

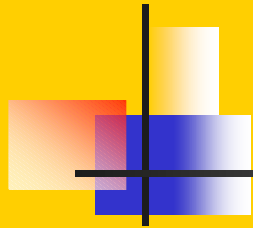


Tolerancje i pomiary gwintów

Prof. Eugeniusz Ratajczyk

1. Parametry gwintów,
2. Tolerancje gwintów,
3. Oznaczanie gwintów na rysunkach,
4. Metody pomiaru gwintów zewnętrznych:
 - średnicy podziałowej d_2 ,
 - średnic d_1 i d ,
 - skoku P_h ,
 - kąta zarysu α .

Tolerancje i pomiary gwintów



d - średnica zewnętrzna,

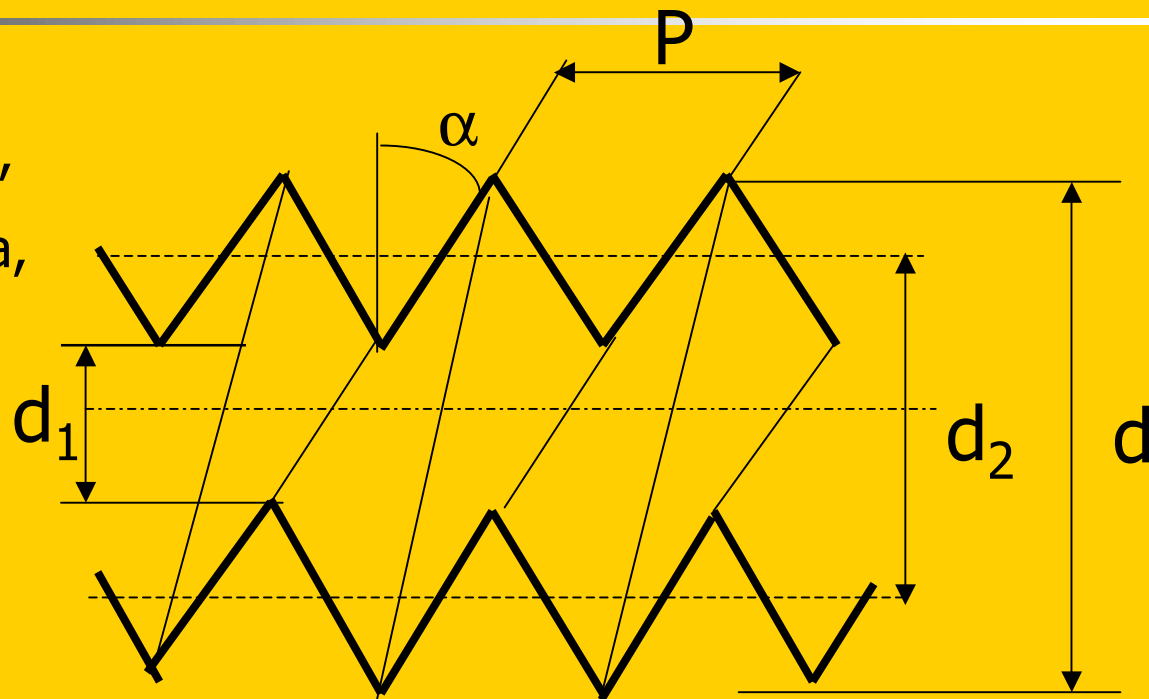
d_2 - średnica podziałowa,

d_1 - średnica wewnętrzna (rdzenia)

P_h - skok,

P - podziałka,

α - pół kąt zarysu



Zarys teoretyczny gwintu zewnętrznego

Tolerancje i pomiary gwintów

Parametry

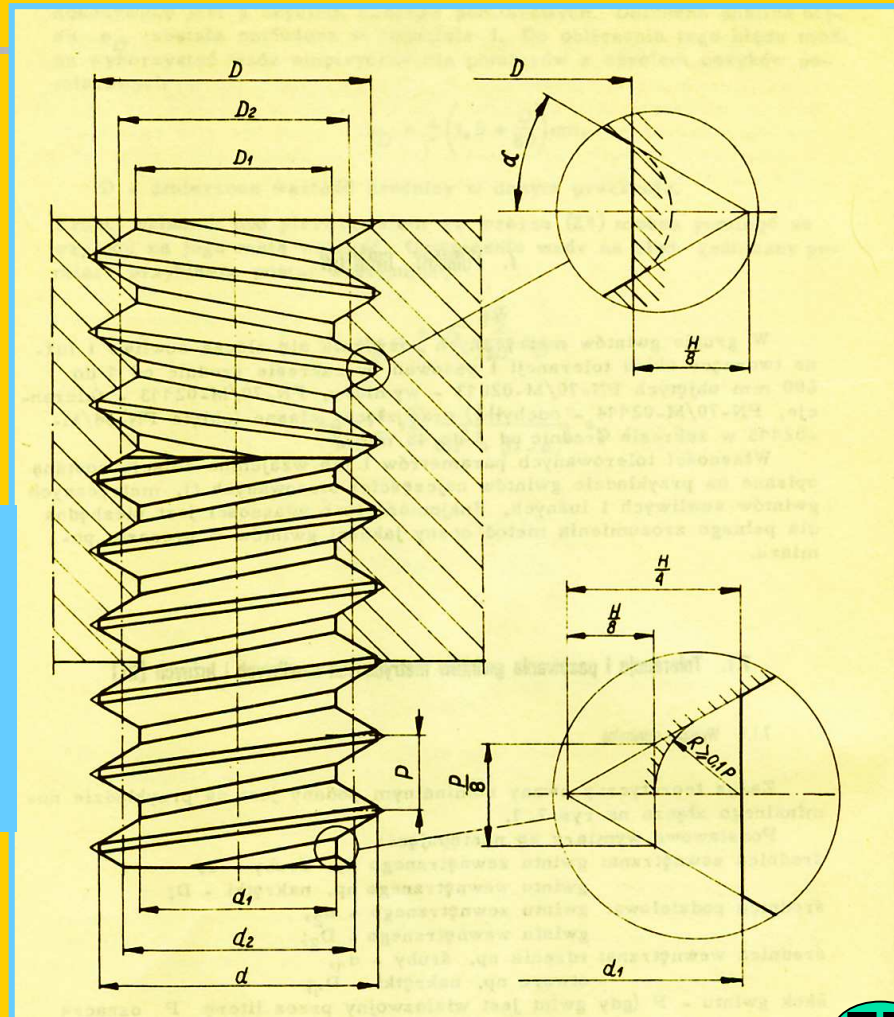
gwint zewnętrzny, np. śruba

d - średnica zewnętrzna,
 d_2 - średnica podziałowa,
 d_1 - średnica wewnętrzna (rdzenia)

gwint wewnętrzny, np. nakrętka

D - średnica zewnętrzna,
 D_2 - średnica podziałowa,
 D_1 - średnica wewnętrzna (otworu)

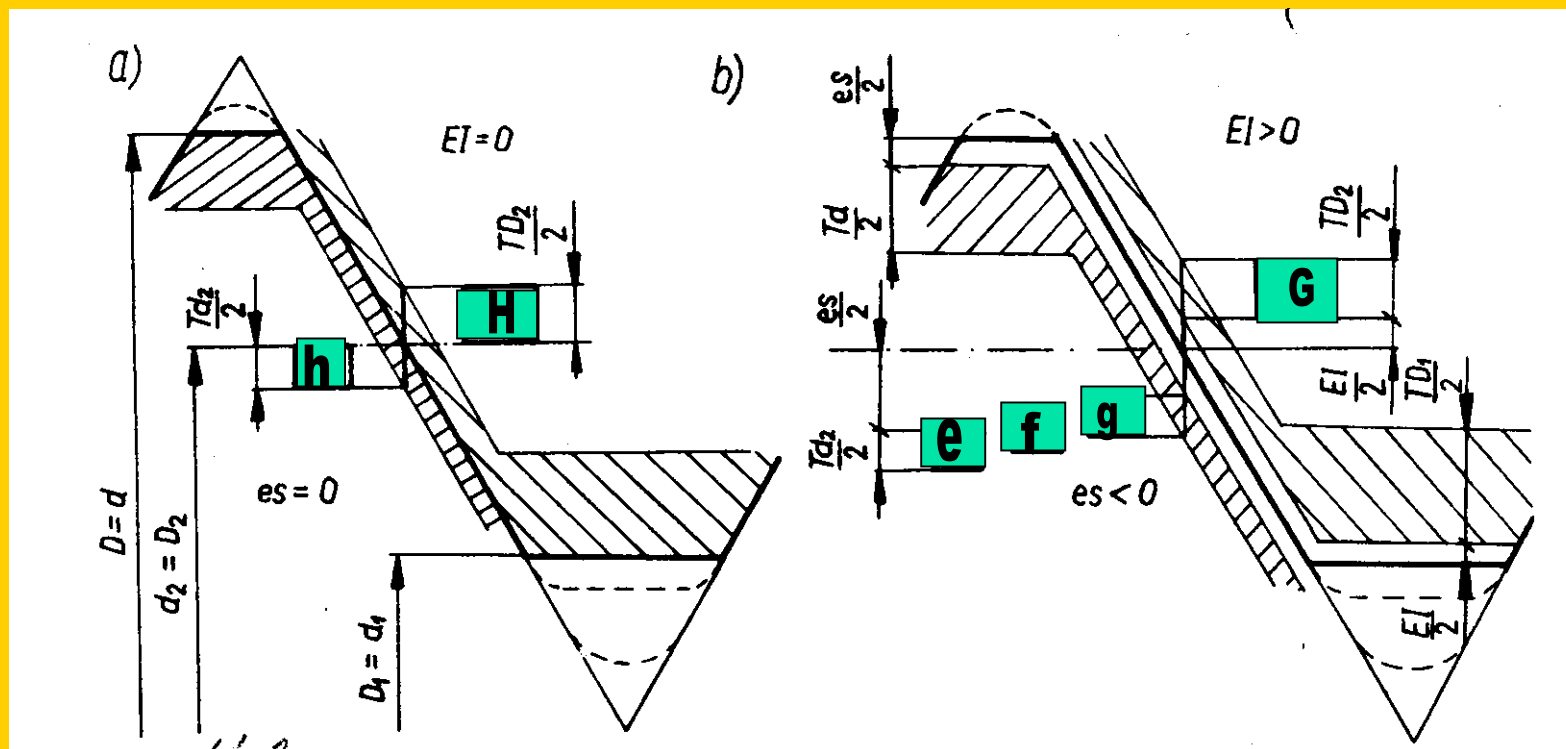
P_h - skok,
 P - podziałka,
 α - pół kąt zarysu



Tolerancje i pomiary gwintów

Tolerancje

Tolerowane średnice: T_d, T_{d_2}
 TD_1, TD_2



Złącze suwliwe H/h

Złącze luźne

Tolerancje i pomiary gwintów

Własności układu tolerancji i pasowań

1. $TD_2 > Td_2$ $TD_2 = 1,34Td_2$

2. Odchyłki podstawowe

$$EI_G = |es_g| = f(P) = 15 + 11P \text{ } \mu\text{m}, \quad P \text{ w mm}$$

$$EI_H = 0$$

$$es_h = 0$$

$$EI_G = 15 + 11P$$

$$es_g = -(15 + 11P)$$

EI – odchyłka dolna (*ecart interier*)

$$es_f = -(30 + 11P)$$

es – odchyłka górna (*ecart superieur*)

$$es_e = -(50 + 11P)$$

3. Długości skręcania: S-mała, N-średnia, L-duża

$$L_N \text{ min} = 2,24 P d^{0,2}$$

$$L_N \text{ max} = 6,7 P d^{0,2}$$

Tolerancje i pomiary gwintów

Własności układu tolerancji i pasowań

4. Szeregi tolerancji

d_2	3	4	5	6	7	8	9
d		4		6		8	
D_2		4	5	6	7	8	
D_1		4	5	6	7	8	

$$5. T_{d2(6)} = 90 P^{0,4} d^{0,1} \frac{T_{d2(x)}}{T_{d2(x-1)}} \approx 1,26$$

6. Zaokrąglenie zarysu dna wrębu $R_{\min} = 0,125P$

Tolerancje i pomiary gwintów

Oznaczanie gwintów na rysunkach

- symbol M,
- średnica znamionowa (d,D)
- wymiar nominalny podziałki, jeśli jest inna niż zwykła,
- oznaczenie szeregu tolerancji i symbol położenia pola
najpierw d_2 (d) a potem $D_2(D_1)$,
*jeśli oznaczenia dla obu średnic jest takie samo to podaje się jedno
oznaczenie*
- symbol długości skręcenia, jeśli jest inna niż średnia.

Przykład M6 x 0,75 – 5h6h-S

Tolerancje i pomiary gwintów

Oznaczanie gwintów na rysunkach

Przykłady

M20 x 2 - 5H - S

M20 x 2 - 6H/5g6g

M6 - 7H/7g - L

M6 x 0,75 - 5h6h - S- LH LH-*gwint lewozwojny*

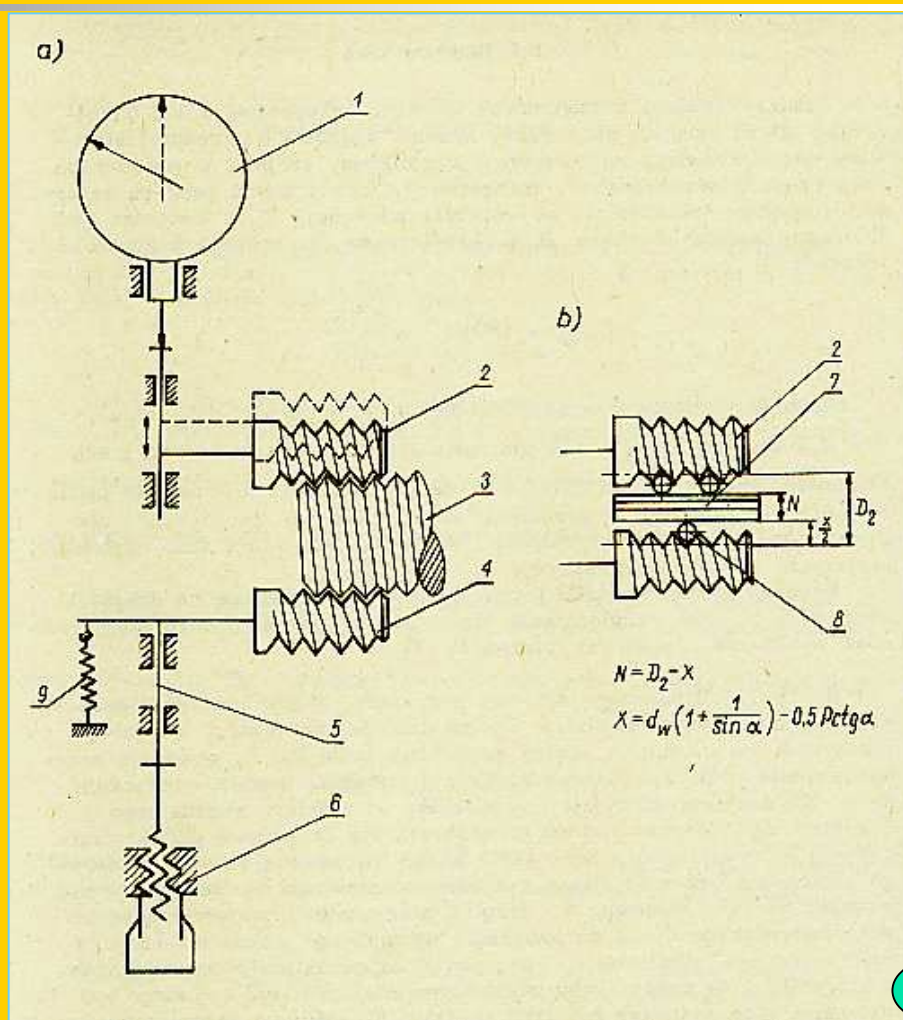
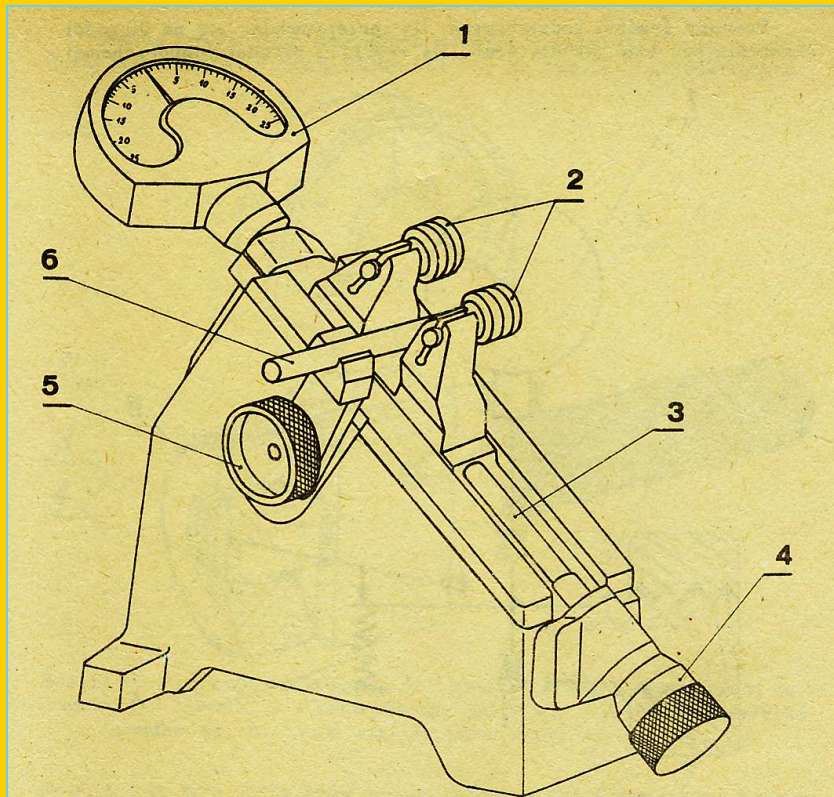
Przykład obliczeniowy

Wyznaczyć L_{\max} i L_{\min} na średnicy podziałowej złącza

M20 x 2 - 6H/6g

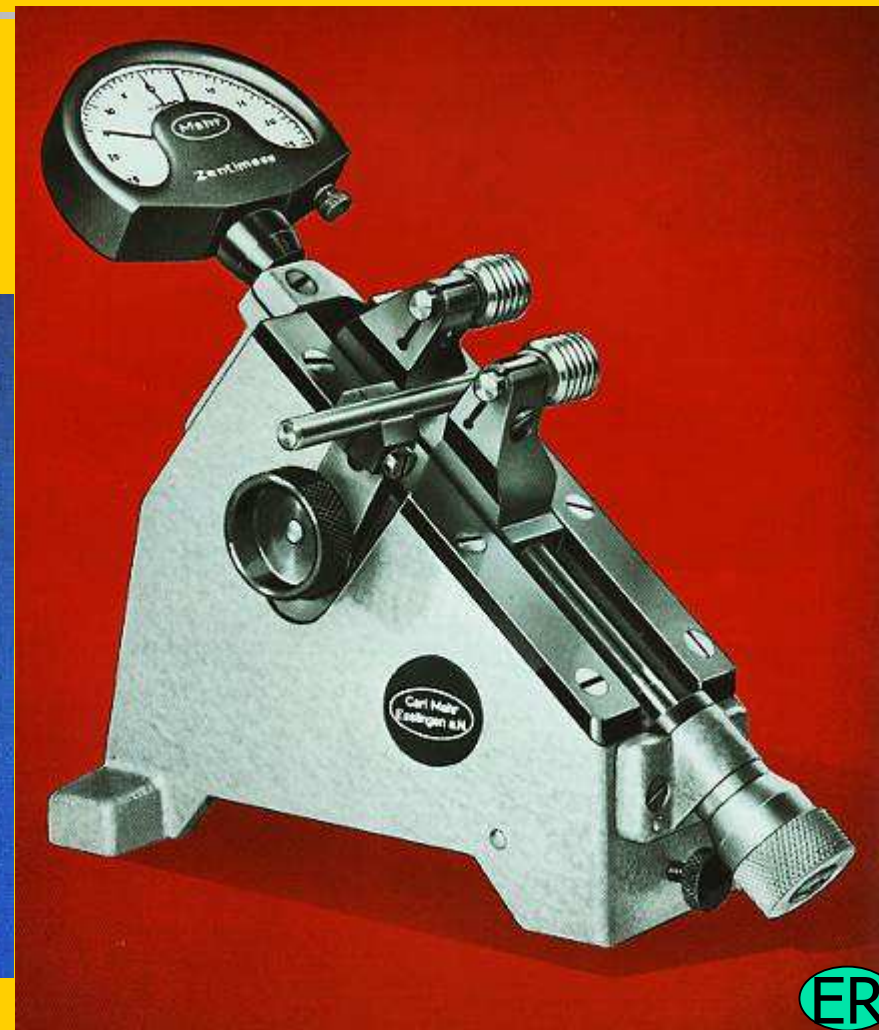
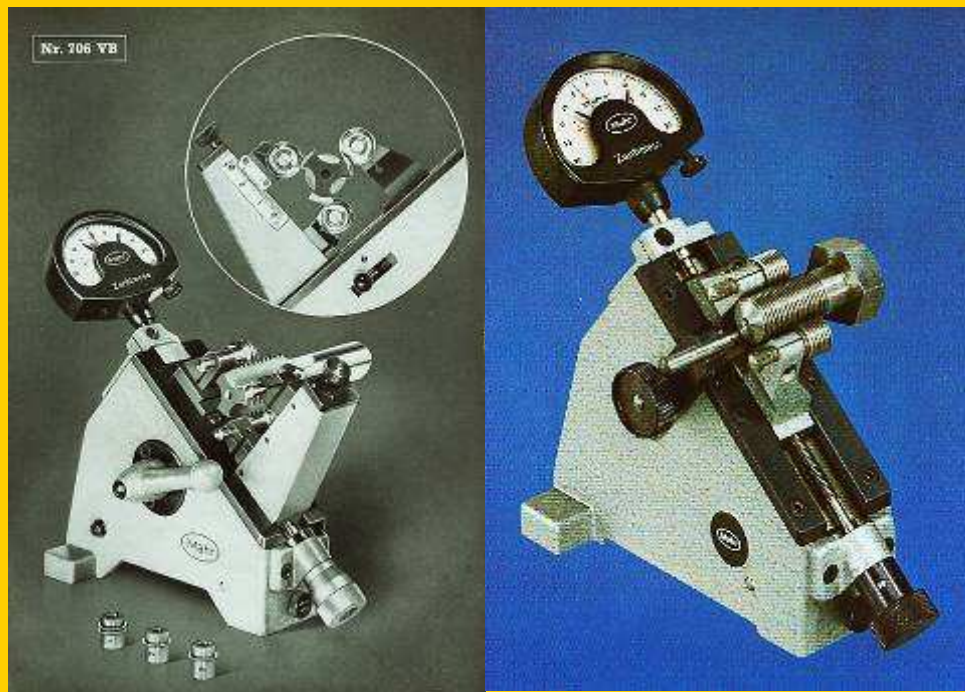
Tolerancje i pomiary gwintów

Pomiary średnicy podziałowej z uwzględnieniem δP i $\delta \alpha$



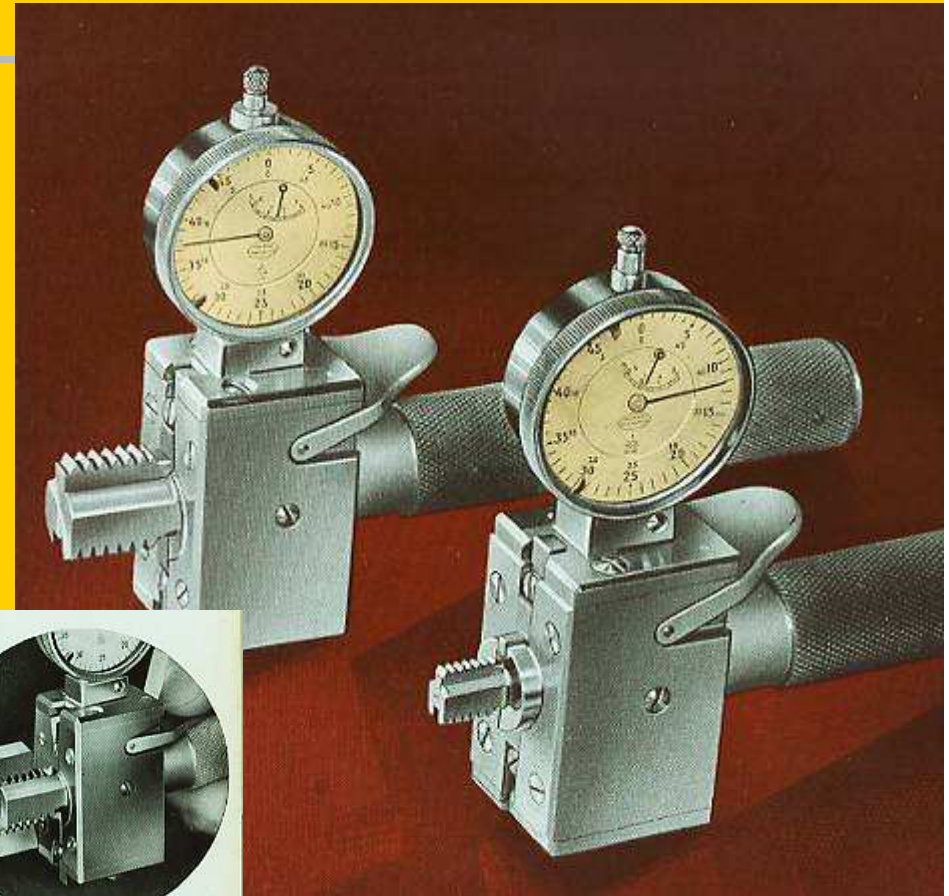
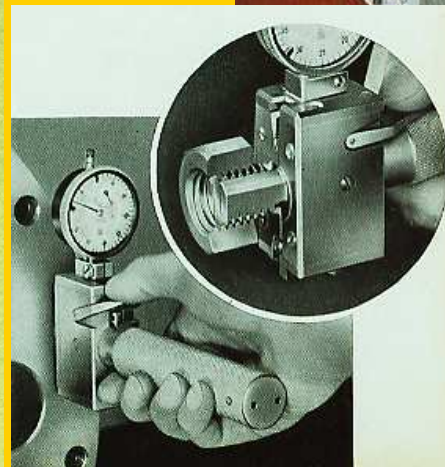
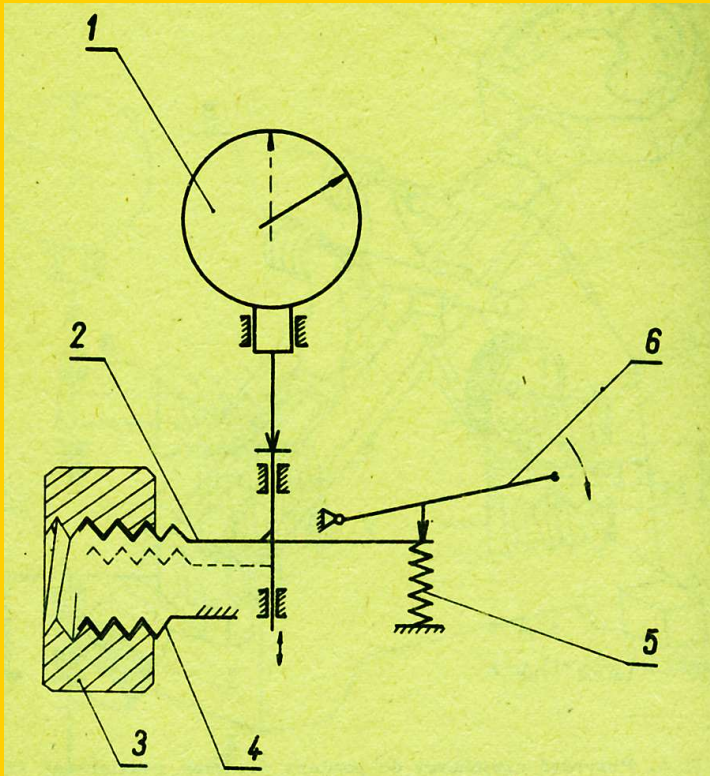
Tolerancje i pomiary gwintów

Pomiary średnicy podziałowej
Z uwzględnieniem δP i $\delta \alpha$



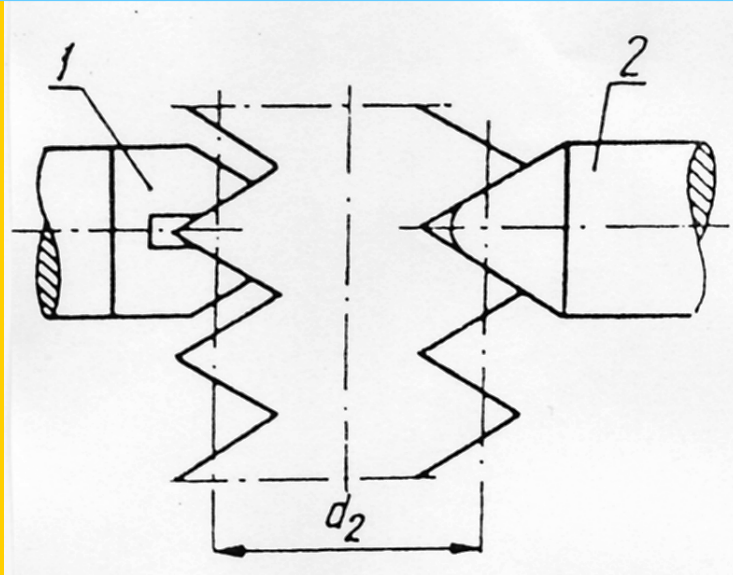
Tolerancje i pomiary gwintów

Pomiary średnicy podziałowej
Z uwzględnieniem δP i $\delta \alpha$

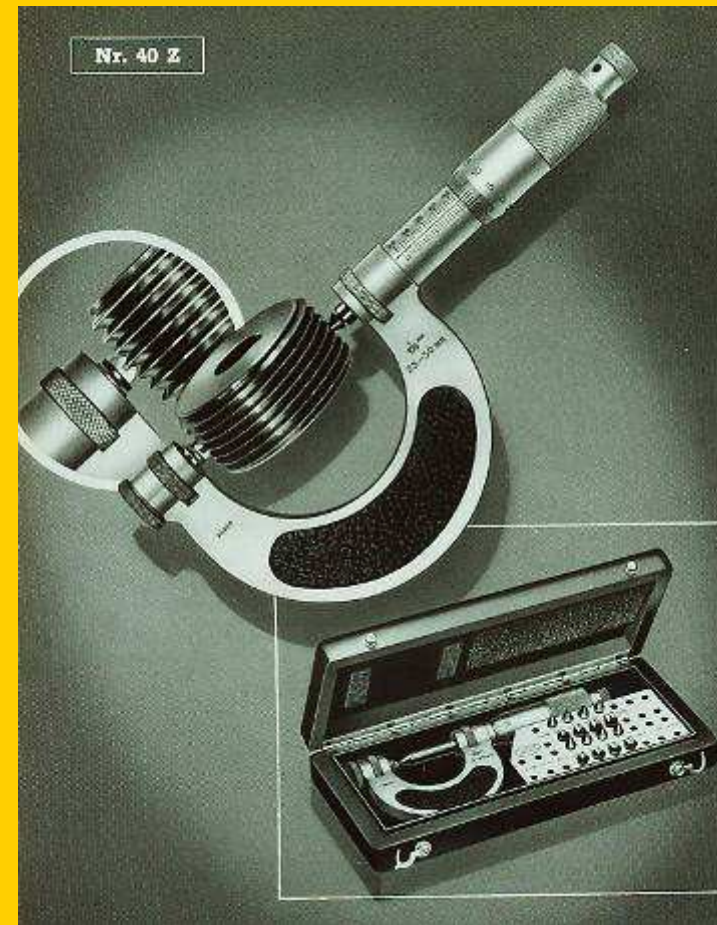


Tolerancje i pomiary gwintów

Pomiary średnicy podziałowej w danym przekroju

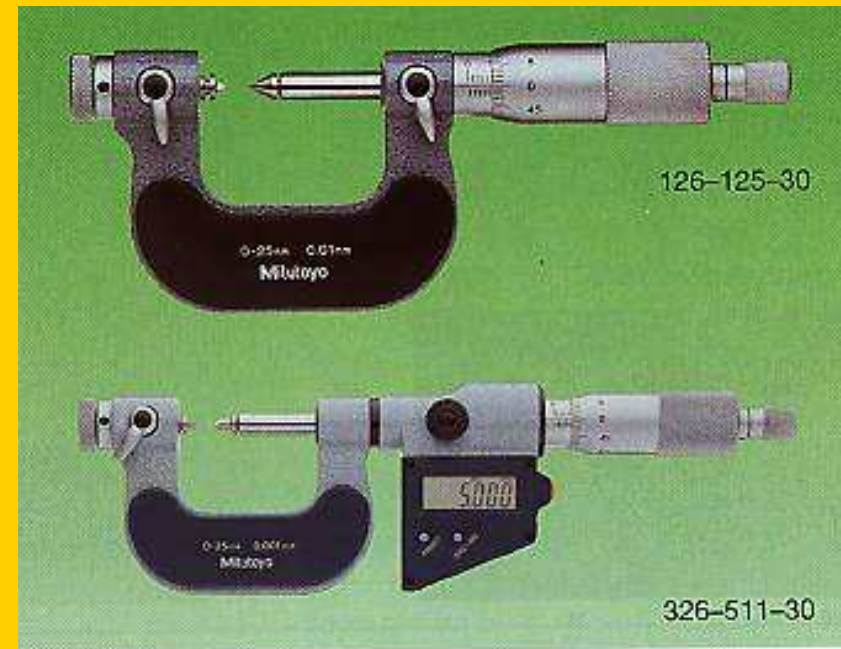
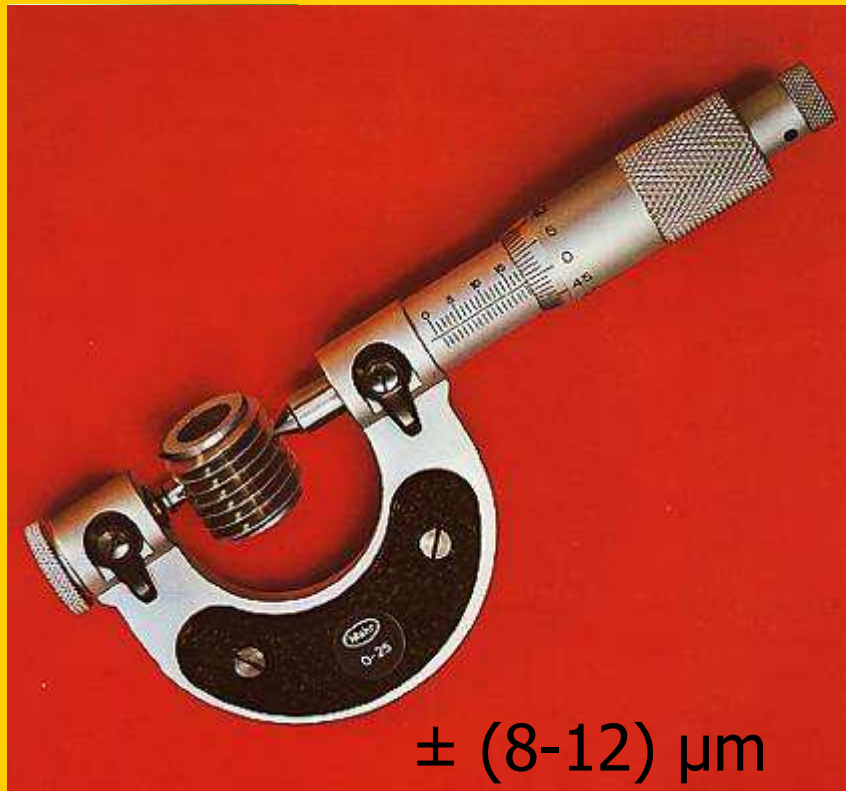


Mikrometrem do gwintów



Tolerancje i pomiary gwintów

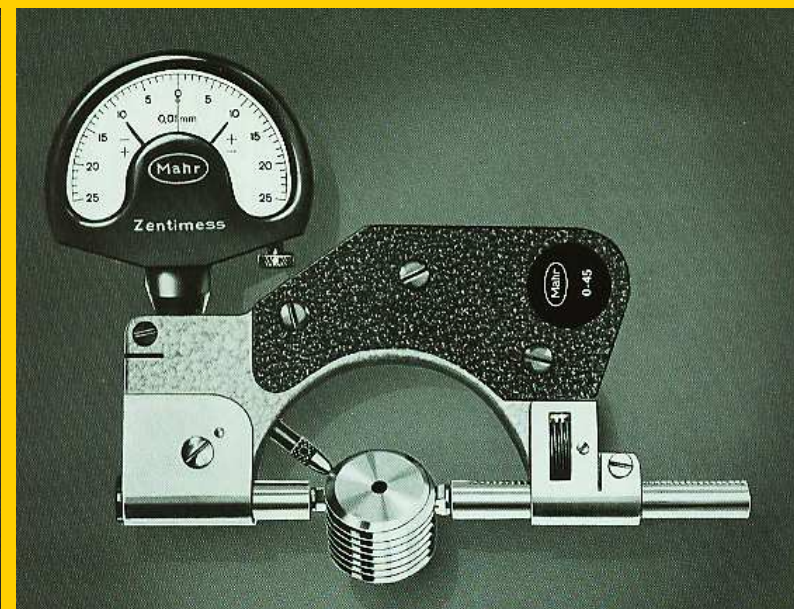
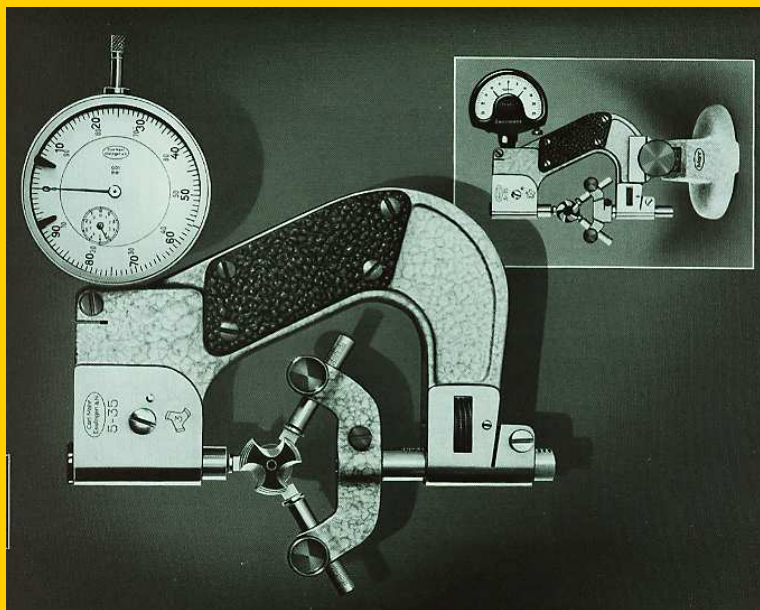
Pomiary średnicy podziałowej w danym przekroju



Mikrometrem do gwintów

Tolerancje i pomiary gwintów

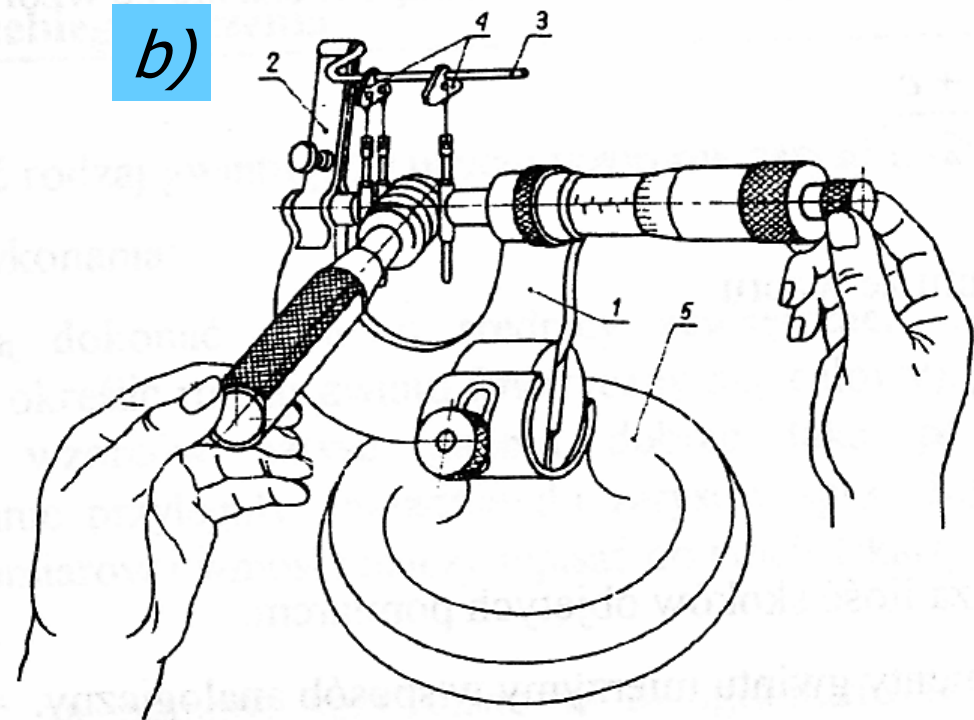
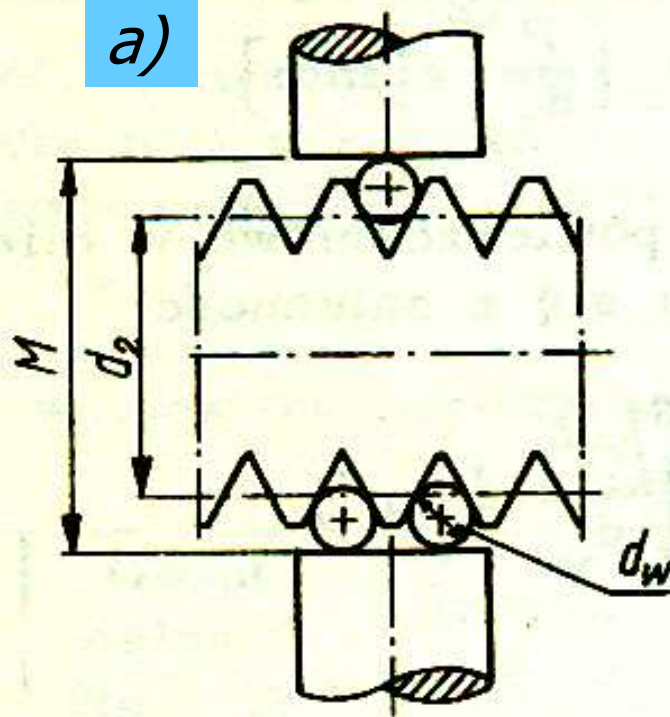
Pomiary średnicy podziałowej
w danym przekroju



Przyrządami czujnikowymi

Tolerancje i pomiary gwintów

Pomiary średnicy podziałowej d_2 metodą trójwałeczkową



Tolerancje i pomiary gwintów

Pomiary średnicy podziałowej d_2 metodą trójwałeczkową

$$d_2 = M - d_w \left(1 + \frac{1}{\sin \alpha} \right) + \frac{P}{2} \operatorname{ctg} \alpha + \sum p_i$$

gdzie: $\sum_{i=1}^{i=5} p_i$ – suma poprawek :

P_1 – poprawka wynikająca ze skrećania się wałeczków w bruzdach gwintu,

P_2 – poprawka wynikająca z ugięć sprężystych,

P_3 – poprawka kompensująca wymiar wałeczka,

P_4, P_5 – poprawki wynikające z błędów skoku δP i kąta $\delta \alpha$

M – wartość zmierzona metodami stykowymi

d_w – średnica wałeczków, α – pół kąt zarysu gwintu

Tolerancje i pomiary gwintów

Pomiary średnicy podziałowej d_2 metodą trójwałeczkową

Gwintu metrycznego ($\alpha=30^\circ$)

$$d_2 = M - 3dw + 0,866P_h + \sum_{i=1}^{i=5} p_i$$

Gwintu calowego ($\alpha=27^\circ 30'$)

$$d_2 = M - 3,1657dw + 0,9605P_h + \sum_{i=1}^{i=5} p_i$$

Tolerancje i pomiary gwintów

Pomiary średnicy podziałowej d_2 metodą trójwałeczkową

Poprawki

Poprawka wynikająca ze skręcania się w bruzdach gwintu

dla gwintu metrycznego

$$p_1 = -0,076 d_w \left(\frac{P}{d} \right)^2 \text{ mm}$$

dla gwintu calowego

$$p_1 = -0,0863 d_w \left(\frac{P}{d} \right)^2 \text{ mm}$$

Tolerancje i pomiary gwintów

Pomiary średnicy podziałowej d_2 metodą trójwałeczkową

Poprawki

Poprawka kompensująca ugięcia sprężyste

$$p_2 = 0,863 \sqrt{\frac{Q^2}{d_w}} \mu m$$

gdzie: Q – nacisk pomiarowy w N

*Poprawki wynikające z błędów skoku δP [$p_3=f(\delta P)$]
i z błędów kąta $\delta \alpha$ [$p_4=f(\delta \alpha)$]*

Tolerancje i pomiary gwintów

Pomiary średnicy podziałowej d_2 metodą trójwałeczkową

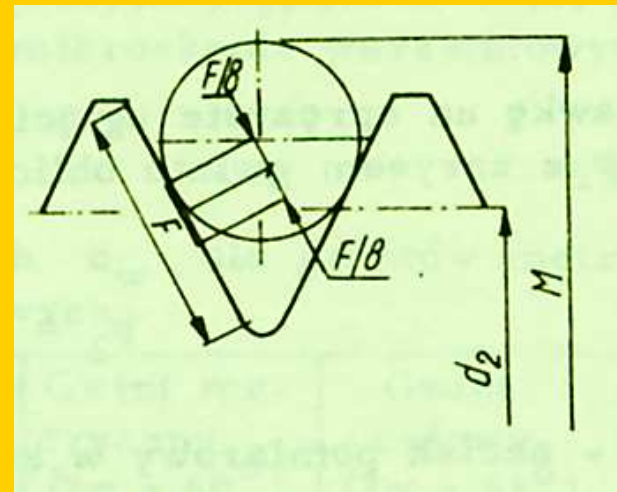
Poprawki

Poprawka kompensująca różnicę między średnicą nominalną waleczka d_{wo} a średnicą rzeczywistą waleczka d_w

$$p_5 = f(d_{wo} - d_w)$$

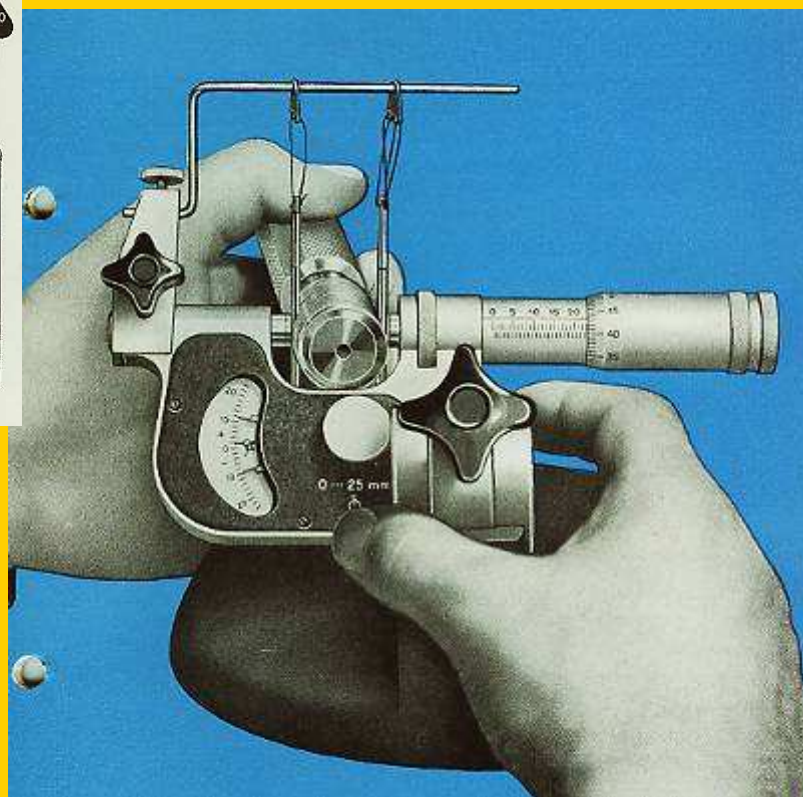
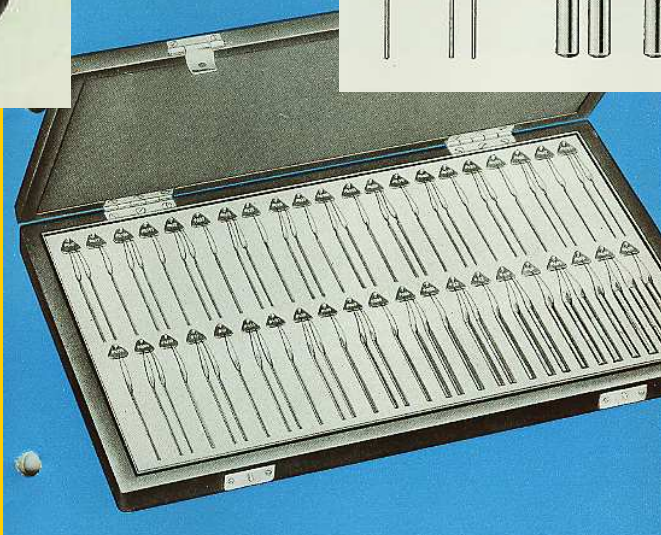
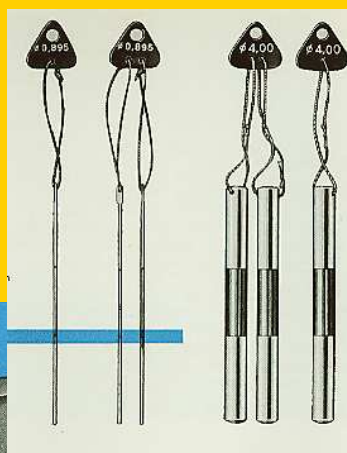
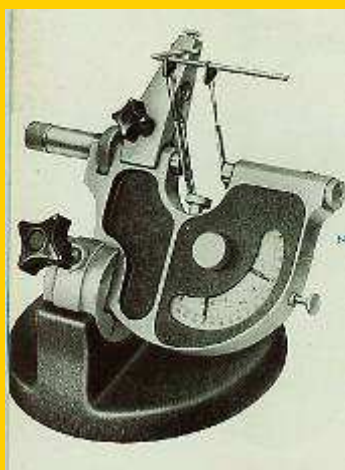
Średnica optymalna waleczka
(zapewniająca styk na średnicy podziałowej)

$$d_{wo} = \frac{P}{2\cos\alpha}$$



Tolerancje i pomiary gwintów

Pomiary średnicy podziałowej d_2 metodą trójwałeczkową

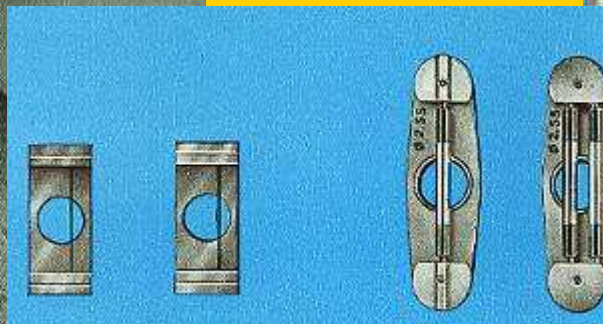
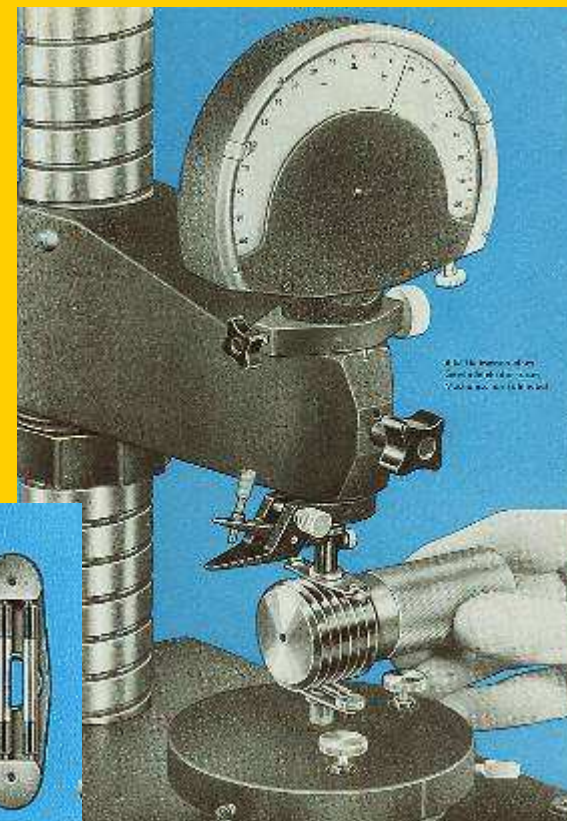
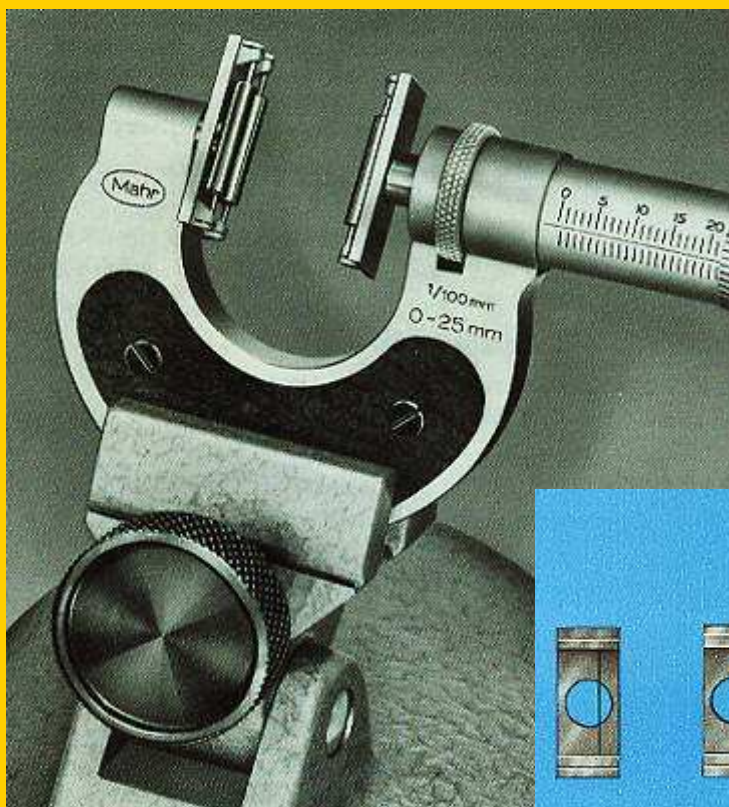


Wałeczki zawieszane

ER

Tolerancje i pomiary gwintów

Pomiary średnicy podziałowej d_2 metodą trójwałeczkową



Wałeczki w oprawkach

Tolerancje i pomiary gwintów

Niepewność pomiaru d_2 metodą trójwałeczkową

$$s_{d_2} = \pm \sqrt{\left(\frac{\partial d_2}{\partial M}\right)^2 s_M^2 + \left(\frac{\partial d_2}{\partial \alpha}\right)^2 s_\alpha^2 + \left(\frac{\partial d_2}{\partial P}\right)^2 s^2 + \left(\frac{\partial d_2}{\partial d_w}\right)^2 s_{dw}^2}$$

Wg zależności uproszczonej dla gwintu metrycznego

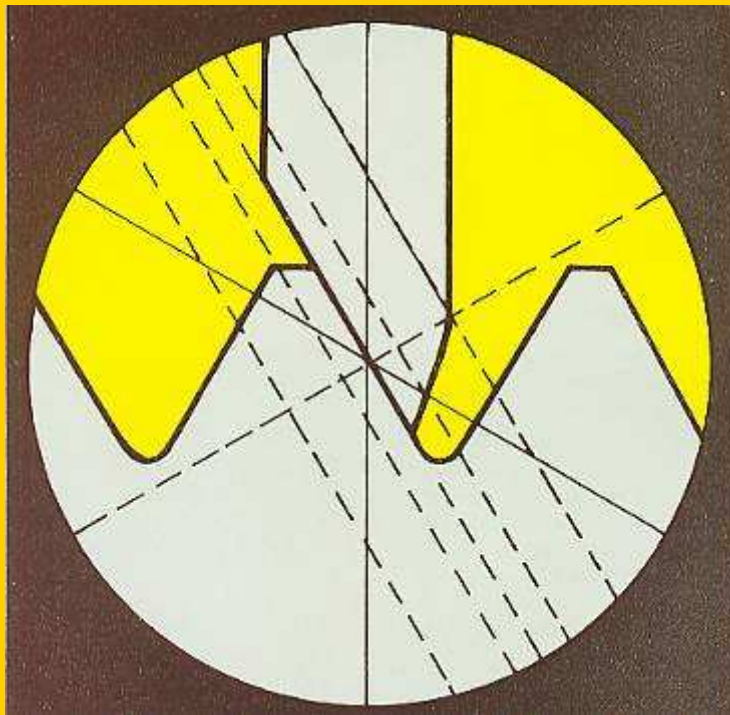
$$s_{d_2} = \pm \sqrt{s_M^2 + 9s_{dw}^2 + 0,75s_P^2}$$

Jeśli mierzono M mikrometrem, a skok P_h na mikroskopie to:

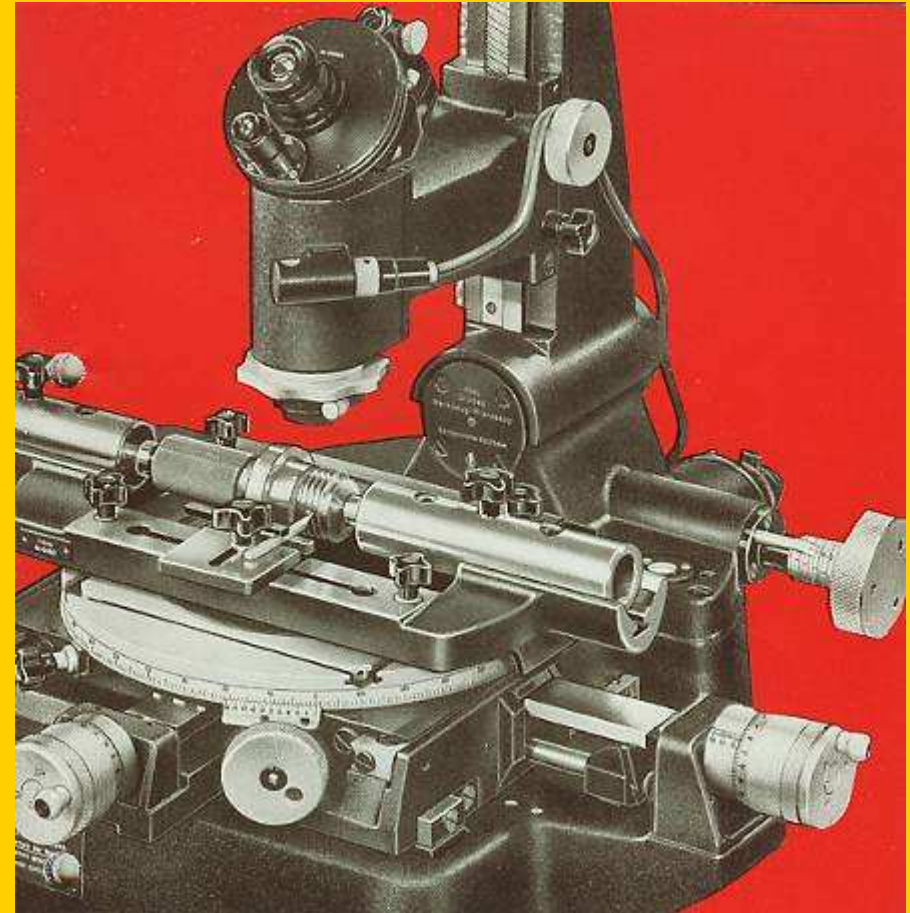
$$s_{d_2} = \pm \sqrt{2^2 + 9 \times 0,5^2 + 0,75 \times 5^2} = \pm \sqrt{4 + 9 \times 0,25 + 0,75 \times 25} = \pm \sqrt{4 + 2,25 + 18,75} = \pm \sqrt{25} = \pm 5 \mu m$$

Tolerancje i pomiary gwintów

Pomiary na mikroskopie



Zastosowanie nożyków pomiarowych

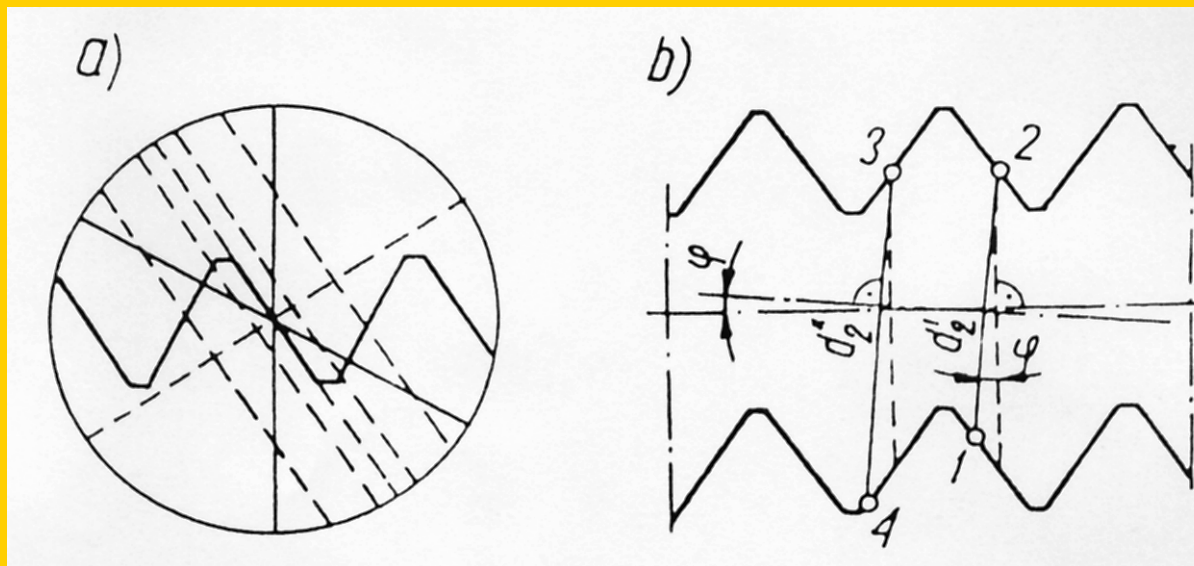
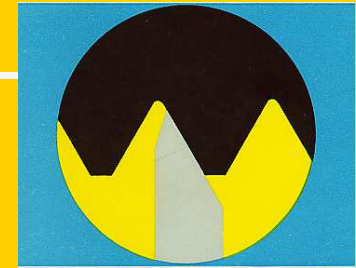


Mikroskop warsztatowy



Tolerancje i pomiary gwintów

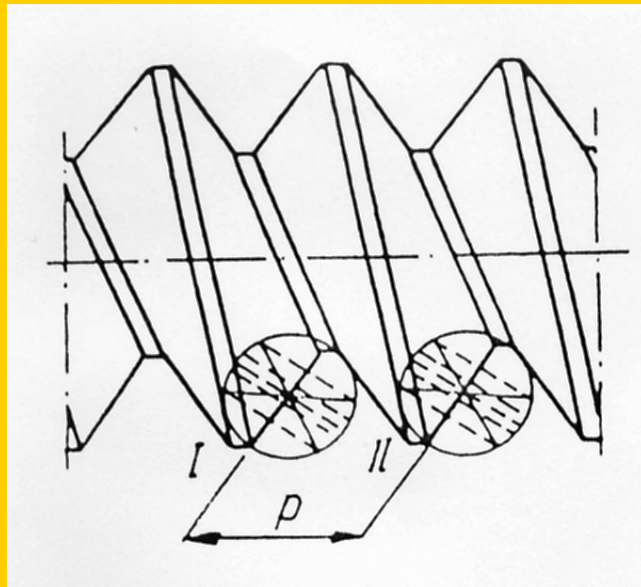
Pomiary średnicy podziałowej na mikroskopie



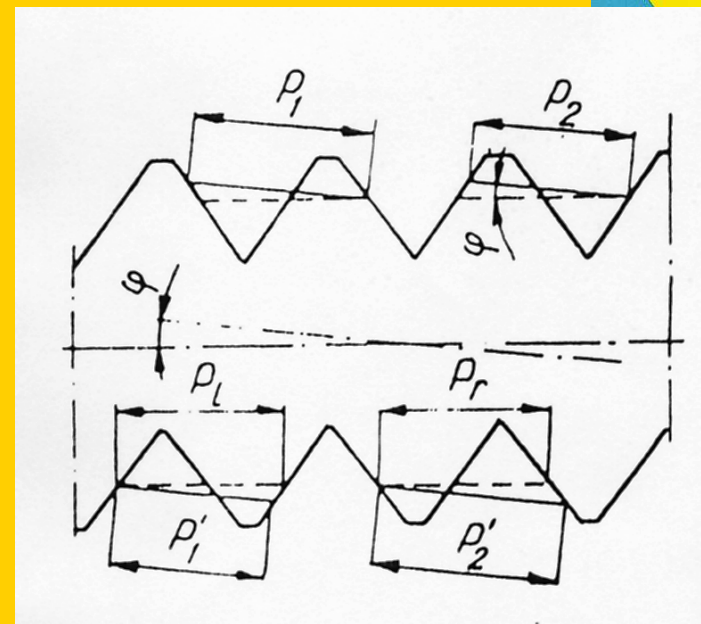
$$d_2 = \frac{d_2' + d_2''}{2}$$

Tolerancje i pomiary gwintów

Pomiary podziałki P i skoku P_h na mikroskopie

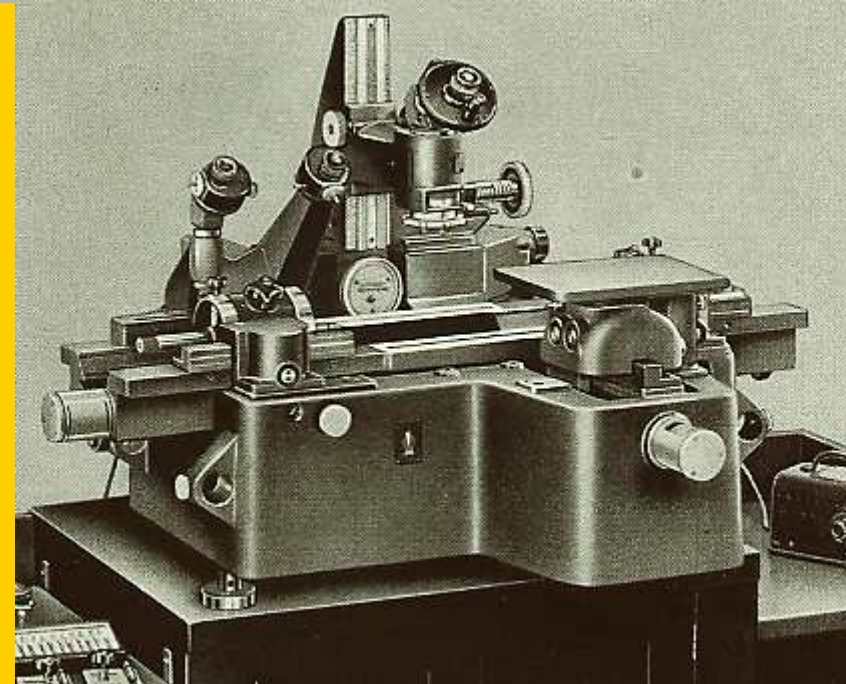
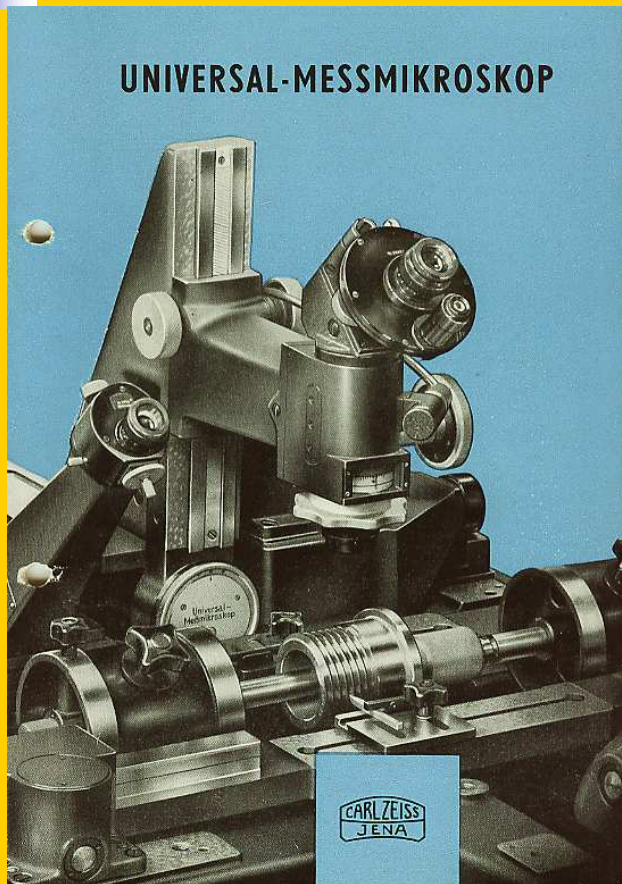


$$P = \frac{P_l + P_r}{2}$$



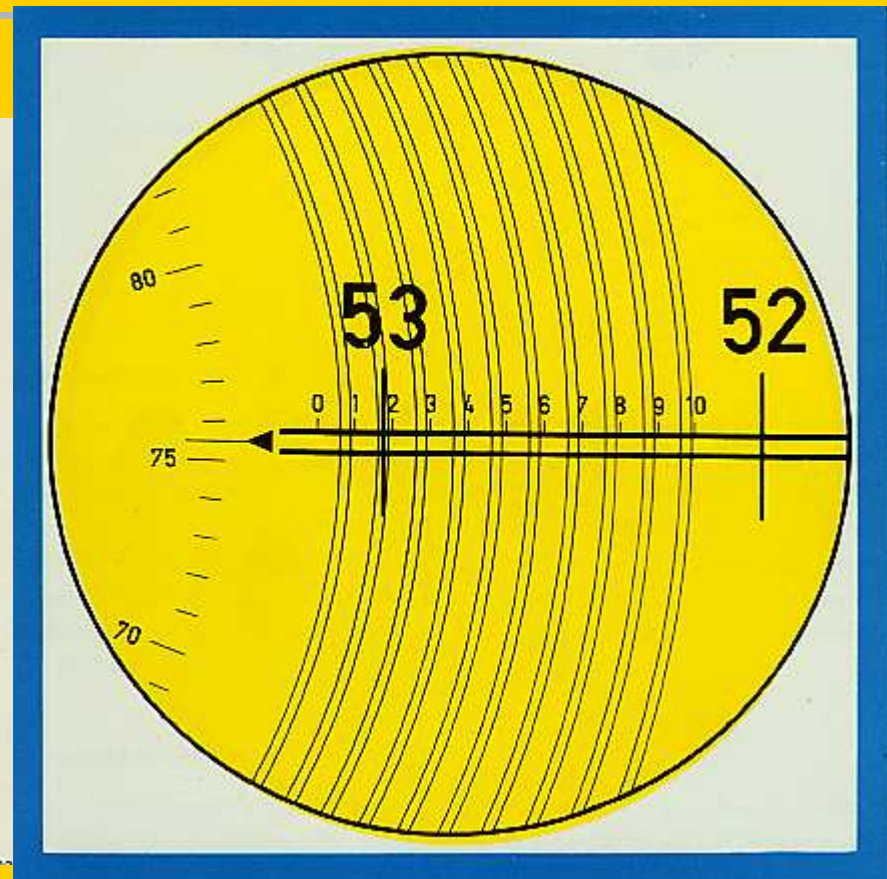
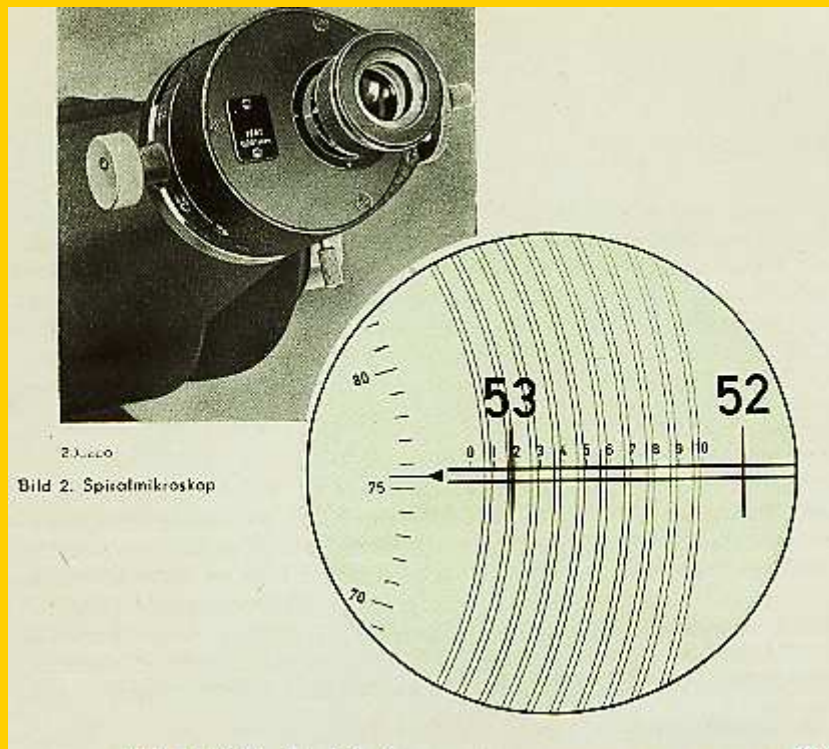
$$P_l = \frac{1}{2}(P_1 + P'_1), \quad P_r = \frac{1}{2}(P_2 + P'_2)$$

Tolerancje i pomiary gwintów



Mikroskop uniwersalny

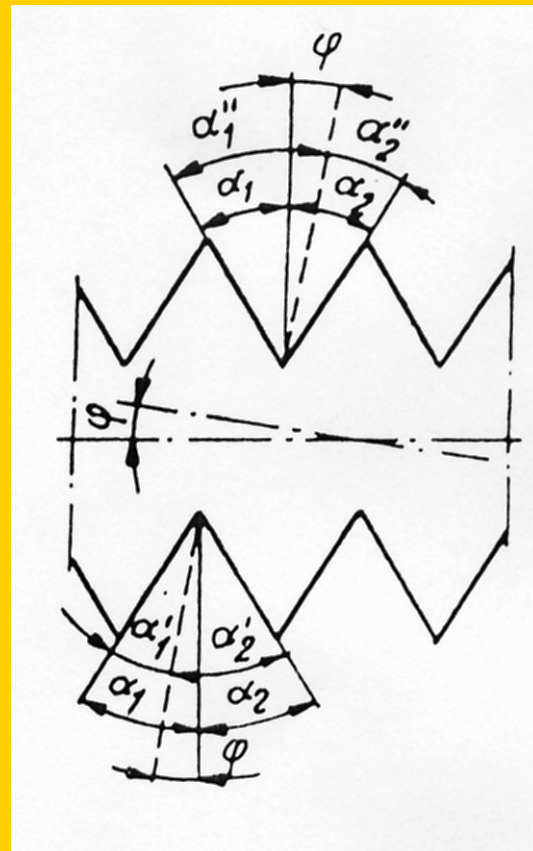
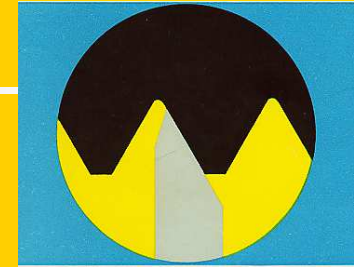
Tolerancje i pomiary gwintów



Odczytywanie wskazań z wzorca kreskowego układem ze spiralą Archimedesa

Tolerancje i pomiary gwintów

Pomiary kąta zarysu na mikroskopie



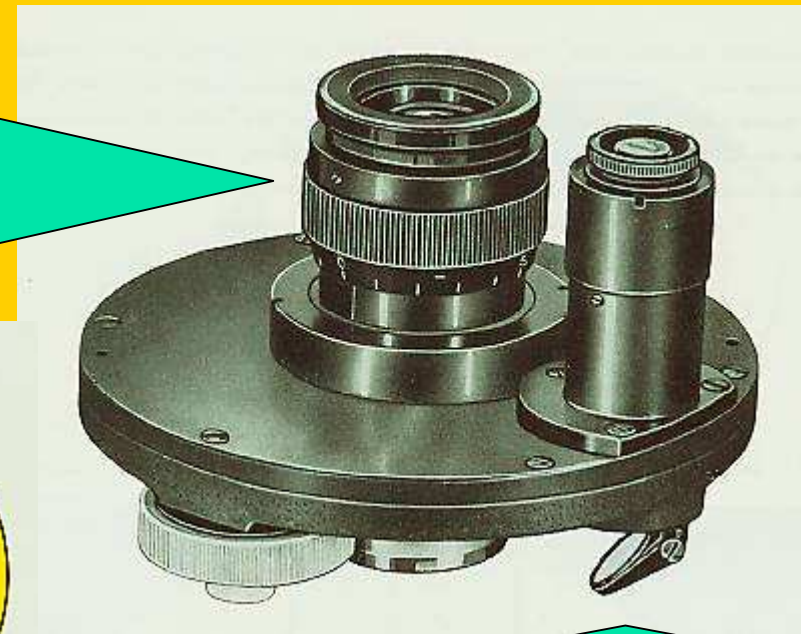
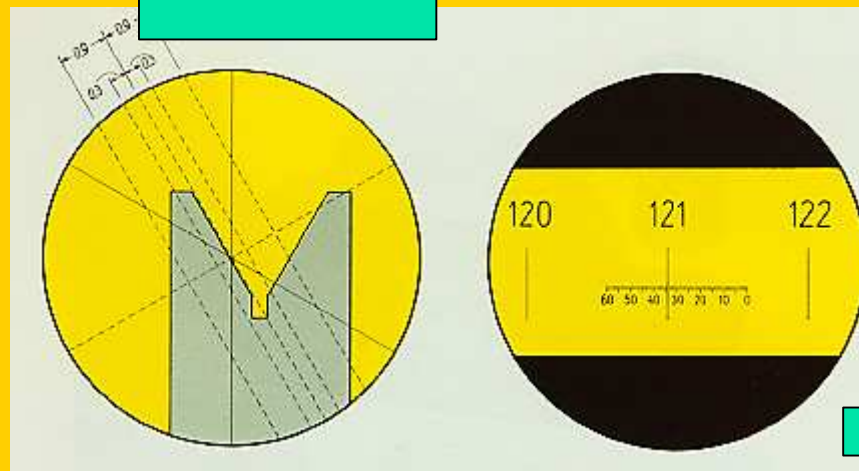
$$\alpha_1 = \frac{\alpha_1' + \alpha_1''}{2}$$

$$\alpha_2 = \frac{\alpha_2' + \alpha_2''}{2}$$

Za pomocą okularu goniometrycznego
Za pomocą okularu rewolwerowego

Tolerancje i pomiary gwintów

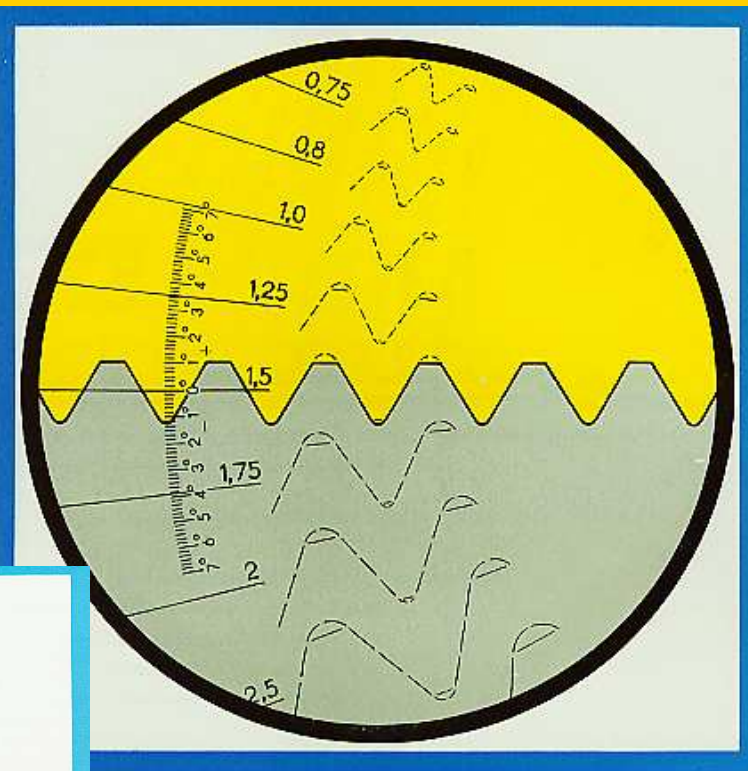
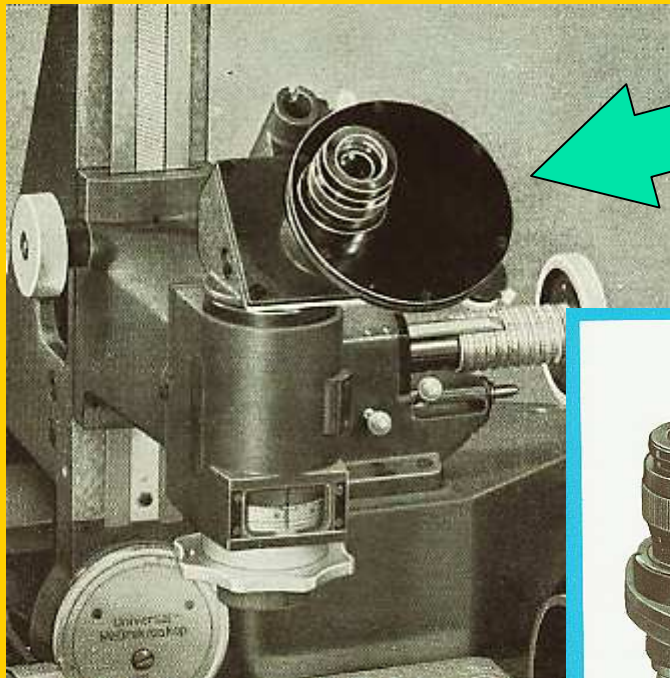
Okular goniometryczny



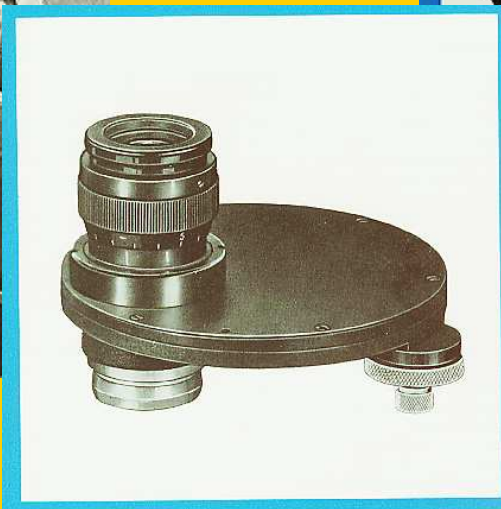
Wartość dz. elem 1', niepewność pomiar. $\pm 3'$

Tolerancje i pomiary gwintów

Okular rewolwerowy



Wartość dz. ele. 10',
Niepewność pomiarowa $\pm 7'$.



Tolerancje i pomiary gwintów

Mikroskop produkcji Firmy Mitutoyo

Zakres pomiarowy:
200x100mm

Niepewność pomiarowa:
 $\pm(3 + 0,02L)\mu\text{m}$
gdzie:
L długość pomiarowa w mm



Tolerancje i pomiary gwintów

Pomiary skoku lub podziałki gwintu przyrządami czujnikowymi

$$P_h n = N + a + b \Rightarrow N = P_h n + a + b$$

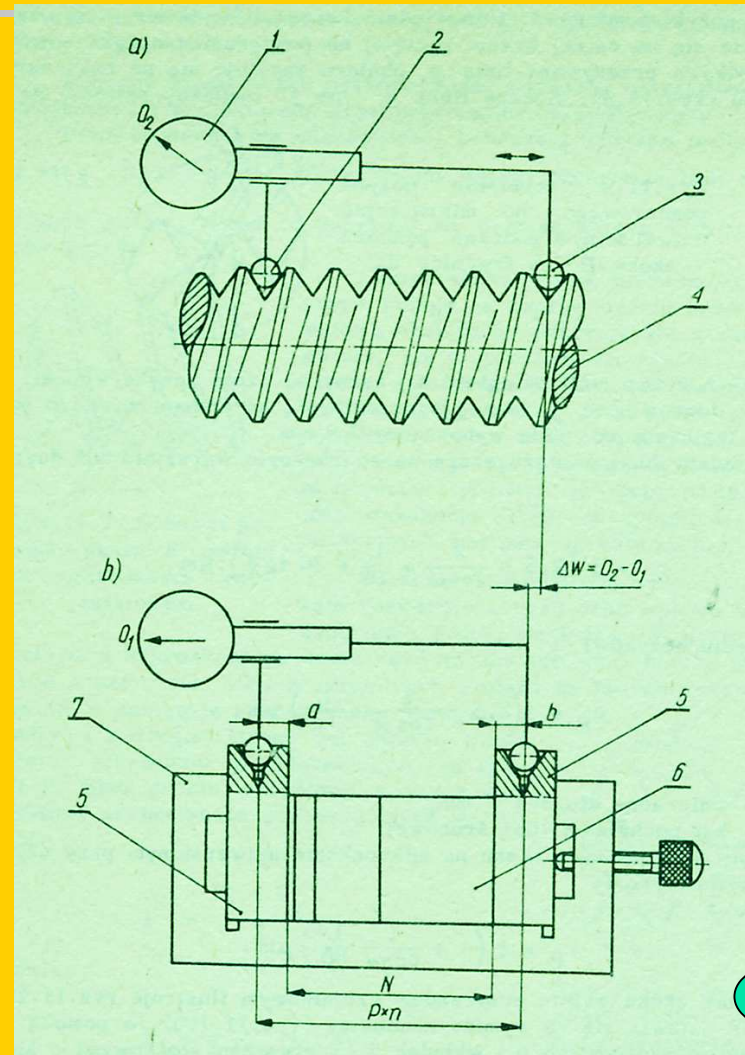
skok nominalny

skok zmierzony

$$P_h = \frac{N + a + b + \Delta W}{n}$$

gdzie:

ΔW – wskazanie czujnika ($\Delta W = O_2 - O_1$)



Tolerancje i pomiary gwintów

Pomiary skoku gwintu przyrządami czujnikowymi

