

TR E Ś Ó: Dr. T. Kluz: Obliczenie belki ciągłej różnoprzęsłowej. (Dokończenie). — Inż. Z. Wernicki: Wodomierz systemu Siemens Venturi. — Pięćdziesięciolecie zawodowej pracy Inż. Zygmunta Sas Jasińskiego — Wiadomości z literatury technicznej. — Bibliografia. — Nekrologja. — Sprostowanie. — Sprawy Towarzystwa.

Dr. T. Kluz.

### Obliczenie belki ciągłej różnoprzęsłowej

o stałym i zmiennym przekroju oraz o dowolnym obciążeniu przy pomocy metody redukcji z zastosowaniem tablic liczbowych.

(Dokończenie).

#### A. Obciążenia symetryczne.

W ogólnym wypadku belki ciągłej obciążonej symetrycznie w poszczególnych przęsłach tok postępowania rachunkowego jest następujący:

1. Obliczamy przęsła idealne  $l'_r$  i  $l''_r$  dla wszystkich przęsł belki ciągłej według wzorów:

$$l'_r = l_r - \frac{l_r^2}{4 \left( l_r + l'_{(r+1)} \cdot \frac{J_r}{J_{r+1}} \right)}$$

$$l''_r = l_r - \frac{l_r^2}{4 \left( l_r + l''_{(r-1)} \cdot \frac{J_r}{J_{r-1}} \right)}$$

idąc po kolei od skrajnego przęsła prawego dla  $l'$  i od lewego przęsła skrajnego dla  $l''$ . Przy swobodnym podparciu przęsła skrajnego na skrajnej podporze przęsło fikcyjne skrajne jest równe rozpiętości przęsła rzeczywistego  $l'_1 = l_1$  oraz  $l'_n = l_n$ . Przy zupełnym utwierdzeniu przęsła skrajnego na skrajnej podporze przęsło fikcyjne skrajne  $l''_1 = \frac{3}{4} l_1$  lub  $l''_n = \frac{3}{4} l_n$ . Przy częściowym utwierdzeniu przęsła skrajnego na skrajnej podporze przysjąc należy za  $l''_1$  wartość pośrednią między  $l_1$  a  $\frac{3}{4} l_1$  (np.  $l''_1 = \frac{7}{8} l_1$ ).

W wypadku belki ciągłej o równych rozpiętościach i stałym przekroju przęsła idealne mają wartości ze-

stawione w poniższej tabeli I. dla belek ciągłych od 2 do 6 przęsł swobodnie podpartych na podporach skrajnych.

2. Obliczamy stopnie utwierdzenia sprężystego dla każdego przęsła na podstawie przęsł idealnych według wzorów:

$$U'_r = \frac{l_r}{l'_{(r+1)}} \cdot \frac{J_{(r+1)}}{J_r}$$

$$U''_r = \frac{l_r}{l''_{(r-1)}} \cdot \frac{J_{(r-1)}}{J_r}$$

W wypadku belki ciągłej o równych rozpiętościach i stałym przekroju oraz belki ciągłej o różnych rozpiętościach i różnych momentach bezwładności, takich jednak, że iloraz rozpiętości każdego przęsła i jego momentu bezwładności ma wartość stałą dla całej belki ( $\frac{l_r}{J_r} = \frac{l_{(r+1)}}{J_{(r+1)}} = \text{constans}$ ) stopnie utwierdzeń mają wartości zestawione w tabeli II. przy swobodnym podparciu na skrajnych podporach, w tabeli III. przy utwierdzeniu zupełnym na lewej podporze, oraz tabeli IV. przy zupełnym utwierdzeniu na skrajnych podporach.

Tabele II, III i IV. Wartości stopni utwierdzeń dla belek ciągłych o równych przęsłach i stałym przekroju oraz w wypadku, gdy ( $\frac{l_r}{J_r} = \frac{l_{(r+1)}}{J_{(r+1)}} = \text{constans}$ ).

TABELA I.

Wartości przęsł idealnych w belce ciągłej różnoprzęsłowej o stałym przekroju.

Belka o ilości przęsł	$l_1$		$l_2$		$l_3$		$l_4$		$l_5$		$l_6$	
	$l''_1$	$l'_1$	$l''_2$	$l'_2$	$l''_3$	$l'_3$	$l''_4$	$l'_4$	$l''_5$	$l'_5$	$l''_6$	$l'_6$
2	$l_1$	—	—	$l$								
3	$l$	—	0,875 $l$	0,875 $l$	—	$l$						
4	$l$	—	0,875 $l$	0,8667 $l$	0,8667 $l$	0,875 $l$	—	$l$				
5	$l$	—	0,875 $l$	0,8674 $l$	0,8667 $l$	0,8667 $l$	0,8674 $l$	0,875 $l$	—	$l$		
6	$l_1$	0,8660 $l$	0,875 $l$	0,8660 $l$	0,8667 $l$	0,8674 $l$	0,8674 $l$	0,8667 $l$	0,8660 $l$	0,875 $l$	0,8660 $l$	$l$

TABELA II.

Swobodne podparcie na skrajnych podporach.

Belka o przęsłach	$l_1$		$l_2$		$l_3$		$l_4$		$l_5$		$l_6$		$l_7$	
	$u''_1$	$u'_1$	$u''_2$	$u'_2$	$u''_3$	$u'_3$	$u''_4$	$u'_4$	$u''_5$	$u'_5$	$u''_6$	$u'_6$	$u''_7$	$u'_7$
1	0													
2	0	1	1	0										
3	0	1,1428	1	1	1,1428	0								
4	0	1,1546	1	1,1428	1,1428	1	1,1538	0						
5	0	1,1538	1	1,1546	1,1428	1,1428	1,1538	1	1,1546	0				
6	0	1,1547	1	1,1546	1,1428	1,1538	1,1538	1,1428	1,1546	1	1,1547	0		
7	0	1,1547	1	1,1547	1,1428	1,1546	1,1538	1,1538	1,1546	1,1428	1,1547	1	1,1547	0

TABELA III  
Utwardzenie zupełne na lewej podporze.

Belka o przęsłach	$l_1$		$l_2$		$l_3$		$l_4$		$l_5$		$l_6$		$l_7$	
	$u''_1$	$u'_1$	$u''_2$	$u'_2$	$u''_3$	$u'_3$	$u''_4$	$u'_4$	$u''_5$	$u'_5$	$u''_6$	$u'_6$	$u''_7$	$u'_7$
1	$\infty$	0												
2	$\infty$	1	1,1333	0										
3	$\infty$	1,1428	1,1333	1	1,1667	0								
4	$\infty$	1,1538	1,1333	1,1428	1,1667	1	1,1556	0						
5	$\infty$	1,1546	1,1333	1,1538	1,1667	1,1428	1,1556	1	1,1548	0				
6	$\infty$	1,1547	1,1333	1,1546	1,1667	1,1538	1,1556	1,1428	1,1548	1	1,1547	0		
7	$\infty$	1,1547	1,1333	1,1547	1,1667	1,1546	1,1556	1,1538	1,1548	1,1428	1,1547	1	1,1547	0

TABELA IV.  
Utwardzenie zupełne na obydwu podporach skrajnych.

Belka o przęsłach	$l_1$		$l_2$		$l_3$		$l_4$		$l_5$		$l_6$		$l_7$	
	$u''_1$	$u'_1$	$u''_2$	$u'_2$	$u''_3$	$u'_3$	$u''_4$	$u'_4$	$u''_5$	$u'_5$	$u''_6$	$u'_6$	$u''_7$	$u'_7$
1	$\infty$	$\infty$												
2	$\infty$	1,3333	1,3333	$\infty$										
3	$\infty$	1,1667	1,3333	1,3333	1,1667	$\infty$								
4	$\infty$	1,1556	1,3333	1,1667	1,1667	1,3333	1,1556	$\infty$						
5	$\infty$	1,1548	1,3333	1,1556	1,1667	1,1667	1,1556	1,3333	1,1548	$\infty$				
6	$\infty$	1,1547	1,3333	1,1548	1,1667	1,1556	1,1556	1,1667	1,1548	1,3333	1,1547			
7	$\infty$	1,1547	1,3333	1,1547	1,1667	1,1548	1,1556	1,1556	1,1548	1,1667	1,1547	1,3333	1,1547	

3 Obliczamy współczynniki  $\delta'$  i  $\delta''$ , dla pręseł nieobciążonych na podstawie równań

$$\delta' = \frac{u'}{2(u'+1)},$$

$$\delta'' = \frac{u''}{2(u''+1)}.$$

Dla belki ciągłej o równych rozpiętościach i stałym przekroju wartości  $\delta'$  i  $\delta''$  zestawiono w tabeli V.

(swobodne podparcie pręseł skrajnych na skrajnych podporach), i w tabeli VI. (zupełne utwardzenie na obydwu skrajnych podporach).

Tabele V, VI. Wartości współczynników  $\delta$  dla ciągłych belek o równych pręsełach i stałym przekroju oraz

dla przypadku, gdy  $J_i = J_{(i+1)} = \text{constans}$ .

TABELA V.  
Swobodne podparcie pręseł skrajnych na skrajnych podporach.

Belka o ilości pręseł	$l_1$		$l_2$		$l_3$		$l_4$		$l_5$		$l_6$		$l_7$	
	$\delta''_1$	$\delta'_1$	$\delta''_2$	$\delta'_2$	$\delta''_3$	$\delta'_3$	$\delta''_4$	$\delta'_4$	$\delta''_5$	$\delta'_5$	$\delta''_6$	$\delta'_6$	$\delta''_7$	$\delta'_7$
2	0,0	0,2500	0,2500	0,0										
3	0,0	0,2667	0,2500	0,2500	0,2667	0,0								
4	0,0	0,2678	0,2500	0,2667	0,2667	0,2500	0,2678	0,0						
5	0,0	0,2679	0,2500	0,2678	0,2667	0,2667	0,2678	0,2500	0,2679	0,0				
6	0,0	0,2680	0,2500	0,2679	0,2667	0,2678	0,2678	0,2667	0,2679	0,2500	0,2679	0,0		
7	0,0	0,2680	0,2500	0,2680	0,2667	0,2679	0,2678	0,2678	0,2679	0,2667	0,2679	0,2500	0,2679	0,0

TABELA VI.  
Zupełne utwardzenie na skrajnych podporach.

Belka o ilości pręseł	$l_1$		$l_2$		$l_3$		$l_4$		$l_5$		$l_6$		$l_7$	
	$\delta''_1$	$\delta'_1$	$\delta''_2$	$\delta'_2$	$\delta''_3$	$\delta'_3$	$\delta''_4$	$\delta'_4$	$\delta''_5$	$\delta'_5$	$\delta''_6$	$\delta'_6$	$\delta''_7$	$\delta'_7$
1	0,5	0,5												
2	0,5	0,2857	0,2857	0,5										
3	0,5	0,2692	0,2857	0,2857	0,2692	0,5								
4	0,5	0,2680	0,2857	0,2692	0,2692	0,2857	0,2680	0,5						
5	0,5	0,2680	0,2857	0,2680	0,2692	0,2692	0,2680	0,2857	0,2680	0,5				
6	0,5	0,2679	0,2857	0,2680	0,2692	0,2680	0,2680	0,2692	0,2680	0,2857	0,2679	0,5		
7	0,5	0,2679	0,2857	0,2679	0,2692	0,2680	0,2680	0,2680	0,2680	0,2692	0,2679	0,2857	0,2679	0,5

4. Obliczamy współczynniki  $\alpha'$  i  $\alpha''$  dla każdego przęsła obciążonego przy pomocy wzorów (lub odczytujemy z tablic str. 156 „Nouvelle méthode de calcul“):

$$\alpha''_r = 2\delta''_r \cdot \frac{1 - \delta'_r}{1 - \delta'_r \cdot \delta''_r},$$

$$\alpha'_r = 2\delta'_r \cdot \frac{1 - \delta''_r}{1 - \delta'_r \cdot \delta''_r}.$$

W wypadku, gdy pierwsze lub ostatnie przęsło jest swobodnie podparte na podporze skrajnej, wtedy:

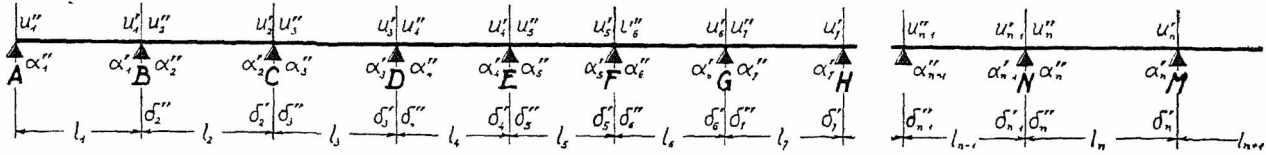
$$\alpha''_1 = 0$$

$$\alpha'_1 = 2\delta'_1$$

$$\alpha''_n = 2\delta''_n$$

$$\alpha'_n = 0.$$

oraz: Dla belek ciągłych równoprzęsłowych i o stałym przekroju, jak również dla belek, których iloraz  $\frac{l_r}{J_r} = \frac{l_{(r+1)}}{J_{(r+1)}} = \text{const.}$  ma wartość stałą, wartości współczynników  $\alpha$  zestawione są w tabelach VII. (swobodne podparcie na skrajnych podporach), VIII. (utwierdzenie zupełne na skrajnych podporach), IX. (utwierdzenie zupełne na lewej skrajnej podporze).



Rys. 9.

Tabele VII, VIII i IX. Wartości współczynników  $\alpha$  dla belek ciągłych o równych przęsłach i stałym przekroju oraz dla przypadku, gdy  $\frac{l_r}{J_r} = \text{const.}$

Mając wyznaczone wartości współczynników  $\delta$  i  $\alpha$  zależnych jedynie tylko od ustroju danej belki ciągłej przystępujemy do obliczenia wartości zależnych od obciążenia to jest  $M$ ,  $Q$  i  $h$ , przy czym  $F_0$  przedstawia powierzchnię zwykłych momentów.

TABELA VII.  
Swobodne podparcie przęseł skrajnych na skrajnych podporach.

Belka ciągła o ilości przęseł	$l_1$		$l_2$		$l_3$		$l_4$		$l_5$		$l_6$		$l_7$	
	$\alpha''_1$	$\alpha'_1$	$\alpha''_2$	$\alpha'_2$	$\alpha''_3$	$\alpha'_3$	$\alpha''_4$	$\alpha'_4$	$\alpha''_5$	$\alpha'_5$	$\alpha''_6$	$\alpha'_6$	$\alpha''_7$	$\alpha'_7$
2	0	0,5000	0,5000	0,0										
3	0	0,5333	0,4000	0,4000	0,5333	0,0								
4	0	0,5357	0,3929	0,4286	0,4286	0,3929	0,5357	0,0						
5	0	0,5359	0,3923	0,4306	0,4211	0,4211	0,4306	0,3923	0,5359	0,0				
6	0	0,5359	0,3923	0,4307	0,4205	0,4231	0,4231	0,4205	0,4308	0,3923	0,5359	0,0		
7	0	0,5359	0,3923	0,4308	0,4205	0,4232	0,4224	0,4224	0,4232	0,4205	0,4308	0,3923	0,5359	0,0

TABELA VIII.  
Obustronne utwierdzenie na skrajnych podporach.

Belka o ilości przęseł	$l_1$		$l_2$		$l_3$		$l_4$		$l_5$		$l_6$		$l_7$	
	$\alpha''_1$	$\alpha'_1$	$\alpha''_2$	$\alpha'_2$	$\alpha''_3$	$\alpha'_3$	$\alpha''_4$	$\alpha'_4$	$\alpha''_5$	$\alpha'_5$	$\alpha''_6$	$\alpha'_6$	$\alpha''_7$	$\alpha'_7$
1	0,6667	0,6667												
2	0,8333	0,3333	0,3333	0,8333										
3	0,8444	0,3111	0,4444	0,4444	0,3111	0,8444								
4	0,8542	0,3095	0,4526	0,4167	0,4167	0,4526	0,3095	0,8452						
5	0,8453	0,3094	0,4529	0,4147	0,4283	0,4283	0,4147	0,4529	0,3094	0,8453				
6	0,8453	0,3094	0,4530	0,4145	0,4248	0,4222	0,4222	0,4248	0,4145	0,4530	0,3094	0,8453		
7	0,8453	0,3094	0,4530	0,4145	0,4248	0,4221	0,4228	0,4228	0,4228	0,4248	0,4145	0,4530	0,3094	0,8453

TABELA IX.  
Ut看rdzenie zupełne na skrajnej prawej podporze.

Belka o ilości przęseł	$l_1$		$l_2$		$l_3$		$l_4$		$l_5$		$l_6$		$l_7$	
	$\alpha''_1$	$\alpha'_1$	$\alpha''_2$	$\alpha'_2$	$\alpha''_3$	$\alpha'_3$	$\alpha''_4$	$\alpha'_4$	$\alpha''_5$	$\alpha'_5$	$\alpha''_6$	$\alpha'_6$	$\alpha''_7$	$\alpha'_7$
1	0,0	1,0000												
2	0,0	0,5714	0,2857	0,8571										
3	0,0	0,5385	0,3846	0,4615	0,4513	0,8461								
4	0,0	0,5361	0,3917	0,4330	0,4234	0,4536	0,3093	0,8454						
5	0,0	0,5359	0,3923	0,4309	0,4214	0,4254	0,4143	0,4530	0,3094	0,8453				
6	0,0	0,5359	0,3923	0,4205	0,4204	0,4234	0,4219	0,4249	0,4145	0,4530	0,3094	0,8453		
7	0,0	0,5359	0,3923	0,4205	0,4205	0,4232	0,4224	0,4228	0,4220	0,4248	0,4145	0,4530	0,3094	0,8453

5. Wyznaczamy momenty maksymalne  $M_m$  i charakterystyczne  $M_1$  i  $M_2$  itd. dla każdego przęsła uważanego za belkę (izostaticzną) wolno podpartą przy pomocy znanych warunków równowagi (lub bierzemy z części II-iej „Nouvelle méthode de calcul“, str. 46 i dalsze).

6. Obliczamy siły poprzeczne i oddziaływania  $Q'$  i  $Q''$  każdego przęsła uważanego za belkę wolno podpartą (lub odczytujemy w II-iej części książki jak wyżej).

7. Wyznaczamy wysokości sprowadzone  $h$ , dla każdego przęsła z równania:

$$h_r = \frac{3}{2} \frac{F_{0r}}{l}$$

(gdzie  $F_{0r}$  oznacza powierzchnię zwykłych momentów) lub też odczytujemy w II-iej części książki jak wyżej)

8. Obliczamy momenty podporowe na każdej podporze ( $M'_r = \alpha'_r \cdot h_r$ ;  $M''_r = \alpha''_r \cdot h_r$  oraz  $M'_r = \delta'_r \cdot M'_{r-1}$ ;  $M''_r = \delta''_r \cdot M''_{r-1}$ ) danej belki ciąglej obciążając kolejno każde przęsło  $l_1, l_2, \dots, l_n, l_{n+1}, \dots$  i zestawiając otrzymane wyniki według zestawienia momentów podporowych podanego poniżej.

Pamiętać należy, że (dla pionowego kierunku obciążeń) znaki poszczególnych momentów podane w zestawieniu zmieniają się kolejno na każdej podporze w przęsłach nieobciążonych.

Przez dodanie poszczególnych momentów występujących na danej podporze otrzymujemy szukany moment sumaryczny występujący pod obciążeniem całkowitem danej belki ciąglej.

9. Wyznaczamy momenty zginające w poszczególnych przęsłach belki ciąglej podług znanego równania:

$$M_r = M_{0,x} + M'_r \cdot \frac{x}{l_r} + M''_r \cdot \frac{l_r - x}{l_r}$$

gdzie  $x$  oznacza odległość punktu szukanego momentu od podpory lewej,  $M_{0,x}$  moment zwykły w punkcie  $X$  osi przęsła.

10. Obliczamy siły poprzeczne belki ciąglej podług znanego wzoru:

$$Q_x = Q_{0,x} = \frac{M'_r - M''_r}{l_r}$$

Po wyznaczeniu momentów podporowych i momentów zginających w przęsłach oraz sił poprzecznych w każdym przęsle danej belki ciąglej mamy rozwiązane w całości zagadnienie dowolnej belki ciąglej o przekrojach zmiennych, ale stałych w każdym z poszczególnych przęsł.

**B. Obciążenia asymetryczne.**

W wypadku obciążeń asymetrycznych tok postępowania rachunkowego jest ten sam, jedynie tylko po obliczeniu  $h$  (pkt. 7) dla poszczególnych przęsł wyznaczamy wysokości  $h'$  i  $h''$ , podług wzorów:

$$h'_r = \beta'_r \cdot h_r, \\ h''_r = \beta''_r \cdot h_r,$$

przyczem współczynniki  $\beta$  obliczamy według równań 33 i 34 (lub odczytujemy w tablicy II (część IV) książki „Nouvelle méthode de calcul“ w zależności od położenia środka ciężkości  $s'_r = \frac{\eta'_r}{l_r}$ ;  $s''_r = \frac{\eta''_r}{l_r}$  i stopnia utwierdzenia  $u''_r$  i  $u'_r$ ).

Obliczamy więc kolejno:

1. przęsła idealne  $l$  i  $l''$ ;
2. stopnie utwierdzeń  $u'_r$  i  $u''_r$  (p. „Obciążenia symetryczne“);
3. współczynniki  $\delta'$  i  $\delta''$  (p. „Obciążenia symetryczne“);

Zestawienie momentów podporowych.

		M o m e n t y p o d p o r o w e										
		B	C	D	E	F	G	H	N	M		
Obciążenie w przęsle	$l_1$	$M'_1 = \alpha'_1 \cdot h'_1 (-)$	$M'_2 = \delta'_2 \cdot M'_1 (+)$	$M'_3 = \delta'_3 \cdot M'_2 (-)$	$M'_4 = \delta'_4 \cdot M'_3 (+)$	$M'_5 = \delta'_5 \cdot M'_4 (-)$	$M'_6 = \delta'_6 \cdot M'_5 (+)$	$M'_7 = \delta'_7 \cdot M'_6 (-)$	$M'_{n-1} = \delta'_{n-1} \cdot M'_{n-2} (\pm)$	$M'_n = \delta'_n \cdot M'_{n-1} (\mp)$		
	$l_2$	$M''_2 = \alpha''_2 \cdot h''_2 (-)$	$M''_3 = \alpha''_3 \cdot h''_3 (-)$	$M''_4 = \delta''_4 \cdot M''_3 (+)$	$M''_5 = \delta''_5 \cdot M''_4 (-)$	$M''_6 = \delta''_6 \cdot M''_5 (+)$	$M''_7 = \delta''_7 \cdot M''_6 (-)$	$M''_8 = \delta''_8 \cdot M''_7 (+)$	$M''_{n-1} = \delta''_{n-1} \cdot M''_{n-2} (\pm)$	$M''_n = \delta''_n \cdot M''_{n-1} (\mp)$		
	$l_3$	$M''_3 = \delta''_3 \cdot M''_2 (+)$	$M''_4 = \alpha''_4 \cdot h''_4 (-)$	$M''_5 = \alpha''_5 \cdot h''_5 (-)$	$M''_6 = \delta''_6 \cdot M''_5 (+)$	$M''_7 = \delta''_7 \cdot M''_6 (-)$	$M''_8 = \delta''_8 \cdot M''_7 (+)$	$M''_9 = \delta''_9 \cdot M''_8 (-)$	$M''_{n-1} = \delta''_{n-1} \cdot M''_{n-2} (\pm)$	$M''_n = \delta''_n \cdot M''_{n-1} (\mp)$		
	$l_4$	$M''_4 = \delta''_4 \cdot M''_3 (-)$	$M''_5 = \delta''_5 \cdot M''_4 (+)$	$M''_6 = \delta''_6 \cdot M''_5 (-)$	$M''_7 = \delta''_7 \cdot M''_6 (+)$	$M''_8 = \delta''_8 \cdot M''_7 (-)$	$M''_9 = \delta''_9 \cdot M''_8 (+)$	$M''_{n-1} = \delta''_{n-1} \cdot M''_{n-2} (\pm)$	$M''_n = \delta''_n \cdot M''_{n-1} (\mp)$			
	$l_5$	$M''_5 = \delta''_5 \cdot M''_4 (+)$	$M''_6 = \delta''_6 \cdot M''_5 (-)$	$M''_7 = \delta''_7 \cdot M''_6 (+)$	$M''_8 = \delta''_8 \cdot M''_7 (-)$	$M''_9 = \delta''_9 \cdot M''_8 (+)$	$M''_{n-1} = \delta''_{n-1} \cdot M''_{n-2} (\pm)$	$M''_n = \delta''_n \cdot M''_{n-1} (\mp)$				
	$l_6$	$M''_6 = \delta''_6 \cdot M''_5 (-)$	$M''_7 = \delta''_7 \cdot M''_6 (+)$	$M''_8 = \delta''_8 \cdot M''_7 (-)$	$M''_9 = \delta''_9 \cdot M''_8 (+)$	$M''_{n-1} = \delta''_{n-1} \cdot M''_{n-2} (\pm)$	$M''_n = \delta''_n \cdot M''_{n-1} (\mp)$					
	$l_7$	$M''_7 = \delta''_7 \cdot M''_6 (+)$	$M''_8 = \delta''_8 \cdot M''_7 (-)$	$M''_9 = \delta''_9 \cdot M''_8 (+)$	$M''_{n-1} = \delta''_{n-1} \cdot M''_{n-2} (\pm)$	$M''_n = \delta''_n \cdot M''_{n-1} (\mp)$						
	$l_{n-1}$	$M''_8 = \delta''_8 \cdot M''_7 (-)$	$M''_9 = \delta''_9 \cdot M''_8 (+)$	$M''_{n-1} = \delta''_{n-1} \cdot M''_{n-2} (\pm)$	$M''_n = \delta''_n \cdot M''_{n-1} (\mp)$							
	$l_n$	$M''_9 = \delta''_9 \cdot M''_8 (+)$	$M''_{n-1} = \delta''_{n-1} \cdot M''_{n-2} (\pm)$	$M''_n = \delta''_n \cdot M''_{n-1} (\mp)$								
	Suma		$M_B = \dots$	$M_C = \dots$	$M_D = \dots$	$M_E = \dots$	$M_F = \dots$	$M_G = \dots$	$M_H = \dots$	$M_N = \dots$	$M_Y = \dots$	

U w a g a. Dla otrzymania momentu całkowitego na danej podporze pod obciążeniem stałym dodać wszystkie poszczególne momenty z uwzględnieniem znaków. Dla otrzymania momentu maksymalnego na danej podporze pod obciążeniem ruchomym dodać do siebie oddzielnie momenty ze znakiem ujemnym i oddzielnie ze znakiem dodatnim.

4. współczynniki  $\alpha'_r$  i  $\alpha''_r$  (p. „Obciążenia symetryczne“);

5. momenty zwykłe  $M$  przy pomocy znanych warunków równowagi (lub podług zestawienia obciążeń asymetrycznych (część III) książki „Nouvelle méthode de calcul“);

6. siły poprzeczne  $Q'_r$  i  $Q''_r$  analogicznie jak wyżej pod 5;

7. a) wysokości sprowadzone  $h_r$  (p. „Obciążenia symetryczne“);

b) odległości  $\eta'$  i  $\eta''$  środków ciężkości, oraz  $s' = \frac{\eta'}{l}$  i  $s'' = \frac{\eta''}{l}$  (ewentualnie z części II-ej „Nouvelle méthode“ str. 68);

c) współczynniki  $\beta'$  i  $\beta''$  podług równań 33 i 34 (lub z tablicy II. (część IV) „Nouvelle méthode de calcul“ str. 170 i 171);

d) wysokości  $h'$  i  $h''$  podług równań:

$$h'_r = \beta'_r \cdot h_r,$$

$$h''_r = \beta''_r \cdot h_r;$$

8. momenty podporowe (jak w obc. symetr.);

9. momenty w przęsłach (p. Obc. symetryczne);

10. siły poprzeczne belki ciągłej (p. Obciążenia symetryczne).

#### Przykład 1.

Daną mamy belkę ciągłą dwuprzęsłową obustronnie zupełnie utwierdzoną (rys. 10) obciążoną symetrycznie siłami stałymi:

$$g_1 = 600 \text{ kg/m}$$

$$g_2 = 800 \text{ „}$$

$$G = 4200 \text{ kg,}$$

oraz siłami ruchomymi działającymi w tych samych punktach, co i siły  $G$ .

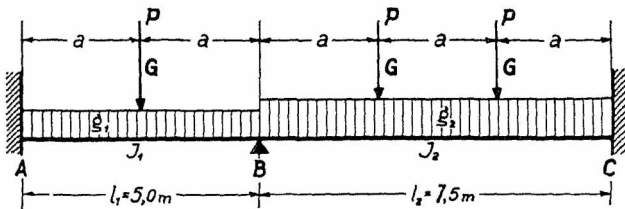
$$P = 7200 \text{ kg.}$$

Wymiary belki:

$$l_1 = 5,0 \text{ m} \quad J_1 = 214000 \text{ cm}^4$$

$$l_2 = 7,5 \text{ m} \quad J_2 = 321000 \text{ cm}^4$$

$$a = 2,50 \text{ m.}$$



Rys. 10.

Przeprowadzamy obliczenia podług postępowania wskazanego poprzednio.

Obliczamy wielkości zależne od ustroju belki.

1. Przęsła fikcyjne  $l'$ ,  $l''$ :

$$l'_1 = \frac{3}{4} l_1 = \frac{3}{4} \cdot 5,0 = 3,75 \text{ m}$$

$$l'_2 = \frac{3}{4} l_2 = \frac{3}{4} \cdot 7,5 = 5,625 \text{ m.}$$

2. Stopnie utwierdzenia sprężystego  $u'$ ,  $u''$ :

$$u''_1 = \infty \quad u_1 = \frac{l_1}{l'_2} \cdot \frac{J_2}{J_1} = \frac{5,0}{5,625} \cdot \frac{321}{214} = 1,3333$$

$$u''_2 = \frac{l_2}{l''_1} \cdot \frac{J_1}{J_2} = \frac{7,5}{3,75} \cdot \frac{214}{321} = 1,3333; \quad u'_2 = \infty.$$

Współczynniki  $\alpha$ .

Łatwo można zauważyć, że:

$$\frac{l_1}{J_1} = \frac{500}{214000} = \frac{1}{428} = \frac{l_2}{J_2} = \frac{1}{428}.$$

Współczynniki  $\alpha$  mają więc te same wartości, jak przy belce równoprzęsłowej. Możemy więc je odczytać z tabeli VIII. Tę samą obliczenie uprzednie przesył fikcyjnych i stopni utwierdzeń staje się zbędnym. Otrzymujemy z tabeli VIII:

$$\alpha'_1 = \alpha''_2 = 0,3333$$

$$\alpha''_1 = \alpha'_2 = 0,8333.$$

Obliczamy wielkości zależne od obciążenia.

Przęsło  $l_1$ .

5. Momenty zwykłe:

$$\text{Obc. } g_1 \quad \cdot \cdot \quad M_s = \frac{1}{8} g_1 \cdot l_1 = \frac{1}{8} \cdot 600 \cdot 5,0^2 = 1875 \text{ kgm}$$

$$\text{„ } G \quad \cdot \cdot \quad M_s = \frac{1}{4} G l_1 = \frac{1}{4} \cdot 4200 \cdot 5,0 = 5250 \text{ „}$$

$$\text{„ } P \quad \cdot \cdot \quad M_s = \frac{1}{4} P l_1 = \frac{1}{4} \cdot 7200 \cdot 5,0 = 9000 \text{ „}$$

6. Siły poprzeczne:

$$\text{Obc. } g_1 \quad \cdot \cdot \quad Q' = Q'' = \frac{1}{2} \cdot 600 \cdot 5,0 = 1500 \text{ kg}$$

$$\text{„ } G \quad \cdot \cdot \quad Q' = Q'' = \frac{1}{2} \cdot 4200 = 2100 \text{ „}$$

$$\text{„ } P \quad \cdot \cdot \quad Q' = Q'' = \frac{1}{2} \cdot 7200 = 3600 \text{ „}$$

7. Wysokości sprowadzone  $h_1$ :

$$\text{Obc. } g_1 \quad \cdot \cdot \quad h_1 = M_s = 1875 \text{ kgm}$$

$$\text{„ } G \quad \cdot \cdot \quad h_1 = \frac{3}{4} M_s = \frac{3}{4} \cdot 5250 = 3938 \text{ „}$$

$$\text{Razem } h_1 = 5813 \text{ kgm}$$

$$\text{„ } P \quad \cdot \cdot \quad h_1 = \frac{3}{4} M_s = \frac{3}{4} \cdot 9000 = 6750 \text{ „}$$

Przęsło  $l_2$ .

5. Momenty zwykłe i wys. sprowadzone:

$$\text{Obc. } g_2 \quad \cdot \cdot \quad M_s = \frac{1}{8} \cdot 800 \cdot 7,5^2 = 5625 \text{ kgm} = h_2$$

$$\text{„ } G \quad \cdot \cdot \quad M_s = \frac{1}{4} \cdot 4200 \cdot 7,5 = 10500 \text{ „} = h_2$$

$$\text{Razem } h_2 = 16125 \text{ kgm}$$

$$\text{„ } P \quad \cdot \cdot \quad M_s = \frac{1}{8} \cdot 7200 \cdot 7,5 = 18000 \text{ kgm} = h_2.$$

6. Siły poprzeczne:

$$\text{Obc. } g_2 \quad \cdot \cdot \quad Q' = Q'' = \frac{1}{2} \cdot 800 \cdot 7,5 = 3000 \text{ kg}$$

$$\text{„ } G \quad \cdot \cdot \quad Q' = Q'' = G = 4200 \text{ „}$$

$$\text{„ } P \quad \cdot \cdot \quad Q' = Q'' = P = 7200 \text{ „}$$

Sumaryczne najniekorzystniejsze momenty podp.:

$$M_A = -2157 - 5625 = -7782 \text{ kgm}$$

$$M_A = -2157 + 3000 = +843 \text{ „}$$

$$M_B = -(7311 + 8250) = -15561 \text{ „}$$

$$M_C = -(12468 + 15000) = -27468 \text{ „}$$

G) Maksymalne momenty w przęsłach.

$$M_1 = +(1875 + 5250 + 900) - \frac{1}{8} (2157 + 7311 + 5625 + 2250) = +7454 \text{ kgm}$$

$$M_2 = +(16125 + 18000) - \frac{3}{8} (7311 + 6000) - \frac{1}{8} (12468 + 15000) = +16095 \text{ „}$$

#### Przykład 2.

Belka ciągła trójprzęsłowa o równych przęsłach  $l_1 = l_2 = l_3 = 5$  zupełnie utwierdzona na prawej podporze skrajnej, obciążona jest (rys. 11) siłami stałymi:

$$g = 400 \text{ kg/m} \text{ wzdłuż całej belki,}$$

$$G = 2000 \text{ kg,}$$

oraz siłami ruchomymi:

$$p = 600 \text{ kg/m,}$$

$$P = 3200 \text{ kg.}$$

Przekrój belki jest stały  $I_1 = I_2 = I_3$ .

Mimo, iż mamy do czynienia z belką ciągłą równoprzęsłową, o symetrycznym i prostym obciążeniu, nie znajdziemy w dotychczasowej literaturze technicznej odpowiednich tablic umożliwiających przeprowadzenie obliczenia bez potrzeby uciekania się do równań trzech momentów czy też metod graficznych. Podane na tem miejscu tablice (Tablice od I do IX), pozwolą nam na szybkie i dokładne przeprowadzenie obliczeń.

## Zestawienie momentów podporowych.

## 1. Obciążenie stałe.

		Momenty na podporach		
		A	B	C
Obciążenia w przęśle	$l_1$	$\alpha'_{11} \cdot h_1$ $M''_1 = 0,8333 \cdot 5813 = 4844 (-)$	$\alpha'_{11} \cdot h_1$ $M'_1 = 0,3333 \cdot 5813 = 1937 (-)$	$M'_1 = \frac{1}{2} M''_1 = \frac{1}{2} 1937 = 969 (+)$
	$l_2$	$M''_1 = \frac{1}{2} M''_2 = \frac{1}{2} 5374 = 2687 (+)$	$\alpha'_{11} \cdot h_2$ $M''_2 = 0,3333 \cdot 16125 = 5374 (-)$	$M'_2 = 0,8333 \cdot 16125 = 13437 (-)$
Suma		$M_{11} = -2157 \text{ kgm}$	$M_{11} = -7311 \text{ kgm}$	$M_{11} = -12468 \text{ kgm}$

## 2. Obciążenie ruchome.

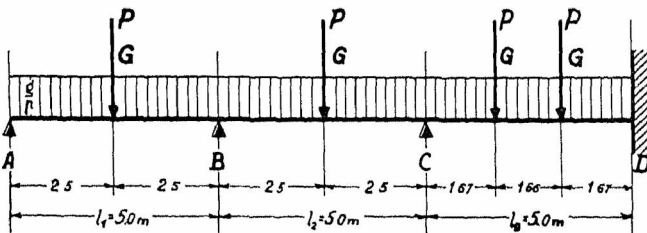
		Momenty na podporach		
		A	B	C
Obciążenia w przęśle	$l_1$	$M''_1 = 0,8333 \cdot 6750 = 5625 (-)$	$M'_1 = 0,3333 \cdot 6750 = 2250 (-)$	$M'_2 = \frac{1}{2} M'_1 = \frac{1}{2} 2250 = 1125 (+)$
	$l_2$	$M''_1 = \frac{1}{2} M''_2 = \frac{1}{2} 6000 = 3000 (+)$	$M''_2 = 0,3333 \cdot 18000 = 6000 (-)$	$M'_2 = 0,8333 \cdot 18000 = 15000 (-)$
Suma najniekorzyst.		$M_{11} = -5625 \text{ kgm}$	$M_{11} = -8250 \text{ kgm}$	$M_{11} = -15000 \text{ kgm}$
		$M_{11} = +3000 \text{ „}$		

Zgodnie z tokiem postępowania rachunkowego, podanego dla obciążeń symetrycznych, odczytujemy odrazu wartości współczynników. 1)  $\delta$  w tablicy VI:

$$\delta'_{11} = 0; \delta'_{12} = 0,2692; \delta'_{22} = 0,2500; \delta'_{23} = 0,2857; \\ \delta'_{33} = 0,2667; \delta'_{34} = 0,5000;$$

oraz 2) wartości współczynników  $\alpha$  z tablicy IX:

$$\alpha'_{11} = 9,0; \alpha'_{12} = 0,5385; \alpha'_{22} = 0,3846; \alpha'_{23} = 0,4615; \\ \alpha'_{33} = 0,4513; \alpha'_{34} = 0,8461.$$



Rys. 11.

3. Obliczamy momenty zwykłe dla każdego przęsła uważanego za belkę izostatyczną według znanych warunków równowagi.

Obciążenie jednostajnie rozłożone.

$$\text{Stale } (g) \quad M_m = \frac{1}{8} g l^2 = \frac{1}{8} \cdot 400 \cdot 5^2 = 1250 \text{ kgm.}$$

$$\text{Ruchome } (p) \quad M_m = \frac{1}{8} p l^2 = \frac{1}{8} \cdot 600 \cdot 5^2 = 1875 \text{ kgm,}$$

(momenty maksymalne w przęsłach  $l_1, l_2$  i  $l_3$ ).

Obciążenia skupione

Przęsła  $l_1$  i  $l_2$ :

$$M_m = \frac{1}{4} G l = \frac{1}{4} \cdot 2000 \cdot 5 = 2500 \text{ kgm (obc. stałe),}$$

$$M_m = \frac{1}{4} P l = \frac{1}{4} \cdot 3000 \cdot 5 = 3750 \text{ kgm (obc. ruchome).}$$

Przęsło  $l_3$ :

$$\text{Obc. stałe} \quad M_m = \frac{1}{8} G l = \frac{1}{8} \cdot 2000 \cdot 5 = 1250 \text{ kgm,}$$

$$\text{Obc. ruchome} \quad M_m = \frac{1}{8} P l = \frac{1}{8} \cdot 3000 \cdot 5 = 1875 \text{ kgm.}$$

4. Siły poprzeczne.

Pod obciążeniem stałym  $g \quad Q' = Q'' = \frac{1}{2} 400 \cdot 5 = 1000 \text{ kg,}$   
 „ „ „ ruchomem  $p \quad Q' = Q'' = \frac{1}{2} 600 \cdot 5 = 1500 \text{ kg.}$

Pod siłami skupionymi:

a) w przęsłach  $l_1$  i  $l_2$ :

$$\text{Obc. stałe} \quad Q' = Q'' = \frac{1}{2} G = \frac{1}{2} \cdot 2000 = 1000 \text{ kg,}$$

$$\text{Obc. ruchome} \quad Q' = Q'' = \frac{1}{2} P = \frac{1}{2} \cdot 3000 = 1500 \text{ kg;}$$

b) w przęśle  $l_3$ :

$$\text{Obc. stałe} \quad Q' = Q'' = G = 2000 \text{ kg,}$$

$$\text{Obc. ruchome} \quad Q' = Q'' = 3000 \text{ kg}$$

5. Wysokości spowodowane.

W przęsłach  $l_1$  i  $l_2$ :

$$\text{Dla obc. stałego } g \quad h = M_m = 1250 \text{ kgm,}$$

$$\text{Dla obc. stałego } G \quad h = \frac{3}{4} M_m = \frac{3}{4} \cdot 2500 = 1875 \text{ „}$$

$$\text{Razem dla obc. st. } h = 3125 \text{ kgm.}$$

$$\text{Dla obc. ruchomego } p \quad h = M_m = 1875 \text{ kgm,}$$

$$\text{Dla obc. ruch. } P \quad h = \frac{3}{4} M_m = \frac{3}{4} \cdot 3750 = 2813 \text{ „}$$

$$\text{Razem dla obc. ruch. } h = 4688 \text{ kgm.}$$

W przęśle  $l_3$ :

$$\text{Dla obc. stałego } g \quad h = 1250 \text{ kgm,}$$

$$\text{Dla obc. stałego } G \quad h = M_m = 3333 \text{ „}$$

$$\text{Razem obc. stałe } h = 4583 \text{ kgm.}$$

$$\text{Dla obc. ruchomego } p \quad h = 1875 \text{ kgm,}$$

$$\text{Dla obc. ruchomego } P \quad h = M_m = 5000 \text{ „}$$

$$\text{Razem obc. ruch. } h = 6875 \text{ kgm.}$$

6. Zestawienie momentów podporowych.

Według ogólnego zestawienia obliczamy momenty podporowe.

Najkorzystniejsze momenty podporowe pod obciążeniem stałym i ruchomem:

$$M_{1m} = -(2368 + 4328) = -6696 \text{ kgm,}$$

$$M_{2m} = -(3029 + 5267) = -8296 \text{ kgm,}$$

$$M_{3m} = -(3397 + 6177) = -9574 \text{ kgm.}$$

7. Momenty maksymalne w przęsłach.

W przęśle  $l_1$  (w miejscu działania siły skupionej):

$$M_{max} = (1250 + 2500) + (1875 + 3750) - \frac{1}{2} (2368 + \\ + 2525 - 776) = +9375 - 2058 = +7317 \text{ kgm.}$$

		M o m e n t y   n a   p o d p o r a c h		
		B	C	D
Obciążenia w przęśle	$l_1$	$M'_1 = \alpha'_1 \cdot h'_1 = 0,5385 \cdot 3125 = 1683 (-)$	$M'_2 = \delta'_2 \cdot M'_1 = 0,2857 \cdot 1683 = 481 (+)$	$M'_3 = \delta'_3 \cdot M'_2 = 0,5 \cdot 481 = 240 (-)$
	$l_2$	$M''_2 = \alpha''_2 \cdot h''_2 = 0,3846 \cdot 3125 = 1202 (-)$	$M''_3 = \alpha''_3 \cdot h''_3 = 0,4615 \cdot 3125 = 1442 (-)$	$M''_4 = \delta''_4 \cdot M''_3 = 0,5 \cdot 1442 = 721 (+)$
	$l_3$	$M'''_3 = \delta'''_3 \cdot M'''_2 = 0,25 \cdot 2068 = 517 (+)$	$M'''_4 = \alpha'''_4 \cdot h'''_4 = 0,4513 \cdot 4583 = 2068 (-)$	$M'''_5 = \alpha'''_5 \cdot h'''_5 = 0,8461 \cdot 3583 = 3029 (-)$
Suma		$M_B = -2368 \text{ kgm}$	$M_C = -3029 \text{ kgm}$	$M_D = -3397 \text{ kgm}$

## Obciążenia ruchome.

		M o m e n t y   n a   p o d p o r a c h		
		B	C	D
Najnie- korzyst. sumy	$l_1$	$0,5385 \cdot 4688 = 2525 (-)$	$0,2857 \cdot 2525 = 721 (+)$	$0,5 \cdot 721 = 360 (-)$
	$l_2$	$0,3846 \cdot 4688 = 1803 (-)$	$0,4615 \cdot 4688 = 2164 (-)$	$0,5 \cdot 2164 = 1082 (+)$
	$l_3$	$0,25 \cdot 3103 = 776 (+)$	$0,4513 \cdot 6875 = 3103 (-)$	$0,8461 \cdot 3875 = 5817 (-)$
		$M_B = -4328 \text{ kgm}$ $M_B = +776 \text{ kgm}$	$M_C = -5267 \text{ kgm}$ $M_C = +721 \text{ kgm}$	$M_D = -6177 \text{ kgm}$ $M_D = +1082 \text{ kgm}$

W przęśle  $l_2$  (w środku przęśla):  
 $M_{max}(1250 + 2500) + (1875 + 3750) - \frac{1}{2}[(2368 + 1803) + (3029 + 2164)] = +9375 - 4682 = +4693 \text{ kgm}$ .

W przęśle  $l_3$  (pod pierwszą siłą skupioną):

$$M_{max} = (1250 + 3333) + (1875 + 5000) - [\frac{1}{3}(3397 + 5817) + 360 + \frac{2}{3}(3029 + 3103 - 721)] = +11458 - 7279 = +4179 \text{ kgm}$$

Obliczenie sił poprzecznych i oddziaływań nie przedstawia już żadnych trudności.

Inż. Zbigniew Wernicki.

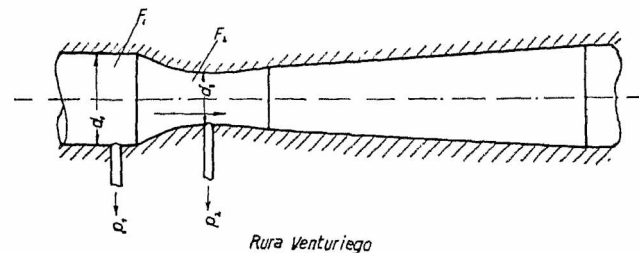
## Wodomierz systemu Siemens Venturi.

Wodomierz ten jest zbudowany na zasadzie pomiaru ilości cieczy płynącej w rurociągu, metodą zwężonego przekroju. Metoda ta pozwala na bardzo szerokie zastosowanie tych wodomierzy, gdyż wielkość i jakość przyrządu zliczającego ilość cieczy, nie zależy ani od średnicy rurociągu, ani od ilości mierzonej cieczy. Stosować go można wszędzie tam, gdzie przepływ odbywa się według prawa:

$$c^2 = 2g \frac{\Delta p}{\gamma},$$

gdzie „ $c$ ” jest prędkością przepływu,  $\Delta p$  spadkiem ciśnienia w zwężonym przekroju występującym wskutek zwiększenia prędkości,  $\gamma$  gęstością cieczy mierzonej. Wypadek ten zachodzi zawsze przy mierzeniu cieczy, zaś przy mierzeniu gazów tylko w przybliżeniu, o ile spadek ciśnienia jest mały w stosunku do całkowitego ciśnienia statycznego, oraz o ile energia kinetyczna wytworzona przez spadek ciśnienia znacznie przewyższa energię uzyskaną przez adyabatyczną ekspansję. Praktyczną granicę stosowania tego miernika do pomiaru gazów stanowi stosunek ciśnień  $\Delta p : p = 1 : 25$ . Ponieważ z przytoczonych niżej względów przyrząd ten wymaga 0,6 ata. spadku ciśnienia, zatem najmniejszym ciśnieniem możliwym przy stosowaniu pomiarów gazu jest 15 ata. Od tego ciśnienia począwszy można używać tego przyrządu również do pomiaru gazu i pary. Wodomierz ten jest budowany w wykonaniu normalnym, dla rurociągów o średnicy od 50 mm do 1000 mm. Ma on zastosowanie w wodociągach, elektrowniach parowych i wodnych, fabrykach chemicznych, do mierzenia wszelkich cieczy i gazów, nie atakujących materiałów, z których zbudowany jest przyrząd mierzący.

Konieczność zbadania dokładności wskazań, zachowania się w ruchu, oraz ewentualnie powtórnego cechowania pięciu przyrządów tego typu, zainstalowanych w elektrowni lwowskiej, skłoniła mnie do opracowania podanej niżej teorii, umożliwiającej badanie i cechowanie wodomierzy niezależnie od fabryki.



Rys. 1.

Zasada wodomierza tego polega na mierzeniu spadku ciśnienia, występującego w zwężonym przekroju rurociągu wskutek zwiększenia prędkości przepływającego płynu. Przyrząd mierzący spadek ciśnienia jest albo połączony z mechanicznym wskaźnikiem, albo za pośrednictwem transformatora o zmiennej przekładni z licznikiem elektrycznym, którego wychyłki są proporcjonalne do ilości przepływającego płynu, lub wreszcie z przyrządem piszącym. Wodomierza tego można użyć do wszelkich płynów posiadających stałą gęstość, przyczem błąd pomiaru nie przekracza  $\pm 1\%$  ilości nominalnej.

Ponieważ manometr konstrukcji Siemens, mierzący spadek ciśnienia, wymaga dużych różnic ciśnień,

a mianowicie przy pomiarach ilości cieczy płynących z prędkościami wahającymi w granicach od 15% do nominalnej, około 0,6 ata., zaś przy wahanach prędkości od 50% do nominalnej 0,2 ata., fabryka stosuje jako zwężenie przekroju rurę Venturiego.

Spadek ciśnienia w zwężonym przekroju można obliczyć z równania zachowania energii:

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{u_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{u_2^2}{2g}$$

$$\frac{2g}{\gamma} (p_1 - p_2) = u_2^2 - u_1^2 \quad \dots \quad (1)$$

- $p_1$  oznacza ciśnienie w przekroju  $F_1$
- $p_2$  " " " " "  $F_2$
- $u_1$  " prędkość " "  $F_1$
- $u_2$  " " " " "  $F_2$
- $\gamma$  gęstość cieczy
- $g$  przyspieszenie ziemskie.

Zależność  $u_1$  od  $u_2$  otrzymam z równania ciągłości:

$$F_1 u_1 = F_2 u_2, \quad \dots \quad (2)$$

ponieważ rurę (rys. 1) w największym przekroju  $F_2$  wykonuje się bardzo dokładnie, przeto dobrze jest obliczyć różnicę ciśnień w zależności od  $u_2$ :

$$u_1 = u_2 \cdot \frac{F_2}{F_1}, \quad \dots \quad (2')$$

wstawiając wyrażenie (2') w równanie (1) otrzymuję:

$$\frac{2g}{\gamma} (p_1 - p_2) = u_2^2 \left[ 1 - \left( \frac{F_2}{F_1} \right)^2 \right] \quad \dots \quad (3)$$

Objętość cieczy płynącej w jednostce czasu obliczam przez pomnożenie prędkości  $u_2$  przez przekrój  $F_2$ :

$$u_2 = \sqrt{\frac{2g}{1 - \left( \frac{F_2}{F_1} \right)^2}} \cdot \sqrt{\frac{p_1 - p_2}{\gamma}}$$

$$V = u_2 \cdot F_2 = F_2 \sqrt{\frac{2g}{1 - \left( \frac{F_2}{F_1} \right)^2}} \cdot \sqrt{\frac{p_1 - p_2}{\gamma}} \quad \dots \quad (4)$$

Rzeczywista prędkość cieczy jest mniejsza od szybkości obliczonej, z powodu tarcia o ściany. Stratę tę określa się stosunkiem prędkości rzeczywistej i teoretycznej:

$$\frac{u'_2}{u_2} = \varphi,$$

zatem:

$$u'_2 = \varphi \cdot u_2.$$

Spółczynnik ten wynosi dla wody według badań fabryki Siemens & Halske w Berlinie  $\varphi = 0,978$ .

Ostateczny wzór na obliczenie objętości cieczy przepływającej w jednostce czasu posiada postać:

$$V_1 = F_2 \varphi \sqrt{\frac{2g}{1 - \left( \frac{F_2}{F_1} \right)^2}} \cdot \sqrt{p_1 - p_2} \quad \dots \quad (4')$$

Wyrażenie:

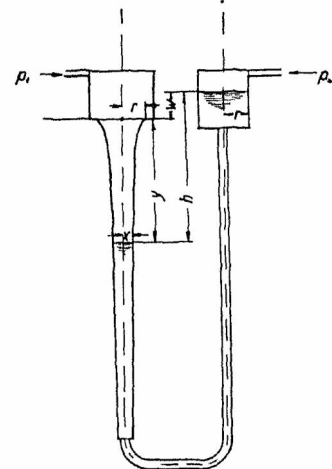
$$F_2 \cdot \varphi \cdot \sqrt{\frac{2g}{1 - \left( \frac{F_2}{F_1} \right)^2}} = C_1$$

określam jako stałą rury Venturiego:

$$V_1 = C_1 \sqrt{\frac{p_1 - p_2}{\gamma}} \quad \dots \quad (4'')$$

Do mierzenia różnicy ciśnień  $p_1 - p_2$  służy manometr różnicowy (rys. 2), składający się z dwu naczyń połączonych ze sobą i wypełnionych rtęcią. Jedno naczynie, górne  $g$  posiada kształt walcowy, podczas gdy drugie, dolne  $d$ , jest tak skonstruowane, by wzniesienie poziomu rtęci w naczyniu walcowym było proporcjonalne do pierwiastka z różnicy ciśnień, a tem

samem do ilości cieczy płynącej przez rurę Venturiego. Naczynie dolne posiada kształt powierzchni obrotowej, utworzonej przez obrót hyperboli czwartego stopnia około jednej z asymptot.



Manometr różnicowy

Rys. 2.

Do równania krzywej południkowej tej powierzchni dochodzę w sposób następujący:

Oznaczam literą „ $h$ ” całkowitą różnicę poziomów rtęci, literą „ $y$ ” odległość zwierciadła rtęci w naczyniu dolnym od położenia zerowego, „ $w$ ” odległość powierzchni rtęci w naczyniu górnym od położenia zerowego, literą „ $r$ ” promień naczynia górnego, „ $x$ ” promień naczynia dolnego, przyczem dodatnia oś „ $y$ ” jest skierowana ku dołowi, zaś dodatnia oś „ $w$ ” ku górze.

Zakładam, że wzniesienie „ $w$ ” ma być proporcjonalne do pierwiastka z odległości „ $h$ ”:

$$w = \sqrt{C_2} \cdot h, \quad \dots \quad (5)$$

oraz, że ilość rtęci w manometrze jest stała.

Przy bardzo małym przesunięciu poziomów rtęci o  $dy$  i  $dw$  objętość  $x^2 \pi dy$  musi być równa objętości  $r^2 \pi dw$

$$x^2 \pi dy = r^2 \pi dw$$

$$x^2 dy = r^2 dw \quad \dots \quad (6)$$

Suma przyrostów  $dy + dw$  równa się przyrostowi  $dh$ .

$$dy + dw = dh \quad \dots \quad (7)$$

Różniczkując równanie (5')  $w^2 = C_2 h$  otrzymuję:

$$2w dw = C_2 \cdot dh$$

$$dh = \frac{2w dw}{C_2},$$

wstawiam to w równanie (7):

$$dy + dw = \frac{2w dw}{C_2},$$

czyli:

$$dy = dw \left( \frac{2w}{C_2} - 1 \right),$$

co z równaniem (6) daje:

$$x^2 dw \left( \frac{2w}{C_2} - 1 \right) = r^2 dw,$$

po uproszczeniu przez  $dw$ :

$$x^2 \left( \frac{2w}{C_2} - 1 \right) = r^2 \quad \dots \quad (8)$$

Ponieważ chodzi nam o zależność  $x = f(y)$ , wyliczamy „ $w$ ” z równania (5') i z warunku  $y + w = h$ , a wstawiwszy w równanie (8) otrzymamy żadaną funkcję:

$$w + y = \frac{w^2}{C_2}$$

$$w = \frac{C_2}{2} \pm \sqrt{\frac{C_2^2}{4} + C_2 y},$$

a wstawiwszy to w równanie (8) otrzymamy:

$$r^2 = x^2 \left[ \frac{2}{C_2} \left( \frac{C_2}{2} \pm \sqrt{\frac{C_2^2}{4} + C_2 y} \right) - 1 \right]$$

$$r^2 = x^2 \left( \pm \sqrt{1 + \frac{4y}{C_2}} \right)$$

$$r^4 = x^4 \left( 1 + \frac{4y}{C_2} \right)$$

$$x^4 = \frac{C_2 r^4}{C_2 + 4y} \quad \dots \quad (9)$$



Jest to hyperbola czwartego stopnia (rys. 3) posiadająca dwie gałęzie: po stronie dodatnich „ $x$ ” i ujemnych „ $x$ ” ułożone symetrycznie względem osi „ $y$ ” oraz dwie asymptoty, oś „ $y$ ” i drugą równoległą do osi „ $x$ ” o równaniu:

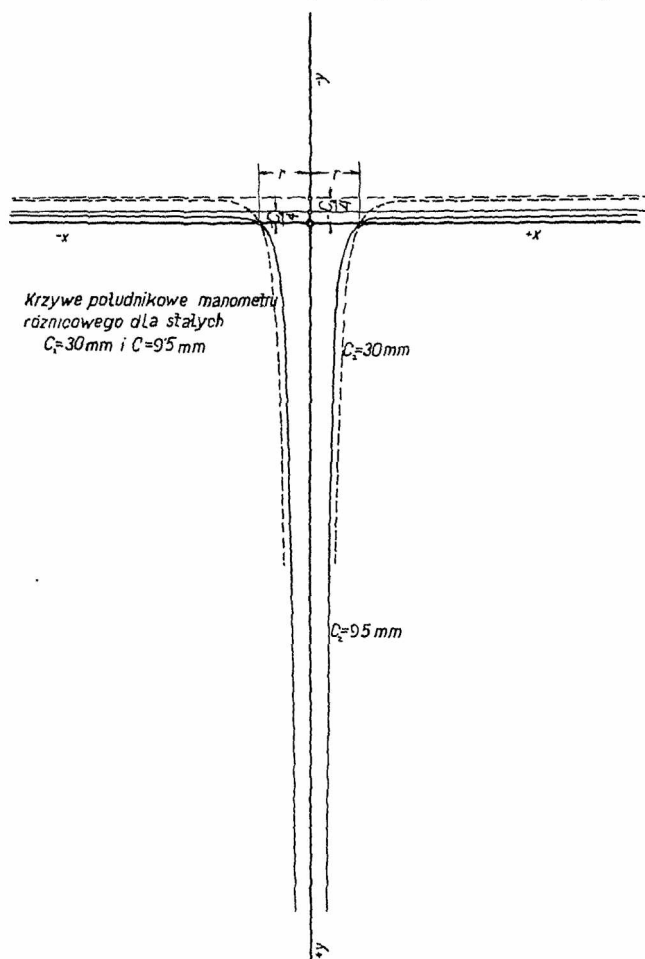
$$y = -\frac{C_2}{4}$$

Dla  $y=0$ ,  $x$  otrzymuje wartość:

$$x_0^4 = \frac{C_2 r^4}{C_2}$$

$$x_0 = r.$$

Oczyli w początku układu promień naczynia walcowego równa się promieniowi naczynia o zmiennym przekroju. Praktyczne znaczenie ma tylko gałąź dodatnia hyperboli.



Rys. 3.

Obecnie przedyskutuję zachowanie się poziomów rtęci przy rosnącej różnicy ciśnień.

Według założenia wznoszenie się poziomów rtęci w naczyniu górnym odbywa się według równania:

$$w = \sqrt{C_2 \cdot h}, \quad (5)$$

zaś w dolnym opada według wzoru:

$$y = h - w;$$

wstawiając wartość za „ $w$ ” z równania (5) otrzymuję:

$$y = h - \sqrt{C_2 \cdot h} \quad (10)$$

równanie (10) określające położenie rtęci w naczyniu dolnym w zależności od różnicy ciśnień. Funkcja ta przybiera wartości ujemne w zakresie, gdy:

$$h < \sqrt{C_2 \cdot h},$$

lub:

$$h < C_2.$$

Celem wyznaczenia minimum obliczam pierwszą pochodną:

$$\frac{dy}{dh} = 1 - \frac{1}{2} \sqrt{\frac{C_2}{h}} = 0,$$

stąd:

$$\frac{C_2}{h} = 4,$$

$$h = \frac{C_2}{4},$$

zaś:

$$y = \frac{C_2}{4} - \sqrt{\frac{C_2^2}{4}} = \frac{C_2}{4} - \frac{C_2}{2}$$

$$y = -\frac{C_2}{4},$$

co odpowiada równaniu asymptoty krzywej południkowej.

Od 0 aż do  $h = \frac{C_2}{4}$  musiałyby się oba poziomy rtęci równocześnie wznosić, co jest sprzeczne z założeniem stałej ilości rtęci, ta część więc manometru nie może być wykonana, według założenia:

$$w = \sqrt{C_2 \cdot h}.$$

Ze względów konstrukcyjnych wykonuje się dolne naczynie od początku układu w dół, zatem tylko w zakresie dodatnich „ $y$ ”.

Różnicę poziomów i ciśnień występującą, gdy powierzchnia rtęci w dolnym naczyniu znajduje się w początku układu, obliczamy z równania (10) dla  $y=0$ :

$$h_1 = \sqrt{C_2 \cdot h_1}$$

$$h_1 = C_2$$

lub:

$$w_0 = \sqrt{C_2 \cdot h_1} = \sqrt{C_2^2} = C_2$$

$$w_0 = h_1 = C_2.$$

Zatem  $w_0$  jest dolną granicą stosowania praktycznego manometru różnicowego dającego wychyłki proporcjonalne do szybkości cieczy płynącej. Przy  $w$  mniejszym od  $w_0$  poziom rtęci w naczyniu dolnym musiałby się wznosić powyżej punktu zerowego, co jest niemożliwym w rzeczywistym wykonaniu manometru.

Podstawowym zagadnieniem dobrego wodomierza jest proporcjonalność wychyłki do szybkości cieczy w jaknajszerszych granicach. Zatem stosunek  $\frac{w_{max}}{w_0}$  powinien być jaknajwiększy.

$$\frac{w_{max}}{w_0} = max.$$

Podstawiamy  $w_0 = C_2$ :

$$\frac{w_{max}}{C_2} = max.$$

Jednak musi być również spełniony warunek (5).

Przyjmując  $w_{max}$  musimy obierać stałą  $C_2$  możliwie małą, żeby otrzymać proporcjonalność wychyłki w jaknajszerszych granicach. To jednak w myśl warunku (5) pociąga za sobą zwiększenie ciśnienia  $h_{max}$ .

Dlatego fabryka Siemens Halske stosuje w swych wodomierzach  $h_{max} = 440 \text{ mm}$  sł. rtęci =  $6 \text{ m}$  sł. wody,  $C_2 = 9,5 \text{ mm}$ ,  $w_{max \text{ teor.}} = 66 \text{ mm}$ . Przy użyciu tak wielkiej różnicy ciśnień, koniecznym się staje zastosowanie rury Venturi'ego:

$$w_0 = 9,5 \text{ mm}, \text{ zatem: } \frac{w_{max}}{w_0} = 7,0.$$

O ile wymagany jest pomiar ilości cieczy płynącej z prędkością zbliżoną do prędkości nominalnej, stosuje się mniejszą różnicę ciśnień, a zatem koniecznym jest obranie większej stałej, a mianowicie

$$h_{max} = 147 \text{ mm} \text{ sł. rtęci} = 2 \text{ m} \text{ sł. wody}, \quad C_2 = 30 \text{ mm},$$

$$w_0 = 30 \text{ mm},$$

$$\frac{w_{max}}{w_0} = 2,2.$$

Jako uzupełnienie początkowej części tego manometru różnicowego stosuje fabryka manometr o stałej przekładni, a zatem obu naczyniach walcowych. Wy-

chyłki tej części manometru są proporcjonalne do kwadratu prędkości. Wychyłkę tej części określamy wzorem:

$$w = C_3 h, \quad \dots \quad (11)$$

przyczem  $C_3$  jest określone wymiarami przekrojów obu naczyń:

$$C_3 = \frac{f_2}{f_1 + f_2}$$

Ponieważ  $h = \frac{(p_1 - p_2)}{\gamma_{rtęci}}$ , a ilość cieczy płynącej w jednostce czasu przez rurę:

$$V_1 = C_1 \sqrt{\frac{p_1 - p_2}{\gamma_{cieczy}}}, \quad \dots \quad (4'')$$

$$\frac{p_1 - p_2}{\gamma_{rtęci}} \cdot C_3 = w,$$

albo.

$$V_1 = C_3 \sqrt{\frac{\gamma_{rtęci}}{\gamma_{cieczy}} \frac{w}{C_3}}, \quad \dots \quad (12)$$

$$V_1^2 = \frac{C_1^2 \cdot w}{C_3} \cdot \frac{\gamma_{rtęci}}{\gamma_{cieczy}}$$

Jest to równanie paraboli o wierzchołku w początku układu. Stała  $C_3$  posiada wartość w wodomierzach Siemensów  $C_3 = 0,6$ . Charakterystyka wodomierza jest od  $z = \sqrt{h} = 0$  do  $z = \sqrt{C_2}$ , parabolą, stąd zaś do  $z = \sqrt{h_{max}}$  linią prostą. W rzeczywistości znaczna część paraboli bardzo mało odbiega od prostej, tak że przyjmując granicę błędu 1% wartości nominalnej, można uważać część paraboli za prostą i wówczas  $w'_0 = 3,8 mm$ , zatem  $\frac{w_{max}}{w_0} = \frac{66}{3,8} = 17,4$ , czyli, że wodomierz wskazuje dobrze począwszy od przepływu równego 6% wartości nominalnej, co jest w większości wypadków zupełnie wystarczające. Stałe  $C_1, C_2, C_3$  można przy wykonanych przyrządach obliczyć z nachylenia charakterystyki.

Rozważania te obowiązują tylko wtedy, o ile objętość rtęci równa się całkowitej objętości części hyperbolicznej dolnego naczynia wraz z objętością naczynia górnego do wysokości  $C_2$  ponad punkt zerowy teoretyczny.

Gdy ilość rtęci jest niewłaściwie dobrana, występują odchyłki od prostoliniowej charakterystyki. Mogą wystąpić dwa przypadki: pierwszy, gdy rtęci jest za dużo i drugi, gdy jest jej za mało.

Zakładam, że przy napełnieniu manometru dwoma różnymi ilościami rtęci, poziom rtęci w naczyniu dolnym w obu wypadkach będzie ten sam. Wówczas przy za wielkiej ilości rtęci wzniesienie poziomu rtęci w naczyniu górnym będzie o  $a mm$  większe, niż przy napełnieniu właściwym. Również różnica poziomów będzie w tym wypadku o  $a mm$  większa, zatem zamiast „ $w$ ” wystąpi  $w_1 = w + a$ , oraz zamiast „ $h$ ” będzie  $h_1 = h + a$ . Zatem  $h = h_1 - a, w = w_1 - a$ .

Równanie:  $w = \sqrt{C_2 \cdot h} \quad \dots \quad (5')$

przyjmie postać:  $w_1 - a = \sqrt{C_2 (h_1 - a)}$ .

Charakterystyka manometru jest wykreślona w układzie  $w = f(z)$ , gdzie  $z = \sqrt{h}$ .

Wstawiam zamiast  $h_1, z_1^2$ :  $h_1 = z_1^2$  i otrzymuję równanie charakterystyki występującej po zwiększeniu ilości rtęci.

$$w_1 - a = \sqrt{C_2 (z_1^2 - a)}, \text{ czyli:}$$

$$(w_1 - a)^2 = C_2 z_1^2 - C_2 \cdot a.$$

Celem ułatwienia dyskusji przekształcamy to równanie na równanie środkowe, podstawiając  $(w_1 - a) = w'$

$$w'^2 = C_2 z_1^2 - C_2 \cdot a, \text{ stąd.}$$

$$-\frac{w'^2}{C_2 a} + \frac{z_1^2}{a} = 1. \quad \dots \quad (13)$$

Jest to równanie hyperboli (rys. 4), o półosiach  $\sqrt{C_2 a}$  i  $\sqrt{a}$  oraz asymptotach:

$$w = \pm \frac{\sqrt{C_2 a}}{\sqrt{a}} \cdot z = \pm \sqrt{C_2} z$$

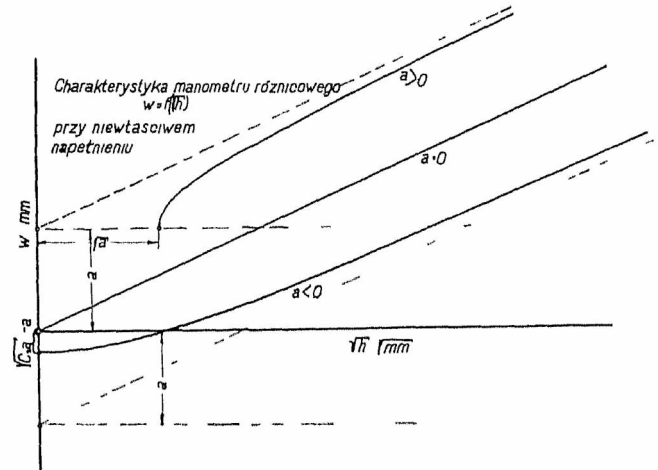
$$w = \pm \sqrt{C_2} z.$$

Przesuwając asymptoty do pierwotnego położenia otrzymamy równania:

$$w_1 - a = \pm \sqrt{C_2} \cdot z,$$

$$w_1 = \pm \sqrt{C_2} \cdot z + a. \quad \dots \quad (14)$$

Z równania (14) widać, że asymptota jest równoległa do charakterystyki pierwotnej i jest przesunięta ku dodatniemu „ $w$ ” o „ $a$ ” mm. Wierzchołek hyperboli posiada spórzędne:  $w = +a, z = \sqrt{a}$ .



Rys. 1.

Gdy rtęci jest za mało, „ $a$ ” będzie ujemne.

$$w_1 = w - a \quad w = w_1 + a$$

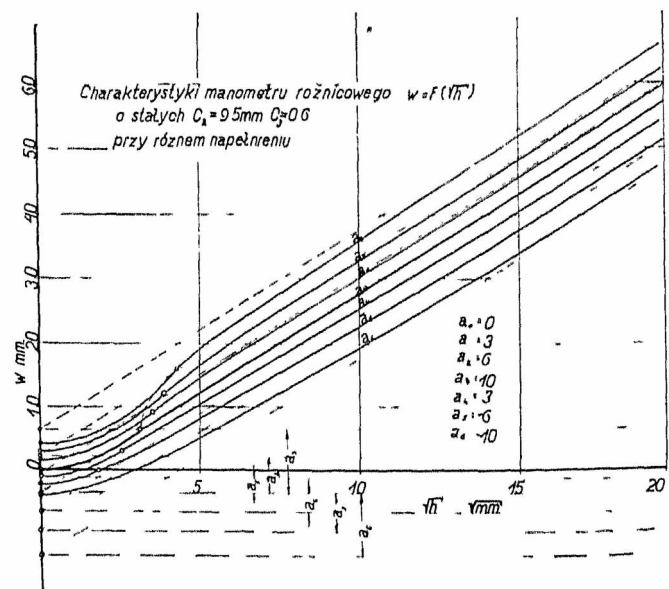
$$h_1 = h - a \quad h = h_1 + a$$

Równanie (5') przekształci się na następujące:

$$w_1 + a = \sqrt{C_2 (h_1 + a)}$$

$$h \quad z^2$$

$$(w_1 + a)^2 = C_2 z^2 + C_2 \cdot a.$$



Rys. 5.

Podstawiając  $w_1 + a = w'$  otrzymam równanie środkowe:

$$\frac{w'^2}{C_2 a} - \frac{z^2}{a} = 1. \quad \dots \quad (15)$$

Równanie to różni się od równania (13) tylko znakiem. Jest to tak samo hyperbola o tych samych asymptotach, jednak o wierzchołkach położonych na osi  $w$ .

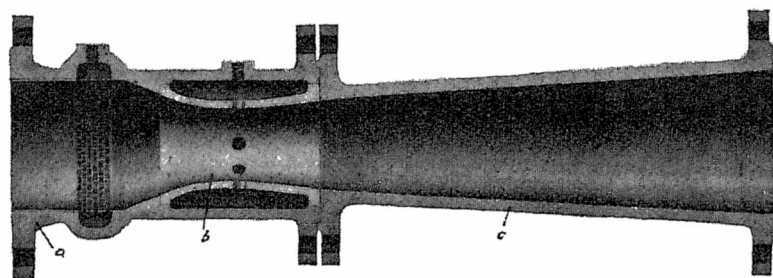
Środek hyperboli w położeniu pierwotnym jest przesunięty o „ $a$ ”  $mm$  w kierunku ujemnego „ $w$ ”. Wierzchołek hyperboli posiada współrzędne:

$$w = \sqrt{C_2 \cdot a} - a, \quad z = 0.$$

Równanie (13) względnie (15) pozwalają na doświadczalne ustalenie potrzebnej ilości rtęci, co jest podstawową czynnością cechowania każdego wodomierza.

Rzeczywista charakterystyka (rys. 5) manometru jest przy właściwym napełnieniu linią prostą, przechodzącą od  $w_0 = C_2 = h_0$  w parabolę, zaś przy niewłaściwym napełnieniu zamienia się w hyperbole, przechodzącą również w parabolę.

Nawet przy niewielkich odchyłkach napełnienia znika proporcjonalność między chyżością cieczy a skokiem rtęci w naczyniu walcowym, a tem samym możliwość zliczania liczniemi ilości cieczy przepływającej przez rurę Venturiego.

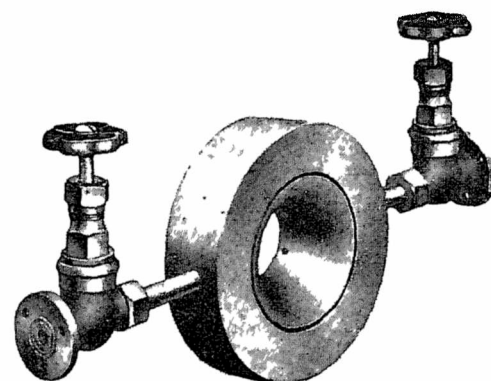


Rys. 6.

W rzeczywistym wykonaniu używa się jako zwężenia przekroju rury Venturiego, przy użyciu manometrów o stałej  $C_2 = 9.5 \text{ mm}$  i maksymalnej różnicy ciśnień  $0.6 \text{ ata.}$ , zaś dyszy przy manometrach o stałej  $C_2 = 30 \text{ mm}$  i maksymalnej różnicy ciśnień  $0.2 \text{ ata.}$

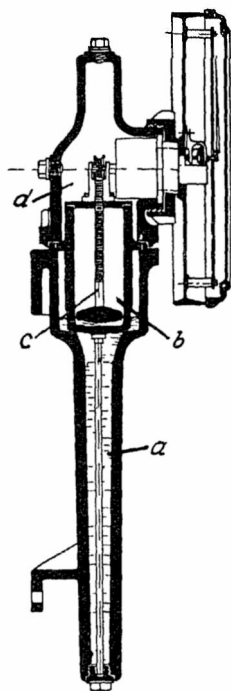
nej, tworzącej najwęższy przekrój  $F_2$ , zaopatrzonej w otwory do pobierania ciśnienia  $p_2$ , oraz żeliwnego dyfuzera ( $c$ ), zmniejszającego prędkość cieczy i odzyskującego w ten sposób część spadku ciśnienia koniecznego do pomiarów. Rozmieszczenie otworów na całym obwodzie ma na celu usunięcie błędów pomiaru, powstających z powodu niesymetrycznego rozkładu prędkości i ciśnień. Również dla zwiększenia dokładności pomiaru należy wbudować rurę Venturiego w możliwie długim odcinku prostym rurociągu, zdala od wentyli i od rozgałęzień, żeby uniknąć silnych wirów zaburzających rozkład ciśnień.

Przy mniejszej różnicy ciśnień używa się tańszej dyszy (rys. 7). Także tu pobiera się ciśnienie statyczne na całym obwodzie. Uwagi podane wyżej, dotyczące wbudowania rury Venturiego, odnoszą się oczywiście także do dyszy. Ciśnienie odebrane w rurze Venturiego,

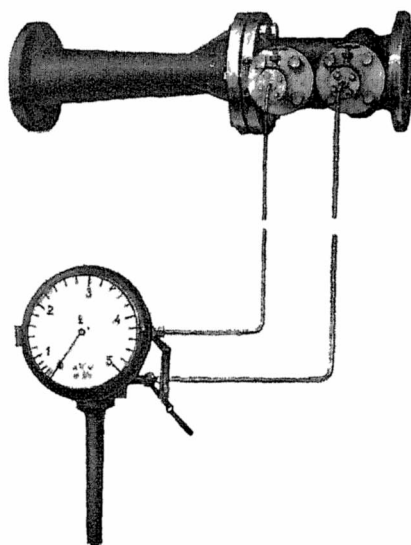


Rys. 7.

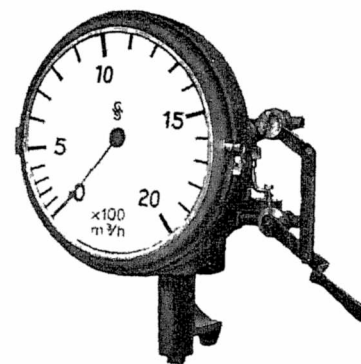
względnie dyszy, doprowadza się do manometru różnicowego. Istotną częścią manometru jest część dolna, mieszcząca naczynie ( $a$ ) (rys. 8) o wyprowadzonym powyżej kształcie. Powyżej tego naczynia znajduje się w jego osi naczynie walcowe, połączone z dolnym rurką



Rys. 8.



Rys. 9.



Rys. 10.

Rura Venturiego (rys. 6) składa się z trzech części. z wlotu ( $a$ ) wykonanego z żeliwa, względnie z odlewu stalowego, zaopatrzonego w zagłębienie pierścieniowe zamknięte siatką, służące do pobierania ciśnienia  $p_1$ , dyszy ( $b$ ) wykonanej z brązu, dokładnie obrobio-

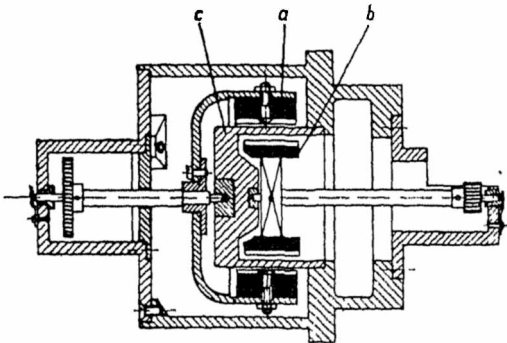
umieszczoną w osi manometru i sięgającą do dna naczynia dolnego. Naczynie dolne zamknięte jest od spodu nakrętką, umożliwiającą wypuszczenie rtęci i oczyszczenie aparatu. W ruchu należy zwracać uwagę na szczelność tej nakrętki, gdyż w przeciwnym wypadku nastę-

puje wyciśnięcie rtęci nazewnątrz aparatu, co powoduje błędne wskazania. W górnej części dolnego naczynia znajduje się otwór zamknięty śrubą, służący do nalewania rtęci. Górna część dolnego naczynia wykształcona jest w formę walca, który wraz z zewnętrzną ścianą wpuszczonego naczynia górnego (*b*) tworzy naczynie pierścieniowe o przekroju  $\frac{\pi r^2}{0.6}$ . Ta część naczynia daje paraboliczną część charakterystyki w układzie  $w=b(\sqrt{h})$ . Naczynie dolne jest połączone z rurą Venturiego w przekroju  $F_1$ . W naczyniu górnym walcowym, połączonym z przekrojem  $F_2$  rury Venturiego, znajduje się pływak ebonitowy, przenoszący ruch zwierciadła rtęci, bądź na mechanizm wskazówkowy, bądź na ruchomy rdzeń transformatora elektrycznego. Naczynie walcowe jest ze wszystkich stron szczelnie zamknięte, posiadając jedynie połączenie z rurką, sięgającą do dna aparatu, oraz obszerny otwór w pokrywie, przez który przechodzi drążek pływaka. Otworem tym przenosi się ciśnienie z rury Venturiego na powierzchnię rtęci. W razie za wielkiej różnicy ciśnień, nie dającej się zmierzyć danym manometrem, uszczelka umieszczona na pływaku zamyka otwór w denku naczynia walcowego, nie dopuszczając do wysadzenia rtęci.

Ruch pływaka przenosi się albo na wskazówkę przy wodomierzach mechanicznych, albo oddziałuje na nadajnik elektryczny, połączony z jednym lub kilku odbiornikami.

Przyrząd ten posiada skalę dokładnie jednostajną, z wyjątkiem krótkiego odcinka w pobliżu zera. Zależa ta staje się wybitną dopiero po połączeniu przyrządu wskazującego z piszącym, gdyż dzięki niej wykresy można planimetrować. Na rysunku 9 widać rurę Venturiego połączoną z przyrządem wskazującym o stałej  $C_2=9.5 \text{ mm}$ , zaś na rysunku 10 przyrząd o stałej  $C_2=30 \text{ mm}$ .

Wodomierze wskazówkowe posiadają bardzo ciekawe przeniesienie ruchu z części zamkniętej (*d*), wypełnionej mierzoną cieczą, pozostającą pod ciśnieniem, nazewnątrz, bez stosowania dławika. Drążek pływaka, zazębiony w górnej swej części, porusza kółko zębate (rys. 11), połączone z parą trwałych magnesów (*a*).

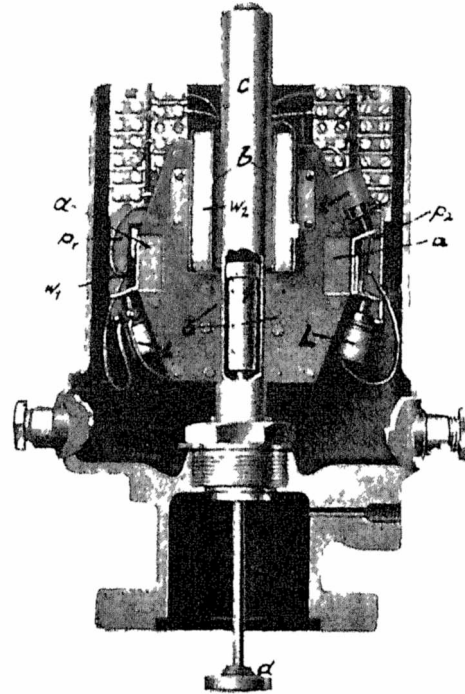


Rys. 11.

Magnesy te obracają się około niemagnetycznej osłonki (*c*), odcinającej wewnątrz aparatu, pozostające pod ciśnieniem od mechanizmu zewnętrznego. Po drugiej stronie osłonki znajdują się również dwa magnesy, połączone z zewnętrznym mechanizmem wskazówkowym. Obie pary magnesów wykonują ściśle te same ruchy obrotowe, przenosząc w ten sposób ruch pływaka na wskazówkę. Przeniesienie to zapewnia niezawodność przyrządu, usuwając tarcie, występujące zawsze w dławiku i powodujące zacinanie się wskazówki w przyrządach innej konstrukcji.

O wiele większe zastosowanie ma przyrząd połączony z nadajnikiem elektrycznym, wraz z licznikiem,

względnie aparatem wskazującym i rejestrującym, umieszczonym w dowolnej odległości od rury Venturiego.



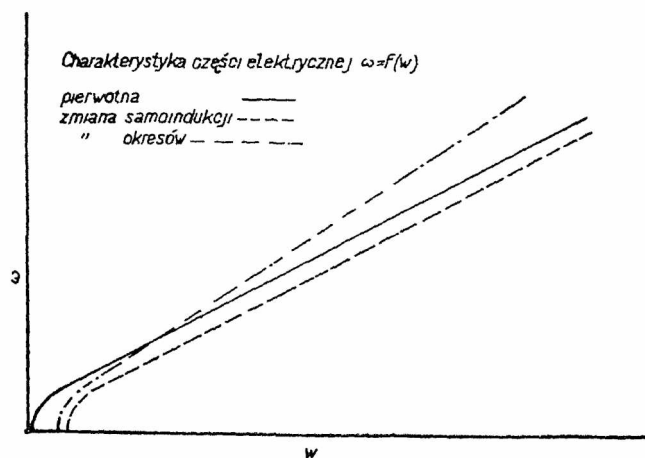
Rys. 12.

Nadajnik elektryczny (rys. 12) zbudowany jest w postaci transformatora o zmiennej przekładni. Rdzeń „a” tego transformatora jest wykształcony w postaci podkowy z rozdwojonymi biegunami (*b*). Między tymi biegunami porusza się wałek żelazny (*r*) zamykający drogę linii sił, umieszczony wewnątrz rury z nowego srebra (*c*) i połączony trwale z pływakiem (*d*). Zależnie od położenia pływaka, a tem samym i walca (*r*), większa część linii sił przechodzi przez górną parę biegunów, względnie przez dolną. Na ramionach rdzenia umieszczone są dwie cewki pierwotne transformatora  $p_1$  i  $p_2$  oraz jedna cewka wtórna  $w_1$ . Druga cewka wtórna  $w_2$  znajduje się na górnej części bieguna. Obie cewki pierwotne są połączone szeregowo w tym samym kierunku, tak, że pola magnetyczne obu cewek się dodają. Natomiast cewki wtórne połączone są przeciw sobie, skutkiem czego siła elektromotoryczna wtórna jest geometryczną różnicą sił elektromotorycznych obu cewek. Przez cewki pierwotne i pierwszą wtórną  $w$  przechodzi całkowity strumień magnetyczny, zaś przez wtórną  $w_2$  tylko część zależna od położenia walca żelaznego. Dzięki temu układowi siła elektromotoryczna indukowana, jest zależna od położenia pływaka, zaś iloczyn  $U_1 J_2 \cos(U_1 J_2)$  przy niezmiennych warunkach zewnętrznych (napięcie pierwotne, liczba okresów, samoindukcja i opór omowy obwodu wtórnego zewnętrznego) jest wprost proporcjonalny do skoku pływaka.  $U_1$  oznacza napięcie pierwotne,  $J_2$  prąd wtórny płynący przez odbiornik,  $\cos(U_1 J_2)$  cosinus kąta zawartego między wektorami  $U_1$  i  $J_2$ .

Nadajnik może być równocześnie połączony z indukcyjnym licznikiem, przyrządem wskazującym, zbudowanym na zasadzie watomierzy, oraz przyrządem piszącym. Każdy z tych przyrządów posiada własny komplet cewek wtórnych w nadajniku.

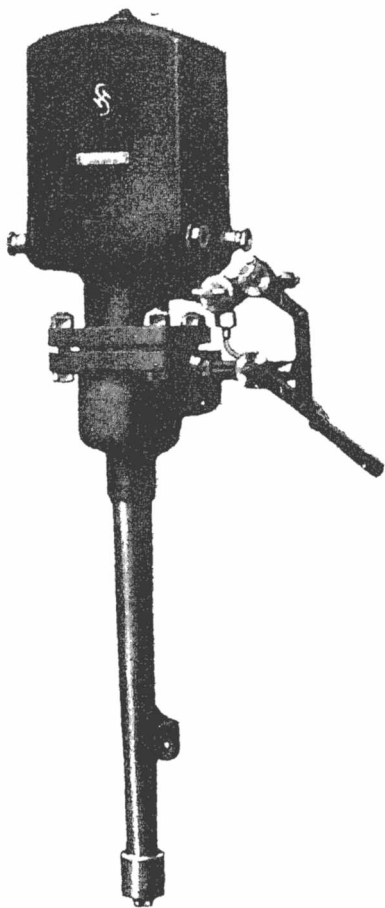
Najczęściej stosowanym i oddającym największe usługi kontroli ruchu odbiornikiem jest licznik wskazujący bezpośrednio ilość cieczy przetłoczonej przez rurę Venturiego. Licznik ten jest typu indukcyjnego o hamowaniu przez tarcie powietrza o tarczę aluminiową. Charakterystyka nadajnika wraz z licznikiem w układzie  $\omega=f(w)$  jest linią prostą przechodzącą

w pobliżu zera w krzywą,  $\omega$  oznacza prędkość kątową tarczy licznika.

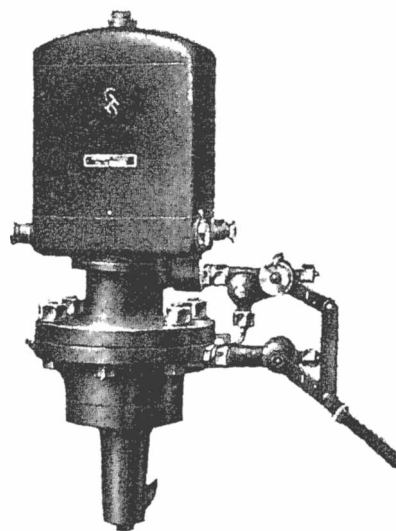


Rys. 13.

Nachylenie charakterystyki, a zatem stała wodomierza zależy od nastawienia licznika, napięcia pierwotnego, liczby okresów i oporu omowego obwodu



Rys. 14.



Rys. 15.

wtórnego, natomiast nie zależy od samoindukcji obwodu. Zmiana napięcia i oporu omowego wywołuje obrót charakterystyki około punktu początkowego (rys. 13), zmiana samoindukcji przesuwają charakterystykę równolegle, wreszcie zmiana okresów powoduje przesunięcie i obrót. Tłumaczy się to tem, że zmiana okresów powoduje zmianę oporu samoindukcyjnego (przesunięcie) i zmienia stałą licznika indukcyjnego (obrot). Koniecznym warunkiem dobrych wskazań licznika jest proporcjonalność prędkości kątowej licznika i chyżości cieczy. Warunek ten zostaje spełniony wtedy, gdy prostolinijna część charakterystyki wodomierza przechodzi przez początek układu. Osiągnąć to można przez zmienianie samoindukcji, do czego służą cewki samoindukcyjne  $L$  (rys. 12), osadzone przesuwnie na rdzeniu żelaznym. Proporcjonalność prędkości kątowej licznika i prędkości cieczy da się osiągnąć dopiero od 12% wartości nominalnej, z powodu zakrzywienia charakterystyk, tak części elektrycznej jak i mechanicznej. Z tego też powodu należy dobierać wodomierz dla możliwie najmniejszych ilości cieczy, żeby móc mierzyć w jaknajszerszych granicach. Na rys. 14 widać manometr o stałej 9,5 mm z nadajnikiem elektrycznym, zaś na rys. 15 manometr o stałej 30 mm również z nadajnikiem elektrycznym.

Wodomierz ten nie posiada żadnych części ruchomych trących, skutkiem czego nie ulega zużyciu, wymaga tylko perjodycznego oczyszczania manometru z gromadzącego się namułu, powodującego zmianę stałej; posiada wyższą dokładność aniżeli wodomierze mechaniczne, jest jednak czuły na zmianę napięcia i okresów, a pozatem licznik musi być umieszczony w miejscu wolnym od drgań, gdyż w przeciwnym razie może się rozregulować, zmieniając stałą.

## Pięćdziesięciolecie zawodowej pracy Inż. Zygmunta Sas Jasińskiego.

Rzadki jubileusz obchodził w tym roku Inż. Zygmunt Sas Jasiński, jubileusz półwiekowej pracy zawodowej inżyniera komunikacji. Urodzony w r. 1860 we Lwowie, uczeń lwowskiej Politechniki, pracował najpierw przy budowie linii kolejowych we Wschodniej Małopolsce a następnie w dziale budowy i konserwacji w Dyrekcjach Kolei Państwowych w Stanisławowie i we Lwowie, przechodząc poszczególne szczeble administracji aż do stanowiska Zastępcy Dyrektora Kolei Państw. we Lwowie (1910 r.). W czasie wojny światowej brał udział w ważnych zadaniach, jakie miała do spełnienia Lwowska Dy-

rekcja w czasie walk pod Lwowem przy zaopatrzeniu twierdzy w Przemyślu przed oblężeniem i przy uruchomieniu zniszczonych linii kolejowych po ustąpieniu wojsk rosyjskich z galicyjskiego frontu w lipcu 1915 r. Powołany do służby austr. w Ministerstwie Kolei w Wiedniu, na stanowisko Naczelnika Wydziału Budowy, kierował budową Wiedeńskich Okrężnych Kolei Tranzytowych. Po rozpadnięciu się Austrii prowadził z ramienia polskiego Ministerstwa Kolejowego likwidację kolei galicyjskich i zawiadywał w r. 1919 jako delegat tego Ministerstwa kolejami w Galicji i na Śląsku Cieszyńskim. W r. 1920 mia-

nowany Dyrektorem Departamentu Budowy w Ministerstwie Kolei, kierował równocześnie Departamentem ruchu. W grudniu 1920 r. powołany do gabinetu Witosza na stanowisko Ministra Kolei, piastował tę funkcję do końca r. 1921. Usłupił wraz z całym gabinetem, odznaczony krzyżem komandorskim „Polonia Restituta“ z gwiazdą.

Mianowany w r. 1922 Członkiem Państwowej Rady Kolejowej i wybrany na Przewodniczącego Komitetu Eksploatacyjnego piastował ten mandat do r. 1928.

Od r. 1898 do 1908 był Prezydentem Lwowskiej

Izby Inżynierskiej i został mianowany jej Członkiem Honorowym.

Od r. 1883 zalicza P. T. P. Inżyniera Zygmunta Jasińskiego do grona swych członków i z okazji 50-letniego jubileuszu Jego pracy zawodowej spełnia miły obowiązek wyrażenia Jubilatowi szczerych gratulacji i życzeń dalszej owocnej pracy około rozwoju techniki w Polsce, oraz słowa wdzięczności i uznania za Jego wierną półwickową przynależność do grona Członków Towarzystwa.

## Wiadomości z literatury technicznej.

### Drogi.

— **Niszczenie zielska i trawy na drogach.** Na wiosnę i w lecie zarasta często droga, szczególnie przy małym ruchu, zielskiem i trawą. Ręczne usuwanie tego niepożądanego porostu jest żmudne i kosztowne, nadto nie rokuje powodzenia na dłuższy okres czasu. Były usiłowania walowania drogi gorącymi wałami, sposób ten jednak okazał się również za kosztowny.

Najlepsze rezultaty osiąga się przez użycie pewnych preparatów chemicznych, które działają nadzwyczaj prędko i radykalnie. Oprócz całego szeregu znajdujących się w handlu środków patentowanych, są w użyciu również preparaty zupełnie prymitywne łatwe do sporządzenia we własnym zarządzie. Szczególnie skuteczny okazał się wyskok drzewny otrzymywany przy suchej destylacji buczyny, użyty w 50% rozcieńczeniu z ogrzaną wodą. Jest to środek szczególnie wytrzymały na wypłukanie przez deszcz. Również działa dobrze niegaszone wapno, przyczem  $\frac{1}{3}$  część wapna miesza się z  $\frac{2}{3}$  częściami wody z dodatkiem około 10% siarki. Mieszankę tę gotuje się w kotle żelaznym przy równoczesnym, intensywnym mieszaniu. Wylewa się ją następnie na drogę w gorącym stanie. Dobrze doświadczenie zrobiono też z chloranem sodowym stosowanym w roztworze 1 do 2% wylewanym na zielsko.

Można również stosować silnie rozcieńczony kwas karbolowy, który posiada jednak niemiłą woń, znikającą wprawdzie szybko, ale często przykro przez sąsiedztwo odczuwaną. Do środków zwalczających porost należą dalej kwas solny i kwas siarkowy stosowane w 10% roztworach wodnych. Do polecenia są również tego rodzaju środki jak ług chlorku magnowego oraz pogazowa woda amoniakowa łatwa do otrzymania w każdym zakładzie gazowym.

Wszystkie wspomniane płyny wylewane są na drogę z pomocą koneweczek lub beczkowszu w czasie suchym a zanik porostu następuje szybko. Należy zachować jednak pewną ostrożność, by płynami temi nie skrapiać drzew i pożytecznej roślinności, nadto unikać płamienia odzieży i obuwia, na które płyny te działają żrąco. (*Die Strasse* Nr. 8/33).

— **Droga samochodowa do Wenecji.** Z końcem kwietnia br. uzyskała Wenecja drogę samochodową łączącą ją z lądem stałym. Znaczna część tej drogi położoną jest na kamiennym moście, a sytuację jej uwidacznia należy obok podany szkic.

Wykonanie powyższej drogi miało nietylko na celu doprowadzenia do wnętrza miasta samochodowego ruchu obcych, ale spowodowane zostało również groźną dla Wenecji konkurencją portu Maghera i miejscowości Mestre, w których rozbudował się silnie przemysł, a zachodziło niebezpieczeństwo, iż w przyszłości Wenecja, nie posiadająca ze stałym lądem połączenia drogowego, zostanie wyeliminowana z życia handlowego jako punkt zupełnie martwy.

Droga idzie prawie w całości równolegle do istniejącego toru kolejowego wybudowanego w połowie ubiegłego stulecia i odgałęzia się od niego w samej Wenecji na południe od dworca kolejowego, kończąc się przy Santa Chiara.

Tutaj zburzono pewną część miasta, wytwarzając obszerny plac dojazdowy z garażem na 2000 samochodów. Nadto na wolnej przestrzeni może być jeszcze zagarażowane 1000 pojazdów.



1 Początek drogi i garaże 2 Koniec drogi

Celem uzyskania szybkiego i dogodnego połączenia z wnętrzem miasta wykonano od placu dojazdowego nowy kanał Rio Nuovo, który łączy się z kanałem głównym (Canale Grande) przy pałacu Foscari. Kanał ten przeznaczony jest wyłącznie dla ruchu szybkich łodzi motorowych.

Most wykonany został częściowo z granituistryjskiego, częściowo zaś z cegły i posiada długość 9 km, szerokość 20 m. Obok jezdni przeznaczonej dla ruchu samochodowego położone są chodniki dla pieszych; nadto przez most przechodzić będzie elektryczna linia autobusowa z głównym przewodem elektrycznym. E. B.

### Koleje.

— **Drogi żelazne Rosji.** Pisma niemieckie przynoszą tylko niekorzystną krytykę kolejnictwa rosyjskiego, warto więc jest przekonać się, jak ta krytyka wygląda w samej Rosji.

*Gudok* (z 17 czerwca 1931, nr. 152), urzędowy organ Komisarza ludowego dla komunikacji, pisze o kolejnictwie sowieckim z zachwytem.

W czasie rządu Sowietów pobudowano 12.800 km dróg żelaznych, w tem kolej Turkestańsko-Syberyjska 1.445 km długą. Ruch w ciągu pierwszych dwóch lat „piatiletki“ wzrósł z 165 milionów ton r. 1929 do 238 milionów ton r. 1930, gdy w czasie przedwojennym r. 1913 wynosił 132 milj. ton. Ruch osobowy w r. 1930 osiągnął cyfrę 557 milionów, gdy w 1928 r. 291, a 1913 — 185 milionów osób.

Natomiast pozaurzędowa krytyka, a w szczególności „Ekonomiczeskoj Ziżn“ i prof. Prokopowicz w swoim biuletynie wykazują bardzo wiele czarnych punktów, pouczających o nieuctwie i bałaganie.

Na budowę kolei Turkestańsko-Syberyjskiej preliminowano 168 milionów, a wydano 280 milionów rubli. Kolej Magnitaja-Kartoli jest nieekonomiczna, linja Kusneć-Tjelbes która kosztowała 90 milionów, nie przynosi nic. Także nad Czarnym Morzem, będąca w budowie kolej ma być zbyt kosztowną i zastąpiłyby ją z korzyścią automobile. Budowa nowych warsztatów ma być do r. 1942 zbyt kosztowną.

Na istniejących liniach w najgorszym stanie ma być nawierzchnia i mosty. Niepotrzebnie zakupiono w Niemczech ciężkie parowozy, z których połowa nie może być użyta na słabej i zrujnowanej nawierzchni. Przez wiele mostów musi się przejeżdżać z szybkością tylko 5 km.

O zachowaniu rozkładów jazdy niema mowy, zapotrzebowania wagonów towarowych nie pokrywa się. Daty statystyczne w sprawozdaniach nie zawsze są prawdziwe. (*Archiv für Eisenbahnwesen* z r. 1932 str. 204).

Czasopisma kolejowe sowieckie zreformowano od r. 1931 na podstawach nauki Marksa i Lenina. Dobrze redagowane „*Żelaznodorożne Dieło*“ zostało zastąpione przez „*Socialistyczny Transport*“. Mimo widocznie tendencyjnego przedstawienia przez to pismo rezultatów pierwszej „piatiletki“ widzimy, że co do nawierzchni stan ciągle jest niekorzystny. Z programowo przewidzianej wymiany szyn na typ cięższy do końca roku 1932 będzie wykonanych zamiast 33% zaledwie 20%, progów wymieniono tylko 53.5%, jeszcze mniej robót wykonano w dziale wyprostowania profilu szlaku. Nowych linii wykonano znacznie mniej jak projektowano, a nawet nie całą połowę oddano do użytku. Natomiast koszt tych wykonanych robót były o 40% wyższe od w całości przewidywanych. (*Inżynier kolejowy* zeszyt 9 z dn. 1 września 1932).

— **Najszybszy pociąg świata.** Angielsko kolej Great Western traci tytuł do posiadania najszybszego pociągu na świecie. Motorówka niemiecka „*Latający Hamburgczyk*“ ze swoją urzędowo ustaloną prędkością 123 *km/godz.*, osiągniętą na przebiegu 287 *km* między Berlinem a Hamburgiem w czasie 140 minut, dystansuje pociąg angielski „*Cheltenham Flyer*“ o maksymalnej prędkości 114.8 *km/godz.*

Przy takich szybkościach na kolejach nawet trudna będzie konkurencja samolotom, gdzie te ostatnie posiadając lotniska poza miastami, tracą czas na dowożenie i odwożenie podróźnych autami z lotnisk. (*Railway Gaz.* 4/1933, *Inż. Kol.* 3/1933).

— **Kolei Św. Gotharda** poświęcony jest całkowicie numer 5-ty *Bulletin des chemins de fer federeanse* z r. 1932, gdzie na 20 stronicach z 33 rysunkami opisane są sposoby finansowania i budowy tej kolei, metoda budowy jej tuneli i rodzaje używanego taboru.

*Modern. Transport* (688/1932) mówi o ostatnim stadium podwojenia linii głównej kolei St. Gotharda, należy bowiem pamiętać, że ze względu na światowe jej znaczenie, przewidziana była budowa jako dwutorowa, ale względy natury finansowej spowodowały, że niektóre odcinki pozostały jednotorowymi. Dopiero w 50-tym roku istnienia kolei pierwotny zamiar dochodzi w całości do skutku.

— **Towarzystwo Środkoeuropejskich Zarządów Kolejowych** powstało z „*Towarzystwa niemieckich Zarządów Kolejowych*“ z dniem 1 października 1932 na podstawie uchwały Zgromadzenia Towarzystwa w Kolonii dnia 15-go września 1932.

Towarzystwo istniało przez 85 lat pod pierwotną nazwą od listopada 1847, a nawet o rok dłużej, gdyż pierwsze posiedzenie dziesięciu zarządców-założycieli odbyło się 10-go listopada 1846.

Opis powstania, cele, zadania, organizację i pracę Towarzystwa podaje Adolf Kaessbohrer z Berlina w *Archiv für Eisenbahnwesen* zeszyty od stycznia do kwietnia r. 1933. *Inż. A. W. Krüger.*

## Tunele.

— **Tunele podmorskie Europy.** Stwierdzono, iż przeprowadzenie pod cieśninę Mesyńską tunelu, łączącego półwysep Apeniński z Sycylią, nie napotka na większe trudności. Skala, przez którą tunel musiałby być przewiercony, łatwo podda się działaniu nowoczesnych urządzeń mechanicznych.

Podczas trzęsień ziemi, które nawiedzały te strony, łożo cieśniny morskiej nigdy nie było uszkodzone. (*Modern. Transport* 684/1932).

Projekt tunelu pod cieśniną Gibraltarską od dwóch lat znajduje się w stanie uśpienia wskutek braku funduszy, chociaż rząd republikański podtrzymuje myśl jego budowy, zaprojektowaną przez rządy królewskie. Ścisłejsze

połączenie Hiszpanji z Marokiem posiada wielkie znaczenie polityczne, przyczem i Francja jest interesowaną.

Stwierdzono, że warunki geologiczne umożliwiają połączenie tunelowe z Punta Palomas na zachód od Taryfy do Ras el Buard obok Tangeru. Koszta budowy dojdą do pół miljarde zł (*Inżyn. Kolej.* 7/1932).

*Inż. A. W. Krüger.*

## Lotnictwo.

— **Nadmiar rekordów lotniczych i bezcelowość niektórych** omawia zagraniczna prasa techniczna, a między nią i *Verkehrstechnische Woche* (zesz. 12 z 1932).

Z możliwych 200 rekordów lotniczych ustalono dotychczas 113, z tego 64 we Francji.

Coż ma za znaczenie długie przebywanie w powietrzu, gdy samolot karmi się z innych samolotów? Coż ma za znaczenie wzbijanie się w górę mało obciążonego samolotu, lub wszystkie rekordy kobiece?

Sfery lotnicze wskazują na konieczną potrzebę ograniczenia rekordów do istotnych żądań i potrzeb komunikacji lotniczej.

— **Siła wiatrów w stratosferze.** Dotychczas panowało przekonanie, że na wielkich wysokościach wieją wiatry o znacznej sile, co potwierdzały częściowo pomiary balonów z samozapisującymi aparatami.

Mniemanie to jest obecnie zachwiane przez najnowsze pomiary, dokonywane w troposferze t. j. wysokości do 10 *km* i stratosferze t. j. wysokości ponad 10 *km*.

Z pomiarów wykonanych nad Japonją wynika, iż przy sile wiatru nad powierzchnią ziemi 30 *m/sek.*, na wysokości 7 do 11 *km* panowały wiatry 50 do 56 *m/sek.* Po wzniesieniu się balonu do właściwej stratosfery na wysokości 14.3 *km* szybkość wiatru malała i nie przekraczała 11 *m/sek.*

Dla przyszłej komunikacji w stratosferze w szczelnie izolowanych od powietrza kabinach przy szybkości lotu 250 *km/godz.* tego rodzaju opór, który nie przekracza  $\frac{1}{6}$  szybkości biegu samolotu będzie zupełnie możliwy do pokonania. (*Verkehrstechnische Woche* 22/1932 i *Przegląd Zagranicznego Piśmiennictwa kolejowego* 7/1932).

— **Lotnik nad szóstą częścią świata.** Pod tym tytułem opisuje R. Byrd swoją ekspedycję w r. 1928—30 na biegun południowy, a szczególnie loty w krainie wiecznych śniegów.

Książka ozdobiona 75 rysunkami i 2 mapami, daje się czytać z wielkim zajęciem i powinna być także polecona do czytelnicy starszej młodzieży.

Dzieło amerykańskiego badacza ukazało się w języku niemieckim u F. A. Brockhauusa w Lipsku r. 1931, kosztuje 10 marek.

— **Osiady śnieżne na samolotach.** Prof. Everling zastanawia się nad środkami walki z osadami śnieżnymi i lodowymi na aparatach lotniczych.

Punkt marznięcia wody może leżeć znacznie niżej 0°, a nawet przy -20°, jeżeli masa wody jest oziębiona bez wstrząsów, lub krople deszczu spadają przez powietrze zimne. Przy lada wstrząśnięciu następuje w takich warunkach zamróz, przedmioty pokrywają się szklawem lodowem. Dla samolotów szklawo takie jest najbardziej niebezpieczne. Szklawo takie zbiera się na płatach, zastrzałach i śmigłach, nie da zdmuchiwać, zmniejsza wolność ślizgową samolotu i powiększa jego ciężar. Kanały powietrzne silnika zwężają się, działanie wentyli, chłodnicy, przyrządów pomiarowych pogarsza. Stan taki występuje najczęściej w wysokości około 1 *km*, w zimie, przy przelotach nad płaszczyznami o małym wahanii fal powietrza. Zjawisko to trwa niedługo gdyż albo samolot traci automatycznie wysokość, albo pilot ucieka z tej sfery.

Zwalczanie osadów śnieżnych i lodowych może być prowadzone środkami chemicznymi przez dodawanie do smarowania części, narażonych na tarcie, gliceryną i różnych

syropów. Używane jest doprowadzanie ciepłych gazów odlotowych do przedniej części korpusu samolotu. Wreszcie są sposoby strącania osadu lodowego, do czego służą urządzenia dość skomplikowane, stosowane na większą skalę w Ameryce. Z wszystkich środków najlepszym jest prawidłowa organizacja służby meteorologicznej. (*Verkehrstechnische Woche* 49/1932 i *Inżyn. kolej.* 3/1933).

Inż. A. W. Krüger.

### Mosty.

— Most żelazny blaszany na Łabie w Dreźnie opisuje *Eng. News Rec.* (1930, II. 253). Dźwigary główne są ciągłe najw.  $l=115\text{ m}$ . Wysokość belek wynosiła od 5 do  $5\cdot49\text{ m}$  na podporach  $7\cdot5\text{ m}$ . Użyto stali St 52 o wytrzymałości  $5520$  do  $5807\text{ kg/cm}^2$  i uzyskano znaczne zmniejszenie ciężaru.

Dr. M. Thullie.

### NEKROLOGJA.

Śp. Prof. Tadeusz Fiedler. Dnia 7 czerwca b. r. zmarł długoletni nasz członek, b. Prezes Towarzystwa i b. Redaktor *Czasopisma Technicznego* Prof. Tadeusz Fiedler.

Ograniczając się na razie do zanotowania tej smutnej wiadomości, poświęcimy Śp. Zmarłemu obszerniejsze wspomnienie w najbliższym numerze.

Cześć Jego pamięci!

### BIBLIOGRAFJA.

Książki nadesłane. Wydawnictwa Instytutu Spraw Społecznych.

K. Żórawski: „Przemysł ceramiczny i cementowy ze stanowiska bezpieczeństwa i higieny pracy“. Warszawa 1933.

A. Mazurkiewicz i A. Grużewski: „Zagadnienie statystyki wypadkowej ze stanowiska akcji zapobiegawczej“. Warszawa 1933.

E. Olszewski: „Produkcja kwasów solnego i octowego ze stanowiska bezpieczeństwa i higieny pracy“. Warszawa 1933.

Wykaz ważniejszych dzieł nabytych przez Bibliotekę Politechniki Lwowskiej w ciągu pierwszego kwartału 1933 r.

#### I. Dział nauk ścisłych i przyrodniczych.

Goldschmidt S. Stereochemie. Leipzig 1933. Str. 811. — Rybczyński, Pomianowski, Wóycicki. Hydrologja Cz. I. Opad — odpływ. Warszawa 1933. Str. 239. — Zeiss-Nachrichten. Jena 1932. — Zubrzycki T. Rzut oka na stosunki odpływu Prypeci.

## SPRAWY TOWARZYSTWA.

Protokół z posiedzenia Wydziału Głównego P. T. P. z dnia 8. maja 1933 r. Obecni: Prezes Inż. Rybicki i 14 członków Wydziału Głównego. Inni usprawiedliwili swą nieobecność.

1. Protokół z ostatniego posiedzenia po odczytaniu przyjęto.

2. Przyjęto następujących członków: Inż. Otto Scheera, Inż. Chojeckiego Piotra, Inż. Misterko Albina, Inż. Ludwika Szygendowskiego i Inż. Wejtkę Antoniego.

3. Sprawozdanie skarbnika: przychód za I, II i III 1933 r. saldo z r. 1932 zł. 18.826·49, rozchód 14.608·76 zł., saldo na kwiecień 4.217·73 zł., co Wydział Główny P. T. P. przyjął do wiadomości.

4. Przyjęto rezygnację Inż. Sładka ze stanowiska zastępcy sekretarza i członka Wydziału; następnie na wniosek prof. Dr. Matakiewicza kooptowano Dra Wilczkiewicza na członka Wydziału Głównego, a na wniosek prof. Inż. Bratry Inż. Gawlińskiego na zastępcę członka i zast. sekretarza.

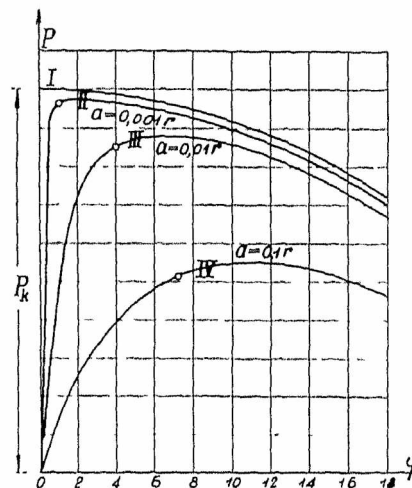
5. Sprawa szkolnictwa zawodowego. Ministerstwo Przemysłu i Handlu przez Zw. Pol. Prz. Techn. zwróciło się do P. T. P. o wypowiedzenie się w sprawie

Brześć nad Bugiem. 1733. Str. 14. — Neuburger M. C. Kristallchemie der anorganischen Verbindungen. Stuttgart 1933. Str. 115. Mierzejewski H. Podstawy mechaniki ciał plastycznych. Warszawa 1927. Str. 108. — Bełzecki S. Równowaga sił sprężystości w belce pryzmatycznej. Warszawa 1929. Str. 35. — Wilczyński J. Biologia ogólna. Kurs uniwersytecki. Wilno 1923-7. Str. 911. Huber M. Wymiarowanie prętów osiowo ściskanych o stałym przekroju w konstrukcjach lekkich. Warszawa 1933. Str. 8. (C. d. n.).

### SPROSTOWANIE.

Otrzymujemy następujące pismo:

Do pracy mej, umieszczonej w Nr. 11 *Czasopisma Technicznego*, wkraśl się błąd rachunkowy, na który mi zwrócił uwagę p. prof. Wł. Burzyński, a który polega na tem, że we wzorze (5) artykułu umieściłem  $\cos \beta$  nie w liczniku, lecz w mianowniku. Błąd ten nie odbija się wprawdzie na wzajemnym położeniu krzywych rys. 3 i w niczem nie osłabia ostatecznych wniosków artykułu, wpływa jednak na kształt poszczególnych krzywych, które powinny od punktów  $o$  odchylać się ku dołowi a nie ku górze. W związku z tem wykres 3 powinien otrzymać postać następującą:



Zmieniony wykres będzie więc zbliżony do wykresu 16 i będzie ilustrował wypadek, gdy pręt niesprężysty ściśkany nie ma ugięcia początkowego, lecz gdy siła podłużna posiada pewien mimośród. W. Wierzbicki.

ustroju szkolnictwa zawodowego. Po referacie Inż. Kozłowskiego uchwalono uprosić prof. Geislera i prof. Łukasiewicza o sprecyzowanie swoich stanowisk i wysłać po uzgodnieniu opinii do Min. W. R. i O. P. i Min. P. i H.

6 i 7. Upoważniono Prezydjum po uzgodnieniu przez Komisję odesłać sprawę Izby Inżynierskich i Uprawnien Inżynierów do Związku Zrzeszeń Technicznych.

8. Konkurs bar. Gostkowskiego. Wobec propozycji Syndykatu Polskich Hut Żelaznych, Tow. dla Rozwoju Spawania i Cięcia Metali, wreszcie Związku Cementowni uchwalono rozszerzyć konkurs P. T. P. im. bar. Gostkowskiego o dalsze 5 tematów z tem, że wyznaczone nagrody za wykonane prace zostaną przedtem przekazane P. T. P. W sprawie szczegółów uchwalono zwrócić się do P. prof. Bryły.

9. Uchwalono wysłać telegram gratulacyjny do Prof. I. Mościckiego z okazji ponownego wyboru na Prezydenta Rzpltej.

Odczytano list b. min. Inż. Z. Jasińskiego, który dziękuje za życzenia z okazji 50-lecia należenia do P. T. P., przesyła fotografię i dar w kwocie 50 zł. — i list Prof. Hauswalda, który dziękuje za życzenia z okazji 30-lecia pracy naukowej.

Na tem posiedzenie zamknięto.