

DK 531.715:681

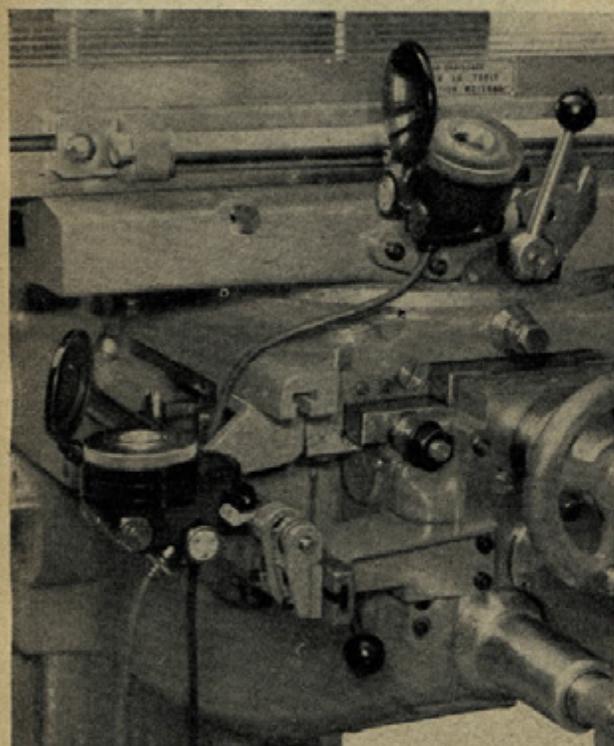
Optična kontrola v industriji precizne mehanike*

R. DE BIRAN

Z vsjo večjo in večjo natančnostjo pri delu obdelovalnih strojev lahko povečujemo kakovost izdelanih predmetov, če med obdelavo lahko merimo pomike obdelovanca in orodja brez pomembnih napak.

Po običajnem postopku za te meritve določamo pomike s pomočjo natančnih vijakov. Te uravnavamo z ročico, na katero so pritrjene merilne skale z deli milimetra. Jasno je, da se pri tem načinu ne moremo izogniti napakam, ki jih povzročata neogiben zrak v priležnih ploskvah in neenakomerna obraba vijaka po določenem trajanju uporabe.

Če vzamemo za primer frezalnik, je treba prišteti še napake, ki izvirajo iz upogljivosti in hib na drsnih ploskvah ter iz pomanjkljive okrogline vretena. Ti

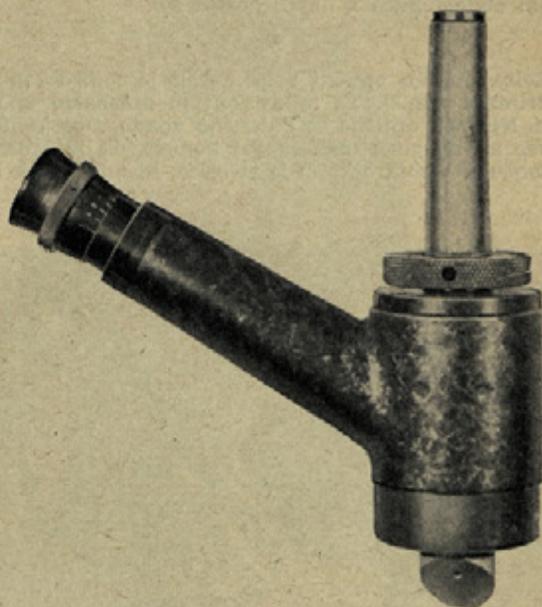


Sl. 1. Mikrometrični čitalnik

vzroki napak, ki so bili sicer znatno zmanjšani s kakovostjo mehanskih konstrukcij, so bili za optiko tako važni, da jih je najprej odstranila.

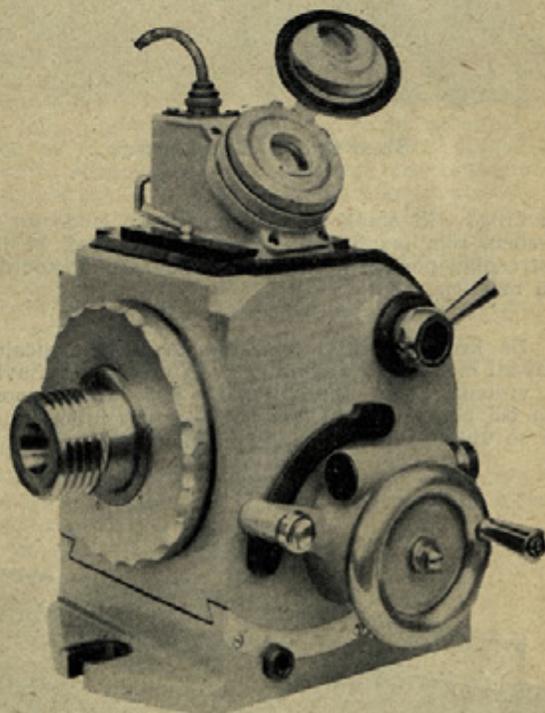
Za optične meritve je potrebno natančno merilo (ravnilo), razdeljeno na milimetre, ki je pritrjeno trdno k mizi, na kateri je vpet obdelovanec; poseben mikroskop, opremljen z merilno mrežico za mikrometrične pomike, ki je trdno pritrjen k nepomičnemu delu stroja, pa omogoča zelo natančno čitanje dejanskih pomikov. Glavni ugovor proti temu postopku je neogibna potreba, da mora delavec pogledati v okular. To ga veže glede uporabe prostora in pri prostem nadzoru stroja, lahko pa tudi utruja oči, da je čitanje odvisno od slučaja in zato nezanesljivo.

* Ta članek je prirejen po predavanju, ki ga je imel g. R. de Biran iz Pariza v maju 1954 v Ljubljani za člane Društva strojnih inženirjev in tehnikov LRS. (Predavanje je bilo pozneje objavljeno še v reviji »La Machine-Outil Française«, avg.-sept. 1954.) Prevod za SV je priredil B. Kraut.



Sl. 2. Mikroskop za centriranje

Zaradi vsega tega je mikrometrični čitalnik (sl. 1), s katerim je opremljeno že mnogo strojev, zasnovan po načinu, ki omogoča čitanje od daleč, pri čemer pa hkrati ne trpijo varnost in udobnost delavca ter objektivnost in hitrost čitanja.

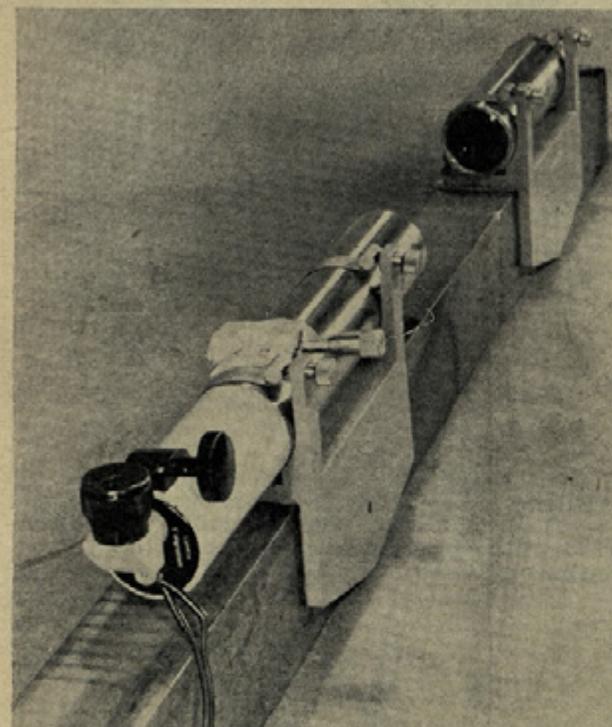


Sl. 3. Optični delilnik

Za ta namen je v posebno, matirano steklo, ki ga lahko opazujemo od daleč, vrezana merilna mrežica. Razdelitev na stopinje osnovnega ravnila, ki se pomika skupno z obdelovancem, se projicira v raven te mrežice. Na njej z lahkoto čitamo pomik ravnila in s tem obdelovanca z natančnostjo 5μ .

*

Zelo koristen optični pripomoček je mikroskop za centriranje (sl. 2). Ta mikroskop je kolenasto upognjen. Njegova optična os natančno vpada v os konusa Morse ali drugega (metskega) konusa, ki jo optično podaljšuje. V mikroskopu je mrežica, sestojeca iz križa



Sl. 4. Optično uravnavanje

in krogov, ki omogočajo naravnavanje glede na neki greben, rob, izvrtino ali izvrtino za navoj, ki jih z ustreznimi pomiki naravnavamo na začetek koordinat na mrežici.

*

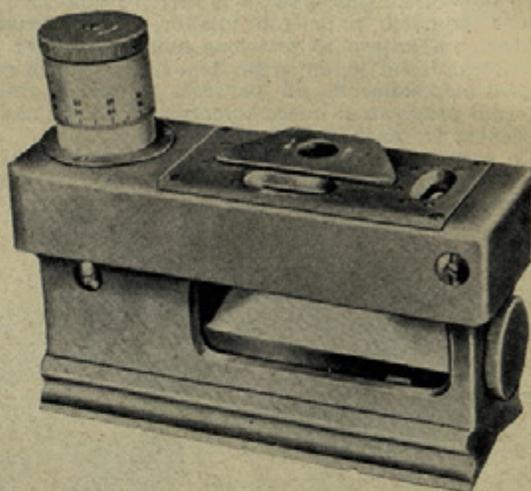
Za krožne delitve uporabljamo v delavnicah po navadi mehanske delilnike. Ti so v bistvu sestavljeni iz vretena, ki ga uporabljamo s polžastim prenosom. Na osi polža je pritrjena ročica s posebnim palcem, ki se vtika v luknje na delilni plošči.



Sl. 5. Optično ravnilo

Četudi je tak delilnik izdelan dobro, njegova natančnost zaradi zraka ali obrabe priležnih ploskev hitro popusti kar do 2 ali 3 ločnih minut. Optika pa omogoča natančnost, ki je neodvisna od delov za naravnavanje.

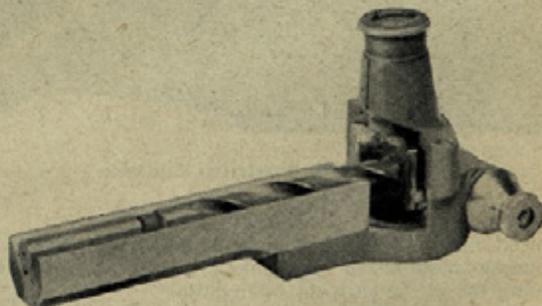
Steklen obroč optičnega delilnika (sl. 3), ki je pritrjen na vretenu, je z vso natančnostjo razdeljen na



Sl. 6. Optična libela

stopinje. Specialen mikrometrični čitalnik, zgrajen po istih načelih, kakor za merjenje dolžinskih pomikov, omogoča čitanje delov stopinje z natančnostjo 5 ločnih sekund. Če upoštevamo ekscentričnost vretena in delilnega obroča ter napake pri delitvi in čitanju, se lahko zgodi, da doseže skupna napaka za ves vrtljaj največ 15 ločnih sekund.

Blokiranje vretena, ki ne dopušča niti rotacije, niti translacije, niti opaznih upogibov vretena, napravlja iz tega aparata ne samo aparat za metrologijo, temveč



Sl. 7. Optični merilni pripomoček pri brušenju svedrov

tudi delovno orodje v delavnicah na frezalnikih in brusilnikih.

*

V mehaničnih delavnicah težke industrije, ki uporabljajo vrtnalne stroje z linetami, je problem uravnavanja linete in vretena rešen zelo uspelo z optiko (sl. 4). Os vretena je zamenjana z optično osjo kolimatorja, s strožcem nasajenega v njem.

S primernim uravnavanjem se lahko napravita osi vretena in linete tudi paralelni.

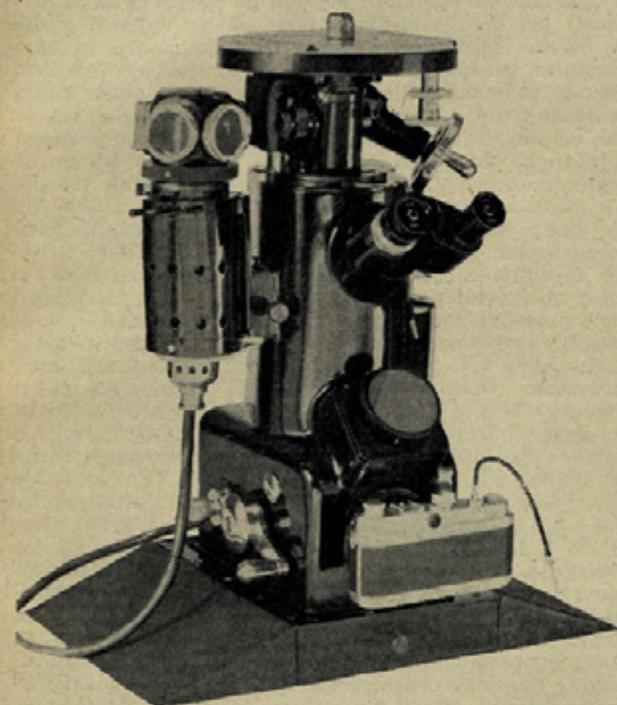
*

Kadar želimo z veliko natančnostjo nadzirati ravnost, omogoča to optično ravnilo (sl. 5) s pomočjo optične osi. Pri tem kaže otipovalni mikroskop neposredno v mikronih odstopke med dejansko površino in idealno ravnino, in sicer z natančnostjo 0,001 mm na 1 meter.

Zaradi svoje krepke gradnje in preproste uporabe je ta aparat zelo primeren za kontrolo ravnosti velikih gredi in vodil.

Premost in paralelnost določenih delov obdelovalnih strojev lahko nadziramo tudi z uporabo natančne libele z optičnim sistemom na prizme (sl. 6). Pri tej ne vidimo več pomika vsega mehurčka, marveč le slike njegovih ekstremnih krajev, s čimer se natančnost podvoji in doseže vrednost 1:100 000.

Za odlično kakovost dela niso velikega pomena samo natančni in togi stroji, ampak morajo biti tudi



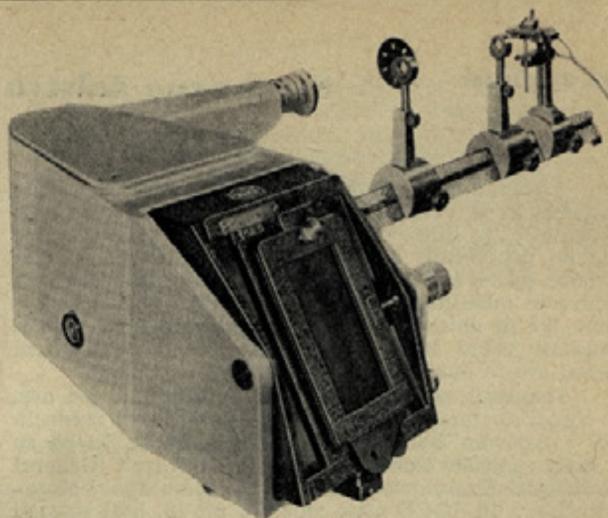
Sl. 8. Metalografski mikroskop

orodja pravilno brušena. Tudi za tako delo so urejeni optični pripomočki (sl. 7), ki omogočajo meritev kotov na rezilu svedra in ugotovitev simetrije obeh zob, kar je neogibno potrebno za vrtanje lukenj s pravilnim premerom, in to ob dobrem učinku orodja.

Natančnost čitanja kotov je v redu 0,5 stopinj, lahko pa se nadzirajo svedri do premera 30 mm.

Poznavanje strukture materiala dobiva dandanes vse večjo važnost pri štrojnih konstrukcijah, za katere želimo uporabiti materiale z določenimi fizikalnimi lastnostmi, kakor so na primer odpor proti obrabi, odpor proti udarcem, togost itd. Metalografski mikroskop (sl. 3) omogoča opazovanje neprosojnih teles pri velikih povečavah. S tem pokaže kristalno strukturo kovin in daje podatke o naravi sestavin in njihovi porazdelitvi.

Opazovanje pri polarizirani svetlobi kaže tudi orientacijo raznih kristalov. S pravilno izvedenimi odtisi za



Sl. 9. Spektrograf

določitev mikrotrdote izpopolnjujemo in potrjujemo ostalo znanje o kovinah. Opazovanje s kontrastom faz omogoča odkritje detajlov, ki prej brez kemičnega vplivanja niso bili vidni.

Univerzalni mikroskop ima razen vseh teh pripomočkov tudi še možnost za priključitev fotografskega aparata. Tak komplet instrument omogoča fotografiranje vsega, kar je bilo opazovano v okularju, da bi se mogla slika ohraniti kot listina, s katero lahko seznanimo z rezultati raziskovanj tudi druge in ohranimo o njih dokazila. Uporaba fotografskega aparata z majhnimi slikami pomeni veliko prednost zaradi hitrosti snemanja, majhnih stroškov za slike, majhnega skladiščenega prostora v arhivih in obilnih možnosti za slikanje v barvah.

S spektrografsko analizo dopolnjujemo prejšnje podatke, v mnogih primerih pa lahko celo nadomeščamo kemijsko analizo. Za to uporabljamo spektrograf (sl. 9), ki omogoča hitro določitev sestave snovi in vsebino različnih elementov v njej.

S tem hitrim pregledom smo želeli opozoriti na pomoč, ki jo optika lahko daje mehaniki. V posebnih primerih omogočajo optični postopki, da enostavneje, mnogo hitreje in z manj truda dosežemo rezultat, ki bi ga mogla sicer prav tako dati mehanika. V drugih primerih pa z optičnimi postopki dobimo rezultate, ki so s samimi slikami mehanike nedosegljivi.

Zatorej optika mora dobiti svoje mesto v industriji, ne samo v laboratoriju, ampak tudi in predvsem v delavnici.

POPRAVEK: V članku prof. dr. B. Kozine »Gumijaste vzmeti« (SV 1955—3) se mora (na strani 70, v levi koloni, od 12. do 3. vrste spodaj) glasiti pravilno:

»Agregat, težak 400 kp, leži na štirih tirnicah U, ki so dolge po 100 mm in visoke 24 mm; vrtilna hitrost je 1450 vrt/min.

Skupni prerez vzmeti po sliki 7 je:

$$S = 4.100 \text{ mm} \cdot 2.24 \text{ mm} \approx 20\,000 \text{ mm}^2$$

Strižne napetosti, ki znašajo:

$$\tau = \frac{G}{S} = \frac{400}{20000} = 0,02 \text{ kp/mm}^2$$

so dopustne.

Za gumijasto vzmet (prožnost FJ 50) je po diagramu slike 7:

$$y_0 = 3 \text{ mm} (= 0,003 \text{ m}).$$