DK 532.29

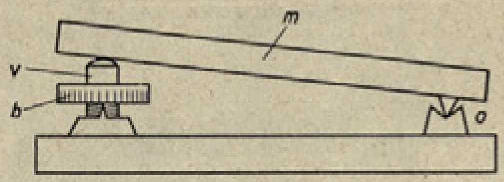
Kontrola libel

HINKO MUREN

Kadar kontroliramo libele, ni problematično, kako bi ugotovili, če libela pravilno kaže vodoravno lego. Vse boljše libele lahko namreč preprosto reguliramo s posebnim regulacijskim vijakom in tako nastavljamo ničelno lego. Pravilnost nastavitve preverjamo s tem, da libelo zasukamo za 180°, pri čemer mora libela obakrat pokazati enak odklon, če ni postavljena vodoravno. V primeru, ko je položena natančno vodoravno, mora seveda zračni mehur v obeh legah libele ostati natančno v sredini.

Težje je ugotoviti napake v delitvi libele. Za to je potreben poseben merilni pripomoček, tako imenovani preizkuševalnik libel. Znane so razne izvedbe, ki v glavnem temelje na principu tangensovega merilnika, kakršen je prikazan na sliki 1. Če bi hoteli napraviti tak preizkuševalnik sami, bi naleteli na vrsto težav. Vijak v za dviganje mize m bi moral biti v natančno znani razdalji od vrtišča mize o, razen tega pa bi za kontrolo zelo občutljivih libel, kakor so npr. astronomske libele, vijak moral imeti zelo majhen vzpon, da bi bilo možno izdelati na bobnu b ustrezno delitev za odčitavanje zasuka. Ker je natančnost našega merilnega pripomočka odvisna od natančnosti vijaka v, mora ta neogibno imeti brušen navoj, ki pa ga je za vzpone manjše od 0,5 mm težko izdelati.

Namesto opisanega specialnega merilnega pripomočka lahko z malenkostno preureditvijo uporabljamo običajen sinusni merilnik za kontrolo konusov in kotov. V nadaljevanju sta opisana dva načina kontrole, ki ju bomo imenovali sinusov in tangensov način zaradi precejšnje sorodnosti z omenjenima trigonometričnima načinoma za meritev kotov. Praktični poizkusi so pokazali, da je zlasti drugi, tangensov način boljši od kontrole s poprej opisanim merilnim pripomočkom



Slika 1

in je pri njem mogoče odčitavati z nekako petkrat večjo natančnostjo, kakršna bi bila potrebna pri kontroli najbolj natančnih libel.

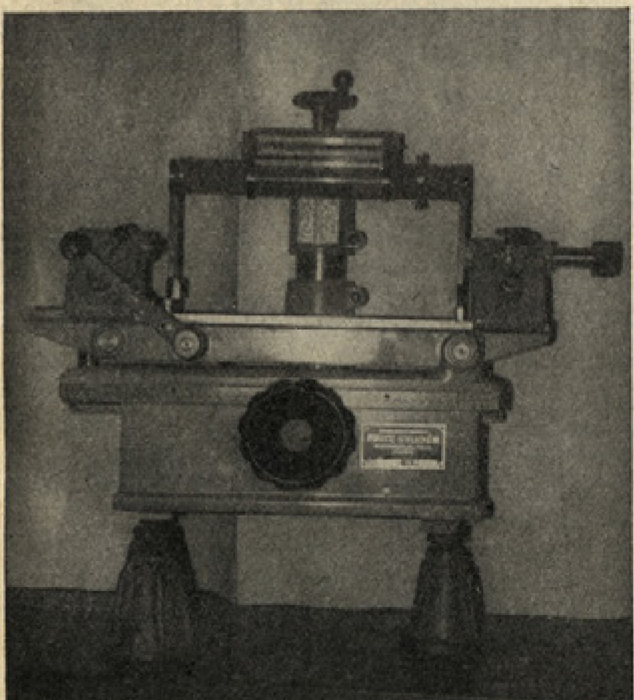
Pri obeh načinih je treba najprej sinusni merilnik preurediti tako, da ga lahko natančno postavimo v horizontalo ali pod nekim zahtevanim manjšim naklonom. Preprosta rešitev je prikazana na slikah 2 do 4, kjer je sinusni merilnik postavljen na tri noge, katerih višino lahko reguliramo z vijakom.

Po sinusovem načinu (slika 2) postavljamo libelo na nagibno mizo sinusnega merilnika, mizo samo pa ustrezno privzdigujemo, tako da podnjo na eni strani podkladamo merilne kladice, podobno kakor pri sinusovem načinu za merjenje stožcev. Kot nagiba libele izračunamo po enačbi:

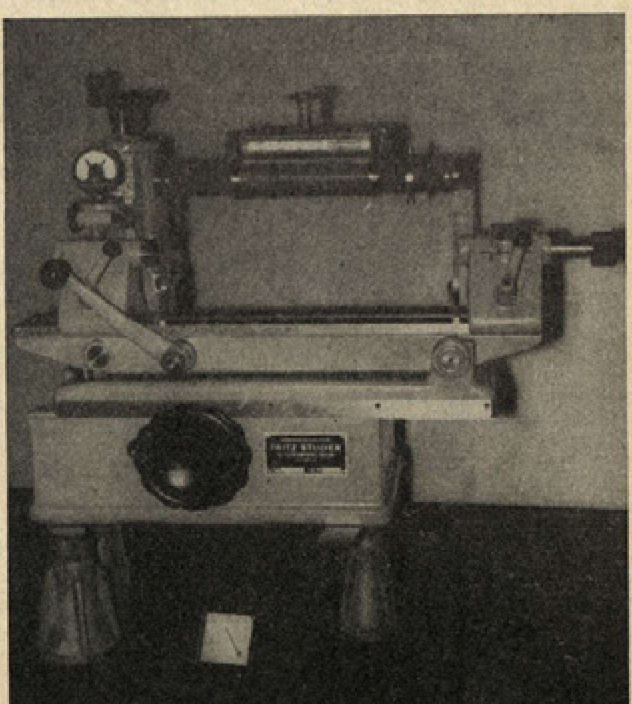
$$\sin \varphi = \frac{h}{S},$$

kjer pomenijo:

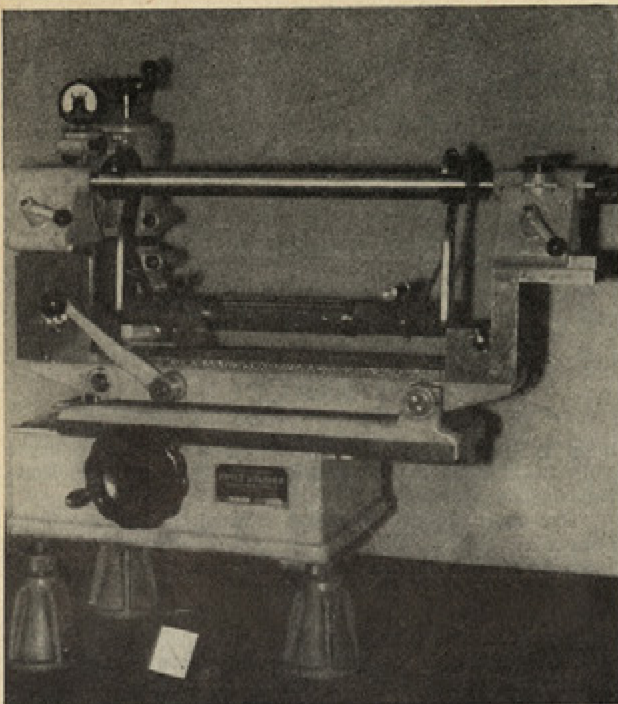
φ ... kot nagiba mize,
h ... skupno debelino merilnih kladic,
S ... konstanto merilnika (= dolžina hipotenuze pravokotnega trikotnika s kotom φ).



Slika 2



Slika 3



Slika 4

Opisani način je dober za kontrolo manj občutljivih libel, kakršne navadno uporabljamo v strojništvu. Največja pomanjkljivost tega načina je v tem, da ne moremo začeti meriti pri kotu $\varphi = 0$, ker se merilne kladice stopnjujejo za vse vrednosti po 0,01 mm šele od 2 mm naprej, po 0,001 mm pa šele od 3 mm dalje. Zaradi tega je treba celotni instrument v začetku postaviti ustrezno poševno in potem računati samo z diferencami kotov. Razen tega je nevarno, da pri vsakokratni menjavi merilnih kladic celotni pripomoček premaknemo iz začetne lege ali pa s kladicami vnesemo kake smeti, ki lahko vplivajo na natančnost meritve.

Mnogo zanesljivejši se je pokazal drugi način, ki bi ga lahko imenovali tangensov, čeprav ta naziv ne ustreza popolnoma. Pri tem načinu (sliki 3 in 4) dvigamo mizo z vijakom, podobno kakor je bilo prikazano na sliki 1, samo da ta vijak nima merilnega bobna. Koliko se je pri tem nagibna miza dvignila, kaže komparator, ki se s tipalom dotika zgornje ploskve na konjičku, ta pa mora biti seveda obdelana natančno paralelno z mizo.

Pri nastavitvi merilnega pripomočka za ta drugi način kontrole se pojavlja najprej težava, kako naj nastavimo komparator v neko natančno znano razdaljo L od vrtišča mize, ker je od tega močno odvisna natančnost poznejših meritev. Ta problem je mogoče rešiti tako, kakor je shematično prikazano na slikah 5 in 6.

Najprej komparator dvignemo, da se ne dotika več konjička. Na zgornjo ploskev konjička postavimo merilno kladico debeline E (npr. 30 mm) in komparator nastavimo tako, da stoji na ničli. Miza sama je bila pri tem v vodoravni legi, povsem spuščena na sani (slika 5).

Nato merilno kladico E previdno snamemo, mizo privzdignemo in spodaj podstavimo merilno kladico debeline F. Debelino te merilne kladice izračunamo po enačbi:

$$F = S \,.\, \cos \left[\arcsin \frac{K}{\sqrt{L^2 + (K+E)^2}} + \right.$$

$$\left. + \arcsin \frac{L}{\sqrt{L^2 + (K+E)^2}} \right]$$

Tu pomeni S že znano konstanto sinusnega merilnika, ostale vrednosti pa so razvidne z obeh slik 5 in 6.

Če bi komparator v tej drugi legi (slika 6) ostal v ničelnem položaju, bi to pomenilo, da je njegovo tipalo v oddaljenosti L od vrtišča mize, torej v zahtevani razdalji. V nasprotnem primeru premikamo sani sinusnega merilnika toliko časa v vodoravni smeri, da pride komparator tudi pri poševni legi mize (slika 6) v ničelni položaj. S tem je sinusni merilnik pripravljen za kontrolo libel.

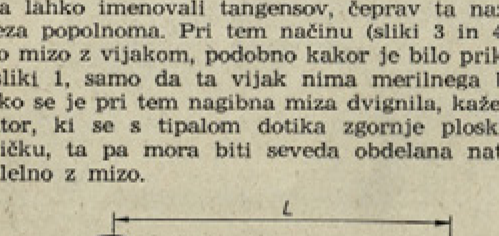
Če želimo kontrolirati določeno libelo, jo lahko postavimo na mizo stroja (slika 3), lahko pa jo tudi obesimo na ustrezno os, če je to potrebno zaradi konstrukcije libele (slika 4 — kontrola astronomske libele za največje natančnosti). Nagib mize odčitavamo na komparatorju, ki ga nastavimo tako, da je v začetnem položaju, kadar je miza povsem spuščena.

Če smo mizo dvignili za kot φ, se tipalo komparatorja privzdigne za višino H (slika 7), ki jo odčitamo na skali komparatorja. Kot φ bi lahko izračunali iz odčitka H po enačbi:

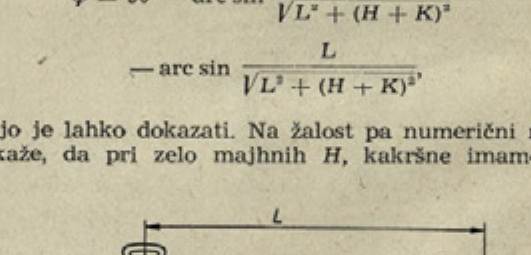
$$\varphi = 90^\circ - \arcsin \frac{K}{\sqrt{L^2 + (H+K)^2}} -$$

$$- \arcsin \frac{L}{\sqrt{L^2 + (H+K)^2}},$$

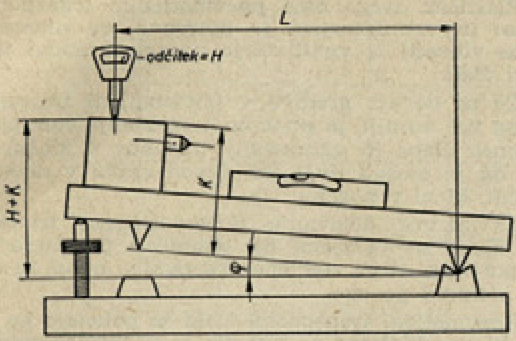
ki jo je lahko dokazati. Na žalost pa numerični račun pokaže, da pri zelo majhnih H, kakršne imamo pri



Slika 5



Slika 6



Slika 7

zelo občutljivih libelah, s sedemdecimalnimi tabelami za trigonometrične funkcije po tej enačbi kota φ ne moremo izračunati dovolj natančno.

S slike 7 lahko dobimo tudi naslednjo enačbo:

$$H + K - \frac{K}{\cos\varphi} = L \,.\, \mathrm{tg}\,\varphi$$

Iz te enačbe je spet mogoče izračunati kot φ, vendar dobimo za prakso zelo neprimerno obliko. Ker pa za zelo majhne kote φ lahko postavimo $\cos\varphi \approx 1$, se zgornja enačba poenostavi v

$$\mathrm{trg}\,\varphi \approx \mathrm{arc}\,\varphi \approx \frac{H}{L}$$

Numerični preizkus pokaže, da je tako narejena napaka tudi za najbolj občutljive libele dopustna in zato smemo naš preurejeni preizkuševalnik libel imeti za proprost tangensov merilnik, čeprav se tipalo komparatorja dotika zgornje ploskve konjička namesto ploskve, ki bi bila paralelna z mizo in bi šla skozi vrtišče mize.

Avtorjev naslov: doc. ing. Hinko Muren,
Fakulteta za strojništvo,
Ljubljana

DK 621.867.8

Pnevmatični transportni žleb

(ZRAČNA DRČA)

NEDELJKO PERIĆ

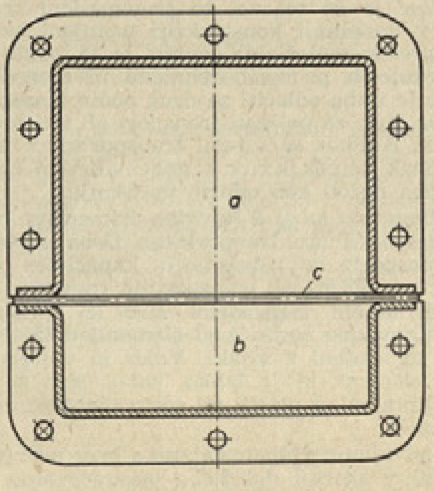
1. Navzdol nagnjen pnevmatični transportni žleb

Uvod

Pnevmatični transportni žleb je za prašen material transportna naprava brez konkurence. Nenadomestljivi so pnevmatični transportni žlebovi za ekonomičen notranji transport med posameznimi obrati, posebno pa so zelo prikladni pri uporabi za rinfuzno nakladanje, pri katerem naj doseže storilnost do 300 t/h. Pnevmatični transportni žleb je najbolj ekonomično transportno sredstvo zaradi majhne porabe pogonske moči, preproste izvedbe in načina delovanja, zanesljivosti med pogonom in čuvanjem materiala, ki ga transportiramo. Nobeni gibljivi deli ne prihajajo v dotiko s transportnim materialom, kar pomeni njegovo varovanje, obenem pa seveda dolgo življenjsko dobo za napravo. Najbolj dobrodošlo pa je, da se s pnevmatičnim transportnim žlebom transportira brez prahu. Pnevmatični transportni žlebovi so se zelo dobro obnesli v industriji cementa. Razen tega so v rabi v živilski industriji in za transport elektrofiltrskega pepela. Načelo, na katerem temelji delovanje pnevmatičnega transportnega žleba, je, da se prašna gmota, v kateri je kapilarno porazdeljen zrak, obnaša kakor tekočina. Pri kapilarno pomešanem zraku obdaja le-ta do določene mere vsako zrno prahu. To zračno obdajanje onemogoča medsebojno sprijemanje prašnih delcev in zmanjšuje trenje na površini žleba toliko, da dobiva zmes prahu in zraka lastnost tekočine, obenem pa nastaja med porozno ploščo in materialom tenka zračna blazina, kakršna odteka na rahlo nagnjeni ploskvi. Da se onemogoči medsebojno razdvajanje prenesene gmote in zraka, je potrebna enakomerna kapilarna porazdelitev zraka po vsej transportni poti, in to s tem, da je na vsaki točki pod porozno ploščo ali platnom enak tlak.

Potrebni stisnjeni zrak se dobiva iz ventilatorjev ali kompresorjev.

Medtem ko so se predvsem uveljavili pnevmatični transportni žlebovi na ventilacijski pogon, se tak žleb s kompresorskim pogonom uporablja le tam, kjer imamo opravka s sorazmerno kratkimi transportnimi razdaljami in je pri njegovem vgrajevanju na razpolago kompresorski tlak.



Sl. 1. *Prerez pnevmatičnega transportnega žleba*

Opis

Za boljši prikaz funkcije pnevmatičnega transportnega žleba je v naslednjem podan kratek opis delovanja. S slike 1 je razvidno, da je to zaprto žlebasto korito v štirikotni obliki, ki je s porozno ploščo ali tkanino razdeljeno na dva prostora. Zgornji prostor (a) je prostor za transport gmote, ki jo lahko označimo kot zmes materiala in zraka. Spodnji prostor (b) pa je prostor, v katerega se dovaja zrak. Med obema prostoroma (a in b) je vstavljena porozna mineralna plošča (kremenčeva siga) ali tkanina, na kateri leži prašna gmota, ki jo transportiramo. Z ventilatorjem v spodnji prostor (b) vpihavamo zrak, ki prehaja porazdeljen skozi porozno ploščo ali tkanino po vsej dolžini žleba v gornji prenosni prostor (a) in s tem tudi v gmoto, ki jo prenašamo. S tem prehaja gmota, kakor je že navedeno, v stanje, ki je podobno tekočinskemu, hkrati pa se pojavlja tenka zračna blazina med porozno ploščo in gmoto; ker je žleb položen po