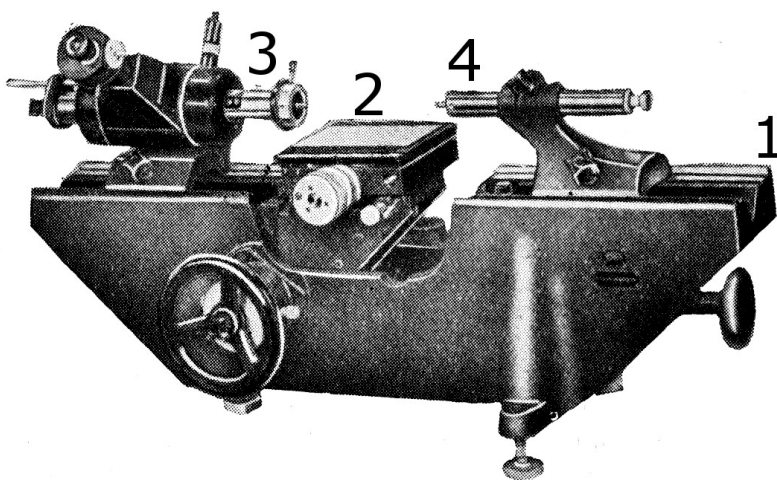


Střední průmyslová škola v Teplicích

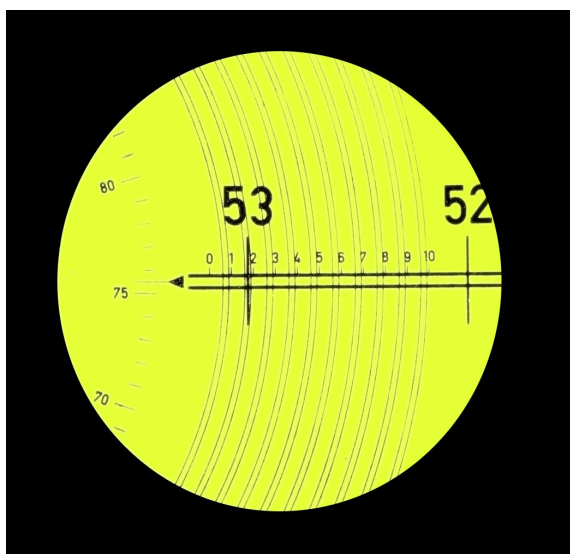
Předmět: Kontrola a měření ve strojírenství

ÚLOHA: 3.1.3 MĚŘENÍ STYČNÉ CHYBY SESTAVENÍ ZÁKLADNÍCH MĚREK NA UNIVERZÁLNÍM DÉLKOMĚRU ZEISS

Univerzální délkoměr firmy Carl Zeiss (Jena, Německo) obr.1 umožňuje měření vnějších i vnitřních rozměrů součástí a závitů dotykovou metodou. Přístroj se skládá z lože (1), předmětového stolku (2), měřicí hlavice (3) a koníku (4). Předmětový stolek má veškeré pohyby k exaktnímu měření různých geometrických tvarů součástí. Měřicí hlavice se skládá z měřicí pinoly, lehce pohyblivé na kuličkových lůžkách, se zabudovaným měřítkem délky 100 mm, z odečítacího spirálového mikroskopu, osvětlovače a závaží k nastavení konstantního měřicího tlaku.



obr. 1 Univerzální délkoměr Zeiss



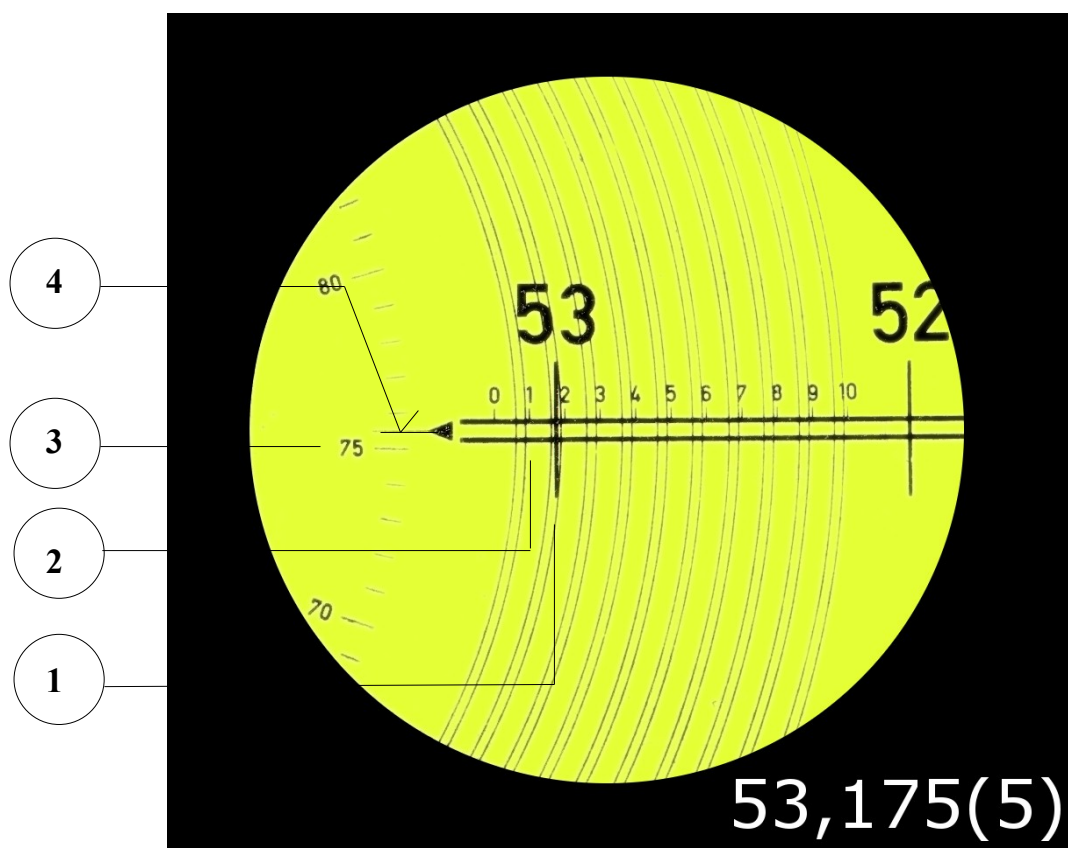
obr. 2 Zorné pole okuláru mikroskopu

Spirálový mikroskop má v okuláru viditelné dvě destičky: otočnou a pevnou. Na otočné destičce je desetichodá Archimédova spirála, jejíž stoupání je 0,1 mm. Otočná destička je uložena excentricky k optické ose mikroskopu, takže v zorném poli okuláru mikroskopu (obr. 2) vidíme pouze její část, která se nám jeví jako soustava soustředných kruhů. Dále je na otočné destičce kruhová stupnice ke čtení setin a tisícín milimetru, rozdělená na 100 dílků. Jeden dílek této stupnice, jehož zdánlivá velikost v mikroskopu je 6 mm, představuje hodnotu 1 μ m. Na pevné destičce je stupnice, na které se čtou desetiny milimetru.

Pohybem točítka se dvojitá čárka libovolného chodu spirály nastaví na čárku milimetrové stupnice měřítka, která je vidět v zorném poli okuláru. Měřená hodnota se pak zjistí z dílčích čtení:

Příklad zjištění měřené hodnoty (odpovídá obr. 3):

1. Milimetry jsou dány čárkou měřítka symetricky nastavenou vzhledem ke dvojitě spirále 53,000 0 mm
 2. Desetiny milimetru jsou dány nižším číslem z obou hodnot (zde: 0,1 - 0,2) desetinné stupnice, mezi kterými je čárka milimetrového měřítka 0,100 0 mm
 3. Setiny a tisíciny milimetru jsou dány ukazovatelem na kruhové stupnici 0,075 0 mm
 4. Desetitisíciny milimetru se odhadují 0,000 (5) mm
- Výsledné čtení: 53,175 (5) mm



obr. 3 Postup zjištění měřené hodnoty

část b)

Určete krajní chybu měření každého ze sestavených rozměrů (dle příkladu na obr. 4) pro nejistotu měření $\alpha=0,27\%$ a počet měření $n=10$. Použijte Studentův koeficient z tab. 1. Výsledky měření porovnejte s teoreticky předpokládanou hodnotou.

Hodnoty Studentova koeficientu

Počet n měření	$\alpha=5\%$ $P=95,0\%$	$\alpha=1\%$ $P=99,0\%$	$\alpha=0,27\%$ $P=99,73\%$
	$t_5\%, n$	$t_1\%, n$	$t_{3\%}, n$
3	4,30	9,92	19,21
4	3,18	5,84	9,22
5	2,78	4,60	6,62
6	2,57	4,03	5,51
7	2,45	3,71	4,90
8	2,37	3,50	4,53
9	2,31	3,36	4,27
10	2,26	3,25	4,09
11	2,23	3,17	3,96
12	2,20	3,11	3,85
13	2,18	3,06	3,76
14	2,16	3,01	3,69
15	2,15	2,98	3,63
16	2,13	2,95	3,58
18	2,11	2,90	3,50
20	2,09	2,86	3,45
.	.	.	.
.	.	.	.
$+\infty$	1,96	2,58	3,00

tab. 1 (Zdroj: Česká metrologická společnost: Úvod do metrologie, Praha 1997)

Příklad výpočtu výsledku z deseti měření délky

Počet měření: $n=10$		měřicí jednotka: μm	
Pořadí měření	x_i	$x_i - \bar{x} = \Delta_i$	Δ_i^2
1	10,283	-0,010 9	0,000 118 81
2	10,315	+0,021 1	0,000 445 21
3	10,292	-0,001 9	0,000 003 61
4	10,278	-0,015 9	0,000 252 81
5	10,302	+0,008 1	0,000 065 61
6	10,289	-0,004 9	0,000 024 01
7	10,295	+0,001 1	0,000 001 21
8	10,308	+0,014 1	0,000 198 81
9	10,280	-0,013 9	0,000 193 21
10	10,297	+0,003 1	0,000 009 61
$\sum_{i=1}^n x_i = 102,939$		$\sum_{i=1}^n \Delta_i = 0$	$\sum_{i=1}^n \Delta_i^2 = 0,00131290$

Aritmetický průměr

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{102,939}{10} = 10,2939$$

Směrodatná odchylka jednoho měření

$$s = \sqrt{\frac{\sum \Delta_i^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,0013129}{9}} \cong 0,012$$

Směrodatná odchylka aritmetického průměru

$$s_x = \frac{s}{\sqrt{n}} \cong \frac{0,012}{\sqrt{10}} \cong 0,0038$$

Krajní chyba (pro $n=10$ a $\alpha=3\%$)

$$\chi_{\bar{x}} = 4,09s_x \cong 0,016$$

Výsledek měření

$$L = (10,294 \pm 0,016)\mu\text{m}$$

Obr. 4 (Zdroj: Česká metrologická společnost: Úvod do metrologie, Praha 1997)

Pozn.: V současnosti se v průmyslu univerzální délkoměr Zeiss používá zpravidla v digitalizovaném provedení.