelovalnih strojih. Zapletene elektronske naprave, ki so prišle v rabo pri preklapljanju smeri in skobeljnih strojih, niso šle posebno na široko. Tudi tu se zmerom bolj uveljavlja kombinacija Ward-Leonhardovih agregatov z omenjenimi elektromagnetnimi oz. elektrohidravličnimi sklopkami.

Pri izoblikovanju postelj, miz in okrovij gre težnja za tem, da bi imel stroj čimvečjo togost in dober odvod odrezkov. Ponekod se je zelo razširila uporaba nagnjenih postelj, n. pr. pri stružnicah ozir. kopirnih strojih, ki vodijo suporte (slika 1). Te izvedbe omogočajo dober odvod odrezkov in odtokanje hladilne tekočine. Pravilna namestitve reber in raznih ojačitev pri predorih okrovij po eksperimentalnih izsledkih je nadaljnja značilna poteza pri konstruktivni izvedbi obdelovalnega stroja. Oblika postelje v lupinasti izvedbi, kakor je to uresničeno na revolverjski stružnici »Gildemeister«, je dala stroju veliko statično in dinamično togost.

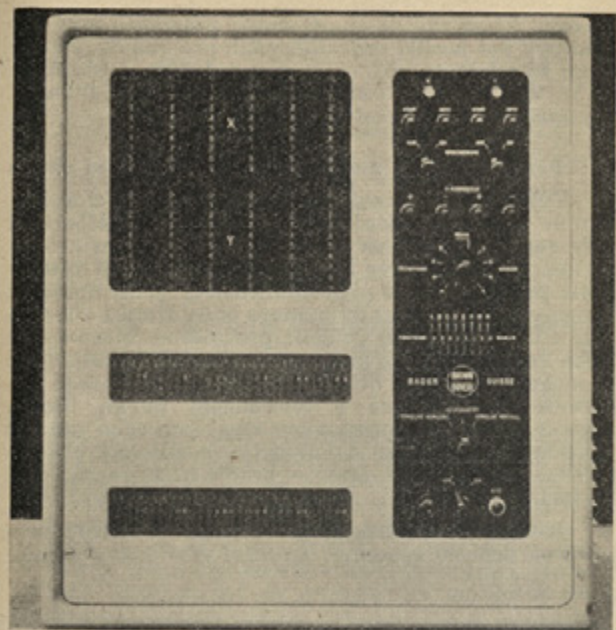
Dognanja v zadnjih letih so pokazala, da so toplotni viri, ki povzročajo temperaturne deformacije, izredno pomemben faktor, ki vpliva na natančnost obdelave. Današnji razvoj pri gradnji obdelovalnih strojev gre za tem, da bi se ti toplotni viri, kakor n. pr. hidravlični motorji in črpalke, gonila, hidravlični valji itd. razmestili tako, da bi bile te temperaturne deformacije čimbolj kompenzirane. Ti agregati se po možnosti nameščajo zunaj stroja. Nekatere tvrdke vgrajajo na vodilih, n. pr. karuselskih stružnic termostate. S tem je mogoče kontrolirati temperaturo vodil, olja med vodili in celotne temperaturne prestavitve stroja. Eden zelo zanimivih ukrepov za povečanje togosti obdelovalnega stroja je blokiranje vseh vodil, ki se ne uporabljajo med delovnim postopkom. S tem je bilo omogočeno povečanje natančnosti obdelave in zmanjšanje nihanj med obdelavo.

V tej zvezi velja omeniti, da se je ustavil nesmiselni razvoj v tako imenovano smer arhitektonike obdelovalnega stroja. Pred leti so namreč vse dele na stroju še preoblačili z raznimi pokrivali. To je seveda podražilo celotno izvedbo, čeprav je bilo popolnoma nepotrebno in iz toplotnih razlogov celo neugodno. Novejše proučevanje je pokazalo, da stroju ni treba okraševanja, pač pa je zdaj postal po obliki preglednejši in dostopnejši, predvsem pa je pregledno razmeščeno število ročic za upravljanje stroja.

Število elektrohidravličnih in pnevmatičnih naprav na obdelovalnih strojih se je v zadnjih letih močno povečalo. Sicer so te naprave znane že dalj časa, vendar je avtomatizacija obdelovalnega stroja naložila konstrukciji in varnosti obratovanja posebno velike zahteve. Vrsta najrazličnejših izvedb priča o naporih, da bi zanesljivo rešili tudi ta problem.



Sl. 1. Kopirna stružnica z nagnjeno posteljo, Industrie-Werke, Karlsruhe AG.



Sl. 2. Digitalna pozicionirana naprava (nastavni del), Schiess AG., Düsseldorf

2. Pozicioniranje in programsko upravljanje strojev

Ena značilnih razvojnih smeri na modernih obdelovalnih strojih je uvedba avtomatičnih naprav za pozicioniranje fiksnih mer oziroma koordinat na stroju. Te naprave omogočajo natančno nastavitve zahtevanih mer po predhodni izbiri predpisanih vrednosti. Kadar koli se posamezne mere večkrat ponavljajo, jih je možno s temi napravami predhodno programirati. Tako sestavljeni in izdelani program se ponavlja poljubno mnogokrat z enako preciznostjo. Skrajšanje pomožnih časov, ki so potrebni za ročno namestitve zahtevanih mer, povečanje preciznosti nastavitve, zmanjšanje toleranc in izključitev možnosti napak pri nastavljanju mere po delavcu, njegova razbremenitev itd. so narokovale razvoj v tej smeri. Posebno na težkih obdelovalnih strojih kakor n. pr. vodoravnih frezalnih in vrtilnih strojih, kjer je delavcu težko nastavljati mere do natančnosti $1/100$ mm, so se pozicijske naprave izkazale kot zelo potrebne in koristne. Z njimi je praktično izločena vsaka možnost napak, ki se lahko dogajajo pri ročni nastavitvi stroja in povzročajo lahko popolno neuporabnost velikega obdelovanca in s tem ogromno gospodarsko škodo podjetju. Izmed najrazličnejših sistemov naj omenimo le dva, ki sta značilna za razvoj v tej smeri. Mere oz. koordinate se pretvorijo v določeno število električnih impulzov (digitalni sistemi) ali v določene električne napetosti (analogni sistemi).

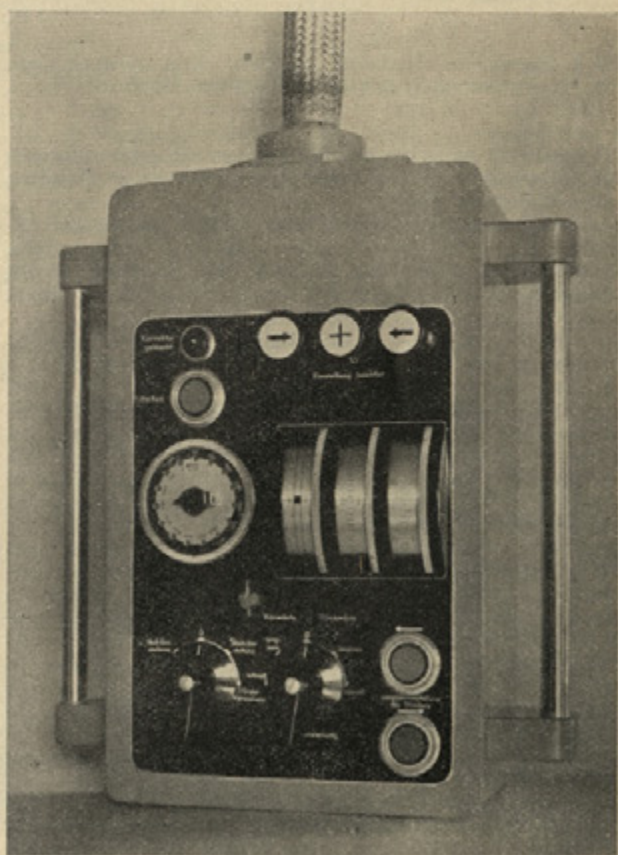
Na sliki 2 je prikazana pozicijska naprava tvrdke »Schiess« AG, ki je izvedena kot digitalni sistem. Na številčnici za x- oz. y-koordinato se nastavi zahtevana mera, za katero naj se orodje prestavi, n. pr. osna razdalja med dvema vrtnama za zobniško gonilo. S pritiskom na določen gumb na tej napravi se uvede prestavitev orodja v brzem gibu. Pri tem se po zobniškem drogu na nosilcu orodja odkotali pastorek, ki prenaša rotacijo na poseben dajalec impulzov. Vsak milimeter pretečene poti se pretvori v 100 električnih impulzov. V elektronskem števcu se ti impulzi štejejo ter primerjajo s prej nastavljenim znosom. Pri dosegi nastavljene vrednosti se gibanje samodejno izključi in ta del stroja blokira. Nadalje je mogoče s to napravo nastavljati popoln program mer, za katere naj se v

zaporedju premika nosilec orodja. Natančnost nastavitve znaša $1/100$ mm.

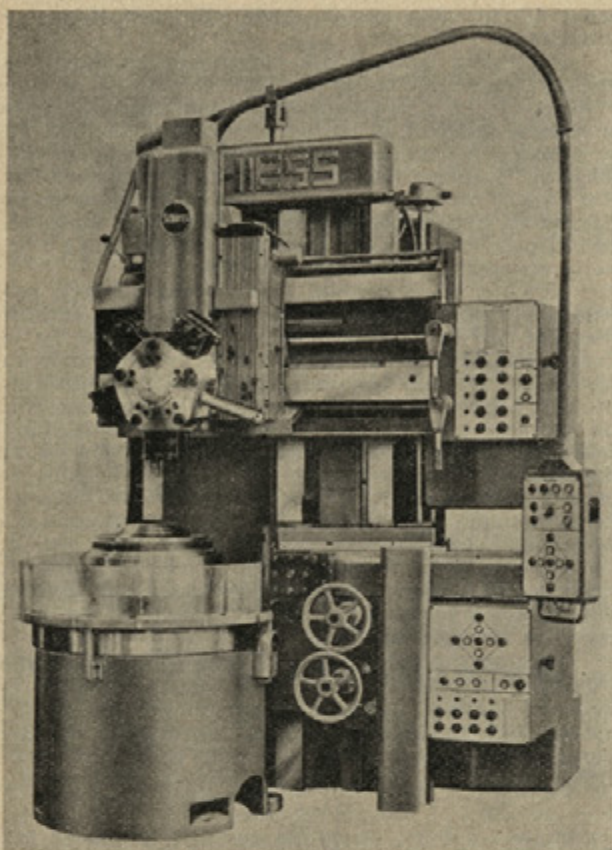
Po načelu primerjanja električnih napetosti — analogni sistem — deluje pozicijska naprava tvrdke »Froriep« (slika 3). S potenciometri z milimetrsko skalo se nastavi napetost, ki ustreza zahtevani dimenziji. Ta se primerja z napetostjo, ki nastane v posebnem daljcu pri premiku nosilca orodja ali pa obdelovanca. Kot dajalec rabi v tem primeru foto celica. Natančnost nastavitve znaša $0,005$ mm. Razen teh dveh možnosti so bili prikazani še drugi sistemi. Verjetno pojde razvoj v glavnem v nakazani smeri naprej.

Hotenje, da bi delovni postopek odrezovanja potekal po posebnem programu in bi se čimbolj skrajšali pomožni časi za preklapljanje različnih hitrosti, se je kazalo na številnih izvedbah strojev s programskim izbiranjem rezalnih in podajalnih hitrosti. Spreminjanje teh hitrosti ter smeri gibanja je možno dosegati na najrazličnejše načine; s pretikali, kombinacijami izbiralnih stikal, perforiranimi trakovi itd. Od tu se dajejo povelja za posamezne elemente gonil, sklopke, zavore, motorje itd., ki opravljajo določene funkcije pri spreminjanju vrtilne hitrosti v glavnem in podajalnem gonilu. Izbiranje pogojev za odrezovanje torej ni več stvar delavca, temveč priprave dela, ki predpiše, kako naj se na stroju nastavi pretikala ozir. izgotovijo perforirane karte ali trakovi. Tako se bo proizvodnja sprostila subjektivnih vplivov delavca.

Na sliki 4 je prikazana karuselna stružnica tvrdke »Schiess«, ki ima ob vertikalnem nosilcu orodja nameščeno ograjeno napravo za programsko spreminjanje različnih podajalnih in rezalnih hitrosti. Pri pomiku vertikalnega nosilca orodij zadenejo nosovi na električna stikala, ki sklenejo določene elektromagnete.



Sl. 3. Analogni pozicionirna naprava (nastavni del), Froriep AG., Rheidt



Sl. 4. Karuselna stružnica s programskim upravljanjem hitrosti, Schiess AG., Düsseldorf

Ti odpro ali pa zapro hidravlične ventile, preko katerih se sklapljajo oziroma odklapljajo sklopke v glavnem ali podajalnem gonilu.

Kot nadaljnji primer je na sliki 5 prikazana revolverna stružnica »Pittler« s programskim valjem. Podobno je možno na vsakem obdelovalnem stroju spreminjati vse podajalne in rezalne hitrosti ter smeri gibanja že po naprej določenem programu.

Neprekinjeno pozicioniranje orodja ali pa obdelovanca za doseg najrazličnejših oblik na njem je v praksi znano z imenom kopiranje. Razvoj v tej smeri kaže vedno pogostnejše uvajanje elektronike in elektrohidravlike. Na sliki 6 je prikazan kopirni frezalni stroj »Cincinnati«, ki kopira po sistemu EMI. Zaželeni obliki obdelovanca n. pr. utopa za bočkaste gredi in njegove dimenzije se po posebnem ključu programira na perforirani trak. S temi podatki opremljeni trak se vstavi v posebno elektronsko krmilno enoto, ki vsebuje pet hranilnih naprav. Prva rabi za sprejem podatkov — določenih koordinat — s traku, naslednje tri za krmiljenje stroja po poslanih podatkih v treh koordinatah in peta hranilna naprava za izbris vrednosti koordinat, ki jih je orodje že preteklo. Ker so koordinate na perforiranem traku od ene do druge točke obdelovanca podane v določenem razmaku, je zasnovan poseben parabolični interpolator, ki omogoča neprekinjeno premikanje orodja ozir. obdelovanca. Vsakokratni položaj rezalnega mesta se pretvarja s pomočjo zobniškega droga, pastorka in električnega daljca v proporcionalno napetost. Ta vrednost se primerja z vrednostjo predvidene koordinate in po potrebi izvede ustrezajoča korektura.

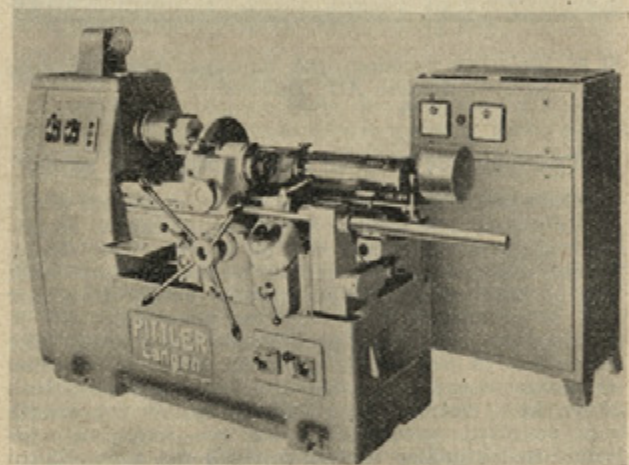
Zraven perforiranih papirnih trakov kot nosilcev programa se zmerom bolj uveljavljajo magnetofonski

trakovi, ki so zaradi enostavnosti programiranja zelo primerni kot nosilci najrazličnejših programov. Razvoj v tej smeri je še vedno samo v začetkih. Pričakovati pa je, da se bo elektronika zmerom bolj uveljavila pri kopiranju na obdelovalnih strojih.

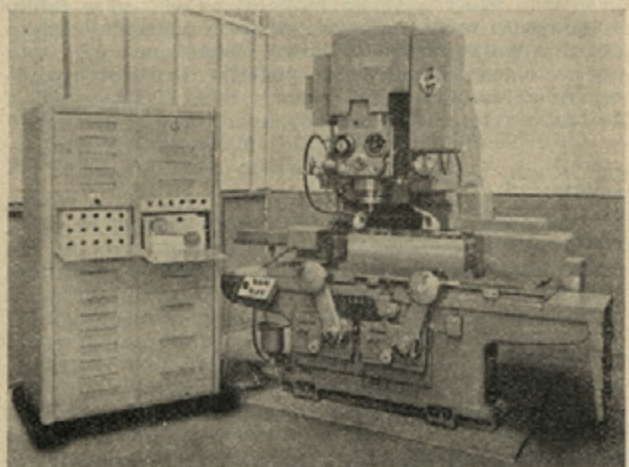
3. Sklopitev stroja z merilno napravo v krmilni sistem

Tehnološki procesi odrezavanja na obdelovalnih strojih so izpostavljeni najrazličnejšim činiteljem, ki vplivajo na natančnost obdelave. Tako povzročajo n. pr. obraba proste ploskve na stružilnem nožu ali zmanjšanje premera brusa pri zunanjem okroglem brušenju zaradi obrabe povečanje premera obdelovanca. Če preseže obraba določeno velikost predpisane tolerance, je treba orodje ponovno nastaviti v prvotni položaj. Tako je mogoče dalj časa obdržati serijsko proizvodnjo določenih obdelovancev v tolerančnih mejah. Povrh obrabe vplivajo na prestavitev rezalnega roba noža še elastične in toplotne deformacije v sistemu obdelovanec — obdelovalni stroj — orodje in še razni drugi faktorji.

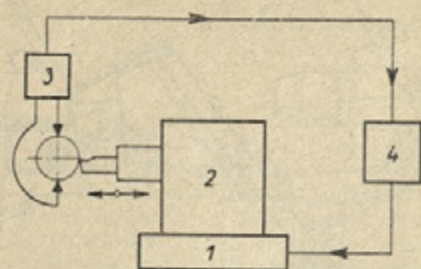
Izravnavo teh napak je v večini primerov prepuščena delavcu samemu. Ta meri vsak kos z ustreznimi



Sl. 5. Revolverska stružnica s programskim valjem, Pittler AG., Langen



Sl. 6. Kopirni frezalni stroj Hydrotel-Cincinnati, E. M. I. elektronski krmilni stroj



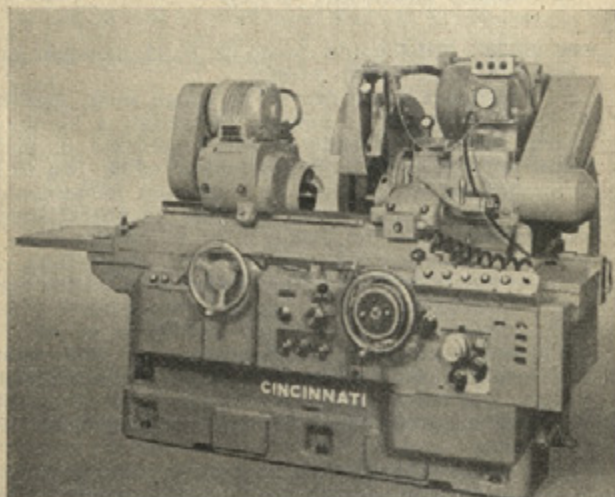
Sl. 7. Merjenje obdelovanca med obdelavo

1 — prestavno gonilo, 2 — obdelovalna enota, 3 — merilna glava, 4 — krmilna enota

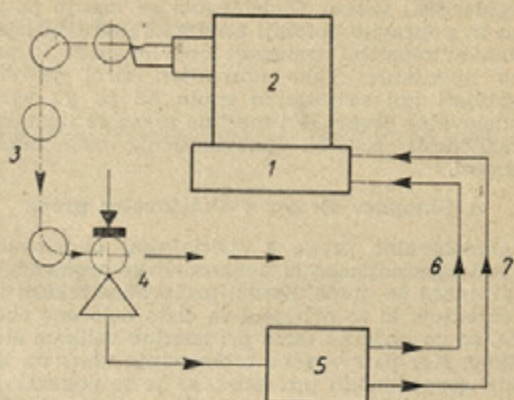
nim merilnim instrumentom in nastavlja orodje po predhodnem merilnem rezultatu. Ena značilnih razvojnih tendenc je težnja po sklopitvi obdelovalnega stroja z merilnim instrumentom ter ustrezajočim prestavnim mehanizmom v krmilni ozir. regulacijski sistem. V glavnem sta se v praksi uveljavili dve rešitvi tega problema, ki se razlikujeta v tem, da se meri obdelovanec med obdelavo ali pa po njej. Po merilnem rezultatu se nato upravlja stroj.

Pri merjenju med obdelavo merilni instrument neprestano otipava obdelovanec (slika 7). Pri dosegu prepisane mere daje merilna glava določen signal, ki se preko ojačevalnika prenaša na mehanizem za vrnitev obdelovalne enote, n. pr. nosilca orodja v izhodiščno lego. Na sliki 8 je prikazan brusilni stroj »Cincinnati«, ki je opremljen z merilnim sistemom za merjenje med obdelavo.

Pri vsakem obdelovalnem postopku pa ni mogoče meriti med obdelavo, temveč šele potem, ko je odrezovanje končano (slika 9). Orodje se vedno nastavlja v določeni položaj. Zaradi obrabe orodja potuje rezalni rob v smeri, ki povzroča n. pr. pri struženju povečanje premera. K tej napaki se prištejejo še omenjene elastične in temperaturne deformacije. Tako je potrebno po določenem številu obdelovancev orodje ponovno prestaviti za določen znos, da se izravnajo omenjeni vplivi. Merilna glava izmeri določeno dimenzijo in brž ko se mera približa zgornji tolerančni meji (slika 10), daje merilni instrument signal v ojačevalnik. Od tu se prenaša povelje do prestavnega gonila, ki za določeno vrednost Δ_k popravlja položaj orodja. Nadaljnja obdelava v tolerančnih mejah je mogoča brez posega de-

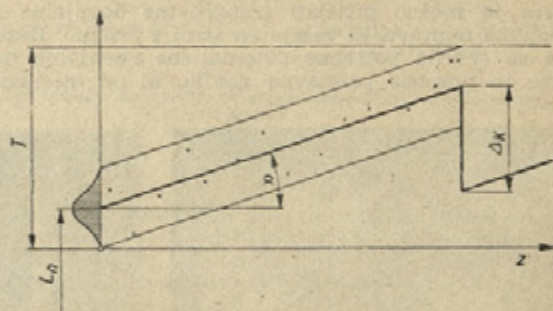


Sl. 8. Brusilni stroj »Cincinnati« s pnevmatično-električnim krmilnim sistemom (obdelovanec merimo med obdelavo)



Sl. 9. Sistem krmiljenja obdelovalnega stroja z merjenjem po obdelavi

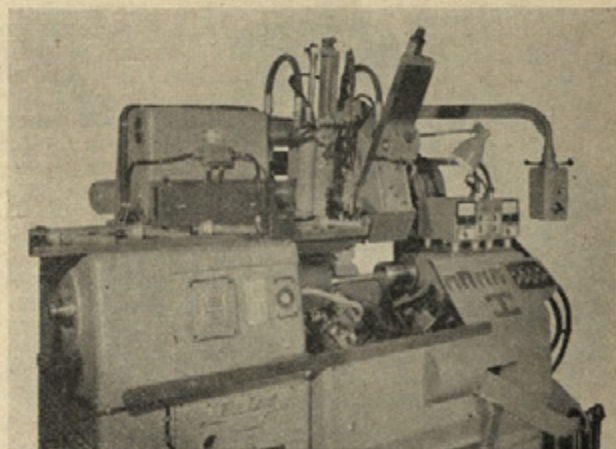
1 — prestavno gonilo, 2 — obdelovalna enota, 3 — transport obdelovancev k merilni glavi, 4 — merilna glava, 5 — regulacijska enota, 6 — avtomatična ustavitev stroja, 7 — kompenzacija prestavitve rezalnega roba



Sl. 10. Potek spremembe nastavljene mere v tolerančnem polju zaradi obrabe orodja in drugih vplivov

z — število obdelovancev (zaporedno), L_n — nastavljena mera na stroju (v tolerančnem polju obdelovanca), T — velikost predpisane tolerance, Δ_k — velikost kompenzacije zaradi prestavitve rezalnega roba (obraba, toplotna deformacija itd.), α — naklonski kot, ki karakterizira spremembo srednjih vrednosti obdelovancevih mer

lavca v proizvodni proces. Na sliki 11 je prikazana stružnica »Pilot«, ki je sklopljena s kapacitivnimi merilnimi glavami in posebnim prestavnim mehanizmom

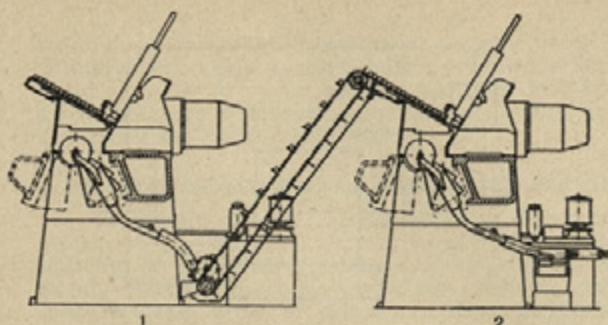


Sl. 11. Stružnica »Pilot« z električnim regulacijskim sistemom (obdelovanec se meri po obdelavi)

v regulacijski sistem. Obdelovanci se merijo po struženju in popravijo položaji orodja. Na stružnici je zasnovan avtomatični transport obdelovancev in samodejno vpenjanje. Tako opremljen stroj je možno uporabljati kot samostojno enoto ali pa ga vgrajati v obdelovalne proge. Kot merilne glave se uporabljajo najrazličnejši sistemi: pnevmatični, mehanični in električni.

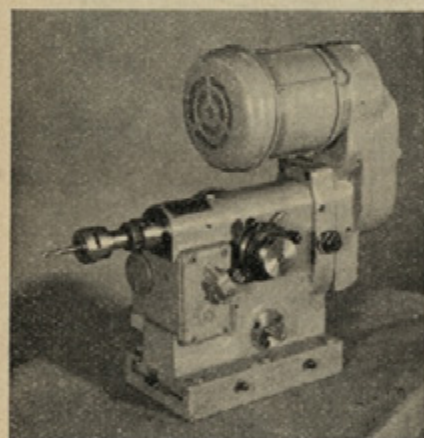
4. Sklopitev strojev v obdelovalne proge

Obdelovalne proge s specialnimi obdelovalnimi enotami za množinsko in velikoserijsko proizvodnjo so več ali manj že znane. Zaradi proizvodne togosti takšnih objektov, ki so prirejeni za čisto določene obdelovance, so gospodarne samo pri izredno velikem številu izdelkov. Ker pa evropska proizvodnja nima na izbiro velikih gospodarskih prostorov, se je to pokazalo tudi pri razvoju obdelovalnih prog. Zato so se tod oprijeli univerzalnega obdelovalnega stroja, ki ga je mogoče sklapljati s primernimi transportnimi napravami in kontrolnimi postajami v proizvodnjo elastične obdelovalne proge. Te pa so rentabilne že z manjšim številom obdelovancev. Vrh tega je možno te stroje uporabljati tudi v posamični proizvodnji. Obdelovalne stroje je potrebno zato zasnovati s posebnimi ploskvami, na katere je možno pritrjati transportne dovajalne in odvajalne naprave, ki vežejo en stroj z drugim. Razen tega so seveda potrebne avtomatične vpenjalne naprave in posebna prestavna gonila, ki po merilnem

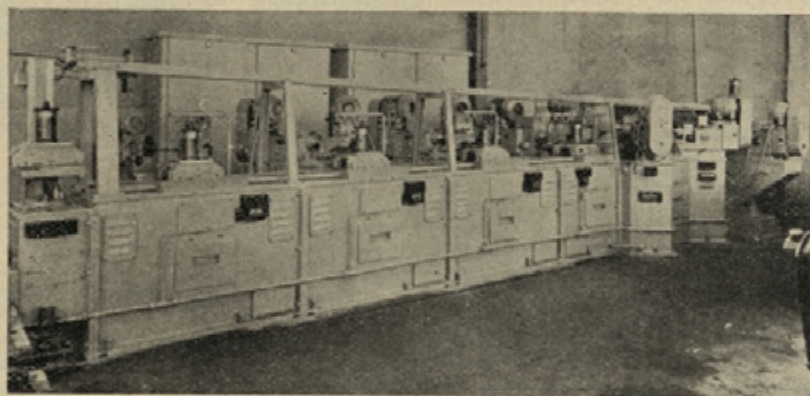


Sl. 12. Sklopitev dveh standardnih kopirnih stružnic v obdelovalno progo, G. Fischer A. G., Švica

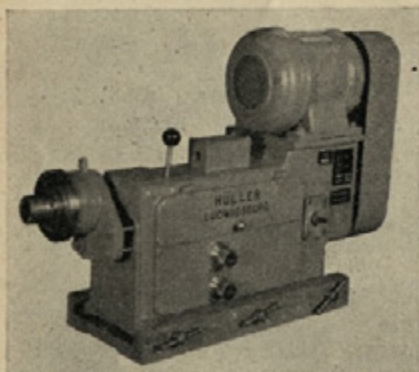
rezultatu izravnavajo napake med obdelavo. Posebne merilne postaje za kontrolo in sortiranje obdelovancev ter kontrolo celotnega tehnološkega dogajanja se vklaplajo med posamezne agregate. Na sliki 12 je vidna sklopitev dveh standardnih strojev v obdelovalno progo. Tudi na sliki 11 je videti transportne naprave, ki rabijo za dovod in odvod gredi na stružnici »Pilot«. Tako je mogoče priključevati na postopek pri struženju gredi stroj za ozobljanje pastorka, nato kalilni agregat in slednjič še — enoto brusilni stroj. Kakor je razvidno iz tega primera, je tako možno uresničiti



a



Sl. 14. Obdelovalna proga iz standardnih enot (za obdelavo 9 različnih okrovij)



b

Sl. 13. Standardne obdelovalne enote
tvrde »Hüller« AG.

a — vrtnalna enota
b — frezalna enota

res gibčno obdelovalno progo iz najrazličnejših univerzalnih obdelovalnih strojev.

V ostalem pa se razvija še druga smer. Različne obdelovalne proge je mogoče sestavljati s kombinacijami standardnih obdelovalnih vretenskih in podajalnih enot ter posebnih podstavkov (slika 13a in b). S spreminjanjem položajev z različnim nameščanjem se dajo obdelovalne proge prirejati za najrazličnejše obdelovance (slika 14), kakor n. pr. cilindrske glave za motorje, okrovja elektromotorjev itd. Pomembna naloga na tem področju je odredena normiranju teh agregatov. Tako sestavljene obdelovalne proge imajo seveda tudi določeno gibčnost in so predvsem cenejše od obdelovalne proge, ki je sestavljena iz univerzalnih obdelovalnih strojev. Te izvedbe pa so pomanjkljive v tem, ker teh enot ni mogoče kar tako uporabljati v posamični proizvodnji, če obdelovalna proga ni več potrebna.

Iz teh kratkih premislekov so razvidne poglavitne razvojne smeri modernih obdelovalnih strojev — brez mnogih, nič manj zanimivih podrobnosti, ki jih tu ni bilo mogoče navajati.

Avtor: dr. ing. Janez Peklenik, Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre der T. H. Aachen.