

---

# Podstawy Konstrukcji Maszyn

## Hamulce

---

Dr inż. Przemysław Jaszak

Zakład Podstaw Konstrukcji i Maszyn Przepływowych,  
Budynek L-1, Pokój 312

# Hamulce

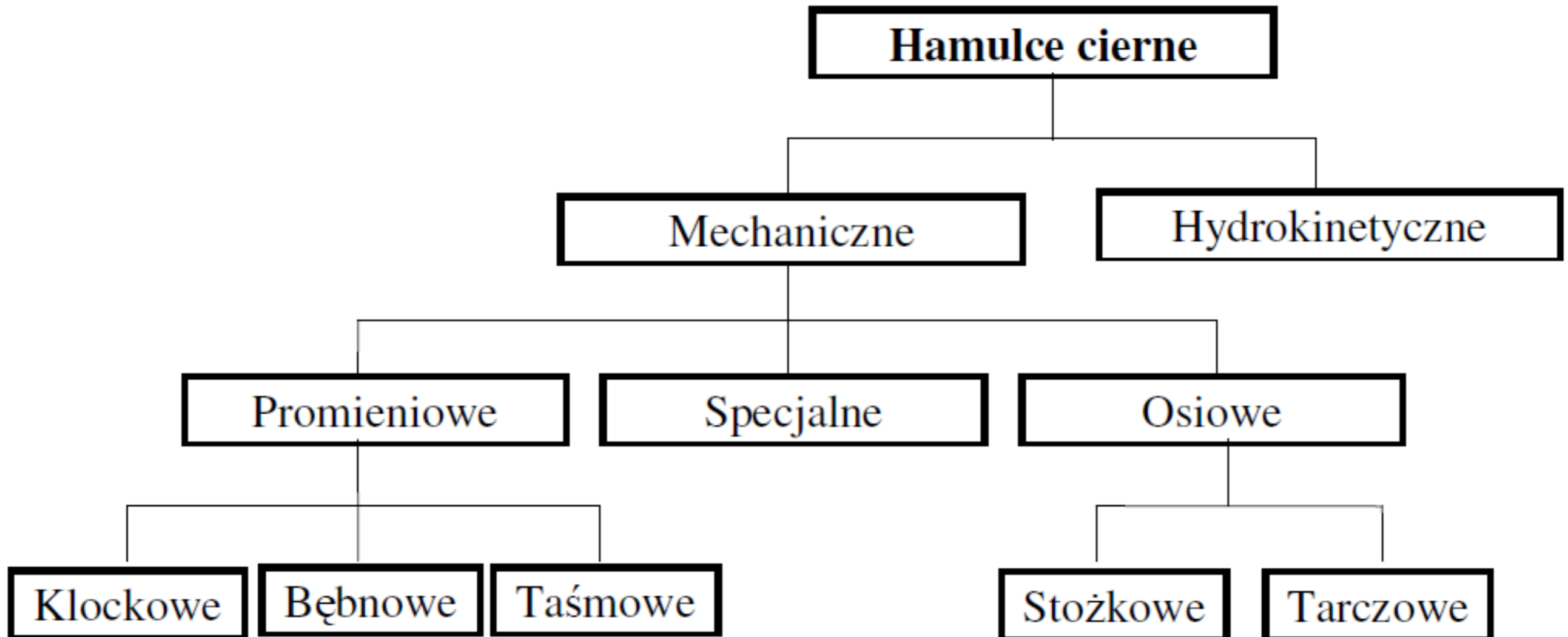
*Hamulcem* – nazywamy układ sprzęgający dwa człony, w którym jeden jest ruchomy a drugi nieruchomy. Zasada działania i budowa hamulców jest tożsama z konstrukcją sprzęgieł ciernych, z tą różnicą że w hamulcach następuje sprzęganie członu ruchomego z nieruchomym.

# Zastosowanie

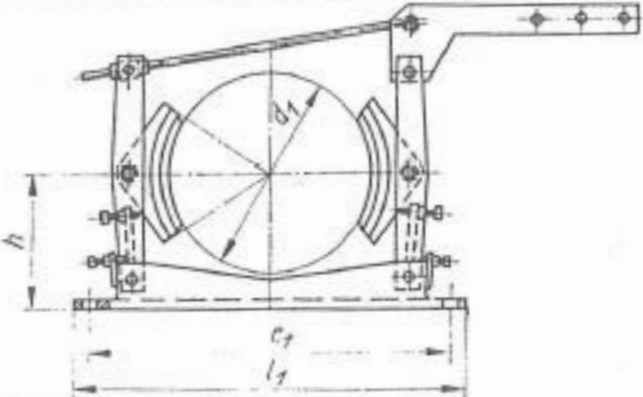
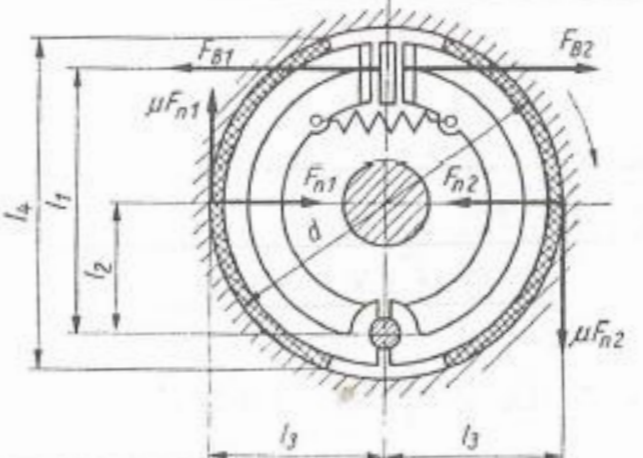
## **Hamulce służą do:**

- Zatrzymania napędów
- Zwalniania napędów;
- Regulacji prędkości;
- Pomiaru momentu hamowania;

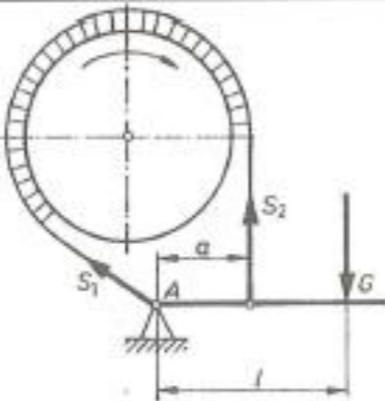
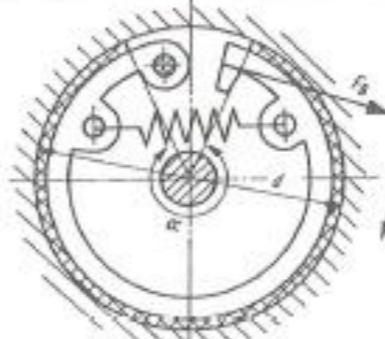
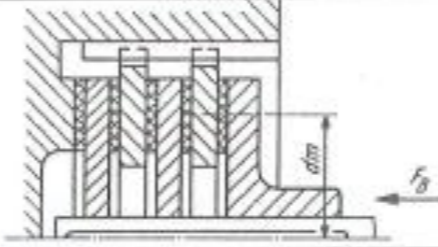
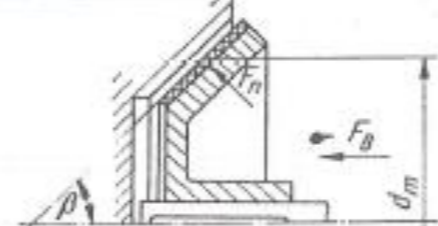
# Podział hamulców



# Podział hamulców

Kierunek przesunięcia powierzchni hamulca	Para ciernych powierzchni	Położenie powierzchni hamulca względem tarczy ciernej	Ilustracja zasady
1	2	3	4
Promieniowe	szczęka /cylinder	hamulec klockowy	
		wewnętrzny hamulec szczękowy	

# Podział hamulców

1	2	3	4
promieniowe	taśma/cylinder	hamulec taśmowy	
		wewnętrzny hamulec taśmowy	
osiowe	tarcza/tarcza	hamulec tarczowy	
	stożek/stożek	hamulec stożkowy	

# Obliczeniowy moment hamowania

$$T_h = (\Theta_1 + \Theta_2) \frac{\omega_h}{t_h} \pm T_0$$

$T_0$  – Moment oporu podczas hamowania

W obliczeniach uproszczonych przyjmuje się w zakresie:

$$T_h = (1,7 \dots 2,5) T_n$$

Gdzie

$T_n$  – Nominalny moment hamowania

# Moc tarcia i praca hamowania

Moc hamowania:

$$P_h = M_k \omega$$

Praca hamowania:

$$W_h = P_h t_h$$

Ciepło wydzielone w czasie tarcia:

$$Q_t = W_h$$



# Przyrost temperatury

$$\Delta T = \frac{Q_t}{A_c \alpha_c}$$

$A_c$  - Powierzchnia odprowadzenia ciepła

$\alpha_c$  - Współczynnik przejmowania ciepła

Warunek cieplny:

$$T = T_0 + \Delta T$$

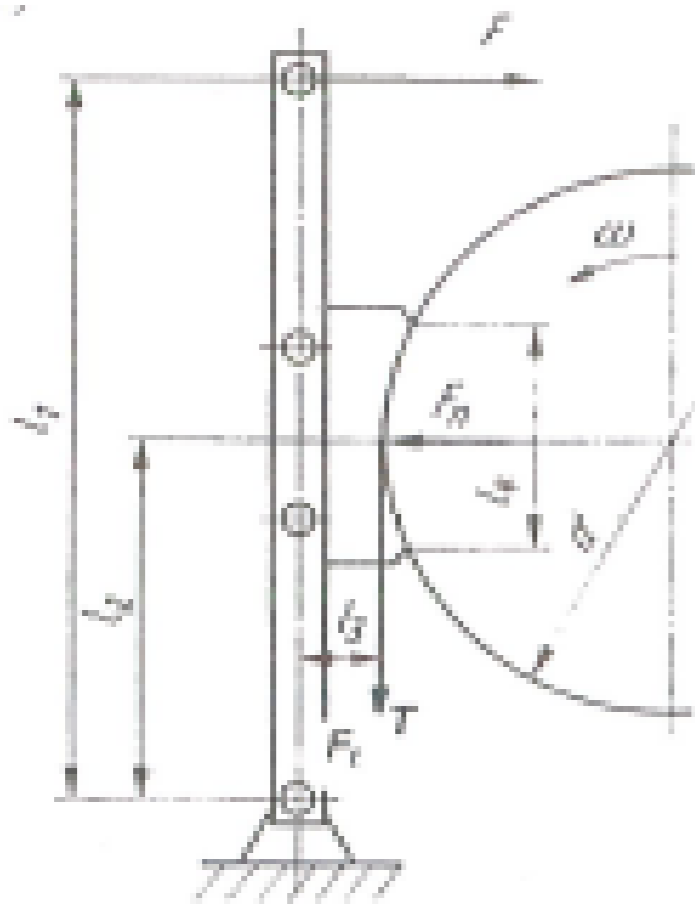
# Wytrzymałość cieplna

$$\mu p v \leq (\mu p v)_{dop}$$

**TABLICA 3.15.** Wybrane wartości parametrów określających wytrzymałość cieplną hamulca

Średnica bębna ha- mulcowego $D_h$	Dopuszczalna średnia moc hamowania $(N_{sr})_{dop}$			Jednostkowa dopuszczalna praca tarcia $(\mu p v)_{dop}$	Maksymalny moment hamowa- nia przy prędkości obrotowej bębna hamulcowego $n$ [obr/min]		
	klockowe	taśmowe	tarczowe		1500	1000	750
[mm]	[W]			[MPa · m/s]	[N · m]		
200	800	1250	100	0,75	80	120	—
250	1000	1400	180	0,80	130	190	260
320	1500	1550	—	0,90	—	350	460
400	2100	2000	—	1,00	—	620	830
500	3000	2300	—	1,10	—	—	1400
630	4200	—	—	1,25	—	—	2600
710	6000	—	—	1,35	—	—	3200

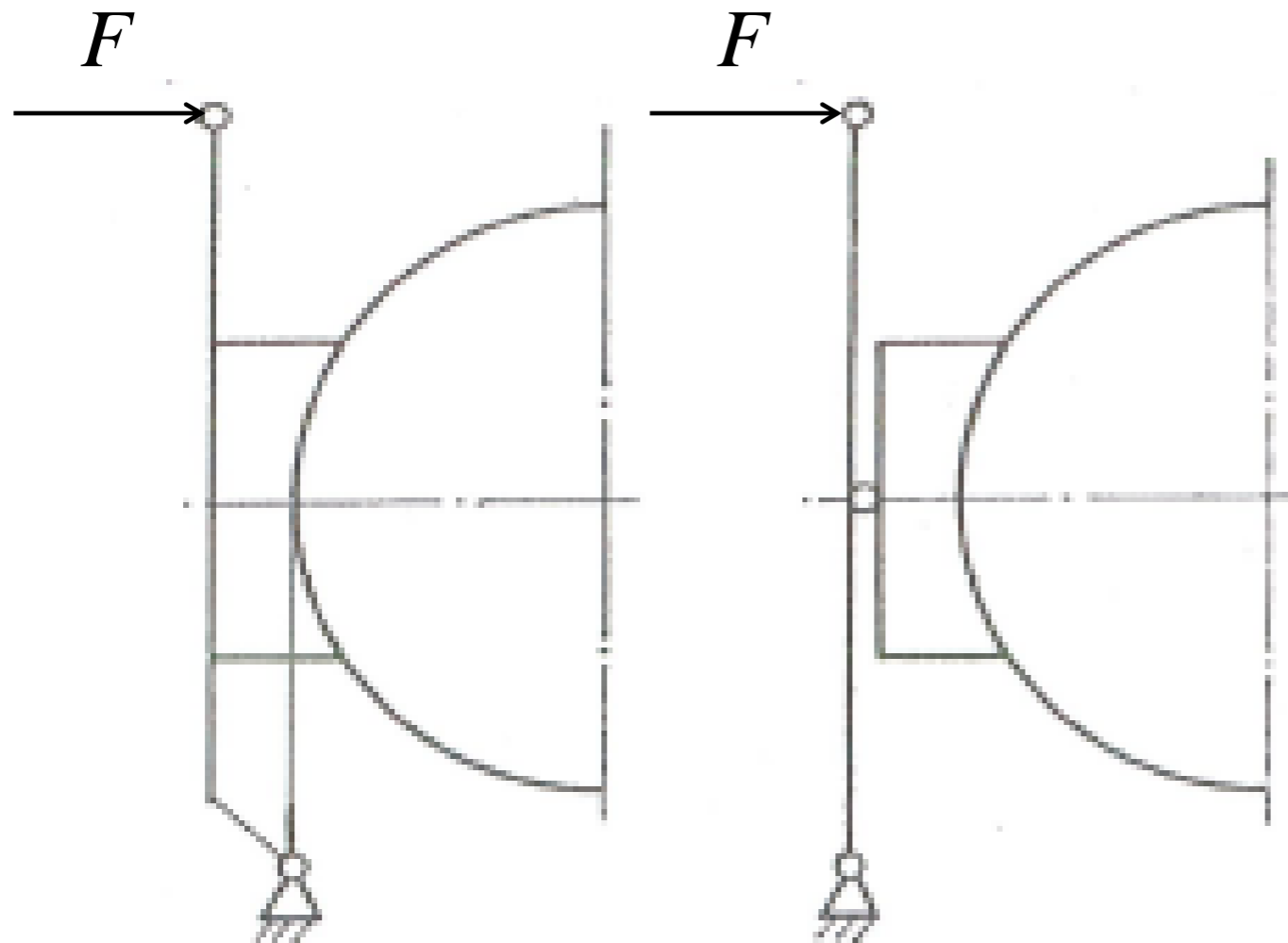
# Hamulce klockowe



$$F = \frac{2T_h}{d\mu} \cdot \frac{l_2 - l_3\mu}{l_1}$$

Człon  $l_2 - l_3\mu$  przy zmianie kierunku ruchu obrotowego ma postać  $l_2 + l_3\mu$ . Hamulec wymaga przyłożenia różnych sił  $F$  przy zmianie kierunku ruchu obrotowego bębna.

# Hamulce klockowe

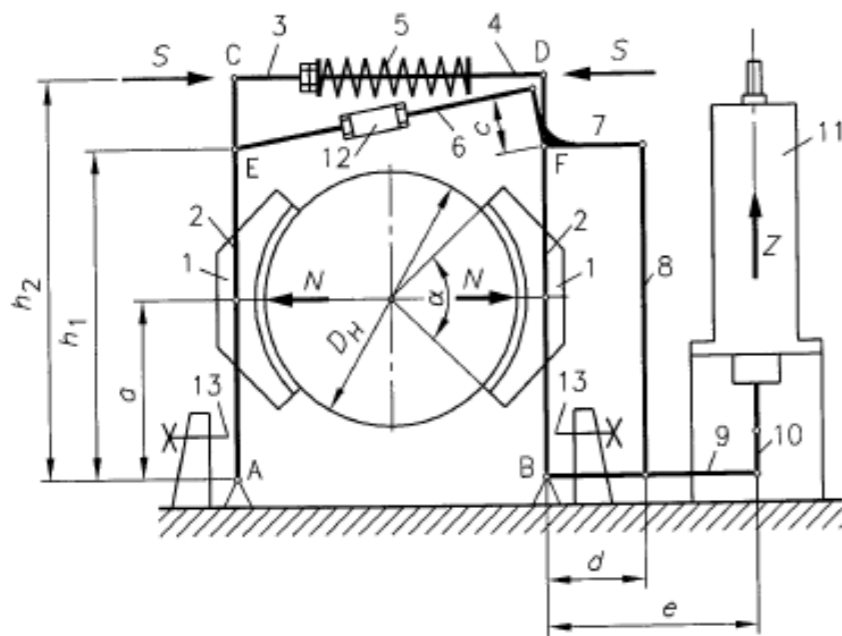


$$F = \frac{2T_h}{d\mu} \cdot \frac{l_2}{l_1}$$

# Hamulce dwuklockowe



# Hamulce dwuklockowe

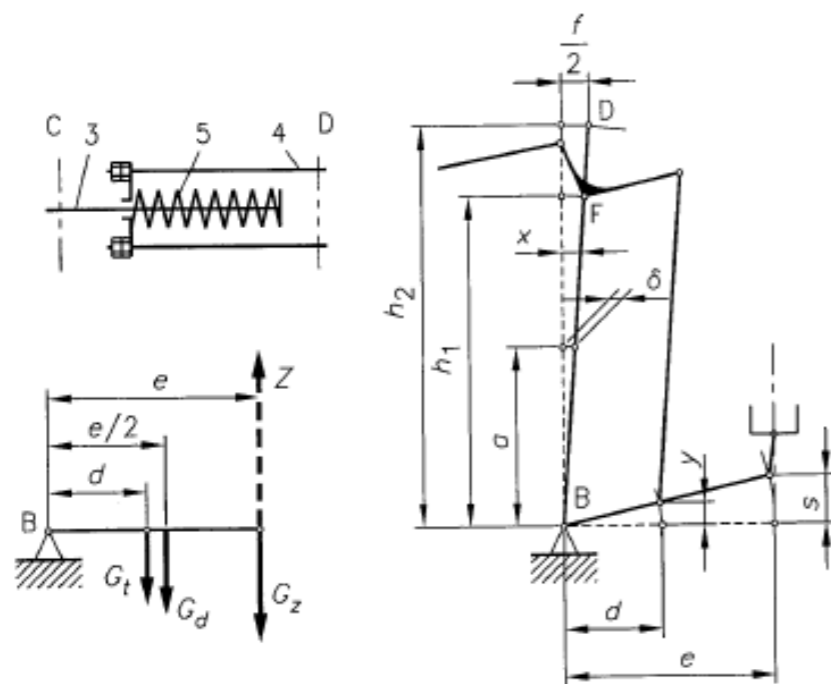


$$N = S \frac{h_2}{a} + \left( G_z \frac{e}{d} + G_d \frac{e}{2d} + G_t \right) \frac{d}{c} \sqrt{1 - \frac{c^2}{D_h^2} \frac{h_1}{a}}$$

Siła zwalniaka Z potrzebna do zwolnienia hamulca powinna wynosić

$$Z = S \frac{h_2}{h_1} \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{c^2}{D_h^2}}} \frac{c}{e} + G_t \frac{d}{e} + \frac{1}{2} G_d + G_z$$

Po zluźnieniu hamulca między bębniem a klockiem powinien być zachowany luz  $\delta = 0,6 \div 1,5$  mm, zależnie od średnicy bębna.

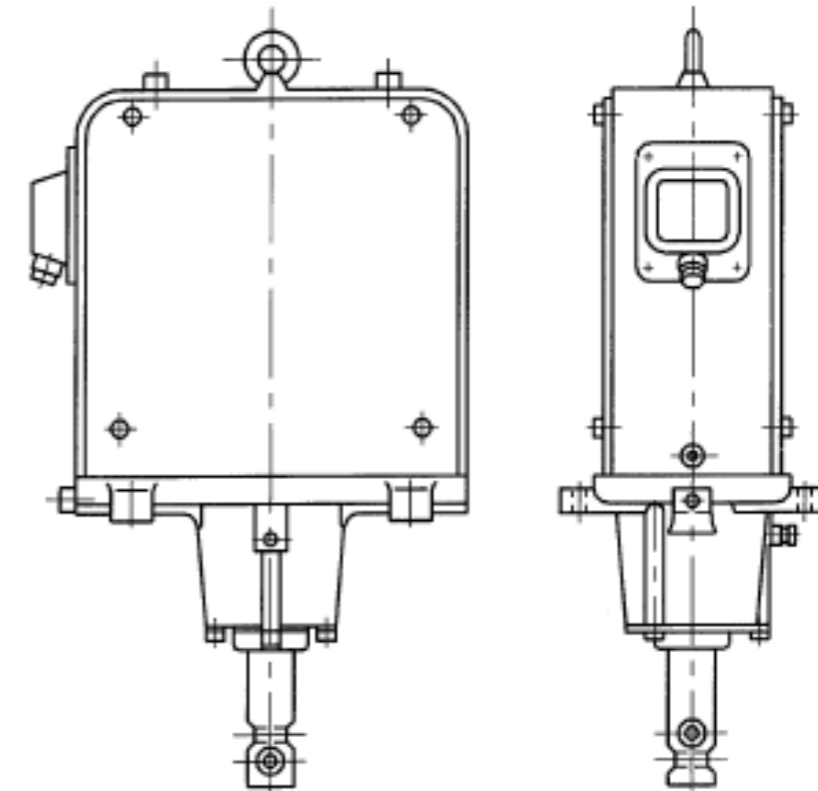


**RYСУNEK 3.23.** Schemat konstrukcji hamulca dwuklockowego; 1 — kł, 3, 4, 6, 8, 10 — łączniki, 5 — sprężyna, 7 — dźwignia kątowa, 11 — za regulacyjna, 13 — śruba ogranicznika

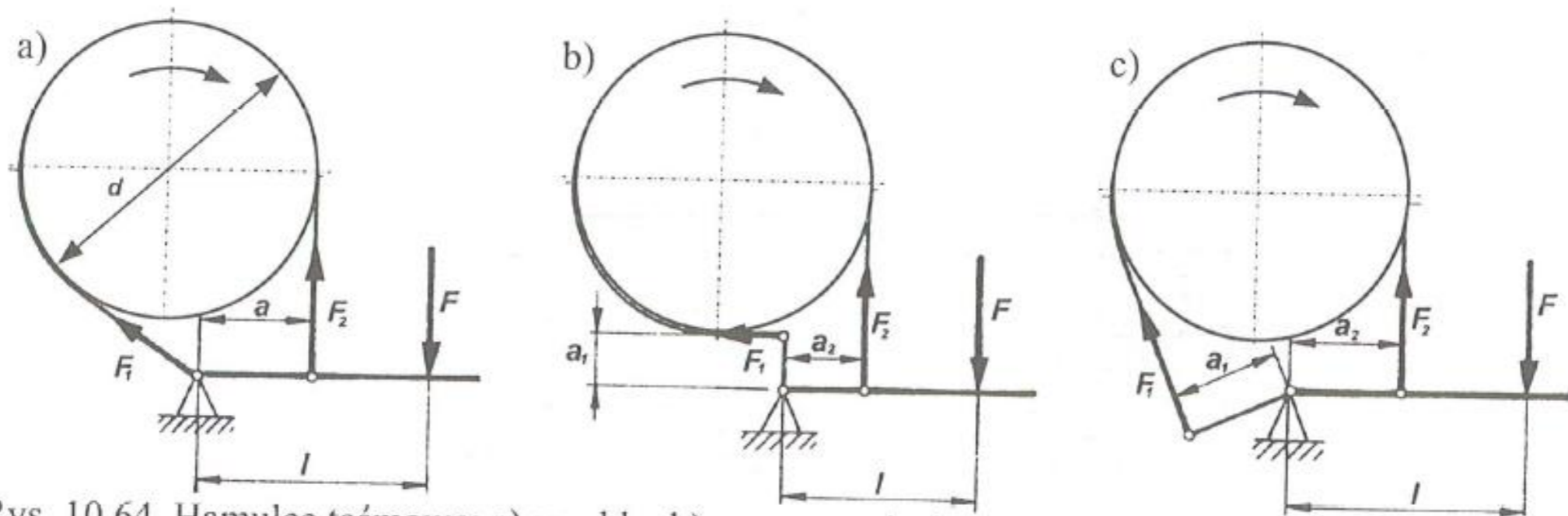
# Zwalniak elektromagnetyczny

TABLICA 3.16. Parametry pracy zwalniaka elektromagnetycznego typu DZEM

Typ zwalniaka	Napięcie znamionowe [V]	Praca A [J]	Skok s [mm]	Masa zwory $m_z$ [kg]	Częstość włączeń na godzinę	Masa zwalniaka [kg]
DZEM 10	380	6,3	30	4	300	16
	220	4,6			10	
	500	6,3			300	
DZEM 20	380	11	50	8	300	30
	220	8			10	
	500	11			300	
DZEM 30	380	22,5	50	15	300	55
	220	17,5			10	
DZEM 40	380	42	60	30	150	110
	380	30			300	
	220	30			10	
	500	48			150	
	500	30			40	



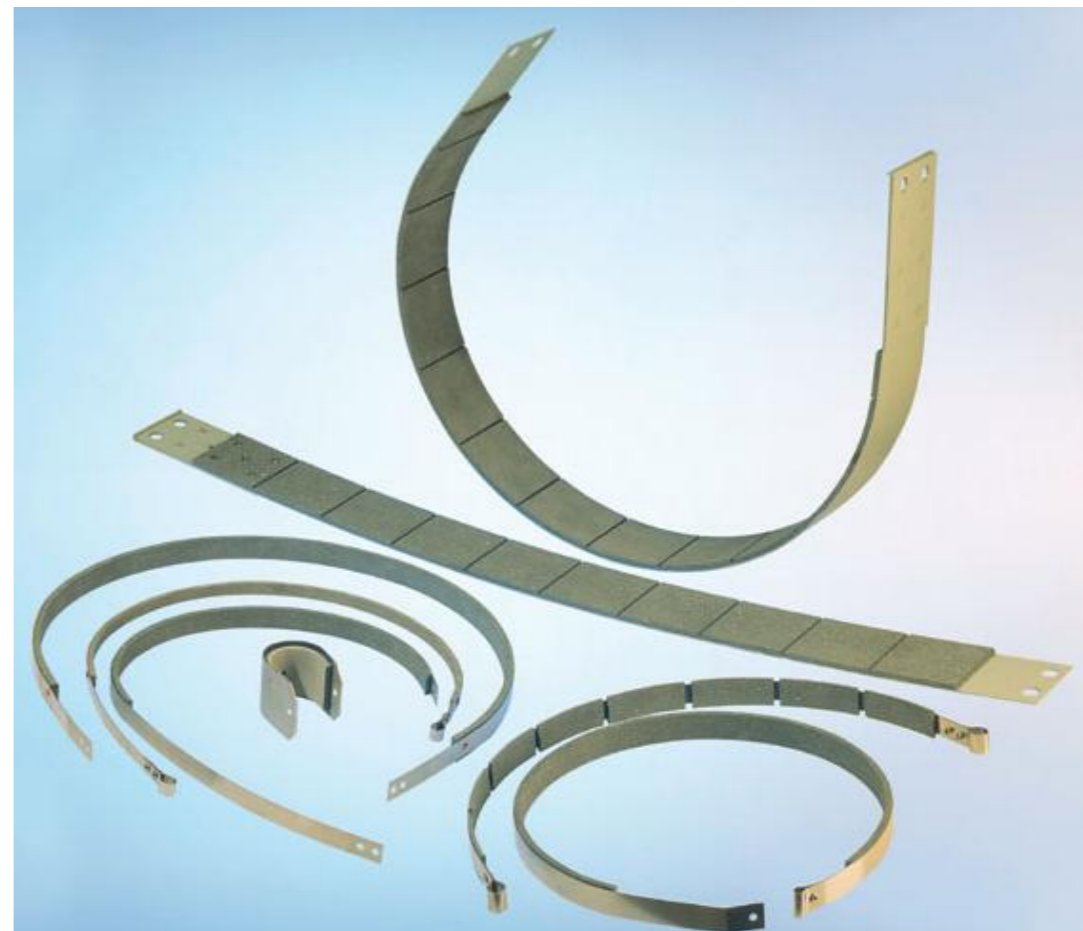
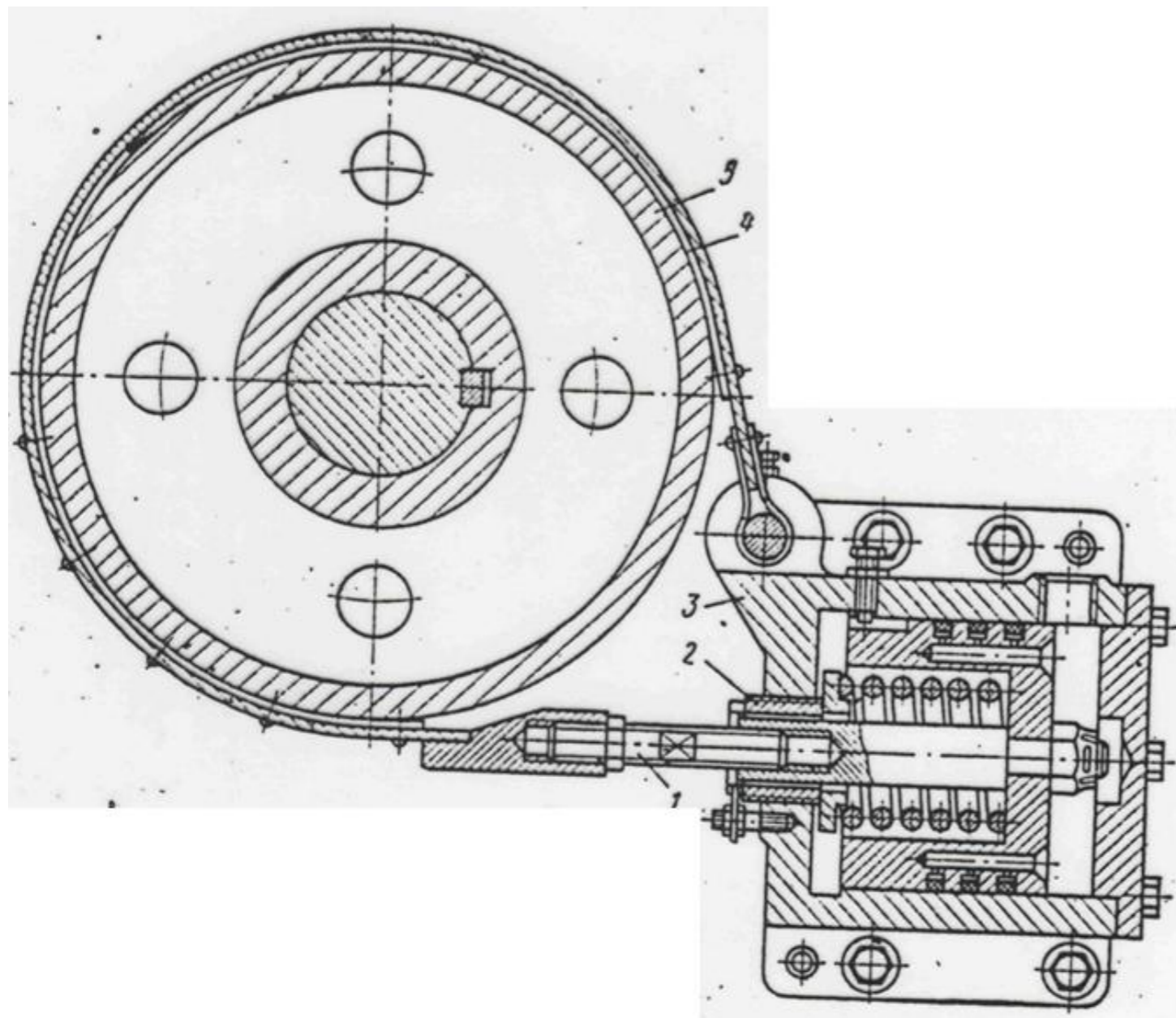
# Hamulce taśmowe (ciągnowe)



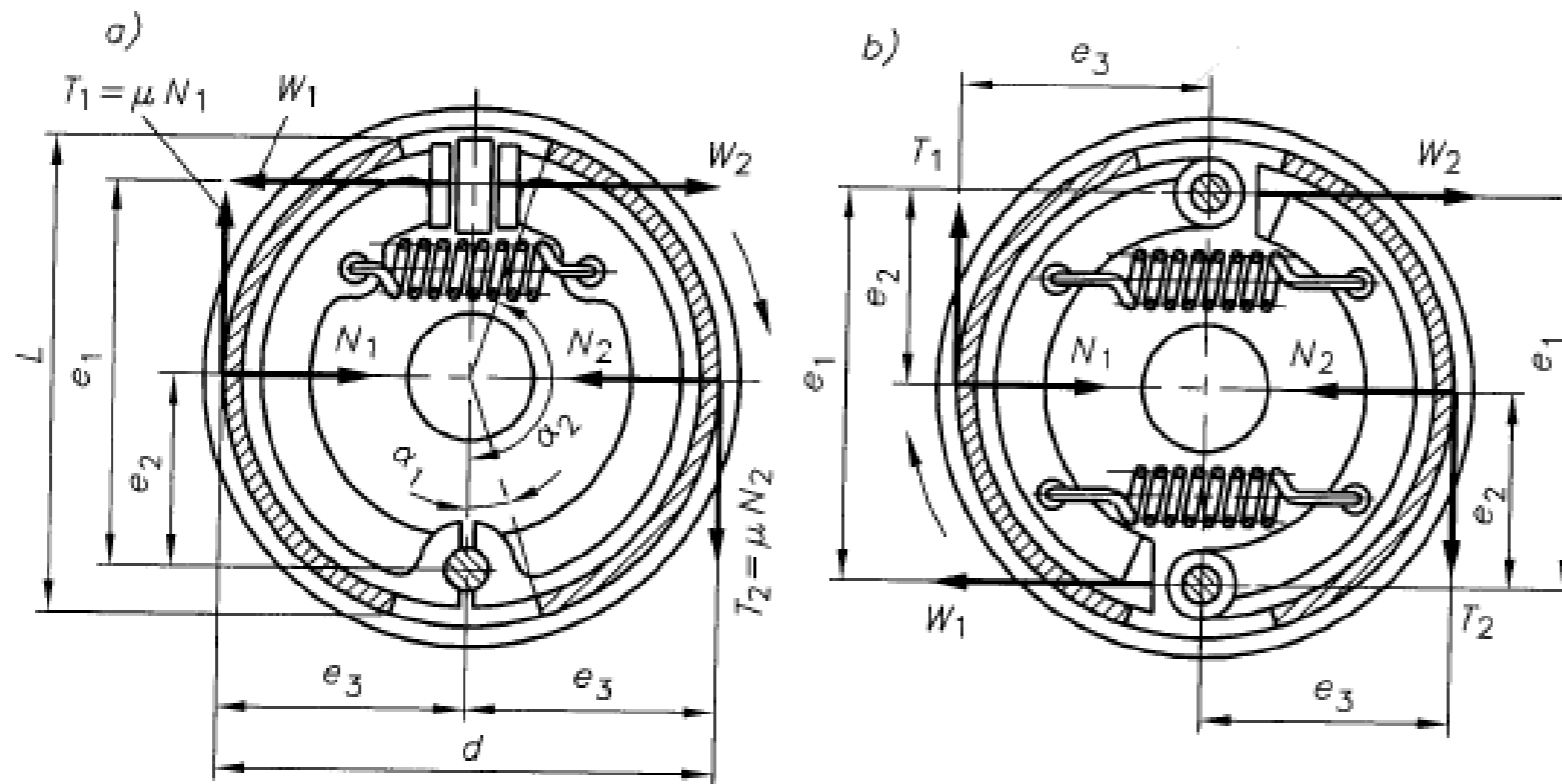
Rys. 10.64. Hamulce taśmowe: a) zwykły, b) sumowy, c) różnicowy



# Hamulce taśmowe (ciągnowe)



# Hamulce szczekowe



a) Symetryczne mocowanie szczęk b) niesymetryczne mocowanie szczęk

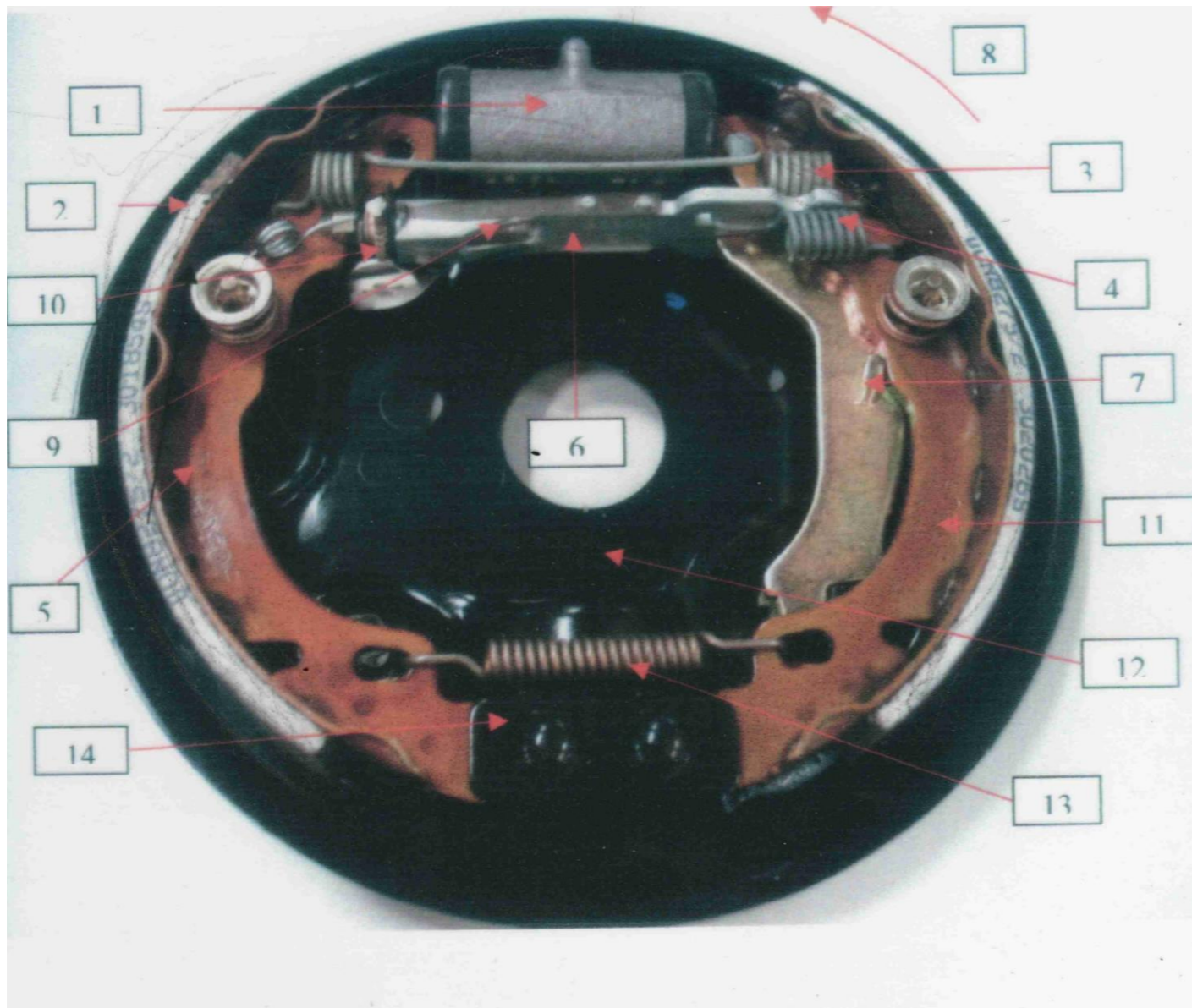
$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{e_2 - \mu e_3}{e_2 + \mu e_3}$$

$$N_1 = N_2$$

$$M_h = N_1 \frac{D_h}{2} \left( 1 + \frac{e_2 + \mu e_3}{e_2 - \mu e_3} \right)$$

$$M_h = N_1 D_h \mu$$

# Hamulce szczękowe



---

Dziękuję za uwagę

---