

## R O Z D Z I A Ł IV.

### § 26. CHARAKTERYSTYKI.

Każda turbina posiada swe charakterystyczne krzywe  $HP$ ,  $\eta$  i  $n$  i należy je znać lub umieć je wyznaczyć, aby móc nie tylko konstruować, ale i instalować turbiny, to znaczy wybierać najodpowiedniejszy dla danych warunków typ turbiny.

W turbinach prócz strat tarcia zachodzą jeszcze straty pochodzące wskutek zaburzeń. Dotąd nie mamy dokładnych wzorów ani na jedno ani na drugie. Na tych stratach jednak opierają się charakterystyki. Chcąc więc mieć te ostatnie nie możemy strat obliczyć teoretycznie, lecz poprostu musimy przeprowadzić z daną turbiną szereg prób w różnych warunkach pracy. Należy je przytem przeprowadzić w ten sposób, aby z tych prób można było otrzymać krzywe charakterystyczne, wskazujące dokładnie, jak w danych warunkach turbina zachowywać się będzie. —

Turbinę konstruujemy zazwyczaj na pewne  $HP$ ,  $H$  oraz  $n$  i otrzymujemy w niej pewne  $\eta$ . Ta sprawność jest zazwyczaj określona przez budowę turbiny. Gdy teraz mamy inne  $HP$  przy temsamem  $H$  oraz  $n$ , to wykresy nasze się już zmieniają, i, na przykład, nie będziemy już

mieli wejścia bez uderzenia, któreby było przy tych warunkach, dla jakich turbina była konstruowana. Powiedzmy, gdybyśmy mieli pewien kształt łopatk i wykres taki, że szybkość  $w_1$  byłaby styczna do łopatk, to zmniejszając ilość wody, a tem samem prędkość  $C_1$ , wykres szybkości otrzymamy inny, powstanie pewien kąt między  $w_1$  i łopatką oraz wejście wody na wirnik zachodziłoby z uderzeniem połączonem ze stratami. W tym wypadku  $\eta$  nie będzie tak wielkie, jak je założyliśmy przy konstruowaniu.

Zatrzymajmy teraz  $HP$  stałe, a zmieńmy  $n$ . Wówczas wykres szybkości również się zmieni, znów będziemy mieli uderzenia i straty, a to powoduje zmniejszenie się  $\eta$ . To samo możemy powiedzieć i o wyjściu, gdyż zmiana  $HP$  lub  $n$  spowoduje to, że nie będziemy mieli wyjścia normalnego, a to powoduje znów zwiększenie się długości strug w rurze ssącej, powstawanie wirów i t.d. A więc  $\eta$  również nie będzie równem założonemu. Stąd widać, że

$$\eta = f(HP, n).$$

Mamy więc do czynienia z dwoma zmiennymi. Chcąc poznać dokładnie tę zależność musielibyśmy zbudować powierzchnię, odpowiadającą powyższej funkcji. -

Jeżeli chodzi o ilość obrotów, to zmiana  $n_1$  zachodzi przeważnie wskutek tego, że turbina pracuje stale przy tem samym  $n$ , mimo zmiany  $H$ . Gdyż wszystkie wartości wchodzące tu w grę możemy sprowadzić do  $H=1m.$ , a wówczas jeśli zmieniamy  $H$  a zatrzymujemy  $n$ , to przez samo to jednocześnie zmieniamy to  $n$  w odniesieniu do  $H=1m.$ , t.j.  $n_1$  gdyż

$$n = n_1 \sqrt{H}.$$

Każda turbina ma swoje  $n$  optimum. Mamy np.  $H=16m.$   $n=200 \frac{ob}{min.}$  a  $n_{opt}=50 \frac{ob}{min.}$ . Jeżeli teraz zmienimy  $H$  na  $5m.$ , to  $n_{opt.}$  - powinno się równać np 250 jeśli zaś  $n$  pozostaje równem 200, to zmuszamy turbinę do pracy dla niej niewłaściwej, a mianowicie ilość obrotów turbiny będzie  $\frac{200}{250}$  razy mniejsza od  $n_{opt.}$ . Zazwyczaj turbiny napędzają generatory prądu elektrycznego, wymagające stałej ilości obrotów.

W celu wyznaczenia krzywych charakterystycznych turbiny dokonywamy pomiarów na turbinie instalowanej w różnych warunkach pracy w następujący sposób. Nastawiamy najprzód łopatki na 100 % otwarcia i dokonywamy szeregu pomiarów, zmieniając liczbę obrotów przez zmianę obciążenia i to od  $n=0$  przy zatrzy-

manej turbinie aż do  $n_{max}$  przy biegu luzem. -  
Dalej robimy analogiczną serję pomiarów dla otwar-  
cia 90 %, następnie dla 80 % i t.d. Na podstawie  
tych danych, które zestawiamy w tabeli<sup>(str. 158)</sup>, możemy dla  
każdego odczytu wyliczyć  $\eta$ .

Badając tą tabelę stwierdzimy, że zawsze, gdzie  
zdolność rezerwoarowa stacji jest mała, zmienia się  
 $H$  podczas próby.

Mamy więc 3 zmienne. Aby przedstawić te zależnoś-  
ci graficznie musimy się najprzód od jednej z nich  
uwolnić. Redukujemy zatem wszystkie wyniki do  $H=1m$ ,  
czyli obliczamy w powyższej tabeli następujące warto-  
ści:

$$n_1 = \frac{n}{\sqrt{H}}; \quad Q_1 = \frac{Q}{\sqrt{H}}; \quad HP_1 = \frac{HP}{H\sqrt{H}}$$

Wówczas będziemy mieli

$$\eta = f(HP_1, n_1), \quad \text{lub} \quad \eta = f(Q_1, n_1).$$

Wyniki przeliczone w tej tabeli przedstawiamy  
wykreślnie jak następuje. Na osi odciętych odkłada-  
my ilości obrotów zredukowane  $n_1$ , a na osi rzędnych  
odkładamy raz  $HP_1$ <sup>(I str. 159)</sup>, lub  $Q_1$ <sup>(I str. 159)</sup>, drugi raz  $\eta$  i otrzymu-  
jemy w ten sposób krzywą  $HP_1$  i  $\eta$  dla otworu 100 %. -  
Następnie kreślimy te same krzywe dla otworów 90 %  
80 % i t.d. i ten wykres przedstawia nam charakte-

STACJA PRÓBNA W HOLYOKE. WIRNIK TURBINY Z.S. № 2205.									
ŁOPATEK ZASILAJĄCYCH: 12.				TABELA I		DN. 1 MARCA 1913 R.			
OTWARCIE ŁOPATEK %	SPADEK H metr.	SL. OBROTÓW N na min.	WYDATEK Q litr.	MOC HP K.M.	SPRAWNOŚĆ η %	$n_1 = \frac{n}{\sqrt{H}}$	$Q_1 = \frac{Q}{\sqrt{H}}$	$IP = \frac{IP}{\sqrt{H}}$	
100 (180%)	5,029	138,50	4241,30	227,32	80,56	61,7	1,88	20,16	
	5,014	147,25	4230,26	232,23	82,18	65,7	1,89	20,70	
	4,941	164,40	4253,20	240,07	85,75	73,9	1,91	21,91	
	4,925	178,35	4224,82	243,68	86,81	80,4	1,93	22,39	
	4,919	193,75	4352,02	250,27	87,74	87,8	1,96	22,93	
	4,913	205,50	4401,85	252,08	87,48	92,7	1,99	23,17	
	4,892	211,50	4421,40	250,79	87,03	95,4	2,00	23,83	
	4,901	219,00	4451,97	249,45	85,81	98,9	2,01	23,05	
	4,923	228,75	4463,37	240,51	82,16	103,1	2,01	22,03	
	4,938	235,75	4404,41	220,33	75,95	105,9	1,98	20,09	
	4,947	249,40	4374,95	189,99	65,68	111,9	1,96	17,20	
90 (162%)	5,056	139,25	3876,04	211,49	80,99	61,9	1,72	18,59	
	5,038	154,50	3905,48	221,23	84,39	67,4	1,74	18,71	
	5,047	165,25	3953,62	231,67	87,13	73,5	1,76	20,46	
	5,127	182,00	4035,17	244,51	88,71	80,2	1,78	21,06	
	5,145	193,00	4068,58	248,02	89,46	85,4	1,79	21,42	
	5,017	190,75	4024,13	240,67	82,47	85,4	1,79	21,42	
	5,102	201,25	4087,27	246,86	88,85	88,9	1,81	21,42	
	5,096	208,00	4087,27	242,93	87,56	92,0	1,81	21,12	
	5,093	212,00	4064,90	235,29	85,30	93,8	1,79	20,46	
	5,031	216,75	4020,45	221,57	81,41	96,0	1,78	19,37	
	5,069	222,25	4012,30	203,49	75,09	103,2	1,78	17,80	
	5,056	243,00	4057,54	189,08	69,13	110,8	1,81	16,59	
80 (144%)	5,169	139,00	3465,76	186,46	78,11	58,5	1,52	15,81	
	5,142	158,50	3529,46	205,68	85,06	68,8	1,55	17,56	
	5,136	168,75	3561,46	211,93	86,96	74,4	1,57	18,22	
	5,130	178,75	3582,70	214,04	87,41	78,8	1,58	18,41	
	5,145	184,40	3589,78	215,42	87,54	81,2	1,58	18,47	
	5,133	188,00	3589,78	214,15	87,23	82,9	1,59	18,41	
	5,169	190,50	3582,70	211,42	85,68	84,0	1,58	17,98	
	5,142	194,25	3550,70	204,24	83,96	85,7	1,57	17,56	
	5,127	208,50	3547,02	195,66	80,43	92,0	1,57	16,78	
	5,117	227,50	3586,38	186,04	76,08	100,3	1,59	16,05	
	5,117	246,50	3622,05	172,78	69,96	108,8	1,60	14,91	
70 (126%)	5,218	132,75	3108,70	165,16	76,42	58,1	1,36	13,88	
	5,197	145,50	3185,89	174,23	80,24	63,7	1,38	14,73	
	5,187	160,75	3177,23	183,10	83,38	70,4	1,39	15,51	
	5,163	171,50	3191,10	185,33	84,12	75,3	1,40	15,81	
	5,206	174,75	3134,50	185,78	83,84	76,6	1,39	15,63	
	5,145	176,50	3170,43	179,41	83,02	77,7	1,40	15,45	
	5,124	185,75	3142,97	179,60	80,91	82,0	1,39	15,97	
	5,133	201,50	3132,49	164,78	76,92	88,9	1,38	14,18	
	5,124	219,25	3132,49	153,69	71,87	96,7	1,38	13,22	
	5,169	236,00	3321,35	137,85	63,27	103,8	1,39	11,71	
	5,127	264,50	3287,65	123,60	55,04	112,3	1,45	10,65	
60 (108%)	5,261	140,00	2710,59	144,74	76,19	61,0	1,18	12,01	
	5,282	153,00	2746,27	151,93	78,61	66,6	1,19	12,49	
	5,239	157,50	2746,27	151,80	79,18	68,6	1,20	12,67	
	5,238	162,50	2739,76	149,34	78,44	72,3	1,195	12,61	
	5,261	176,00	2742,87	149,06	77,54	76,8	1,195	12,43	
	5,282	188,25	2729,85	142,95	74,41	81,9	1,19	11,80	
	5,303	208,25	2733,25	139,80	69,88	90,5	1,18	10,98	
	5,321	223,00	2733,25	123,75	63,85	96,5	1,18	10,08	
	5,319	236,25	2739,76	110,40	56,86	102,3	1,18	8,99	
	5,310	250,75	2739,76	87,78	45,34	108,8	1,09	7,18	
50 (90%)	5,349	137,00	2270,86	120,04	74,17	59,2	0,98	9,70	
	5,376	147,00	2273,98	120,21	73,80	63,4	0,98	9,65	
	5,398	158,00	2273,98	119,97	73,36	68,1	0,98	9,56	
	5,398	174,00	2270,86	116,83	71,57	74,8	0,98	9,32	
	5,393	187,50	2246,51	109,52	67,72	80,6	0,97	8,75	
	5,398	201,50	2243,39	100,04	62,01	86,6	0,96	7,97	
	5,386	223,25	2258,61	84,76	52,30	96,2	0,97	6,76	
	5,380	243,50	2261,52	56,89	35,10	104,9	0,97	4,26	