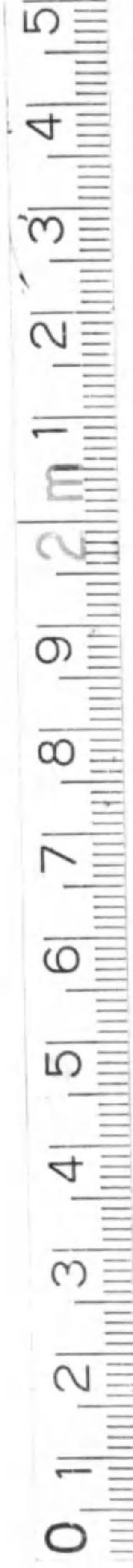


始



汽力原動機

機工學會編

〔修正版〕

株式會社 綜文館
發行



533.3
K1 22

年 月 日 592

日
和
廿
九
月
六
日

533.3
K1 22

汽力原動機



機工學會編



株式會社 綜文館

1002

98

は し が き

本會は大阪公私立工業學校十數校の機械科各専門教諭が、眞摯なる教授研究の目的を以て組織する機工學會の編纂にたる所のもので、徒に大きな名目の下に二・三名のものが執筆せるものと大に其の撰を異にし、工業學校機械科用教科書として、凡ゆる角度より最新且つ合理的なることを目標としたものであります。今その主なる點を擧ぐれば、

1. 教科書選擇要件としての分量・内容・程度・價格に特に留意したること。
2. 各校機械科の各分科に於ける専門教諭が部會を組織して數回に亘つて検討し慎重なる訂正を加へたること。
3. 各章毎に問題を豊富に挿入したること。
4. 機械全科を十冊の系統的連續發刊としたこと。
5. 機工學會同人が孰れも經驗に富む實際教授者であること。

等であります。果してよく所期の効果を收め得るや尙反省研鑽に努めて居ります。

幸に斯界諸賢の御批判と御指導を希つて他日一層の成果を期してゐる次第であります。

昭和十五年三月

機・工・學・會

序

近年工業の發達は實に目醒しく従つて工業に関する書籍も多數公刊せられてゐるが、多くは専門に偏り爲に難解にして初心者をして其の心髓を握ましめるに困難を感ずるものが多い。

本書は極めて平易簡明に記述することに努めたる故初心者と雖も蒸汽罐・蒸汽機關・蒸汽タービンの各種型式、作用及び構造に関する一般的知識を容易に修得し得らるゝものと信ず。依つて本書により、その全般を知り、而して後各部の研究に進んで没頭せらるゝことを望む次第である。幸にして多少なりとも益する處あらば著者に取り望外の光榮である。

昭和十五年二月

著者誌

汽力原動機

目次

第一編 總論

第一章 原動機

1. 原動機..... 1
2. 原動機の分類..... 1
3. 原動所..... 2

第二章 諸單位

4. 壓力・仕事及び動力..... 2
5. 溫度・熱量・仕事當量..... 3

第三章 水蒸汽の性質

6. 蒸汽の發生..... 4
7. 顯熱・潛熱・全熱..... 6
8. 飽和蒸汽・過熱蒸汽..... 7

第二編 汽罐

第一章 概要

9. 汽罐の構造及び作用..... 8

10. 汽罐の容量及び効率	11
11. 罐の分類	12

第二章 圓筒汽罐

12. 圓筒汽罐	13
13. コルニッシュ罐	13
14. ランカシャ罐	15
15. 汽車罐	16
16. 船用圓罐	19
17. 堅 罐	21
18. 横置多管式圓罐	23

第三章 水管式汽罐

19. 水管式汽罐及び其の得失	25
20. バブコック罐	27
21. タクマ罐	29
22. 池田罐	31
23. ヤーロー罐	32
24. 艦本式罐	33

第四章 超高壓汽罐

25. アトモス罐	34
26. ベンソン罐	35
27. レフラー罐	35

第五章 附屬装置

28. 節炭器及び空氣豫熱器	36
29. 給水加熱器	38
30. 蓄熱器	39
31. 給水ポンプ	40
32. 濾過器	42
33. 水面計	43
34. 壓力計	43
35. 安全弁	44
36. 低水報知器	47

第六章 通 風

37. 通 風	48
38. 煙突の構造	50
39. 人口通風法	51

第七章 燃料及び燃焼

40. 燃 料	53
41. 燃料の燃焼	55
42. 燃料の蒸發量	56
43. 完全燃焼に必要な空氣量	57

第八章 蒸汽機の設計

44. 使用材料	57
45. 罐 胴	59
46. ステア等にて支へられてゐる平板	60

47. 鏡板の厚さ	62
48. 煙管罐の管板	63
49. 水管罐の水胴及び汽胴	63
50. 焰筒	64
51. ステアの強さの算式	65
52. 人孔	66
53. 管類の最小厚を求むる式	67
54. 水圧試験	68

第三編 蒸気機関

第一章 概要

55. 蒸気機関の發達	69
56. 蒸気機関各部の名稱	74
57. 蒸気機関の分類	76

第二章 蒸気機関の理論

58. 理想的指示線圖	78
59. 實際の指示線圖	79
60. 平均有効壓力	81
61. 蒸気機関の馬力	81
62. 多段膨脹機關	84

第三章 弁及び弁線圖

65. 弁	87
-------	----

64. 滑り弁の種類	87
65. 滑り弁の作用	89
66. 偏心とクランクの関係位置	91
67. ツォイナー弁線圖	92

第四章 調速装置

68. 蒸気機関の速度調節	95
69. ワット調速機	96
70. ボーター調速機	97
71. ばね調速機	98

第五章 逆轉装置

72. リンク運動	99
73. ステブソン・リンク運動	101
74. 心向き弁装置	102

第四編 蒸気タービン

第一章 概要

75. 蒸気タービンの發達	105
76. 蒸気タービンの分類	107
77. 蒸気タービンと往復機関との比較	110

第二章 各種蒸気タービンの形式

78. 衝動タービンの形式	111
79. 反動タービンの形式	114

80. 組合せタービンの形式	115
----------------	-----

第三章 蒸気タービン各部の構造

81. 汽 筒	117
82. 軸及び軸承	117
83. 羽 根	118
84. 噴出孔及び隔板	120
85. 蒸気止め装置	121
86. 調速装置	122

第四章 凝 結 器

87. 概 要	124
88. 噴水凝結器	125
89. 觸面凝結器	126
90. 空 気 ポ ン プ	127

第五章 各種蒸気タービン

91. ド・ラベル・タービン	129
92. カーチス・タービン	130
93. ラト・タービン	132
94. チェリー・タービン	133
95. カーチス・チェリー・タービン	134
96. パーソンス・タービン	137
97. ユングストローム・タービン	135
98. ブラウン・ボベリー・タービン	138

汽力原動機

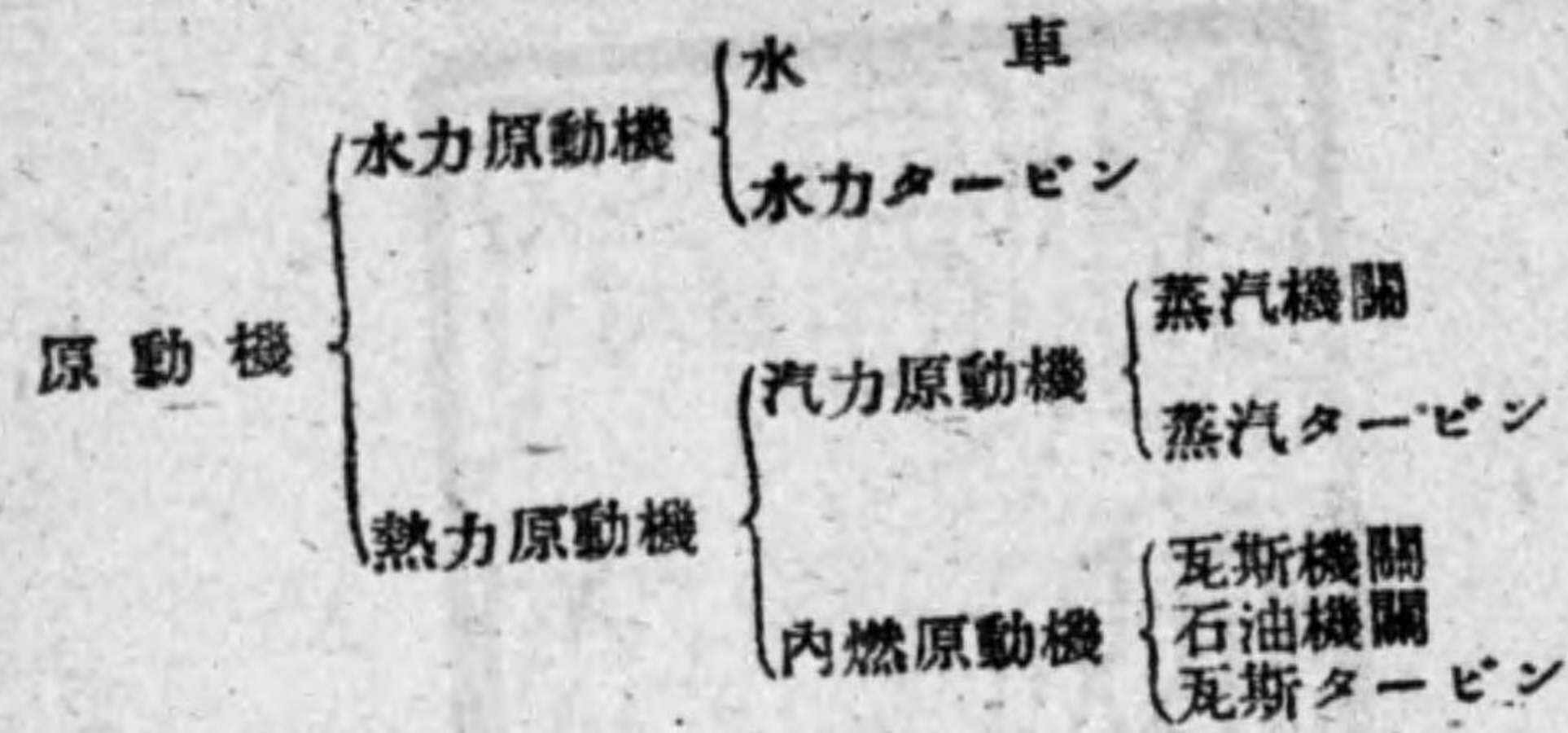
第一編 總 論

第一章 原 動 機

1. 原 動 機

人類が文化生活を営む上に於ては、機械の力による所が甚だ大きいのである。機械には井戸より水を汲み上げるポンプ、糸を績ぐ紡績機械等の如く種々の仕事はすることが出来るが自らは力を出すことの出来ないものが多い。之等の機械を運轉するには他より動力(原動力)の供給を受けなければならない。人や牛馬の筋力も原動力にはなり得るが、之等は大動力を必要とする現代工業の前には餘りにも微々たるものであるから、自然界に存在するエネルギーを有効適切に動力に変ぜなければならない。斯くの如く自然界にあるエネルギーを變じて動力となす機械を原動機と言ふ。自然界に存在するエネルギーとは太陽熱、地熱、風力、波濤、飛瀑、流水、燃料、化學變化等多種多様の形態になつてゐるものである。

2. 原動機の種類



3. 原動所

原動機を据付け動力を発生して、之を他に供給する設備のある所を原動所と言ふ。

水力原動所に於てはエネルギーを普通65%位利用し得られるものである。水は安價であるが設備費、動力運搬費を著しく要す。

汽力原動所は燃料のエネルギーを20%位利用するものである。日々の燃料に經費を多く要するも割合設備費が少く又都市の便利なる所に設備し得られる。

第二章 諸單位

4. 壓力・仕事及び動力

壓力の強さは單位面積に働く力にて表はし通例 斤/糎²(kg/cm²) (每平方糎につき斤)を以て表す。又小さい壓力は水銀柱或ひは水柱の高さにて表はす。

1 標準大氣壓 = 1.034 斤/糎²

= 760 耗水銀柱

水柱 1 耗 = 0.0001 斤/糎²

壓力を測るには普通壓力計を用ひる。壓力計は大氣壓以上の壓力を表はすものであり、之で測つた壓力をゲージ壓力と言ふ。之に對し眞の眞空を基準として測る價を絕對壓力と言ふ。故に

絕對壓力 = ゲージ壓力 + 大氣壓

なる關係がある。

仕事の量は物體に働く力と其の方向に物體の運動した距離との積で表はし普通 斤米を用ひる。動力は仕事の時間に對する割合であつて一秒間に75 斤米の仕事をするのを一馬力と言ふ。

1 馬力 = 75 斤米/秒 = 736 ワット

【問】 或所に於て氣壓計の水銀柱の高さが723 耗を示して居る時に罐に取り付けたる壓力計は 7.8kg/cm² を示せり。蒸汽の絕對壓力は如何か。

5. 溫度・熱量・仕事當量

物體の寒暖の度を溫度と言ひ寒暖計を用ひて測る。寒暖計には攝氏と華氏とが普通用ひられる。攝氏寒暖計に於ては標準氣壓の下に於て氷の溶ける溫度を0度とし水が沸騰する溫度を100度として其の間を100等分したものであり、華氏寒暖計は氷の溶ける溫度を32度水の沸騰する溫度を212度として其の間を180等分して居る。今或溫度を言ひ表はすに攝氏ではC度、華氏ではF度とすれば次の關係がある。

$F = \frac{9}{5}C + 32$

$$C = \frac{5}{9}(F - 32)$$

理論的の計算には絶対温度なるものが用ひられる。之は水の溶ける温度よりも攝氏 273 度低き温度を以て温度の標準即ち 0 度と定めたるものである。攝氏 t 度を絶対温度 T 度にて表はせば

$$T = t + 273$$

熱量の単位としてはカロリーを用ふ。1 カロリーとは 1 瓦の水を大氣壓に於て攝氏 1 度だけ温度を上昇せしむるに要する熱量である。1 カロリーの 1000 倍を 1 肝カロリーと言ふ。

一體熱は仕事になり、又仕事は熱に変化し得るものであるが幾何の熱量にて幾何の仕事がなし得らるかと言へば 1842 年ジュール以來多くの物理學者によりて研究せられたる結果、1 肝カロリーの熱量は 427 肝米の仕事に變り得るものである事が知られてゐる。此の 427 を熱の仕事當量と言ふ。逆に 1 肝米の仕事全部熱に變へれば $\frac{1}{427}$ 肝カロリーの熱量になる。此の $\frac{1}{427}$ を仕事熱當量と言ふ。

第三章 水蒸気の性質

6. 蒸気の發生

水に熱を加ふるとき熱は二通りの作用をする。

(i) 水の温度を上昇する。 (ii) 液體を瓦斯體に變へる。

斯くして出來た瓦斯體を水蒸気と言ひ、水より水蒸気になる現象を蒸發と言ふ。今開放せる器に水を入れ之を熱すれば水の温度は上

昇すると同時に水面より蒸發が起る。漸次水の温度は上り遂に 100°C に達すればもう之れ以上水の温度は上らないで、今後加ふる熱は全部蒸發に費やされ水の内部からも盛んに蒸氣が水泡となつて出て來る。此の現象を沸騰と言ひ沸騰する時の温度を沸騰點と稱す。或一定壓力に於ては水は其の沸騰點以上に温度を上げる事は出來ないのである。開放せる器にて水面に大氣壓が働く場合には沸騰點は 100°C であり、水の温度は 100°C 以上にはなり得ないのである。

次に第二の場合として水面に重さも摩擦もない蓋をした場合を考ふるに、水の温度が 100°C に達するまでは全然蒸發は起らない。100°C に達すれば急に蒸發が起り蒸氣を發生して蓋を押し上げる。蒸氣の壓力は勿論一氣壓、温度は 100°C である。

第三の場合として W 肝の重さのある蓋を水面にした場合を考ふ。蓋の面積を A 糎² とすれば水面は $(1 + \frac{W}{A})$ 肝/糎² の壓力にて押されて居る故 100°C に達しても蒸發は起らないで $(1 + \frac{W}{A})$ 肝/糎² の壓力に相當する沸騰點まで水温は上昇してから温度の上昇は止り、始めて蒸發が行はれる。蒸氣の温度は沸騰點に等しく壓力は $(1 + \frac{W}{A})$ 肝/糎² である。

第四の場合として密閉せる器に水を入れ熱を加ふれば水及び蒸氣の壓力、温度は如何様にも高くなるのである。

蒸氣の温度と壓力との關係は次式にて與へられる事をレノー (Regnault) は實驗より求めたり。

p を氣壓にて表したる壓力、 t を攝氏温度とすれば

$$p = \left(\frac{40 + t^5}{140} \right)$$

7. 顯熱・潜熱・全熱

前述の如く水に熱を加ふれば水の温度は漸次上昇するも、其の時の壓力に相當する沸騰點まで上昇すれば、其の後は如何に多く熱を加ふるとも水の温度は上昇せずして、熱は水を蒸汽の形に變ずる爲に費され、而も發生する蒸汽の温度は其の時の沸騰點と同温である。

今水1斤を0°Cより沸騰點まで熱する時は加へる熱量に比例して温度が上昇する故に此の間に加へた熱量は寒暖計に表はれる。依つて此の間に加へる熱量を顯熱と言ふ。沸騰點になつた水は如何に多く熱を加へても其の温度が上昇せないから、沸騰點にある水1斤を全部同温度の蒸汽に變へるに必要な熱の量は寒暖計には表はれない。故に此の間に加へる熱量を潜熱と稱し、實驗によつて求められる。此の顯熱と潜熱との和即ち0°Cの水1斤を全部或壓力(温度)の蒸汽に變へるに要する熱量を全熱と名付ける。

nを顯熱, Lを潜熱, Hを全熱とすれば

$$H=h+L$$

レノーは實驗の結果温度t°Cに於て蒸發する時の全熱をHカロリー、顯熱をhカロリーとすれば次の關係にある事を見出せり。

$$H=606.5+0.305t$$

$$h=t+0.00002t^2+0.0000003t^3$$

$$L=H-h$$

今 t^2, t^3 の項を省略すれば

$$h=t$$

蒸汽の 絕對壓力 kg/cm ² p	蒸汽の 飽和温度 t, °C
0.01	6.69
0.015	12.75
0.02	17.21
0.025	20.70
0.03	23.78
0.04	28.65
0.05	32.58
0.06	35.84
0.08	41.17
0.10	45.46
0.12	49.06
0.15	53.60
0.20	59.67
0.25	64.56
0.30	68.68
0.35	72.24
0.40	75.42
0.50	80.87
0.60	85.46
0.70	89.45
0.80	92.99
0.90	96.18
1.0	99.09
1.1	101.76
1.2	104.25
1.3	106.56
1.4	108.74
1.5	110.79
1.6	112.73
1.8	116.83
2.0	119.61
2.2	122.64
2.4	125.45
2.6	128.08
2.8	130.54
3.0	132.87
3.2	135.07
3.4	137.17
3.6	139.17
3.8	141.08
4.0	142.91
4.5	147.10
5.0	151.10
5.5	154.71
6.0	158.07
6.5	161.21
7.0	164.16

蒸 汽 性 質 表 (1)

蒸気の 絶対圧力 kg/cm ² P	蒸気の 飽和温度 °C t _s	蒸気の 含有熱量 kcal/kg H _g	水分の 含有熱量 kcal/kg H _w	潜 熱 kcal/kg L	蒸気の内 部エネ ルギー kcal/kg U _g	水分の内 部エネ ルギー kcal/kg U _w	蒸気の エントロ ピー kcal/°K kg S _g	水分の エントロ ピー kcal/°K kg S _w	$\frac{S_g - S_w}{T}$ kcal/°K kg L/T	蒸気の 比容積 m ³ /kg v _g	水の 比容積 m ³ /kg v _w	蒸気の 比重 kg/m ³ γ _g
0.01	6.69	599.25	6.71	592.54	568.43	6.71	2.1412	0.0241	2.1171	131.6	1.000	0.007597
0.015	12.75	601.99	12.76	589.23	570.52	12.76	2.1062	0.0456	2.0606	89.63	1.001	0.01116
0.02	17.31	604.01	17.23	586.78	572.96	17.23	2.0815	0.0610	2.0205	68.26	1.001	0.01465
0.025	20.79	605.62	20.80	584.82	573.27	20.80	2.0625	0.0732	1.9893	55.27	1.002	0.01809
0.03	23.78	606.97	23.79	583.18	574.29	23.79	2.0470	0.0833	1.9637	46.52	1.003	0.02150
0.04	26.65	609.16	26.65	580.51	575.95	26.65	2.0220	0.0995	1.9331	35.45	1.004	0.02821
0.05	29.56	610.90	29.55	578.35	577.28	29.55	2.0038	0.1123	1.8915	28.72	1.005	0.03482
0.06	35.84	612.37	35.83	576.54	578.39	35.82	1.9885	0.1229	1.8656	24.19	1.006	0.04135
0.08	41.17	614.74	41.15	573.59	580.19	41.14	1.9646	0.1400	1.8246	18.44	1.008	0.05422
0.10	45.46	616.63	48.43	571.20	583.63	45.42	1.9460	0.1535	1.7925	14.95	1.010	0.06689
0.12	49.06	618.31	49.02	569.19	582.83	49.02	1.9309	0.1647	1.7662	12.59	1.012	0.07941
0.15	53.60	620.20	53.55	566.85	584.34	53.55	1.9125	0.1786	1.7339	10.21	1.014	0.09794
0.20	59.67	622.83	59.62	563.21	586.33	59.61	1.8890	0.1970	1.6920	7.793	1.017	0.1283
0.25	64.56	624.92	64.50	560.42	587.92	64.50	1.8707	0.2115	1.6592	6.321	1.020	0.1582
0.30	68.68	626.67	68.62	558.05	589.25	68.61	1.8559	0.2236	1.6323	5.328	1.022	0.1877
0.35	72.26	628.18	72.19	555.99	590.39	72.19	1.8434	0.2340	1.6094	4.611	1.024	0.2169
0.40	75.42	629.50	75.36	554.14	591.39	75.35	1.8327	0.2432	1.5895	4.069	1.026	0.2456
0.50	80.87	631.74	80.81	550.93	593.09	80.80	1.8147	0.2587	1.5660	3.301	1.030	0.3029
0.60	85.46	633.61	85.42	548.19	594.50	85.41	1.8000	0.2716	1.5284	2.783	1.033	0.3593
0.70	89.45	635.21	89.43	545.78	595.72	89.41	1.7878	0.2826	1.5050	2.409	1.036	0.4151
0.80	92.99	636.61	92.99	543.62	596.77	92.97	1.7769	0.2924	1.4845	2.127	1.038	0.4703
0.90	96.18	637.85	96.19	541.66	597.72	96.17	1.7675	0.3011	1.4664	1.904	1.041	0.5251
1.0	99.09	638.97	99.12	539.85	598.56	99.10	1.7591	0.3090	1.4501	1.726	1.043	0.5795
1.1	101.76	639.99	101.82	538.17	599.33	101.79	1.7515	0.3162	1.4353	1.579	1.045	0.6335
1.2	104.25	640.92	104.32	536.60	600.04	104.29	1.7446	0.3229	1.4217	1.455	1.047	0.6873
1.3	106.56	641.78	106.63	535.12	600.69	106.63	1.7382	0.3291	1.4091	1.350	1.049	0.7408
1.4	108.74	642.59	108.86	533.73	601.30	108.82	1.7322	0.3348	1.3974	1.260	1.050	0.7940
1.5	110.79	643.33	110.93	532.40	601.87	110.89	1.7267	0.3402	1.3865	1.181	1.052	0.8470
1.6	112.73	644.02	112.89	531.14	602.39	112.85	1.7216	0.3453	1.3763	1.112	1.054	0.8996
1.8	116.33	645.31	116.53	528.78	603.26	116.49	1.7122	0.3547	1.3575	0.9954	1.057	1.005
2.0	119.61	646.45	119.86	526.59	604.23	119.81	1.7038	0.3632	1.3406	0.9019	1.060	1.109
2.2	122.64	647.49	122.94	524.55	605.01	122.83	1.6962	0.3710	1.3252	0.8249	1.063	1.212
2.4	125.45	648.43	125.79	522.64	605.71	125.73	1.6892	0.3782	1.3110	0.7602	1.065	1.315
2.6	128.08	649.30	128.47	520.83	606.37	128.40	1.6828	0.3849	1.2979	0.7052	1.068	1.418
2.8	130.54	650.10	130.98	519.12	606.97	130.91	1.6769	0.3911	1.2858	0.6579	1.070	1.520
3.0	132.87	650.84	133.35	517.49	607.53	133.28	1.6714	0.3970	1.2744	0.6166	1.072	1.622
3.2	135.07	651.54	135.60	515.94	608.05	135.52	1.6662	0.4025	1.2637	0.5804	1.075	1.723
3.4	137.17	652.19	137.75	514.44	608.54	137.66	1.6613	0.4077	1.2536	0.5482	1.077	1.824
3.6	139.17	652.80	139.79	513.01	609.00	139.70	1.6567	0.4127	1.2440	0.5196	1.079	1.925
3.8	141.08	653.37	141.75	511.62	609.44	141.66	1.6524	0.4174	1.2350	0.4938	1.081	2.025
4.0	142.91	653.92	143.63	510.29	609.85	143.53	1.6482	0.4219	1.2263	0.4705	1.083	2.125
4.5	147.19	655.15	148.02	507.13	610.78	147.91	1.6387	0.4324	1.2063	0.4211	1.087	2.375
5.0	151.10	656.25	152.05	504.20	611.60	151.93	1.6302	0.4419	1.1883	0.3813	1.092	2.622
5.5	154.71	657.22	155.78	501.44	612.34	155.64	1.6225	0.4507	1.1718	0.3485	1.096	2.869
6.0	158.07	658.10	159.26	498.84	613.00	159.10	1.6154	0.4587	1.1567	0.3210	1.100	3.115
6.5	161.21	658.89	162.51	496.38	613.59	162.34	1.6089	0.4662	1.1427	0.2976	1.103	3.360
7.0	164.16	659.62	165.58	494.04	614.11	165.40	1.6028	0.4732	1.1296	0.2775	1.107	3.604

温度は漸次上昇するも、其の時
れば、其の後は如何に多く熱を
て、熱は水を蒸気の形に變する爲
は其の時の沸騰點と同温である。
熱する時は加へる熱量に比例して
た熱量は寒暖計に表はれる。依つ
ふ。沸騰點になつた水は如何に多
ないから、沸騰點にある水1斤を
なる熱の量は寒暖計には表はれな
熱と稱し、實驗によつて求められ
°Cの水1斤を全部或壓力(温度)の
熱と名付ける。
熱とすれば

に於て蒸發する時の全熱をHカロリ
次の關係にある事を見出せり。

0.5t

t² + 0.0000003t³

蒸 汽 性 質 表 (2)

蒸気の 絶対圧力 p kg/cm ²	蒸気の 飽和温度 t_s °C	蒸気の 含有熱量 H_g kcal/kg	水分の 含有熱量 H_w kcal/kg	潜 熱 L kcal/kg	蒸気の内 部エネルギー U_g kcal/kg	水分の内 部エネルギー U_w kcal/kg	蒸気のエ ントロピー S_g kcal/°K kg	水分のエ ントロピー S_w kcal/°K kg	$S_g - S_w$ kcal/°K kg $\frac{L}{T}$	蒸気の 比容積 v_g m ³ /kg	水の 比容積 v_w m ³ /kg	蒸気の 比重 γ_g kg/m ³
7.5	166.95	660.28	168.49	491.79	614.64	168.30	1.5972	0.4799	1.1173	0.2599	1.110	3.848
8.0	169.60	660.89	171.26	489.63	615.10	171.05	1.5919	0.4861	1.1058	0.2445	1.114	4.001
8.5	172.12	661.45	173.89	487.56	615.53	173.67	1.5869	0.4920	1.0949	0.2308	1.117	4.334
9.0	174.62	661.98	176.41	485.57	615.92	176.18	1.5822	0.4977	1.0845	0.2186	1.120	4.576
9.5	176.82	662.46	178.83	483.63	616.29	178.58	1.5777	0.5030	1.0747	0.2076	1.123	4.817
10	179.03	662.91	181.16	481.75	616.63	180.89	1.5735	0.5082	1.0653	0.1977	1.126	5.069
11	183.19	663.73	185.56	478.17	617.23	185.27	1.5655	0.5178	1.0477	0.1805	1.131	5.539
12	187.07	664.44	189.67	474.77	617.77	189.35	1.5582	0.5267	1.0315	0.1661	1.137	6.022
13	190.70	665.06	193.54	471.52	618.25	193.19	1.5515	0.5350	1.0165	0.1538	1.142	6.502
14	194.12	665.63	197.19	468.43	618.67	196.82	1.5452	0.5428	1.0024	0.1432	1.147	6.983
15	197.35	666.10	200.66	465.44	619.04	200.26	1.5393	0.5502	0.9891	0.1340	1.152	7.462
16	200.42	666.54	203.97	462.57	619.37	203.53	1.5338	0.5571	0.9767	0.1259	1.157	7.948
17	203.35	666.92	207.13	459.79	619.66	206.66	1.5286	0.5638	0.9648	0.1187	1.161	8.423
18	206.14	667.26	210.15	457.11	619.92	209.66	1.5236	0.5700	0.9536	0.1123	1.166	8.903
19	208.81	667.56	213.06	454.49	620.14	212.54	1.5189	0.5760	0.9429	0.1066	1.170	9.384
20	211.38	667.82	215.87	451.95	620.34	215.32	1.5144	0.5817	0.9327	0.1014	1.175	9.863
22	216.23	668.25	231.19	447.06	620.67	220.58	1.5060	0.5926	0.9134	0.09244	1.183	10.82
24	220.74	668.56	226.18	442.38	620.92	225.52	1.4982	0.6026	0.8956	0.08478	1.191	11.79
26	224.97	668.78	230.90	437.88	621.09	230.17	1.4910	0.6120	0.8790	0.07834	1.199	12.77
28	228.96	668.92	235.37	433.55	621.20	234.58	1.4842	0.6208	0.8634	0.07278	1.206	13.74
30	232.74	669.08	239.65	429.35	621.25	238.78	1.4778	0.6292	0.8486	0.06794	1.214	14.72
32	236.32	669.07	242.70	425.27	621.26	242.79	1.4717	0.6371	0.8346	0.06369	1.221	15.70
34	239.74	669.01	247.61	421.30	621.22	246.63	1.4659	0.6446	0.8213	0.05991	1.228	16.69
36	243.00	668.79	251.37	417.42	621.13	250.33	1.4604	0.6518	0.8086	0.05654	1.235	17.69
38	246.13	668.63	255.00	413.63	621.01	253.90	1.4551	0.6586	0.7965	0.05351	1.242	18.69
40	249.14	668.42	258.51	409.91	620.86	257.34	1.4500	0.6653	0.7847	0.05077	1.249	19.70
42	252.04	668.17	261.91	406.26	620.69	260.67	1.4451	0.6716	0.7735	0.04829	1.256	20.71
44	254.82	667.88	265.21	402.67	620.47	263.91	1.4404	0.6778	0.7626	0.04602	1.262	21.73
46	257.51	667.55	268.42	399.13	620.23	267.06	1.4358	0.6837	0.7521	0.04394	1.269	22.76
48	260.12	667.19	271.55	395.64	620.06	270.12	1.4313	0.6895	0.7418	0.04202	1.276	23.80
50	262.65	666.80	274.60	392.20	619.87	273.19	1.4270	0.6951	0.7319	0.04026	1.282	24.84
55	268.64	665.70	281.93	383.77	618.85	280.26	1.4166	0.7083	0.7083	0.03638	1.298	27.49
60	274.22	664.42	288.88	375.54	617.90	287.04	1.4068	0.7208	0.6860	0.03211	1.314	30.20
65	279.47	663.01	295.58	367.48	616.94	293.50	1.3975	0.7326	0.6640	0.03038	1.330	32.97
70	284.42	661.46	301.86	359.56	615.98	299.70	1.3886	0.7438	0.6448	0.02793	1.346	35.88
75	289.10	659.79	308.06	351.73	614.92	305.87	1.3800	0.7545	0.6255	0.02584	1.362	38.71
80	293.55	658.02	314.02	344.00	613.98	311.44	1.3717	0.7647	0.6070	0.02399	1.378	41.60
85	297.80	656.14	319.81	336.33	613.07	317.03	1.3636	0.7746	0.5890	0.02235	1.395	44.75
90	301.85	654.16	325.44	328.72	612.17	322.47	1.3557	0.7841	0.5716	0.02088	1.411	47.90
95	305.74	652.11	330.95	321.16	611.21	327.78	1.3481	0.7934	0.5547	0.01956	1.428	51.14
100	309.47	649.97	336.25	313.62	610.28	332.96	1.3406	0.8024	0.5382	0.01836	1.445	54.47
110	316.53	645.46	346.85	298.61	608.55	343.04	1.3260	0.8195	0.5664	0.01627	1.480	61.66
120	323.10	640.69	357.04	283.65	606.90	352.78	1.3119	0.8362	0.4757	0.01452	1.518	68.88
130	329.25	635.68	366.98	268.70	606.06	362.24	1.2982	0.8522	0.4469	0.01302	1.557	76.83
140	335.05	630.47	376.74	253.78	605.00	371.50	1.2848	0.8676	0.4172	0.01172	1.600	83.33
150	340.52	625.08	386.36	238.72	603.89	380.58	1.2717	0.8827	0.3890	0.01059	1.646	94.43
160	345.70	619.53	395.86	223.67	602.67	389.51	1.2588	0.8974	0.2614	0.009599	1.698	104.2

$$L=606.5-0.695t$$

【問】 大気圧に於ける蒸気の顕熱、潜熱、全熱を求む。

8. 飽和蒸気・過熱蒸気

或一定壓力の下に於ては水に全熱だけの熱量を加ふれば蒸気は發生するのである。斯くして發生せる蒸気を飽和蒸気と稱す。此の飽和蒸気より少しでも熱を奪ふ時は、一部分は水にかへり蒸気は水分を含み濕潤飽和蒸気となる。之に對し水分を含まざるものを乾燥飽和蒸気と言ふ。飽和蒸気のみを更に温度を高めたるものを過熱蒸気と稱し瓦斯に似た性質を持つものであり、飽和温度以上に加へたる温度を過熱度と言ふ。

【問】 絶對壓力 16kg/cm^2 、温度 200.3C の飽和蒸気 1kg を 360C に過熱するには幾何カロリーの熱量を要するか。但し比熱を 0.560 とせよ。

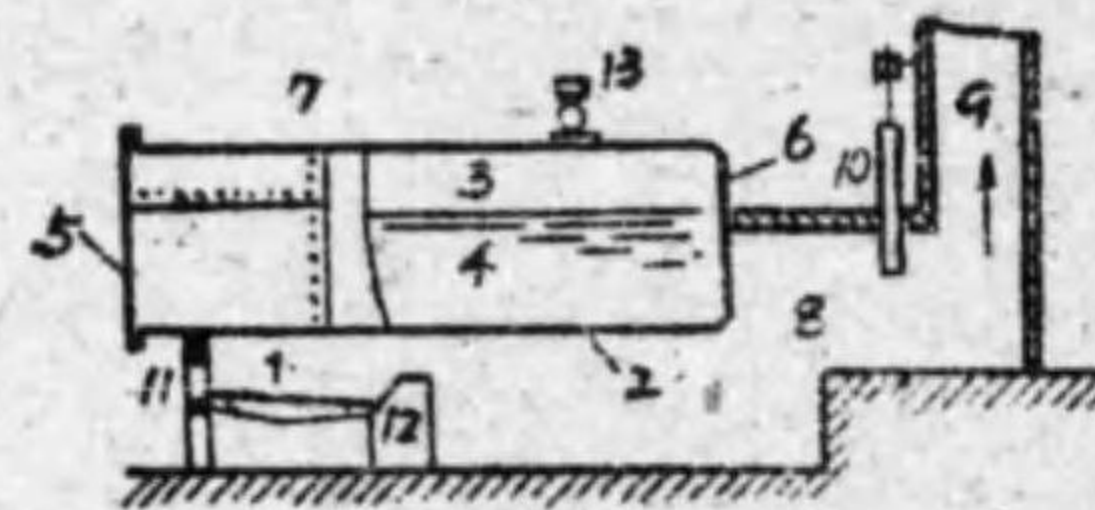
第二編 汽 罐

第一章 概 要

9. 汽罐の構造及び作用

汽罐は密閉した器に水を保有し之に熱を與えて蒸發を起さしむるものである。熱を發生する爲に燃焼を管む爐を具備すべきは勿論、此の熱を水に傳へる傳熱面を備へなければならぬ。傳熱面とは一面が火又は熱瓦斯に曝され、他面が水又は蒸汽に接して居る凡ての金屬板の部分であり、是を通じて熱が一面より他面の水に傳達せらるゝものである。斯くて發生せる蒸汽は數十氣壓の高壓に上る事もある故、汽罐は是に耐え得る丈け充分の強さを持たさなければならぬ。

爐の構造は使用する燃料によりて異なるが、最も普通に用ひられる石炭の時には第1圖に示すが如く焚口と火暖との間に火格子棧を置き此の上に燃料を供給する。火格子棧は細き隙間を有し、灰を其下の灰溜めに落とすと共に、燃焼用空氣を導入する通路ともなつてゐる。火暖は燃料が火格子の奥に落下するのを防ぐものである。爐にて發生する高温度の熱瓦斯は傳熱



第1圖 蒸 汽 罐
 1 火格子 2 傳熱面 3 汽 部
 4 水 部 5 前鏡板 6 後鏡板
 7 罐 胴 8 煙 道 9 煙 突
 10 ダンパー 11 焚 口
 12 火 暖 13 蒸汽止弁

面に依つて罐水を加熱蒸發した後、煙道を通り煙突より大氣中に放出せらる。又發生した蒸汽は蒸汽止め弁を開いて主汽管に通じ是より蒸汽機關其他使用の場合に供給せられる。

以上の如く蒸汽罐の原理は極めて簡單ではあるが、各部分の材料が受ける温度は非常な差がある故、材料には膨脹收縮が起るものである。今各部分の温度を示せば大體、

給 水	0°~150°C
蒸 汽	100°~320°C
火 爐	500°~1650°C
煙道ガス	150°~850°C

である。故に蒸汽罐として充分其の目的を達する爲には安全に高壓の蒸汽を發生し得る事、燃料の有する熱を出來得るだけ利用し得ること、又餘り構造が複雑にならない様にする事等々色々工夫せなければならぬ所が多いのである。

罐板は厚いほど丈夫ではあるが、工作の際勞力を多く要するのみならず、水に熱を傳へる効力が減するので、壓力に耐へ得る範圍内で出來得るだけ薄いものがよい。以前は罐板の材料としては銅板を用ひられたが、蒸汽の壓力が高くなつた現在では全部軟鋼板が使用される様である。

罐胴の形は理想としては球形に造るのが他の形にするよりも、尤も壓力に對して丈夫であるが之は製作が困難である。故に現在は殆んど圓筒形に作り、出來得るだけ其の直徑を小さくする様にとめる。

燃料の有する熱を多く利用する爲には罐壁への傳熱を考へなければならぬが、之には傳熱面積をなるべく廣くして此の傳熱面に對し火焰が直角に當る方が平行に當るよりは、熱の傳はり方が良好である。又煙道を長くして火焰を曲りくねらせて出來得るだけ多くの熱を吸収せしめて、低温度の煙を煙突から吐き出すやうにせなければならぬ。尙傳熱面へ充分に熱を傳へても罐水の循環が不良の場合には徒らに罐板のみ熱せられて水に熱が傳はらない事になるから水の循環についても充分の注意を拂はなければならない。

次に水部汽部の大きさについて述べれば、水部が大きく内部に多量の水を保有してゐる時は火力は不同があつても、蒸汽の使用が不規則であつても蒸汽壓力は割合に調整される。然し水が多量の場合は重量が重くなるのみならず、蒸汽發生までに多くの時間を要し、若し爆發の場合には其の災害が大きい。汽部の大きさは大きい程蒸汽が多く溜つてゐる故、急に多量の蒸汽を使用してもさほど蒸汽の壓力が低下せない。又蒸汽中にある水分を分離し易い。普通圓罐では全容積の $\frac{2}{3}$ を水部 $\frac{1}{3}$ を汽部としてゐる。

又罐には内部に水垢が固着し外部には煤が附着して、熱の傳達を妨げ過熱を起すから時々掃除をせなければならぬ。また罐板の接ぎ目、水管、烟管の嵌め込み部分からは水の漏れる事があるので検査をして不良の箇所は修理をせなければならぬ。ついでには此の掃除、検査、修理が容易に行ひ得る様な構造にして置かなければならぬ。

10. 汽罐の容量及び効率

種々の汽罐を比較する場合に効率及び容量なる語を用ひる。効率とは汽罐が吸収せる熱量(H_L)と使用した燃料の有する發熱量(F)との比であり、汽罐の種類によつて甚だ異なるのであるが、大體50%より90%の範圍内である。

$$E = \frac{H_L}{F} \times 100$$

容量は一時間に汽罐が發生する蒸汽量を以て表はす場合もあるが之では他の汽罐との正確な比較は出來ない。何んとなれば水を蒸汽となすに、要する熱量は水の最初の温度と出來た蒸汽の状態に依つて異なる。故に一定の標準状態の水を標準状態の蒸汽にかへる場合の一時間の蒸汽發生量に換算して比較するのである。普通大氣壓の下に於て沸騰點に於ける水を同温度の蒸汽にかへる場合の蒸汽發生量を以て比較するのである。この發生量を相當蒸發量と稱す。

H カロリーを或壓力の蒸汽の全熱、 $t^{\circ}C$ を水の最初の温度、 W 斤を實際一時間に發生する蒸汽量とすれば、此の際の相當蒸發量 W_e 斤は次の如し。

$$W_e = \frac{W(H-t)}{539}$$

上式中 $\frac{H-t}{539}$ を蒸發係數と名付く。

又罐の大きさを表はすに商用馬力と公稱馬力との二つがある。商用馬力とは萬國動力會議にて定められたるものにして、温度 $100^{\circ}F$ の給水を用いてゲージ壓力70封度毎平吋の蒸汽を一時間に30封度蒸

發し得る能力の罐を一馬力と言ふ。これを相當蒸發量に直せば 34.5 封度となる。又米式にては 15.65 封となる故、相當蒸發量 15.65 封は一馬力と言ふ事が出来る

公稱馬力とは罐の寸法より定めたるもので、傳熱面積より定めるものと直徑と長さより決めるものとある。傳熱面積より定めるものでは大體 1 平方米を 1 馬力とする。

11. 罐 の 分 類

i) 形狀によつて分類すれば、

{ 圓筒罐 分割罐	{ 水管罐
	{ 煙管罐

ii) 焚火法によつて分類すれば、

{ 外火罐
{ 内火罐

iii) 蒸汽の用途によつて分ければ、

{ 動力用罐 加熱用罐	{ 暖房用罐
	{ 溫水罐

iv) 罐の使用場所によつて分ければ、

{ 陸用罐
{ 船用罐
{ 機關車罐

其他種々の點より分類されてゐるが、本書に於ては圓筒罐、水管

罐、超高壓罐の三つに大別して次に各種汽罐の構造特長の大略を述べる。

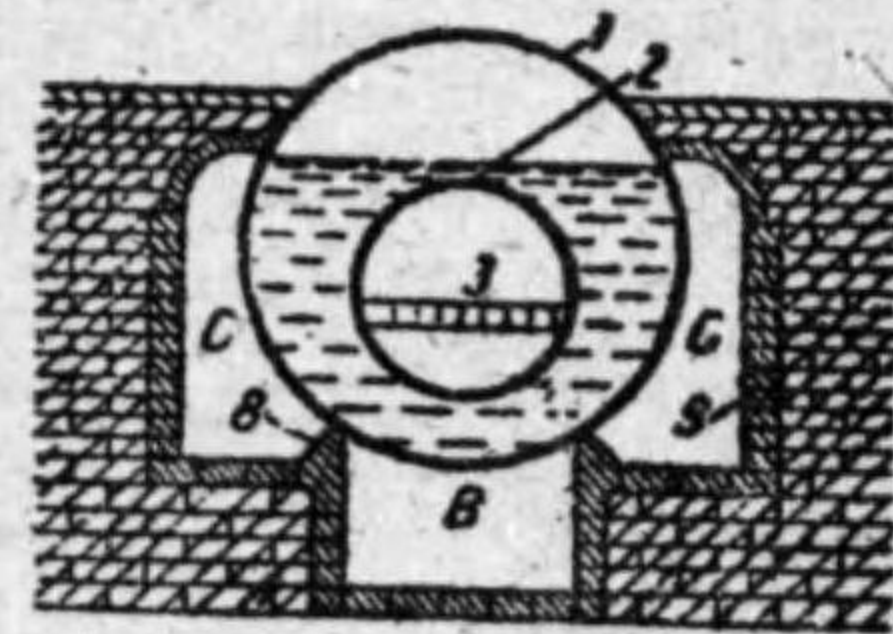
第二章 圓筒汽罐

12. 圓筒汽罐

水及び蒸汽を保つ部分が一つの大きな圓筒形をなすもので、一般に此種に屬する罐は餘り高壓に耐える事は出来ない。其容積が比較的大であり、蒸汽及び水の保有量が大なる故、蒸汽の使用量に急激の變化があつても運轉を繼續することが出来る。又構造が割合に簡單であるから、故障を起す事も少く従つて修繕を要することも少い。併し一般に罐水の循環は良好でない。

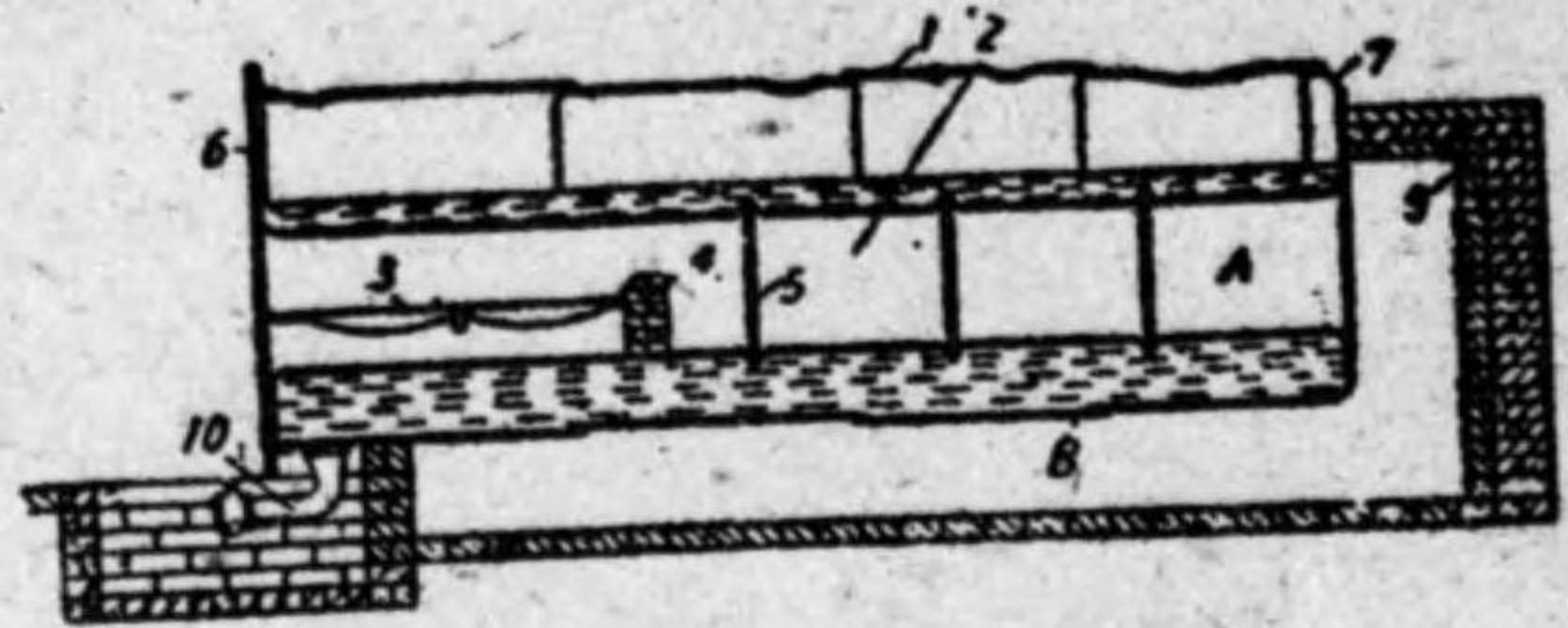
13. コルニツシュ罐

第2圖、第3圖に示す如く軟鋼板を筒形に曲げて、鉄で綴つて罐胴を作り、其の中に一本の焰筒を挿入し、罐胴の前後兩端には平らな鏡板を鉄付けにする。圖に於て1は罐胴、2は焰筒、6は前鏡板、7は後鏡板である。焰筒内には石炭を燃焼させる爲の火格子3を裝置し、此の上で燃焼した石炭の熱氣は焰筒を熱しつゝ後方に流れて、底部煙道Bに下り、罐胴の底部を熱しつゝ前進して遂に左右に分れて側煙道C,Cに入り兩側面を熱しつゝ



第2圖 コルニツシュ罐の正面

後部に至り、煙突に排出せられる。又焔筒を出て直ちに左右に分れ、兩側煙道を前進し、前端に於て底部煙道に下り一儲になつて後進し、煙突に逃げる如く据付ける方法もある。



第3圖 コルニッシュ罐の縦断面

第2表 コルニッシュ罐の寸法

焔筒の直径は製作の都合上0.6~1米に作る。罐胴の直径は焔筒の直径の2倍、罐胴の長さは其の直径の3~4倍にするのが普通である。コルニッシュ罐の使用蒸気圧力は10斤/糎²以下であり、傳熱面積一平方米につき一時間に20~30斤を蒸發することが出来る。

此の罐は構造が簡單で取扱が容易であり、且つ掃除や検査が便利で修繕を要する破損個所が少いから長年月の間使用することが出来る。

又傳熱面積に比して水量が多いから熱量を保有することが多く、蒸気の使用量に不同があつても割合に蒸

罐 胴	傳熱面積	火格子面積	
直径 呎	全長 呎	平方米	平方米
1,066	2,438	10.78	0.533
1,219	3,048	13.19	0.778
1,219	3,657	15.70	0.778
1,371	4,267	20.35	0.978
1,371	4,877	23.13	0.978
1,524	4,877	26.10	1.194
1,524	5,486	29.73	1.194
1,524	6,096	32.89	1.194
1,676	5,486	31.77	1.379
1,676	6,096	35.12	1.379
1,676	6,706	39.02	1.379
1,829	6,096	38.00	1.673
1,829	6,706	42.27	1.673
1,829	7,315	45.71	1.673
1,931	7,315	50.07	1.788
1,981	7,925	54.63	1.788

汽壓力が變化を來たさない等、優れた點を有するが一面罐内の水量が多く、且つ水の循環が悪いので蒸氣發生までに時間を要し、毎夕罐を休止する工場では熱量が損になる。其の他高壓蒸氣を作るには適當でない等の缺點も有る。

第2表はコルニッシュ罐の大略の寸法を示す。

14. ランカシヤ罐

コルニッシュ罐は焔筒が一本で其の構造上火格子面積は2平方米以下であるから石炭を澤山燃することが出来ない故、罐で發生する蒸氣の量が少い。此の缺點を補ふ爲にランカシヤ罐では焔筒を罐胴内に二本挿入し火格子面積を倍にしたから、同一直径のコルニッシュ罐に比すれば大體二倍量の蒸氣が出来る。普通に用ひるランカシヤ罐の大きさは罐胴の直径を焔筒の直径の2.5倍にして長さは6~10米の範圍に作る。

蒸氣の使用壓力は高いものは15斤/糎²位のものもあるが、大體は10斤/糎²~7斤/糎²で一時間の蒸氣發生量は2000斤~4000斤である。罐胴の直径が2米よりも小さい時は焔筒の直径も少くなり風の流通が悪くなる故火が燃え難くなる。2.5米よりも大きくすれば壓力に對して弱くなるから厚い板を使用せなければならない。厚い罐板は製作が困難になるばかりでなく熱の傳導も悪くなるものである。依つてランカシヤ罐の大きさは第3表に示す儘のものである。

蒸氣を多量に要する工場では此の罐を幾本も据付け此等の罐から發生する蒸氣を集めて使用するのである。

第4圖はランカシヤ罐の断面圖を示す。最後部の焰筒は他のものよりも少しく直径を小さくして其處から人が底部に潜り込み得る様にしてある。

熱氣は焰筒を後方に進み後端で底部煙道に入る。左



第4圖 ランカシヤ罐断面圖

右兩焰筒より來る熱氣は此處で混合して完全燃焼を起し前方に戻り又左右に分れて兩側煙道を熱して煙突へ逃げる。

ランカシヤ罐では焰筒に數本のガロエー管を挿入する。ガロエー管は傳熱面積を増し水の循環を良くする目的にて設くるものなれ共ガロエー管の前後に於て膨脹の度合が異なる等の弊害もある。

コルニッシュ罐と殆んど同様の長所又は缺點を有す。尙二本の焰筒を挿入してある故蒸發量も増加し、且交互に投炭することにより燃焼の具合が甚だよく蒸發量の變化が少い等の長所を有す。

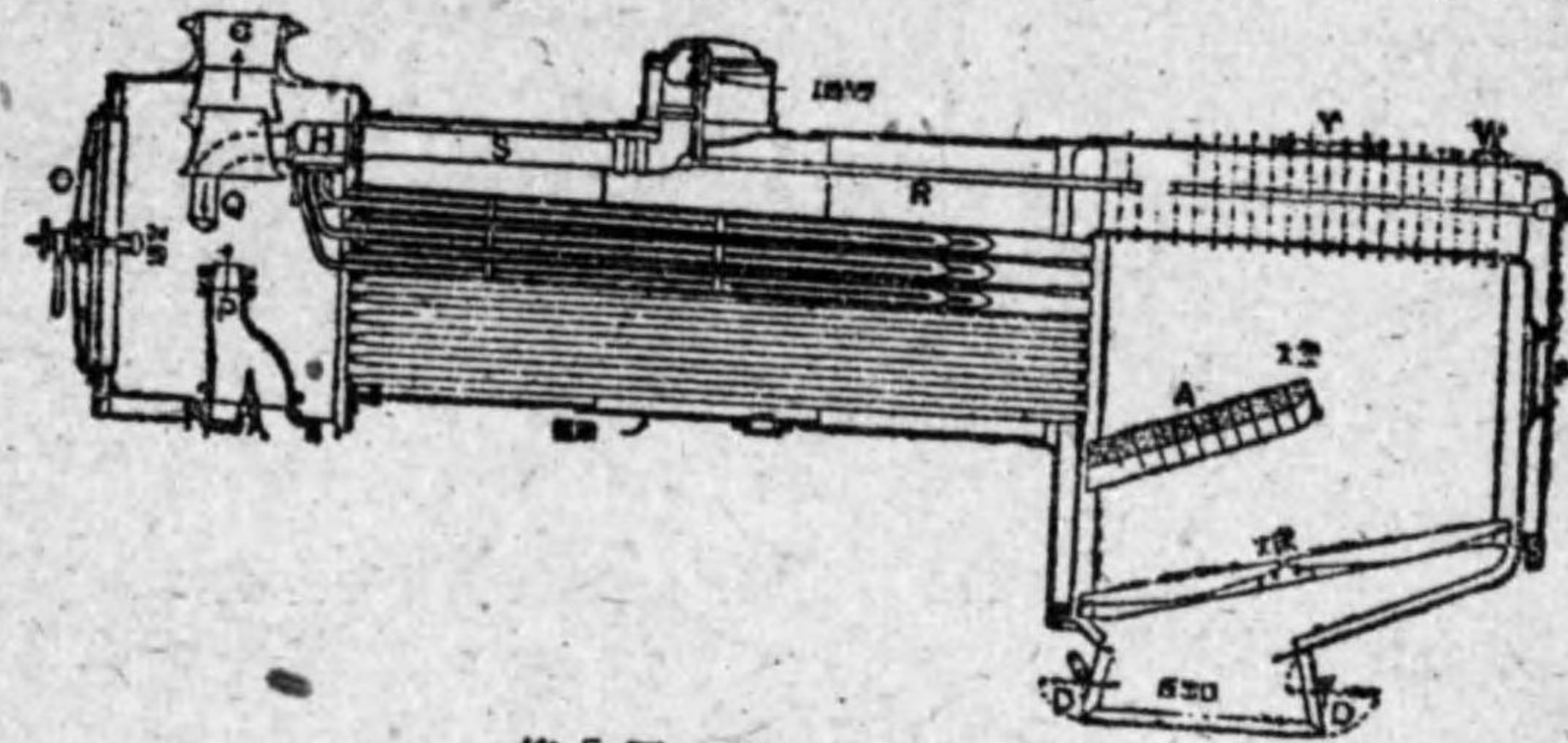
15. 汽 車 罐

汽車罐は幅の狭い軌道の上を走る

第3表 ランカシヤ罐寸法

罐 名	寸 法		傳熱面積 平方米	火格子 面積 平方米
	直径 米	全長 米		
1,829	6,096	47.19	2.642	
1,829	6,706	51.75	2.642	
1,981	6,706	57.13	2.921	
1,981	7,315	63.17	2.921	
1,981	7,925	69.21	2.921	
2,133	7,925	73.76	3.107	
2,133	8,534	79.15	3.107	
2,133	9,144	85.65	3.107	
2,286	8,531	85.84	3.400	
2,286	9,144	92.91	3.400	
2,438	9,144	99.49	3.623	
2,438	9,754	100.93	3.623	

機關車に据付けられるのであるから全體が細長くて取付けるのに便利な形であり、重さの割合に多量の蒸汽を發生し小型の機關に大きな馬力を出させる爲高壓の蒸汽が作られなければならない。之等の條件を満足せしめる爲第5圖に示す如き形のものが汽車罐として用



第5圖 汽 車 罐

ひられる。焚口Fから投入せられる石炭は火床上で燃焼して熱瓦斯を生ず。耐火煉瓦で出來て居る反らせ板Aを廻つて多數の煙管内を通過するとき罐水を熱し前方の煙室に入る。

汽車罐の煙突の高さはレール面より4米以内に制限されてゐる故通風の不足は機關の廢汽を噴出管Pより噴出させ、煙室内に真空を生ぜしめて、吸込通風を起し火格子上の燃焼を促してゐる。Dは灰を出す口で時々之を開いて排除する。Oは罐前の扉であつて之を開いて一日一回以上針金帚で煙管内の掃除をするのである。汽車罐は動搖する故濕つた蒸汽が發生し易いから、中央高い所に汽胴を作り乾燥した蒸汽を集め、之から機關に送るのである。

第5圖に於ては其の蒸汽を過熱するためにSからHに入り更に上部の太い煙管内に挿入した過熱器に入つて過熱せられQから機

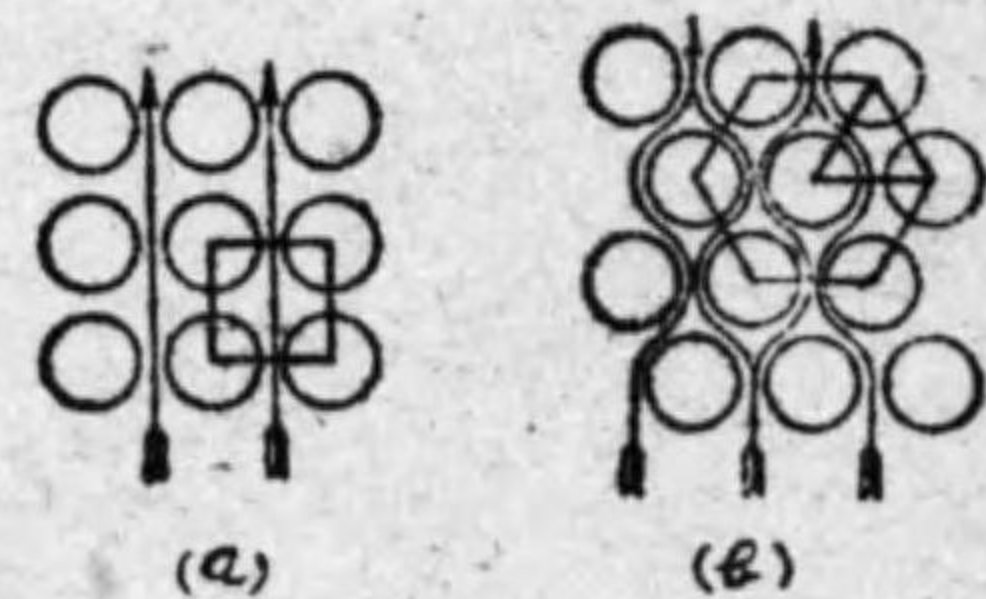
第4表 汽車罐寸法

汽車罐 種類	汽管 直徑 mm	罐の蒸 汽壓力 kg/ cm ²	煙 管				火格子 面積 m ²	傳 熱 面 積		
			煙管の 直 徑 mm	外徑 mm	長さ mm	本數		煙管の 外面積 m ²	火室の 周面積 m ²	全傳熱 面積 m ²
急行車	456	9.80	1250	43	3590	201	16.07	100.50	10.95	111.50
	465	9.80	1345	38	3200	230	19.15	127.50	10.50	138.00
	483	10.55	1320	41	3050	200	15.00	85.18	9.45	94.75
	457	11.25	1270	41	3265	240	18.30	104.40	10.85	115.30
貨物車	432	11.25	1240	44	3040	190	15.15	81.40	7.35	97.10
	457	11.25	1270	44	3280	220	17.45	102.40	10.00	112.40
横式 機關車	457	12.30	1270	44	3330	205	15.95	95.20	10.20	105.50
	660									
	356	12.30	1295	48	3440	225	10.05	115.40	14.80	103.25
	762									

關に送らるゝのである。火室は箱形になつてゐるので補強する爲天井及び周圍は梁ステー、ねじステーにて周圍の胴板に締め付けてある。

煙管の配列は第6圖bの如く千鳥形にせられる。之は同圖aの碁盤形配列に比すれば水の循環は悪いが同一面積の處へ多數の煙管を挿入し得て多量の蒸氣を發生せしめ得るからである。

又此の汽車罐を陸上定置罐として用ひ、多量の蒸氣を發生せしめてゐる。此の場合には汽車罐を其の儘煉瓦積に乗せてある。定置型汽車罐は



第6圖 煙管の配列

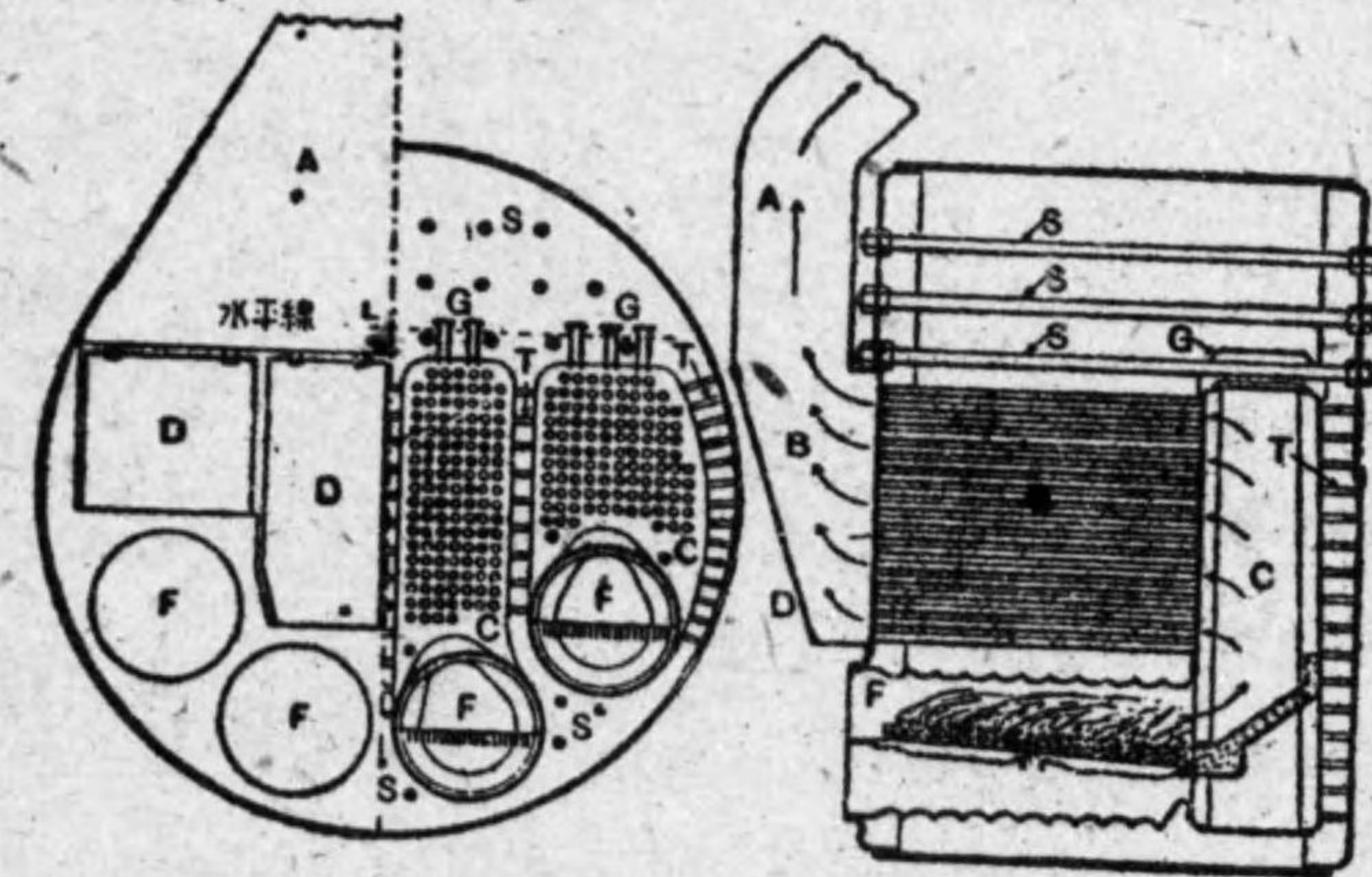
割合に据付面積を要せず、高壓蒸氣を多く經濟的に發生させることが出来るのである。

16. 船用圓罐

圓筒形の罐胴内に幾本かの焰筒を挿入し、各焰筒の後端に燃燒室を取り付け燃燒室と鏡板との間に數多の煙管を裝備する。焰筒内の火格子上で出来る熱氣は燃燒室に入つて完全燃燒後は煙管を通つて前方に戻り煙突に出る。此の罐は戻管罐とも言ひ又スコッチ罐とも言はれる。

第7圖は焰筒を4個備へた大型スコッチ罐の正面圖及び側面圖を示す。焰筒Fは平板圓筒ではなくて波形の筒である。

之は傳熱面積を増すと同時に焰筒に強度をも與へるものである。

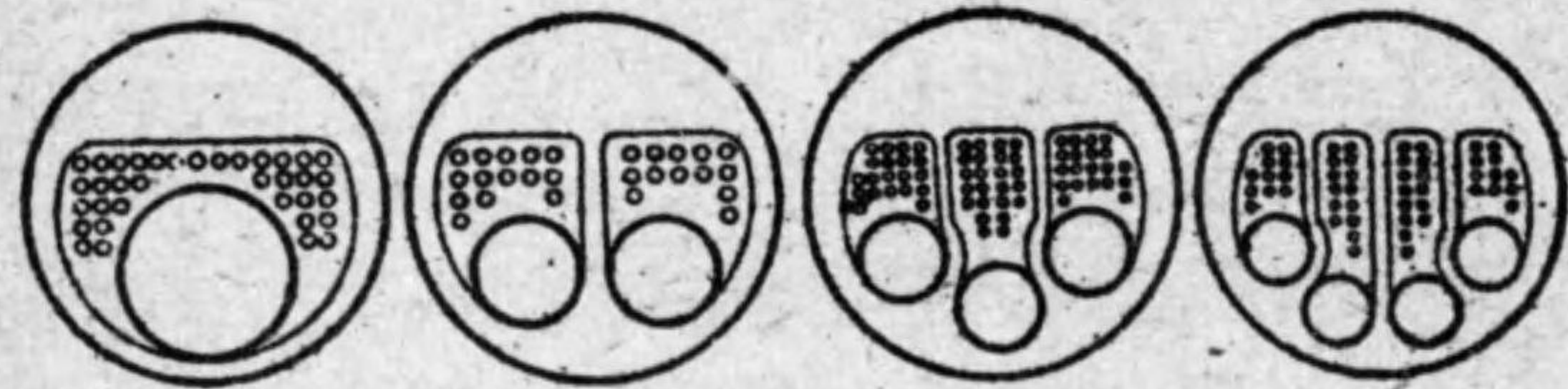


第7圖 大型船用圓罐

火格子は焰筒の全長に亘つて作り、此の上で燃えた火焰は燃燒室Cに入つて完全燃燒をする。次にCより煙管を戻つて前方の煙室Bか

らAを通つて煙突に引かれる。Dは煙室の前面の扉で之を開いて煙管の掃除検査を行ふ。此の罐の煙管は水の循環に主眼點を置き18頁第6圖aの様に蒸盤形に配列せられる。平らな鏡板は壓力に對して弱いから、太いステー棒Sが支へとして設けてある。又燃燒室の天井も平板であるが此處は梁ステーGによつて補強してある。Tは螺旋ステーと言ひ燃燒室の側壁と胴板との狭い部分の補強をするものである。

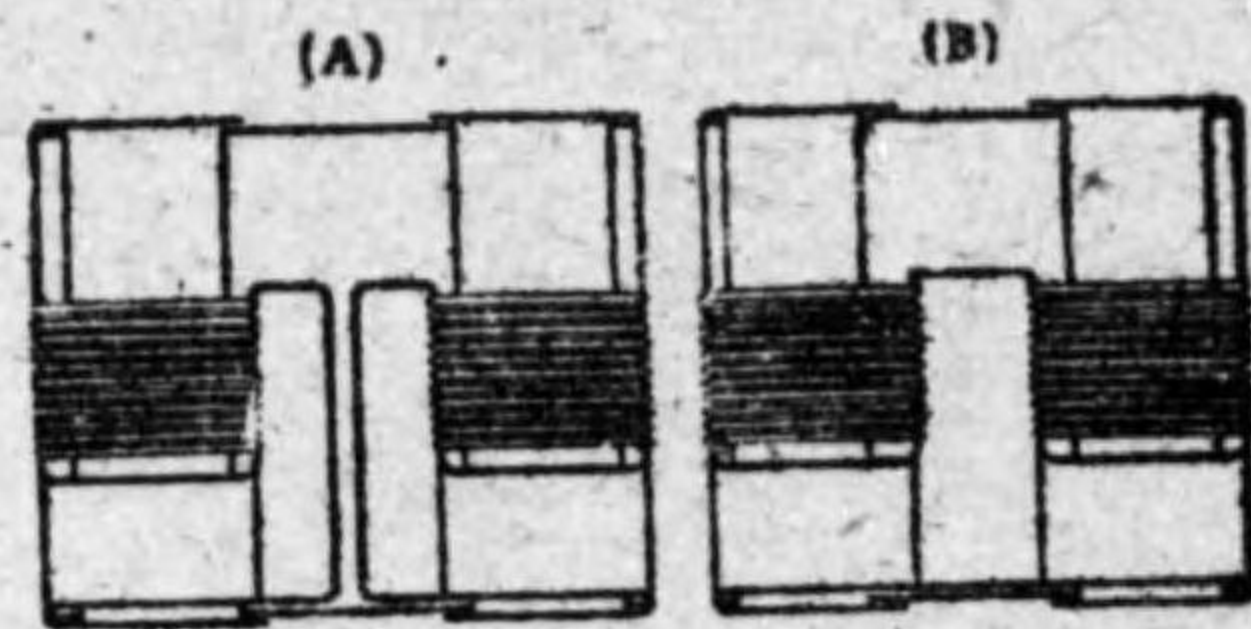
船用圓罐の罐胴の直徑は1.5~5.5米で大體罐の長さより大きく焰



第8圖 船用圓罐の焰筒の挿入方法

筒の數は罐胴の直徑が2.5米以下のときは1個、3.5米以下は2個、4.5米以下は3個それ以上は4個で第8圖の如く挿入せられる。

蒸汽の發生量を多くすると同時に場所を節約する爲に、第9圖の如く罐を脊合せとして前後から石炭を投入することがある。第7圖の如きを片前罐と稱し、第9圖(A)(B)の如きを兩前罐と言ふ。



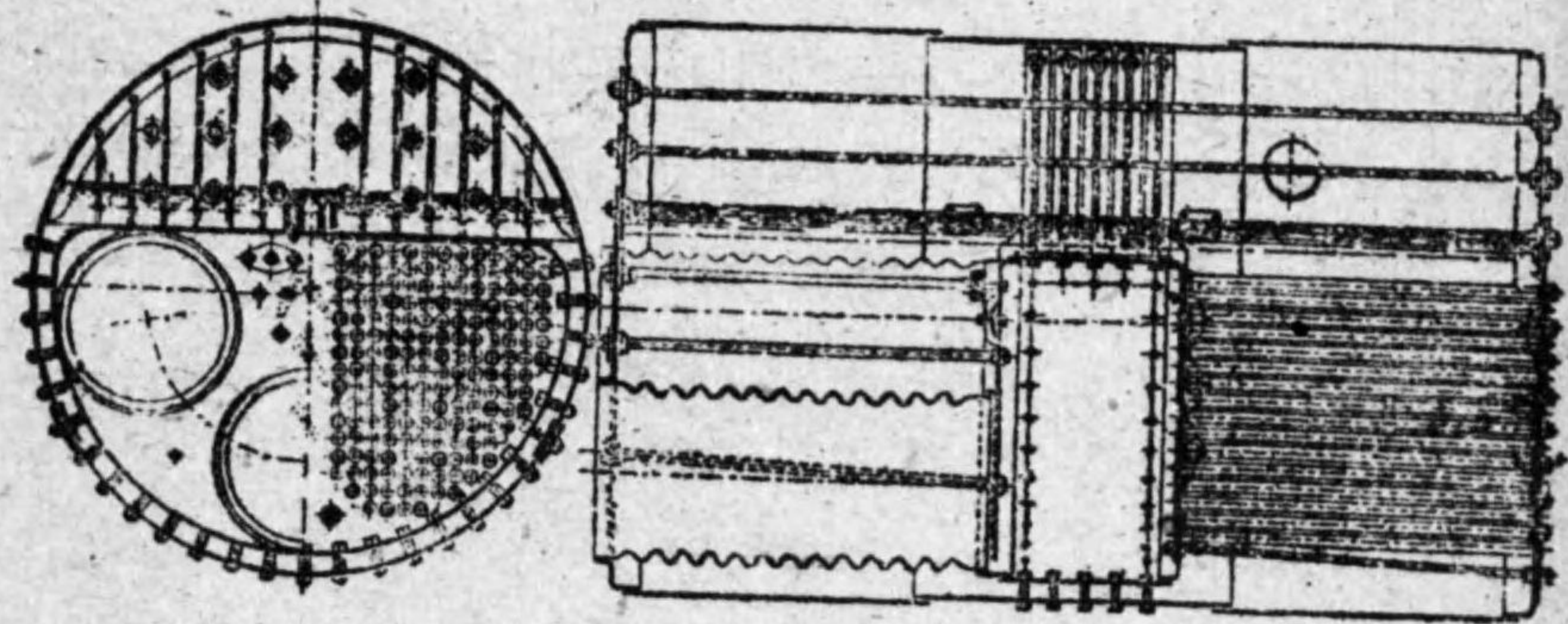
第9圖 船用兩前罐

船脚の短い船、例へば水雷艇の如きものは船内の天井が低いから長管罐の如く直徑の大きいものでは据付けに困難である。此の場合

第5表 船用圓罐の寸法

罐 直徑 mm	長さ mm	厚さ mm	常 用 力 kg/cm ²	焰 筒 の 數	焰 筒 の 直 徑 mm	煙 管 總 數	ス テ ー 棒 の 數	煙 管 の 外 徑 mm	煙 管 の 肉 厚 mm	ス テ ー 棒 の 厚 み mm	全 傳 熱 面 積 m ²	火 格 子 面 積 m ²
2360	2705	17.5	10.5	2	735	82	24	60	4	6	19.65	2.36
2555	2360	18.3	10.5	1	915	98	36	76	4	6	46.45	1.39
3555	3050	17.5	5.6	2	990	152	34	88	3	6	104.97	3.62
3580	3200	25.5	11.3	2	1065	158	64	88	4	6	122.60	3.90
4625	2845	28.2	10.96	4	960	496	154	64	4	6	234.10	9.30
4650	3200	30.5	10.5	4	1010	536	140	64	4	6	262.65	7.85
4955	3125	31.5	10.96	4	1085	580	138	64	4	6	287.95	9.53

には焰筒の次に燃燒室を取り付け煙管を眞つすぐに延ばして、後部鏡板との間に之を取り付け後部から煙室に導き煙突に引く直管式船用圓罐を用ひることがある。之は第10圖に示す。

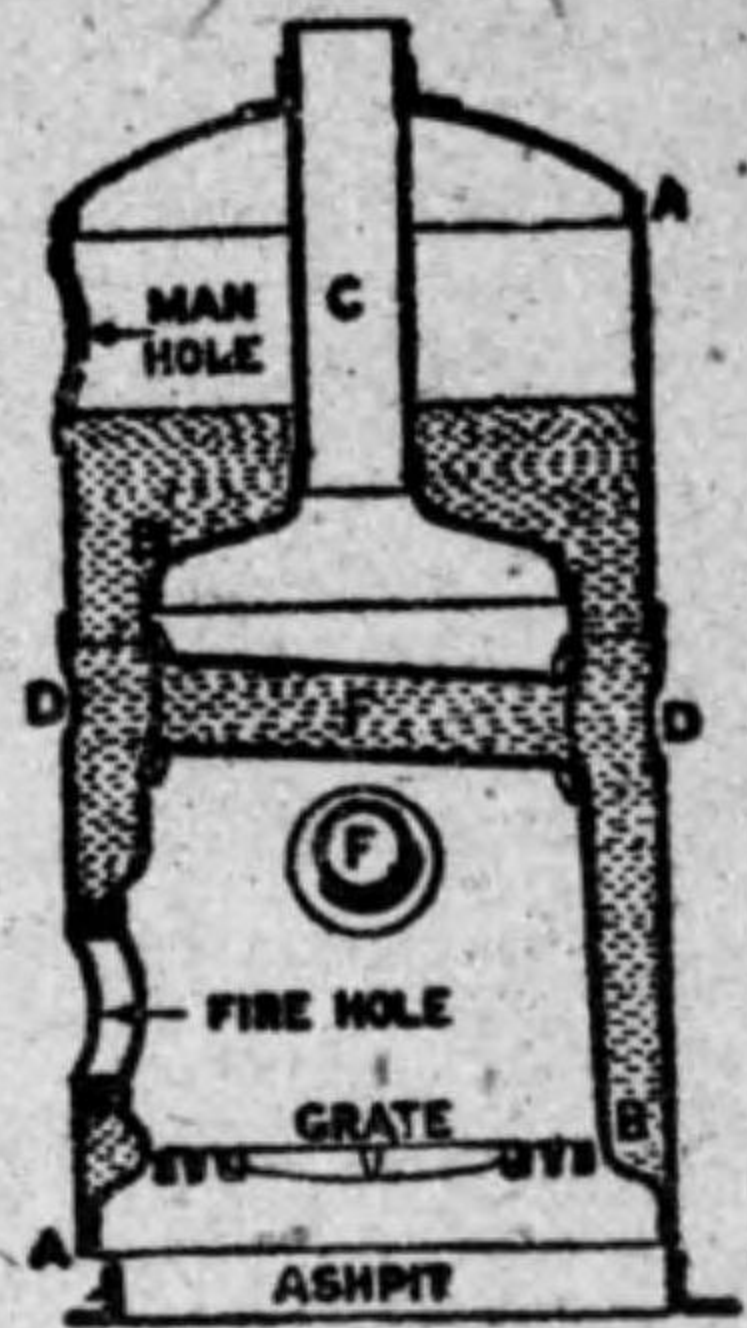


第10圖 直管式船用圓罐

17. 豎 罐

豎罐は以上に述べた圓筒汽罐に比らべて据付面積を要すること極

めて少く、別に煉瓦積をせないで直ちに床盤上に据付けた儘でも十分使用出来る。故に工場の狭い場所に据えたり、小型の蒸汽機關を運轉したり、道路工事用ローラー又は一時的動力用としては豎罐が最も都合が良い。併し此の罐は火格子面積の割合に傳熱面積が狭いから石炭の消費量が多く不經濟である。又水面が狭い故沸水作用を起し易く其の他内部の掃除及び検査が不便

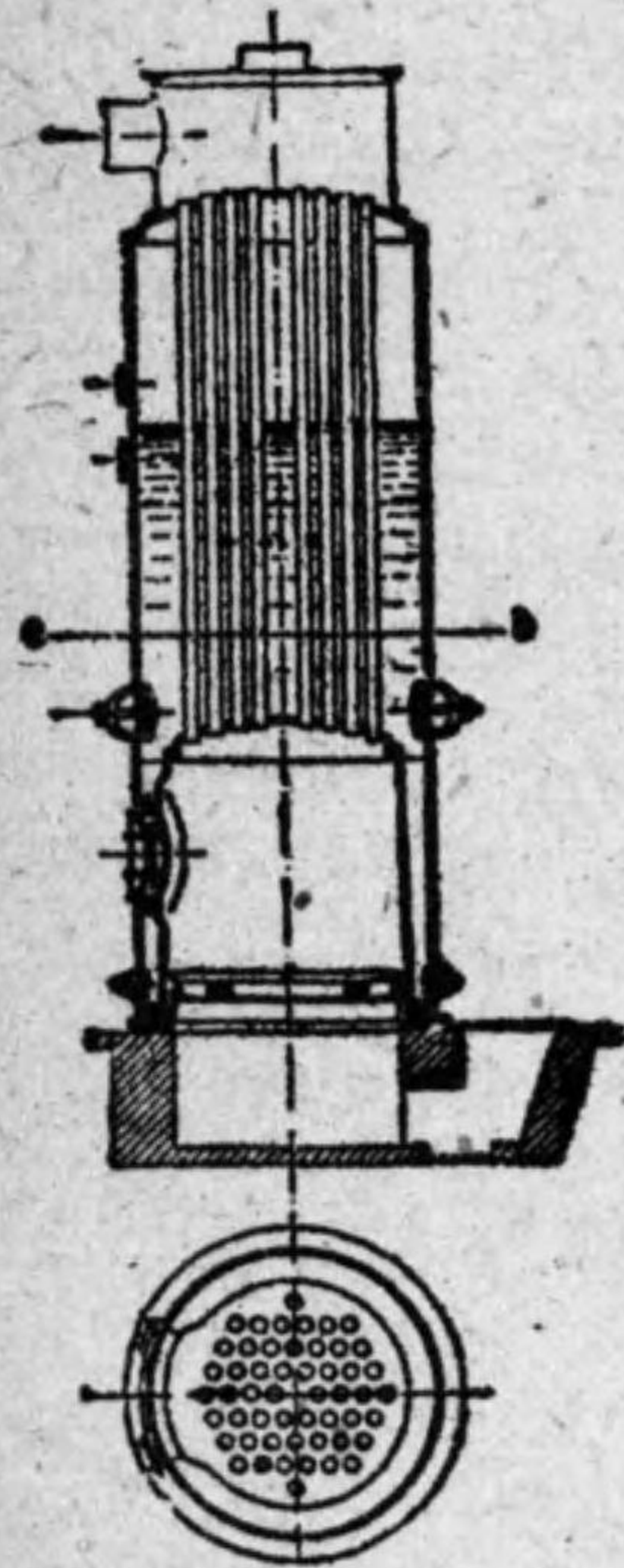


第11圖 横筒式豎罐

である等の缺點を有す。

横筒式豎罐 此の罐は第11圖に示す如く罐胴AAの中に燃燒室BBを造る。この燃燒室内にFの如き1本乃至4本の横筒を挿入してある。火格子の上にて燃料が燃燒して發生した高温の燃燒ガスは燃燒室の壁面及び横筒の壁面から熱を罐水に與へ、煙突Cに逃げる。横筒の目的は傳熱面を増すと共に燃燒室を強くすることであり、罐水の循環を考慮して喇叭形に造り幾分傾けて大きい方の口が上部に置かれてゐる。

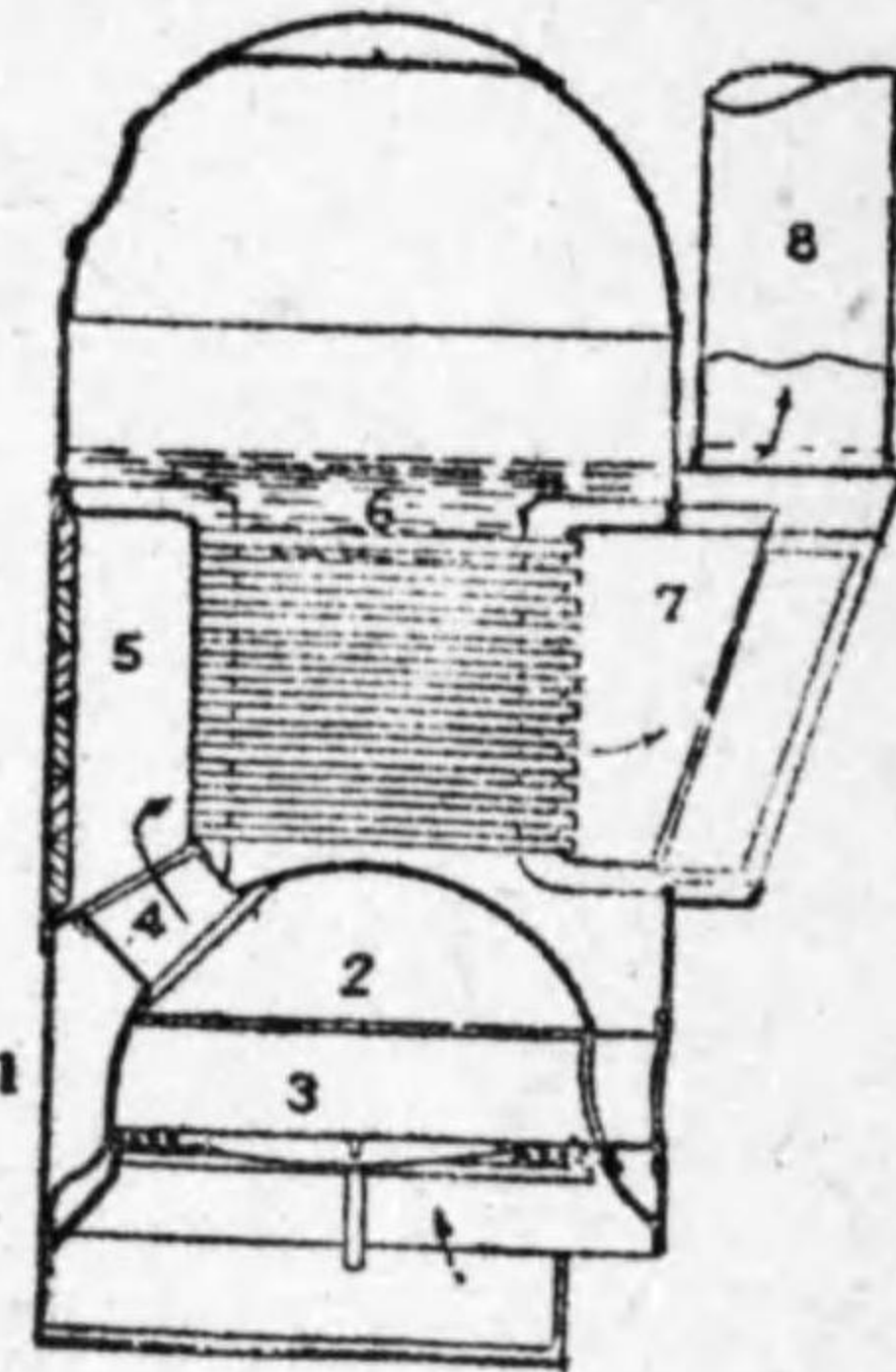
煙管式豎罐 此の罐は傳熱面積を増す目的にて燃燒室と煙突との間に數多の煙管を



第12圖 煙管式豎罐

豎に入れたものである。第12圖の如く燃燒室を少し低く造り煙管を挿入する。數多の煙管の中には控管と稱し上下兩端をナットにて締めつけ管を板に固定したものがある。此の罐の缺點としては蒸汽部分にある煙管が早く熱の爲に損する事である。

コックラン罐 此の罐は罐胴と燃燒室の天井とを半球形に作り煙管を横向きに配置したものである。焚口から投入された石炭が火格子3の上で燃燒して火氣は4の喉を通り煙室5に入り、充分燃燒して前面の煙室7との間にある多くの煙管6を通過して煙室7を通り、煙突8に吐出される迄に熱を傳へる。



第13圖 コックラン罐

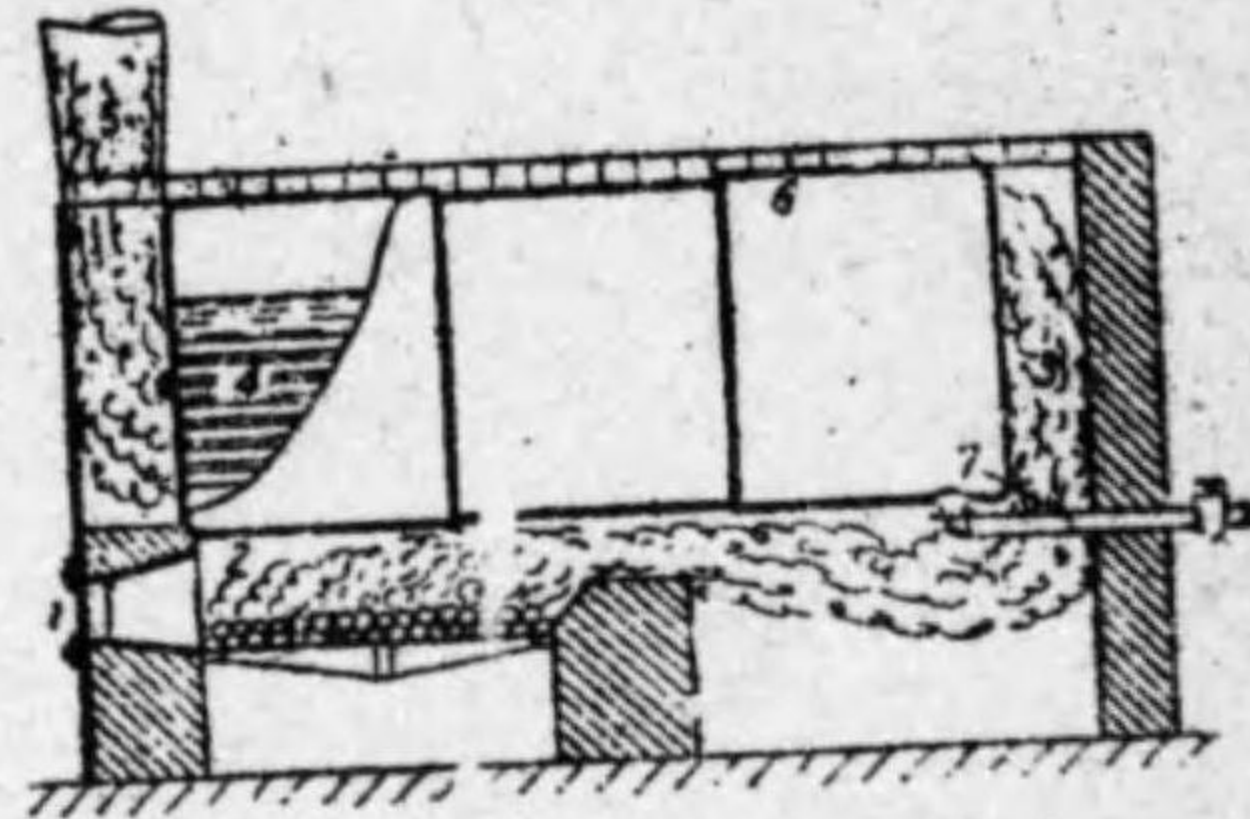
煙室5の背板は耐火煉瓦の裏張りをして熱の爲に燒損するのを防いでゐる。煙室5及び7の扉を開き煙管を自由に掃除することが出来る。又罐胴及び燃燒室の天井は半球形であるから、高壓に絶え得られる。此の罐は前二者の豎罐に比すれば石炭の消費量が少量であつて、水の蒸發量は多いのである。即ち豎型汽罐中最も進歩した型式である。

18. 横置多管式圓罐

以上述べた圓罐は皆汽罐内に火室を有する所謂内火式汽罐であつた。此の罐は汽罐の外部に火室を有する外火式汽罐の代表的のもの

である。コルニッシュ罐やランカシヤ罐では大きな焰筒が一つ又は二つであるから傳熱面積が割合少い。此の直徑の大きな焰筒の代りに直徑の小さい管を多數用ふれば傳熱面積を増す事が出来る。又内火式の罐では火格子面積に制限があるが外火式では火格子面積を十分に大きく取ることが出来る。横置多管式汽罐は此の目的に沿ふ爲に作られた罐であり第14圖に其の骨組圖を示す。

火格子2から出る熱氣は火堰を越えて後方の燃焼室3に進み罐の後端から煙管4に入り前方の煙室に出て、煙突5から吐き出される。煙突の中



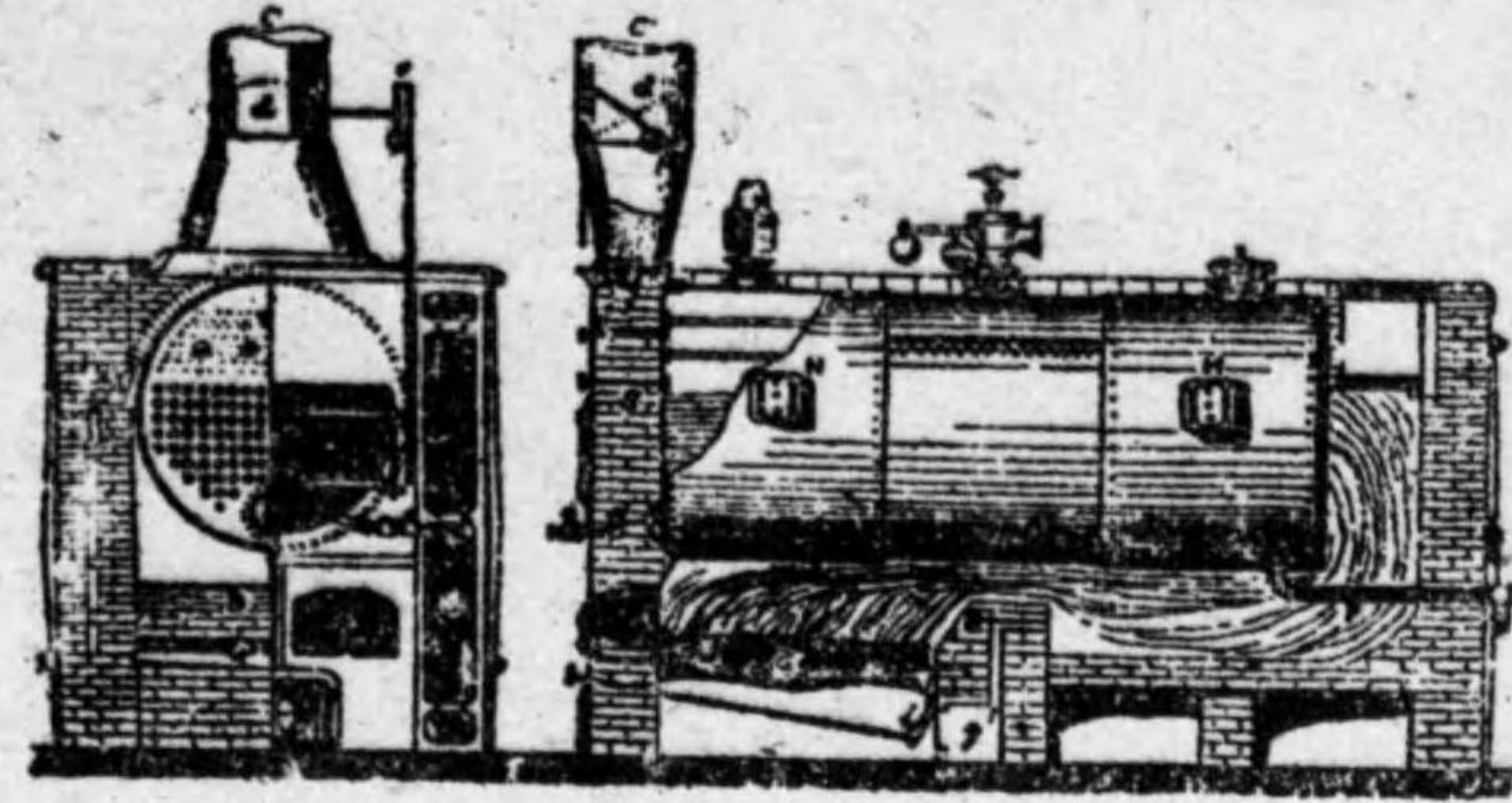
第14圖 横置多管式汽罐

第6表 横置多管式圓罐の寸法

罐の直徑 mm	罐の長さ mm	煙管の直徑 mm	煙管の數
1220	3084~3660	76	46
1370	"	"	60
1525	"	"	77
1520	3655~4270	89	34
1370	"	"	47
1525	4270~4880	84	56
1675	"	89	70
1370	4380~6100	102	36
1525	"	"	47
1675	"	"	56
1830	"	"	74

には節氣板があり之を開閉して火格子上を通過する風の量を加減して石炭の燃焼を調節する。罐體は3程程後端を低く据へ付けて置けば吐出管7より罐水を全部排出することが出来る。此の吐出管は常に高温の火氣に觸れてゐるから過熱せない様に粘土で包むか又は鑄鐵の管を蒙らせて置かなければならない。

第6表は此罐の大きさを示す。



第15圖 横置多管式圓罐据付圖

第15圖は此罐の据付けを示す。罐胴の横腹に金物 H,H を鋸付けにして此の金物を鐵棒で支へて、煉瓦積みには其の重量をかけない様にしてある。火堰 B の中に補助空氣溝 g', 煙突中に蝶番式の節氣板 d を示す。

蒸汽發生の時間の早いこと、構造簡單で木屑や薪などをも燃料として使用し得る長所はあるが、罐底に湯垢が堆積し、又鋸接手は過熱されて破損し易く高壓蒸汽には耐え難い。煙管内には煤煙が附着する故屢々掃除をせなければならぬ。又湯垢の掃除が困難であるから純良の給水を使用せなければ危険である。

第三章 水管式汽罐

19. 水管式汽罐及び其の得失

水罐式汽罐は何れも水胴と汽胴との間を直徑の小さい多くの水管で連結し、水管を外部から熱して蒸汽を發生させるものである。最

近は汽罐の使用蒸気量は次第に多く、同時に壓力も非常に高くなつた。且又過熱蒸気を盛んに使用する様になつたので、此の水管式汽罐が發電所は勿論其他の蒸気發生所にも採用せられることが多い。

他の罐に比べて優れてゐる點を列記すれば次の如くである。

- i) 水管の直徑は至つて小さく、又水胴、汽胴と雖も圓筒罐に比れば何れも小徑であるから非常に高壓の蒸気に耐え得られる。
- ii) 罐の傳熱面積が廣い上に罐内に保有する水量が少いから、迅速に蒸気が發生し得られる。
- iii) 水の循環は極めて正しく、決して途中で混亂することがないから、加熱と蒸気發生とは合理的である。又保水量が少いから假令萬一破裂することがあつても大なる災害を及ぼさずに済む。
- iv) 水管が細くて熱の寒暖による伸縮が自由である故、人為通風をかけて多くの石炭を一時燃焼させることが出来る。
- v) 各々の小部分品に分解することが出来るので運搬組立が至つて便利である。

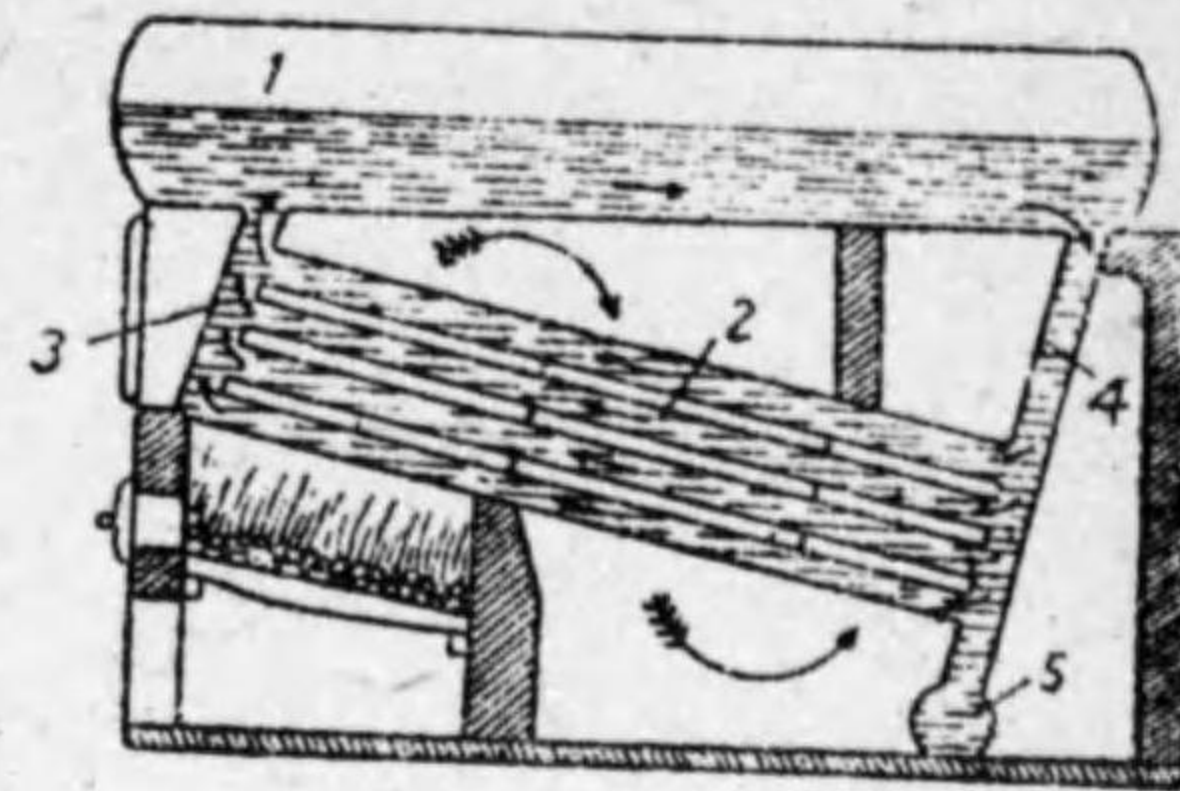
次に缺點を列記する。

- i) 罐内の保水量が少いから罐の水面が移動し易い。従つて絶えず給水に注意を拂はなければ過熱故障を生じ易い。
- ii) 火爐内は非常に高温に晒らされてゐる上に澤山の蒸気を發生するものであるから、給水は充分純良でなければ湯垢が早く溜つて、水管は過熱され易い。
- iii) 構造が複雑で接合部分が多いから、洩漏の起ることが多く、検査が困難であるにもかかわらず修繕の度數が多い。

20. バブコック罐

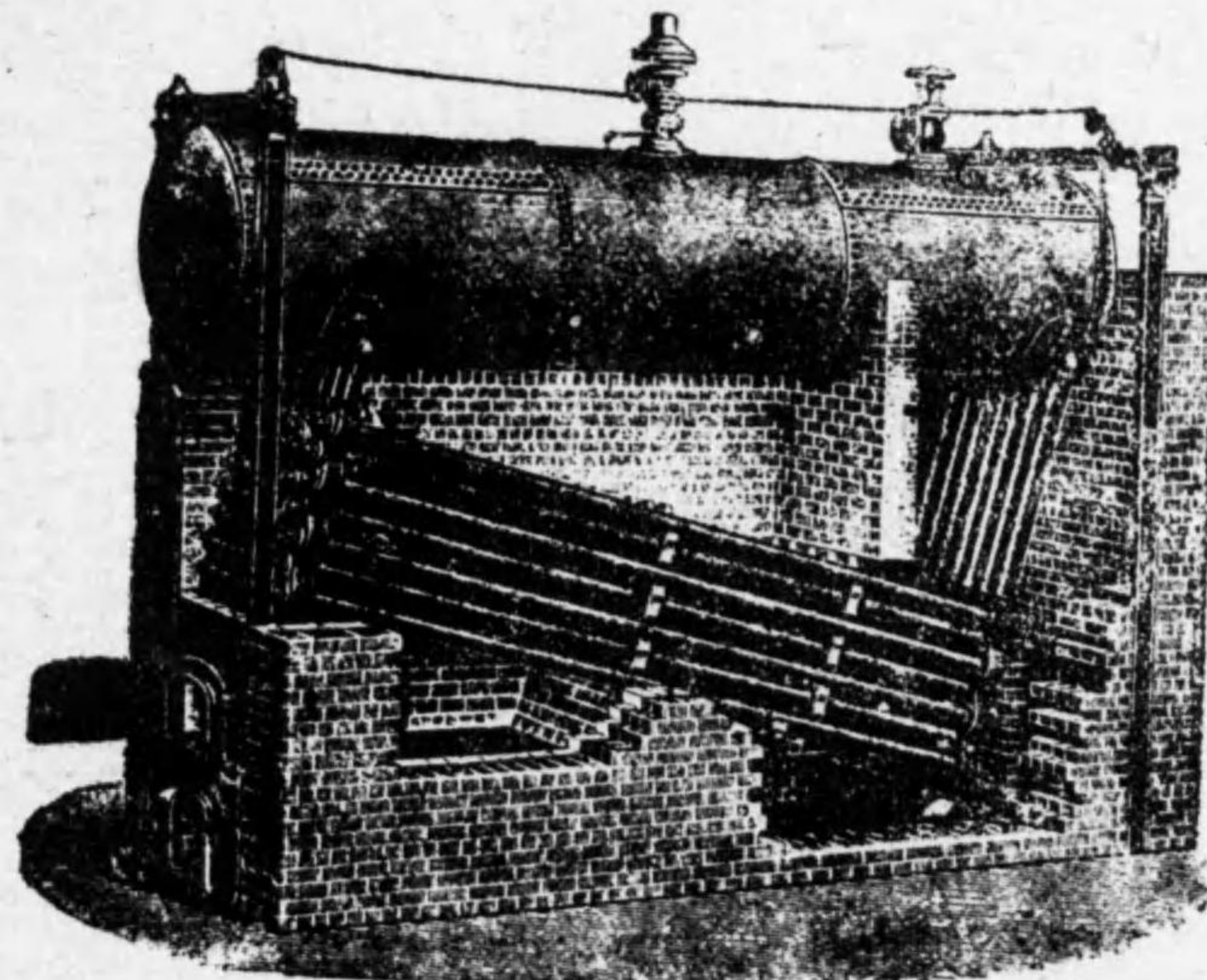
第16圖にバブコック罐の骨組圖を示す。上方に汽胴1を水平に縦向きに据え、汽胴の眞下に水管群2を傾斜して配置する。

水管の前後兩端は管寄せ3,4によつて汽胴1に連結してある。



第16圖 バブコック罐骨組圖

罐水は1,4,2,3,1の順序に循環する。後部管寄せ4の下端には泥胴5を横たへる。之は4より水管2に水が流れ入る時に水の内にあつて、餘り熱氣に觸れぬ様に下方に据付けてある。罐の傳熱部分は主として水管であり、熱氣は矢印の

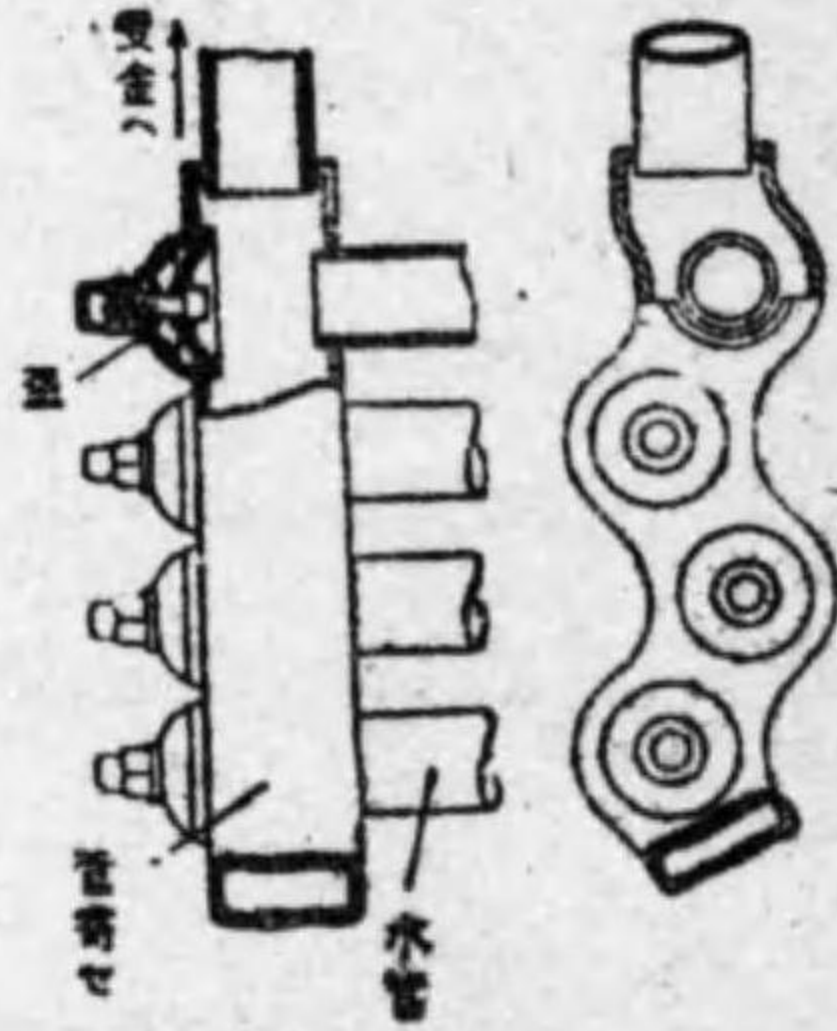


第17圖 バブコック罐据付圖

方向に流れる。熱氣は水管に對して直角に而も最高温部が水管の上部に當るから汽水の循環は自然に促進される。けれども數本の水管が一つの管寄せに開口して居り、管寄せは短管によつて汽胴に續いて居るから、火の焚き方が盛んになると管寄せから上部に出る時に通路が狭いので多少循環が妨げられる。

第17圖は此罐の据付を示す。

管寄せは第18圖に示す如く、細長い鑄鋼管を箱形にうねらせて造り、水管は擴管器で汽密に取付けられる。水管の嵌る前壁には水管を引き出すに十分な孔がある。平常此の孔は蓋で密閉せられてゐるのである。第17圖に於て水管は一つの管寄せに7本挿入し更に之を7列並べて此の一組を罐胴に取付けるのである。



第18圖 バブコック罐の管寄せ

バブコック罐は、現在水管罐の中で尤も多く使用されてゐるものである。特に船用式は蒸汽發生量が多いので最も多く用ひられてゐる。

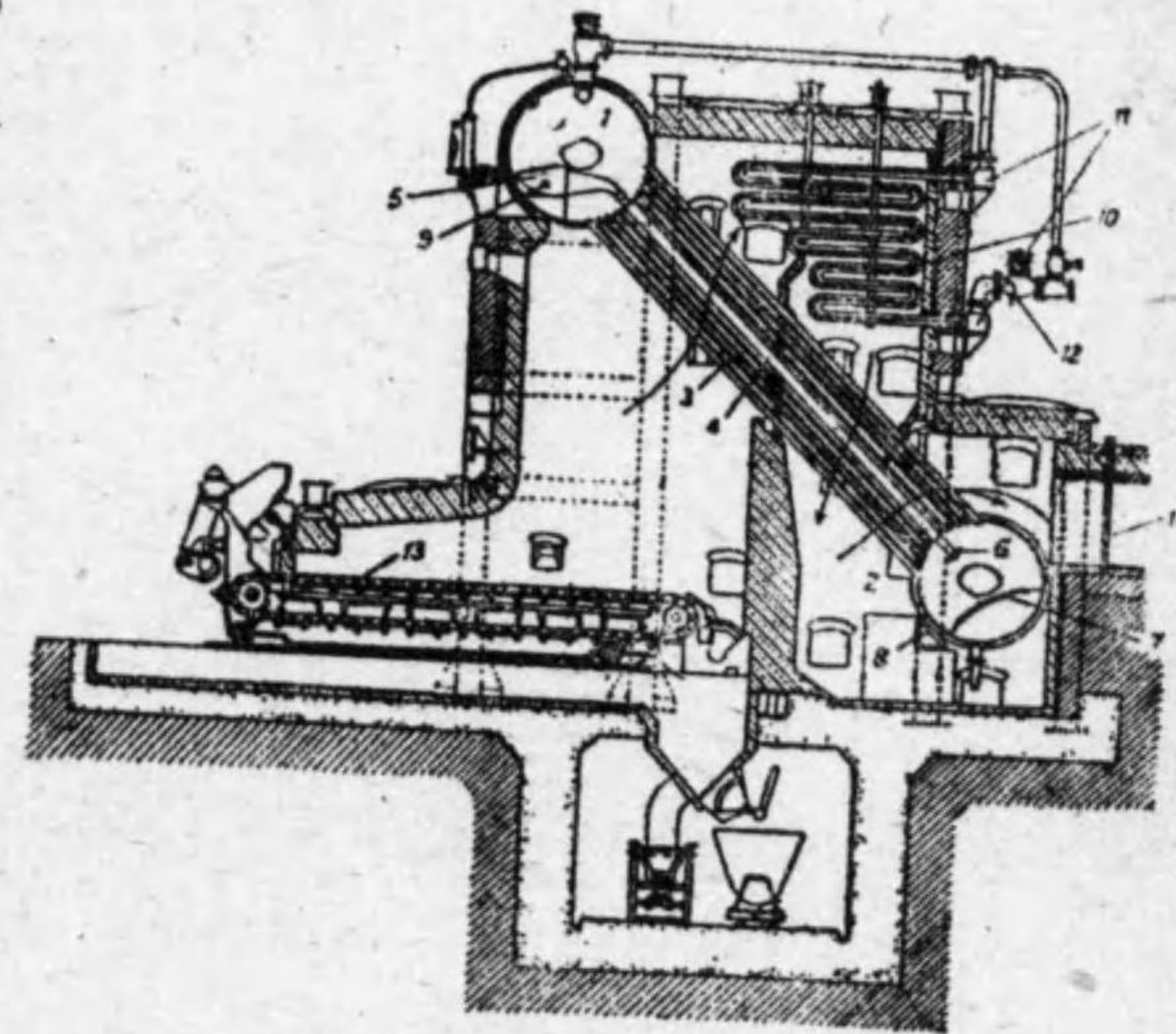
バブコック罐は、小型の運搬用のもので一時間蒸發量 200~300 疋位のものから大火力發電所用として一臺で一時間に 350000 疋の蒸發量を有する大型のものまで製作してゐる。水管は水平と約15度の傾斜をさせて取り付け、眞直な引抜鋼管を用ふ。陸上用は標準として直徑10種を用ひ、船用としては主に5種のものを用ふ。蒸汽壓力は100氣壓までのものは使用に耐え得る。

21. タクマ 罐

此の罐は田熊常吉氏の發明にかゝり純國産の罐である。其の優秀なることはバブコック罐に優るとさへ唱へられてゐる。次の特長を有す。

- i) 眞直な水管を用ひ直接汽胴、水胴に連結してあるから管寄せがなく構造が簡單である。
- ii) 降水管を設けてある故、降る水は専ら此の管を通り水の循環は極めて良好である。
- iii) 燃焼室は充分に大きく高温の熱氣は水管上部を最初に熱し而も水管に直角にあたりつゝ、次第に罐水の温度の低い部分を熱するから、傳熱効果が極めて良好である。

- iv) 給水中の不純物は降水管を下つて水胴に入る時速度を減じ180度の方向轉還を行ふ爲に沈澱物隔板上に沈澱し水管に湯垢の溜ることなく過熱の



第19圖 タクマ 罐

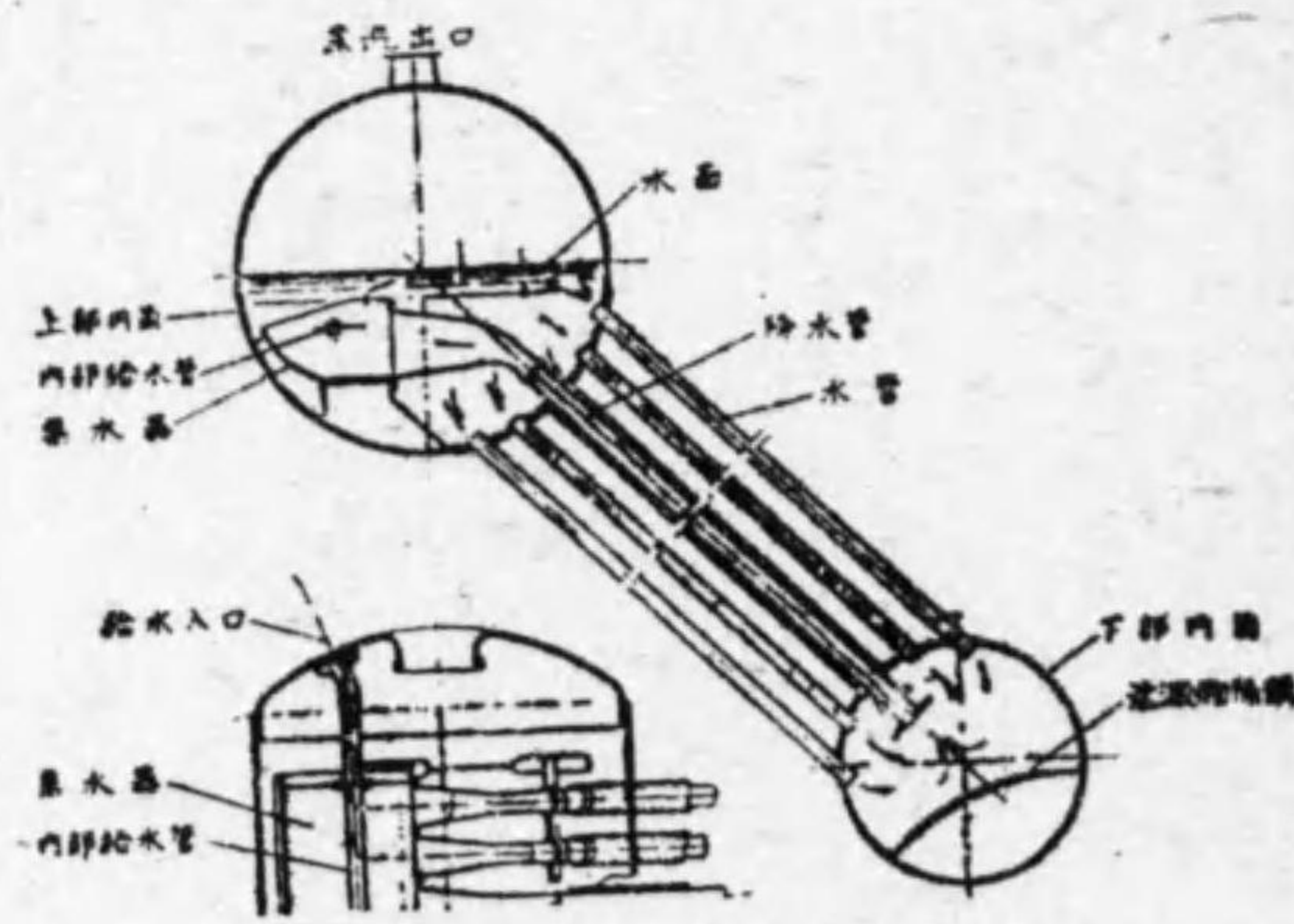
度も少い。

v) 汽胴は柱にて支へられ、水胴は滑り臺の上に乗せてあるから熱に對する膨脹は自由である。

第19圖はタクマ罐を示したもので汽胴1と水胴2を水管列3を以て連結してある。水管列の中4は直徑14種位の他より少し太い管であり、此の内部にある内管6は専ら降水用である。9の給水管より入る水は先づ集水器5に入り6の降水管を降る。7は沈澱物隔板、8は滑り臺、10は過熱器、11は過熱器の管寄せ、12は主蒸汽止め弁、13は給炭機、14は煙道ダンパーである。

汽胴1は鋼製の柱又は梁に乗せられ、水胴は滑り臺8の上に置かれてゐる故温度の變化による罐體の伸縮は全く自由である。水管は45°の傾斜に配置してある。降水管6を降る水は水胴に入つて水の方向を轉じ、不純物は沈澱物隔板に分離し純良の水は凡ての水管を上昇して汽胴に入る。此の上昇中に熱せられ比重が漸次に減少して給水との差が益々

大きくなり、自然に水の循環が烈しくなる。斯く上昇中に熱せられて汽水胴にて水と蒸汽とが分離し蒸汽は過熱器に導かれる。水は集水器より下

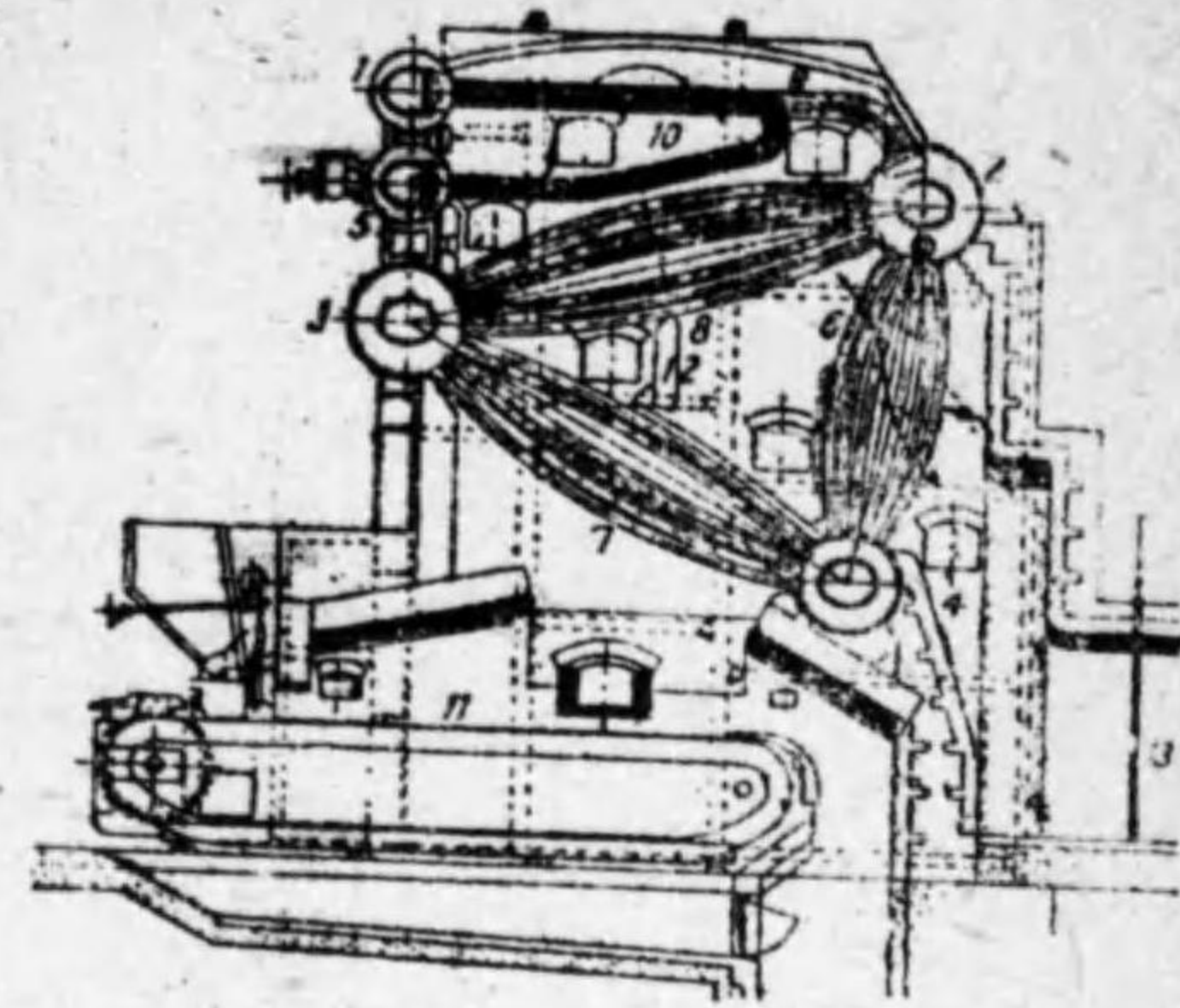


第20圖 タクマ罐連水循環圖

降して前と同様の循環を繰り返す。

22. 池田罐

元海軍技師池田三代吉氏の發明にかゝり、蒸汽船等に使はれてゐる。



第21圖 池田罐

第21圖に示す如く3個の胴を水管で連絡してゐる。

水管が胴に嵌る部分は厚い板を用ひ、胴は此の厚い板と薄い板とを突き合せ接手で鋸付けをし、其の継目は火氣に觸れない様に注意が拂つてある。水管は緩い曲線に曲げて胴への取付けを確實容易にしてある。熱氣の通路は矢印の通りで、水は先づ上部水胴2に送られ2, 4, 3, 2と循環をする。

此の罐の特長を列記すれば

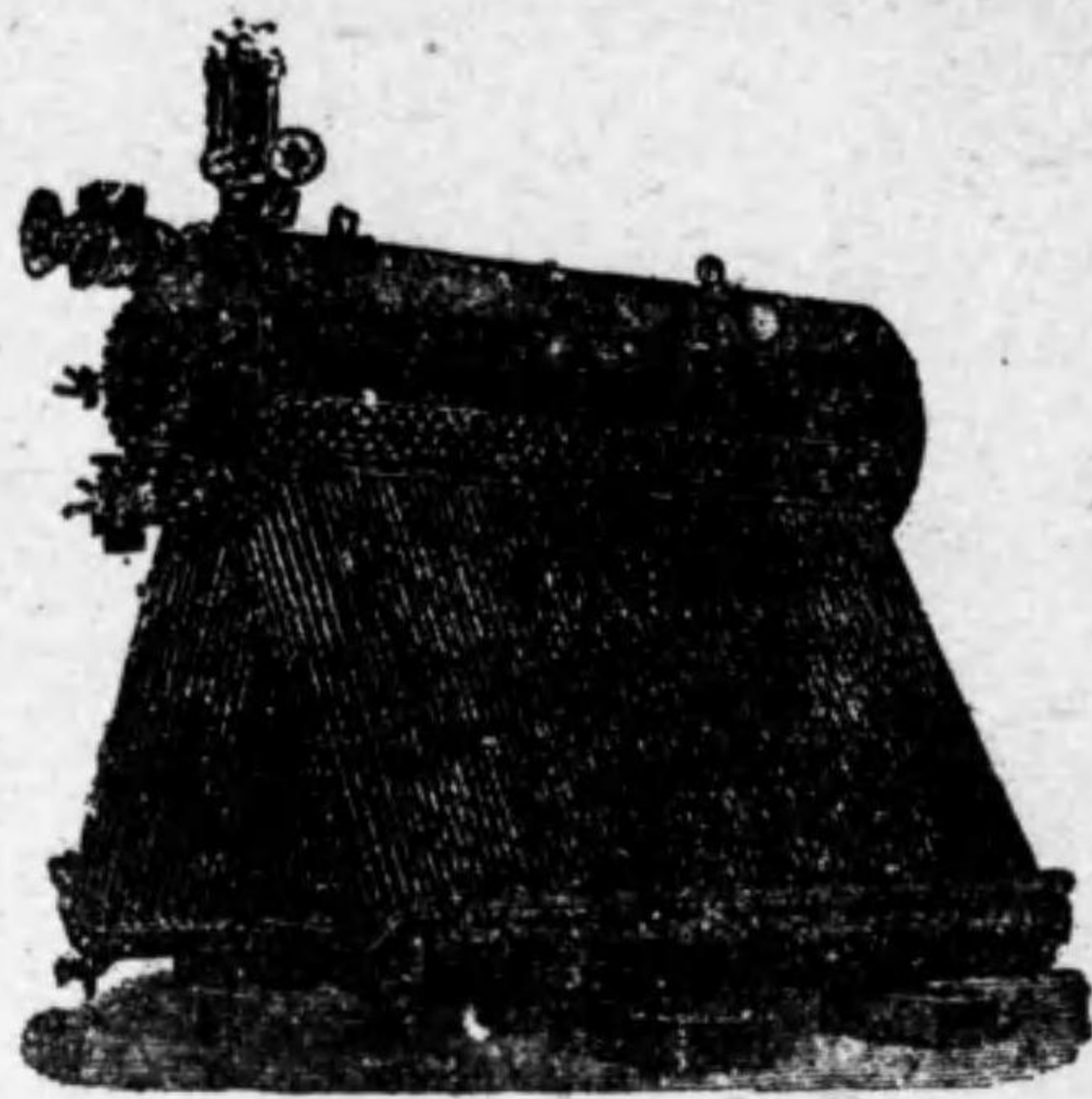
- i) 構造簡單である。
- ii) 水の循環は理想的である。
- iii) 湯垢は下部の胴に沈澱する故水管が過熱せらるゝ事が少い。

缺點としては、

- i) 火力を強くした場合に7の管列に於て、殆んど全部が蒸汽になり、8の管列は蒸汽を多量に含んだ水又は殆んど全部が蒸汽となつて、8の管列は傳熱が悪くなり過熱の虞れがある。

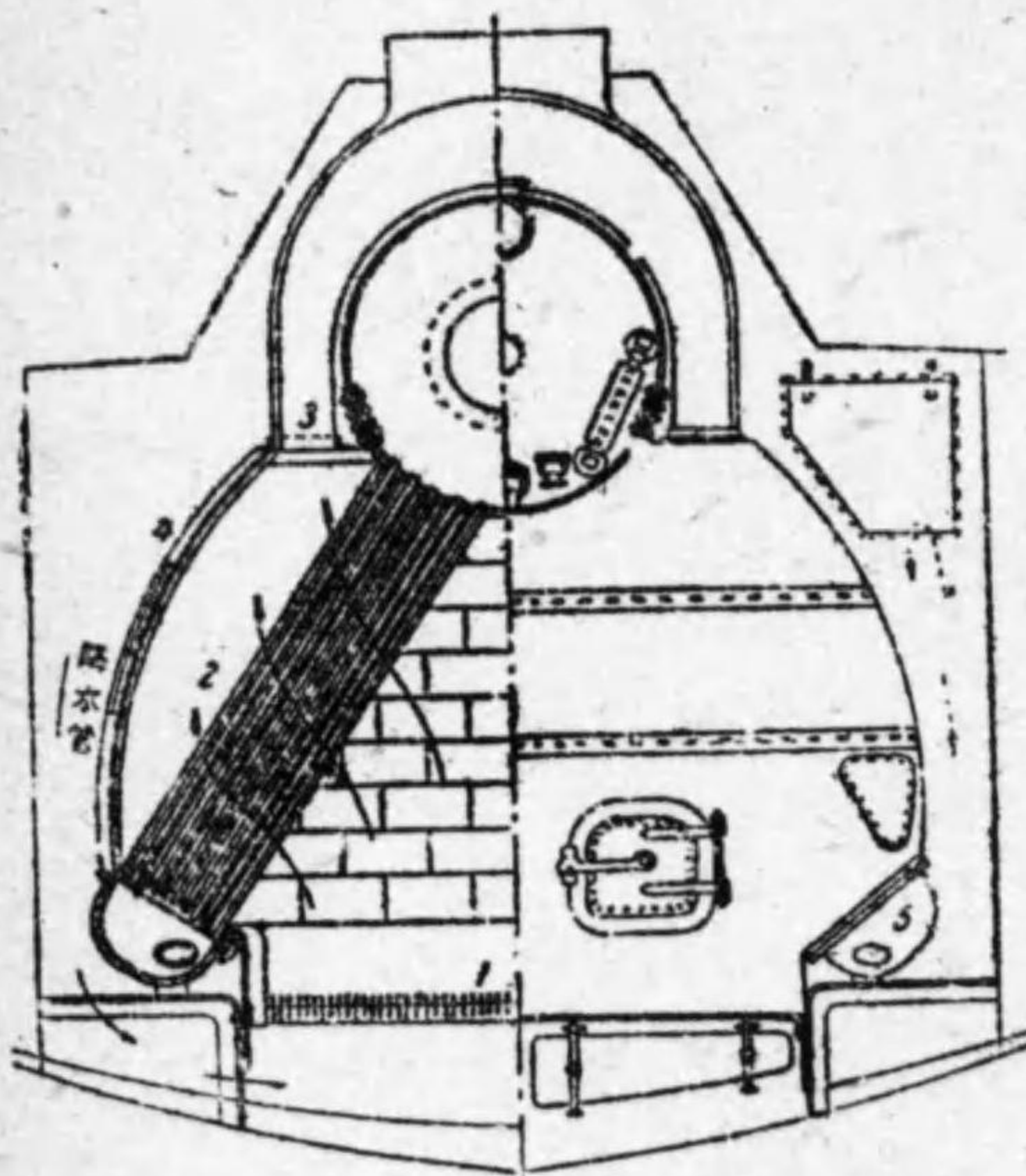
23. ヤーロー罐

第 22 圖にヤーロー罐を示す。上部に大径の汽胴を備へ、左右兩下翼にある小さい二個の水胴に真直な水管を連結する。火格子を兩水管列の間に設けるもので、燃焼室が広いから石炭を多量燃焼させることか出来る。



第 22 圖 ヤーロー罐

水は上の汽胴に入つて水管列の外側にある一二列を降り、水胴に入り垢を沈澱させて、内部の水管列を上昇して汽胴に入る。熱氣は水管列の内面に近い部分程強く熱し、水の一部は直ちに蒸気となつて上る。此の水管は小さくて25.42~8.6 耗範圍のものを用ひ厚みは2.5 耗以下である。



第 23 圖 ヤーロー罐

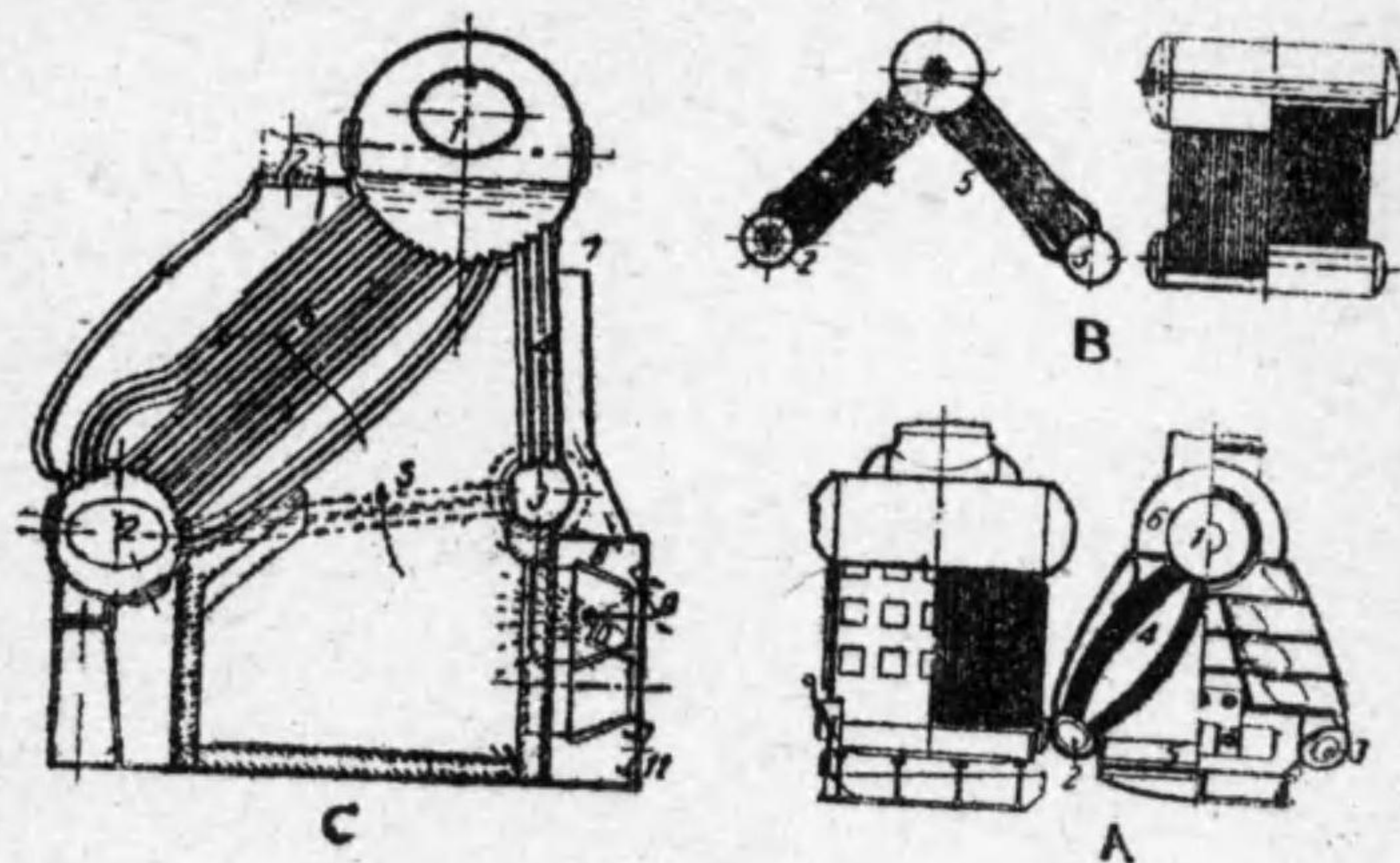
大型のものでも外徑が44.5 耗厚さが3.2 耗

である。此罐は熱氣の通路が短く従つて煙突に出る煙氣の温度が高いので燃料が不經濟である。此罐の大型のものは軍艦や商船に使用せられた。

24. 艦本型汽罐

帝國海軍ではヤーロー罐を改良し艦本型汽罐と稱し、軍艦用として使用して居る。

この罐は構造簡單、掃除及び検査が容易で第24圖の如くヤーロー



第 24 圖 艦本型汽罐

罐と大體同様の構造であり、Aをイ號、Bをロ號、Cをハ號と言ひロ號が最も廣く用ひられる。

第四章 超高压汽罐

近來、蒸汽タービンの發達につれて、其熱効率を増加する爲、汽

罐の壓力は次第に高さものが要求されつゝある。我國に於ては未だ最高壓力は42斤/糎²であるが、歐米に於ては100~225斤/糎²の高壓蒸汽を使用してゐる。又發生蒸汽量に於ても毎時420,000斤の如く大なるものがある。斯く高壓蒸汽を多量に發生させるには、上述の水管式汽罐等にては不可能であり特別の方法、特殊の構造を有する罐を用いなければならない。

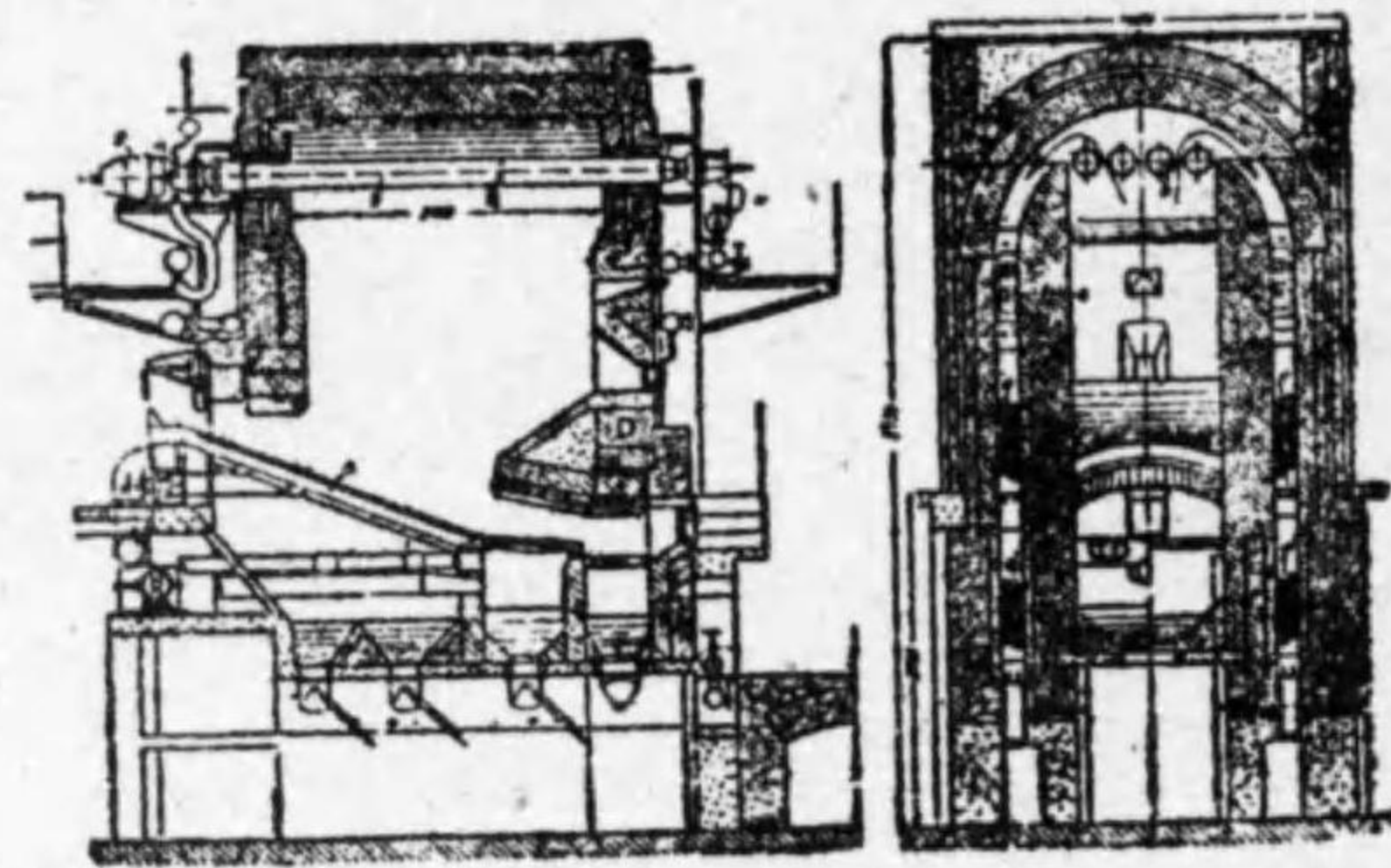
25. アトモス罐

瑞典アトモス社の發明製作にかかり、其主要部分は第25圖に示す如く外徑300糎、厚さ20糎程の引拔鋼管であり、之を電動機Gにて毎分300廻轉させる

のである。火格子aの上で燃焼した高温度の燃焼瓦斯は同圖右に示す如く引拔鋼管を熱して後、天井で左右兩側に分れ過熱器c,dにて蒸汽を

過熱し節炭器e,fを通過して煙突に逃げる。給水はポンプにより節炭器を通り310°C、100氣壓まで加熱せられ引拔鋼管の左端nより押し込まれる。

管内の水は遠心力の爲に管の壁面に押し付けられ中空の管状を形成する。發生した蒸汽の泡は遠心力の爲に押し出されて、中心に集



第25圖 アトモス罐

まり管の右端より取り出され過熱器に送られる。

水は常に罐壁に密着して居る故傳熱作用は極めて良好であり、管壁の片側のみ熱せられることなく平等に熱せられる故歪みが生じない。普通水管罐は傳熱面積1平方米に對し蒸發量は毎時30~50斤であるのに此の汽罐では200~400斤である。

26. ベンソン罐

水は臨界點即ち壓力224.2氣壓、温度374°Cに於ては潜熱を吸収することなくして直ちに蒸汽に化するのである。即ち此の變化に際しては容積が變化せないのである。英國ベンソン會社ベンソン氏は此の状態を利用して、汽胴なしの所謂ベンソン罐を案出した。

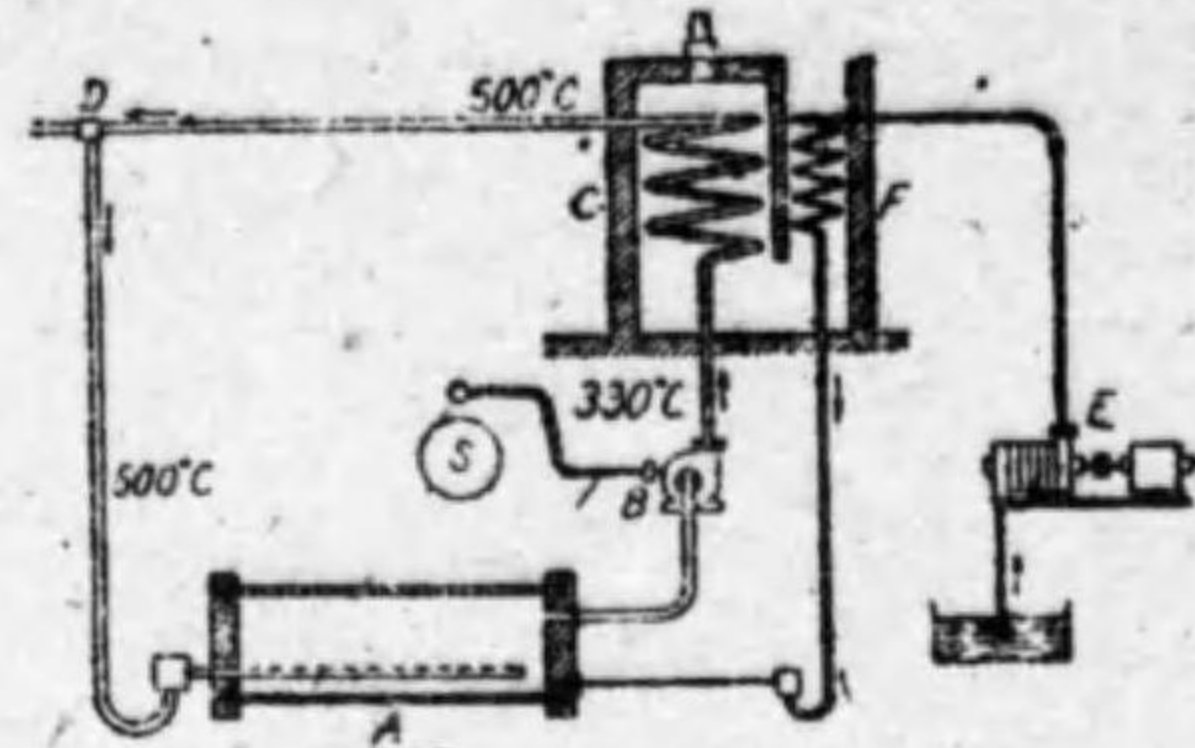
水は臨界壓力より幾分高さ225氣壓でコイル状の水管内に壓入せられ、外部より加熱せられて臨界温度より少し高い390°Cまで上昇し容積の變化なしに蒸汽となるのである。此の飽和蒸汽を過熱器に導き壓力を105氣壓に減壓して420°Cまで温度を上昇せしむるのである。

27. レフラー罐

獨逸の大學教授レフラー氏によりて發明せられたるものであつて胴A中の罐水は火焰によつて直接熱せられないで、その中に噴射される過熱蒸汽によつて間接に熱せられるのである。

第26圖は其骨組み圖を示す。給水ポンプEにより水槽内の水を給水過熱器Fに送り、次に水胴Aに入れる。蒸汽壓力15氣壓位の補助

始動罐Sの蒸汽をポンプBにて過熱器Cを通し水胴A内の壓力よりも高くして、Aに入ると此の熱の爲にA中の水は漸次蒸發する故、補助罐を切り放してAに發生する蒸汽をポンプBに



第 26 圖 レフラー罐骨組圖

より過熱器C水胴Aと循環させれば、遂に蒸汽の壓力は 120 斤/糎² 溫度 500°C に達す。此の時蒸汽發生量の $\frac{1}{3}$ を D より機關に使用し $\frac{2}{3}$ を蒸發用として A 胴に導く。かく循環せしめて運轉を續ける。

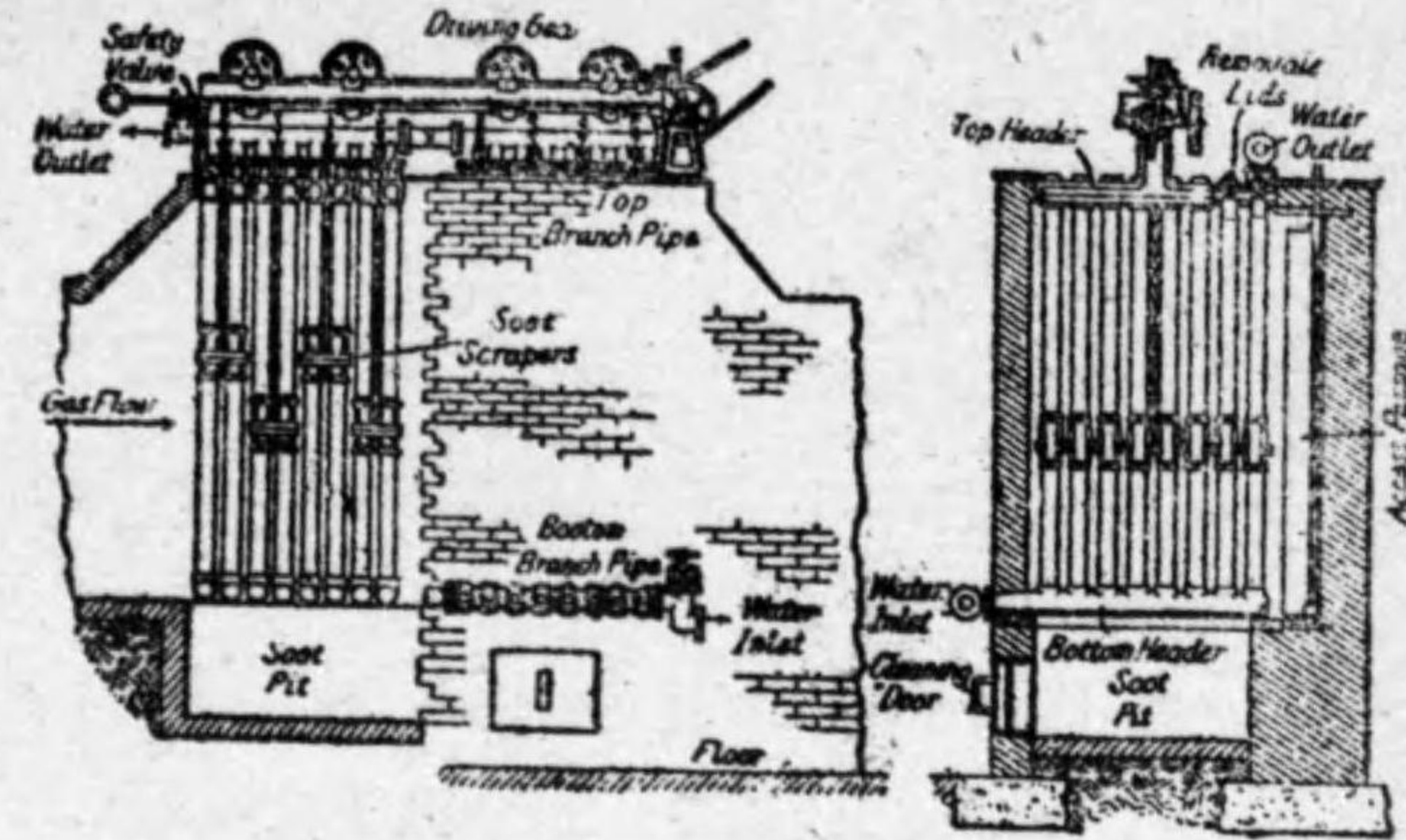
第五章 附 屬 装 置

28. 節炭器及び空氣豫熱器

煙突より逃げ去る燃焼瓦斯の有する熱量は相當大なるものであり汽罐の熱損失中の大部分である。而して此は如何に爐及び煙道の構造を改造しても避け得ない損失ではあるが、節炭器及空氣豫熱器を用ふれば、此の損失を多少回收することが出来るのである。

第27圖に示すはグリーン式節炭器であり、最も普通に用ひられるものである。之は多數の鑄鐵管の集合よりなり、火室と煙突との間に設けられる。表面は煤が堆積し易いが、傳熱効果が減ぜられては困る故、常に鎖及び鎖車で運轉する掃除機によつて、其表面に附着してゐる煤を取り除いてゐる。

空氣豫熱器は空氣を豫め 150°~300°C 近くまで熱して火格子に送

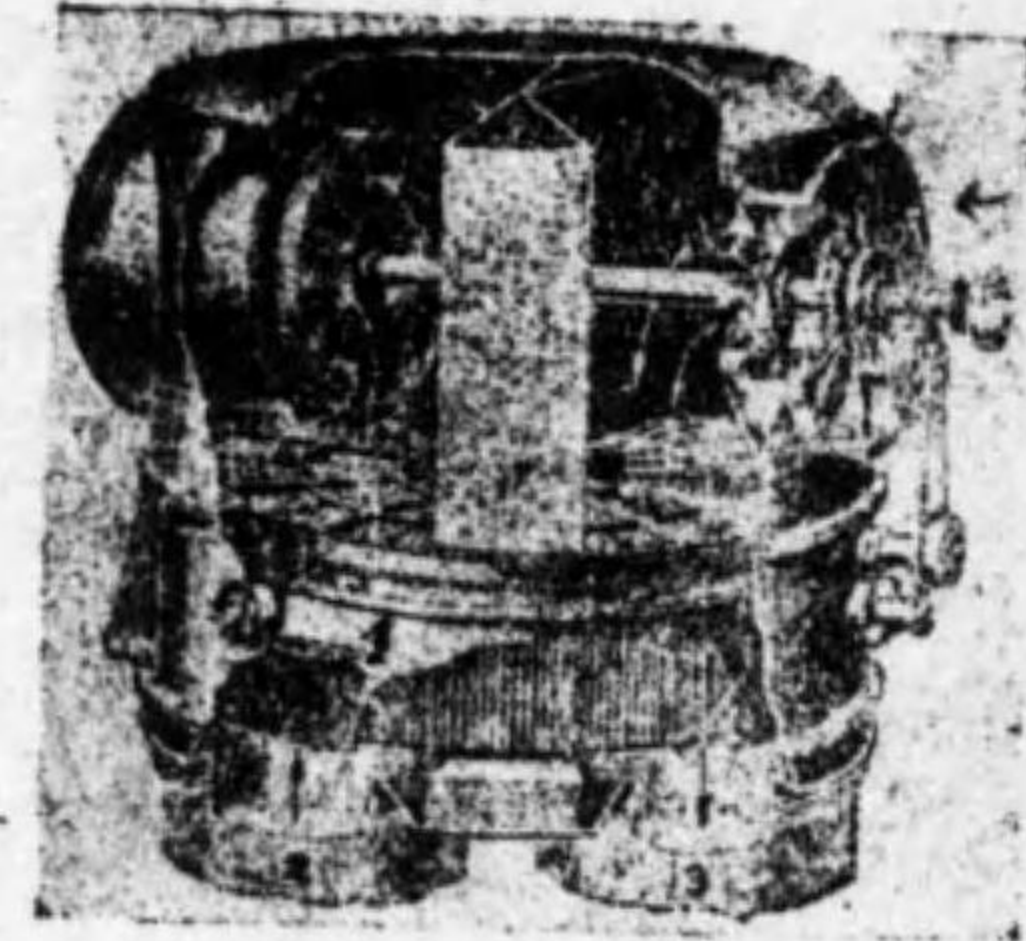


第 27 圖 グリーン式節炭器

るものである。之を用ふれば燃焼状態を良好にするから汽罐の効率を増加させることが出来るのである。

次に代表的のユングストローム空氣豫熱器を説明すれば、第28圖は此の器の上半部を切斷した寫眞圖である。燃焼瓦斯は爐から導か

れて上向きに矢の如く吸込通風ファンにより2より吸込まれる。新しい冷い空氣は押込通風ファンによつて4より上から下向きに3を通り、爐内に送り込まれる。ローター1は矢印の如く水平に廻轉してゐるが上部中央の隔壁で左右半分づゝ交互に冷



第 28 圖 空氣豫熱器

熱せられるのである。ローター1は薄い波形鋼板と平板とを交互に重ねた構造であり、之には煤が溜るが運轉中にても蒸汽を噴きつけて掃除が出来得る様になつてゐる。之は比較的小室にて多大の加熱

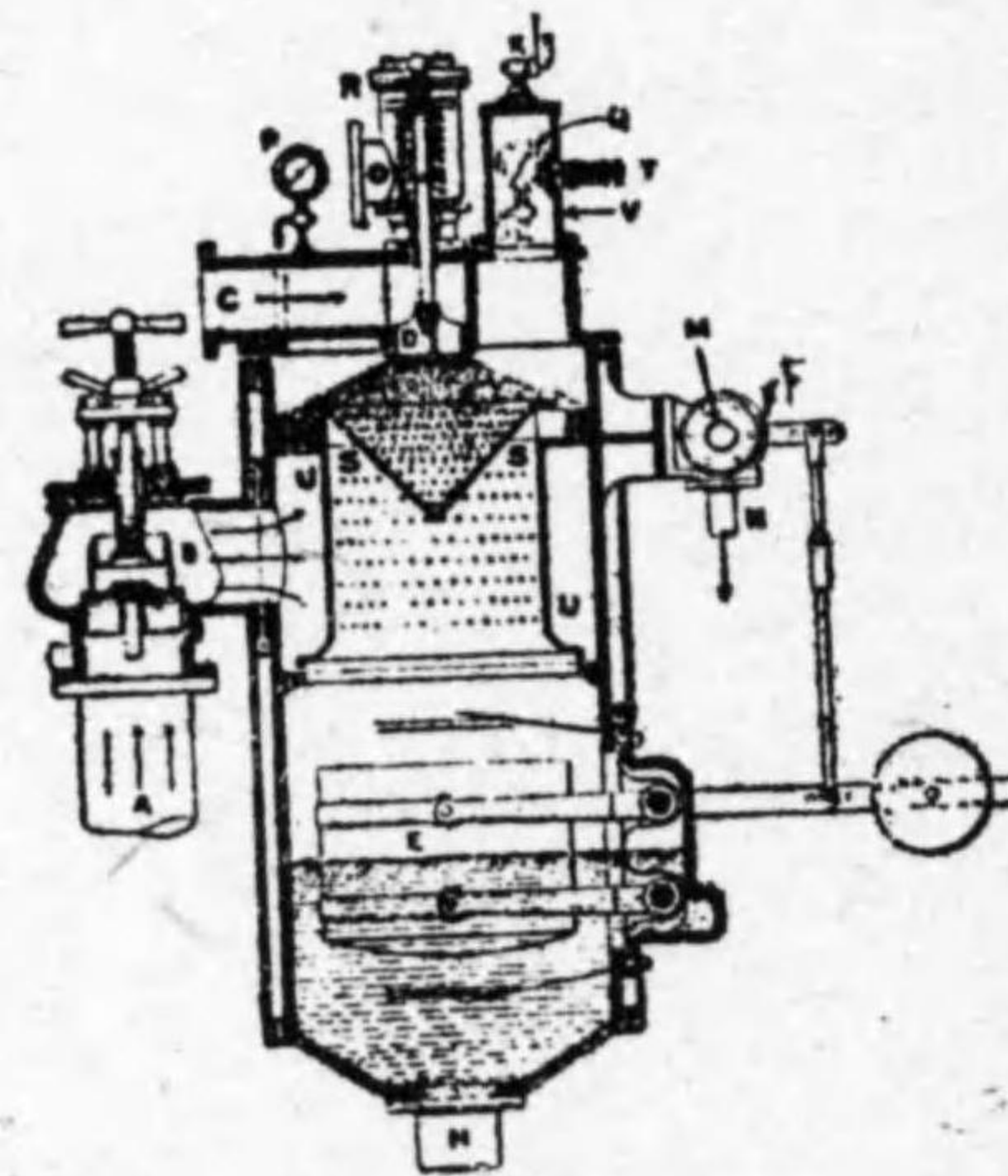
面積を有し効率がよい。

29. 給水加熱器

給水を加熱すればそれだけ汽罐の効率は増加し、又罐の容量をも増加することが出来る。給水を冷い儘用ふれば罐壁は一時冷却の爲不平均の應力を生じ、破損の原因を作り又蒸汽の漏洩を來す等の不都合を生じるが、之を加熱して用ふれば之等の害からも救はれるのである。理想を言へば給水加熱器に於ては水温を沸騰點まで上げ、汽罐に於ては潜熱だけ與へる様にしたいものである。

節炭器は勿論給水加熱器の一種であるが、此處に述べるものは皆蒸汽による給水加熱器であり、是の中に廢汽によつて熱するものと生蒸汽を用ひて熱するものと二種がある。又給水と蒸汽とを直接混合するものと管壁を隔て、間接に熱するものがある。

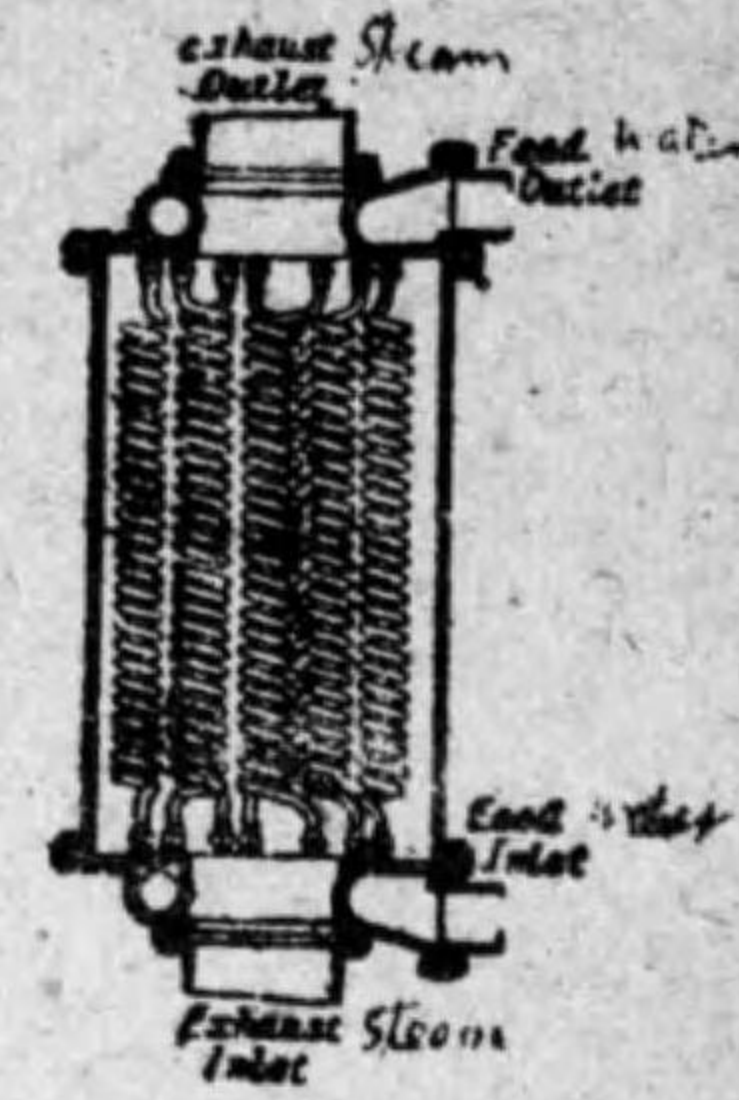
第29圖は直接加熱器である。此器は給水が綺麗で多量にあり蒸汽が又綺麗な時に用ひられる装置である。給水はCより入りDの板にて散らされSの孔を通り滴下する。蒸汽はAより辨Bを通りUの周圍の小孔より内部に入り、滴下する水と直接混合して之を



第29圖 直接給水加熱器

加熱し自らも凝結して底部に溜まる。溜つた温水はHよりポンプによつて汽罐に送られる。浮子E蒸汽の締辨Fの作用により溜つた温水の水面は常に一定に保たれてゐる。

第30圖は間接加熱器を示す。之は廢汽が潤滑油又は其他の不純物を含む場合に使用するものである。蛇管列の外部を廢汽が下から上に通り内部を給水が下から上に流れて行く間に温められる装置である。



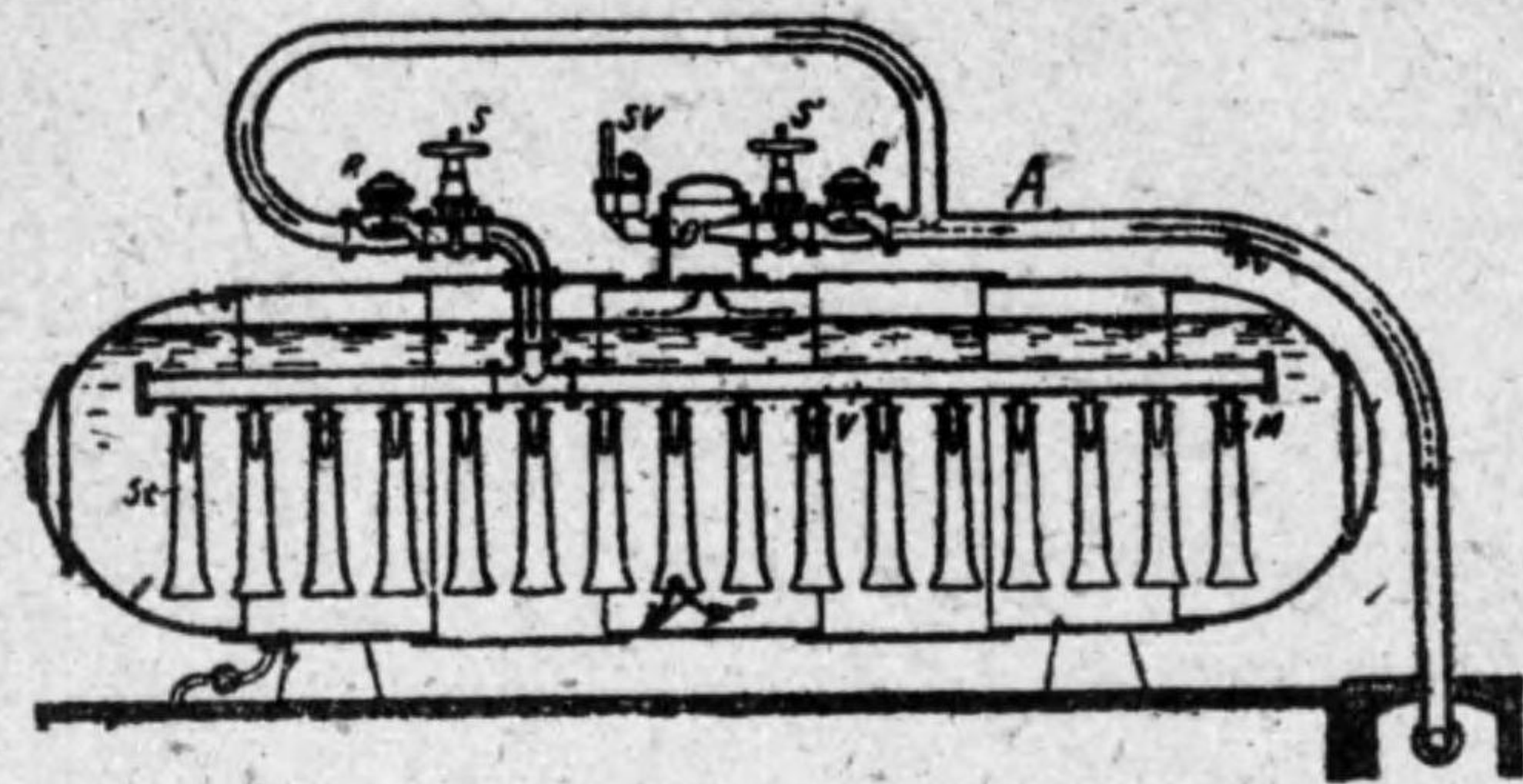
第30圖 間接加熱器

30. 蓄熱器

如何なる汽罐でも其最も効率のよい蒸發量は定まつてゐるものである。原動機は蒸汽の使用量を此の蒸發量と相等しくなる様に運轉せらるゝ事を望むものであるが、理想通りに運轉せられる事は少い故、蒸汽の最大使用量の場合に耐え得る設備をして、平素は遙かに少量の蒸汽を發生せしめて使用せなければならぬ。

平素蒸汽の使用量が少くて餘分を生ずる時は此の餘分を蓄積して置き、使用量の多くなつた時に、これより補充をすれば汽罐の容量は小さくなり其の能率をも増加させる事が出来るのである。蓄熱器は此の目的に用ひられるものである。

第31圖には蓄熱器を示す。器内には温水を充し、餘分の蒸汽を管Aに導き逆止辨R、制止辨Sを通り水平の分配管Vに入り噴出孔Mより管St中に噴出して器内の水を充分に循環加熱する。従つ



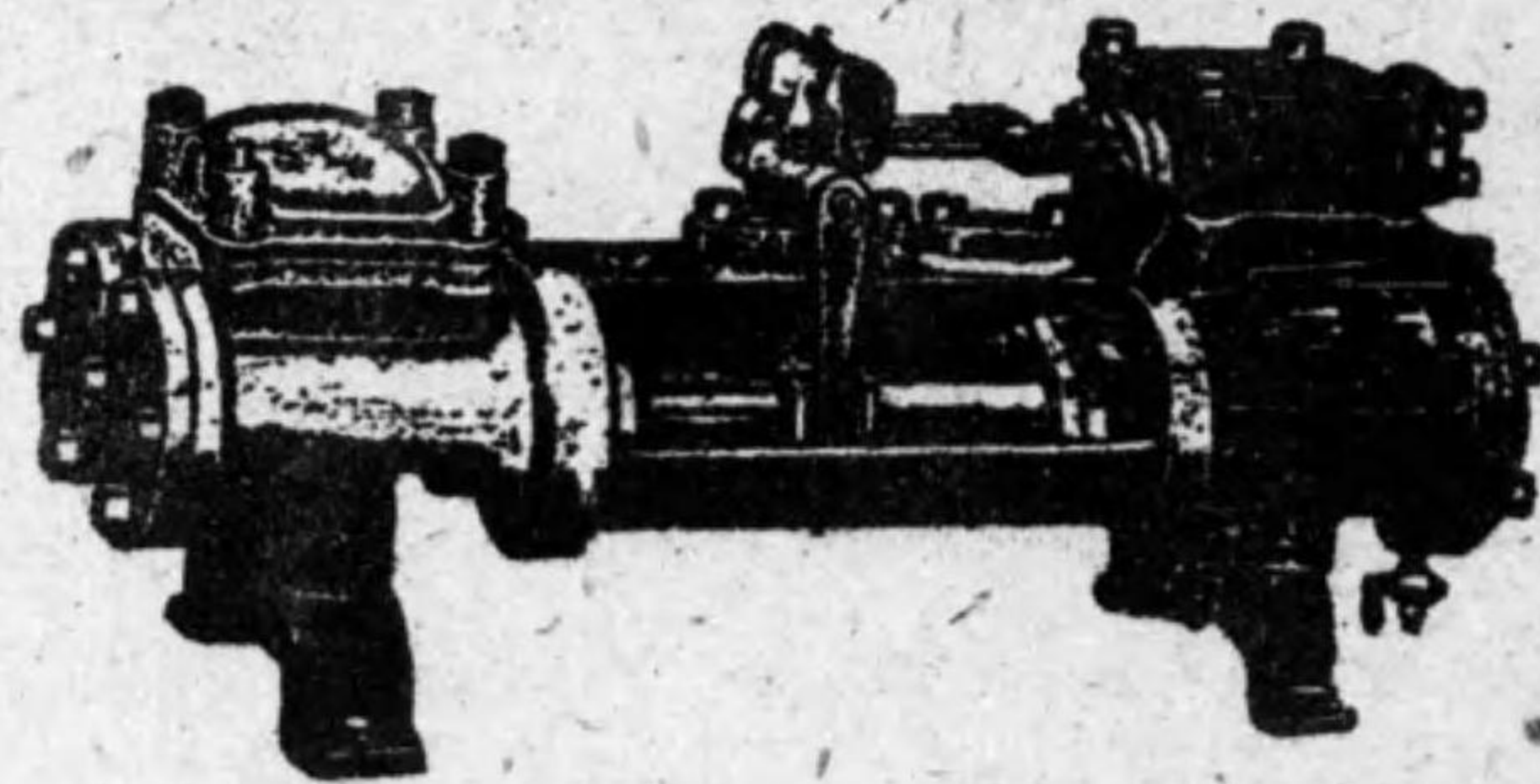
第31圖 蓄熱器

て器内の壓力は高くなり一部は温水となる。蒸汽使用量が増加して汽罐の壓力が降下する場合には制止弁S' 逆止弁R'を通過して管A'より流れ出る。制止弁の前の噴出孔Dは蒸汽の流出を制限して過度の流出を防いでゐる。外部は保温材、鐵板等にて包まれてゐる。

31. 給水ポンプ

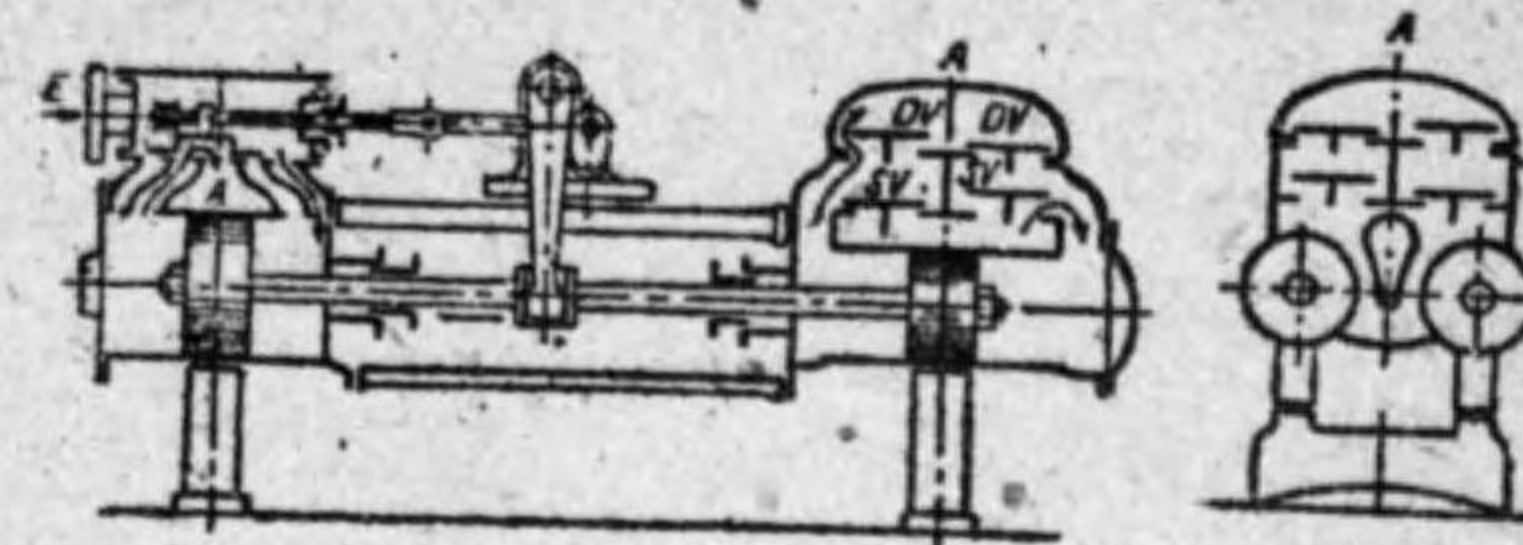
汽罐に罐水を供給するには往復ポンプ、廻轉ポンプ、インゼクタの三種によつて行ふ。往復ポンプでは第32圖、第33圖の如きウオシントン・ポンプが用ひられる。圖に示すウオシントン・ポンプは

双子蒸汽ポンプとも稱せら



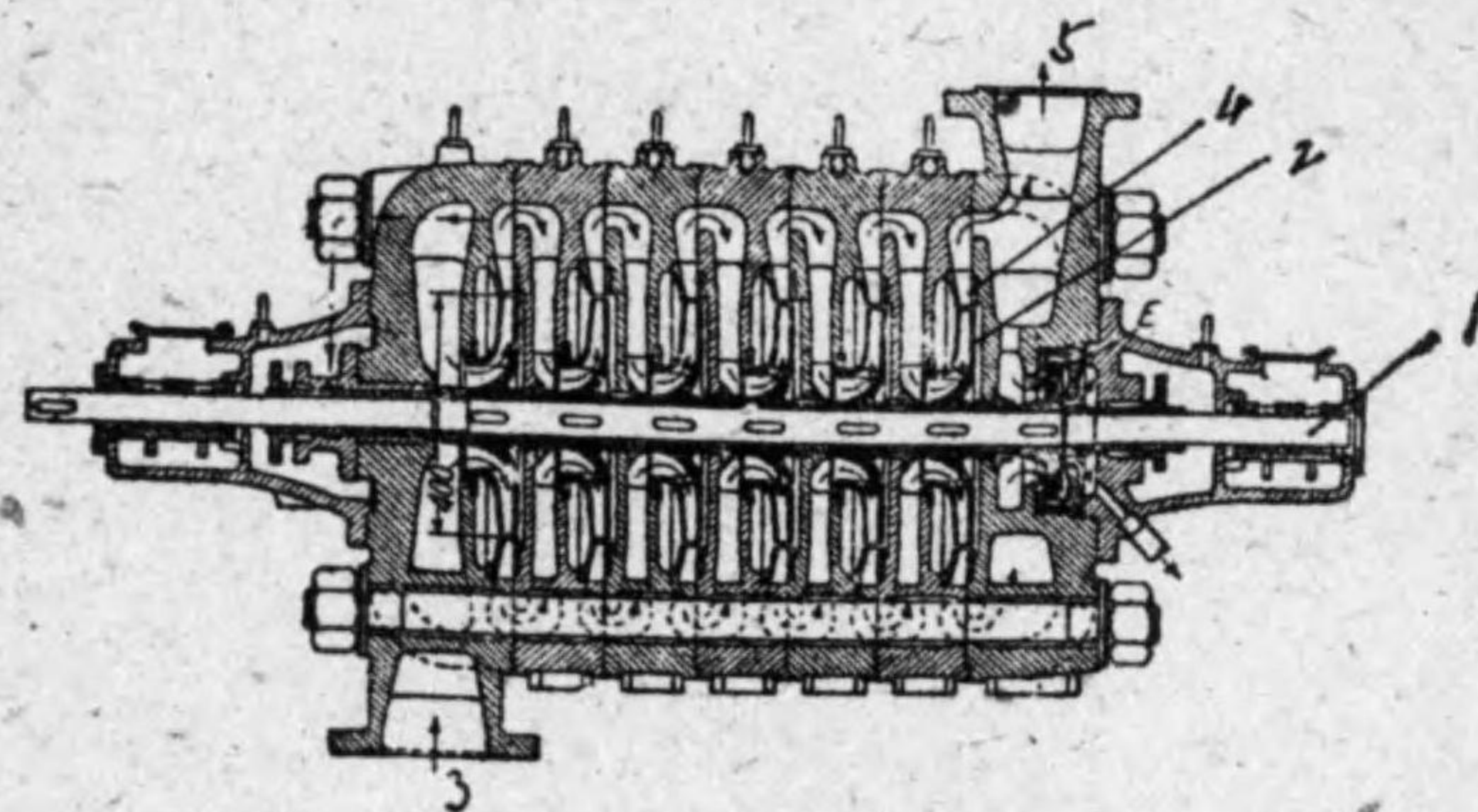
第32圖 ウオシントン・ポンプ

れ、直働ポンプが二つ並んで交互に作用するもので、水は間斷なく吐出される。



第33圖 ウオシントン・ポンプ骨組圖

廻轉ポンプは第34圖に示す如きタービン・ポンプを用ふ。圖中1は軸であり之を電動機に直結運轉する故往復ポンプに比し小型となり、更に罐に蒸汽のない時にも給水が出来る。2は軸に固定せられたる羽根にして3より



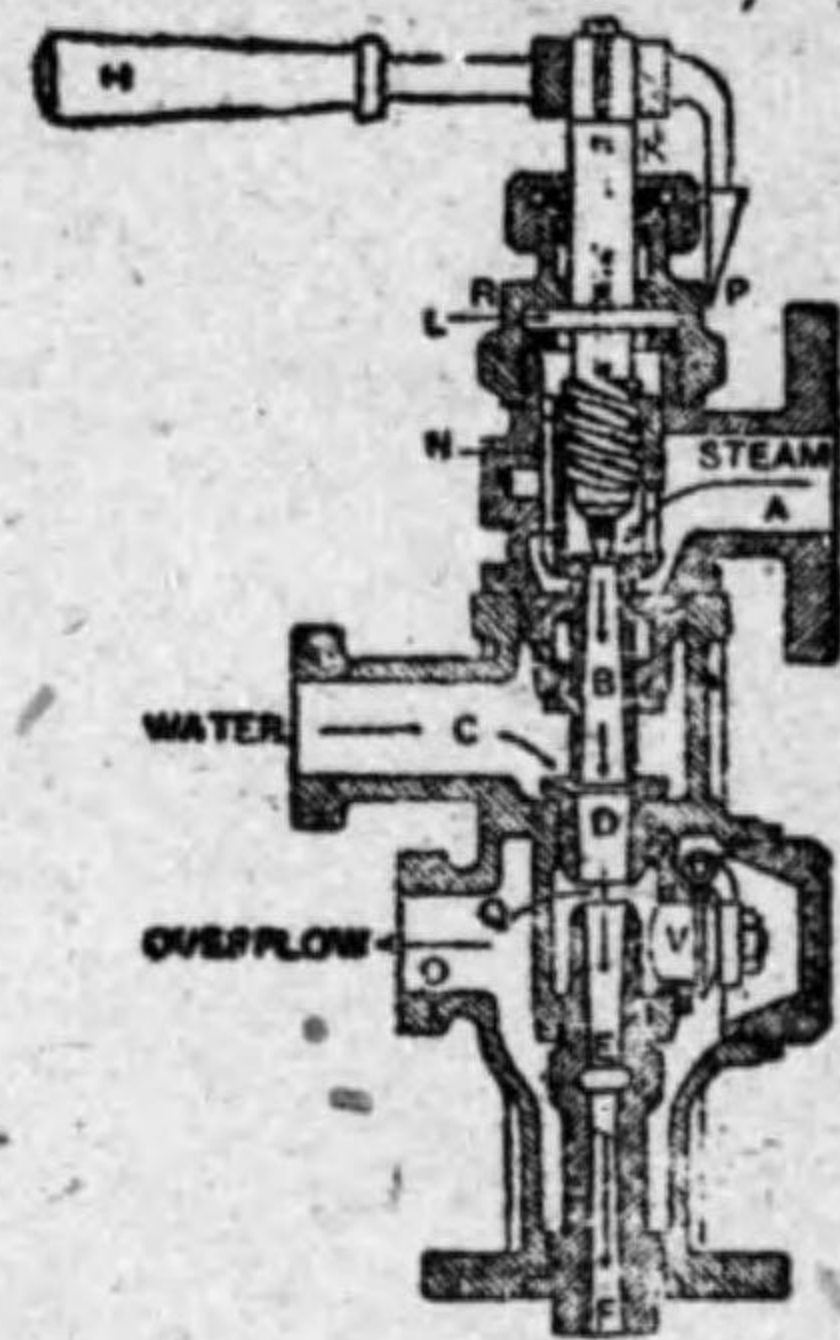
第34圖 タービン・ポンプ

入り来る水は此の羽根中を通る時に遠心力により壓力を與へられ、4の導き羽根により次の羽根に導かれ、益々壓力を得て5の出口より排出せらる。

インゼクターは蒸汽の有する熱エネルギーを、速度のエネルギーに變へ此の運動エネルギーを以て水を罐中に押し込む装置である。之はポンプに比らべて形が小さく、取扱ひが容易であり値段も安く

破損も小さい等の理由で広く使用されてゐる。

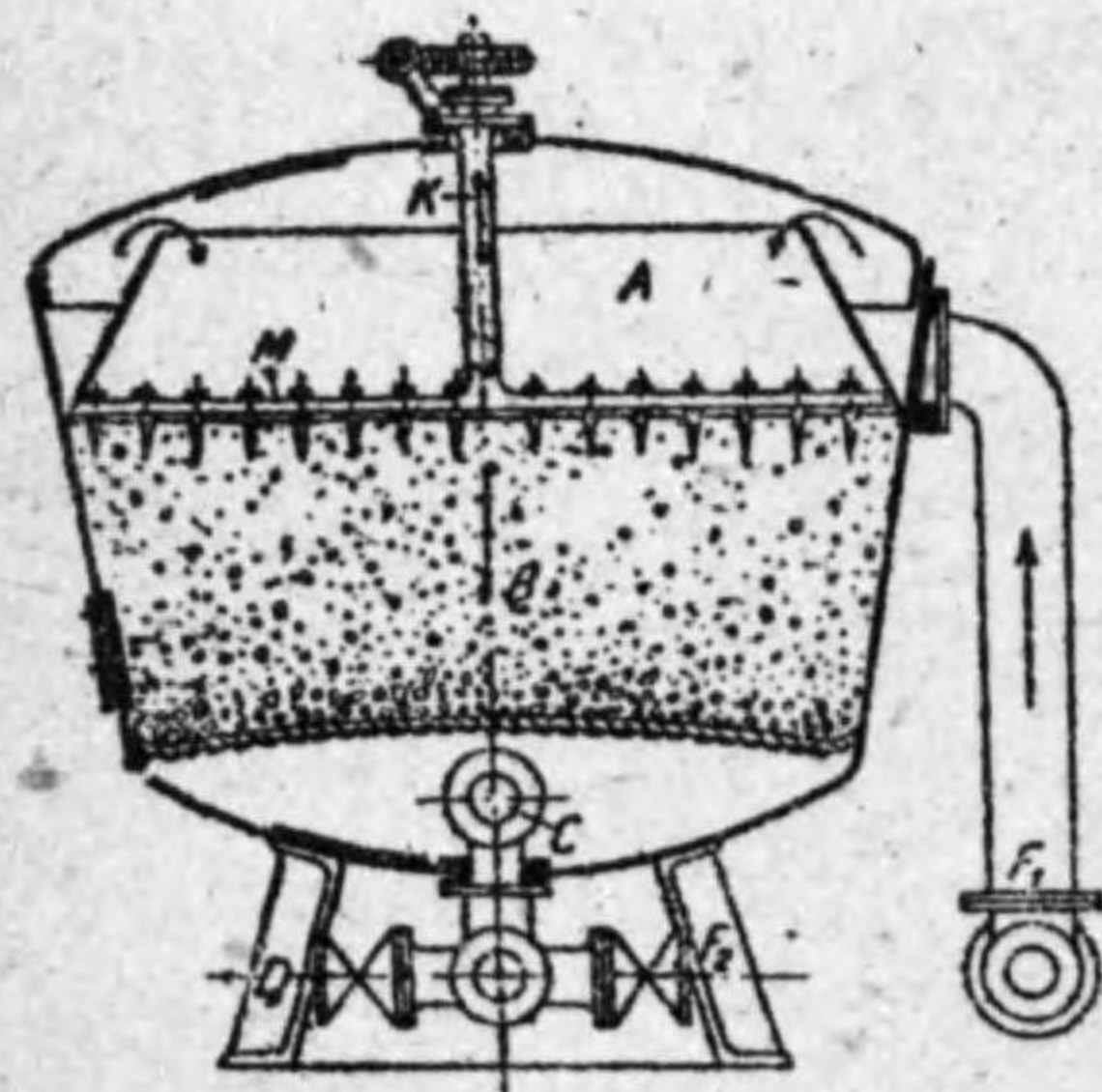
第35圖に於て柄手Hを廻して罐からの蒸気をAに導き入れ B,D を高速度で通る時Cの周圍には真空が出来るからCより水が進入して來て蒸気と合體し、蒸気は凝結して益々真空が強くなり水はCより吸ひ込まれる。合體した水と蒸気は運動のエネルギーを得てFより罐の中に逆止弁を開いて進入する。罐内に入り込めない溢れた水はVを通りQに流出する。



第35圖 インセクター

32 濾 過 器

給水中に砂、泥、その他の不純物質が物理的に混じてゐる時は罐に色々な障害を起すから濾過器によつて取り除くのである。



第36圖 濾 過 器

第36圖は濾過器の一例で器内Bの下部には粗大なる石を、上部には細かき砂を堆積して濁つた給水はF₁より入れ Bを通過する間に含有する泥土を除去しF₂より出て罐に導かれる。

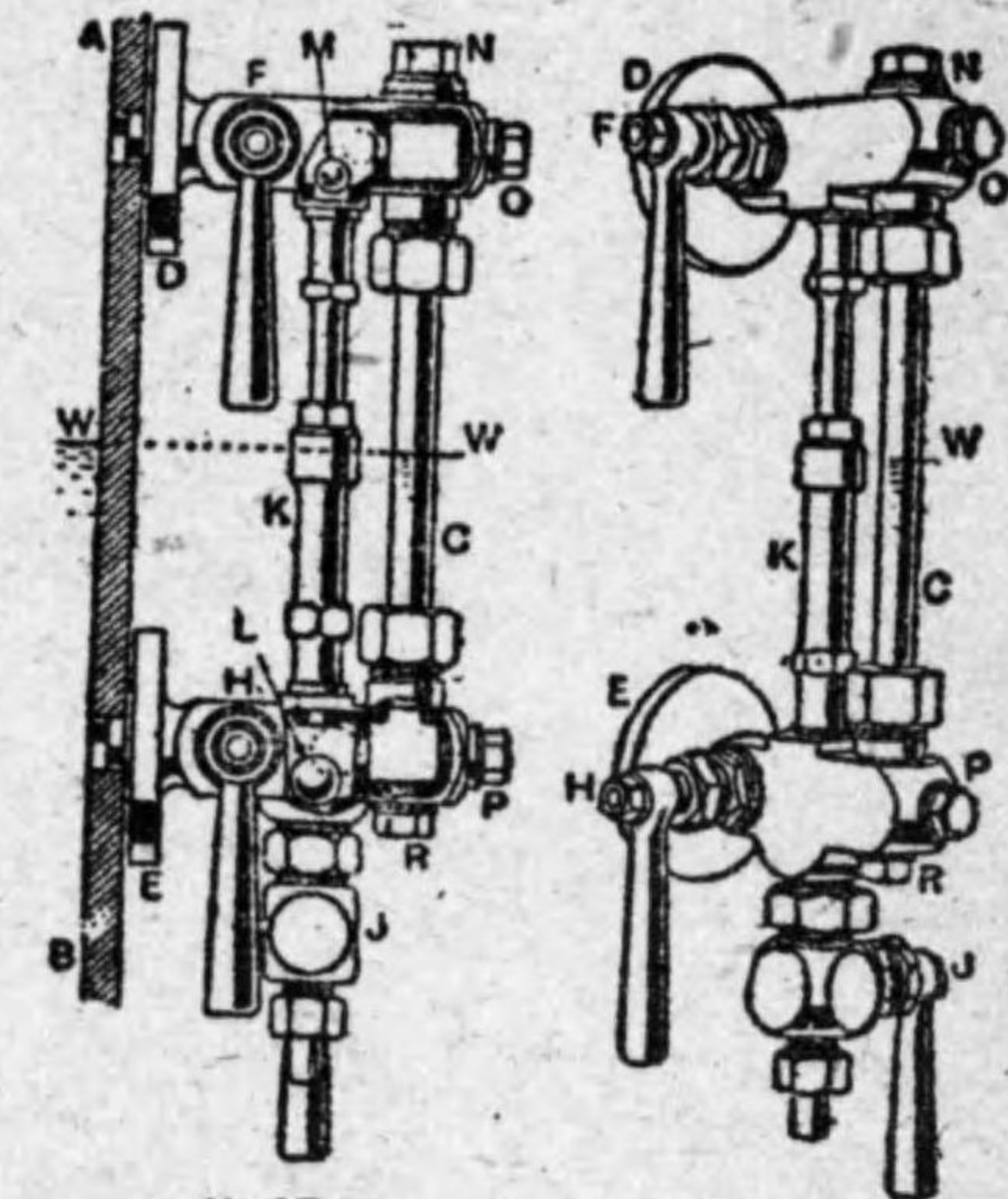
棒Kを廻轉して濾過材の目を

塞ぐことを防ぎ、又不純分が堆積した時棒Kを廻轉せしめつゝDより清水を逆流せしめて濾過器を清掃する。

33. 水 面 計

汽罐の水面は常に變動するものであるが、水が餘りに多きに過ぎても少きに過ぎても勿論不可なる故、罐内の水面を直接見得る様に装置したのが水面計である。

第37圖は水面計の一例であつてABは罐の鏡板、Wは水面の位置、Cは硝子管である。此の内に入り來る水の高さは罐中の水位と同様である故、罐内の水位を知り得る。



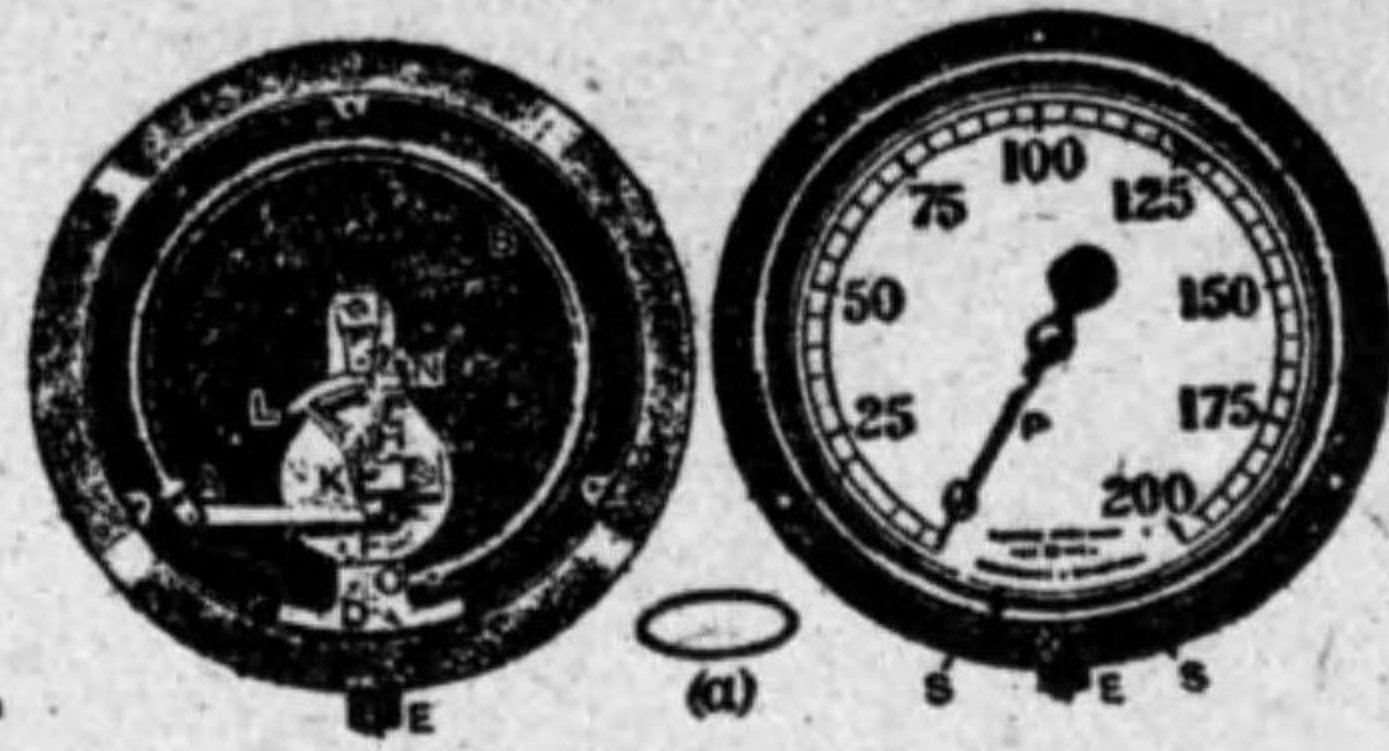
第37圖 水 面 計

水面計は常用水面が硝子管の中央にある様に取り付ける。尙、垢が溜つて眞の水面を表はさなかつたり、又汽車罐や船用罐に於ては傾いて全體の模様を知り難い事もあるので、必ず二個以上取付けなければならない。

34. 壓 力 計

蒸汽罐には罐内の蒸汽壓力を指示する爲に必ず一個の壓力計を罐前の見易き場所に備え付ける。第38圖に示すものはボルドン壓力計

と稱し、普通に用ひられるものである。其の主要部分は扁平なる真鍮管を圓弧状に曲げ、其の一端を蒸汽連結管によつて罐内と連絡し、他端を密閉した儘に遊離さ



第38圖 壓力計

せてある。蒸汽が真鍮管に入れば管が真直にならうとして遊離端Aを動かす。蒸汽の壓力に比例してAの動く距離が増す。Aが動けばK,H,L,Nを経て中央の心棒を廻し指針が盤面上を動いて壓力を表はす。

連結管はU字形又は圓形に曲げて罐に挿し込むのがよい。この様に管を曲げて置けば此の彎曲部に凝結水が溜つて、高温度の蒸汽が直接真鍮管内に入り込まないから管が熱の爲に損傷を受けることが少くなり永く正確に使用することが出来る。

35. 安全 弁

蒸汽罐に於て作る蒸汽の量と消費する蒸汽の量とが等しければ、罐内の壓力は一定であるが石炭を澤山注ぎ過ぎたり、機關又はタービンの蒸汽使用量が急に減るか、或ひは之等を急に停止させる時は、汽罐内の蒸汽壓力が次第に高くなつて来る。汽罐は其の常用壓力に耐えて餘りがある様には設計してあるが、之には限度がありあまり高くなれば罐は危険である。安全弁は斯く蒸汽壓力が高くなる時自動的に開いて蒸汽を逸出させ、罐の安全を保たしめるものであ

る。普通安全弁は蒸汽壓力が最高使用壓力を超すこと4%以内で開き初めて蒸汽の一部を速かに放出し汽壓の減退を計る。安全弁には次に述ぶる三種類がある。極めて小型の汽罐以外は口徑 50~100 耗の種類の異なる安全弁を少くとも二個以上取付くるを原則とし、大型汽罐では四乃至六個を設置するものがある。

安全弁の總面積は次の式によつて求める。

$$F = 15A \sqrt{\frac{1000}{pr}}$$

但し F=安全弁の總面積 耗²

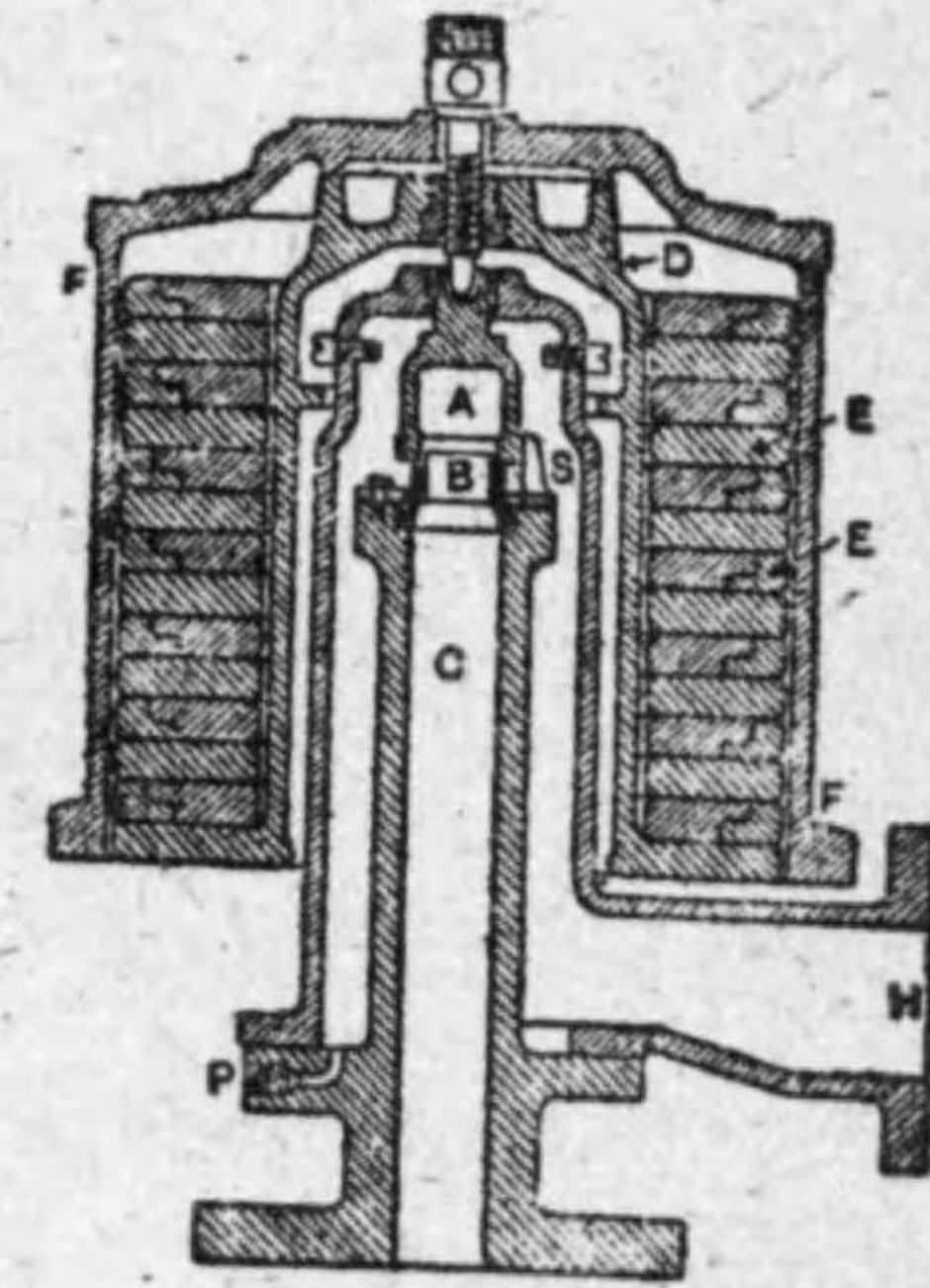
A=汽罐の傳熱面積 米²

p=最高使用壓力 斤/糎²

r=壓力 p に對する蒸汽の比重 斤/米³

重し安全弁

第39圖に示す如く弁の下方から働く蒸汽の押し上げやうとする力を鑄鐵製圓板の重量にて釣合はせてあるもので汽壓が最高使用壓力を超過すれば上からの重量に打ち勝つて弁を押し上げて蒸汽は逸出するものである。第39圖に於てAは弁、Bは弁座、Cは汽罐の頂上に直接通じてゐる直立管、Sは案内、Dは重量臺、Eは鑄鐵製圓板型重量、



第39圖 重し安全弁

Fは蓋である。逸出した蒸汽はHより空氣中に放出し、Pは弁の中

に溜る凝結水を抜く孔である。

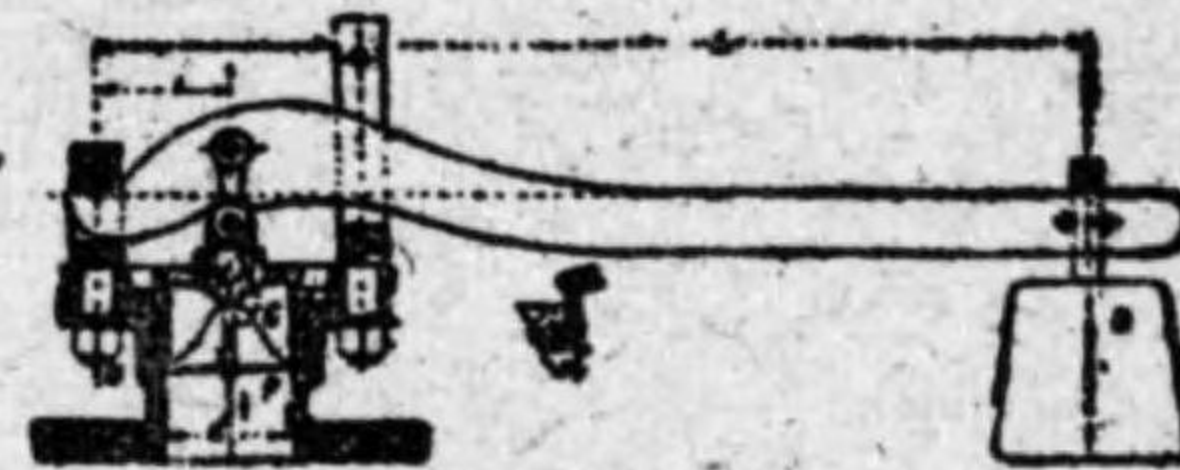
罐の常用汽圧を p 斤/寸² とし C 管の直徑を d 寸とし、弁上にかゝる全體の重量を W 斤とすれば

$$W = \frac{\pi}{4} d^2 p \quad \text{或ひは} \quad p = \frac{W}{\frac{\pi}{4} d^2}$$

となる。圓板型の重量を一段づゝ増減することによつて、弁を押し上げる蒸汽壓力を任意に加減することが出来る。

横杆安全弁

是は第40圖に示す如く、横杆の原理を應用したものであつて、重し安全弁よりも重量を減ずることが出来る。



第40圖 横杆安全弁

今罐の常用汽圧を p 斤/寸²、弁の直徑を d 寸、弁の中心線から横杆の支點迄の距離を l 寸、支點より重しをかける點迄の距離を L 寸とし、使用する重しを W 斤とすれば

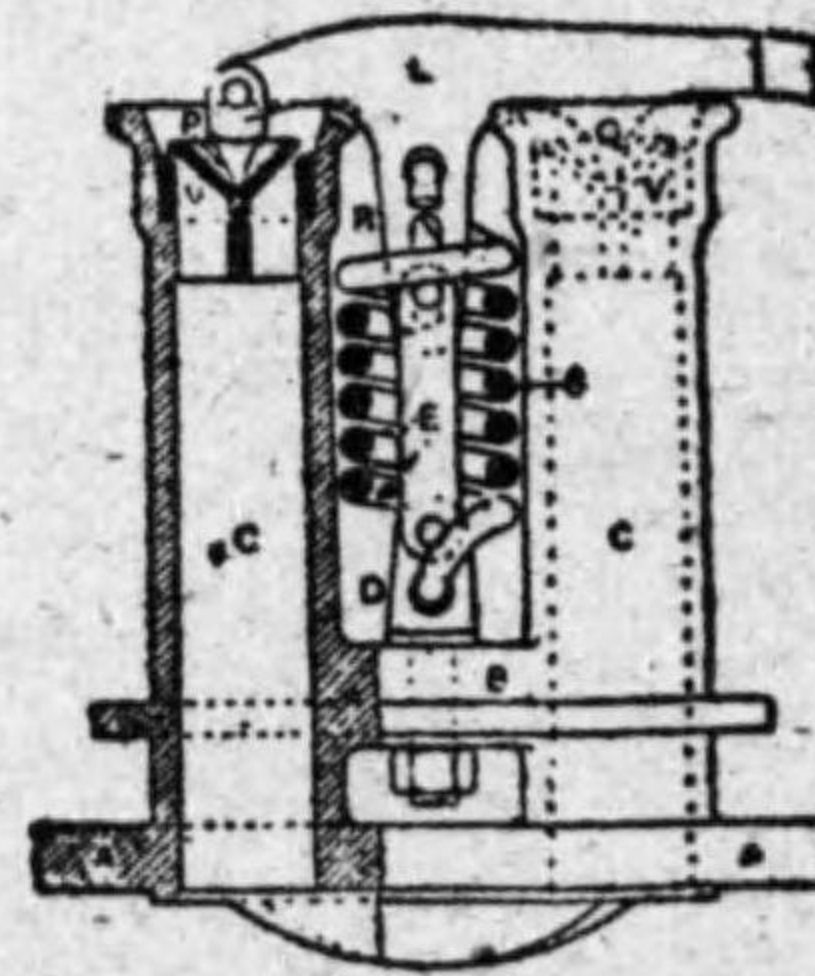
$$\frac{\pi}{4} d^2 p l = W L \quad \text{或ひは、}$$

$$p = \frac{4W}{\pi d^2} \times \frac{L}{l}$$

となる。重しを左右に移動することによつて蒸汽逸出の壓力を加減し得られる。

ばね安全弁

第41圖に示す如く、弁に加はる蒸汽壓力を發條の張力（又は壓力）によつて釣合はせるものである。汽車



第41圖 ばね安全弁

罐或ひは船舶用罐の如く動搖、傾斜する汽罐には此の種の安全弁を用ふ。

今 T 斤を發條の張力とすれば

$$T = 2 \times \frac{\pi}{4} d^2 p \quad \text{或ひは} \quad p = \frac{2T}{\pi d^2}$$

となる。高壓の罐には強い發條を、低壓の罐には弱い發條を用ふ。弁は 1~2 耗も開けば充分であるから、此の高さに應じて發條の捲き数を定むればよい。

安全弁を永く働かさない時は弁は弁座に錆着いて離れなくなり、必要の際に役立たなくなるものであるから、時々之を故意に動かして蒸汽を吹き出させ、いつでも自動的に働き得る様に検査をせなければならぬ。

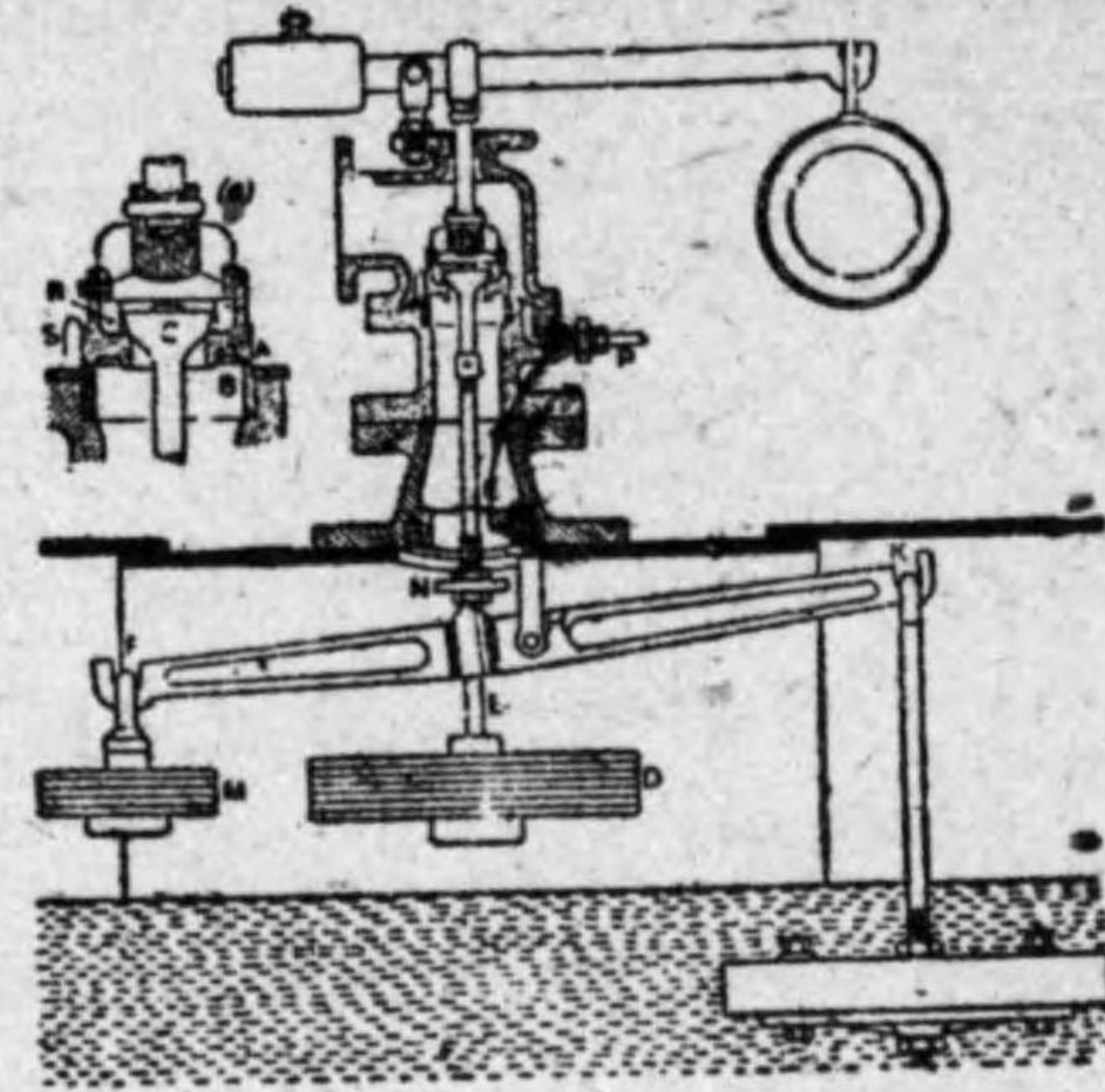
又安全弁が所定の蒸汽壓力に對し正確に作用する爲には重しの重量、横杆に重しのかゝる位置、又は發條の張力等を規定通りに保たなければならない。

36. 低水報知器

汽罐内の水面は常に一定の高さにあるのが必要である。併し蒸汽の發生によつて減水するから常に注意を必要とするが、又減水を警報して適當の處置を執らす事は、汽罐の危害を防止する上に於て最も重要な事である。汽罐の破裂等の原因の多くが此の水面低下による傳熱面燒損にあるからである。第42圖は安全弁と組合せた低水報知器である。

弁座 B 上に弁 A を乗せ A の中央の口は半球弁 C の弁座になつてゐる

る。心棒Eの下端にはDの重錘を釣つてある。Hは横杆FKの支點でありK端にL、F端にMの重錘を釣つてある。若し水面が低下してLが水面上に現はれると水中に在る場合より重くなるからKは下げられFは持ち上げられる故中央の尖端部はNを突き上げて中央の



第42圖 低水報知器

辨Cを持ち上げ蒸汽が噴き出して音を發し火夫に警告を與へるのである。又A辨の下部に作用する蒸汽壓力と重錘Dとは釣合つてゐる故、蒸汽壓力が高くなり過ぎた時は上方の横杆安全辨の爲にA辨全體を持ち上げて蒸汽の逸出をはかる。

第六章 通 風

37. 通 風

煙突は火床に於て燃料が燃えるのに必要なる空氣を供給すると共に、燃焼によつて生じた有毒瓦斯及び煤煙を空中高く飛散させて其の害を薄めるの用をなすものである。

今高さH米、斷面積1平方米の煙突内の瓦斯の比重を r 、 $\text{斤}/\text{米}^3$ 、其の溫度を攝氏 t 度とすれば、此の瓦斯の重さは W 、 斤 である。

$$W_0 = (H \times 1) r_0 \frac{273}{273 + t_0}$$

此の煙突と同大の空氣柱を考へるに大氣の比重を r 、 $\text{斤}/\text{米}^3$ 其の溫度を攝氏 t 度とすれば、此の空氣柱の重さは W 、 斤 である。

$$W_a = (H \times 1) r_a \frac{273}{273 + t_a}$$

煙突内の瓦斯の比重は $1.34 \text{ 斤}/\text{米}^3$ 位で大氣の比重は $1.29 \text{ 斤}/\text{米}^3$ 位であるが、煙突内は常に 300 C 附近まで溫度が上昇して居るのに比して、空氣柱は $5 \sim 30 \text{ C}$ の範圍であるから W_a の方が W_0 より重さが大きい。此の重量の差によつて通風力が起るのである。通例 W_a と W_0 との差を水柱の高さ h 耗に換算して通風力を表はして居る。即ち通風力は

$$\begin{aligned} h(\text{耗}) &= W_a - W_0 = (H \times 1) r_a \frac{273}{273 + t_a} - (H \times 1) r_0 \frac{273}{273 + t_0} \\ &= H \left(\frac{350}{273 + t_a} - \frac{273}{273 + t_0} \right) \end{aligned}$$

この通風力が火格子、石炭層、水管群、煙道、煙突内の抵抗力に打ち勝つて尙其上適當な速度にて這入つて來るに必要なだけあるときに、初めて十分に石炭を燃すことが出来るのである。普通の煙突では此の通風力は $20 \sim 30$ 耗位のものである。

汽罐に於ける通風には自然通風と人工通風との二通りがある。自然通風とは煙突内に於ける燃焼瓦斯と外氣との溫度差のみによつて通風力を得るものである。人工通風とは煙突を高く作り得ない時、又は煙突の高さだけにては通風力が不十分な時に於て扇風機又は噴射蒸汽を用ひて人爲的に通風を起すものである。

【問】煙突内の温度を 280°C、大氣の温度を 15°C とすれば高さ38米の煙突にては何耗の通風力を生ずるか、若し30耗の通風力を得んとすれば煙突の高さは如何にすべきや。

38 煙突の構造

鐵製煙突 小規模のものにありては只鐵板を圓筒形に曲げ、これを接合して張索を以つて支へさせる。是は煙氣のため煙突の内面より腐蝕し、又外部の冷い空氣の爲に熱を奪われて煙突内の温度を降下し、通風作用を減少させる等の不利な點はあるが、設備費が僅少である爲に小規模のものに使用せられる。

直徑1米以上の大型のものでは全體の形を筈形に作り、張索を用ひすとも自ら支へ得られる様にし、内部は煉瓦を以て裏張りを施すのが普通である。かくすれば熱の發散を防ぐと共に腐蝕を防止し得られる。下底より10米迄は耐火煉瓦を用い、其の上は普通の建築用煉瓦を用ふ。

煉瓦煙突 断面は四角形、六角形、八角形等種々なものがある。四角形、六角形は風に對する抵抗が大きいから、断面の形は圓筒形が理想的であるが、之は築造が面倒である故普通は八角形に造られる。又煙突を二重に造り其間に空間を存するものがある。是は内部と外部との温度差による膨脹の爲に無理を生ずることもなく、又熱の逸散も少い。煉瓦煙突は龜裂を生ずることが多く、我國の如く地震の多い國では不向きであるから、現今は次第に使用しない傾向になつた。

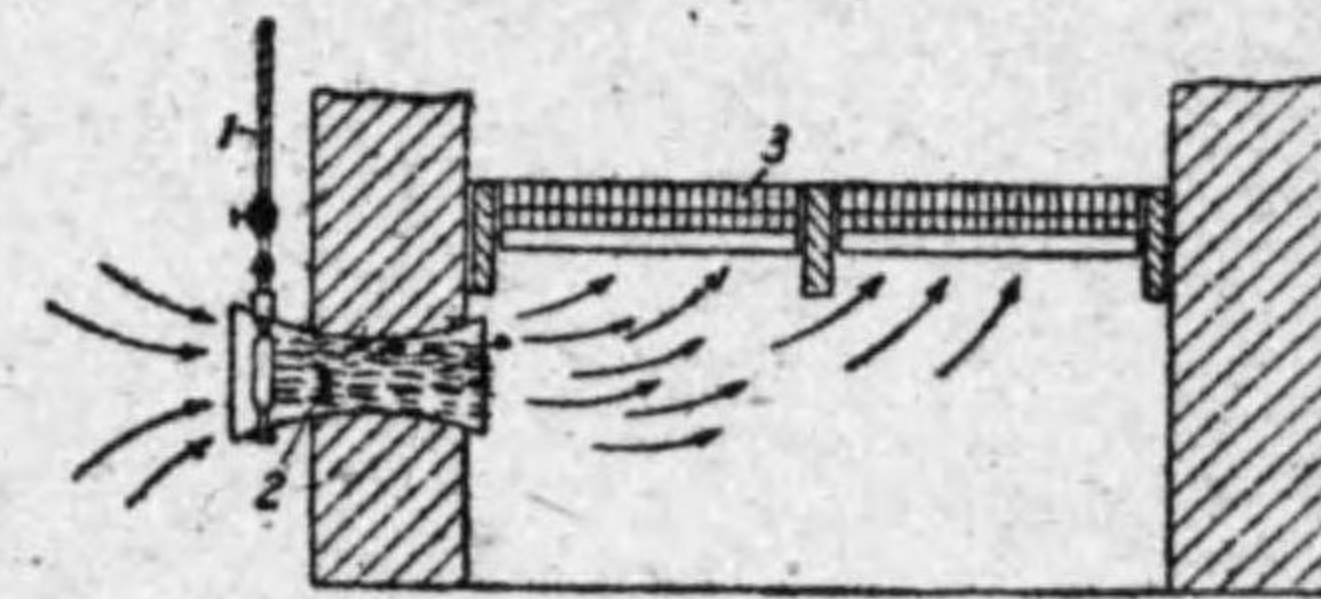
鐵筋コンクリートの煙突 この煙突は鐵筋を以つて張力に耐えしめるがために、煉瓦積煙突に比して薄く、軽く約 $\frac{1}{3}$ の重量にて造ることが出来る。又上部まで接合部がなく全體が一本立ちであつて、耐久性に富む上に築造が容易迅速であり、土臺も稍小さくて宜しい等の利益がある。従つて現今は鐵筋コンクリートの煙突が非常に廣く使用せられる様になつた。

39. 人口通風法

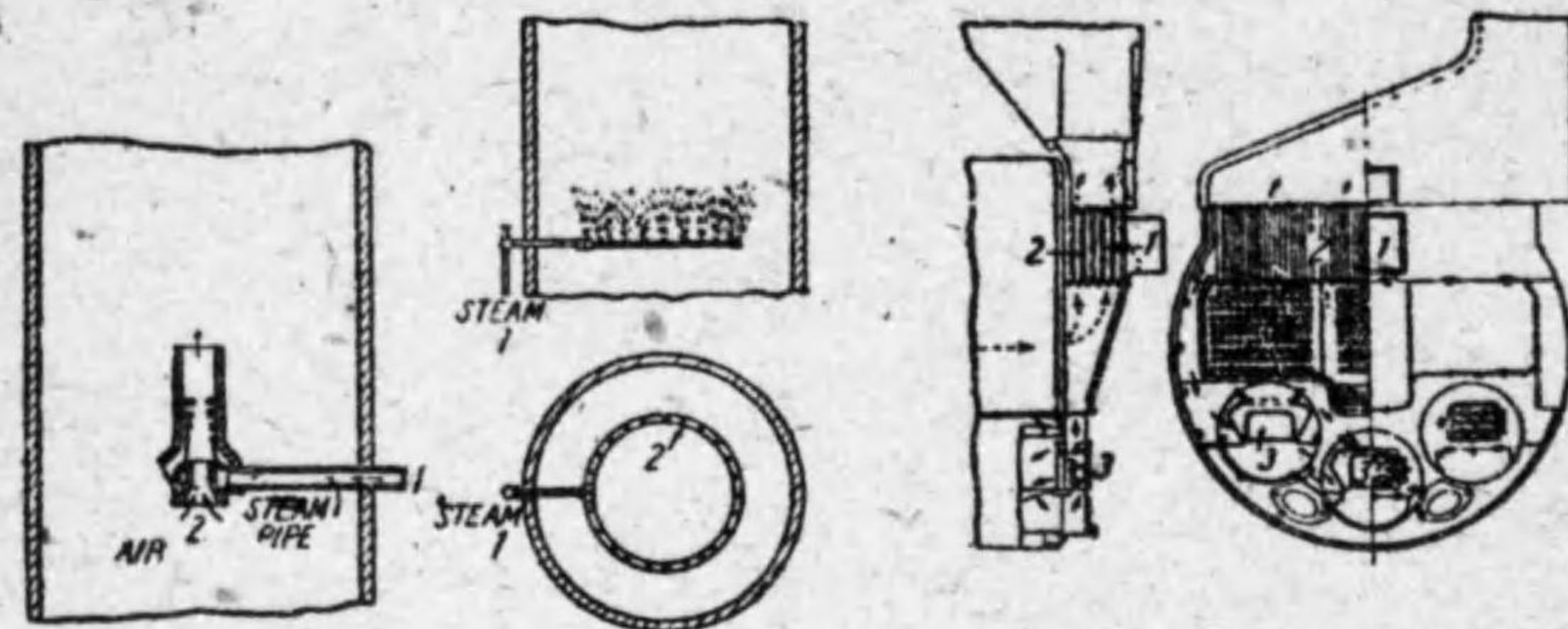
汽罐の蒸汽發生量を増加し、或ひは細かい石炭を使用し若しくは節炭器或ひは、空氣預熱器等を使用する場合には通風力の減少を來すものであるから、之を補ふ爲に人工的に通風を起さなければならぬ。人工通風法には吸込通風法、押込通風法、平衡通風法の三種がある。

吸込通風法とは火床上を真空にして火床の間を通過する空氣を増加せしめる方法である。**押込通風法**とは汽罐前の空氣の壓力を大氣壓以上に高めて空氣を火床の間に押し込む方法である。**平衡通風法**とは前二者を同時に併用する方法である。

又通風を起す方法には、蒸汽を噴出させるもの、扇風機等によるものとの二通りがある。第43圖は蒸汽を火格子の下部に噴射する押込通風を示す。第44圖は煙突の下部に蒸汽を噴出させる吸込通風



第43圖 噴出蒸汽による押込通風

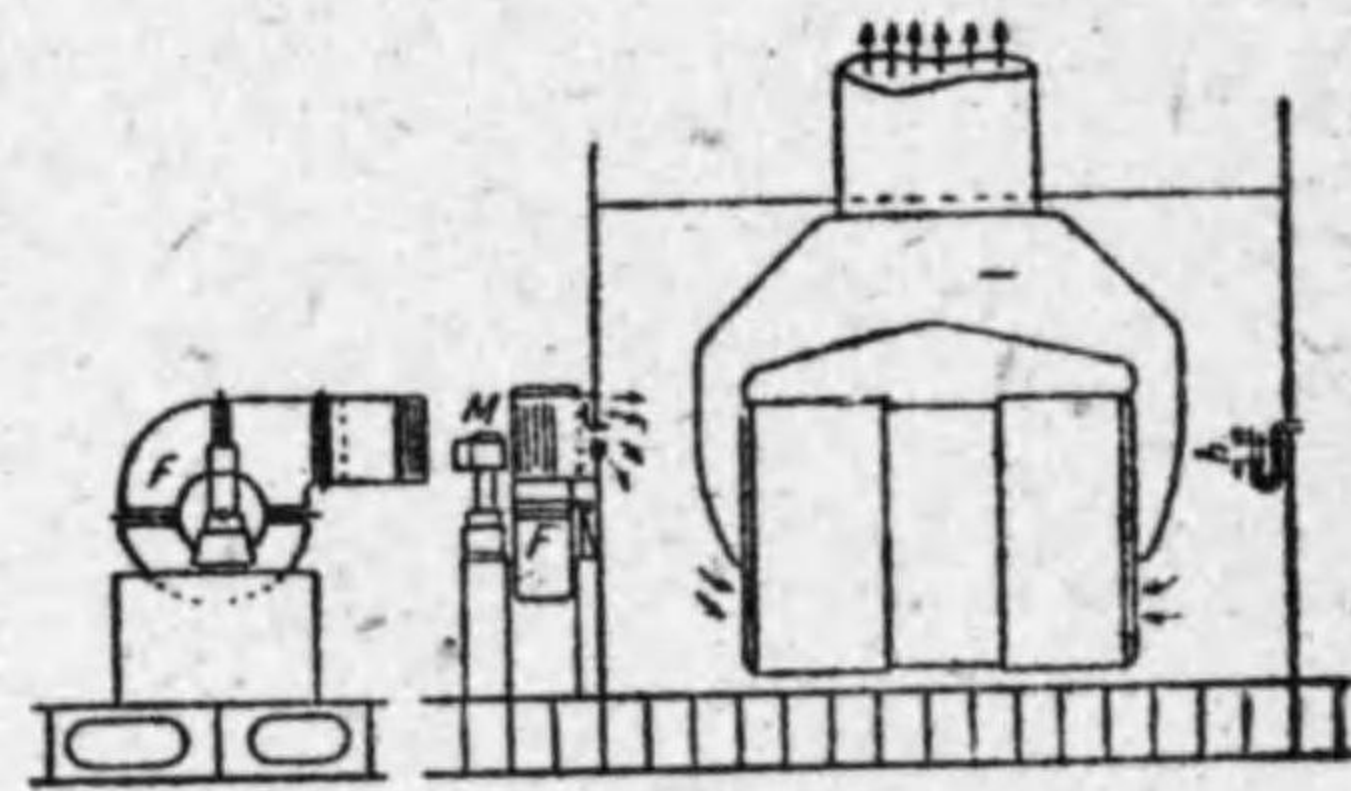


第44圖 噴出蒸汽による吸込通風

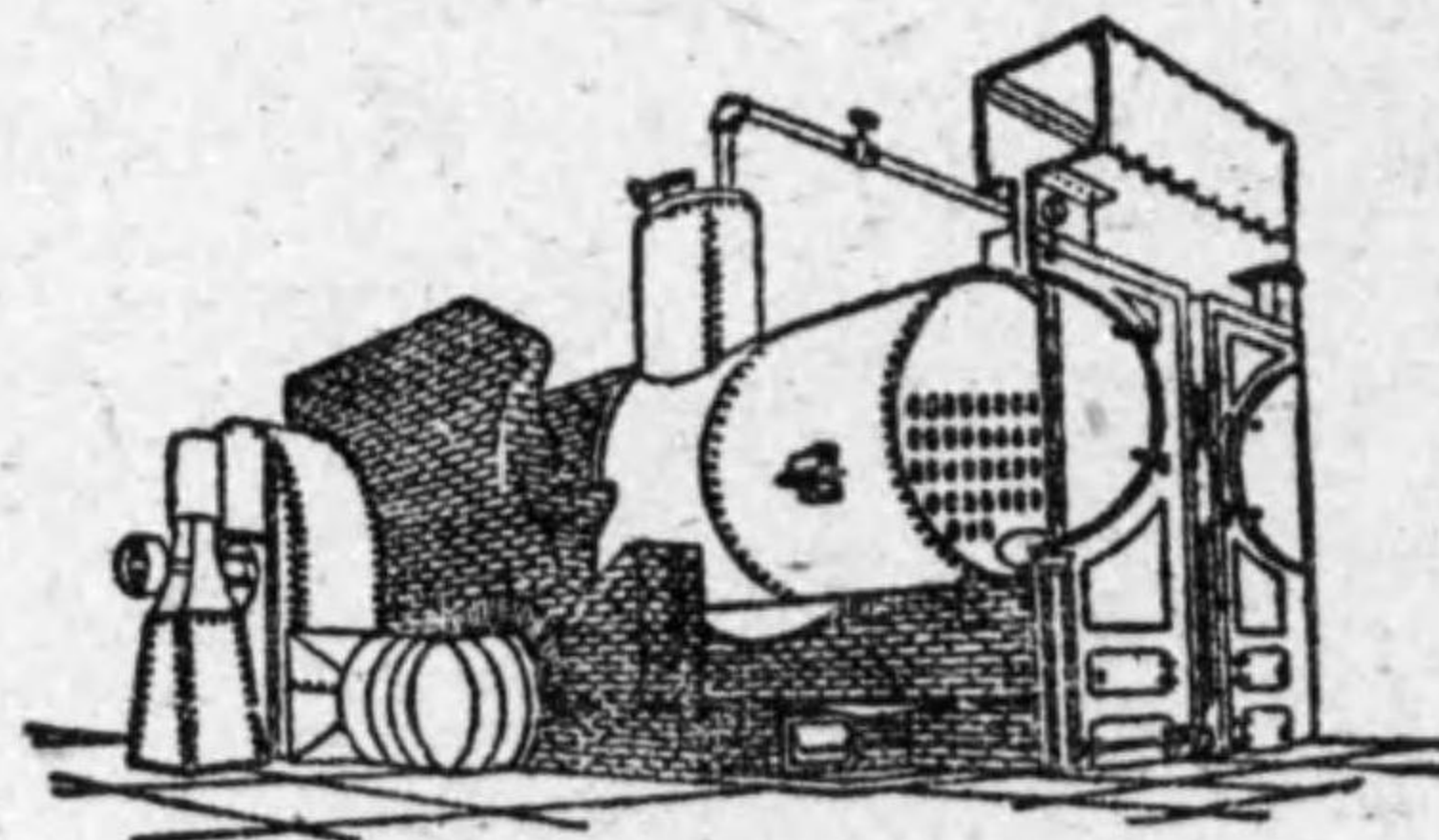
第45圖 ハウデン式押込通風装置

である。第45圖は扇風機による押込通風にて、罐前の箱に扇風機の風を送り、之を熱して焰筒に送るのである。軍艦商船の如く空氣の流通が不良であり、且つ重油を使用して、比較的容易に室を外界と絶縁することが出来る場合には第46圖の如く罐室全體を密閉して、外室より空氣を押し込み大氣壓以上の壓力に保たせて通風を行ふ場合もある。

第47圖は吸込通風の場合を示す。一般に吸込通風に於ては火格子上で石炭を一様に燃焼し得られるが、扇風機は大型で價格も高く、熱



第46圖 罐室密閉式吸込通風



第47圖 吸込通風装置

瓦斯の爲に蝕され易く度々修繕を要する。押込通風は無理に風を罐に押し込むから火焰が爐外に噴き出し、焚口を開くとき通風を一時遮断する装置が必要である。又炭層の薄い所は早く燃えて了ひ餘分の風が素通りする缺點がある。

第七章 燃料及び燃焼

40. 燃料

可燃性物質を酸化させる際、比較的多く熱を出すものを燃料と言ふ。蒸汽原動所に於て經上費の大部分は燃料に費されるのであるから、之の選擇、使用方法の良否は大いに經濟上に影響を與へるものである。蒸汽罐用の燃料は瓦斯體、液體又は固體があるが現今最も多く用いられるのは石炭である。軍艦には重油が多く用いられる。瓦斯體燃料や薪、木屑又は甘蔗搾滓などもこれらが豊富に存在する地方に於ては燃料として使用される。

石炭には次の種類がある。

A) 無煙炭 最も炭化作用の進んだもので質硬く金屬性の黒光を有す。揮發分が少い爲火焰が短く點火が困難である。且つ熱せられると細かく分裂して火格子の目孔から落下する故、罐の燃料としては不適當であるが火力を強める目的で、他の石炭に混合して用ひられる。發熱量は大體 7000~8000 疋カロリー/疋である。

B) 瀝青炭 樹脂狀の黒光を有し、無煙炭よりも軟く點火も容易であり黄色の焰を出して燃える。揮發分が多い爲に火焰が長いから

罐の燃料としては最も適してゐる。其の灰が粘着するものとせないものとあつて前者を粘結性石炭、後者を不粘結性石炭と言ふ。粘結性に豊むものを使用する時は灰が火格子上に於て石炭の粉末と共に凝結附着して、空氣の流通を害する故注意して度々罐替へを行はなければならない。發熱量は大體 6500~8000 厨カロリー/厨である。

C) 褐炭 炭化作用の不完全な石炭で、黒色のものと褐色のものがあり光澤がない。水分と灰分が多いので揮發分が相當あつて、點火は容易であるが蒸汽罐の燃料としては不適當である。發熱量は大體 4000~6000 厨カロリー/厨である。

D) 泥炭 草、苔等が沼地に於て分解して生じたるもので、水分及び灰分が甚だ多く工業用燃料としては不向きである。

石炭の比重は 1.25~1.5 であるから、1 立方メートルは 1250~1500 厨であるが、實際は塊と塊との間に空氣があるから、之を約 $\frac{1}{3}$ とすると $\frac{2}{3}$ が石炭の目方となるから、1 立方メートルは 800~1000 厨、又 1 噸は 1.3~1 立方メートルである。

石炭は粒の大きさによつて粉炭、中塊、塊炭の三種に分けられる。坑内から搬出した儘の石炭を切込炭と言ふが、是を篩別又は手選によつて粒を揃へると同時に悪石、夾雜物を除くのである。20~30 耗の篩目を通過するものを粉炭、40~64 耗の篩目を通過するものを中塊と言ひ、此の篩上に残るものを塊炭と言ふ。

塊炭は焚くのに便利であるが値段は高い。粉炭は廉價ではあるが火格子の目孔から落下し易い。又目孔を細くすれば空氣が通り難い等好ましくない點が多い。

石炭を長く空氣中に貯藏する時には風化作用によつて發熱量を減じ、粘結性を變ずるものである。尙此の風化作用が甚しくなると自然發火の危険がある。之を防ぐには炭層の高さをなるべく低くして貯炭の内部に空氣の進入せない様に表面を粉炭で覆ひ、時々内部の溫度を測定して若し 35°C 以上になつて居る時は炭層を擴げて冷却する様にせなければならない。

煉炭 コールターピッチにて固めたる所謂ピッチ煉炭にして無煙炭と、優良の瀝青炭とを原料とした煉炭は上等の品であり、煤煙の少ない火力の強い燃料である。又價値の少い粉炭を原料として之を有利に使用するものもある。煉炭の形は煉瓦型、卵型等があり一個の重量は約 25~50 瓦である。

微粉炭 石炭を非常に細かい粉となしたもので、空氣との接觸面積が多い故、完全燃焼がし易く爲に石炭の經濟を期し得る。

重油 重油は石炭に比し次の如き優れたる點を有す。

發熱量が2割~5割も多く貯藏するのに場所を要すること少く汽罐室の近くに貯藏せずとも、任意の場所に貯藏し得る。尙焚火及び其調節が容易であつて、灰や煤煙が少い故掃除が少くてよい。けれど貯藏の際火氣に對する注意を必要とし、又火爐を適當にせなければ罐を傷めることが多い。發熱量は大體 10000~11000 厨カロリー/厨である。

41. 燃料の燃焼

各種の燃料は炭素と水素、又はそれらの化合物を主成分として居

るのであるが、此等の成分が空気中の酸素と化合して熱を発生する現象を燃焼と稱す。燃焼によつて生ずる物質が窒素、炭酸瓦斯及び水蒸気の如くこれ以上燃えない物である時には燃料は完全燃焼をしたと言ふ。一酸化炭素瓦斯の如く、未だ燃え得るものを含む時は不完全燃焼であると言ひ、勿論燃料は損になるのである。

燃料を完全に燃焼させようとするには、必要なだけ空気を供給して此の空気と燃料とを十分接觸させ、火室の温度を出來得るだけ高温に保ち続けなければならない。

燃料の燃える順序は先づ着火温度まで熱すれば、揮發分は焰を出して燃え出し次に炭素が赤熱せられて熱を出し最後に灰分が残る。

炭素一疋が完全に燃えて炭酸瓦斯になるとき 8100 疋カロリーの熱を出す。炭素一疋が不完全燃焼をして、一酸化炭素瓦斯になるとき、2500 疋カロリー、此の一酸化炭素瓦斯一疋が燃えて炭酸瓦斯となる時に2500 疋カロリーの熱を出す。水素は燃えて水蒸気になるが一疋の水素は 29000 疋カロリーの熱を出し、此の水蒸気が水になる時更に 5400 疋カロリーの熱を発生する。硫黄一疋は燃える時2500 疋カロリーの熱を出して二硫化硫黄になる。

今炭素 C 疋、水素 H 疋、酸素 O 疋、硫黄 S 疋を含む燃料一疋を燃焼する際の發熱量を P 疋カロリーとすれば、

$$P = 8100C + 29000\left(H - \frac{O}{8}\right) + 2500S \quad \text{となる。}$$

42. 燃料の蒸發量

一疋の燃料が完全に燃える時の熱を全部利用すれば、何疋の水

(100°C) を蒸気 (100°C) に變へ得るかと言ふ此の數を燃料の蒸發量と言ふ。

今 P (疋カロリー) を燃料の發熱量とすれば蒸發量 E (疋) は次の式で與へられる。

$$E = \frac{P}{539}$$

普通の石炭にては $E = 9 \sim 15$ にして大體 $E = 12$ 位であるから石炭一疋の發熱量にて 100°C の水 12 疋が 100°C の蒸気になり得る理である。

43. 完全燃焼に必要な空気量

炭素 C 疋、水素 H 疋、酸素 O 疋、硫黄 S 疋を含む燃料一疋を完全に燃焼させるには W 疋 (V 立方米) の空気を必要とする。

$$W = 11.58C + 34.8\left(H - \frac{O}{8}\right) + 4.35S$$

$$V = 8.95C + 26.9\left(H - \frac{O}{8}\right) + 3.4S$$

普通 W は 8~10 疋であるが實際には 20~30%、時には 2 倍位多く空気を使用しなければならない。

第八章 蒸気罐の設計

44. 使用材料

商工省に於て陸用蒸気罐用材料は第 7 表に示すものを規定してゐる。此の表の材料を用ひるとき信頼し得られる試験成績がなければ

第7表 蒸気罐用材料 (商工省陸用蒸気罐規格)



種 別	材 質	寸 法	註
鋼 管	水管・過熱管	日本標準規格第15號	日本標準規格第77號 外徑140mmを超えるもの の使用を妨げない
	煙 管	" 第16號	"
	蒸気管・給水管	" 第18號	" 第78號 備考 a 参照
鑄 鋼 品	" 第6號		鑄鋼品第四種を除く
可鍛鑄鐵品	" 第79號		
鑄 鐵 品	" 第134號		
鍛 鋼 品	ドラム・過熱器の管寄	日本標準規格第5號	鍛工品第二種
	控人孔蓋	" 第5號	" 第三種
		" 第5號	" 第四種
形 鋼		形 鋼	日本標準規格第26號
材 鋼	ステー(火室)		棒鋼第一種
	長手ステー		棒鋼第一種
鋼 材		日本標準規格第22號	" 第二種
			鋼材第一種 " 第二種
鋼 板	罐 胴		(備 考) a 日本標準規格第19號及び第33號のガス管は 稱呼 $2\frac{1}{2}$ -in 以下のものは最高使用壓力 16kg/cm ² 以下のとき、同3in以上のものは 最高使用壓力10kg/cm ² 以下のとき蒸 汽管及び給水管に使用し得る。 b 鑄鐵品又は可鍛鑄鐵品は次の場合には使 用することを得ず。 1 耐壓部分にして燃焼ガスに觸れるとき。 2 鑄物断面の内側が徑200mmを超え るとき。 3 蒸汽の壓力が16kg/cm ² を超えるとき。 4 蒸汽の溫度が25°Cを超えるとき c 特に長い鋼管では溶接又は鍛接に依り長 さを継ぎ足し得。 d 過熱器の管寄の材料として日本標準規格 第6號鑄鋼品第一種を用ひることを得。 この場合引張強さは32kg/mm ² と見做す。
	罐胴(直接焔に觸れる時)		鋼板第一種 " 第二種 " 第四種
	板 ステー		鋼板第一種 " 第二種 " 第四種
	焔 筒		" 第三種 " 第四種
	工作の際加熱するもの		" 第三種 " 第四種
	過熱器の管寄 控人孔蓋		" 第一種 " 第二種 " 第三種 " 第四種

鋼の引張強さは日本標準規格に定むるもの、内最小値をとらなければならぬ。鋼の剪断強さは引張強さの85%と看做す。鉄の剪断に對する安全率は4以上とする。溶接接手の引張強さは32kg/mm²と看做す。蒸気罐の壓力を受ける部分の板は少くとも6mm以上とし、ステーにて支へられてゐる板又は鑄を有する焔筒或ひは燃焼室の厚さは8mm以上でなければならない。

45. 罐 胴

罐胴板は次の式で算出されたる値より大きくせなければならぬ。

第8表

重ね接手	兩側目板突合せ接手		溶接接手	継目無し
	兩側1列鉄又は片側のみ1列鉄	2列鉄以上		
				
4.75	4.25	4.00	1.25	4.00

$$t = \frac{Dpx}{200f} + 1$$

- 但し
- t = 胴板の最小厚 (mm)
 - D = 罐胴の最大内徑 (mm)
 - p = 最高使用壓力 (kg/cm²)
 - f = 胴板の引張強さ (kg/cm²)
 - x = 安全率にして第8表による。

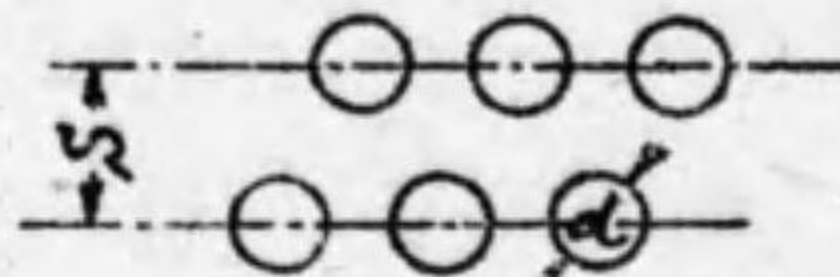
η =接手の効率にして両側目板の時は3.85, 三列鉸重ね
接手には3.96, 二列鉸重ね接手には4.06, 一列鉸重
ね接手には4.62をとる。

胴板の長手接手を突合せ鉸接手とする場合には, 両側に目板を用
いるが此の目板の最小厚みは次式によつて求める。

$$t_1 = 0.6t + 2$$

但し t_1 =目板の最小厚 (mm)

t =胴板の厚さ (mm)



第48圖 鉸の配列

鉸の排列につきては次の點を計算する。

鉸列の間隔 S mm $S \geq 2d$

鉸孔の中心から板の端までの距

第9表

離 l mm

i 罐胴長手接手の場合

$$l = (1.5 \sim 1.75)d$$

ii 罐胴四周接手の場合又其他の

場合 $l = (1.25 \sim 1.75)d$

鉸の最大ピッチ P mm $P = Ct + 42$

但し t =胴板の厚さ (mm)

C =定數にして第9表による。

46. スター等に支へられてゐる平板

i) 第49圖の如く規則正しくスターが配置せられたる場合には,

$$t = C\sqrt{(a^2 + b^2)p}$$

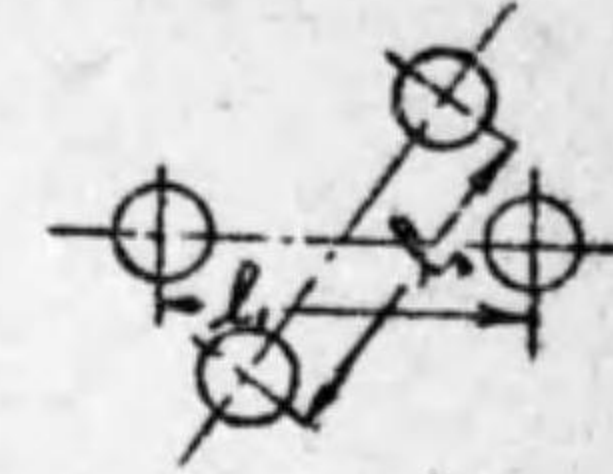
ii) 第50圖の如く不規則

にスターが配置せられた
る場合には,

$$t = \frac{1}{2}C(l_1 + l_2)\sqrt{p}$$



第49圖 スターの配列



第50圖 スターの配列

但し t =平板の最小厚 (mm)

p =最高使用壓力 (kg/cm²)

a, b, l_1, l_2 =スターの間隔 (mm)

C =定數にして板の引張強さが 34 kg/mm² の場合には
第10表による。尙引張強さが f kg mm² の板を使用
する時は C の價は第10表の價に $\sqrt{34/f}$ を乗じたる
ものとす。

第10表

種 類	頭部をコーキングしたもの	燃焼ガスに觸れる場合 燃焼ガスに觸れない場合	0.0175 0.0155
ス タ ー	頭付き又はナットを有するもの	燃焼ガスに觸れる場合 燃焼ガスに觸れない場合	0.016 0.0139
ナ ッ ト 及 び 座 金 を 有 す る ス タ ー	燃焼ガスに觸れないとき	外面座金の徑がスターのピッチの $\frac{2}{5}$ でその厚さが板の厚さの $\frac{2}{3}$ なるとき	0.0134
		外面座金の徑がスターのピッチの $\frac{3}{5}$ でその厚さが板の厚さの $\frac{5}{6}$ なるとき	0.0124
		外面座金の徑がスターのピッチの $\frac{4}{5}$ でその厚さが板の厚さに等しきとき	0.0113
ス タ ー 管 (ね ぢ 込)	管端を擴大したもの ナットを有するもの		0.0144 0.0122

iii) 桁ステーを用いたる場合

$$t = 0.014d_1 \sqrt{p}$$

但し d = ステーにて補強されてゐない区域内に書き得られ最大圓の直徑 (mm)

定數 0.014 は板の引張強さが 34 kg/mm^2 の場合に對するもので、板のそれが $f \text{ kg/mm}^2$ の場合は 0.014 に $\sqrt{34/f}$ を乗するものとする。

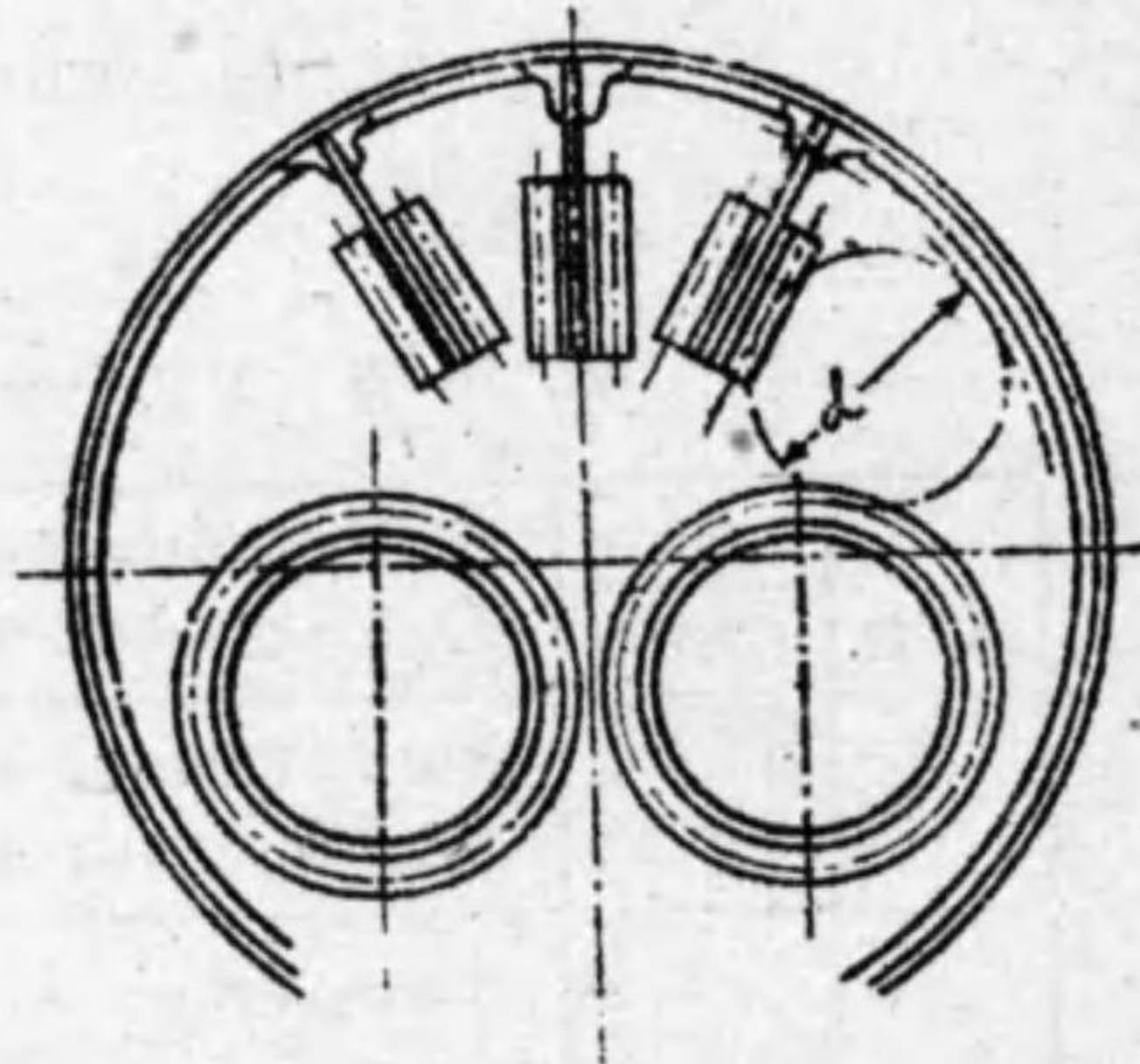
47. 鏡板の厚さ

i) 平な鏡板

t = 鏡板の最小厚
(mm)

d = 鏡板の内徑
(mm)

r = 鏡板の曲り部の
半徑 (mm) にし
て $4t$ 以上にとる



第 51 圖 桁 ス テ ー

鏡板の取付フランヂの彎曲起點と胴板端との間には 6mm 以上の平筒部を置くものとして、

$$t = 0.0612 \left\{ d - r \left(1 + \frac{2r}{d} \right) \right\} \sqrt{\frac{p}{f}}$$

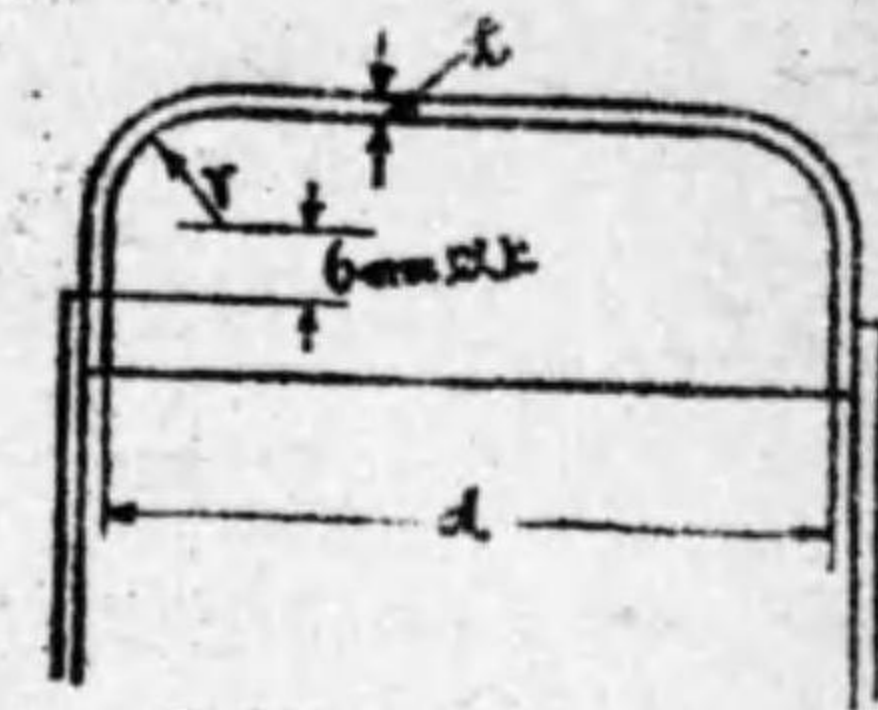
ii) 皿型鏡板 (凹面に壓力を受ける時)

R = 皿型中央部に於ける内面の半徑 (mm)

f_1 = 許容引張應力で 5 kg/mm^2 以下にとる。

$$t = \frac{pR}{200f_1}$$

尙此皿型鏡板にくぐり孔を設ける時は鏡板の厚さは上式で計算したものに 2mm を加へる。



第 52 圖

iii) 皿型鏡板 (凸面に壓力を受ける時)

R = 皿型鏡板中央部に於ける外面の半徑 (mm)

f_2 = 許容壓縮應力で 3.5 kg/mm^2 以下にとる。

$$t = \frac{pR}{200f_2}$$

48. 煙管罐の管板

管板の中管群のない部分の厚さは第 46 項によつて算出する。

但し管端が單に擴大されてゐる場合には管板の厚さ $t \text{ mm}$ は管孔の徑、 d が $38 \sim 100 \text{ mm}$ のときは次の式で求めたるものよりも小さくすることはいけないのである。

$$t = 5 + d/10$$

管の最小ピッチ P は次の式による。

$$P = \left(1 + \frac{4.5}{t} \right) d$$

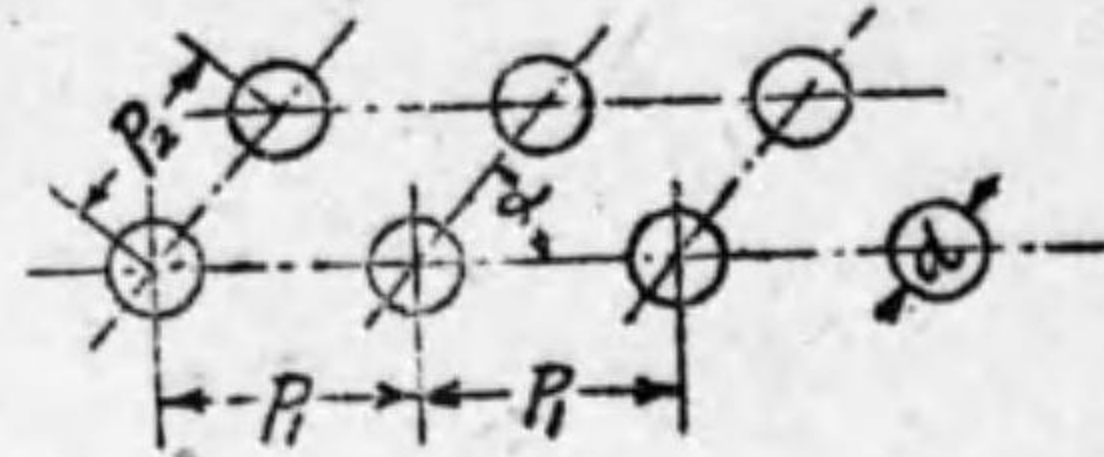
49. 水管罐の水胴及び汽胴

水管罐の水胴及氣胴より直接水管の出で居る場合、板の最小厚は

次の式によつて求める。

$$t = \frac{2.1 D p}{100 f_7} + 3$$

但し $D =$ 水胴及び氣胴の内
徑 (mm)



第53圖 水管の配列

$\eta =$ 管孔列に於ける管板の効率にして次式中の小さい方
をとる。

$$\eta_1 = \frac{P_1 - d}{P_1} \quad (\text{長手孔列に於ける効率})$$

$$\eta_2 = \frac{P_2 - d}{P_2} \times \frac{1}{\left(1 - \frac{1}{2} \sin^2 \alpha\right)} \quad (\text{斜孔列に於ける効率})$$

$\alpha =$ 斜孔列が長手孔列となす角度

$P_1 =$ 長手孔列のピッチ (mm)

$P_2 =$ 斜孔列のピッチ (mm)

50. 焰 筒

i) 平型焰筒の最小厚みは次式に
よつて求める。

$$t = \frac{D p}{2400} \left\{ 1 + \sqrt{1 + \frac{C l}{p(l+D)}} \right\} + 2$$

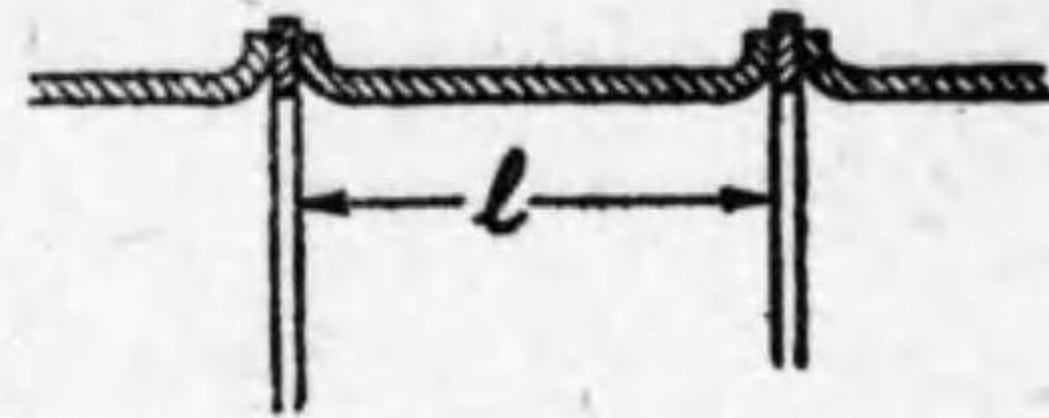
但し $t =$ 板の最小厚 (mm)

$D =$ 焰筒の内徑 (mm)

$p =$ 最高使用壓力 (kg/cm²)

$l =$ 有效支持部の間隔の最大値 (mm)

$C =$ 定數で第11表による。



第54圖

第11表

長手接手の種類	横焰筒	縦焰筒
重ね接手	100	70
突合せ接手, 鍛接又は熔接接手	80	50
継目無, 鍛接又は熔接接手で圓形の歪が直徑の1%以内の場合	75	45

ii) 波型焰筒の最小厚みは次式によつて求める。

$$t = \frac{p D}{1200} + 2$$

但し $t =$ 波型焰筒の最小厚 (mm)

$D =$ 焰筒の最小内徑 (mm)

51. スターの強さの算式

今 $p =$ 最高使用壓力 (kg/cm²)

$a =$ 一個のスターの支える面積 (mm²)

$d =$ スターの最小断面の直徑 (mm)

$A =$ スターの最小断面積 (mm²)

$L =$ 斜スターの長さ又は柁スターの平均長さ (mm)

$H =$ 斜スター又は柁スターの一端中央部から平面板に垂
直の長さ (mm) とすれば

柁スター並びに旋螺スターの直徑

$$d = \sqrt{\frac{a p}{150}}$$

スター管の場合には

$$A = \frac{a p}{950}$$

斜ステーの場合には

$$A = \frac{L}{H} \times \frac{ap}{95\delta}$$

直ステーの場合には

$$A = \frac{L}{H} \times \frac{ap}{85\delta}$$

上式中 δ の値は日本標準規格

第22號罐用壓延鋼材、棒鋼第1

種及び鋼板第1種第4種を用ふる時は $\delta = 7.5 \text{ kg/mm}^2$

日本標準規格第22號罐用壓延鋼材、棒鋼第2種及び鋼板第2種を

用ふる場合は $\delta = 8.0 \text{ kg/mm}^2$

ステー管に対しては $\delta = 5.0 \text{ kg/mm}^2$ をとる。

52 人 孔

罐胴に人孔を設ける場合には補強環等を用いて補強する必要がある。罐胴長手方向に於ける補強環の正味断面積は、其断面に於ける罐胴切欠き部分の断面積以上であることを要する。即ち第56圖に於て、

$t(W_e + 2d) < 2t'(a - d)$ でなければ

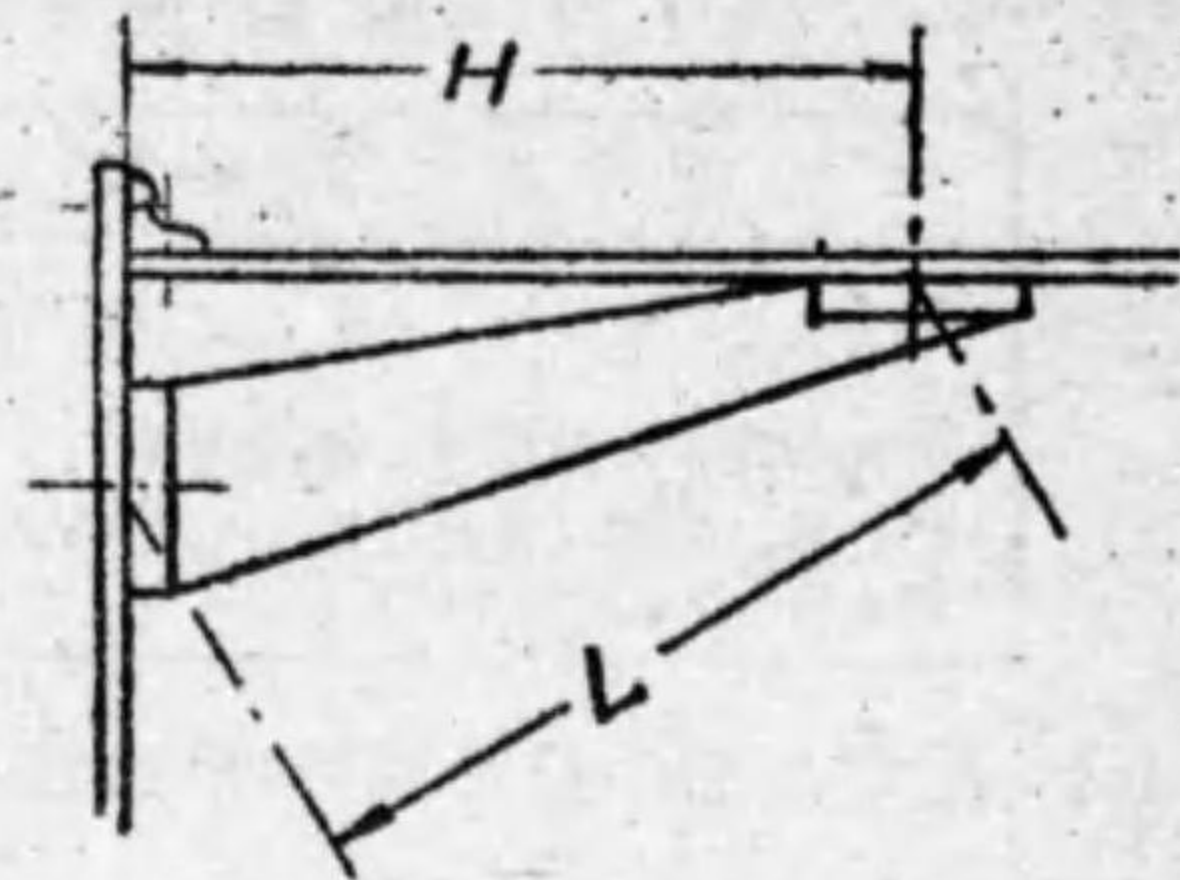
ならない。第57圖の如く補強環がフ

ランジを有するときは、その厚さの

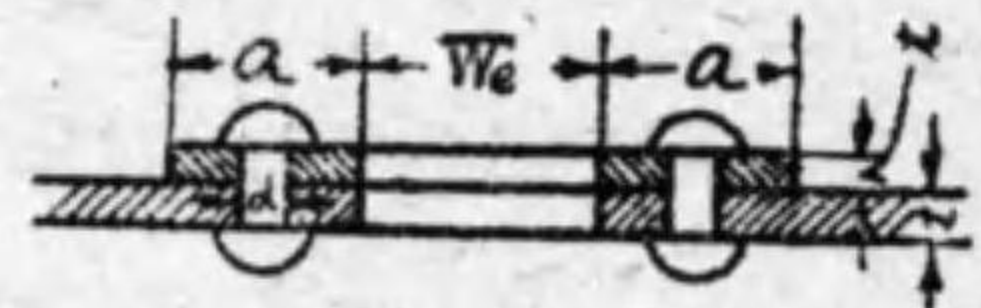
3倍の高さまでを補強に有効な断面積

と見做す故 $t(W_e + 2d) < 2t'(a +$

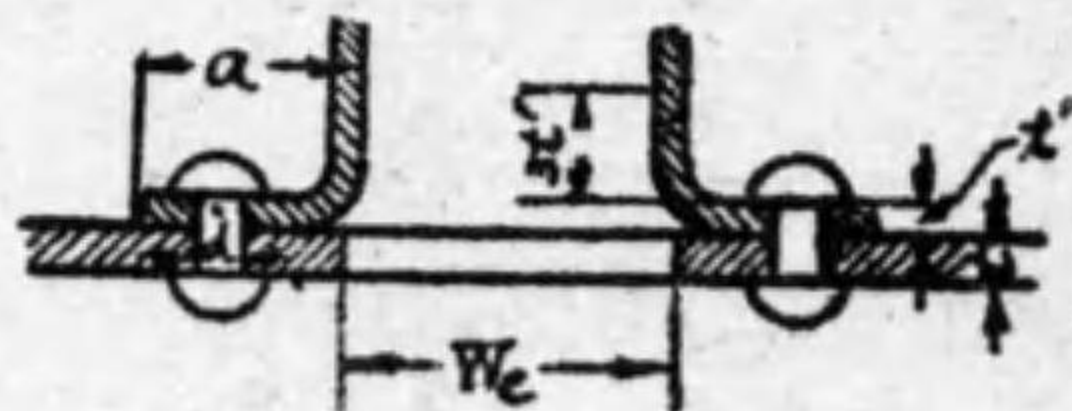
$3t' - d)$ となる。第58圖の如く鏡板



第55圖

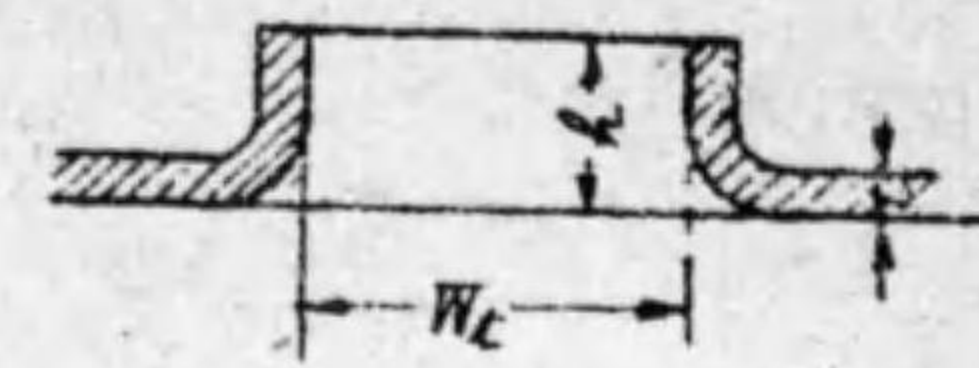


第56圖



第57圖

に人孔を設ける場合には補強環の代りに次の式によつて求められたる鏝を出して置く。



第58圖

$$h = \sqrt{tW_e}$$

但し h = 板の外面からの鏝の高さ (mm)

W_e = 孔の短徑 (mm)

t = 鏡板の最小厚 (mm)

人孔以外の検査孔、泥孔等にも長徑 150mm を超えるものに対しては上の算式にて計算する。

53. 管類の最小厚を求むる式

i) 煙管 ($p \leq 25 \text{ kg/cm}^2$ の場合)

t = 管の最小厚 (mm)

d = 管の外徑 (mm)

$$t = \frac{pd}{700} + 1.5$$

ii) 水管

d_i = 管の内徑 (mm) とすれば

$$t = \frac{pd_i}{1000} + 1.5$$

焔に接する水管の厚さは上式で求められるものより大きくするもよい。

iii) 過熱管 (蒸気温度が 400°C を超えない時)

$$t = \frac{pd_i}{600} + 1.5$$

iv) 蒸汽管

$$t = \frac{pd_1}{1000} + 2$$

v) 給水管

$$t = \frac{pd_1}{800} + 2$$

54. 水 圧 試 験

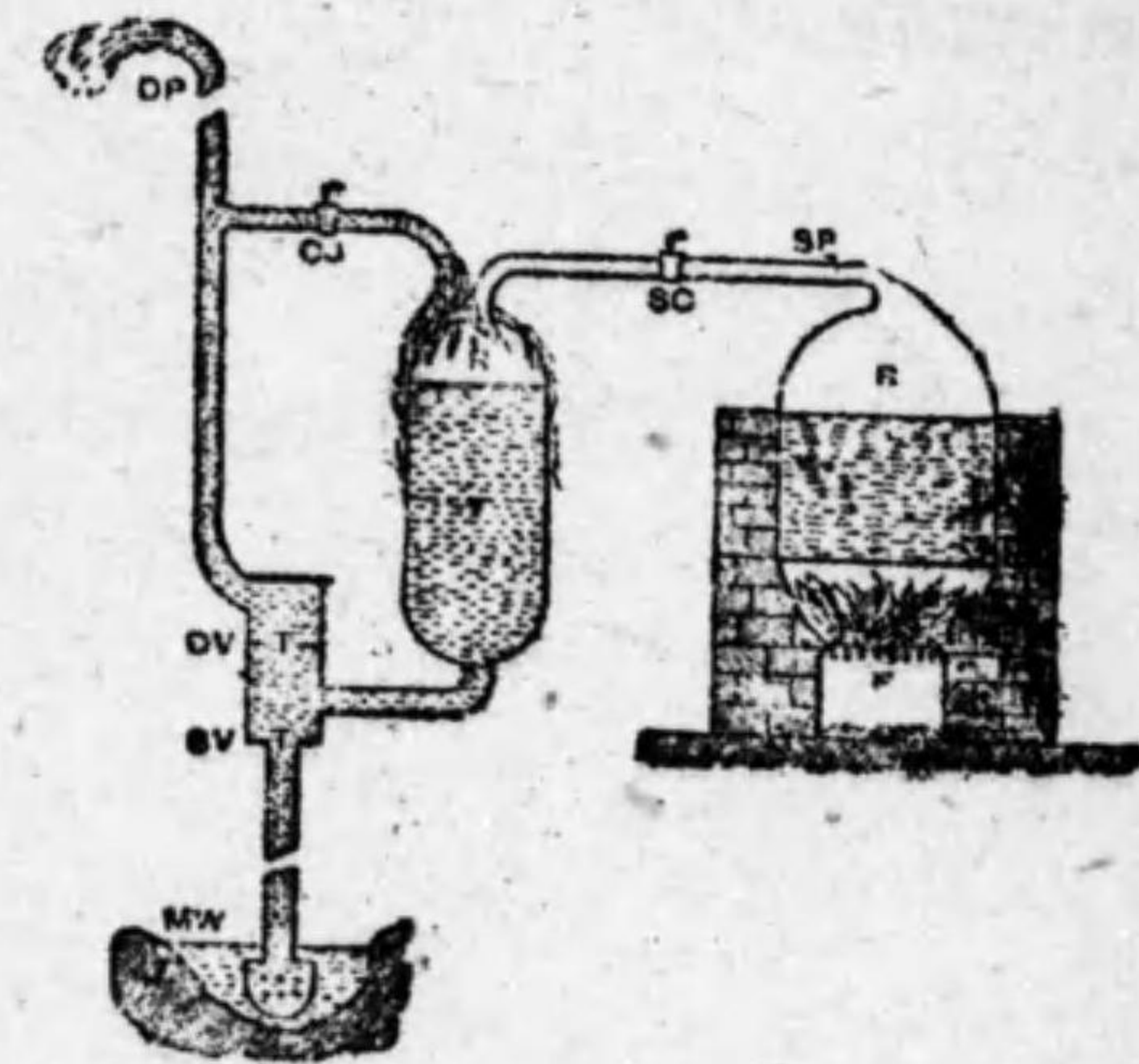
蒸汽罐製作の後は其最高使用圧力の1.3倍に $3\text{kg}/\text{cm}^2$ を加へた壓力で水壓試験を行はなければならない。熔接した罐胴は組立前最高使用壓力の1.5倍に $3\text{kg}/\text{cm}^2$ を加へた壓力で、水壓試験を行はなければならない。水壓試験に合格した蒸汽罐には見易い箇所に水壓試験壓力及び試験施行の年月日を記入するものである。

第三編 蒸 汽 機 關

第一章 概 要

55. 蒸汽機關の發達

蒸汽機關の原型は1698年英人セバリー氏 (Savery) によつて發明せられたる鑛山用蒸汽唧筒である。第59圖はセバリー式唧筒の略圖である。蒸汽管 SP のコック SC を開けば罐 B 内に出來た蒸汽は唧筒室 R に入し、室内の水を排出弁 DV を押し上げて排出管 DP に排出する。次にコック SC を閉じコック CJ を開けば排出管の水が R 室の外周に流れかゝり室内の蒸汽を凝結させ

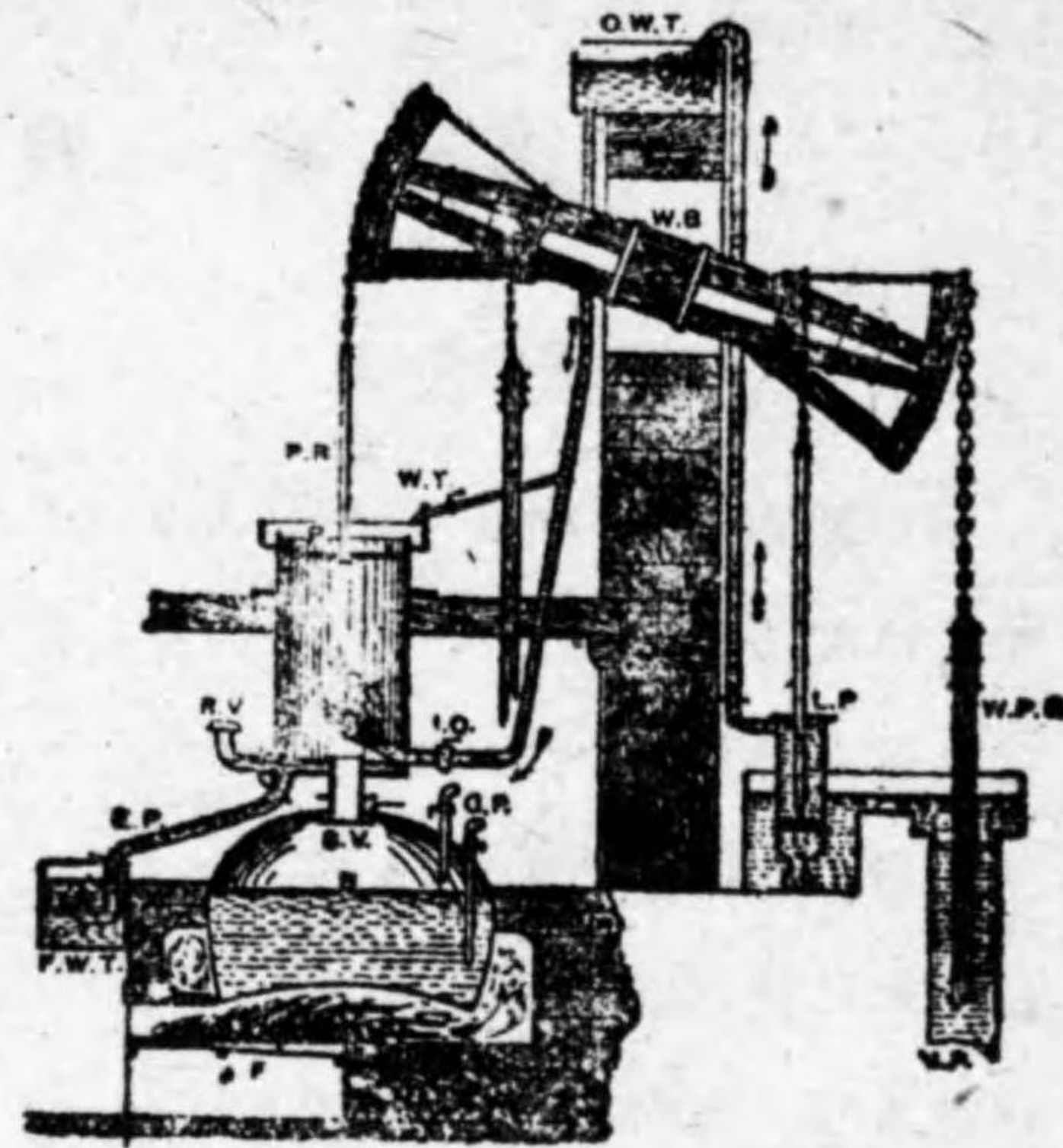


第 59 圖 セバリー式唧筒

る。室内の蒸汽が凝結すれば R 室内に真空を生ずる故吸込弁 SV を開きて水は R 室内に吸ひ込まれる。

1705年にニューコメン (T. Newcomen) がピストンの有る蒸汽機關の特許を得て以來、大いに實用に使はれた。第60圖はニューコメン機關の略圖を示す。罐 B の直上に汽箱 C を据へ蒸汽弁 S.V. を開

いて蒸気を汽筒の中に時々導く。汽筒にはピストンPが嵌り、棒P.R.により横梁W.B.に連結してゐる。蒸気が進入してピストンが上昇すれば横梁は圖の位置に傾く。次にコックI.C.を開けば冷水タンクC.W.T.よりの水は汽筒内に噴射し汽筒内に真空が出来る。する



第60圖 ニューコメン機関

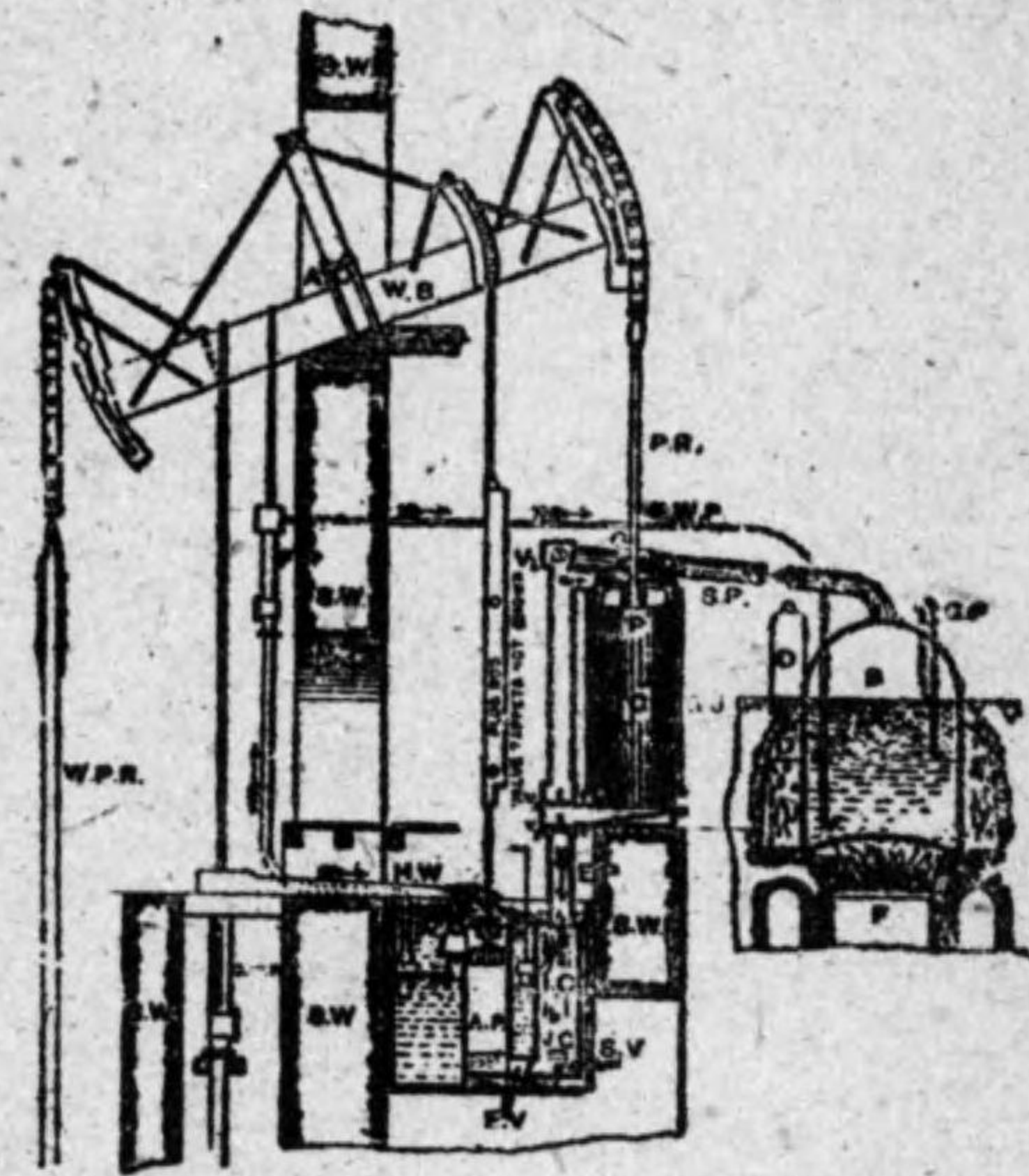
とピストンPの上に加はる大氣壓の爲にピストンは押し下げられ横梁W.B.の右端を引き上げる。ピストンPの上面にはコックW.T.を時々開いて水層を作り汽筒中に空氣の竄入するを防ぐ。横梁W.B.の右端に下げた棒W.P.R.は唧筒の唧子に連り、此の棒の上下運動によりて深井の水を汲み上げる。ピストンPの面積を大きくすれば之に加はる大氣壓が増す故、相當高くまで水を揚げる事が出来た。

此の頃は蒸気罐の製作技術が頗る幼稚であつて、蒸気壓は僅かに大氣壓を超えるに過ぎなかつた。従つて是等のポンプは蒸気壓を利用すると言ふよりも、寧ろ凝結による真空を利用するものであつたので之を大氣壓機関と稱す。けれど此のニューコメン機関は其の後ワットが現はれるまで約60年間炭坑に於ける唯一の原動機として用

ひられたものである。

1763年頃グラスゴー大學のニューコメン機関を修繕をして居たジェームスワットは此の機関に種々の缺點がある事を認め、之の改良研究に没頭することになつた。即ち汽筒は蒸気を入れて熱したり、冷水を入れて冷したりして熱の大部分を無益に損失し、燃料の消費が夥しくなることを發見した。此の救済策として凝結器を取り付け汽

筒内で直接冷水を掛けることを止めた。又汽筒を冷却する事の不利であることを考へ、不導體で其の外周を包むか、或ひは蒸気温套を設けて絶えず外方から温める事にした。かくして1765年ワットの單働機関を創案したのである。第61圖はワット單働機関である。汽筒



第61圖 ワット單働機関

Cの外周に薄幅の蒸気温套Sjを設け汽筒を温める。汽筒の左方には辨室を取付け辨V₁, V₂, V₃を備へてゐる。ピストンPが上端にある時、辨V₁及びV₃を開けば汽筒C内の蒸気は下方の凝結器jCに入り凝結して、ピストンPの下側に真空が出来ると共に上側にはV₁辨を経て蒸気が這入つて来てピストンPを押し下げる。ピスト

ンが下端に達する時に弁 V_1, V_2 を閉ちて弁 V_3 を開けば、汽筒の上側に充てる蒸気は V_3 弁を経て汽筒の下側に移り、之と同時にピストン P は横梁 W.B. の左端に附してある主要唧筒の唧子桿 W.P.R. の重みによつて引き上げられ、汽筒の上端に達す。凝結器 J.C. 内に溜る水及び空気は空気ポンプ A.P. によりて湯壺 H.W. に送り込まれる。給水ポンプ F.P. は湯壺の水を汲み上げて罐 B に給水し、冷水用ポンプ C.W.P. は凝結器用の水を汲み上げるものである。

此の単働機関に於てはピストンが下降する時にのみ蒸気圧がピストンの面に働くものであるが、其の後十数年を経て 1783 年にワットは複働機関を構成した。之はピストンの上昇、下降共に蒸気圧が働く様に仕掛けたものである。尙此の機関ではピストンの全行程に對し蒸気を供給するものでなく、少量の蒸気を用ひて澤山の仕事をさせることに成功したのである。

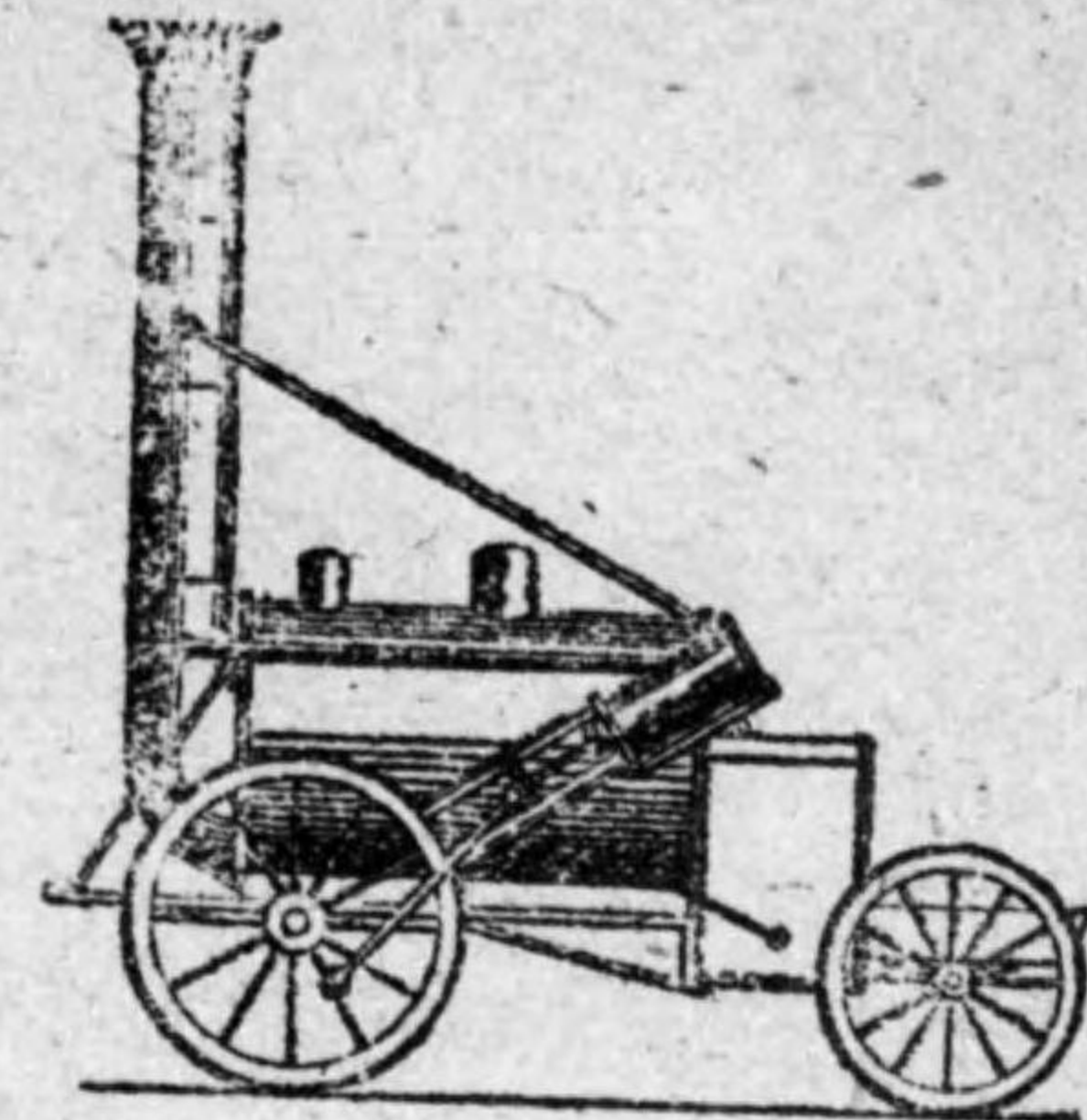
ワット氏は高壓蒸気を用ひれば有利なる事は知つてゐたが、當時は汽罐の製作が幼稚であり、又機関の工作が拙劣であつた爲め、高壓の蒸気を使用することは出来なかつたので、凝結器、空気ポンプを備へ蒸気の膨脹度を増すことに努めたのである。故に當時の機関は全部凝結機関であつた。

其の後 1800 年にトレヴィシックは此の機関を用ひて車を動かそうとした。其の時冷却水を得難いので凝結器のない所謂不凝結機関が作られ、高壓の蒸気を使用せなければならない必要に迫られ、罐や機関の構造も段々と改良せられた。

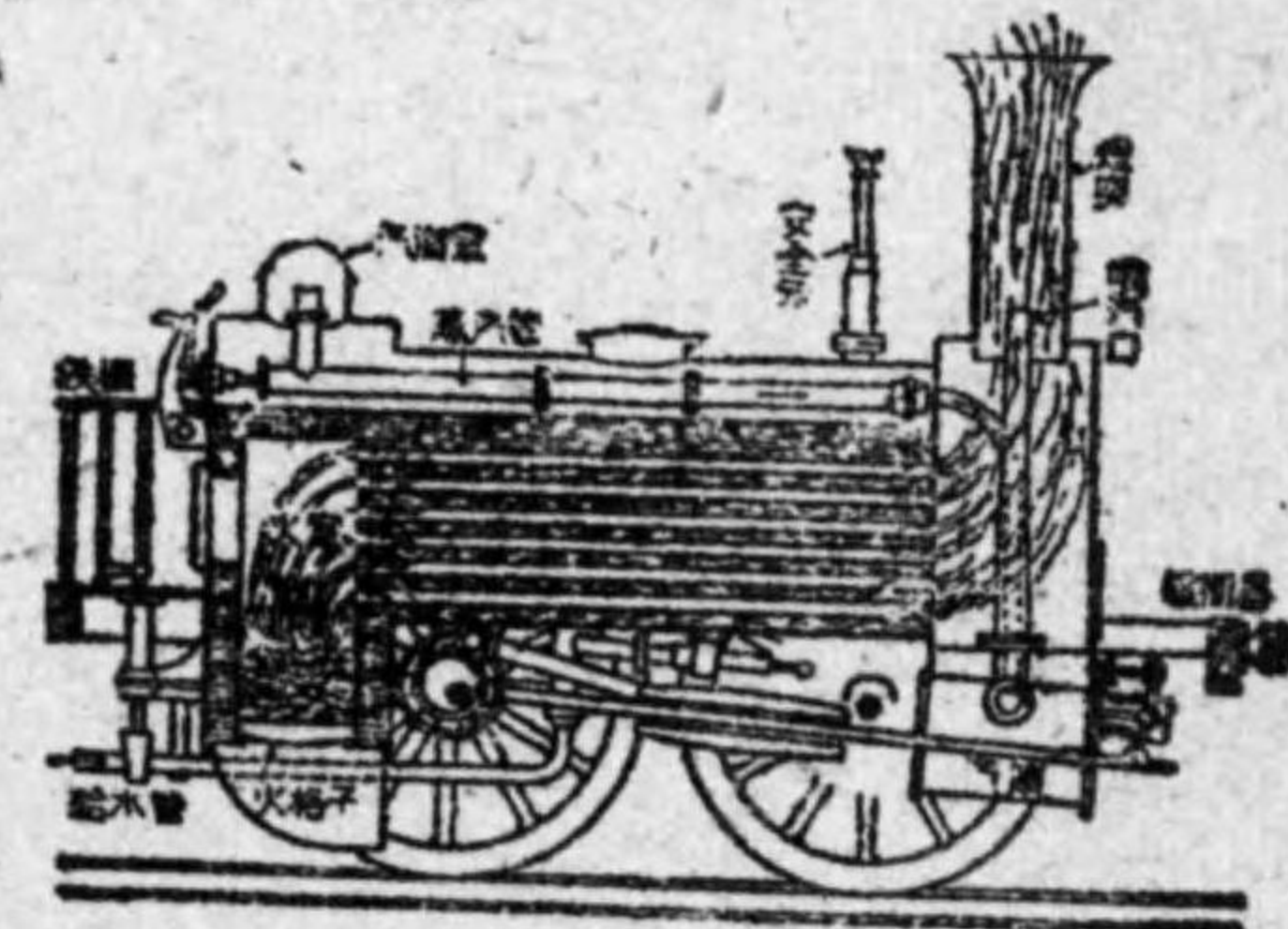
其の後蒸気の壓力が高くなるに従ひ、之を有効に膨脹させる爲に

1781年ホーンブローフは大
小二個の汽筒を採用して、
複式膨脹機関の先驅をなした。

1802年にトレヴィシック
は車に應用してロンドン市
の道路上を走らせたが、蒸
汽機関車として完成したのは
1829年スチブソンを以て嚆矢となす。彼はリバプール・マンチエスター間の
鐵道が開業された時、賞金
500 磅の懸賞に應じ第62圖
に示す如きロケット號と命名する
汽車を創造して、46
km/hr の速度を出し當選
したのである。又其の子ス



第 62 圖 ロケット號



第 63 圖 初期の機關車

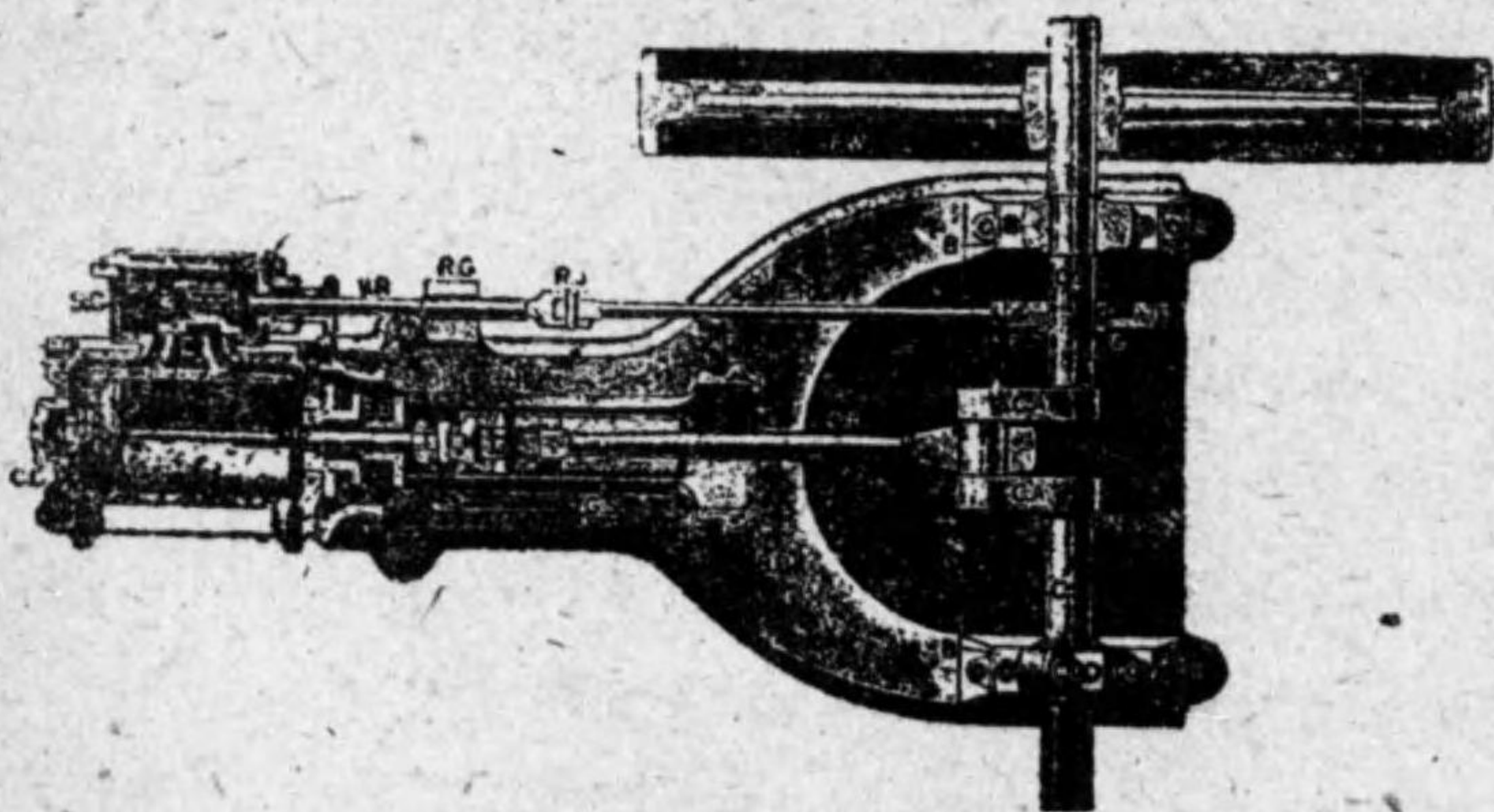
チブソンも大いに研究を續け 1833 年には第 63 圖に示す如き殆ど現在の機關車に比して損色なきものを完成したのである。

蒸気機関を船用に用ひたのは 1802 年シムントンが最初であるが、實用化されたのは 1807 年フルトンが外輪船に應用成功してからである。其の後スチブソンは螺旋推進器を使用して、現在のやうな汽船を作ることに成功した。1850 年頃には軍艦にも應用せられた。

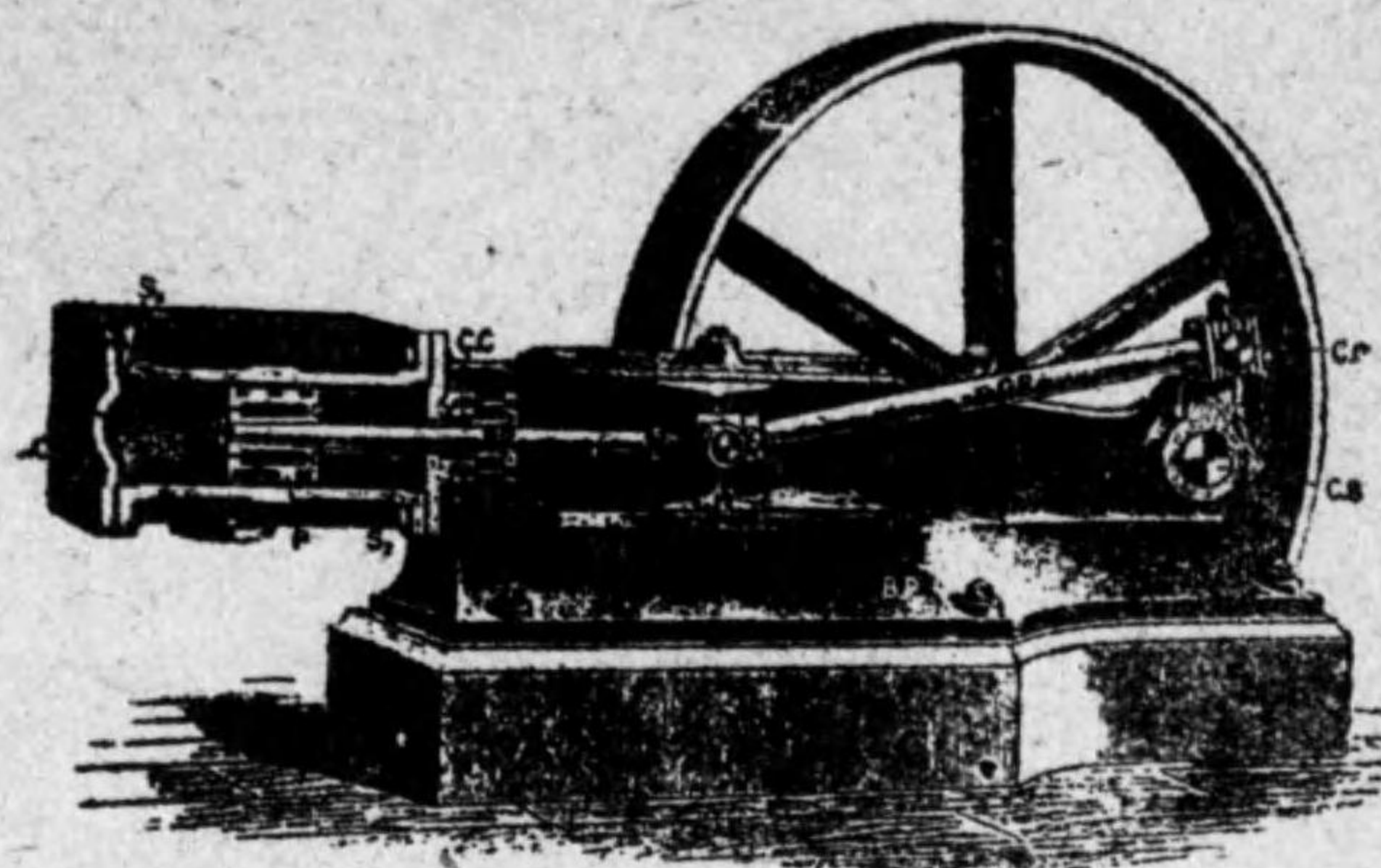
斯くして蒸気機関は其の源をポンプ機械に發し、十九世紀中葉以後の發展は實に目覺しく、諸工場用原動力は勿論機關車、及び船舶用原動機として唯一獨歩の地位を得たのである。

56. 蒸気機関各部の名稱

第64圖及び第65圖は蒸気機関の中で構造が尤も簡単な單汽筒横型機関の断面圖である。汽筒C内を往復するピストンPに連結せられてゐるピストン桿 P.R. が汽筒壁を貫く部分には填物函 S.B. がある。此の函の中に詰めた油に浸した木綿・麻又は軟い合金の輪より成る填物によつて蒸汽の流出又は空氣の侵入を防いでゐる。ピストン桿の端はクロス・ヘッド C.H. に固定されてゐる。クロス・ヘッドには滑靴を備へ 是の滑靴が機関の臺盤 B.P. に設けたる案内面 G.S. に沿つて左右に摺動する。クロス・ヘッドにはガチョンピン G が嵌入されて居り、之に連桿 C.R. の小端を取付け、連桿の他端は太端



第64圖 單汽筒横型機関平面圖

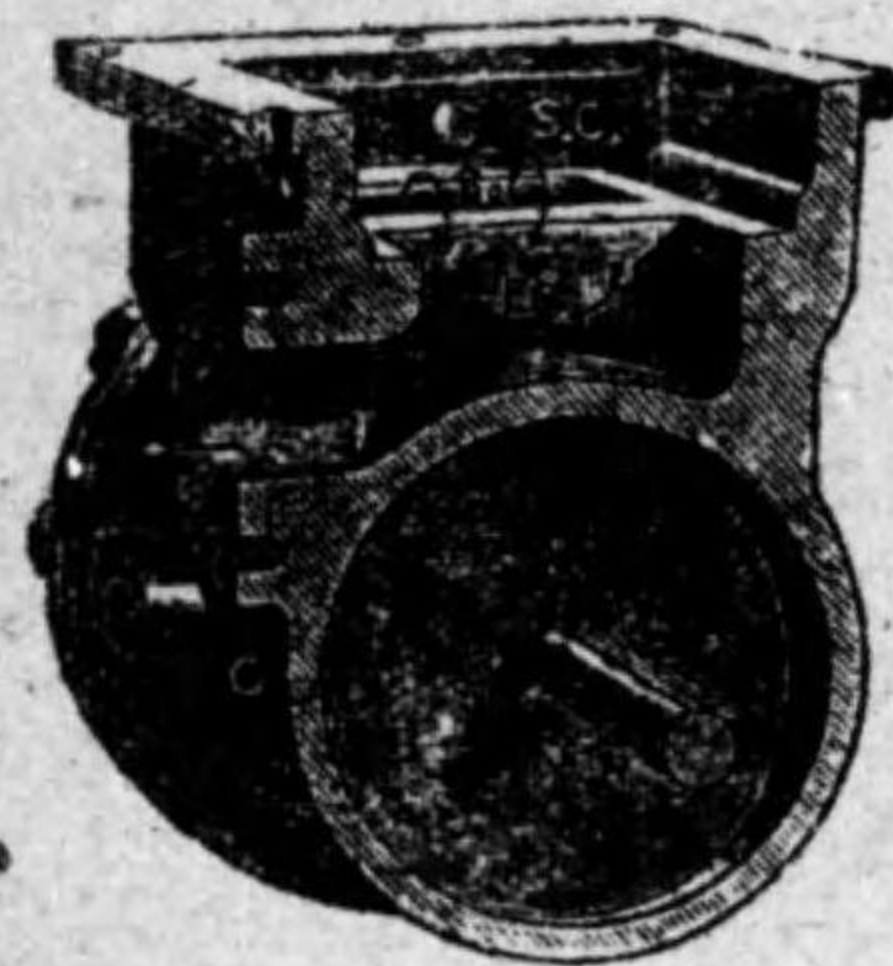


第65圖 單汽筒横型機関正面圖

と言ひ、クランクピン C.P. を嵌めてクランク腕 C.A. 及びクランク軸 C.S. に連結せられてゐる。クランク軸はクランク軸承 B 及び B によつて支持せられてゐる。クランク軸中心は汽筒軸即ちピストン桿中心線の延長線上にある。ピストンが左端又は右端にある時は、クランク・ピン中心は氣筒中心線上にあつて、ピストン桿、連桿、クランク腕は一直線をなす。この時を機関が内死點或ひは外死點の位置にあると言ふ。クランク・ピン中心とクランク軸中心との距離 r をクランク半径と言ふ。ピストンの左右に動く距離 S を行程と言ふが、 $S=2r$ である。はづみ車 F.W. はクランク軸に取付けてある直径の大なる肉厚き車にして、クランク軸の廻轉速度を一様に調節する役目をなすものである。クランク軸の一部に偏心内輪 D が固定されこれを偏心外輪 F.S. が抱いてゐる。偏心外輪に偏心桿 E.R. が固定され、其の他端は接手 R.J. によつて更に辨桿 V.R. に接合せられてゐる。辨桿 V.R. は填物孔を経て蒸汽室 S.C. に進入し、辨桿の先端に

滑り辨 S.V. を取り付けてある。

偏心内輪の中心とクランク軸中心との距離 m を偏心距離と言ひ、辨の左右に動く行程は $2m$ である。偏心装置及び滑り辨の取付を側面より見たる圖を第66圖に示す。滑り辨 S.V. が第64圖及び第66圖の位置にある時は蒸汽室 S.C. の蒸汽が左方の蒸汽門 S_1 から汽笛 C の左側に進入して汽笛内のピストン P を右方に押しやる。此の際汽笛 C の右側に充ちてゐた廢汽は右方の蒸



第67圖 汽笛及び蒸汽室断面

汽門 S_2 から出て滑り辨 S.V. の裏面を通り汽笛の廢汽門 E を經て吐出される。第67圖は蒸汽門 S_2 から出た廢汽が廢汽門 E を通りて汽笛外へ逸出する有様を示す。

57. 蒸汽機關の分類

型式によれば次の2種に大別される。

横 型 機 関

豎 型 機 関

横型機關とは汽笛中心線が水平になる様に据付けられるもので、



第66圖 滑 辨 機 関

廣い床面を必要とするが座り具合が安定であり、取扱に便利であるから工場用の機關は何れも横型に造る。豎型機關は汽笛中心線が垂直になる様に据付けられるもの故、床面を多く要せないから、船舶の機關室の如き手狭な場所に据えるに適する。

用途によれば次の如く分類される。

陸上据付機關

機關車用機關

船 用 機 関

陸上据付機關はさらに次の如く分け得られる。

工 場 機 関

發 電 機 関

ボ ン プ 機 関

壓 縮 機 関

蒸汽の使ひ方によれば

凝 結 機 関

不凝結機關

蒸汽の膨脹の度数によれば

單 汽 笛 機 関

複 式 機 関

三 段 膨 脹 機 関

四 段 膨 脹 機 関

辨機構の種類によれば

滑 り 辨 機 関

ドロップ弁機関

コーリス弁機関

單流機関

第二章 蒸気機関の理論

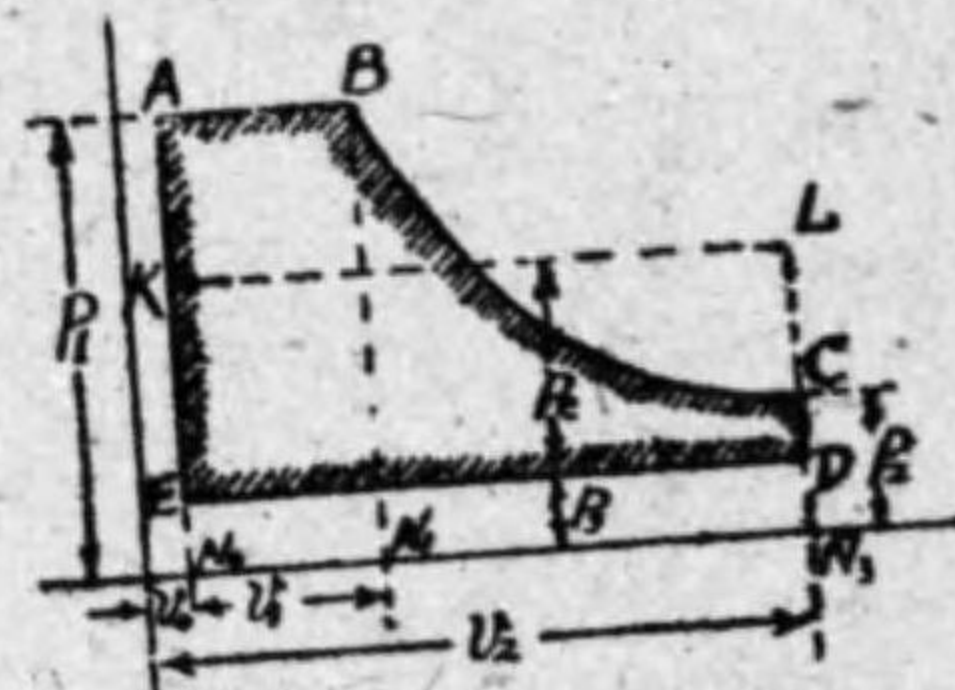
58. 理想的指示線圖

指示線圖とは機関の運轉中に汽筒からインデケーターと稱する器具を用ひて自動的に紙面上に畫かしめる線圖であつて、此の圖により汽筒内に於ける蒸気の壓力及び容積の變化する有様又は機関の運轉の状態を判断すると共に、ピストンに加はる蒸気の平均有効壓力及び機関の馬力等を算定し得るのである。

今汽筒へ進入する蒸気の具合が理想通りに行はれてゐると假定すれば、其の際に畫く指示線圖は第68圖の如くなる。圖に於て N_0N_1 の長さは

ピストンの行程を表し N_0 はピストンが左端に在る位置を示す。此の時汽筒へ蒸気が進入するが其の壓力 P_1 は N_0A の高さにて表はされる。

此の蒸気の進入につれてピストンは右方に前進行程を初め N_1 點に達する時に汽筒へ進入する蒸気を締め切り、残りの行程 N_1N_2 は B 點にて表はされる蒸気即ち壓力 P_2 容積 v_1 の蒸気が膨脹すること



第68圖 理想的指示線圖

によつて仕送られるのである。此の膨脹の有様は BC 曲線にて表はされピストンが右端 N_2 に達したる時には蒸気は終壓 P_3 容積 v_2 となり、 C 點にて表はされる。

此の膨脹線 BC の形は蒸気の膨脹の具合によりて定まるものであり、學者により種々に研究されてゐる。

かくしてピストンが N_2 に達すれば前進行程は終り、廢汽門を開いて汽筒内の蒸気を放出し初める故、急に其の壓力が P_3 より P_4 に落下する。次にピストンが復行程をなす間は、廢汽門を開いて廢汽を排出する故壓力は P_4 の儘容積は v_2 より漸次減少し、遂に左端 N_0 に達する時には v_0 となり、此の排出の状況は DE 線にて表はされる。復行程を終り N_0 に達すれば廢汽門を閉じて再び蒸気門を開く故、汽筒に蒸気が進入して其の壓力が P_4 より P_1 に昇り、垂直線 EA で示す變化を行ふ。

ピストンが前進行程をなす間に、ピストンは蒸気に押されて面積 $N_0ABCN_2N_0$ で表はすだけの仕事を受け取り、復行程の際に蒸気を押し出す爲に面積 DEN_2N_0D で表はすだけの仕事を費やさなければならぬ。依つて一往復をなす間にピストンが、其の左側の蒸気から受け取る正味の仕事量は指示線圖の面積 $ABCDEA$ で表はされる。

59. 實際の指示線圖

汽筒から實際に取つた指示線圖は理想的指示線圖とは、幾分其の形を異にし第69圖の實線にて示す如き形となる。

先づ汽筒に進入する蒸気の初壓 P_1 は汽罐より機關へ來る迄には蒸

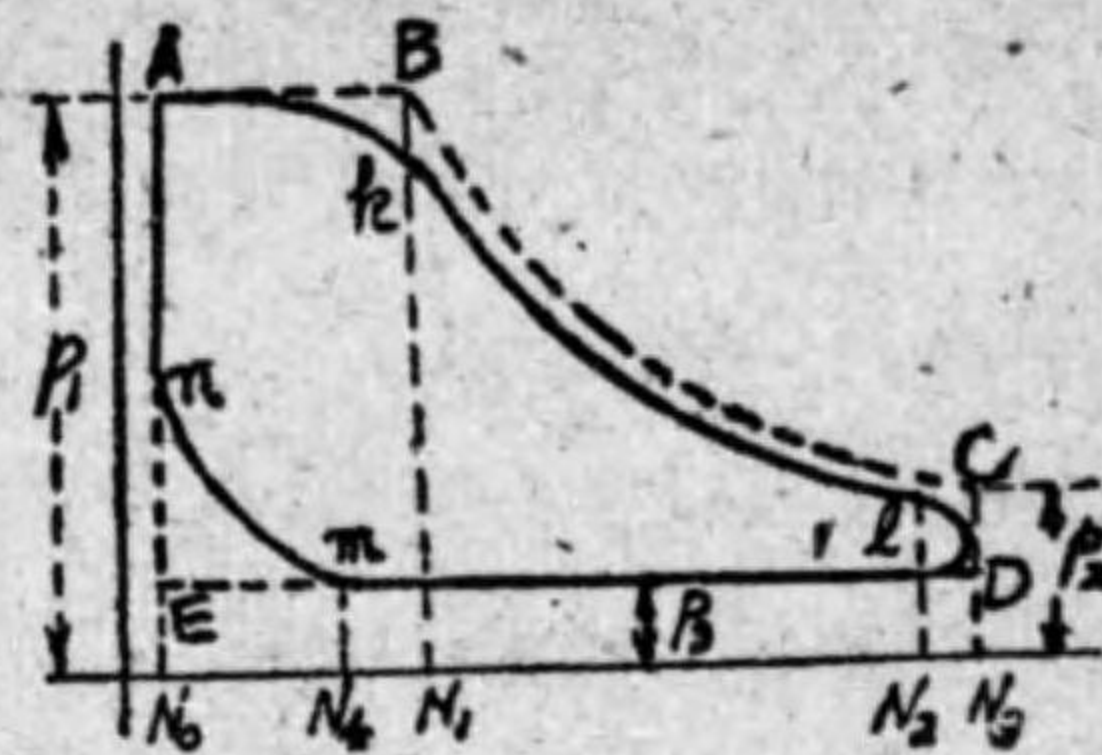
汽管中の抵抗、又は熱の輻射傳導等により其の一部は凝結して罐の壓力よりは減少する。即ち汽罐の壓力を $p(\text{kg/cm}^2)$ とすれば

$$p_i = p - 0.25 \text{ kg/cm}^2$$

(小型機関)

$$p_i = p - (0.5 \sim 1.0) \text{ kg/cm}^2 \text{ (大型機関)}$$

となる。次にピストンが動き出して蒸気が汽管へ進入するのであるが、蒸気弁は瞬間に開くものではなく又ピストンが締切點Bに達した時も直ちに蒸気弁は閉づるものではなく、それより以前に摺動して徐々に蒸気門を狭める故、蒸気は段々に通り難くなり其の壓力が落ちてABで表はされる可きものがAkの如き先き下りの曲線となる。斯くの如き現象を蒸気の無駄紋りと言ふ。膨脹前の蒸気壓力が理想的のものより Bk で示すだけ落ちてゐる故、膨脹曲線も kl で示され終壓 p_2 は不凝結機関では $1.5 \sim 1.7 \text{ kg/cm}^2$ 、凝結機関では $0.6 \sim 1.0 \text{ kg/cm}^2$ まで膨脹させる。尙實際の機関にてはピストンが右端に達する以前 N_2 に於て廢汽門を開き蒸気を吐き出す故 CD 直線の代りに lD 曲線となる。ピストンが復行程をなす際の脊壓 P_2 は不凝結機関にては $1.15 \sim 1.2 \text{ kg/cm}^2$ 、凝結機関にては 0.2 kg/cm^2 位の價であり、ピストンが N_4 に歸るまでは一樣であるが N_4 に來れば廢汽門は閉ざされる故、廢汽は逃げ路を失ひ汽管内に於て壓縮せられ、曲線 mn で示す通りに壓力は上昇し、ピストンが左端に突き當るのを防ぐ。

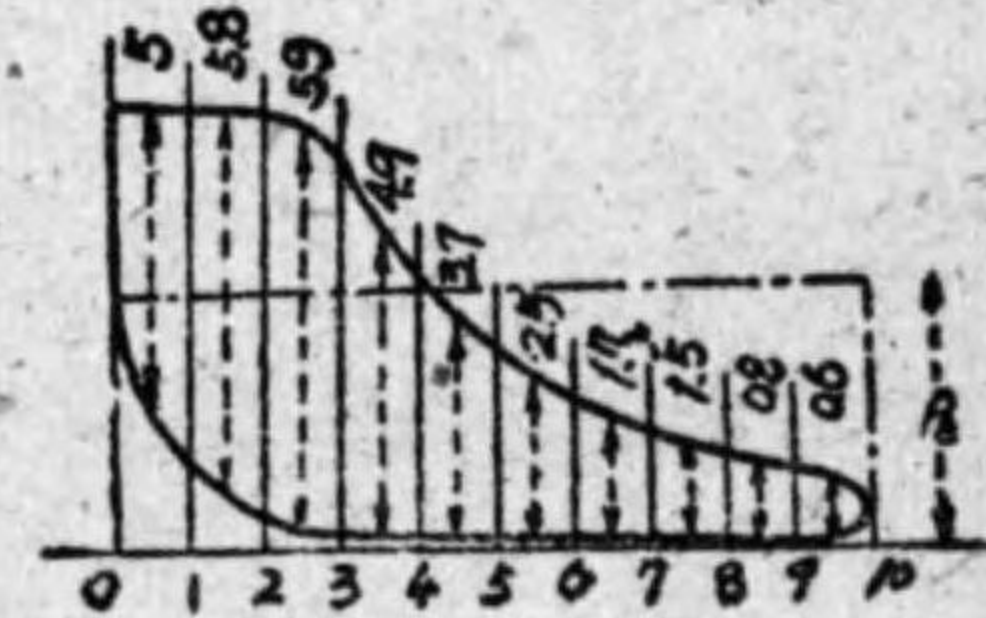


第 59 圖 實際の指示線圖

斯くの如く實際の指示線圖は理想的指示線圖よりも、其の面積が小さいが此の比を線圖係數と名付け、平均有効壓力の算定に用ひられ其の價は $0.8 \sim 0.9$ 位である。

60. 平均有効壓力

機関の馬力數は第68圖の面積 ABCDEA によつて表はされるのであるから、此の面積を測面器にて測れば良いが、又此の面積と等しい矩形 DEKL を造り得たとして、其の高さ p_e を知れば $P_e \times ED$ にて簡単に此の足袋形の面積を知り得る。斯くの如き p_e を平均有効壓力と言ひ、一行程中ピストンを p_e の壓力にて押し進めたものと假定し得るのである。即ち指示線圖の平均の高さである。



第 70 圖

り、第70圖に於て示す如く線圖を長さの方向で十等分して、更に其の一つの中央を壓力の尺度で測つた高さの總和を十等分すれば求められる。

$$P_e = \frac{5 + 5.8 + 5.9 + 4.9 + 3.7 + 2.5 + 1.7 + 1.5 + 0.8 + 0.6}{10} \\ = 3.24 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

61. 蒸気機関の馬力

蒸気機関の大きさを表はすには、馬力なる言葉を用ふるが此の馬力には指示馬力と正味馬力とがある。

指示馬力とは指示線圖の面積にて表はされる馬力であり、汽管内

に於て蒸気がピストンに與へる馬力である。蒸気は指示馬力だけの仕事をピストンに傳へるのであるが、此の中ピストンと汽筒、ピストン桿と填



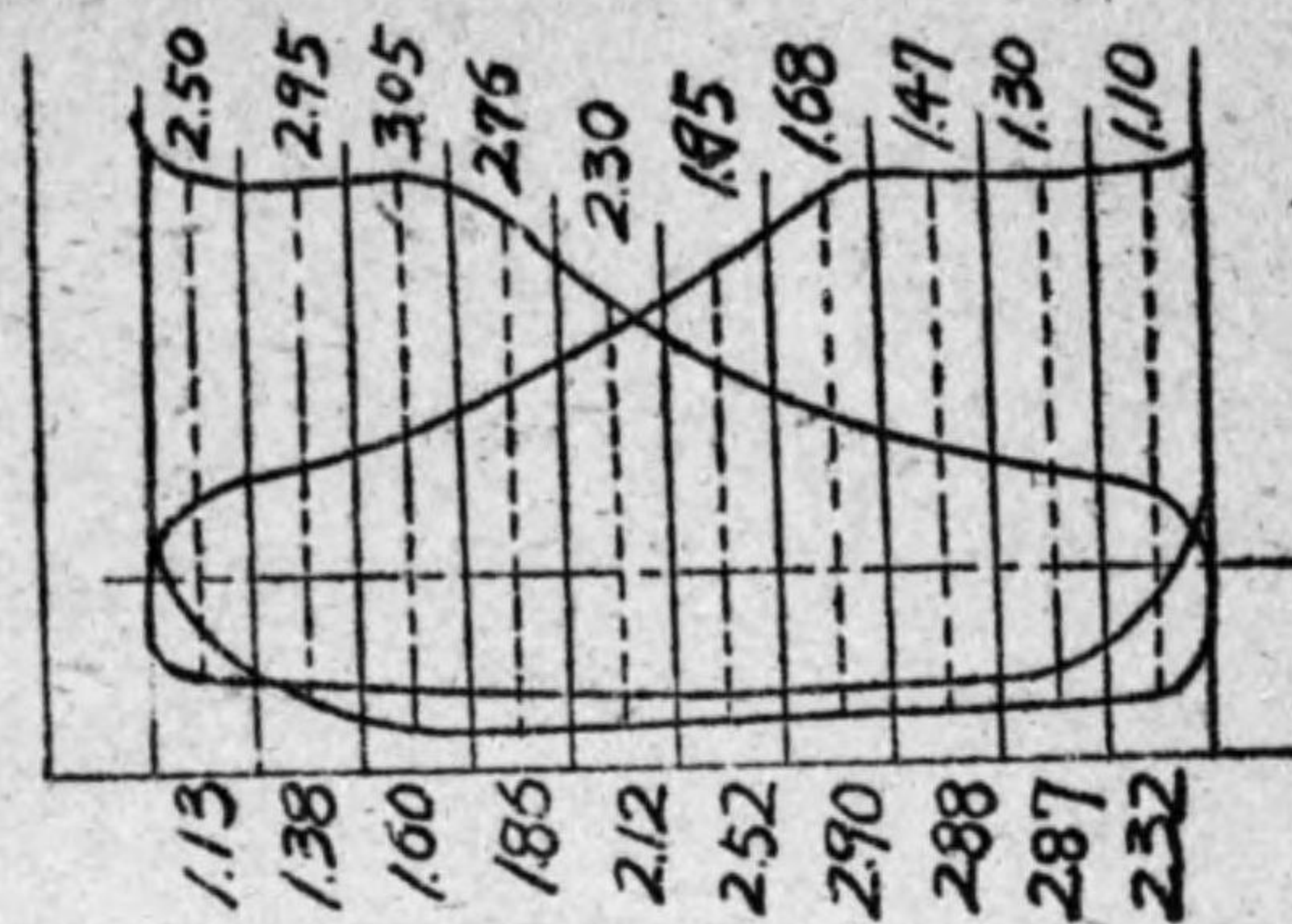
第 71 圖

物、滑靴と案内面、ガジョン・ピンと連桿小端、クランク・ピンと連桿太端、クランク軸と軸承等が摩擦をする爲、又辨装置、调速機等を運轉する爲に多少費され、指示馬力全部が有効に利用せられるのではない。即ち有効に利用せられる正味馬力は機關軸へ動力計を取付けて測定し得られるが指示馬力より小さい。此の差は上述の機械的損失であり摩擦馬力とも言はれる。又正味馬力と指示馬力の比を此の機關の機械効率と稱へ0.8~0.9の價を取つてゐる。此の價の大なる程機關の工作が精密である事を表はすものであるが、決して1以上の價を取る事はない。

● 指示馬力 或機關より取つた指示線圖が第71圖の如くであるとす。第70圖に述べた方法により、左右別々に平均有効壓力を見出し、此等を更に平均して其の價を $p, \text{kg/cm}^2$ とする。ピストンの面積を $A \text{cm}^2$ とし其の行程を L 米とすれば、ピストンの面上に受ける蒸気の壓力は $p \cdot AL$ 呎であり一行程毎にピストンの受ける仕事量は $p \cdot AL$ 呎米である。二行程即ち一往復、クランク軸の一廻轉する間には $2p \cdot AL$ 呎米の仕事量を受け取る。今此の機關の毎分廻轉數を N とすれば一分間には $2p \cdot ALN$ 呎米の仕事を受取る。之を馬力にて示せば $\frac{2p \cdot ALN}{60 \times 75}$ となる。指示馬力を N_i にて表はせば $N_i = \frac{2p \cdot ALN}{4500}$

となる。

【問】 汽筒の直徑40
 釐、ピストンの行程80釐、クランク軸の廻轉數毎分120の凝結機關から取つた指示線圖が第72圖の如くである時、此の機關



第 72 圖

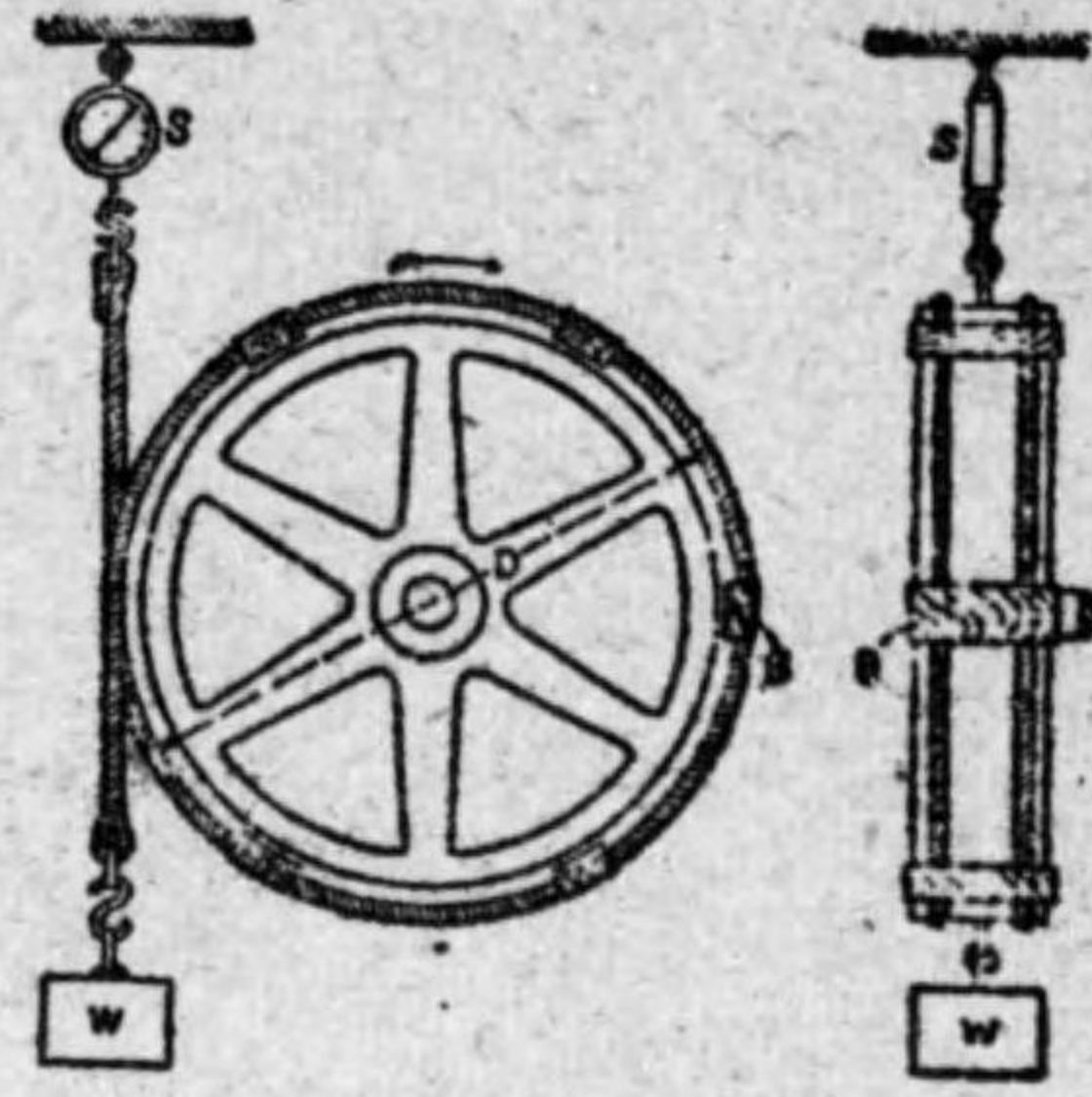
の指示馬力は何程か。又機械効率を85%とすれば正味馬力は何程か。

【問】 單働蒸気機關の汽筒の直徑300釐、ピストンの行程700釐、毎分廻轉數100にして、指示線圖は第70圖の如し此の機關の指示馬力を求めよ。

正味馬力 クランク軸に荷重をかけないで、機關を平常運轉と同様の速さにて空廻しをやらせてゐる時に、指示線圖を取れば此の指示線圖の面積は摩擦馬力を表はす故、 N_i より摩擦馬力を引きされば正味馬力 N_e を知ることが出来る。

又正味馬力は動力計を用ひて直接測定する事が出来る。動力計には摩擦制動機、電氣制動機、水力制動機の如き吸收動力計及び捻り動力計と言ふ傳達動力計がある。今摩擦制動機を用ひて機關の正味馬力を求めよう。第73圖に示すは綱ブレーキと言ふものであつて、はすみ車の周圍に綱を巻きつけ、綱の一端は天井に固着して其の中間に發條天秤を挿入し、他端には W の重量を釣り下げ、綱には數ヶ所に木片 B を取付け、はすみ車の周圍に摩擦を與ふる装置であ

る。はずみ車が廻轉しない時は發條天秤 S には重さ W と同じ目盛が表はれてゐるが、廻轉をすると木片 B と車周との摩擦の爲に W の大部分は吸収されて發條天秤の読みは、其の差 w のみが表はれる。即ち (W-w) 疋が摩擦力になつたのである。はずみ車の廻轉數を一分間 N 回とし、直徑を D 米とす



第73圖 綱ブレーキ

れば一分間に $\pi DN(W-w)$ 疋米の仕事が摩擦に費される。之を馬力にて示せば $\frac{\pi DN(W-w)}{4500}$ となり、機關の出す仕事は皆摩擦になつた理にて正味馬力 N_b は $N_b = \frac{\pi DN(W-w)}{4500}$ となる。

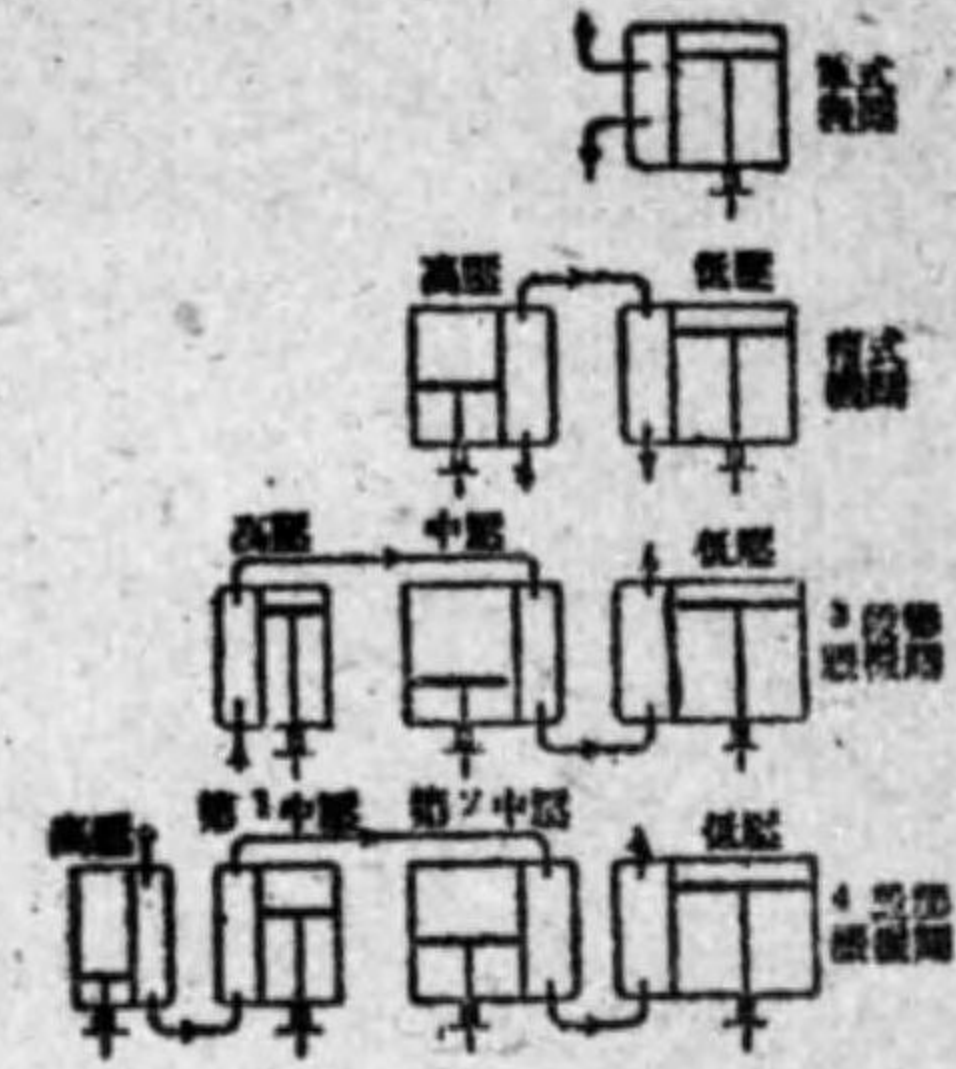
【問】 クランク軸に綱ブレーキをかけて其の動力を測る時、はずみ車の直徑 1.50 米であり車の廻轉數は毎分 100 回であり、綱に 8 疋の重りをかけ發條天秤に 3.5 疋の力が現はれたと言ふ。此の機關の正味馬力は何程か。

62. 多段膨脹機關

高壓の蒸氣を一つの汽筒で一回に膨脹させる代りに、二つ以上の汽筒を用ひ二回以上に區切つて膨脹させるものを多段膨脹機關と言ふ。大小二個の汽筒を用ひて二回に膨脹させるものを複式機關と言ひ、大中小三個の汽筒を用ひて三回に膨脹させるものを三段膨脹機關と言ふ。四回に膨脹させる四段膨脹機關もある。

第74圖には多段膨脹機關の各汽筒の大きさ汽筒の名稱を記す。

機關を多段膨脹式にすると次の様な利益がある。第一に蒸氣は罐で成る可く高壓に作り之を出來得る丈膨脹させる方が熱効率を高めるものであるが、單一の汽筒にて蒸氣を高度に膨脹させれば、膨脹の前後に於ける温度の差甚



第74圖 多段膨脹機關

だしく汽筒内で復水を起す缺點がある。然し二個以上の汽筒を用ひて膨脹を二段以上に行へば、各汽筒に於ける蒸氣の膨脹範圍が單汽筒機關に於けるよりも狭くなり、従つて各々の汽筒へ入る蒸氣と汽筒から出る廢汽との温度差が比較的になくなり、汽筒壁の吸収する熱が少くなり、又高壓汽筒を出る時に温められた蒸氣は、低壓汽筒にて餘分の仕事をする事になり熱を利用する事になる。

第二に單汽筒にて高壓蒸氣を膨脹させれば、大きな汽筒を肉厚なものにせなければならぬ故、重量が増し價格も高く設計も困難になるが、之を多段膨脹式に行へば高壓部分の蒸氣は容積の小さい高壓汽筒で行はしめる故、設計も容易であり經濟的でもある。

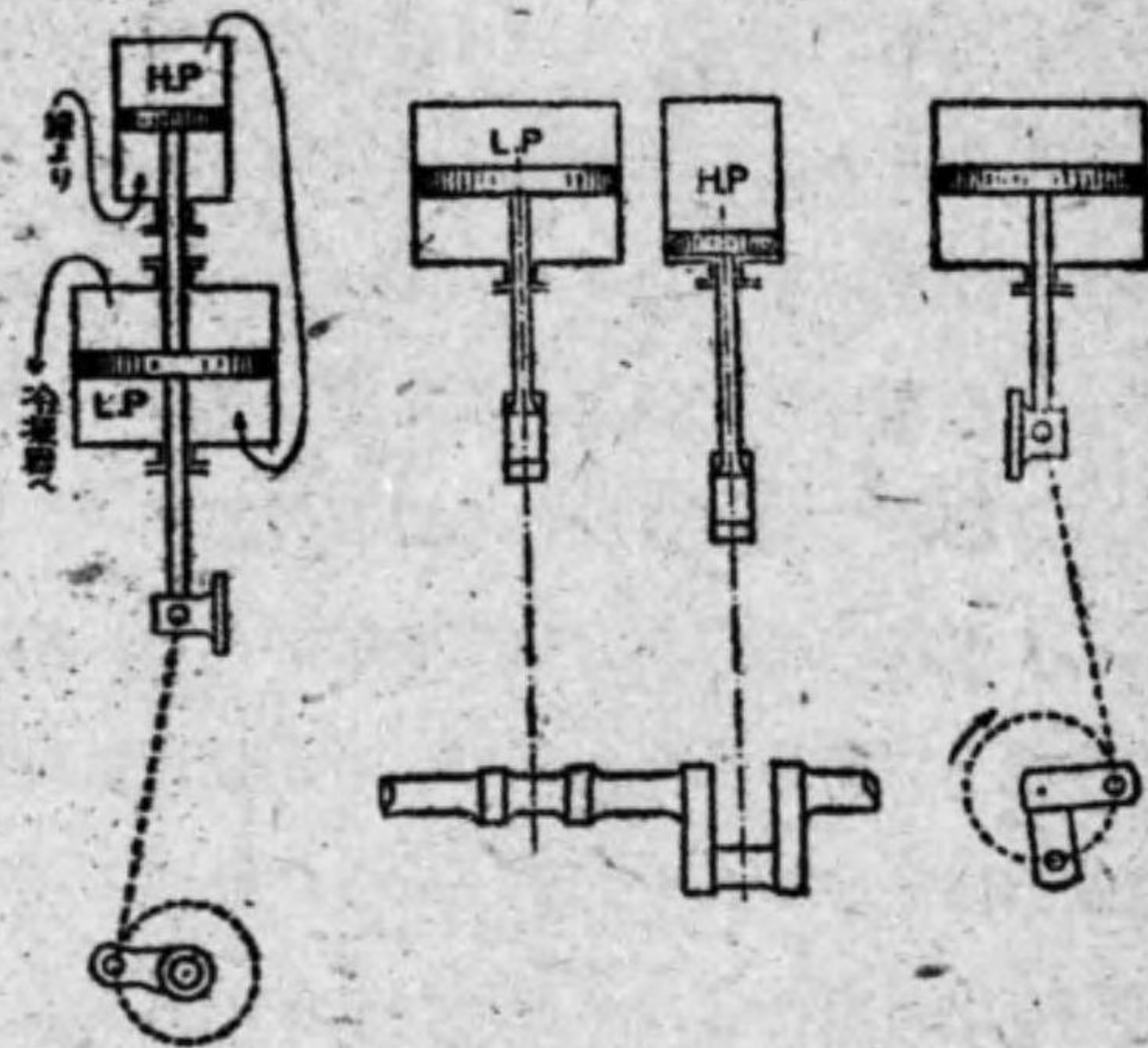
第三には機關の振動を少なくする事や、一廻轉中に於ける廻轉速度をも一樣に保つ事が出來得る。

然し一般に構造が複雑であるから、價格も高くなり運轉にも餘計の注意を要し、潤滑油等も多く要す。

複式機關の汽筒の配置の仕方には第75圖の如く兩汽筒軸を一致さ

せて、共通のピストン桿にてクランク軸を廻す方法がある。此の配置を串型と言ふ。此の場合はクロスヘッド、連桿、クランク等は一個で済むが一廻轉中に於ける速度の變化が非常に甚だしい。

次に第76圖の如く、
 兩汽筒を並べ各々別に
 ピストン桿、連桿、ク
 ランク等を設け兩クラ
 ンク腕の角度を90°に
 する配置がある。此を
 横並型と言ひ、此の場
 合は高壓汽筒の廢汽を
 直ちに低壓汽筒に入れ



第75圖 串型機関 第76圖 横並型機関

る譯には行かないから
 兩汽筒の連絡管の容積を大きくして、蒸汽の溜り場所の役目をさせ
 る。此の配置に於ては一廻轉中に於ける廻轉速度を平均し得られる
 と言ふ利點がある。

三段膨脹機関に於ては高壓、中壓兩汽筒を串型にし之に低壓を横
 並型に配する方法と、三つの汽筒を横並式に並べクランク角を120°
 置きに配する方法とがある。又大型のものでは低壓汽筒を更に二つ
 に分けて高壓と一つの低壓、中壓と他の低壓とを夫々串型とし、此
 の串型二つを横並型にすることもある。又此の4汽筒を均衡に横並
 型として、四つのクランクに連結する事もある。

四段膨脹機関は主にクランクを四つにして、其の間の角度は機關

均衡の上から定められる。

第三章 弁及び弁線圖

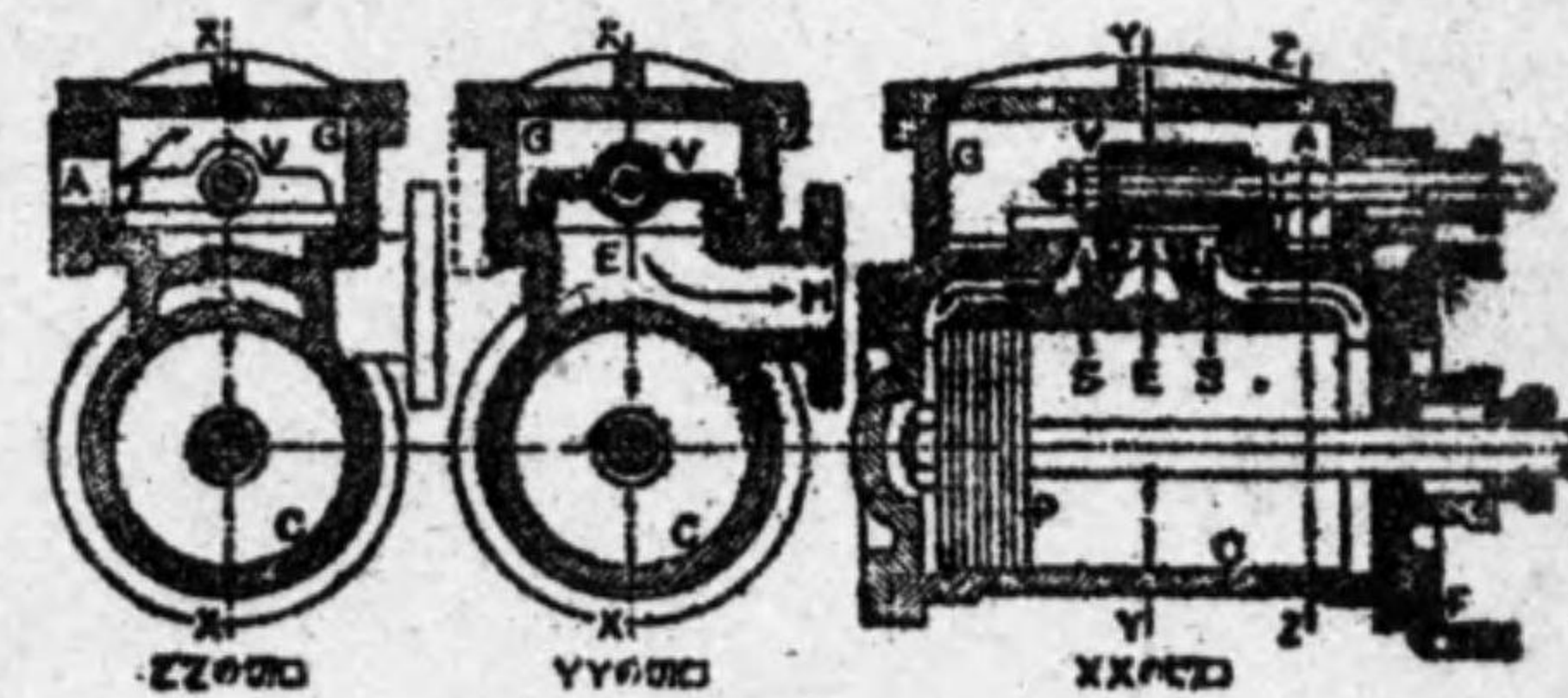
63. 弁

弁は汽筒への蒸汽の供給及び排氣を適當の時期に行はせたり、機
 關の出力の調節をしたり又は機關を逆轉させる等の役目を有す。最
 も廣く用ひられる弁は構造の簡單なる滑り弁である。高温過熱蒸汽
 を使用する機關では、蒸汽の經濟を計る爲ドロップ弁が用ひられる。
 コーリス弁も一時は廣く用ひられたが、現今は餘り造られない。機
 關のピストン自身が排汽口の開閉を司る單流機關は最近盛んに使用
 せられる。

64. 滑り弁の種類

滑り弁は普通汽筒の軸方向に摺動往復する機構のもので、此の運
 動は第76頁第66圖に示す偏心輪装置にて行はれる。

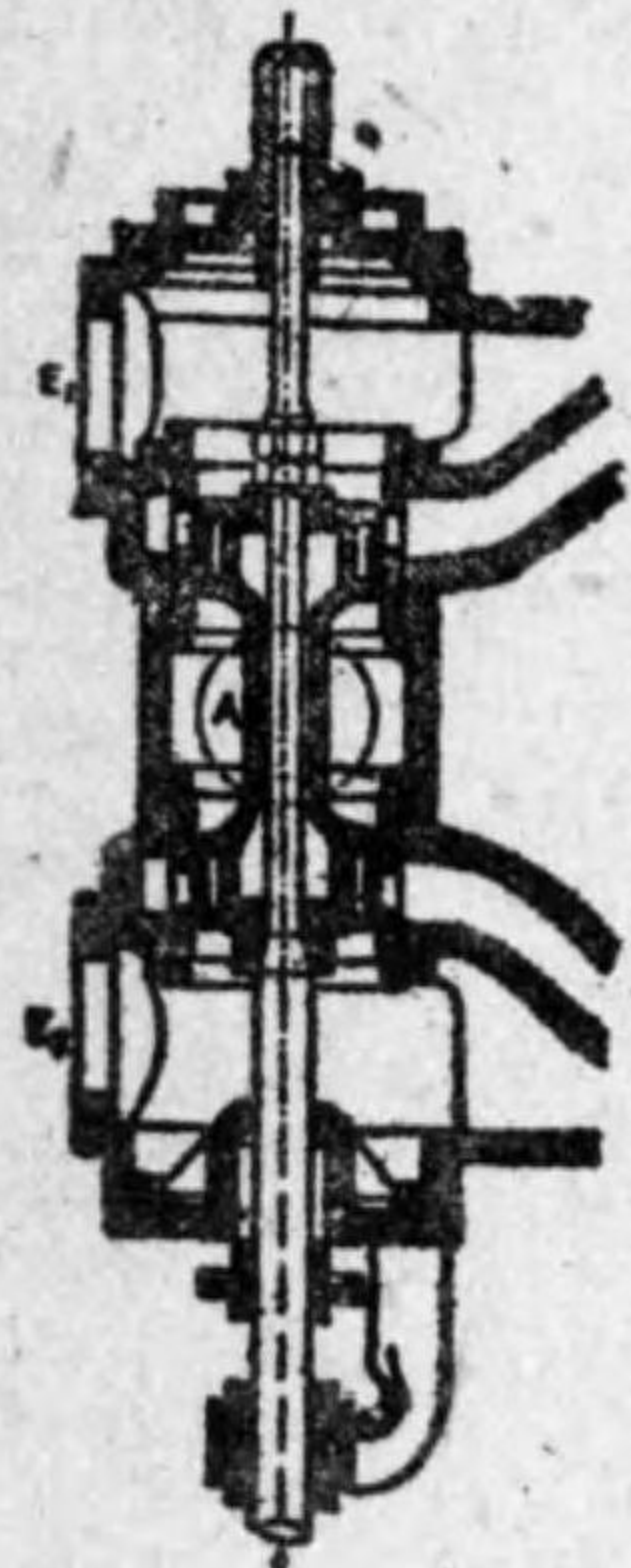
第77圖はD
 型滑り弁の断
 面を示す。ピ
 ストンPは行
 程の左端に居
 り、D型滑り
 弁Vは中央上



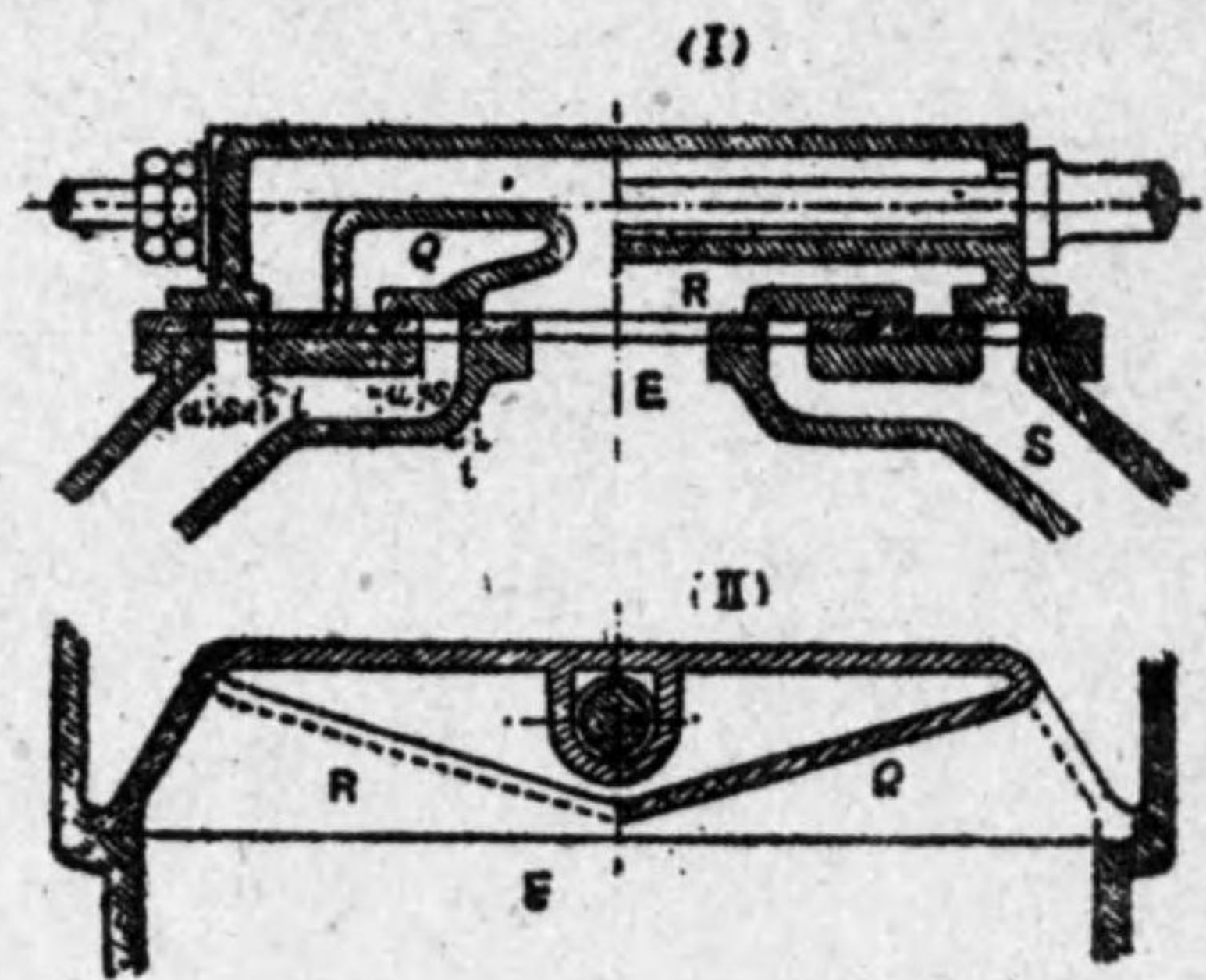
第77圖 D型滑り弁

り右方に動いて居り、左側の蒸気門Sを先開きだけ開いて蒸気を汽筒の左端に導入し、右側の蒸気門Sは滑り弁の窪み室を経て廢汽門Eに通じ、汽筒の右側に充てる廢汽をE門から逸出させる。此のD型滑り弁は弁座の上を左右に摺動する際に、その背面に進入蒸気の高壓を受け腹面に廢汽の低壓を受ける故、弁は弁座に押し付けられ滑り弁の摺動に際し摩擦の爲に幾分の動力を損することになる。此の動力を減らす目的で弁座を筒形に造り、之に應じて弁體をピストン形に造つたものをピストン弁と稱す。ピストン弁は三段膨脹機關の高壓汽筒によく用ひられる。低壓用の弁としては弁體が大型になり機關の構造上頗る不便であるからである。第78圖はピストン弁の構造を示す。此の弁に於ては汽室の中央Aより高壓蒸気が入り來り、

上下の汽室は何れも廢汽の吐出口E₁及びE₂に通じて居る。之を内側給汽と言ひD型弁の如く兩側を蒸気側とし内部を廢汽側とするものを外



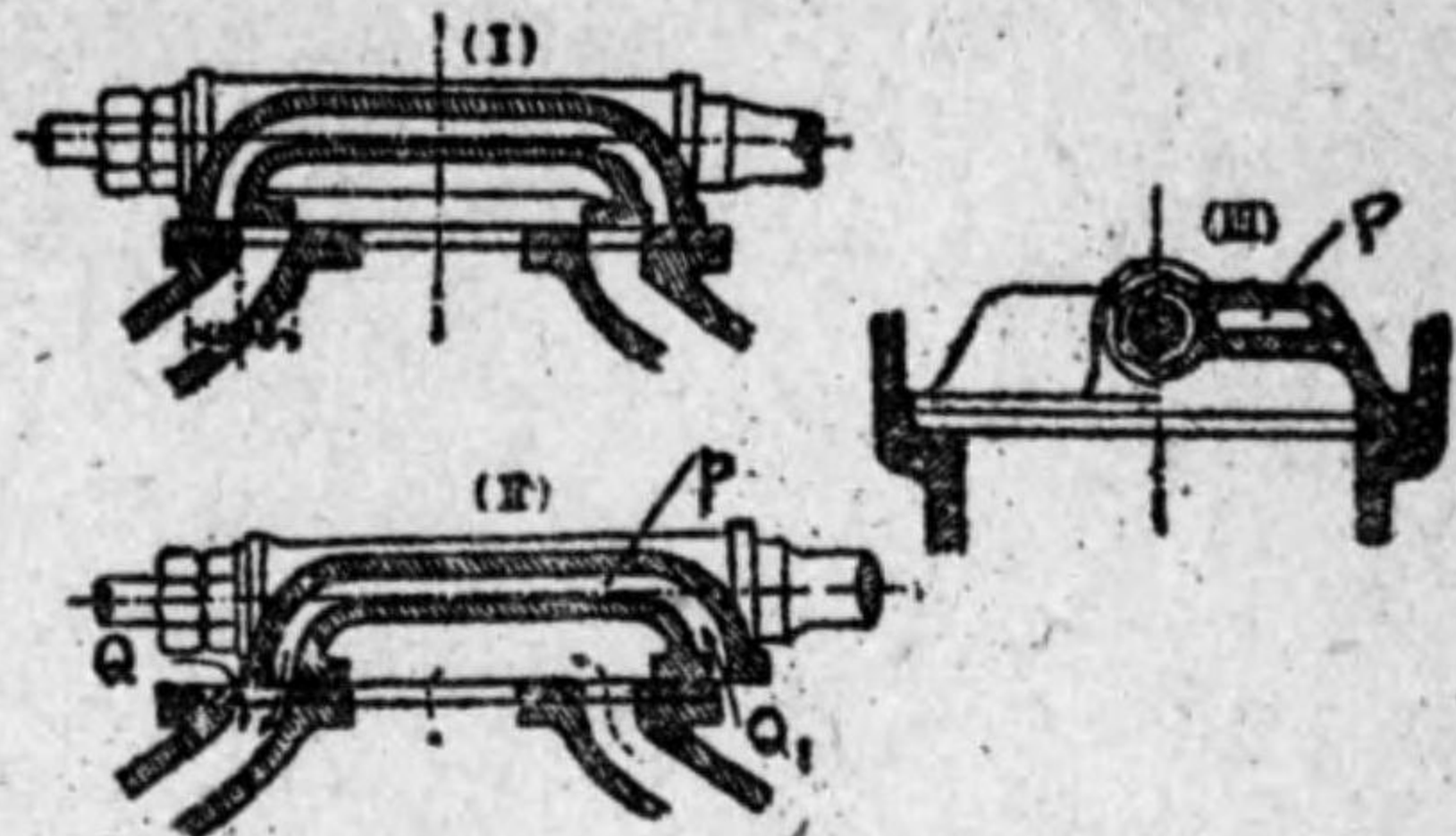
第78圖 ピストン弁



第79圖 二口滑り弁

側給汽と言ふ。

滑り弁には以上の外に辨行程を短縮して摩擦損失を少くする爲に二口滑り弁及びトリック弁等がある。第



第80圖 トリック弁

79圖は二口滑り弁を示す。之は船用大型機關の低壓用として使用されるもので、比較的小さい滑り運動で大なる開き口の面積を與へるものである。同一の蒸気口の開きに對し單口弁の約半分の辨行程にて足る。

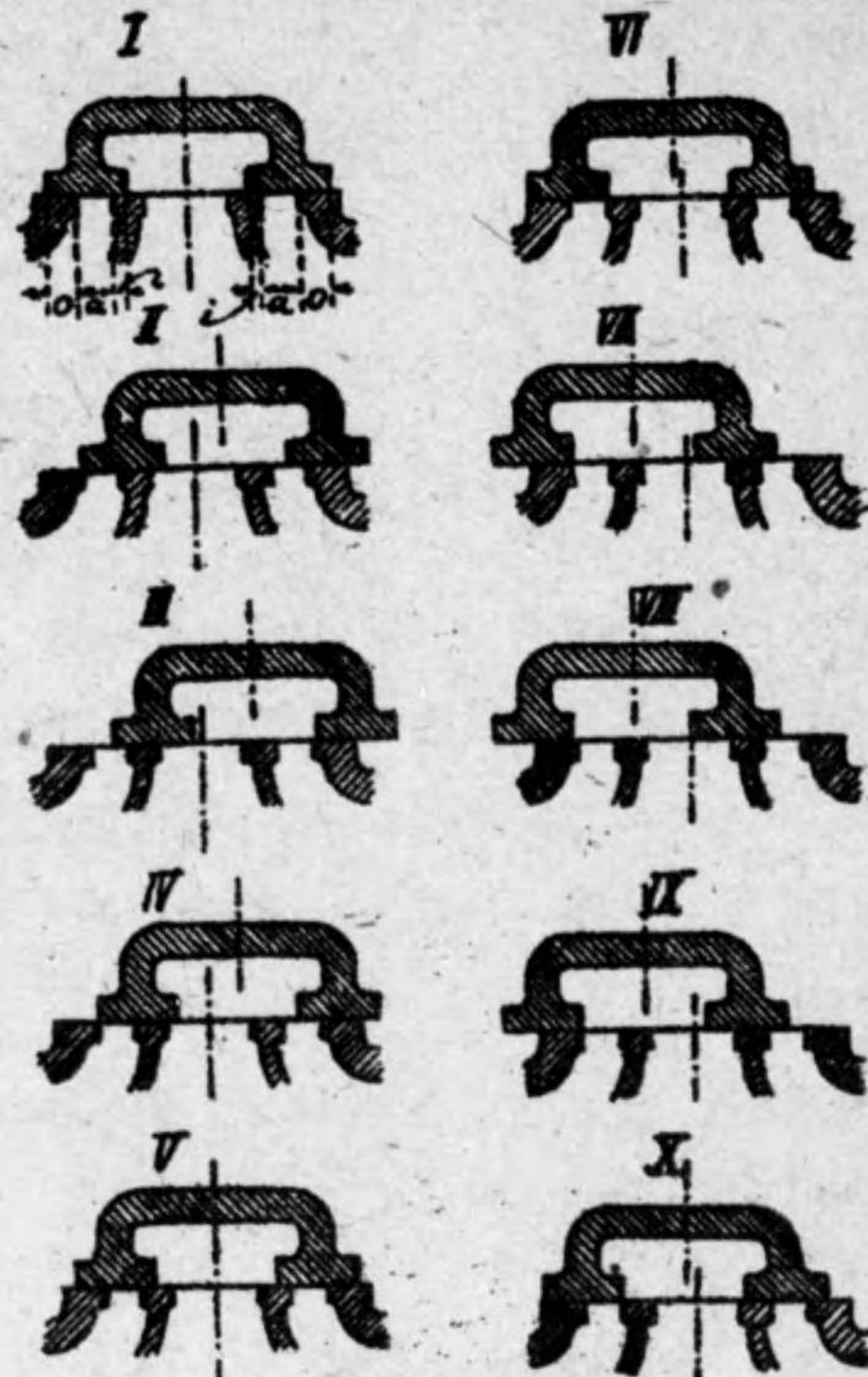
第80圖にはトリック弁を示す。此の弁は給汽に際して普通の入口の外に向反對側のQ₁端よりP口を経て進入させる。

65. 滑り弁の作用

滑り弁はクランクの一廻轉毎にピストンの一側面に作用する蒸汽に對して供給、締切り、排出、壓縮の四つの異なる作用をするもので、又他の側に於ても同じ事が行はれてゐる。

今第81圖Iの如く滑り弁が弁座の中央位置にある時を考ふるに、蒸汽門の幅aよりも弁の兩縁は内外に突出してゐる。此の時oを外側重り、iを内側重りと呼ぶ。今此の位置からoだけ右方に移動すれば、弁の外端と蒸汽口の外端とが一致してIIの状態となり、將に蒸汽を供給せんとする故此の位置を供給點と言ふ。弁は尙右行して蒸

汽口の開きは段々と大きくなり 遂に辨行程の右端に達しⅡの状態になり 蒸汽門の開き最大の時となる。次に辨は方向を變じ左向行程に移り、蒸汽口の開きを段々狭め再びⅡと同様なるⅣの位置に達し、全く蒸汽の進入を遮断する。此の點を締切り點と言ふ。尙益々左行してⅠと同様の辨座の中央位置Ⅴの状態に歸り、辨の運動の半分を終る。次に内側重りⅢだけ左行すれば辨の内端と蒸汽口



第81圖 滑り辨の運動

の内端とが一致してⅢの状態となる。之は將に廢汽門と蒸汽門とを連絡せしめる點であるから排出點と言ふ。而して益々廢汽口の開きが大きくなり、遂に辨の内端が蒸汽口の外端と一致するⅣの状態即ち廢汽口最大の開きとなる。而も尙左行を行ひ遂にⅣの状態、辨行程の左端に達し右に歸るのである。途中Ⅸの如くⅣと同様の状態になり、次にはⅩの如く廢汽口を閉づる位置になる。これ以後は廢汽が壓縮せられる故Ⅹの位置を壓縮點と言ふ。次に右行を續けてⅠの状

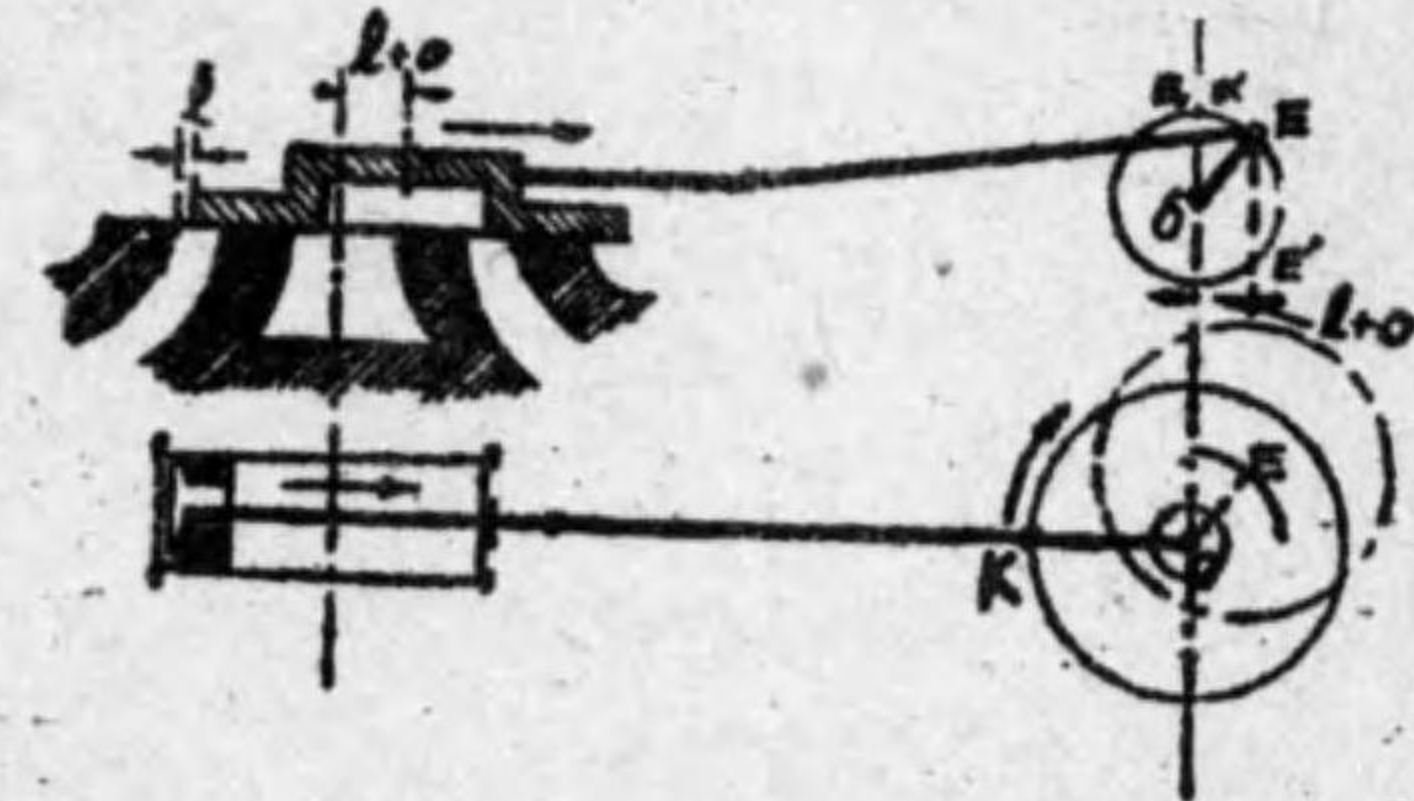
態即ち辨は辨座中央に歸り辨作用の全部を了る。

66. 偏心とクランクの関係位置

ピストンが行程の端にある場合に、滑り辨は其の側の蒸汽門を少しく開いてゐるのが普通である。此の蒸汽門の開きを先開きと言ふ。従つて蒸汽の供給點はピストンが未だ行程の端に達せざる前にあつてそれよりピストンが行程の端に達するまでは、ピストンの運動方向と反對に働く蒸汽壓力により、ピストンの運動は妨げられるのである。

此のピストンの運動を妨げんとする蒸汽の壓力は、ピストンの質量と速度より起る慣性を吸収せしめ、ピストンが行程の端に達したる時に、全く慣性と蒸汽壓力とを釣合はせ其の死點に於てピストンをして、容易に其の行程の方向を變へしむるにある。故に先開きⅠの價はピストン其他往復運動部分の質量と速度とより考へられる可きであるが普通 3~8 耗位である。

第82圖の位置に於いて 辨の動いた距離は $l+o$ である。今若し偏心桿に傾斜がなきものと假定すれば、辨が辨座の中央にある時には偏心は E_1 の位置にある可きである。



第82圖 偏心とクランクの関係

現在辨は $l+o$ の變位をして居るのだから、中心線より右に $l+o$ だ

け測つて垂線を上げ、偏心中心の書く圓との交わりをEとすれば現在Eに偏心中心が存在することが知られる。

即ちクランクがOKの位置を取る時、偏心中心はEにある事が解る。即ちOKに對しOEは $90^\circ + \alpha$ 角だけ前進した位置に常にあるもので此の α 角の事を前進角と言ふ。

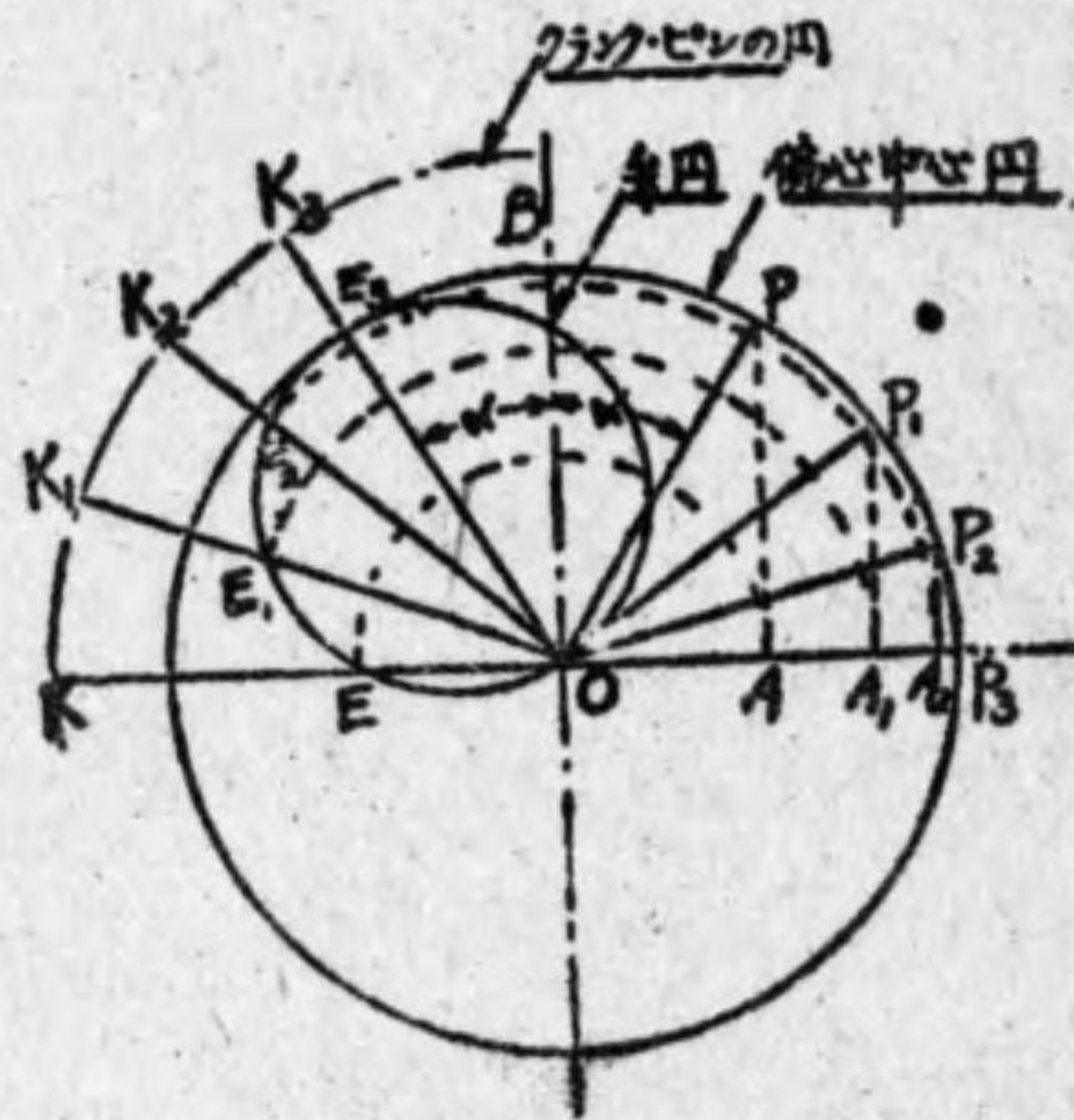
偏心中心がE點にある時はクランクは時計方向に廻轉するが、E點の代りに $90^\circ + \alpha$ を反対方向にしたE'點に偏心中心を持つて來ればクランクは反時計方向に廻轉するのである。

67. ツオイナー辨線圖

辨線圖は辨が蒸汽の分配を行ふ有様、クランクと偏心との關係其の他辨に關する一切の條件を一つの線圖として表はすものである。設計及び据付には必要なるものである。

今第83圖に於てOKにクランクがあるとする。其の時偏心中心は $90^\circ + \alpha$ だけ先のP點にある。クランク腕と偏心半径は常に $90^\circ + \alpha$ の角を挟んでゐる。

偏心中心がP點にある時には滑り辨の中心はA點にある。即ちクランクの位置、偏心中心の位置、辨の變位には次の如き關係がある。

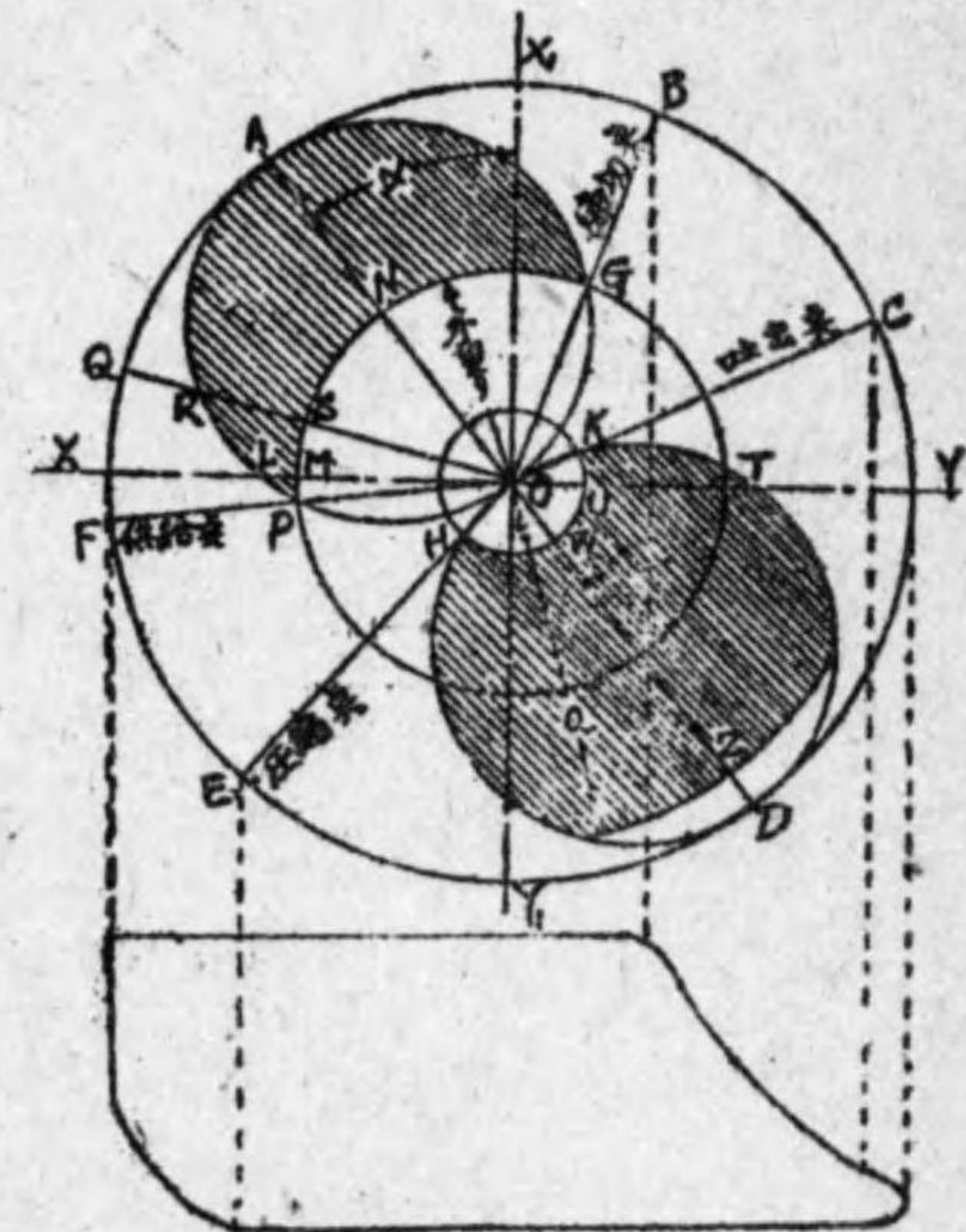


第83圖 辨線圖

クランク位置,	偏心中心の位置,	弁の變位
OK	P	OA=OE
OK ₁	P ₁	OA ₁ =OE ₁
OK ₂	P ₂	OA ₂ =OE ₂
OK ₃	P ₃	OP ₃ =OE ₃

即ちクランクの任意の位置に對し辨の變位は其のクランク腕の直線が辨圓と交つて作る弦の長さに等しい。(辨圓とはOB線に對し實際前進角 α の在る反対側に α 角OE₃をとりOE₃を直徑として書いた圓を言ふ。) OE₃を反対側に延長して同様の圖を書けば全行程に對する辨の位置クランクの位置の關係を知ることが出来る。斯くして書かれる線圖をツオイナー辨線圖と言ふ。次に此の辨線圖の書き方を示す。

第84圖に於てOを中心、辨行程の $\frac{1}{2}$ を半径として圓ABCDEを書きOを通る二垂線XY, X₁Y₁を引く。次に角X₁OAを前進角 α に等しくとり、直線AODを引きAO及びODを直徑として二つの辨圓を書く。又半径ONを外重りに等しくして同心圓を書き、此の圓がOA圓と切り合ふ二つの點P, Gを通る



第84圖 ツオイナー辨線圖

直線 OF, OB を引き、更に半径 OW を内重り i に等しくして小圓を書き、此の小圓が OD 圓と切り合ふ二點 K, H を通る直線 OC, OE, を引く。

クランクが OF の位置にある時は滑り辨が中央位置より OP 即ち外重り o 丈右方に動いてゐる故、此の時分に第69圖Ⅱの如く左方の蒸気門が開き初める點で蒸気の供給點である。クランクが OX の位置に進めばピストンは内死點に達し、滑り辨の動く距離は OL となつて蒸気門の開きは LM 即ち先開きとなる。クランクが更に進みて OQ の位置にあれば蒸気門の開きは RS となり、ピストンも滑り辨も共に右方に動いて蒸気門の開きを段々に廣くし、クランクが OA の位置を占むる時に蒸気門の開きは AN となりて最大になる。クランクが之より先方へ廻れば滑り辨は左方に歸りて蒸気門の開きを狭める。

クランクが OB の位置に達すれば蒸気の締切り點である。即ち滑り辨は中央位置より外重りに等しき距離まで左方に復へる故、蒸気門を閉ぢるのである。クランクが之から OC の位置に進むまでは汽筒内に閉ぢ込められたる蒸気の膨脹によつてピストンを押し進める。

クランクが OC の位置に達すれば滑り辨が中央位置から左方に内重り i に等しき距離だけ動く故、左方の蒸気門が吐き出し口へ通じ始める。クランクが OY の位置に在る時はピストンが行程の右端に達し、滑り辨は益々右方に動いて UT だけの幅にて廢汽を逸出せしめる。クランクが OD に達してゐる時は辨は左行程の端であり、中央位置より動く距離は OD であるが、實際廢汽門に通ずる幅は WZ で

ある。クランクが OD より廻れば滑り辨は右行程に移り、廢汽門の開きを段々に狭め OE の位置に来れば、廢汽門を閉ぢ廢汽の逃路を締めて壓縮に移る。クランクが之より OF の位置に達する迄は、ピストンが汽筒内に残留せる廢汽を壓縮し、クランクが OF の位置に達すれば再び蒸気門を開いて汽筒へ蒸気を入れ始めるのである。

【問】 辨行程220耗、外重り57耗、内重り6耗、前進角35°なるD型滑り辨の蒸気供給點、締切り點、排出點、壓縮點及び先開きの量をツォイナー辨線圖を用ひて求めよ。

第四章 調速装置

68. 蒸気機関の速度調節

蒸気機関は其の運轉中に於てクランク軸を廻轉させようとする能力により、一廻轉中に於ても廻轉速さに不同があるものであるが、此の不同を軽減するのは、はづみ車の役目である。

此の外時々起る速度の變化がある。其の原因は罐から供給される蒸気の初壓の變化に依るものがあり、其機関の荷重が變化を受ける如き場合もある。斯くの如き不定期の變化に對する速度調節を行ふのは通例調速機によるが、調速する方法は次の二通りある。

- 1) 罐と機関との間にある絞り辨の開閉を行ひ、機関に供給する蒸気の壓力を變ずる方法。
- 2) 汽筒へ入る蒸気の締切り點を變へる事によつて汽筒中の蒸気の容量を變ずる方法。

1), 2) の方法にて調
速機が働いた場合を指
示線圖にて見れば, 第
85圖の如く何れも指示
線圖の面積を變じて调速の目的を達す。

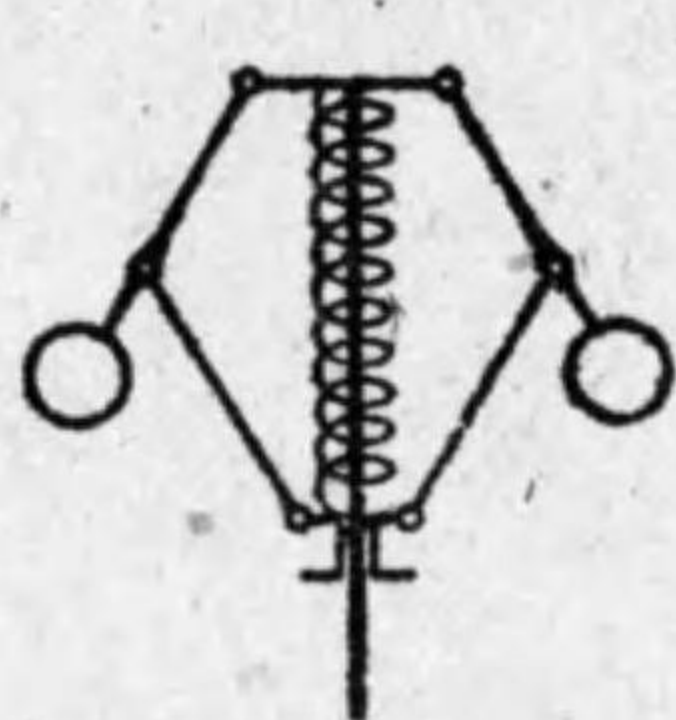


第85圖 调速機の働いた時に出来る指示線圖

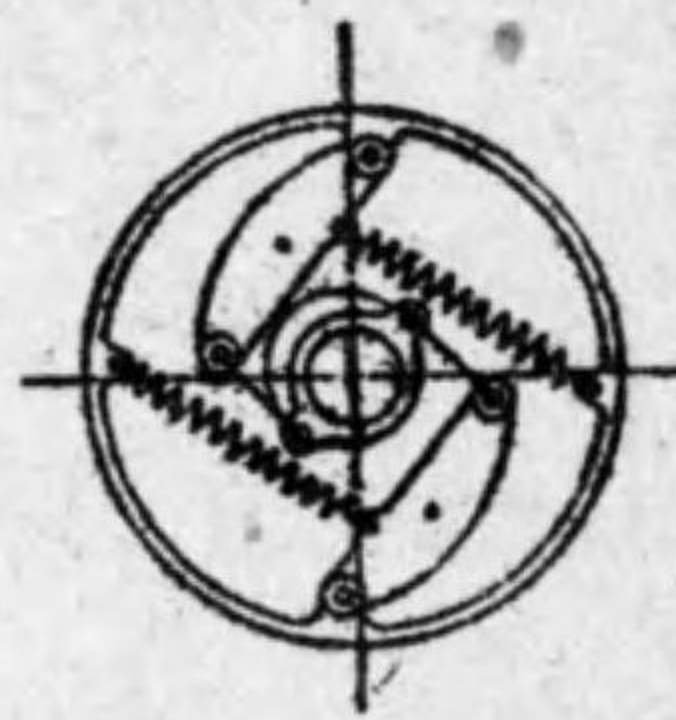
调速機の最も普通のものは遠心力を利用するもので、之を遠心調
速機と言ふ。

遠心调速機にて遠心力と釣合せる爲に重力によるものを重錘调速
機と言ひ、ばねの力と釣合はせるものをばね调速機と言ふ。又廻轉
質量が遠心力によつ

て變位する量を滑筒
に傳へるか、軸に裝
置した偏心輪に傳へ
るかによりて滑筒調
速機と軸调速機とに
分ける。



第86圖 ばね调速機



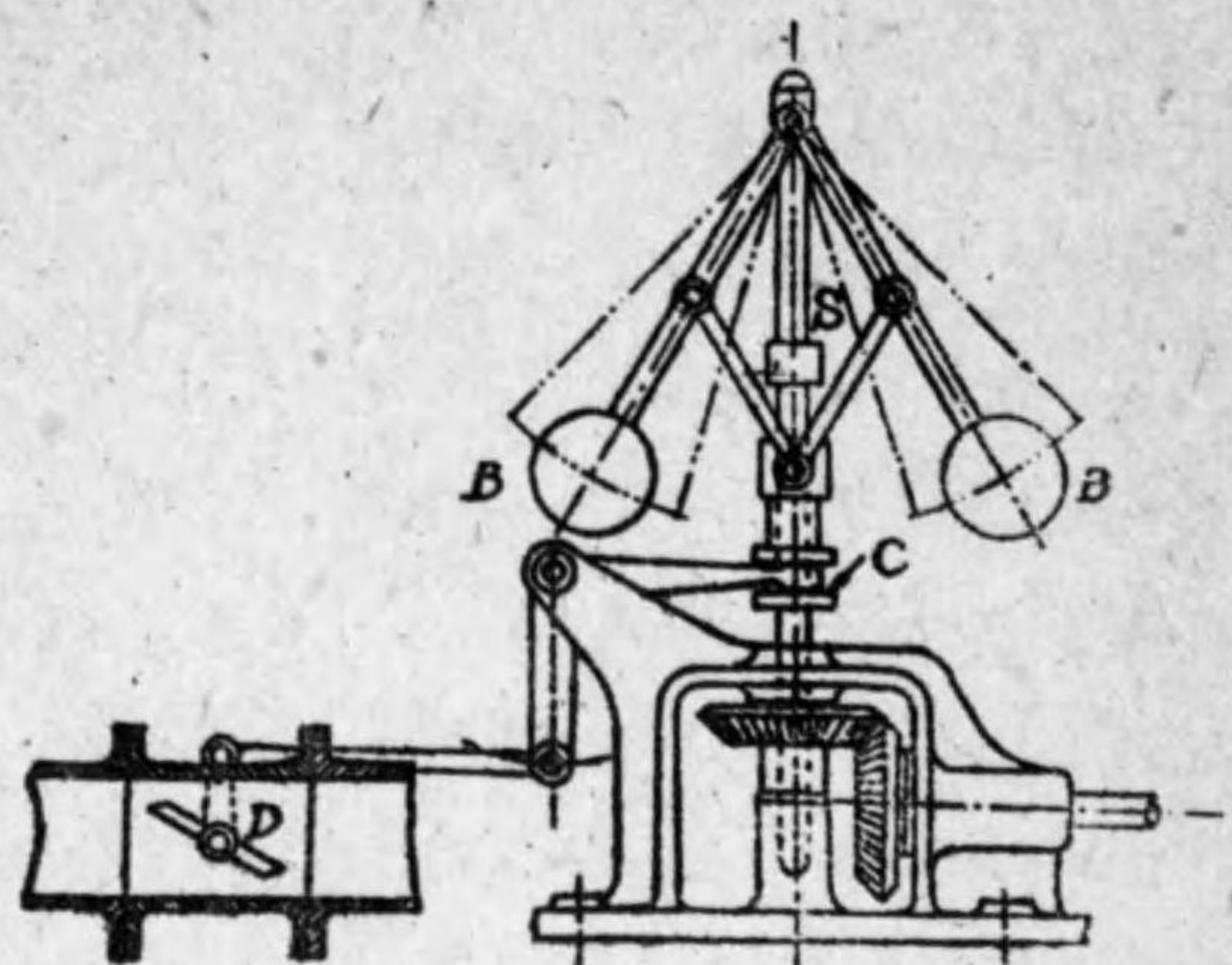
第87圖 軸调速機

蒸気機関では调速機の運動を直接蒸気の開閉に作用させる直接調
速機を用ふるが、蒸気タービン又は水力タービン等に於ては間接調
速機と稱し、廻轉質量の變位を補助装置を用ひて力を増大して間接
に作用するものを用ふ。

69. ワット调速機

ワット氏の考案になり圓錐振子を應用したもので、第88圖に示す

如く廻轉軸Sに二
つの球 B,B を取
付けたものである。
機關の廻轉數の増
加に應じてS軸の
廻轉數も増し二つ
の球が外方に開
く。従つて各リン
クを傳はり滑筒C
を引き上げ結局絞
り弁Dの開口を狭め蒸気の供給を少くする故、機關の廻轉數は減じ
目的を達し得る。



第88圖 ワット式调速機

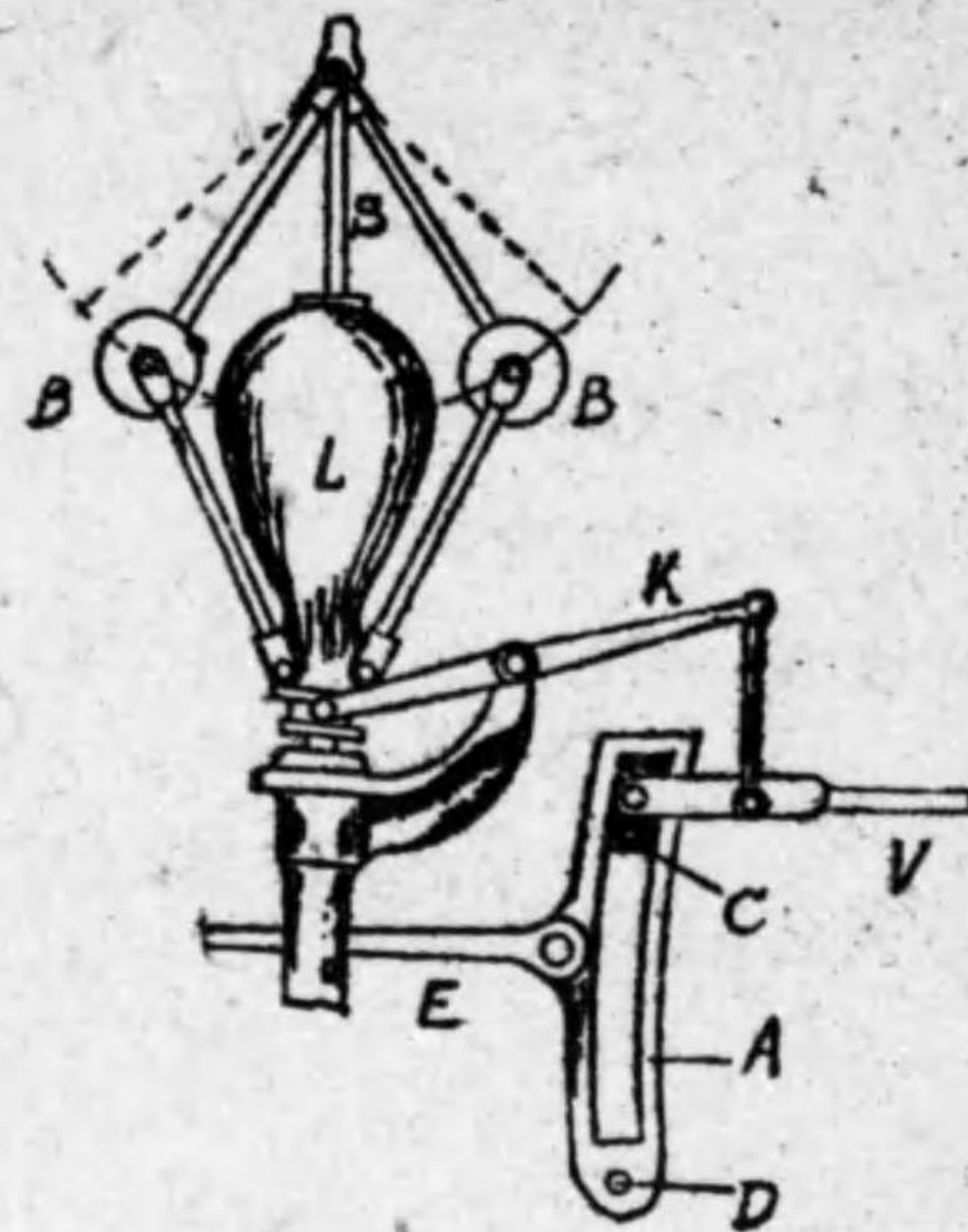
D 弁を絞める量は球Bの昇る高さに比例するのであるが、圓錐振
子の常としてS軸の速度が小さい間は、速度の變化に對しB球の上
る高さは大きい、速度の大なる時はB球は其の高さを餘り變化せ
ない。還言すれば高速度の機關にては、此の调速機は感度が良くない。

70. ポーター调速機

ワット调速機の變形にして錘付き调速機とも言ふ。ワット调速機
が高速度に於ては感度が鋭敏でないのを改良して、高速度に於ても
充分作用する様にしたものである。即ち球の牽制力として重錘を取
り付け球の廻轉數が増加しても餘り球Bが大きく開かないやうにし

たものである。

第89圖に於て球B,Bが開けば
横杆 K の左端は上り右端は下
る。偏心桿EによりDを中心と
して左右に搖られる棒Aより運
動を得て辨桿Vは動かされてゐ
るのであるがKの爲に滑片Cが
下れば辨桿Vの行程が變り蒸汽
の締切點を變じ調速の目的を達
す。

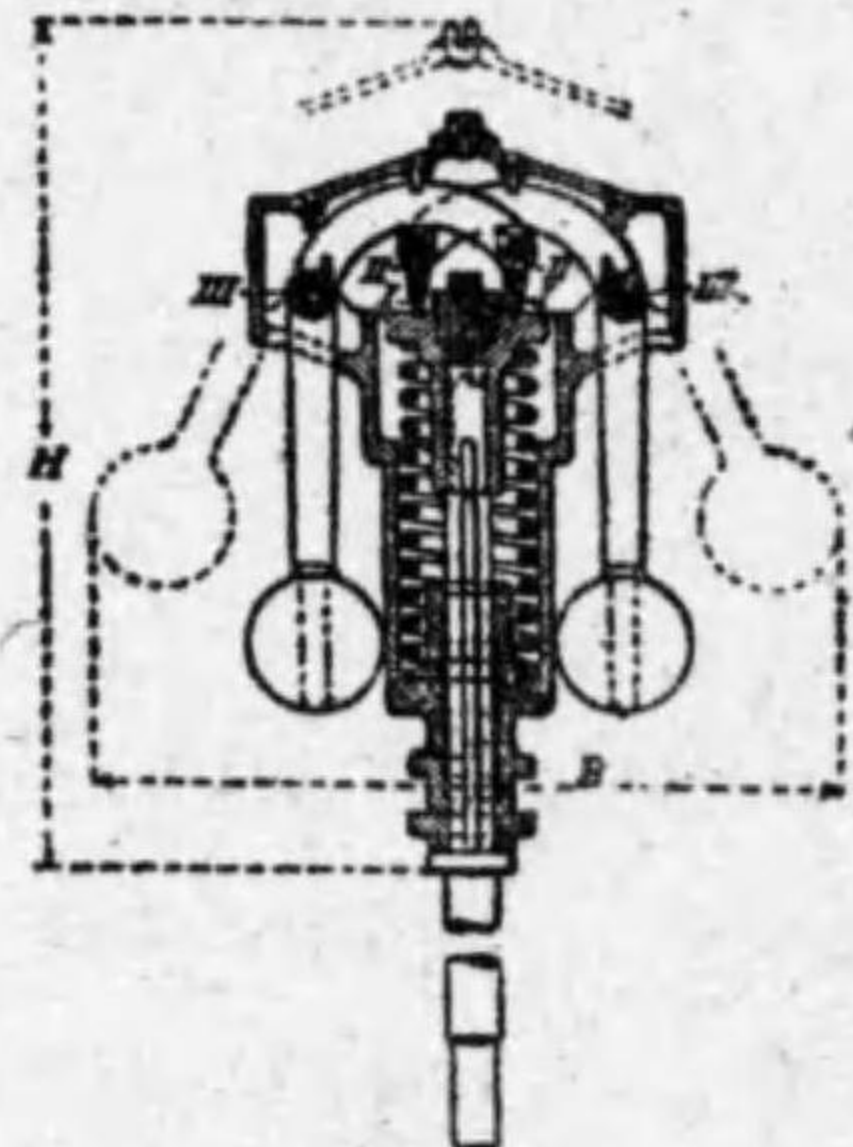


第 89 圖 ポーター式調速機

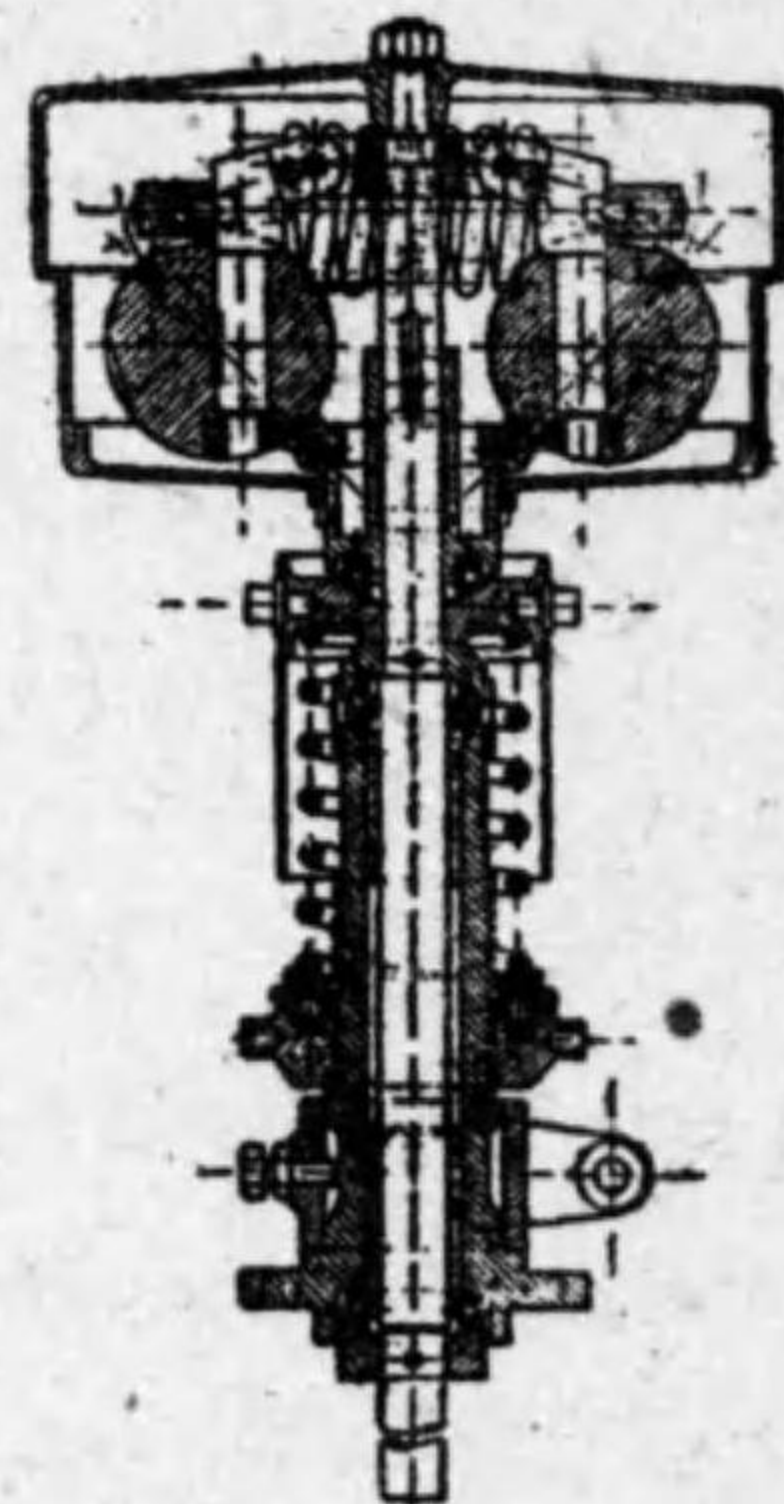
71. ばね調速機

ばね調速機とはばねの弾力によつて球の
遠心力と釣合せるものである。普通用ひら
れるものに、

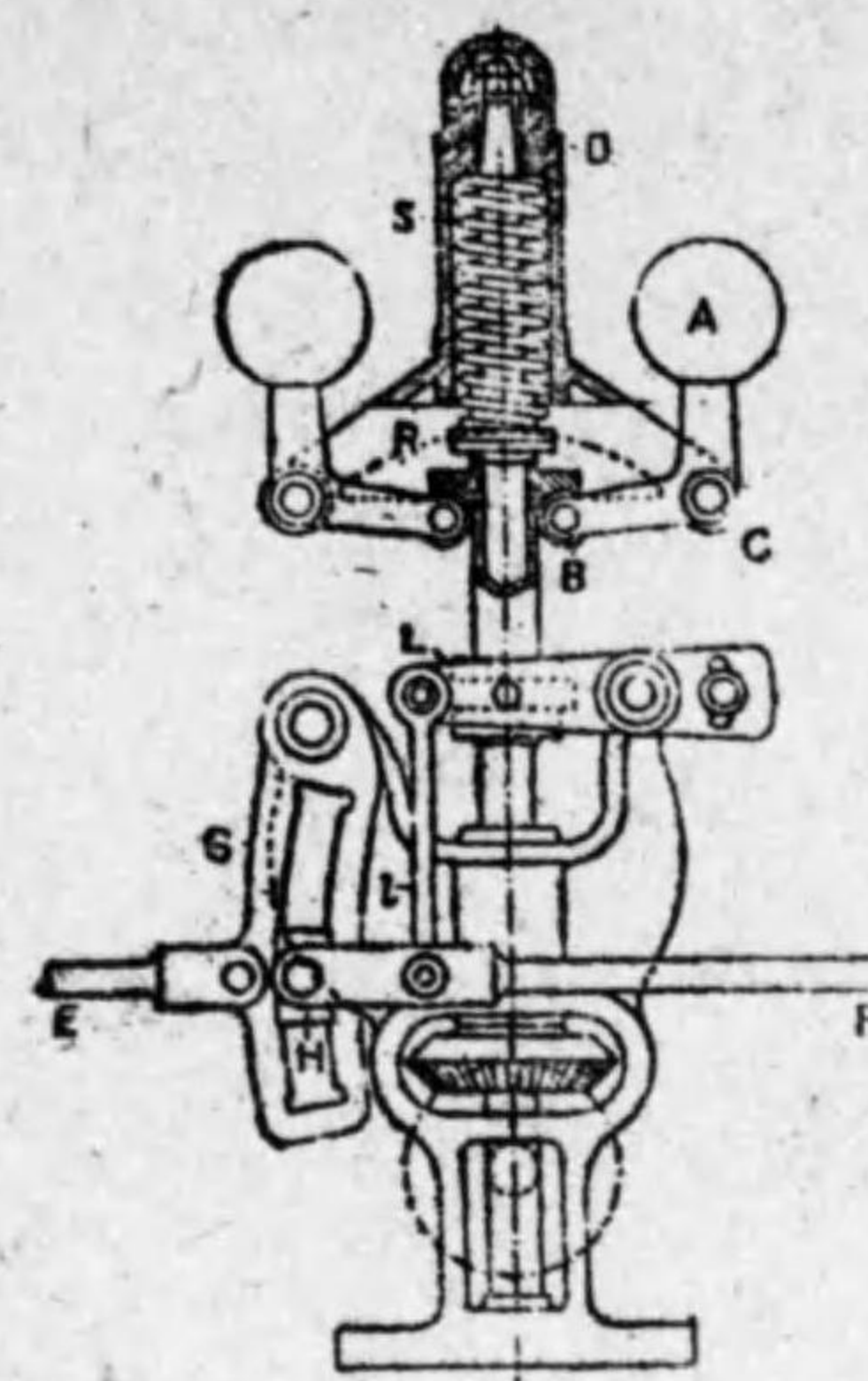
1. トレンク
調速機。(第90
圖)
2. トーレー
調速機。(第91
圖)
3. ハートネ
ル調速機。(第



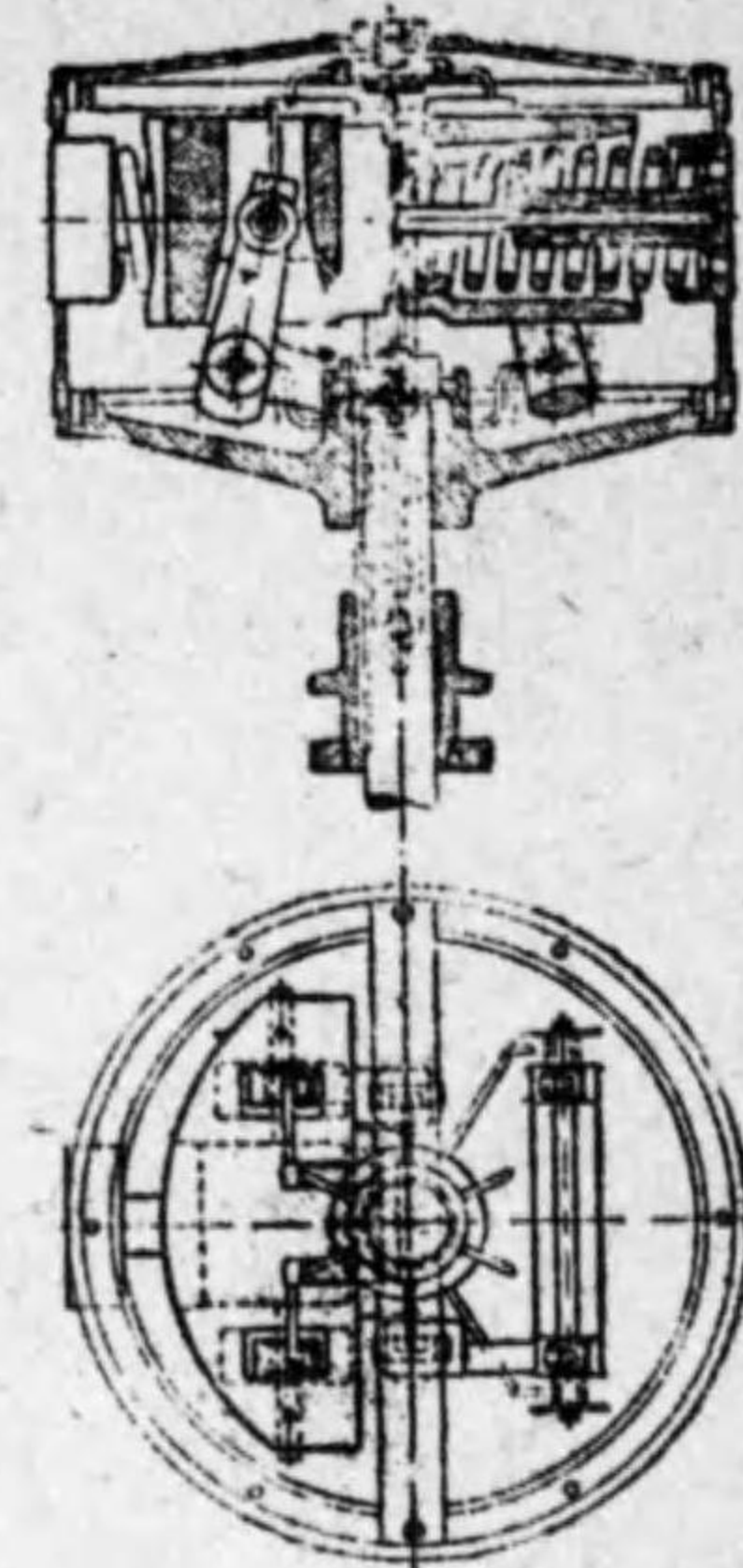
第 90 圖 トレンク調速機



第 91 圖 トーレー調速機



第 92 圖 ハートネル調速機



第 93 圖 ハルツンク調速機

92圖)

4. ハルツンク調速機。(第93圖)

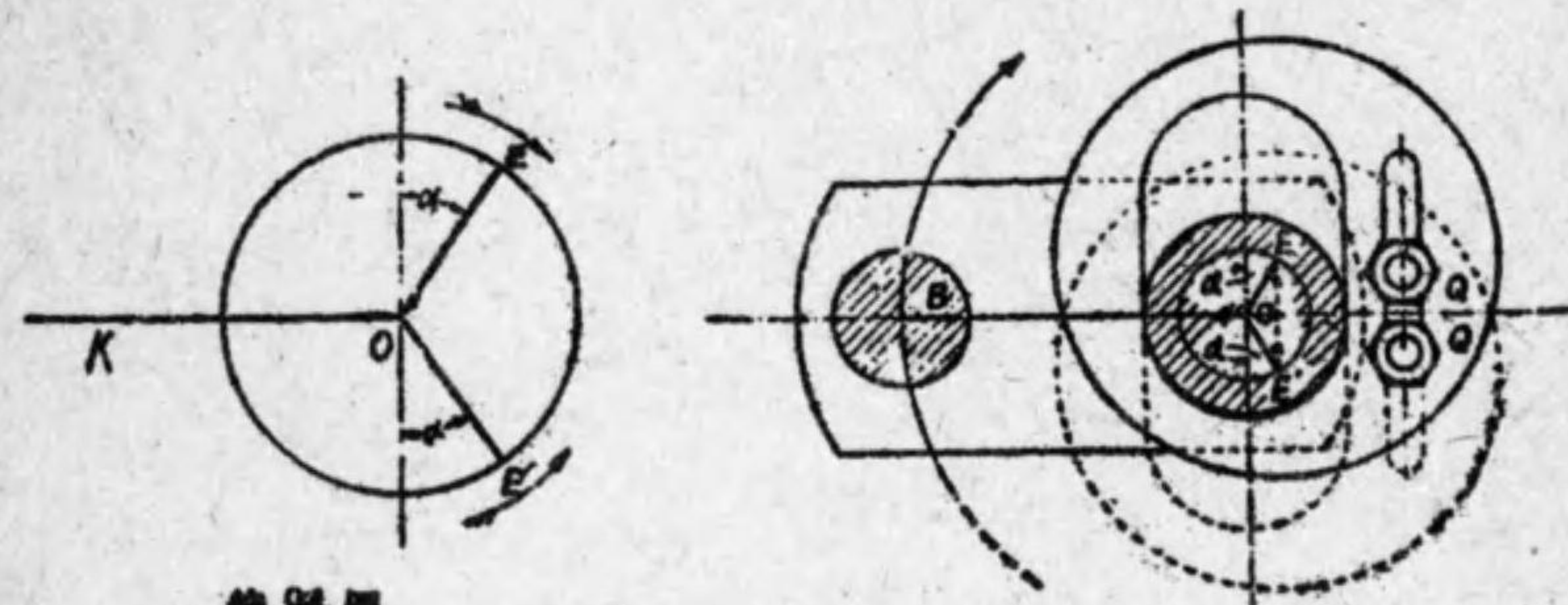
がある。

第五章 逆轉裝置

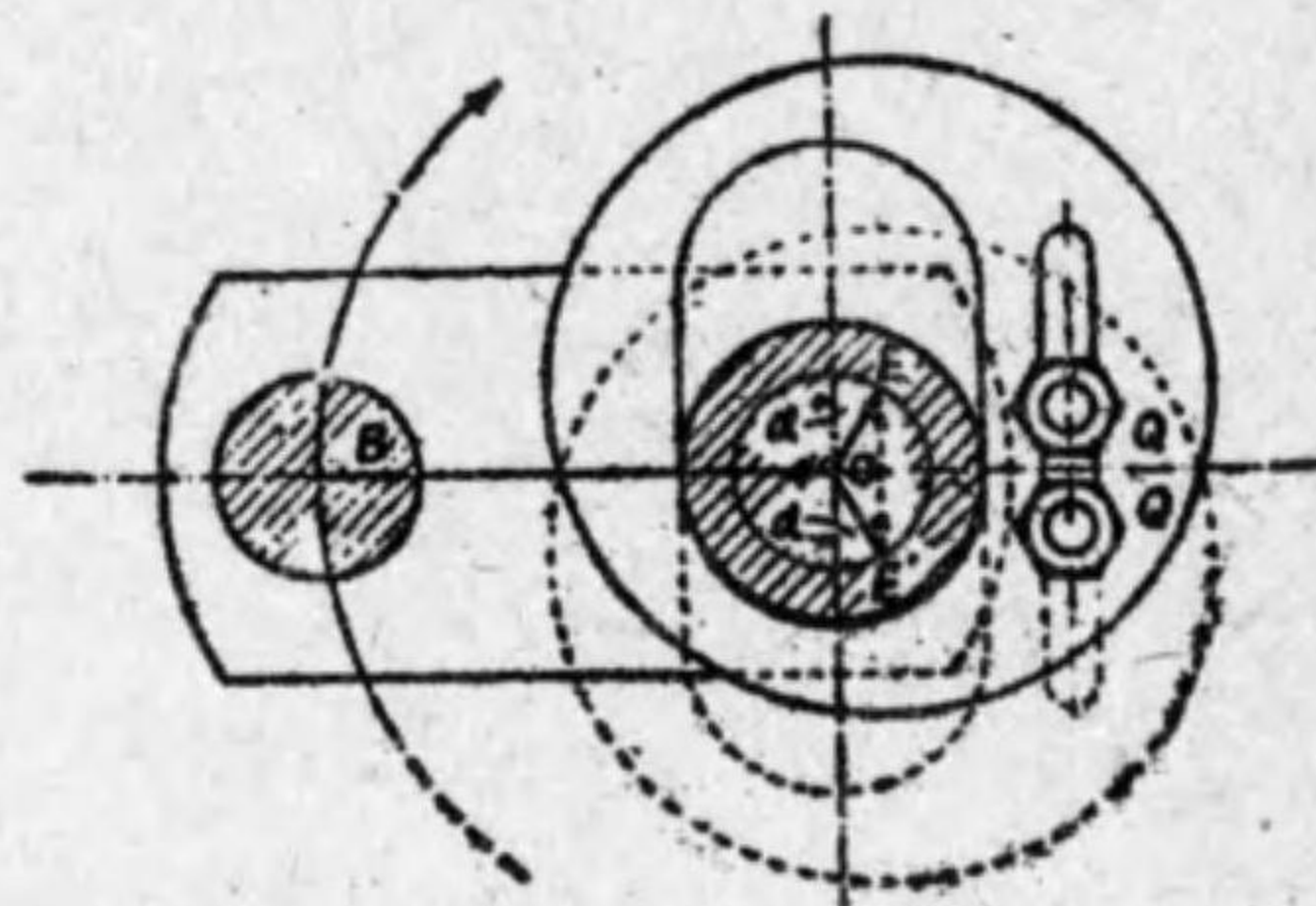
72. リンク運動

通常の工場用又は發電用の蒸気機関は其の廻轉の方向は一定であ
り、寧ろ逆轉する事は避ける可きであるが、機關車、船舶用、巻揚
機械用の機関に於ては之を逆の方向に廻轉させる必要がある。従つ
て是等の機関にては是を逆轉させる特別な裝置を有してゐる。逆轉

は辨の運動する有様より知る事が出来る。正廻轉に對しては偏心輪の中心はクランク腕に對し $90^\circ + \alpha$ だけ廻轉の方向に前方にあるものである。故に逆轉させようとするには偏心輪の中心を反對の方向に移動して、第94圖の如く E より E' に移せば宜しい。第91頁第182圖に於て偏心輪の中心が E にある時は時計方向に廻り、



第94圖



第95圖 偏心輪

角 $\angle KOE' = 90^\circ + \alpha$ なる E' にある時は反時計方向に廻るのである。

此の偏心輪の中心點の移動を一枚の偏心輪を以て行ふには第95圖に示す如く、偏心輪に溝を作り此の溝に沿つて偏心輪を點線で示した位置まで移動すれば良い。

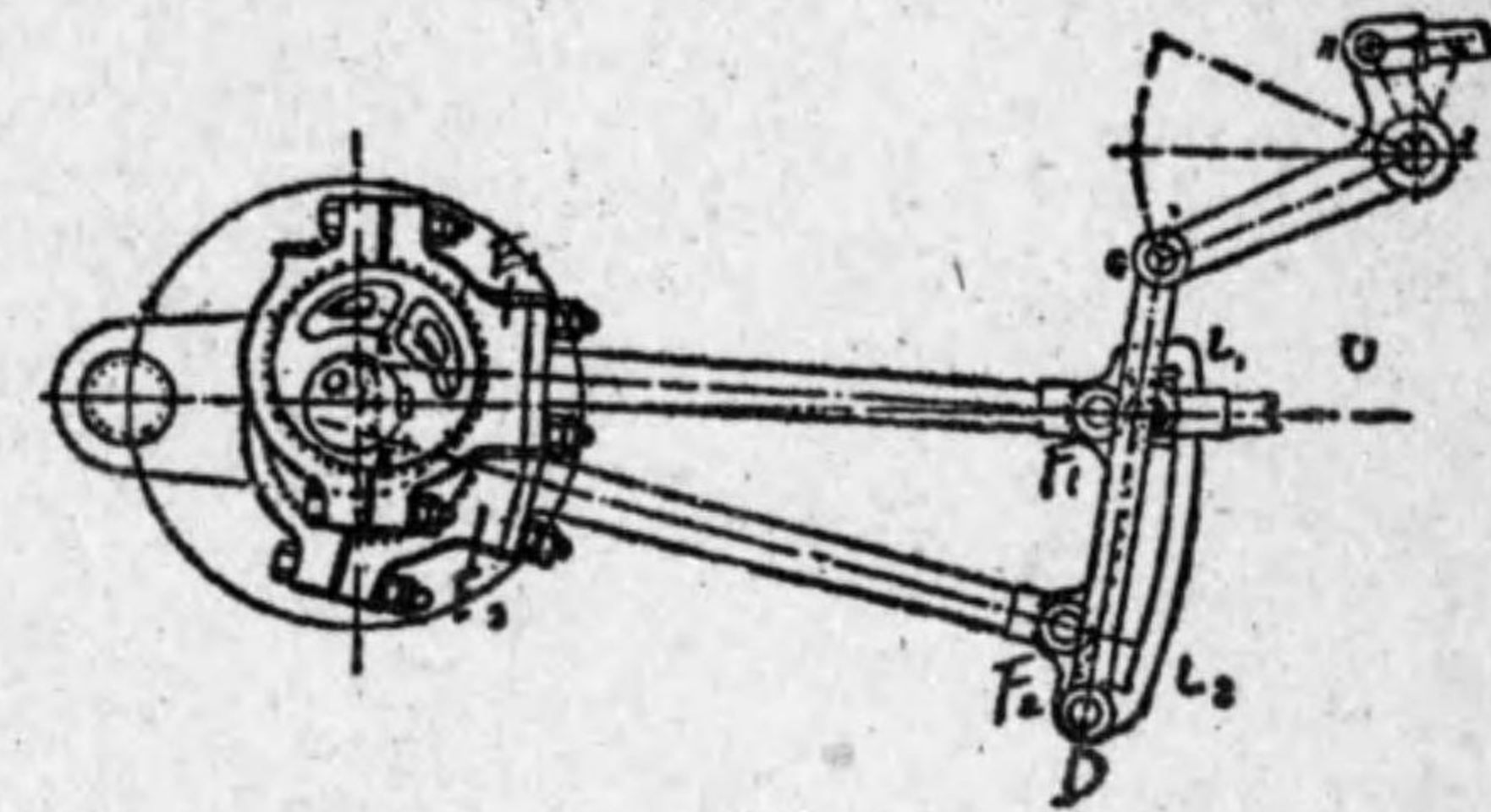
是と同一の事柄を二枚の偏心輪を用ひて行ふ事が出来る。此の場合にはリンクと言ふ鋼片を各偏心桿の端に連結して、其の移動によりて逆轉を行はしめる。此の装置をリンク運動と稱す。

リンク運動にはステブソン、グーチ、アラン等の種類があるが其の中にもステブソンのものが、最も古く然も最も多く使用せられてゐるから是を説明する。

73. ステブソン・リンク運動

二個の偏心輪 E_1 及び E_2 を用ひ E_1 は正廻轉用、 E_2 は逆廻轉用として、同じ前進角 α を以てクランク軸に第96圖の如く取付ける。兩偏心桿の端は夫

夫ピン接手 F_1 、 F_2 によつてリンク L_1L_2 に連結する。リンクの曲溝の半徑は偏心桿の長さに等しく、リンクの



第96圖 ステブソン・リンク機構

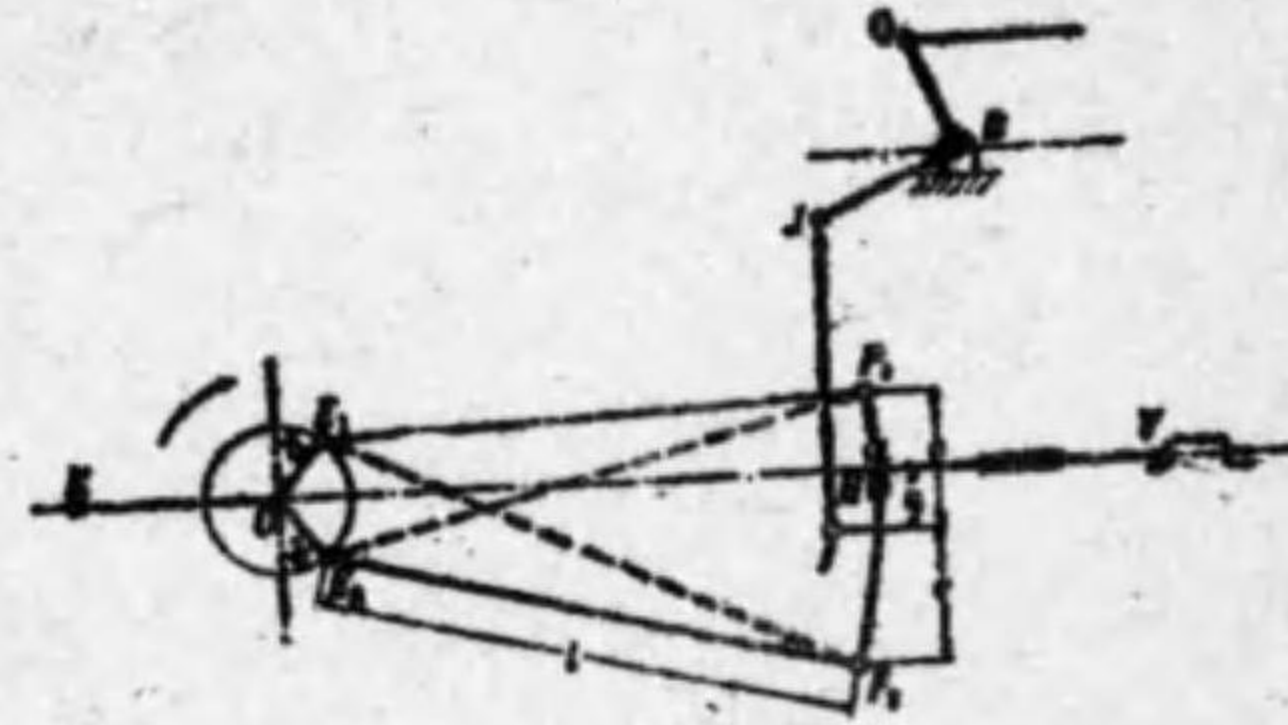
溝には滑片が嵌合して居り、滑片の運動が辨桿Uに導かれるのである。

リンクは吊り棒GD及びペル・クランクGJHによつて滑片の位置を變へる。圖の位置に於ては辨桿の端は偏心輪 E_1 に直接續いて居る故に辨は偏心輪 E_1 のみの支配を受けて偏心輪 E_2 は無いのも同様である。此の時を前進ギヤーと言ふ。それよりリンクを引き上げて L_2 端が辨桿に接續する時は、辨は E_2 のみの作用を受けて E_1 は無關係となり、廻轉の方向が逆となる。此の時を後進ギヤーと言ひ前進ギヤー及び後進ギヤーに於て、リンクの端に滑片のある時を一掃ギヤーと言ふ。

然るにリンクは其の兩端の途中の位置何處にでも止める事が出来

る。其の時は辨は E_1 及び E_2 の兩方の作用を受けて、恰も兩偏心輪の中間の或位置に中心を有する一個の偏心輪の作用を受けてゐると同様の結果になり、辨の行程は一杯ギヤの時よりも短く、前進角が大となり従つて蒸汽締切りが早くなる。是をリンク引上げと言ふ。斯くしてリンクの中央が辨桿に接觸する時が最も締切りが早く先開きが最大となる。是の時を中央ギヤと言ふ。

斯くの如くリンク装置は單にクランク軸の廻轉方向を變ずるのみならず、締切點等の辨作用を種々に變化させて、速度の調節をもなし得るのである。第97圖にスチブソン・リンク運動の骨組圖を示す。圖に於て實線にて示す偏心桿の繋ぎ方を開桿と言ひ、點線で示す方法を閉桿と言ふ。



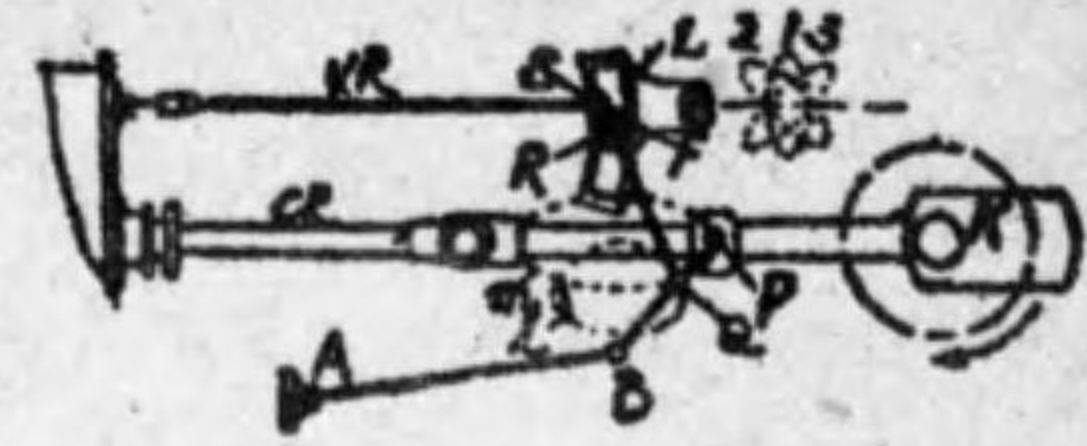
第97圖 スチブソン・リンク運動

74. 心向き辨装置

逆轉装置としてリンク運動の外に心向き辨装置がある。偏心輪を唯一個用ひるか、又は全然用ひないで其の目的を達するものにして此の特長は機關車又は船舶等の如く狭い場所に機關を設置するのに便利である。此の装置に屬するジヨイ装置、ワルシャート装置を述べる。

ジヨイ装置は第98圖に示すが如く、連桿中的一点Pより振動杆PBを出す。此の杆の下端Bは搖桿ABによつてEを中心として

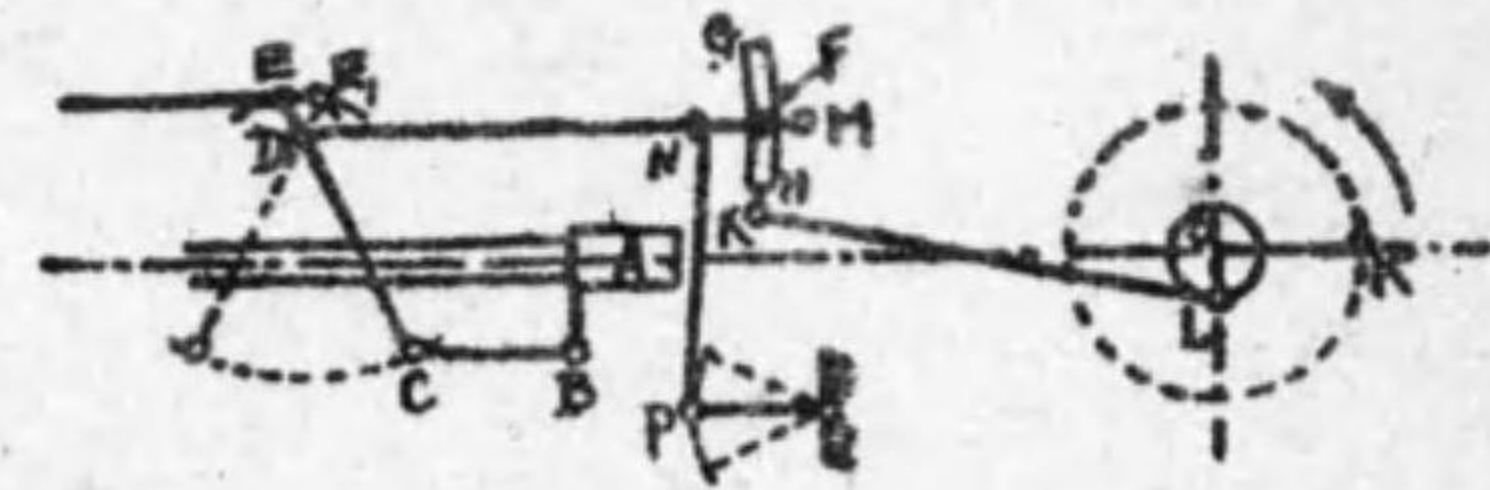
動く事が出来る。次にPBの一点Qより横杆SQを出し其の端Sを辨桿VRに結んである。夫故に連桿中のP點は點線mで示す如き



第98圖 ジヨイ式機構

楕圓形の輪道に沿ふて動く。更に振動杆PB中的一点Qも點線lにて示す如き扁圓形の輪道に沿ふて動く。然るに横杆SQの支點Rは固定ではなくしてリンクLに設けられたる縦溝に沿つて滑動する上に、リンクL自身が其の中點Rを中心として左右に任意の角度だけ傾け得る様になつて居る爲、リンクが中央の位置に在る時は、横杆SQは其の支點Rの滑動によつて其の端Sは點線1の如き卵形を畫き、是に依つて辨は1曲線を水平に投射せる幅に等しい行程をなす。是は辨の最短行程である。然してリンクを左又は右に傾ける時は、S端の振り方が2及び3に示す曲線を水平に投射せる幅に擴大せられ辨の行程を増すと共に、機關の廻轉の方向もリンクの傾きの方向に従ひ逆になるのである。

ワルシャート装置 第99圖に示す如くクロス・ヘッドAの運動はピストン桿より傳へられるが、此の左右往復運動はB,Cを経てDを支點とするEC桿に傳



第99圖 ワルシャート機構

はり、辨桿の端Eは EE_1 の間を動き辨に EE_1 の行程を與へる。

是が此の装置に於ける最も短い行程であつて、従つて最も早い締切をなす時である。然

るにD支點は固定點ではなくて、DFなる振動杆の一端であつて他端FはGHなる弧狀リンクに沿ひて滑り得る様になつてゐる。尙此のリンクはクランクよりも90°遅れたる位置に其の中心のある偏心桿に接続してゐる。

故にLの廻轉と共に偏心桿を経てリンクGHはMを中心として首振り運動をなし、DFの振動杆はFがGHの中點にある時に偏心輪の運動は支點Dに影響を及ぼさぬが、搖棒PNの作用を受けてDFの端FがリンクGHの上端G又は下端Hに移される時はGHの首振り運動が支點Dに左右動を與へる。是がクロスヘッドからの運動と結合してEの動き即ち辨の行程を増大することとなり、締切りを遅くすると共に廻轉の方向をも逆にする事となる。

第四編 蒸 汽 ター ビ ン

第一章 概 要

75. 蒸 汽 ター ビ ン の 發 達

蒸 汽 ター ビ ン は 現 在 の 最 も 進 歩 し た る 原 動 機 の 一 つ で は あ る が、又 最 も 古 き 歴 史 を 有 す る も の で あ る。

紀 元 前 120 年 頃 ア レ キ サ ン ド リ ャ の 數 學 者 ヒ ー ロ ー (Hero) は 或 書 物 に 於 て 簡 單 な る ター ビ ン の 事 を 記 し て ゐ る。此 は 純 粹 の 蒸 汽 の 反 動 力 に よ り て 動 く も の で 第 100 圖 に 示 す。之 が 現 在 の 反 動 ター ビ ン の 濫 觴 である。

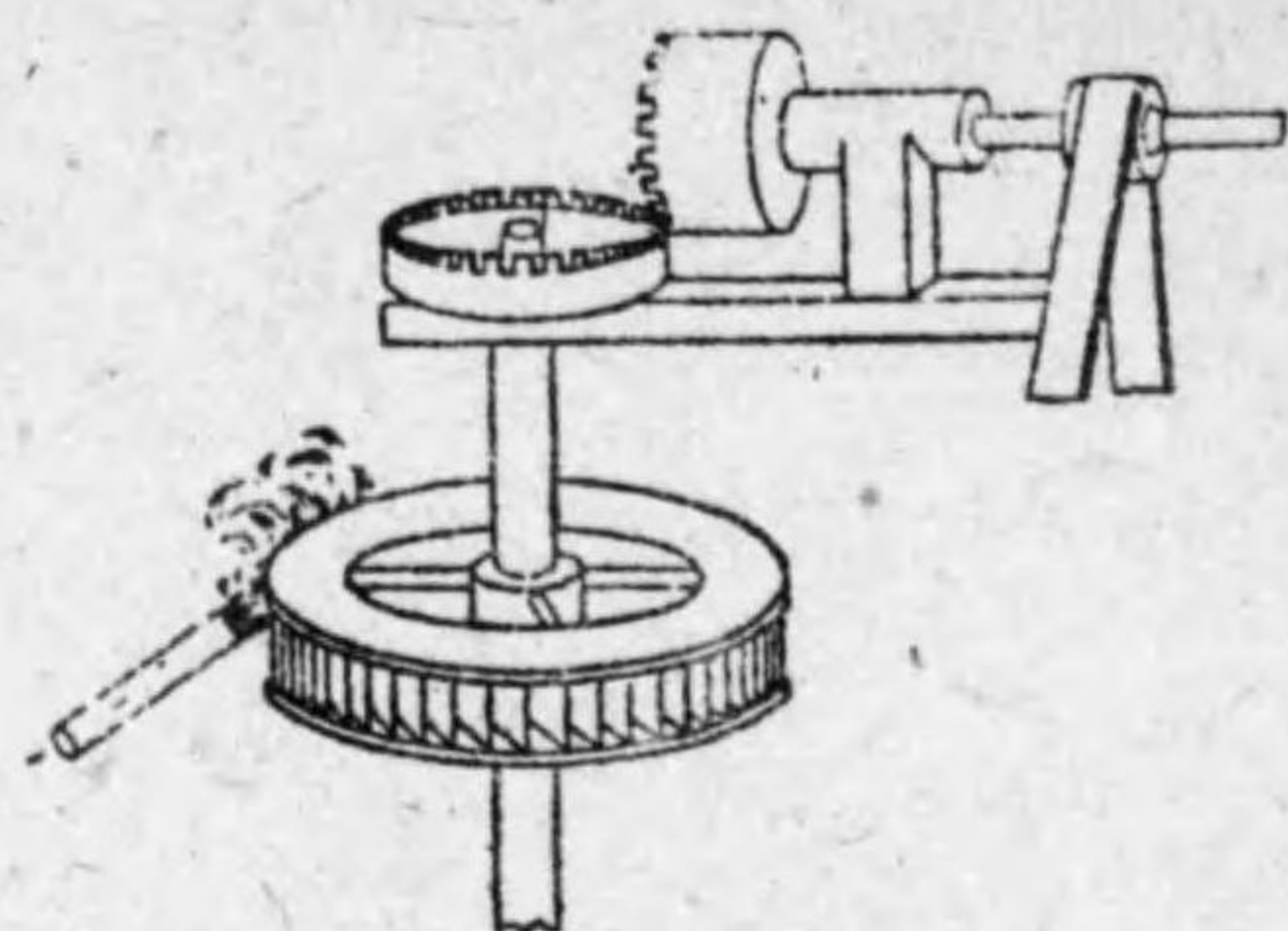
1629年 イ タ リ ー の 建 築 家 ブ ラ ン カ (Branca) は 第 101 圖 に 示 す 如 き、車 の 周 圍 の 羽 根 に 蒸 汽 を 噴 き 付 け て 車 を 廻 す 式 の ター ビ ン を 創 造 し た。之 は 衝 動 ター ビ ン の 最 初 の も の である。

然 し 之 等 は 唯 蒸 汽 力 に よ つ て 簡 單 な 機 械 が 廻 る と 言 ふ 丈 け に て 殆 んど 實 用 に は な ら な かつ た。其 頃 ジ ェ ム ス、ワ ッ ト は 往 復 蒸 汽 機 關



第 100 圖 ヒ ー ロ ー ・ ター ビ ン

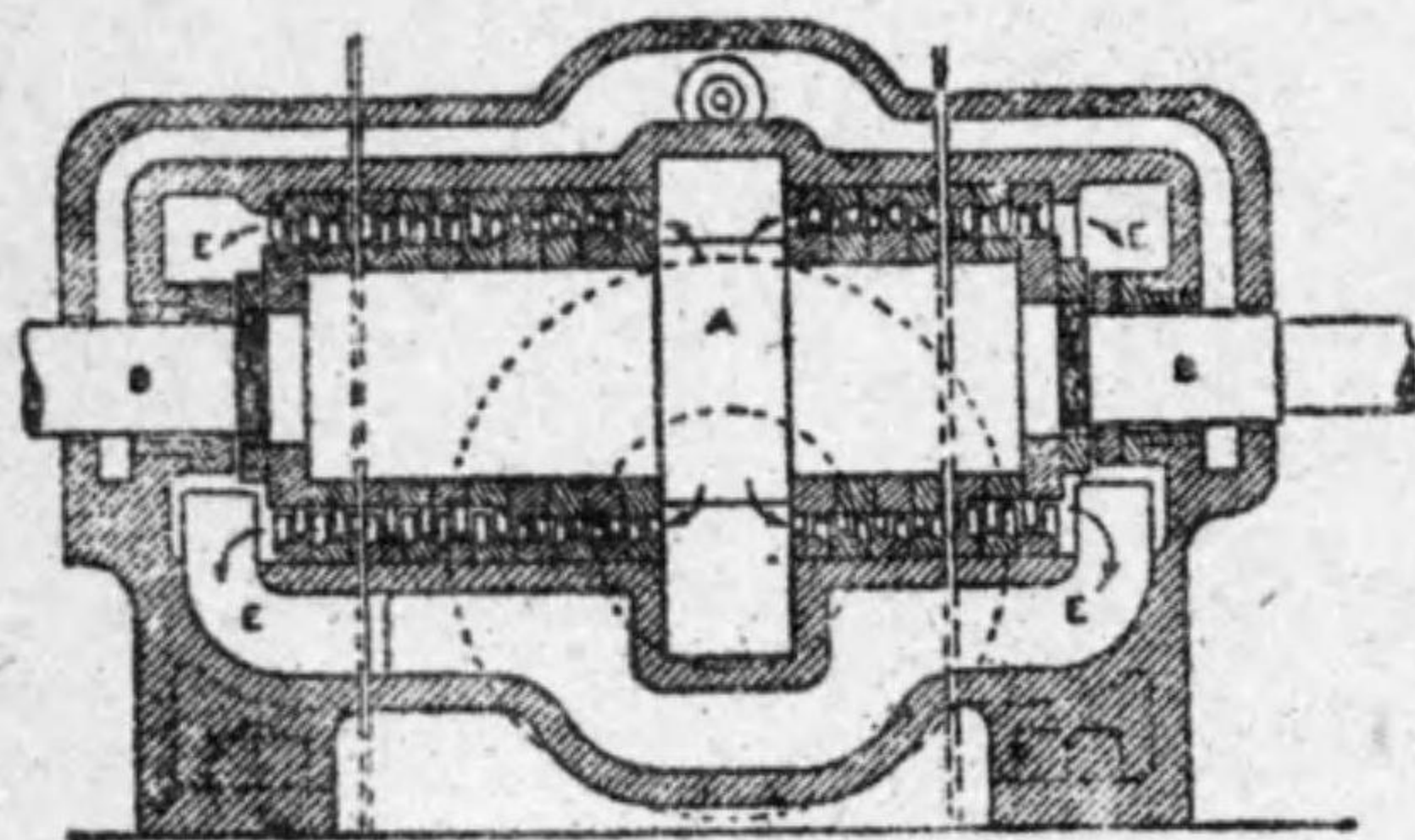
に關心を持ち1784年經濟的な機關を創案して實用に供したる爲、一時タービンの發達は阻害せられた。其後100年程の間に蒸気機關は改良進歩を遂げ、殆んど完全の域に達して陸用船用に



第101圖 ワット・タービン

盛んに使用されたが、世人は直線運動を廻轉運動に變ずる事に不満を感じ、直接廻轉運動を起すタービンに又關心を拂ふ様になつた。

1884年英人パーソンは反動タービンの特許を得た。之は第102圖に示す。中央Aより蒸気は入り羽根列の間を通つて、左右兩端の廢

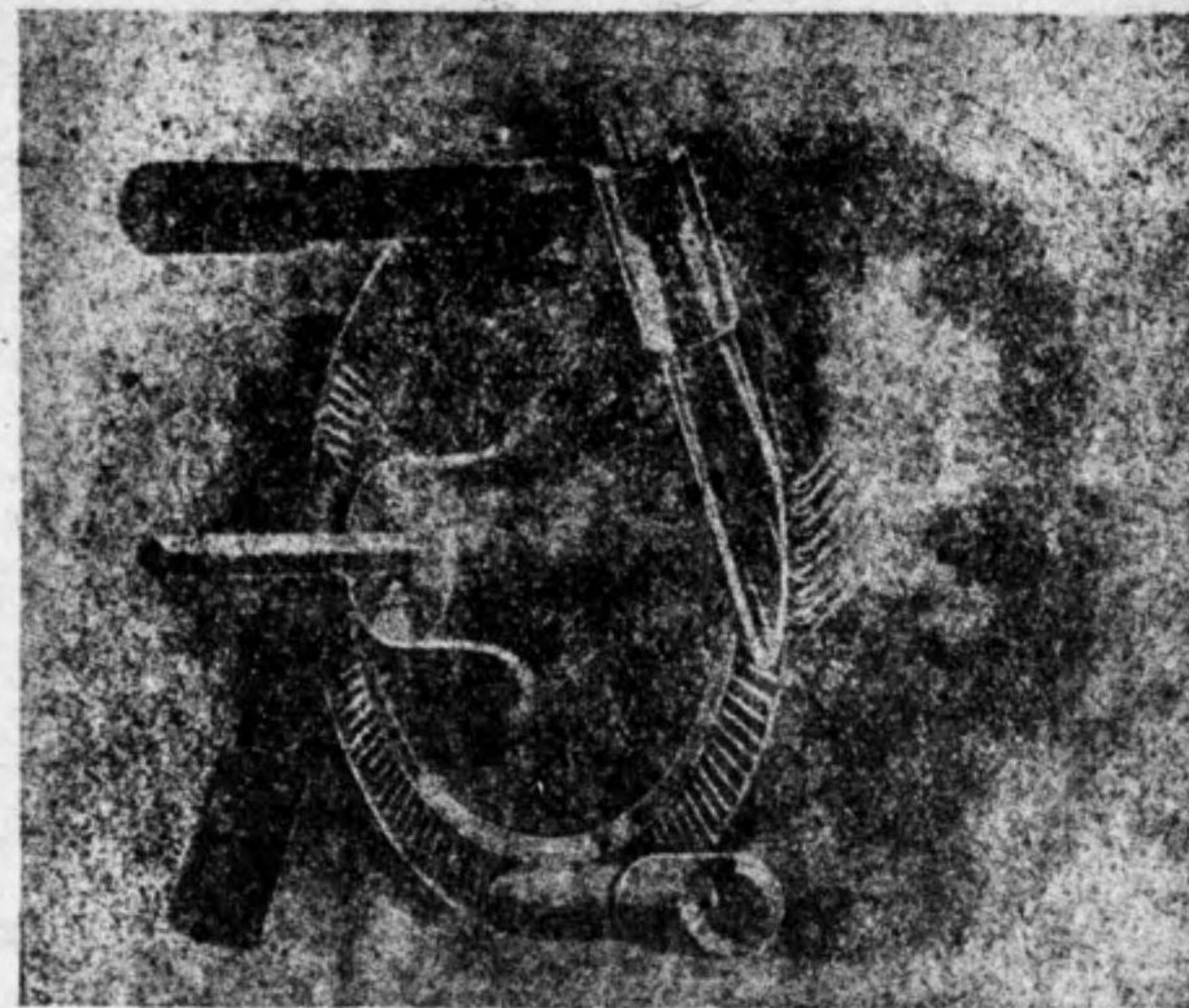


第102圖 パーソン・タービン(初期)

汽室Eに集まり汽筒外へ逸出する。蒸気が羽根列を流通する間に反動作用によりて廻轉筒を廻し、B軸から外部に力を傳ふるものである。

1888年瑞典の科學者ド・ラバルは第103圖の如き、衝動タービンを案出した。之をド・ラバル・タービンと言ひ蒸気を末廣がりの噴出管より車の羽根に吹き付けて車を廻轉させる。之は廻轉數が非常に速き故、齒車装置にて減速して使用される。その後1894年には佛

國のラトー教授が1896年には米國のカーチス、1899年には瑞西のチェリー等は、ド・ラバル・タービンの廻轉數の速や過ぎるのを改良

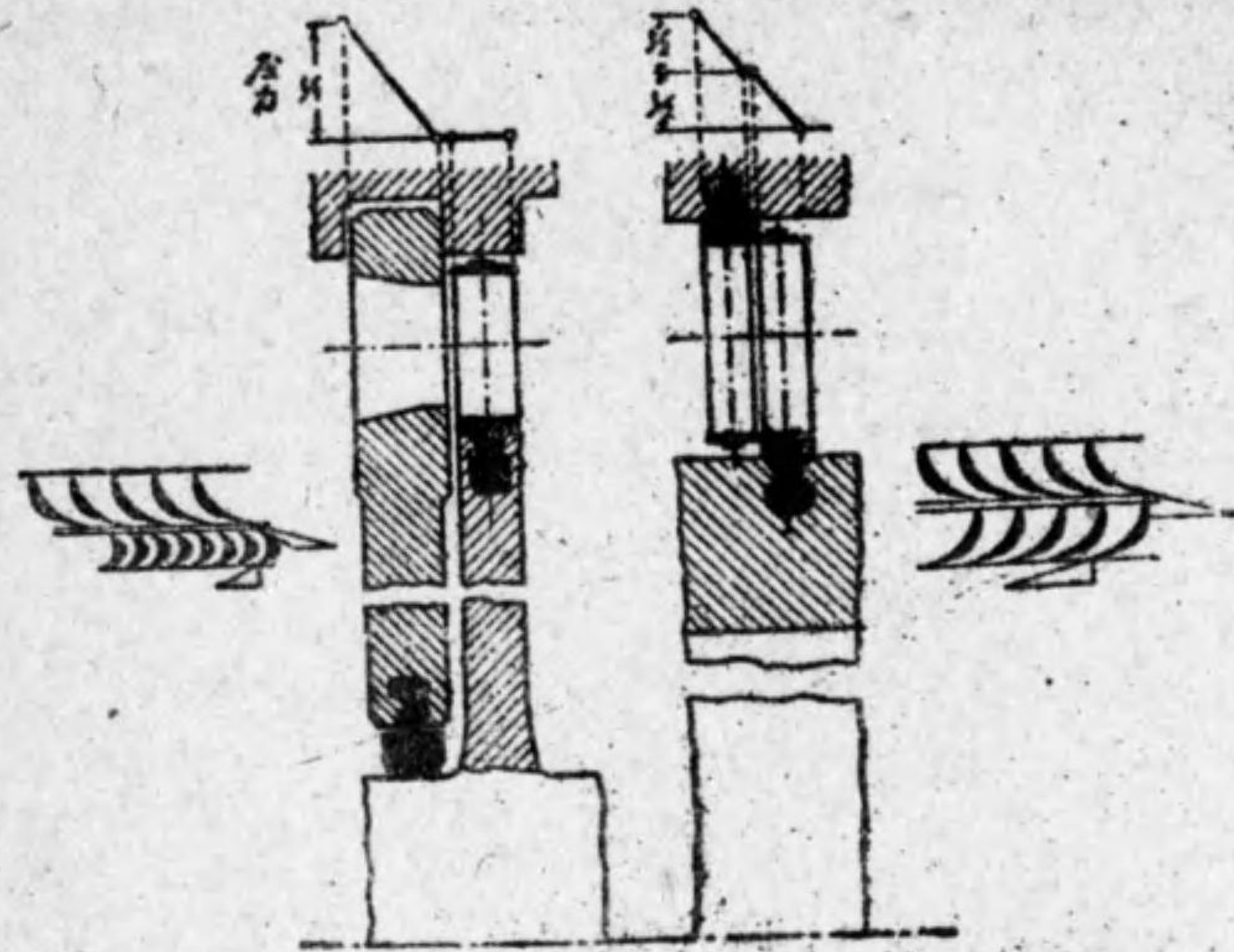


第103圖 ド・ラバル・タービン

し、1911年瑞典のユングストローム兄弟は、特殊な反動タービンを創造した。かくて次第に蒸気タービンの使用範圍は擴大せられ、益々其の發達は促進せられた。出力も現在一基にて良く200,000 K.Wを出すものがあり、蒸気壓も80~100氣壓は普通にて稀には120氣壓227氣壓を用ひ、蒸気溫度も400~500°C.位のものを使用して熱經濟を増進する様になつた。

76. 蒸気タービンの分類

蒸気タービンの分類法には種々あるが、動き羽根に對する蒸気働きの具合から次の三つに分類せられる。



第104圖 衝動式

第105圖 反動式

- a. 衝動タービン
- b. 反動タービン
- c. 組合せタービン

衝動タービンとは第104圖の如く蒸気は噴出孔中に於てのみ膨脹して勢のよい蒸気を動き羽根に作用させるものであり、反動タービンは第105圖の如く勢のよい蒸気が羽根に入り、又羽根の中を通る間にも膨脹をして出る時に羽根を蹴つて出る力にて駆動させるものである。

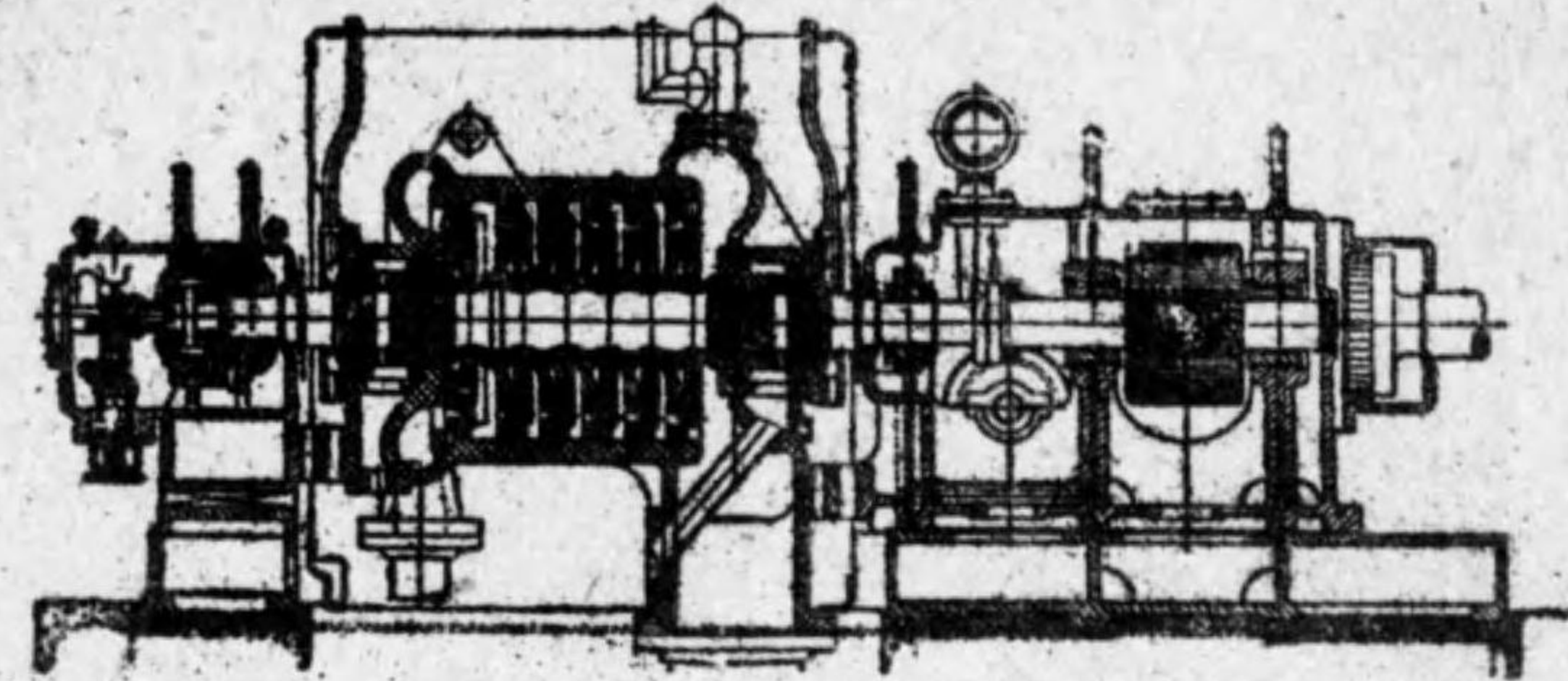
組合せタービンは初め衝動力にて働くタービンを用い、後刻反動タービンを用ふる所謂衝動、反動組合せて出来たものである。

タービンは又其の用途によりて次の如く分類される。

- a. 背圧タービン

- b. 抽汽タービン
- c. 低圧タービン
- d. 混圧タービン

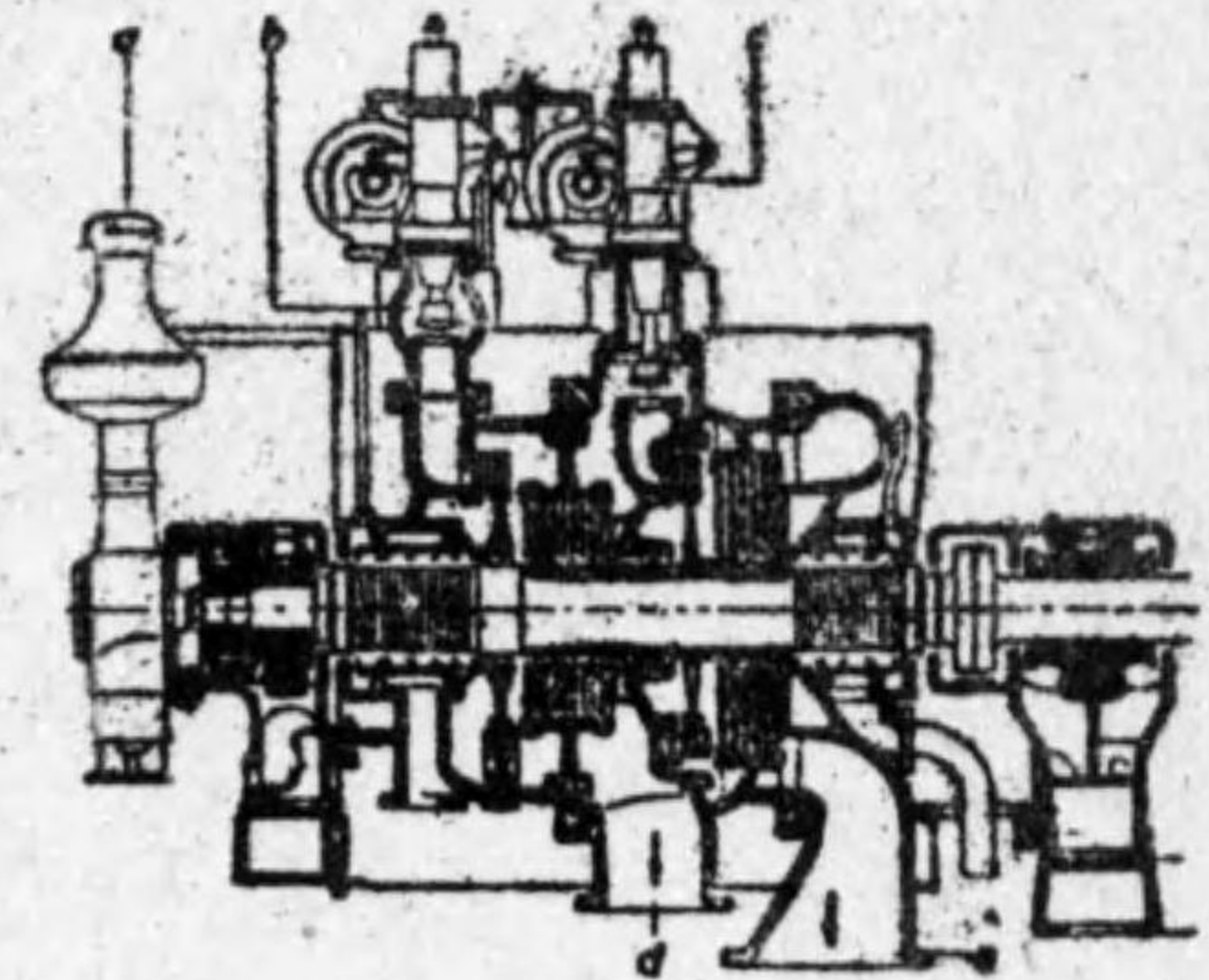
背圧タービンは化学工場、製糖工場等で動力又は加熱用の蒸気が必要の時は相當壓力のある儘にて、蒸気をタービンより排出させ之



第106圖 背圧タービン

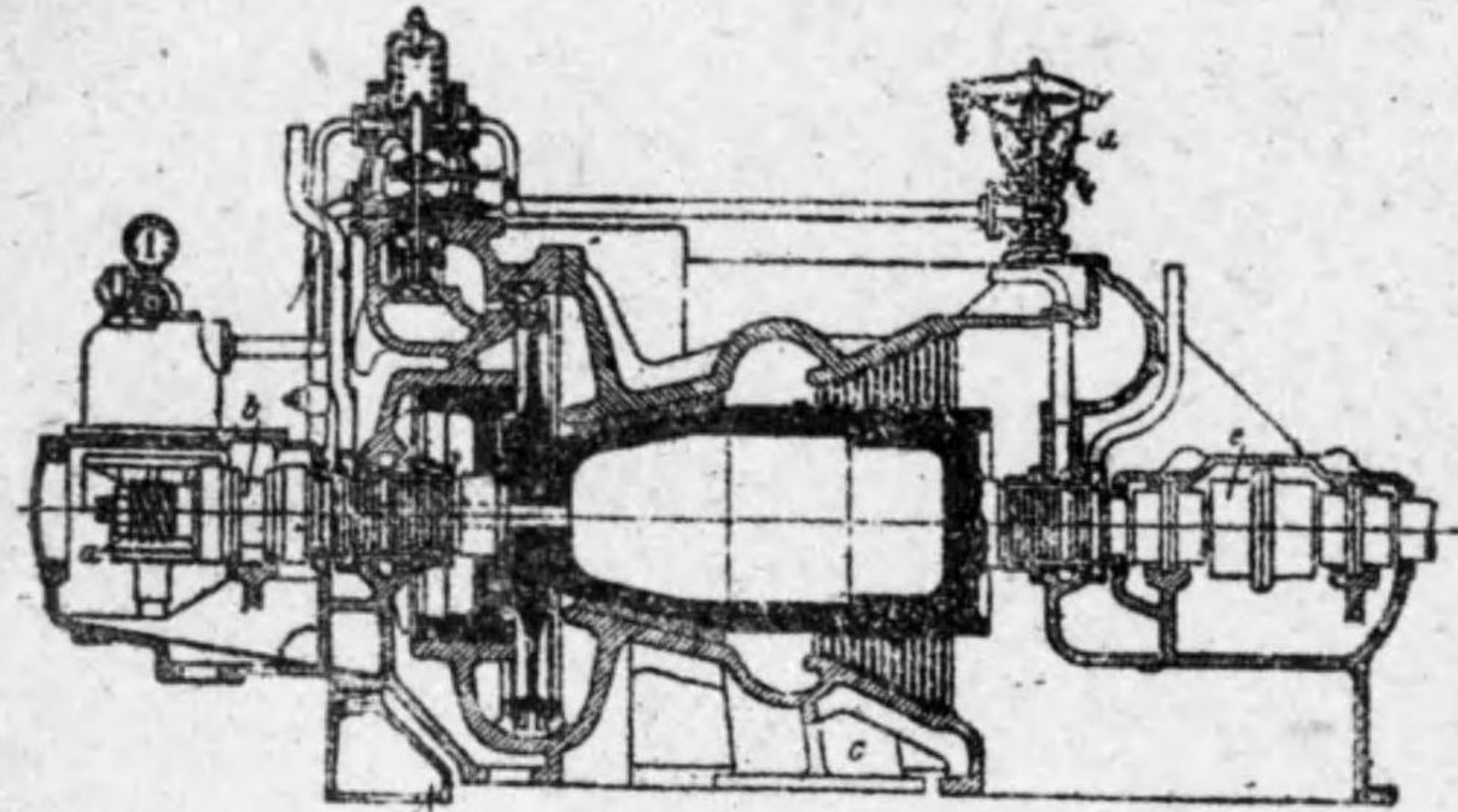
を利用する場合に用ふるものであり、全然凝結器を用いないものである。第106圖はエッシャー・ツイツス會社の背圧タービンである。

抽汽タービンはタービン内に於て蒸気が膨脹の中途より、蒸気の一部を抽出して工場暖房又は製産工程に使用することが出来る様になつてゐて、其の使用蒸気量が背圧タービンの如く一定してゐない時に適するものである。第107圖はA.E.G. (獨逸) 社製の抽汽タービンを示す。



第107圖 抽汽タービン

低圧タービン、蒸気は20気圧のものが10気圧に膨脹する際に発生するエネルギーも、0.2気圧のものが0.1気圧に膨脹する際に発生するエネルギーも大差はないのである。前者のエネルギーは蒸気機関にて利用し得るも、後者を利用せんとすれば機関も大となり、構造も又甚だ複雑となるのであるが、タービンにては後者のエネルギーを比較的容易に利用し得らるゝのである。低圧タービンは蒸気機関



第108圖 B.B.C. 製混圧タービン

の廢汽を使用して動力を發生するものである。

混圧タービンは蒸気機関より十分の廢汽が得られる時は、低圧タービンとして働き之が不足する時は、同軸に据え付けたる高圧タービンへ汽罐よりの高圧蒸気を作用せしめ馬力を補ふものである。第108圖は B.B.C. 製混圧タービンを示す。

77. 蒸気タービンと往復機関との比較

先づ蒸気の働き方について述べれば、タービンにては蒸気の運動のエネルギーを利用するが、機関にては静圧力を利用するものであ

る。往復機関にては此の往復運動を廻轉運動に直して使用せなければならぬが、タービンにては其の必要はない。タービンにては普通廻轉速度は大にして、減速装置を用ひなければならない。

又タービンは其構造上高温過熱蒸気を用ひ得られ、且つ真空度の高い凝結器を用ひるので、蒸気機関よりは熱効率は極めて高く、大馬力に於ては蒸気消費量も少い。

タービンは一般に高速廻轉をなす故、同一馬力に對して全體の柄が少く、従つて重量も軽くなり据付の基礎工事も狭少にして簡単にできる。運轉中に於てもタービンの方が人手を要することが少い。

けれど百馬力以下の小動力を要する場合には、機関の方が漏汽、放熱等が少い故有利である。又タービンは間歇性、逆轉性及び往復性のものには不向きである。

第二章 各種蒸気タービンの形式

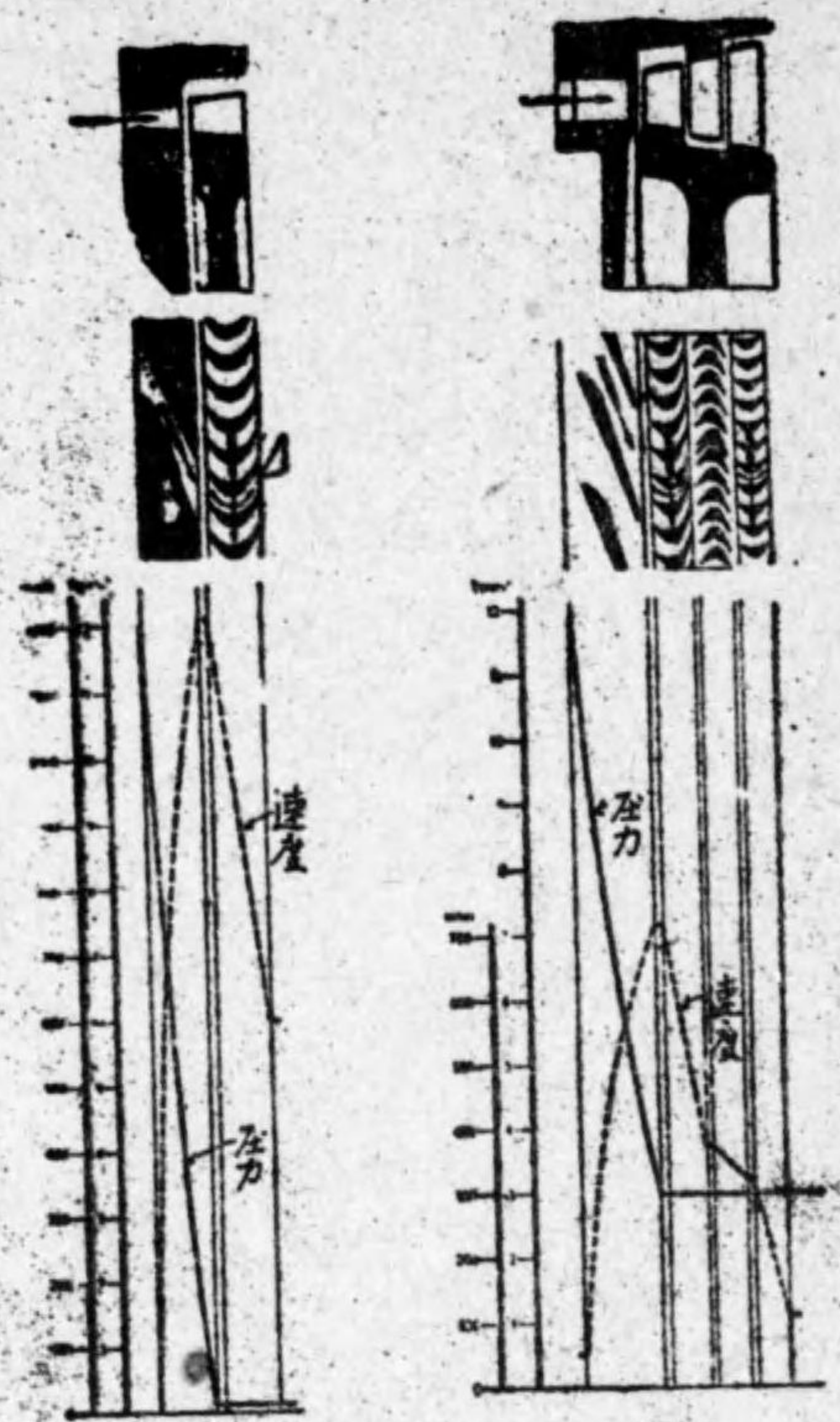
78. 衝動タービンの形式

衝動タービンは次の五種に分けられる。

- a. 單段衝動タービン
- b. 複速衝動タービン
- c. 複壓衝動タービン
- d. 複速複壓衝動タービン
- e. 複速複壓組合タービン

(a) 單段衝動タービン 此のタービンはド・ラバル氏によつて創

案されたもので、最も簡単な型式である。第109圖に示す如く蒸気の壓力を噴出管中に於て一度に落し、其の時に出す速度を動き羽根にて一回に吸収するものである。



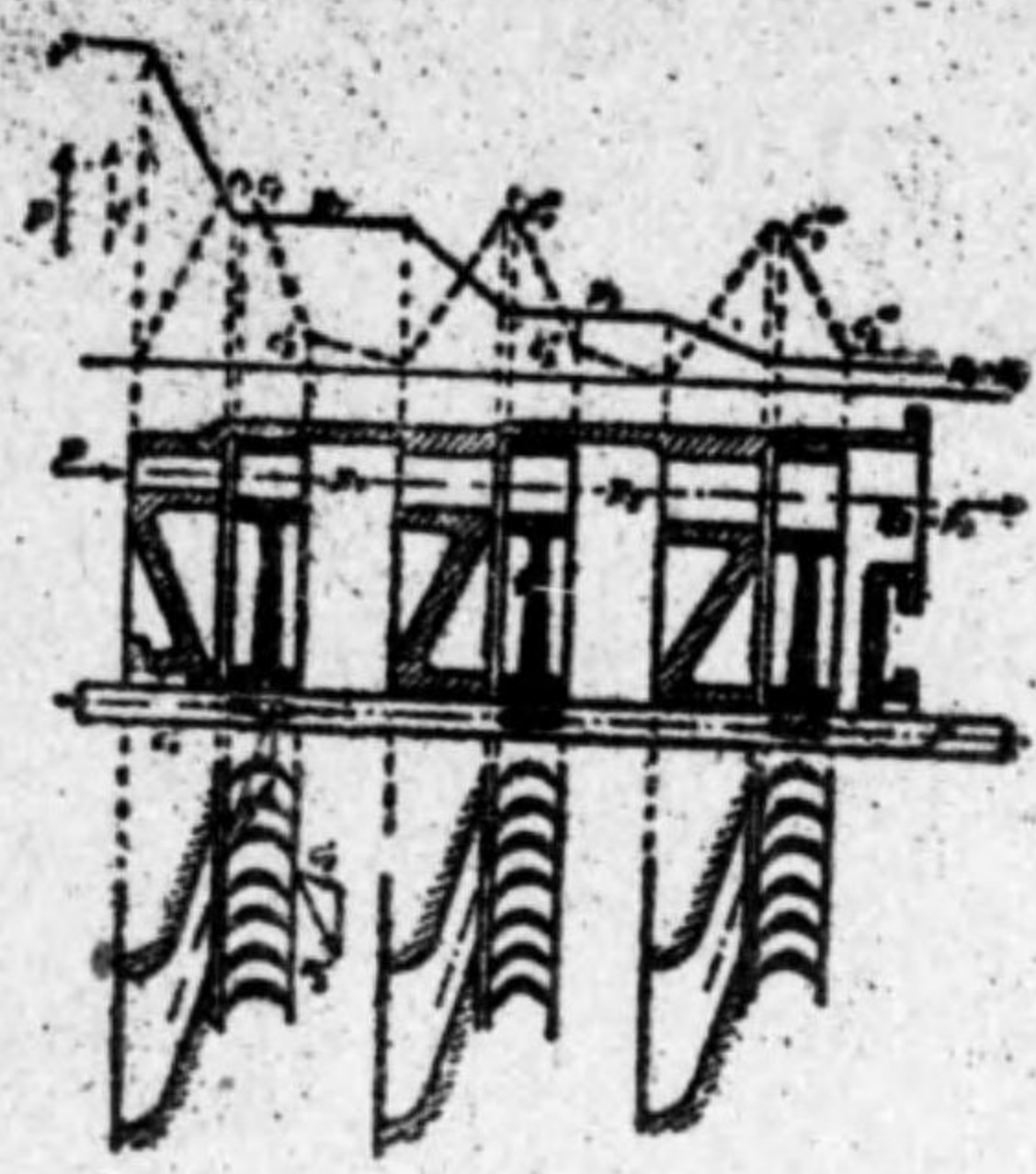
第109圖 單段衝動タービン
第110圖 複速衝動タービン

(b) 複速衝動タービン 噴出管中に於て蒸気の壓力を落し依つて生ずる速度を數回に區切つて動き羽根に作用せしめるものである。其の壓力、速度の關係は第110圖に示す。此のタービンの代表的のものはカーチス・タービンである。

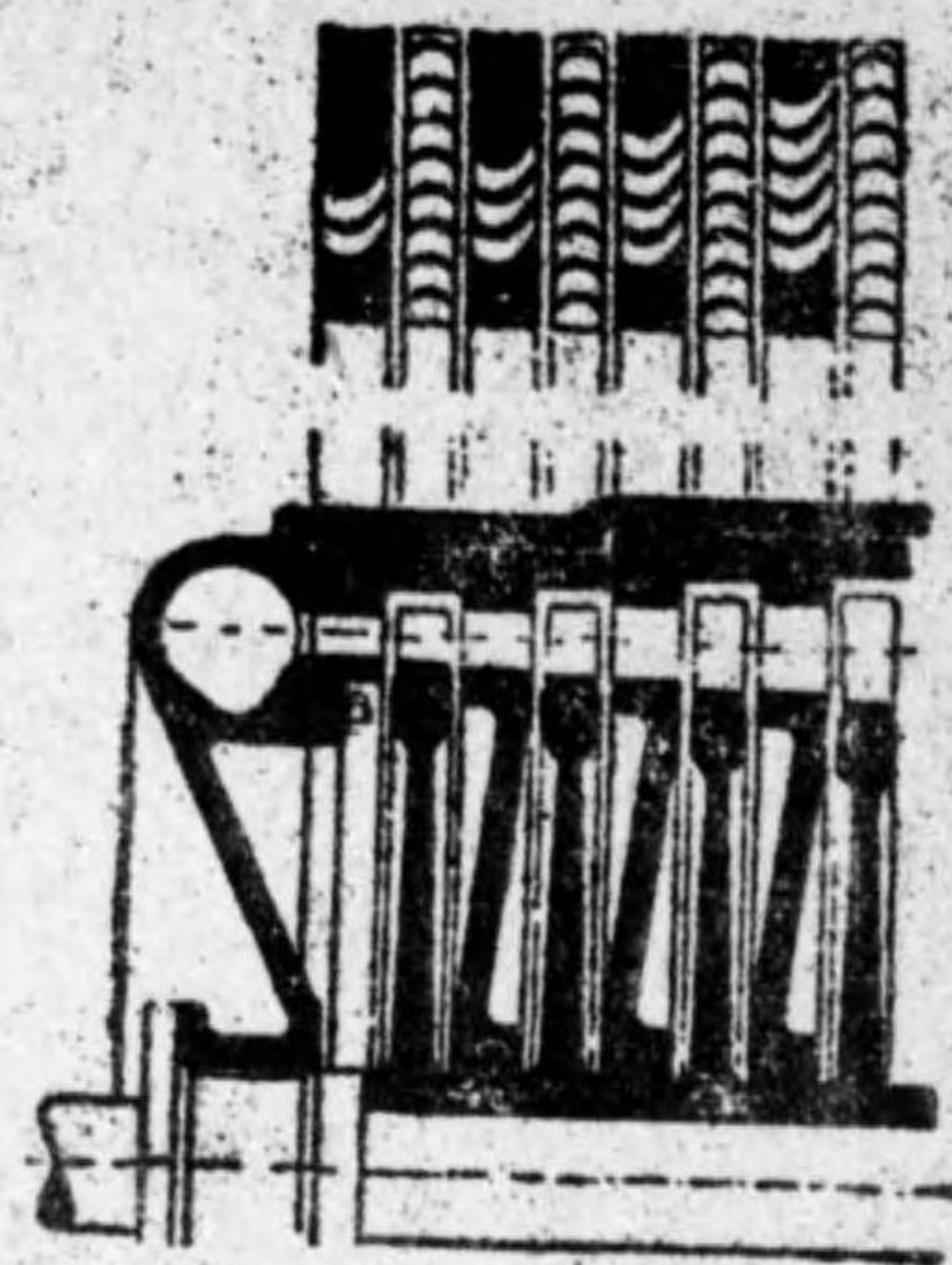
(c) 複壓衝動タービン 一回の膨脹によつて全壓力を落しては、次に數段の噴出孔を用ひて段々に壓力を落し、少しづつ生ずる速度を動き羽根に次々に吸収させるものである。

此の代表タービンであるラトー及びチェリー・タービンの蒸気壓力及び速度の關係は第111圖及び第112圖に示す。

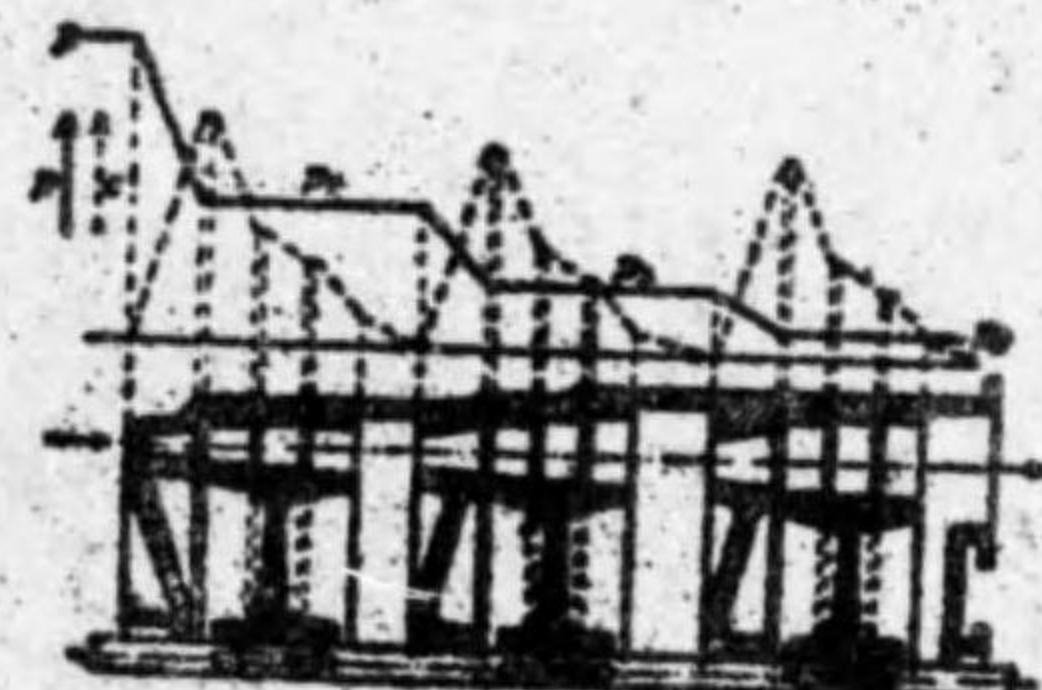
(d) 複速複壓衝動タービン は多くの複速衝動タービンを直列に用ひたものであるが、效率が低い爲に餘り用ひられない。蒸気の壓力



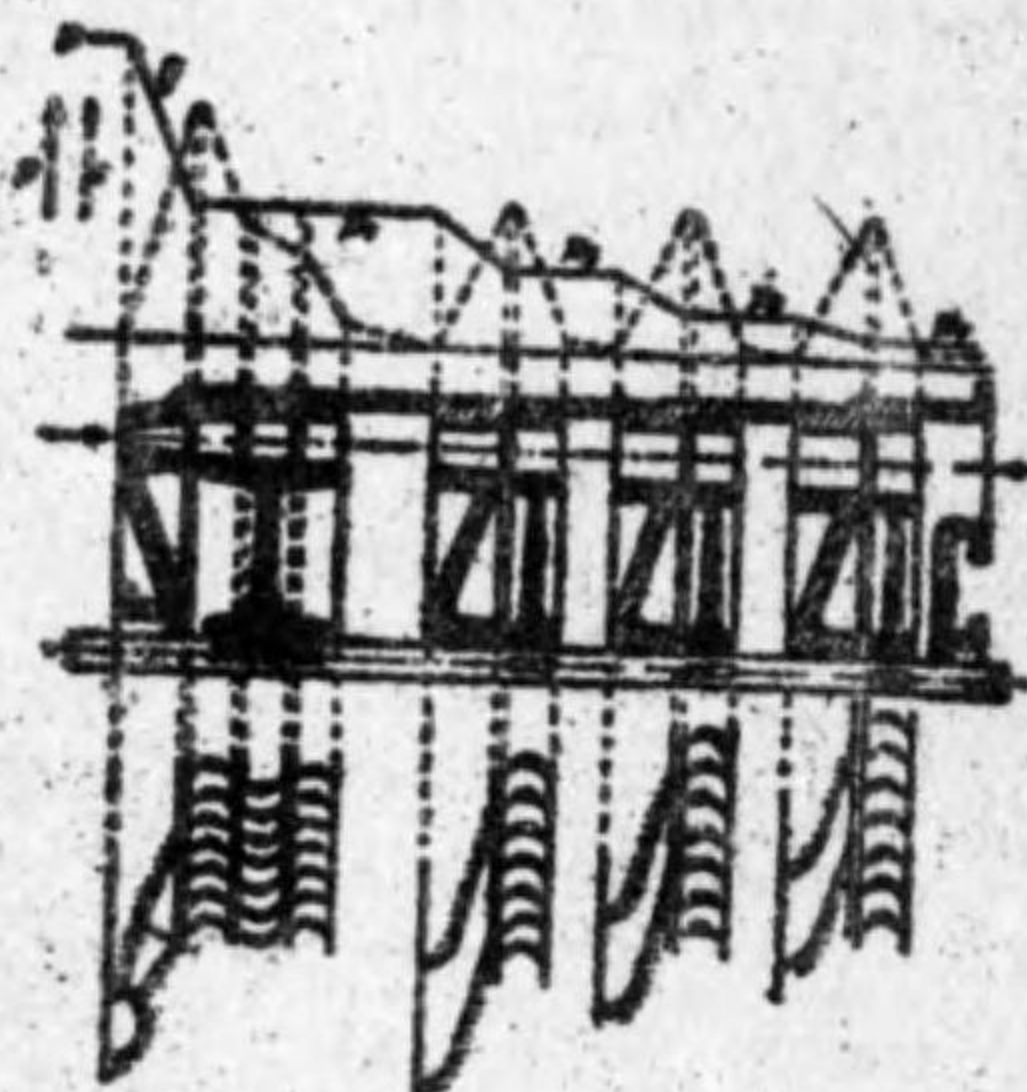
第111圖 複速衝動タービン



第112圖 ラトー・タービン



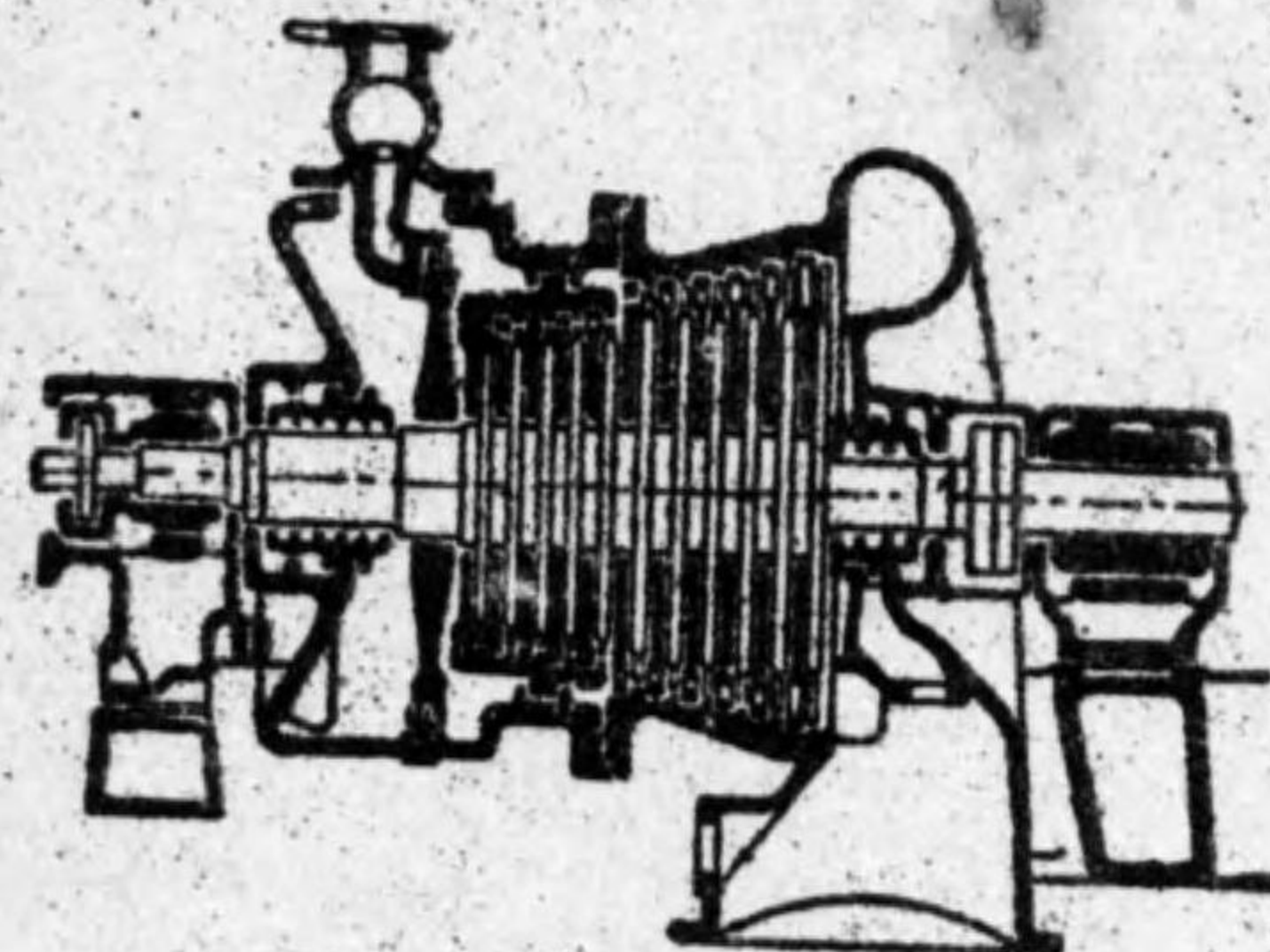
第113圖 複速複壓衝動タービン



第114圖 複速複壓組合せタービン

及び速度の關係は第113圖に示す。

(e) 複速複壓組合せタービンは第114圖第115圖に示す如く複速式と複



第115圖 複速複壓組合せタービン

圧式とを直列に組合せたるものである。

79. 反動タービンの形式

a. 軸流反動タービン

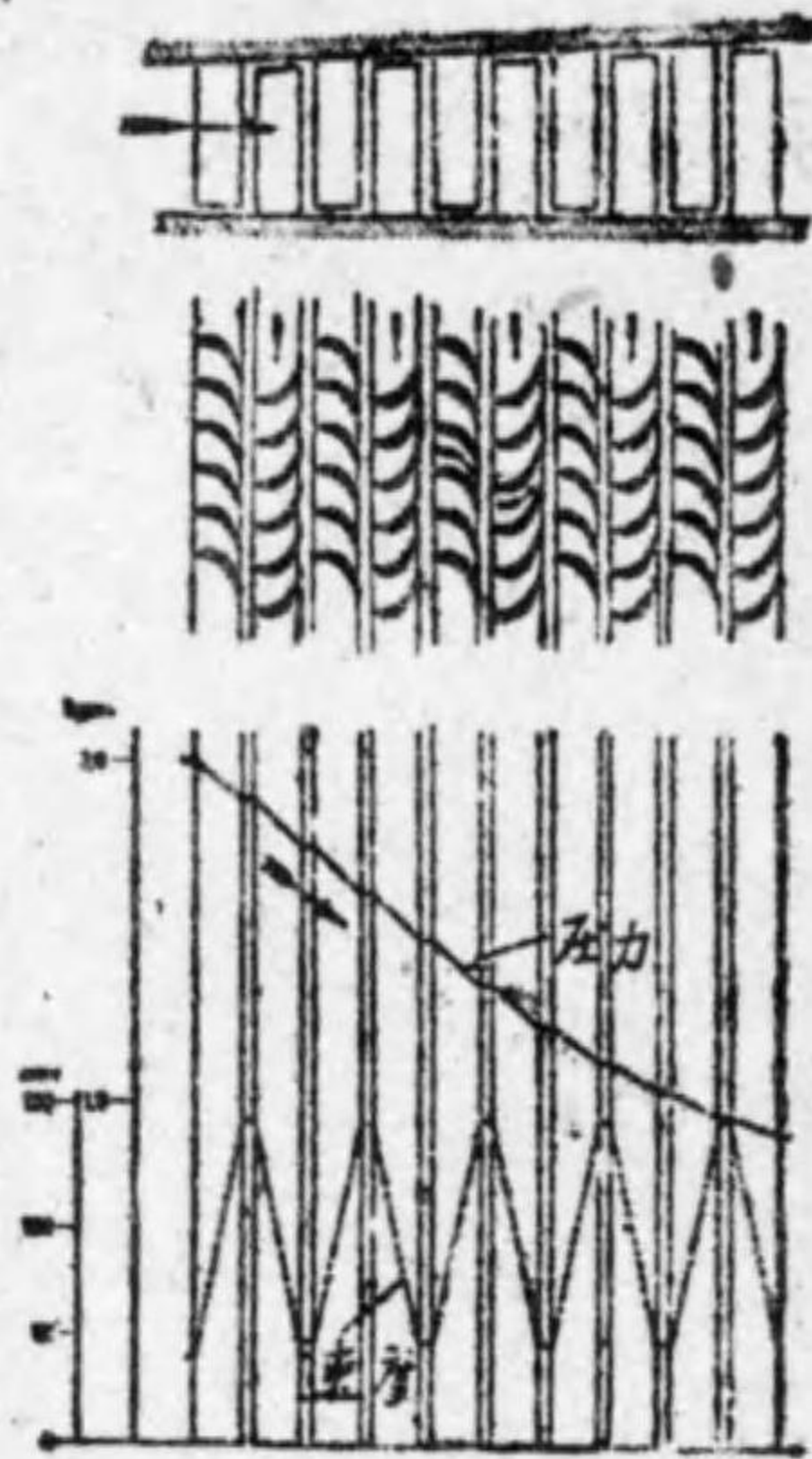
b. 径流反動タービン

(a) 軸流反動タービンは蒸気が軸に沿つた方向に流れるものである。

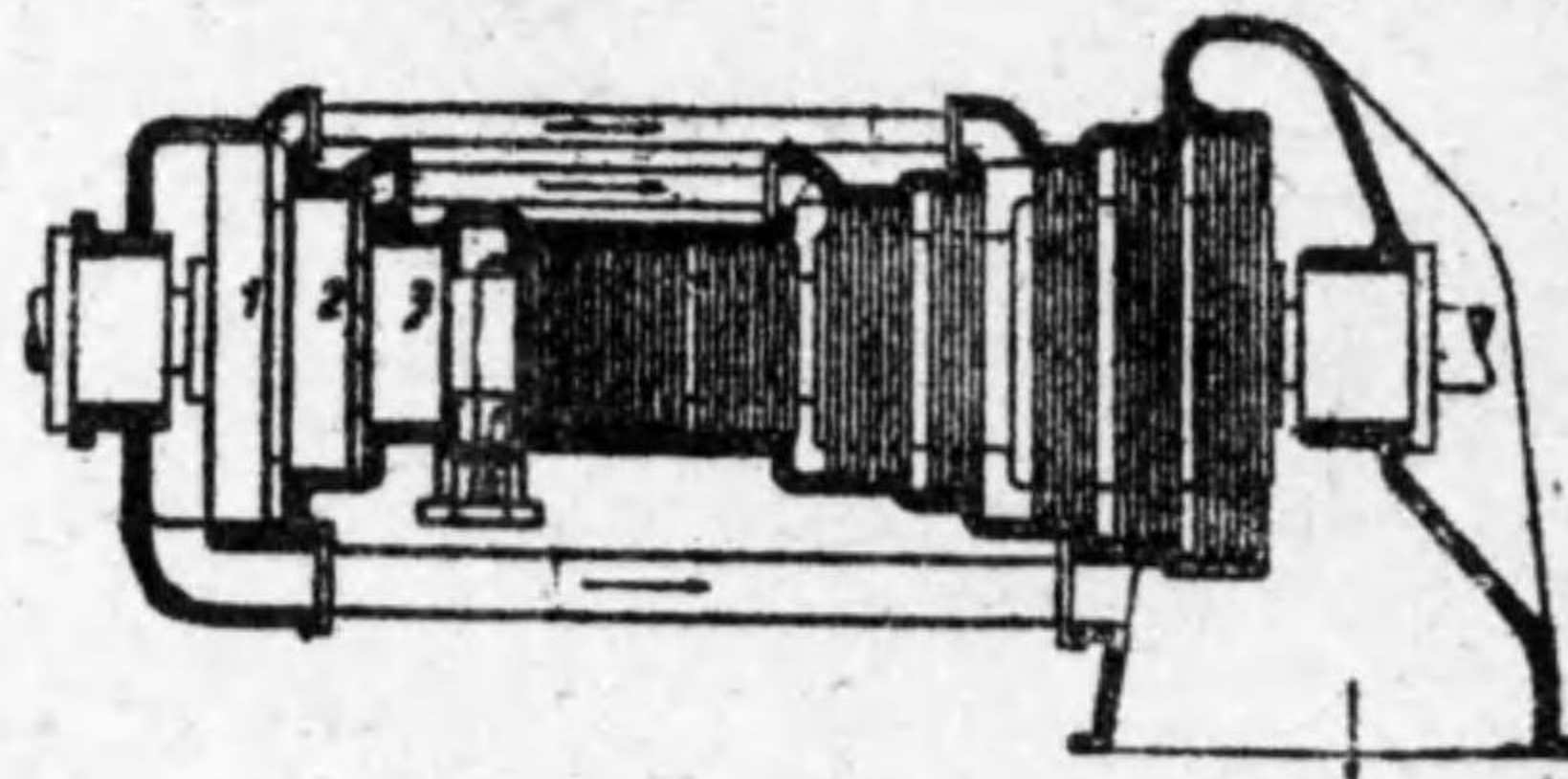
第116圖に示す如く、蒸気の壓力は固定羽根のみならず、動き羽根の中に於ても落下する故、何時でも羽根の入口の壓力は出口の壓力より大である。これは反動タービンの特徴である。此の型式のタービンの代表的のものは、パーソン・タービンであり、第117圖に骨組圖を示す。

(b) 径流反動タービンは蒸気が中心部から、半径の方向に次第に外方に向つて流れるものを言ふ。

此の型式の代表は
 ユングストローム
 タービンである。
 此の場合の蒸気の
 壓力と速度との關
 係を第118圖に示



第116圖 軸流反動タービン



第117圖 パーソンタービン

す。此のタービンは互に反対の向きに植へ付けた羽根輪を有する二枚の圓板を向い合せに嵌合したものにして、二枚の圓板は



第118圖 径流反動タービン

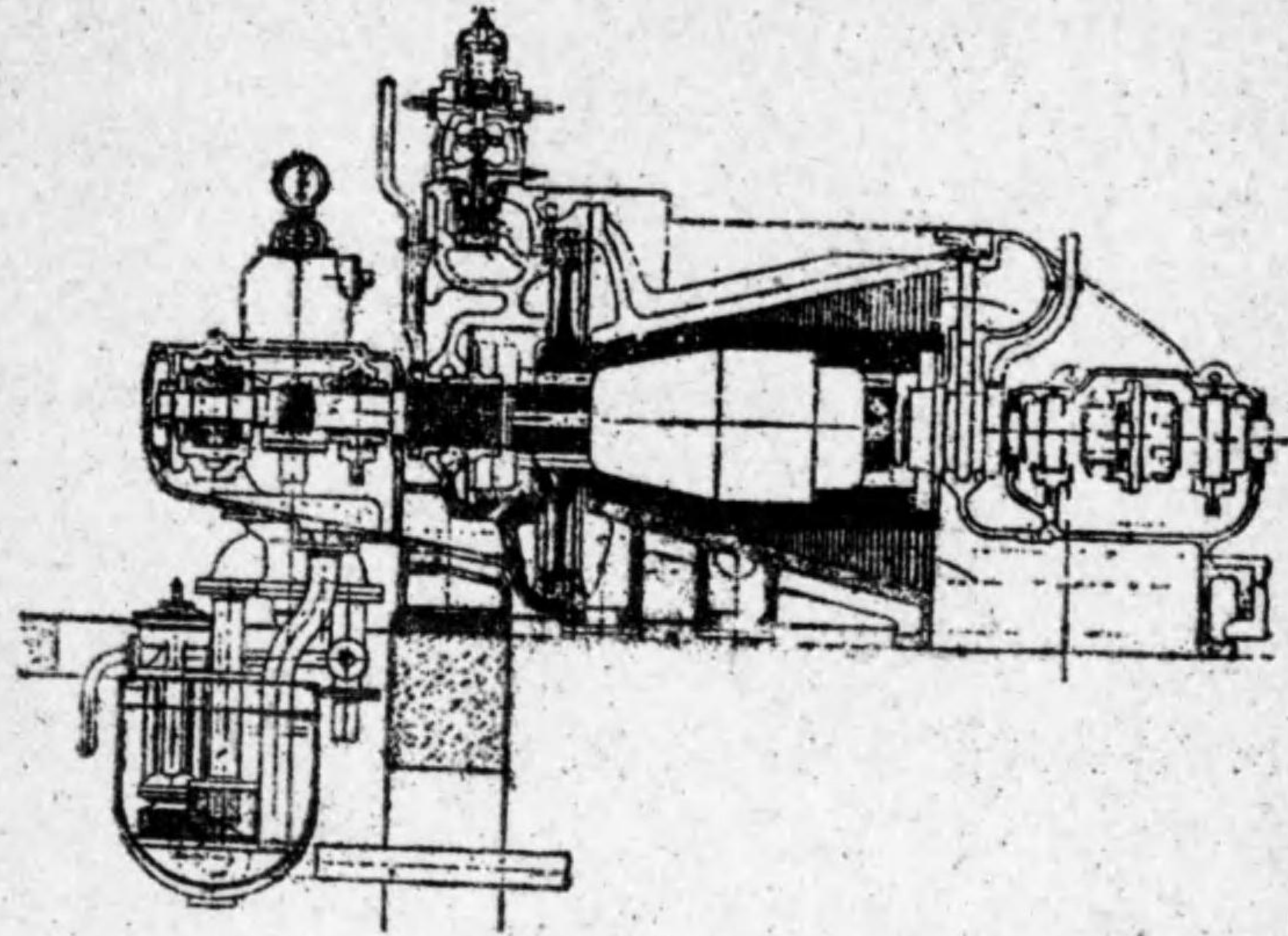
二つの羽根車として反対に廻轉すると同時に、お互に案内羽根の役目をも兼ねてゐるのである。羽根列の數もパーソン・タービンよりは著しく減じ得られ、出口に近づくに従つて蒸気の容積は増すが、羽根輪の直徑が大きくなると同時に、羽根の長さを増す事が出来るので十分多量の蒸気を通すことが出来る。此のタービンは發電用として賞用される。

80. 組合せタービンの形式

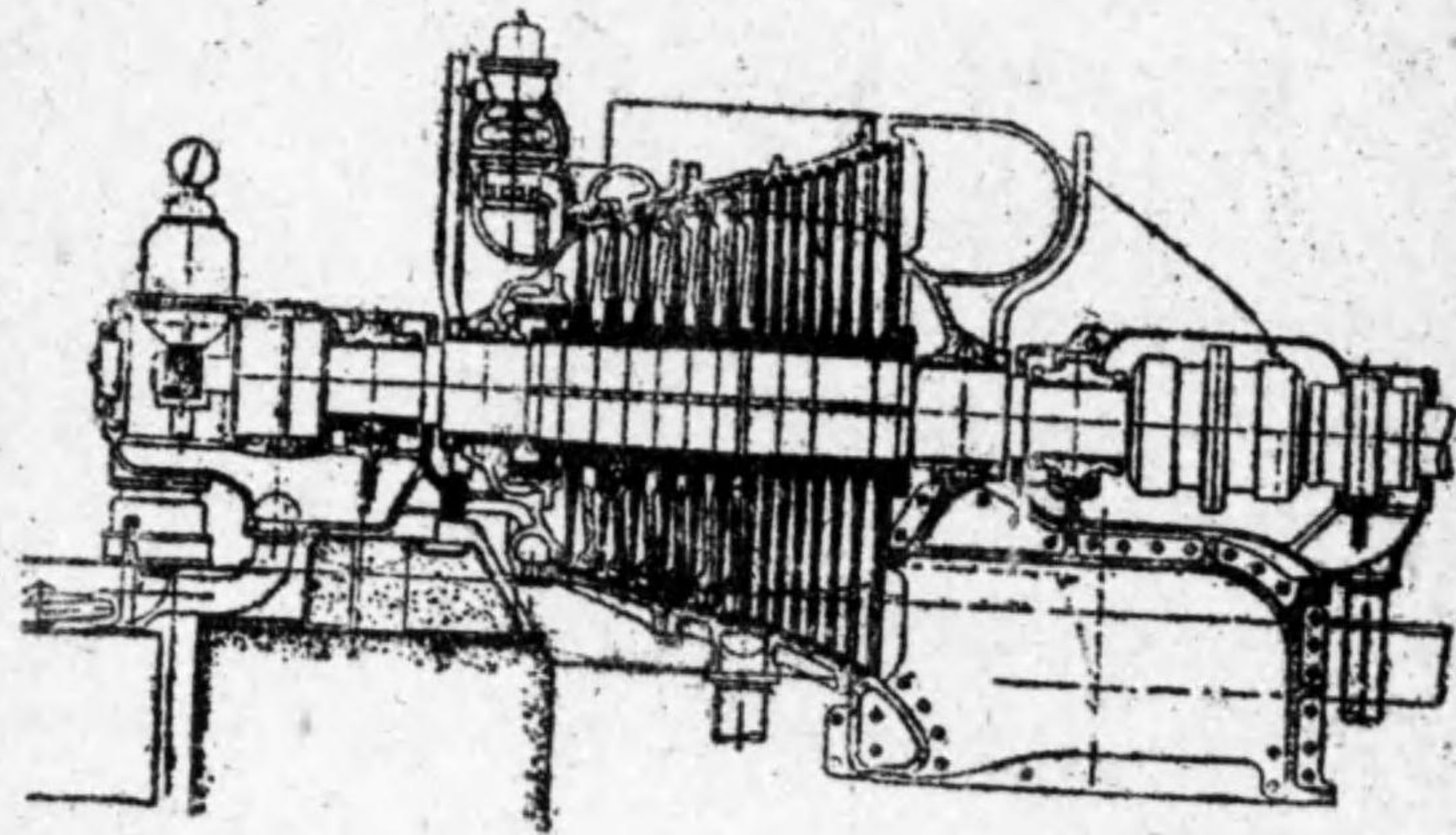
衝動タービンと反動タービンの長短を取捨し、互に其の特徴を發揮せしめる爲高壓側に衝動タービンを用ひ、低壓側には反動タービンを用ひて一つの汽甯の中に納めたるものである。これも大體その形式の上から二つに分ける事が出来る。即ち一つは第119圖に示す如く反動タービンの高壓端に複速衝動タービン(カーチス車)を用ふるものであり、タービン全構造を簡單になし得る爲に在來廣く製作されるものである。

他の一つは第120圖に示す如く初めの數段に複壓式の衝動羽根を

用ひ以下反動羽根を備へたものである。



第 119 圖 組合せタービン



第 120 圖 組合せタービン

第三章 蒸気タービン各部の構造

81. 汽 筒

小型のタービンに於ては汽筒は一つに形造られて、普通鑄鐵を用ひられるが、大型にては二個又は三個に區分して造られ、高壓部は鑄鋼を用ひ、低壓部には半鋼鑄物又は普通鑄鐵を用ひる。

82. 軸 及 び 軸 承

蒸気タービンの廻轉體は一般にローターと言ふ。衝動タービンに對しては廻轉部分の全部即ち軸と羽根車を同一體より削り出して造る場合(第121圖)と別々に作り組合せる場合(第122圖)と又嵌め込む場合(第123圖)とがある。

反動タービンに對しては、第124圖及び第125圖に示す如きものが用ひられる。一體軸には限界速度

と言つて、軸の最も激しく振動する速度がある。

此の限界速度を繼續すれば軸は破損する。依つて

この限界速度を避ける速さにて運轉されるが限界

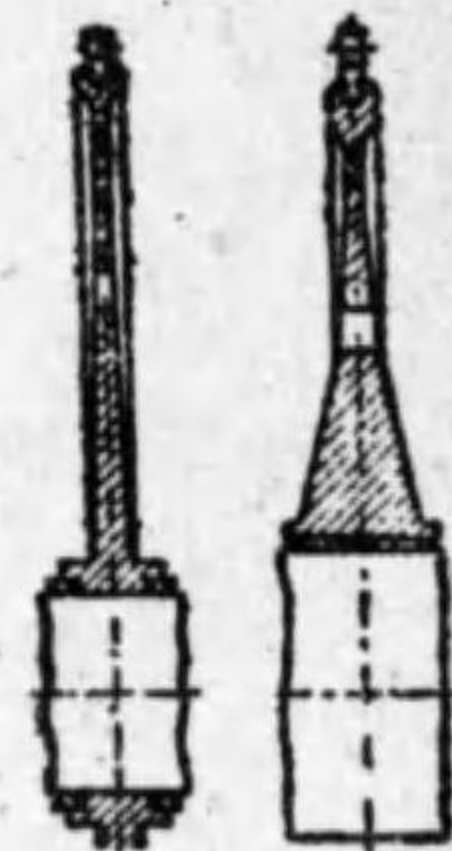
速度以上で運轉する如く設計したものを彈性軸と言ひ、限界速度以下で運轉するものを剛性軸と言ふ。高壓タービンに於ては軸はクロ



第 121 圖 削り出しローター

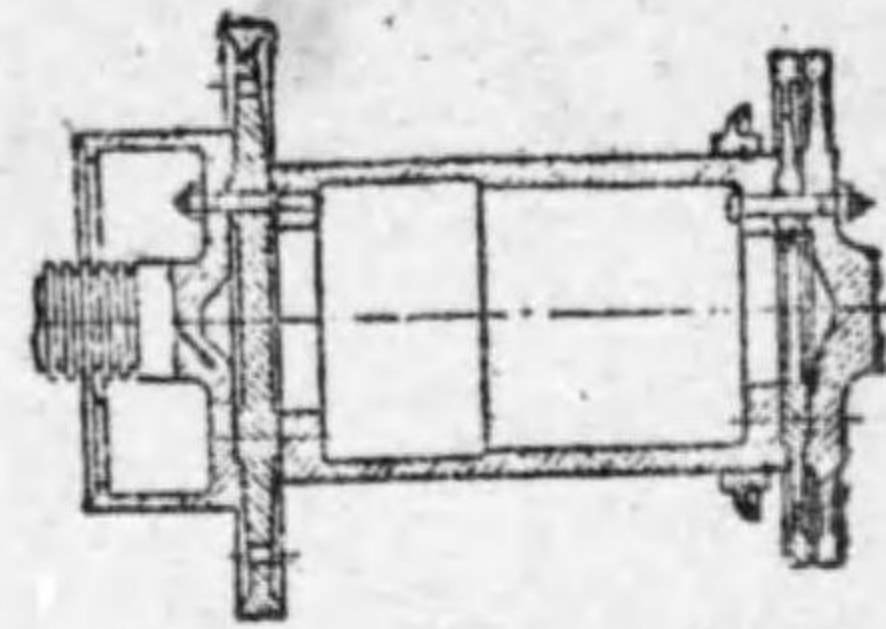


第 122 圖 組合せローター



第 123 圖 嵌入ローター

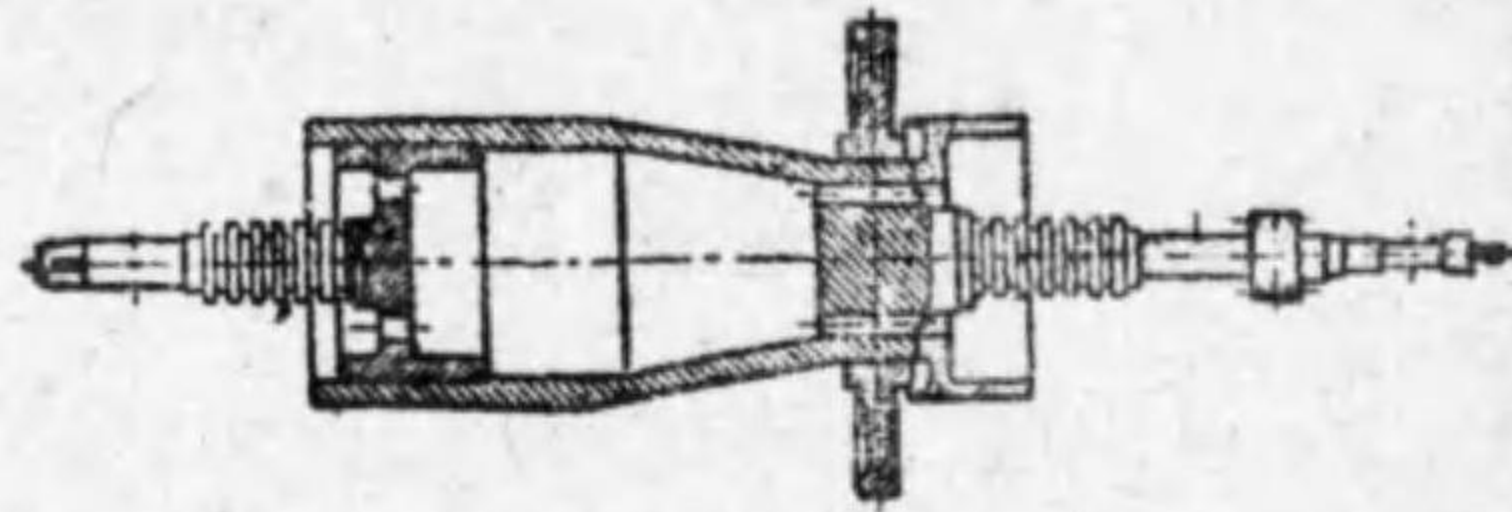
ーム、ニッケル鋼を用ひ低壓タービンにては良質の炭素鋼を用ひることが多い。車軸に廻轉體を取付けた後は釣合が良くとれてゐるかを試験して置かねばならん。



第124圖 反動タービン用ローター

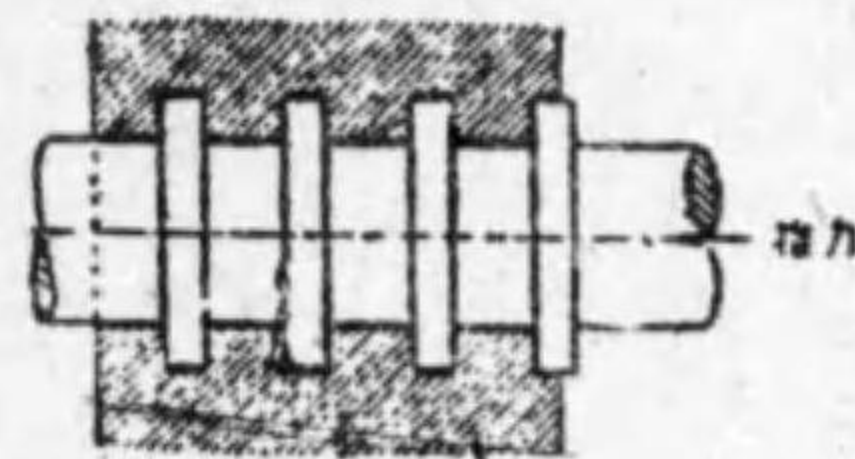
主軸受にはプレーン軸受とボール軸受とがある。

推力軸受 羽根に働く壓力の差の爲に軸は軸方向に移動されようとするが、之を防ぐ爲

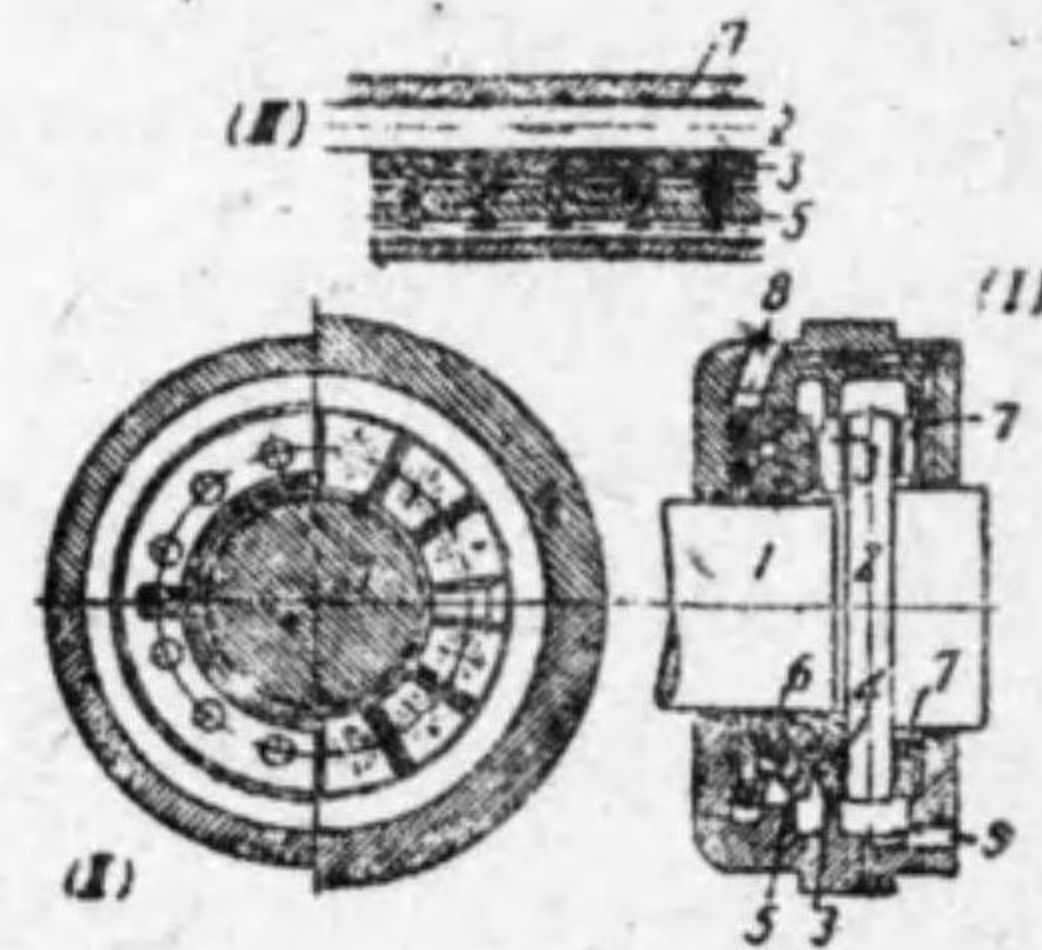


第125圖 反動タービン用ローター

推力軸受を設ける。以前は第126圖に示す如き多鈎式のものを用ひられたが、現在では小型にして大推力に耐え得られ、又摩擦も少く高速度に適するミツチェル式の推



第126圖 多鈎式推力軸承



第127圖 ミツチェル式推力軸承

力軸受が多く用ひられる。第127圖に略圖を示す。

83. 羽 根

羽根はタービンの中最も故障が生じ易く、且つ腐蝕、浸蝕等の爲

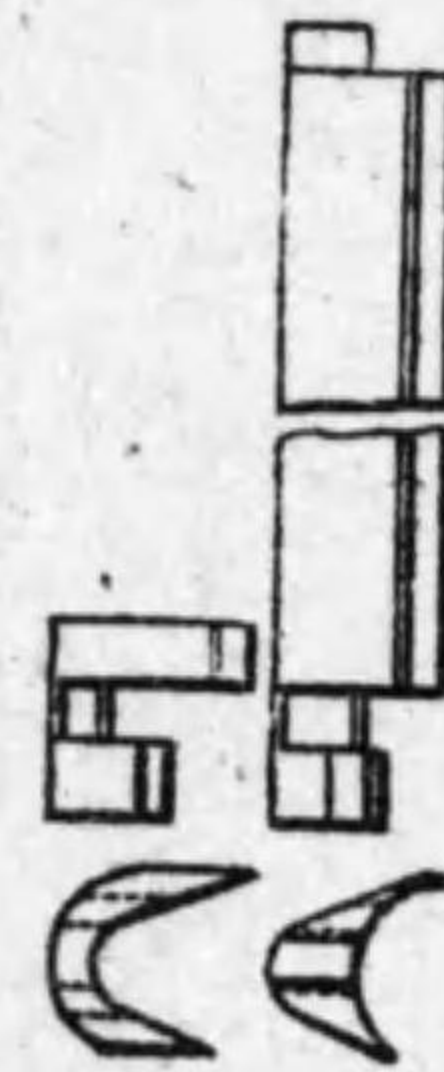
他の部分よりも早く取換へを必要とするから、特にその材料は精選せなければならない。一般高壓側にはニッケル鋼、低壓側には不銹鋼が賞用されるが又真鍮、青銅、モーネルメタル等も耐蝕性強き爲用ひられる。



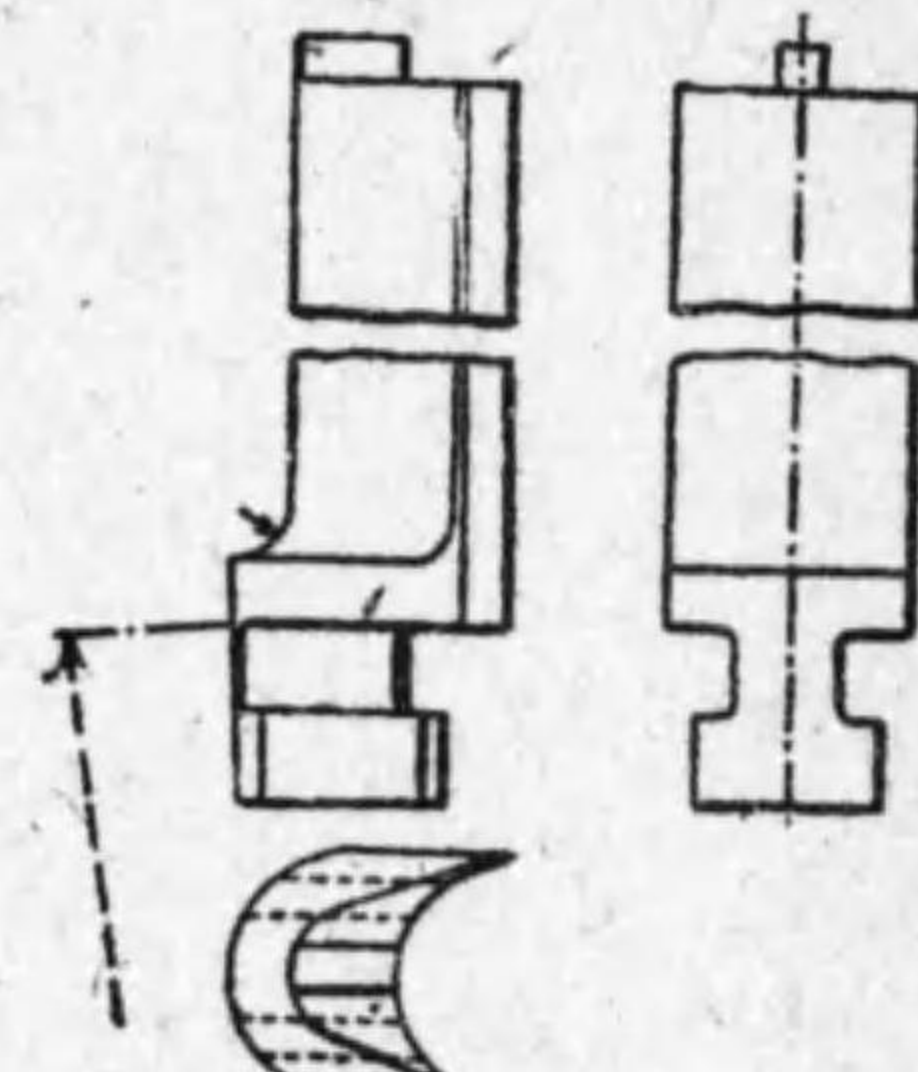
第128圖 薄板羽根

羽根には厚さ一樣なる長方形の壓延鋼板を適當なる半徑に曲げ、

これを精密に機械にて仕上げたる第128圖の如き薄板羽根もあれば第129圖の如く軟鋼の角材から羽根と隔金とを別々に削り出す式と



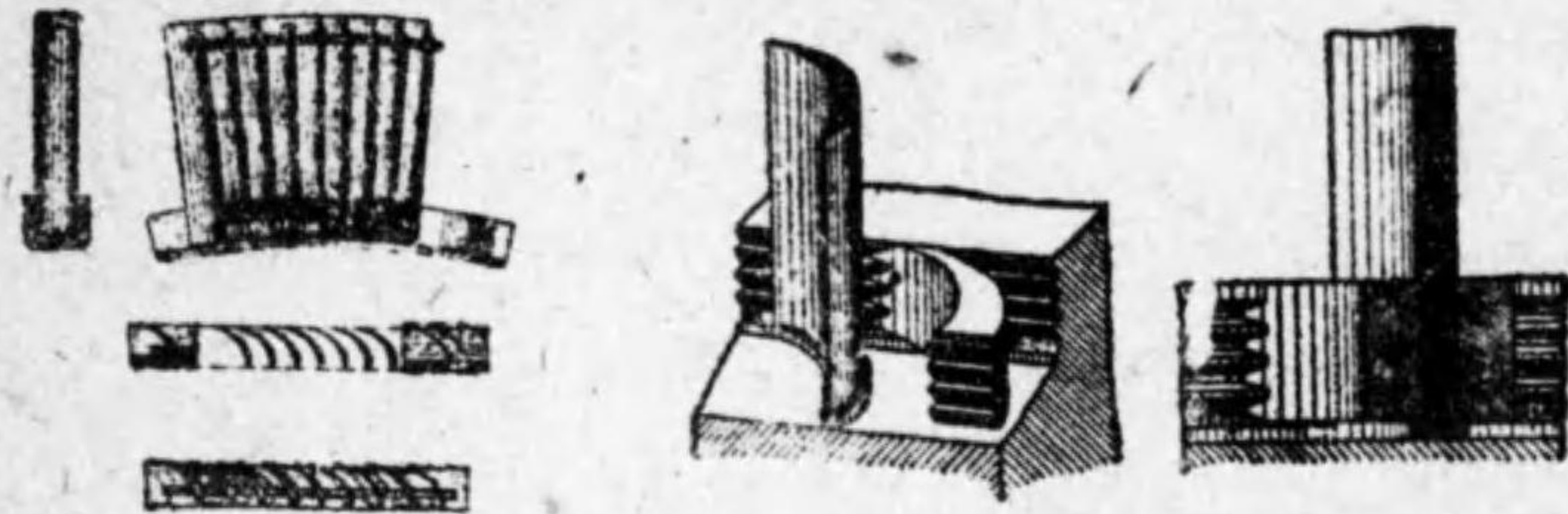
第129圖 削り出し羽根



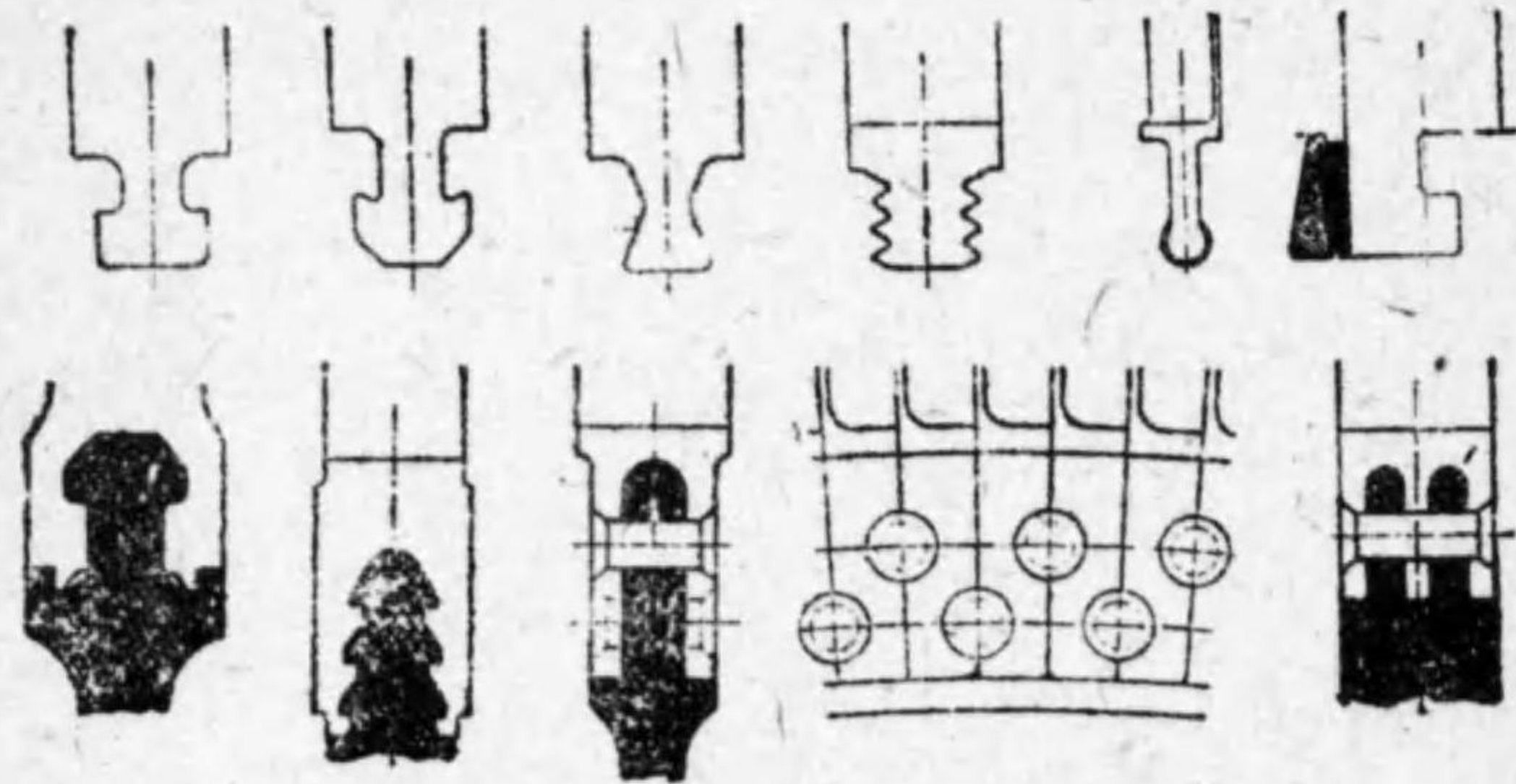
第130圖 削り出し羽根

第130圖の如く兩者を一體に削り出す削り出し羽根とある。薄板羽根は製作簡單にして輕量である。削り出し羽根は製作が複雑であるが能率が良い。

蒸気タービンの運轉中に於ける安全性は、羽根を確實に車周に植え付けてあるか否かに依つて得られるのであるから、十分しつかり植え付けなければならない。一般に反動タービンは羽根も軽く車周の速度も低いから、遠心力も餘り大きくないので、第131圖第132圖の如く取付けられ、衝動タービンは第133圖の如き種々の方法にて取付けられる。尙羽根の先端に一個又は二個の突起を作り、これに圓い輪を嵌めて羽根の振動を防止する。



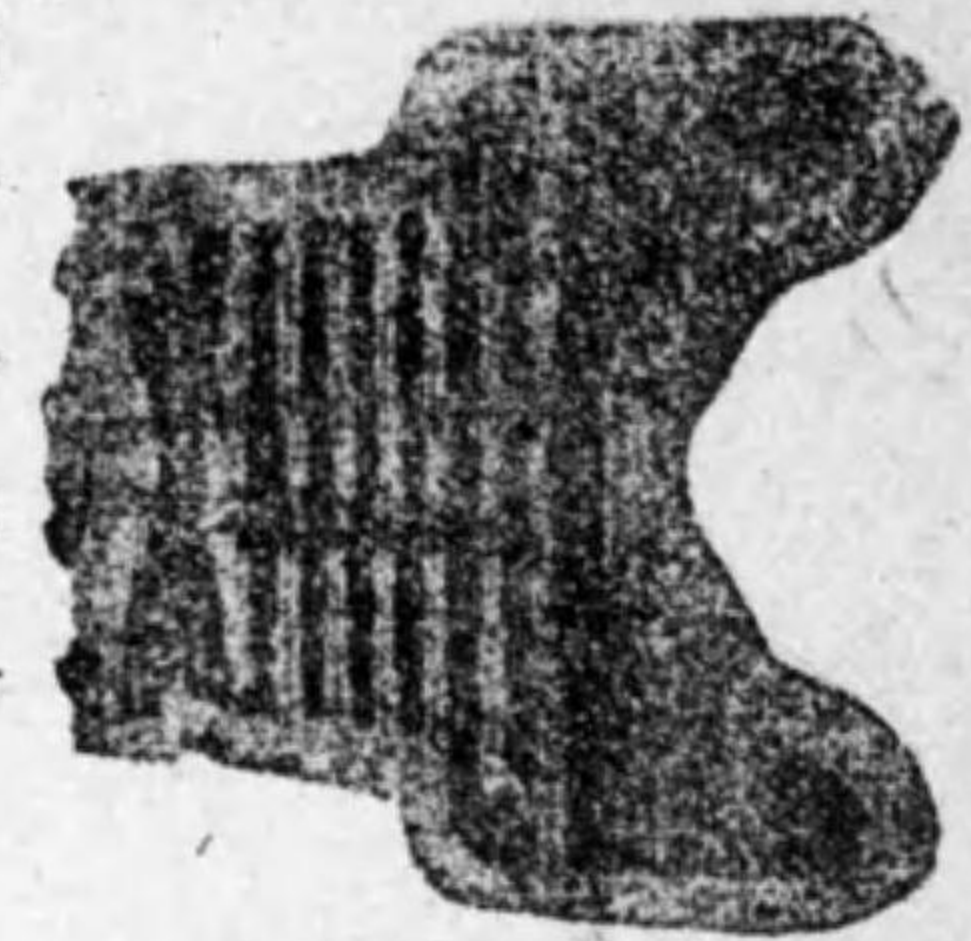
第131圖 反動タービン羽根の取付け方 第132圖 反動タービン羽根の取付け方



第133圖 衝動タービン羽根の取付け方

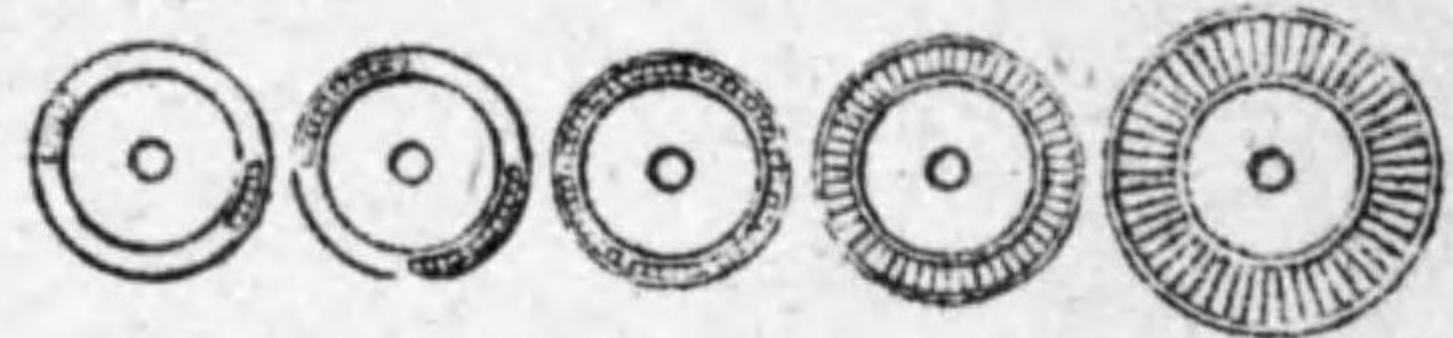
84. 噴出孔及び隔板

噴出孔には鑄造型、鑄込型、組立型の三型式がある。鑄込型はニッケル鋼又は不銹鋼の薄板を適當に曲げて、一定の間隔を保たしめ隔板中に鑄込んだもので、最も廣く用ひられる。噴出孔は蒸気の熱エネルギーを運動のエネルギーに変化する部分であるから、蒸気が流れる間になるべく損失の起らない様な形に造らなければならない。



第134圖 汽笛と隔板

第134圖はタービン汽笛の上半部を示すもので、中部には隔板が見える。此の隔板は高壓部は鑄鋼其他は良質の鑄鐵が用ひられる。第



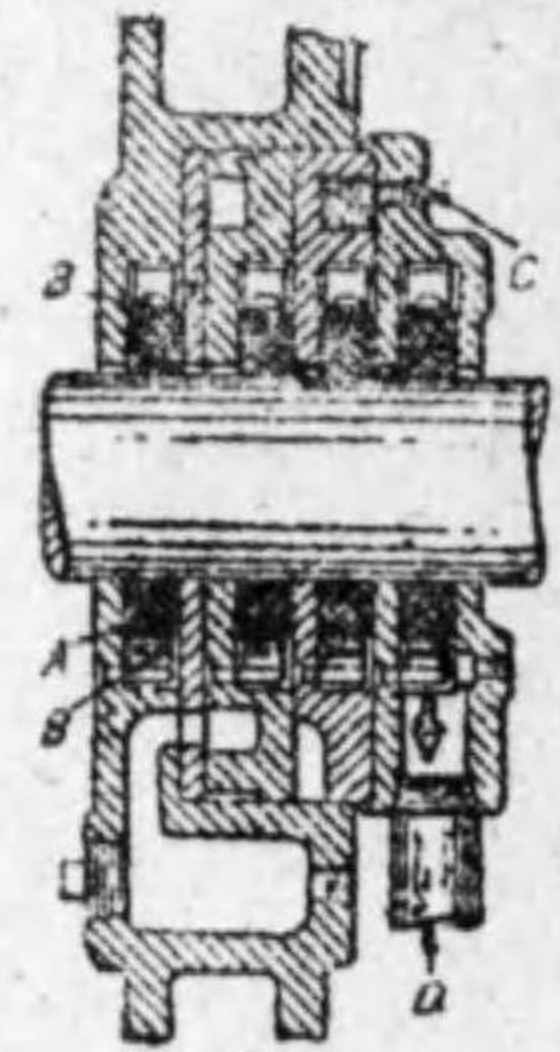
第135圖 隔板

135圖は衝動タービン用の隔板を示す。噴出孔が高壓部より漸次大きくなるを知ることが出来る。

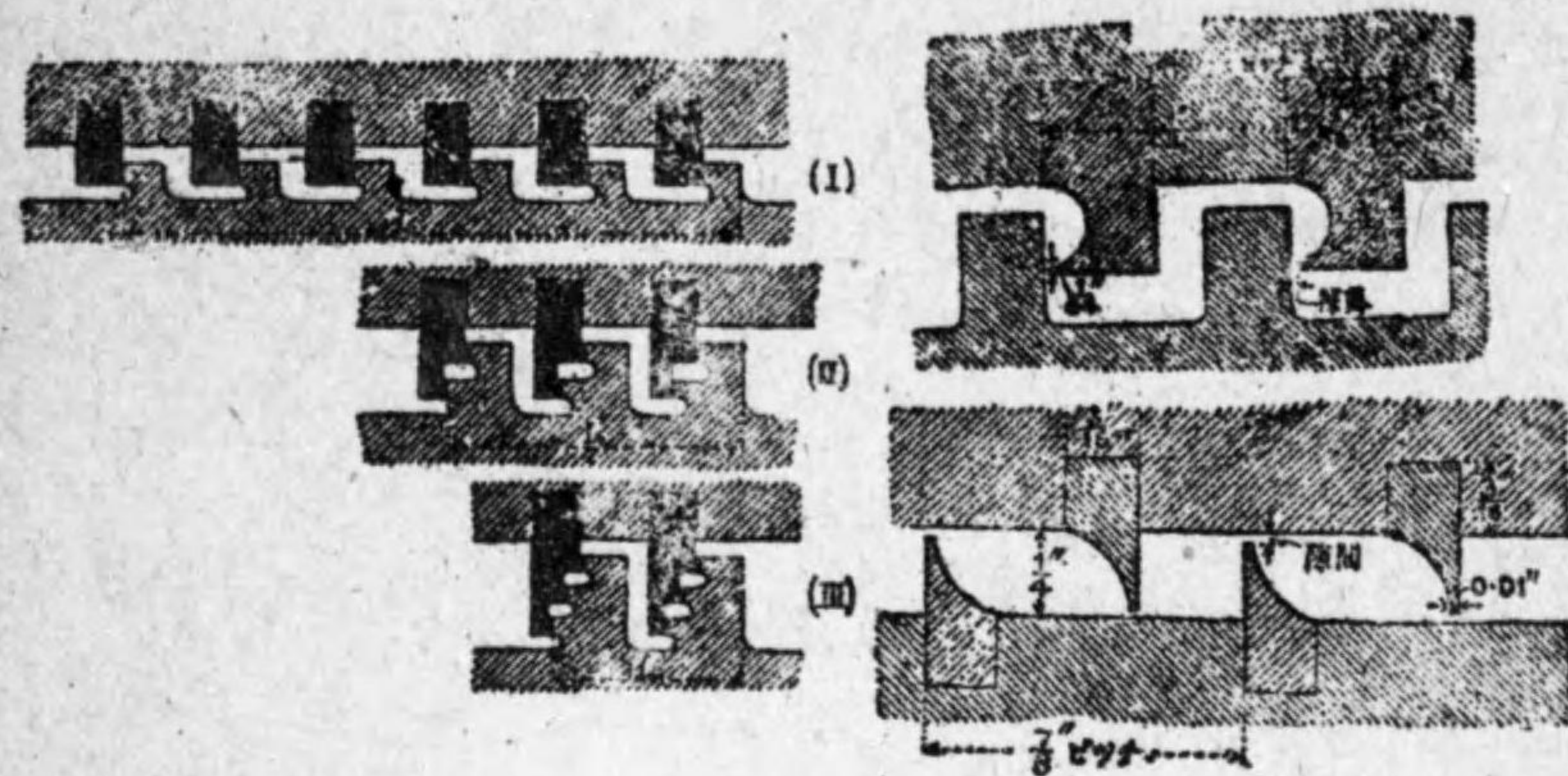
85. 蒸気止め装置

軸が汽笛を貫く所及び隔板と軸の接する所では蒸気が漏れる。また廢汽の部分では逆に空氣が侵入せんとする。氣止め装置は之を防ぐ爲に設けるものである。

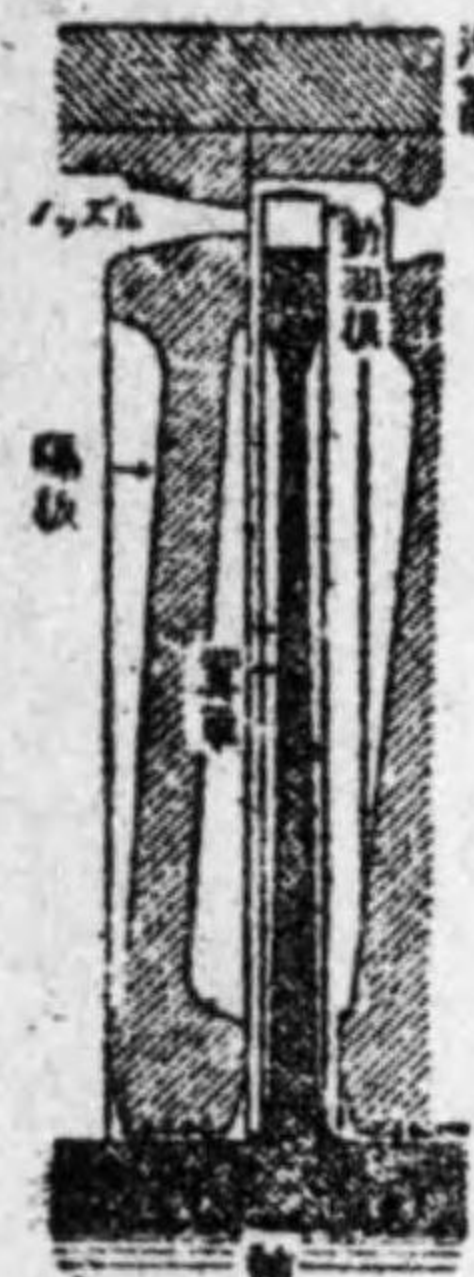
炭素環式 は三乃至四個に割つた炭素環Aを發條Bで軽くタービン軸に接觸させて漏れを防ぐも



第136圖 炭素環式氣止め装置



第137図 ラビリンス式汽止め装置



第138図 平板汽止め装置

のである。主として小型タービンに用ひられる。
 ラビリンス式 蒸気が広い場所から急に狭い場所に移るときは、蒸気の圧力は収縮の爲に急に降る。此の理を應用して蒸気を洩れない様にするものである。特殊青銅又は真鍮の環の内部をナイフの様に尖らせて、軸と接觸する程の間隔に取付ける。之は軸に接觸しないから高速に適し、多く大型タービンに利用される。

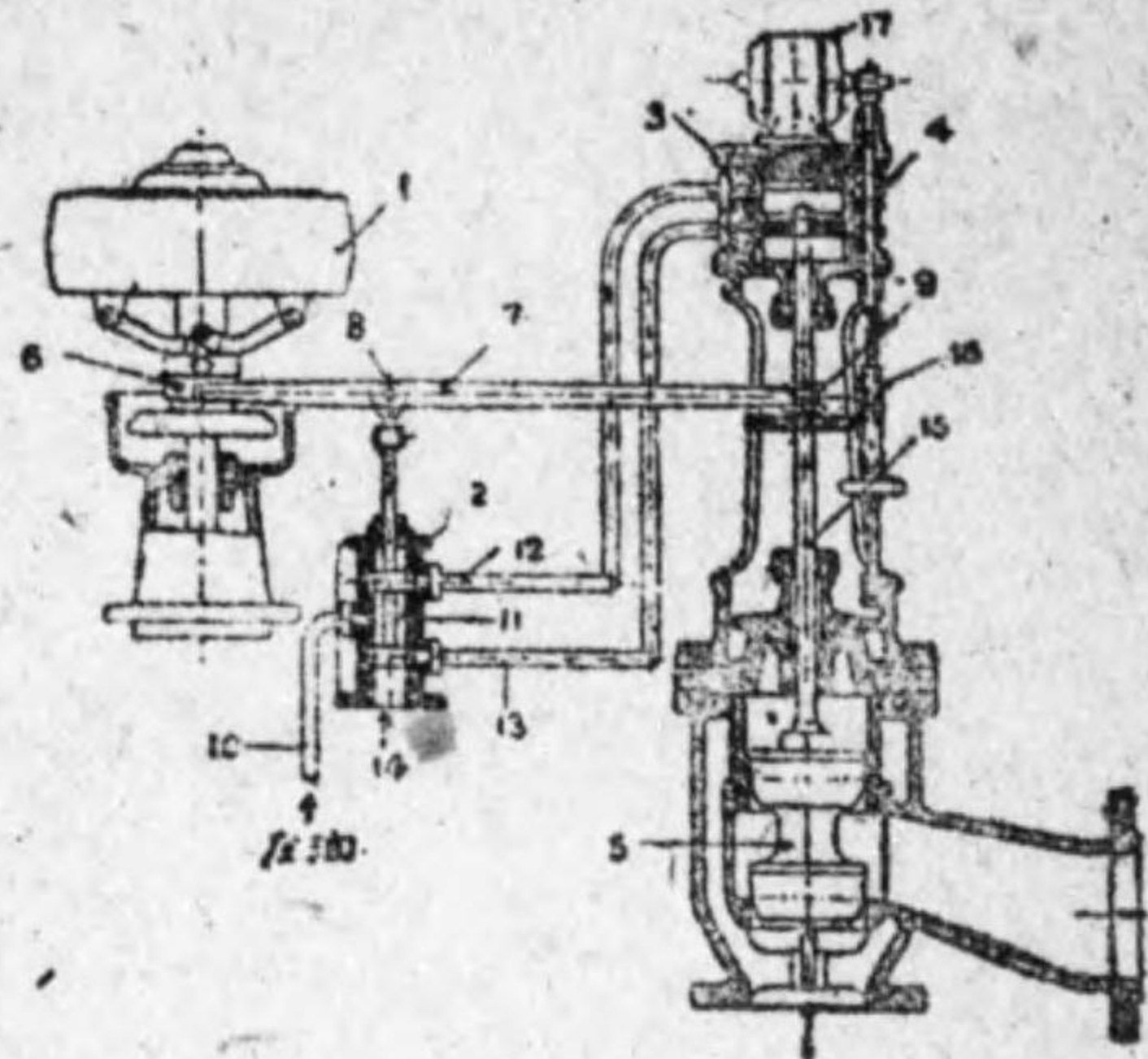
86. 調 速 装 置

蒸気タービンの調速装置は蒸気機関の場合と同様であるが、廻轉速度が著しく大なる爲機構は比較的複雑である。

流入蒸気を絞り弁にて絞り蒸気の圧力を變化して、調速を行ふものを絞り調速法と言ふ。蒸気噴出孔の數を増減する事によつて、流

入蒸気量を変へるが、其の壓力を變化せしめない方法を絞り調速法と言ふ。此の兩者を組み合わせたるものを絞り絞り併合調速法と言ふ。

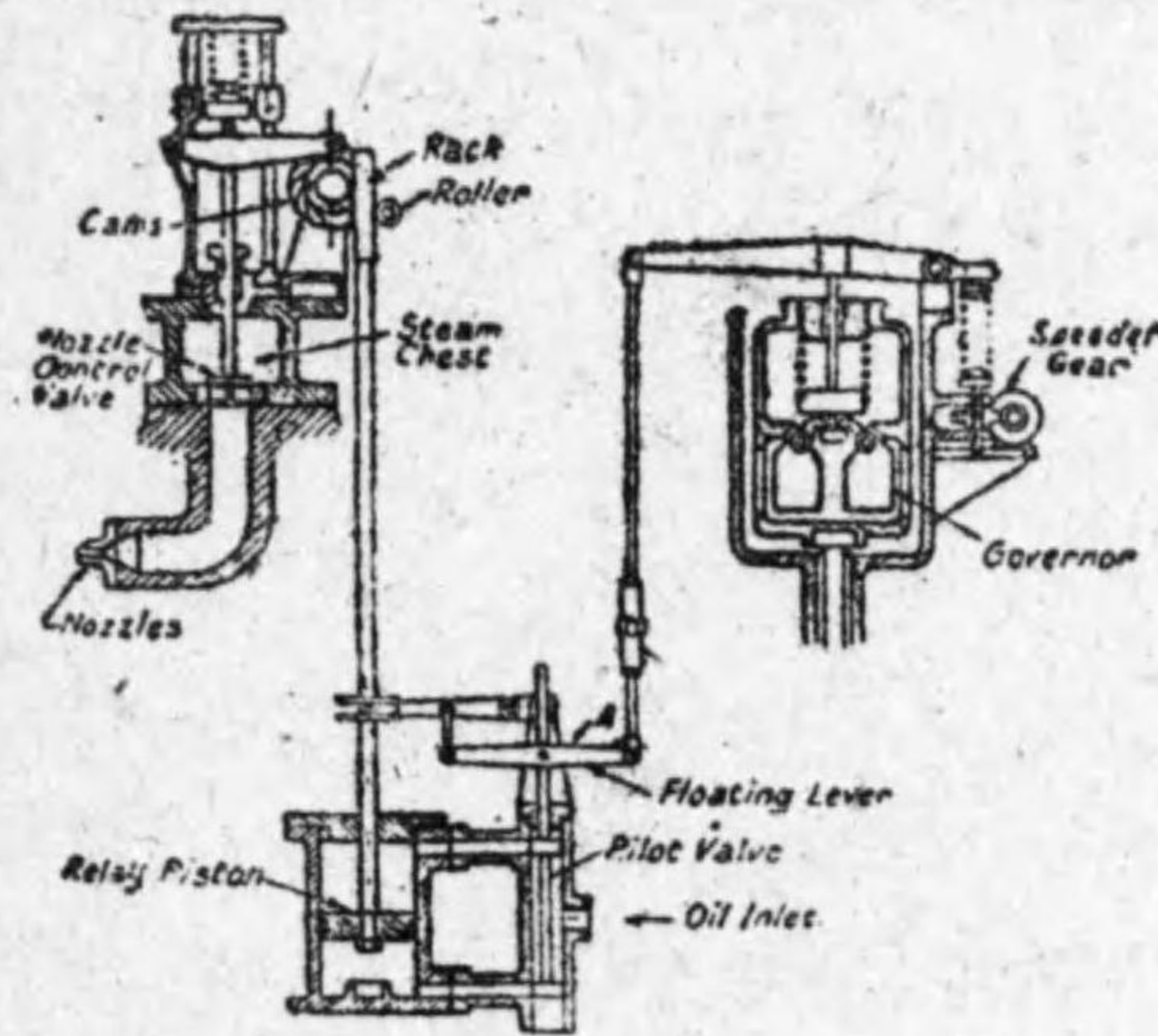
絞り調速法 第139圖はサーボ・モーター式絞り調速装置を示す。



第139図 絞り調速装置

遠心調速機1の動作を滑筒6によりレバー7に傳えて、8に接續してある壓油傳達弁11を上下に動かし、壓油送入管10より壓油を送油管12又は13に送り、サーボ・モーター3内のピストン4の上下に於ける油壓を變へて、其

の働きによつて絞り弁5の開閉を行ふ。尙ピストン桿の動きに従つて、レバーの支點9の位置が變り、その動きによつて平常負荷の場合に油壓傳達弁11をして常に其の中央位置に居らしめて、次に起る動作を敏捷ならしめるのである。



第140図 絞り調速法

締切り调速法 第140圖は此の调速装置を示す。第一般の蒸気噴出孔を數群に分ち、各噴出孔の給氣を夫々一個の蒸気弁によつて調整しやうとするものである。各弁の開閉はカムによつて行ふ。共通のカム軸はリレー・ピストンの動きを利用し、ラック及びピニョンの機構によつて廻轉させてゐる。

第四章 凝 結 器

87. 概 要

蒸気機関又は蒸気タービンに凝結器を用ふれば次の利益がある。

- 原動所の熱効率を増加する。
- 一定の大きさの原動機の出力を大にし得。
- 凝結水を給水として使用し得る。
- 其の爲汽罐には罐垢が少くなり罐の壽命を増す。

同時に不利益をも伴ふものであるが、其主なるものを並べれば

- 凝結器を据付ける爲には諸費用を要す。
- 凝結器を運轉するには冷却水及びポンプの運轉費等の経上費を要す。

上述の理由により小型の機関にては凝結器を取り付けない事もあるが大抵は之を用ふ。就中蒸気タービンに於て高い效率を得んとすれば、背壓を出來得る丈け小さくする事が重要な一條件であるから、凝結器に付いては最も注意を拂ふものである。

汽罐の給水中には或量の空氣を必ず含有して居るものであり、之

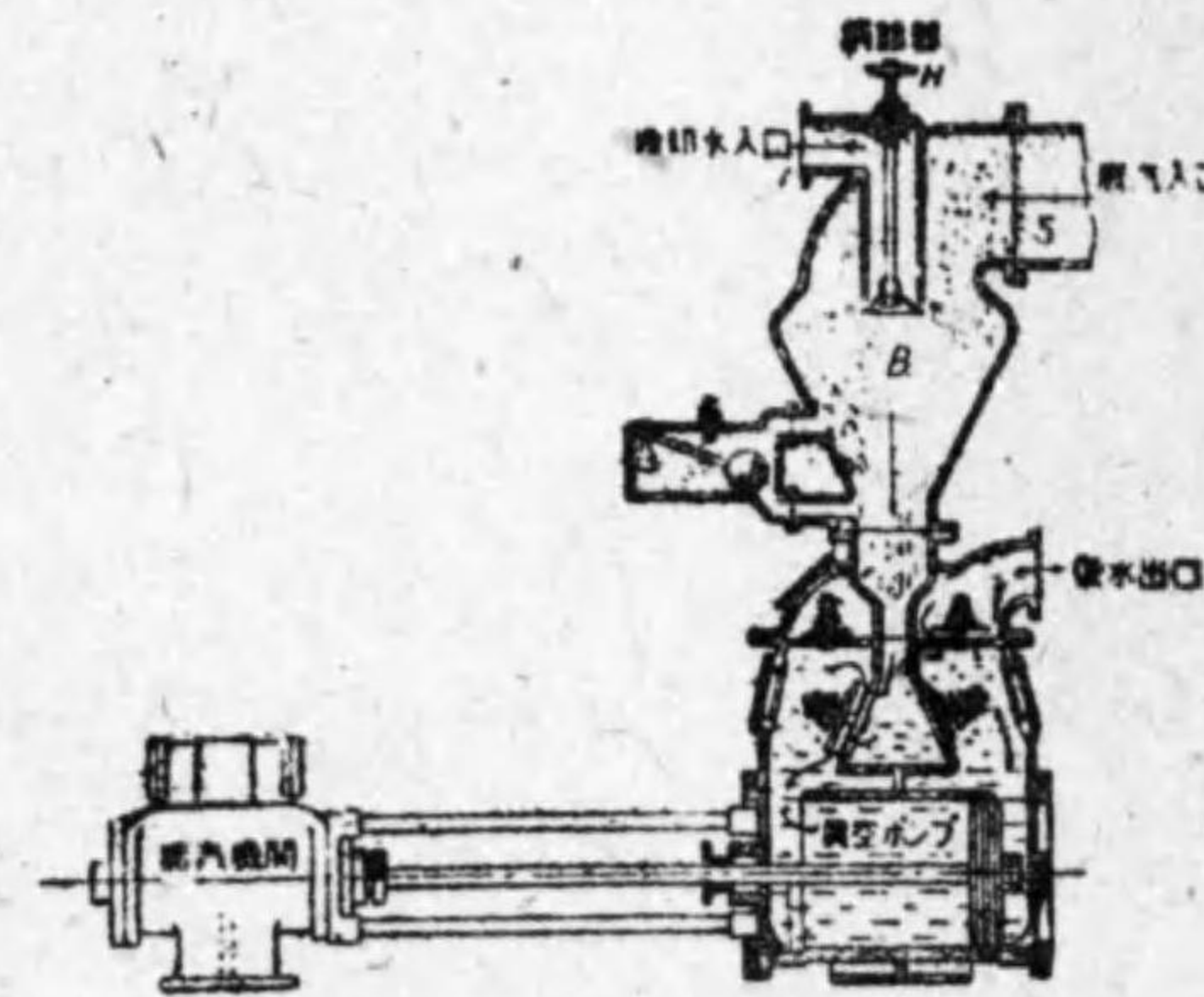
が蒸發後分離して、蒸気と共に原動機の中に導かれてゐるものである。又真空部分からも空氣が侵入して居る。此の空氣は背壓に悪影響を及ぼすものであるから、廢汽の凝結は勿論此の空氣の排出も行ふのが凝結器の使命である。

凝結器を大別すれば噴水凝結器と觸面凝結器の二種である。前者は廢汽と冷水とを同じ部屋中に於て直接混和せしめ、後者は冷水に依つて冷却されてゐる金屬面に廢汽を觸れしめて凝結せしめるものである。

88. 噴水凝結器

噴水凝結器を更に並流式と逆流式とに分ける。並流式は蒸気と冷水とが共に凝結器の頂部より入りて、底部より逃れ出るものにして逆流式は兩者の流動方向相反するものである。

第141圖は空氣及び凝結水並びに冷却水を吸出ポンプにて吸出するものを示す。Iより入る水は圓錐弁Bの外周に沿つて流出し、Sより入る廢汽と合體して下方に流下して、下部のポンプによつて吸出されるものである。普通廢氣1疋を凝結するに20~30疋の冷却水



第141圖 並流式噴水凝結器

を要す。

第142圖は逆流式凝結器を示す。Wより流れ込みたる冷却水は下方に降る間に漸次霧状となり、Dより上り来る廢汽と良く混合し、之を凝結したる後温水溜Zに溜る。廢汽中の空氣及び凝結し終らない蒸気はLより空氣ポンプによつて抽出せられる。

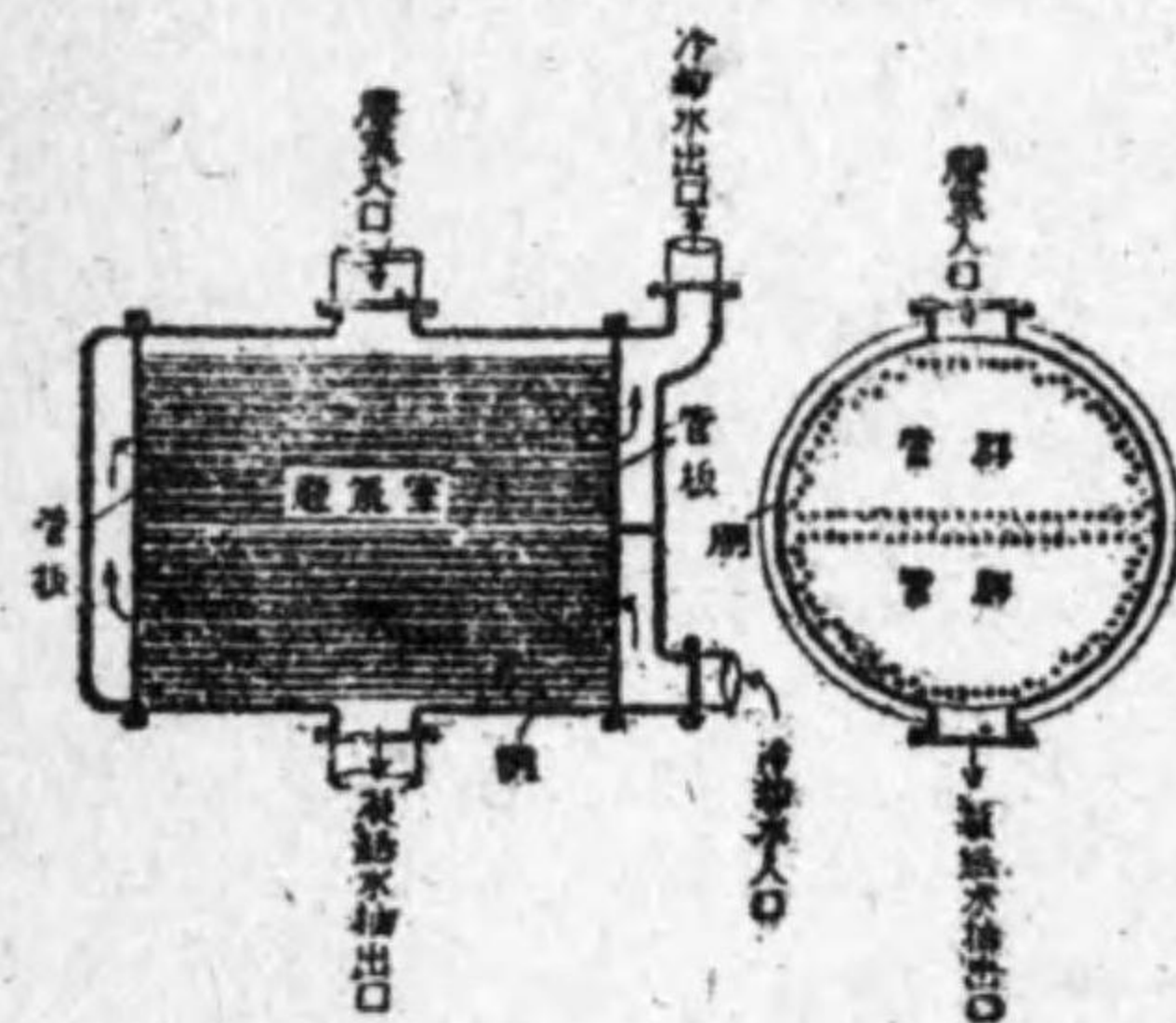


第142圖

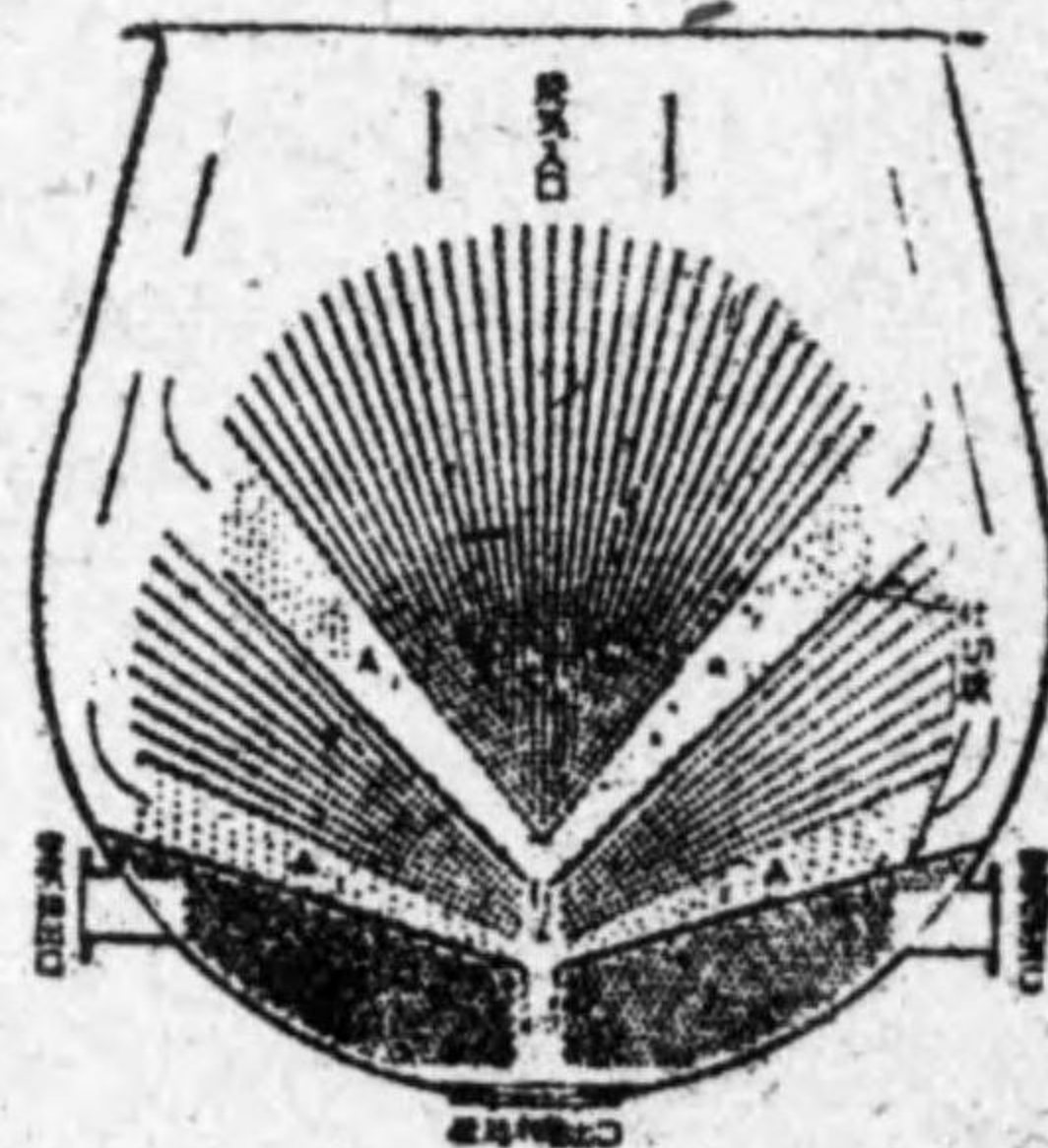
89. 觸面凝結器

次の如き特色を有する故凝結器の大部分を占めて、逆流式噴水凝結器の如き。

- a. 凝結水を汽罐の給水として使用するに適す。
- b. 冷却水は河水でも海水でも良いから、艦船用には最も好都合である。
- c. 比較的空氣ポンプ及び循環用ポンプが小型で良い。尙高度の



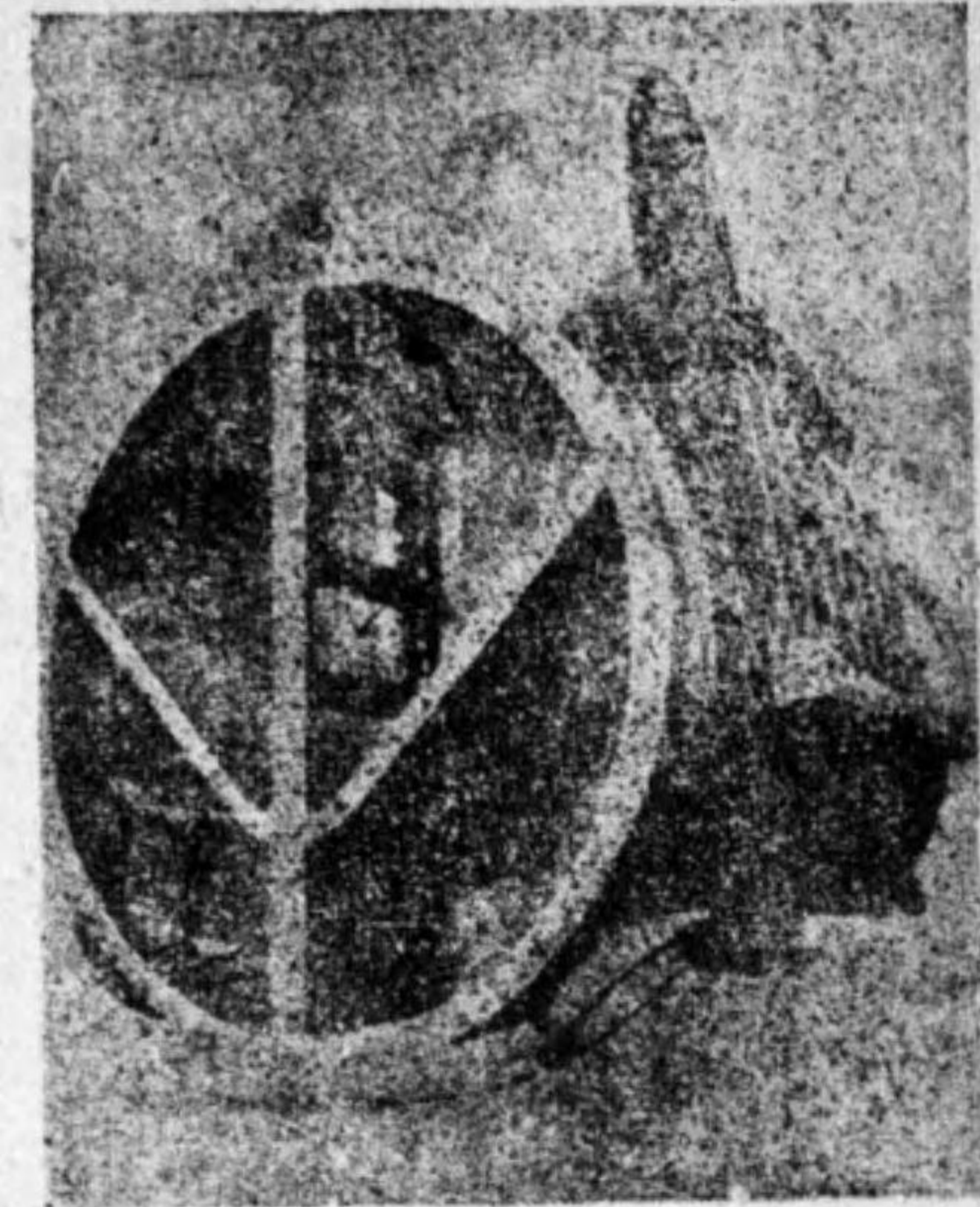
第143圖 觸面凝結器



第144圖 再熱型觸面凝結器

真空が得られる。

第143圖は此の種の凝結器を示す。右端の水室は上下二つに分割せられ、水は圖示の如く水管中を流れ右上部に出る。



第145圖 觸面凝結器

蒸気は凝結するに従つて其容積を減ずるものであるから、最初の通過面積を廣くし段々に狭めて抵抗を少くする様にせなければならぬ。又水管の表面に凝結

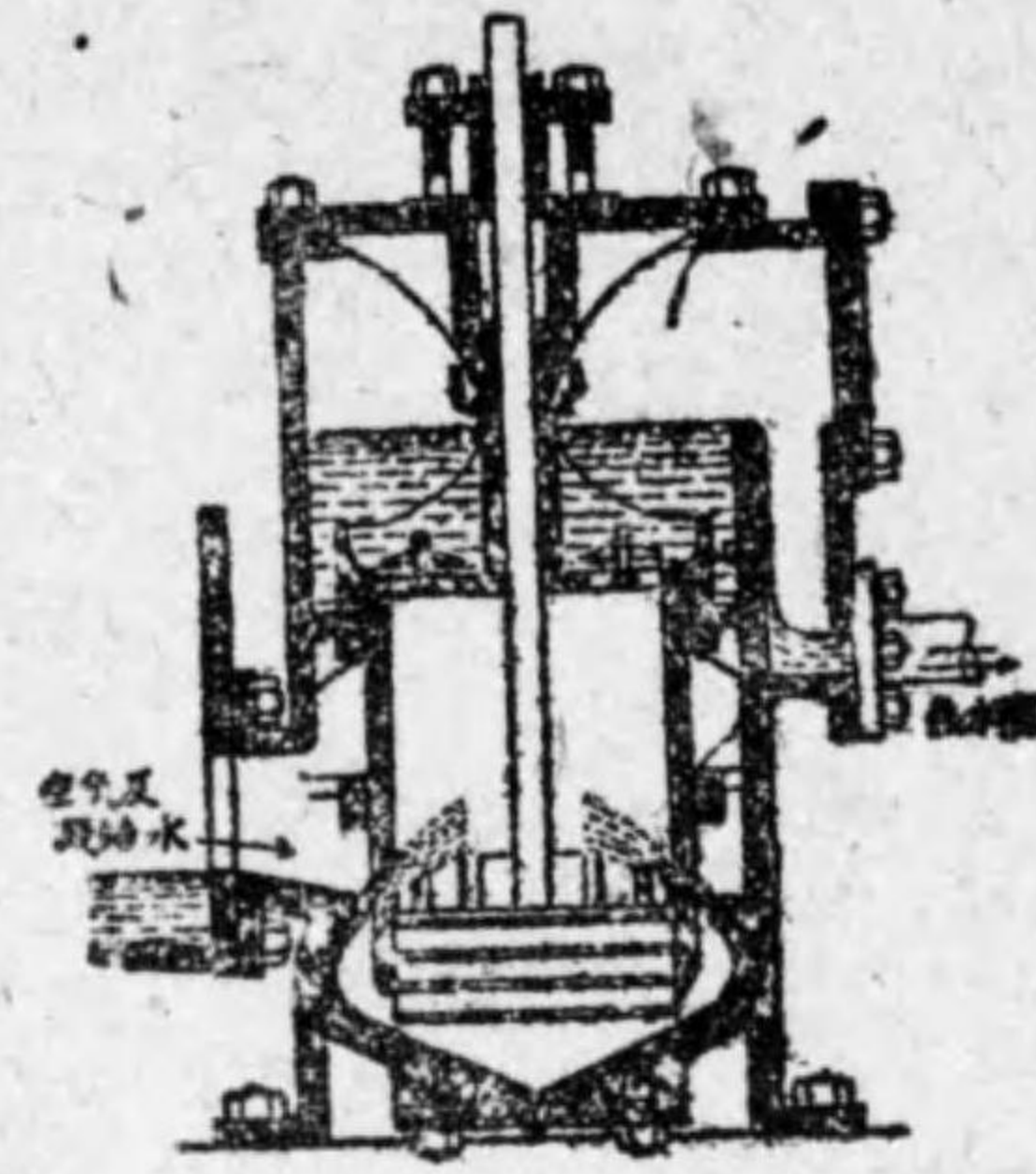
した水は熱の傳導を妨げる故、一度凝結した水は出来るだけ他の水管を落下せしめ早く取り出すのが理想である。第144圖は此の目的に沿ふやうに作られたる凝結器である。廢汽の入口は外周の約 $\frac{2}{3}$ を占め、その通過の際の抵抗を少くすることに努めて居る。中心に向つて切入板を設けて凝結水はその表面上を流れさせてゐる。蒸気の通路は之が爲次第に狭められて、其速度が入口の所と大差がない様にしてある。第145圖は此の種凝結器の寫眞圖を示す。

90. 空氣ポンプ

凝結器中に入つて来る空氣は凝結水と共に、器外に吸出さすことは困難であるから、空氣ポンプを設けて之を吸出さしめるのである。

普通用ひられるものを次に示す。

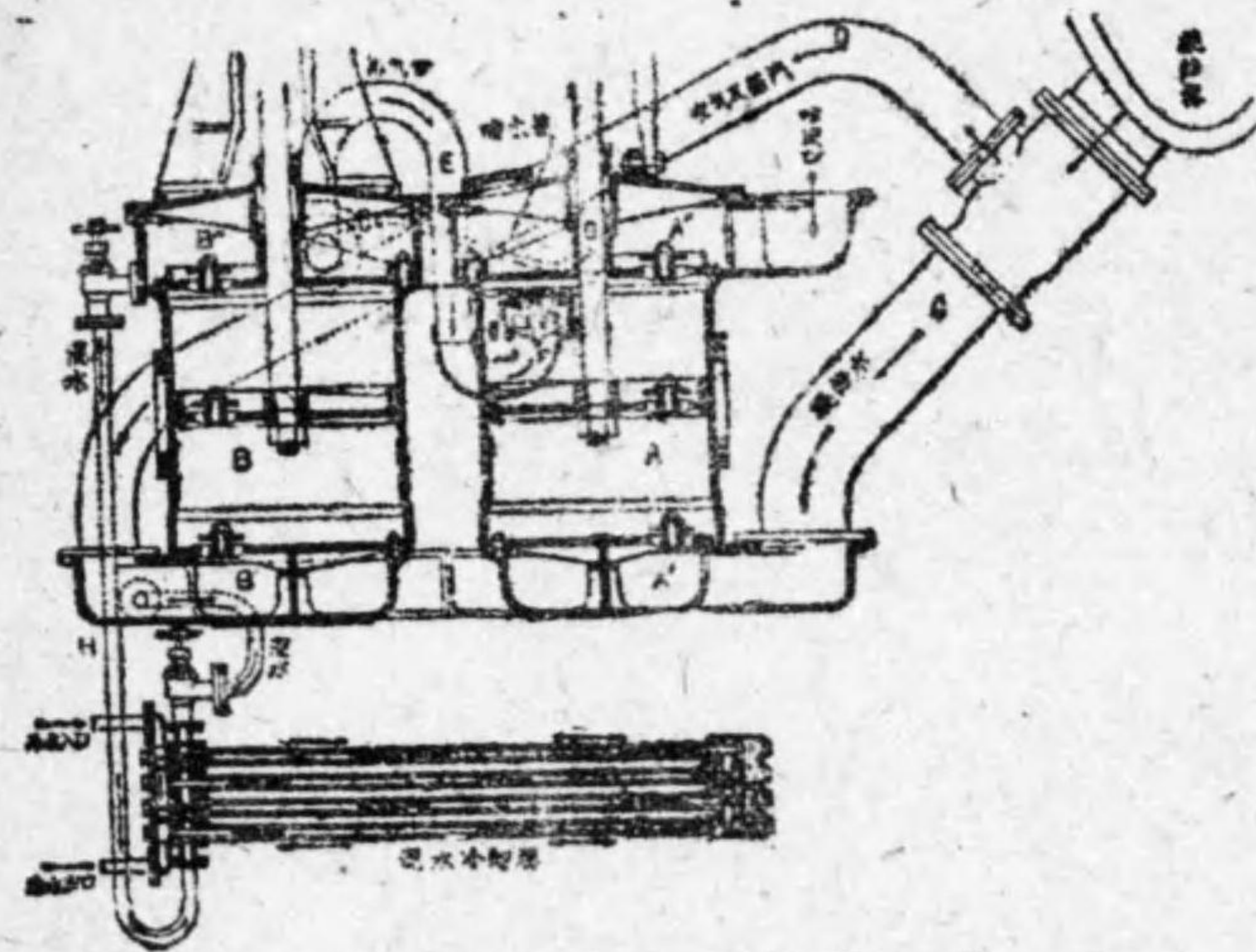
第146圖はエドワード式空気ポンプである。ポンプの筒及びピストンの底を圓錐形につくり、ピストンが下れば器底に溜つてゐる凝結水及び空気を押し除き、筒壁に穿つてある窓より筒内に進入し、ピストンの上昇によつて吸ひ上げられる。かく水及び空気を共に吸ひ上げるポンプを濕り空気ポンプ



第146圖 エドワード式空気ポンプ

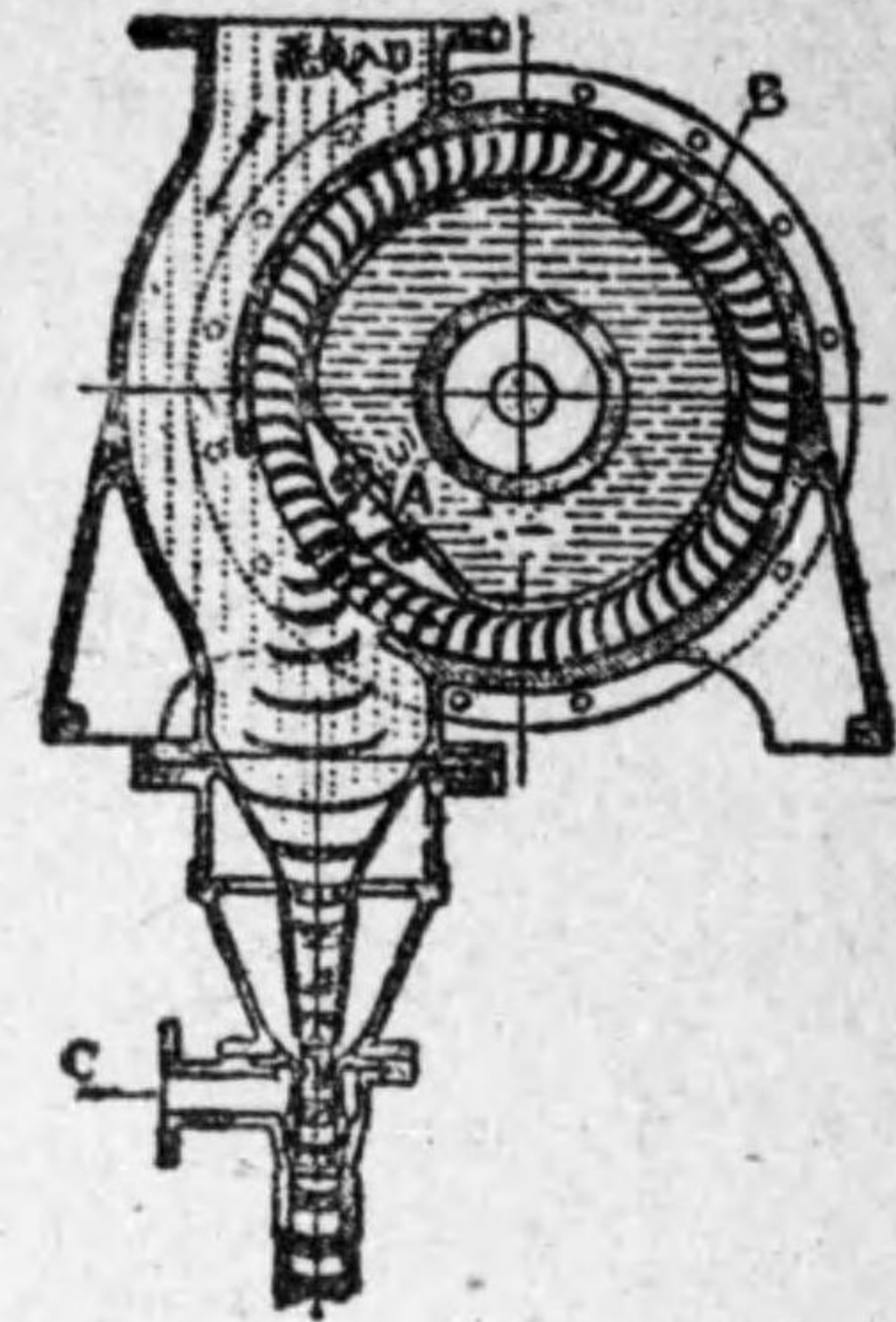
と言ひ、空気及び蒸気のみを吸ひ上げるものを乾き空気ポンプと言ふ。

第147圖はウェヤ式對型ポンプを示す。Aは濕り空気ポンプであ



第147圖 ウェヤ式對型空気ポンプ

り、Bは乾き空気ポンプである。後者はその氣密を保つ爲と、空気及び蒸気を更に冷却する爲めにB'H'B'の間に水を循環せしめ途中に冷却管にて冷却する。空気はB'に於て水より分離してEFA'を通つて吐き出される。



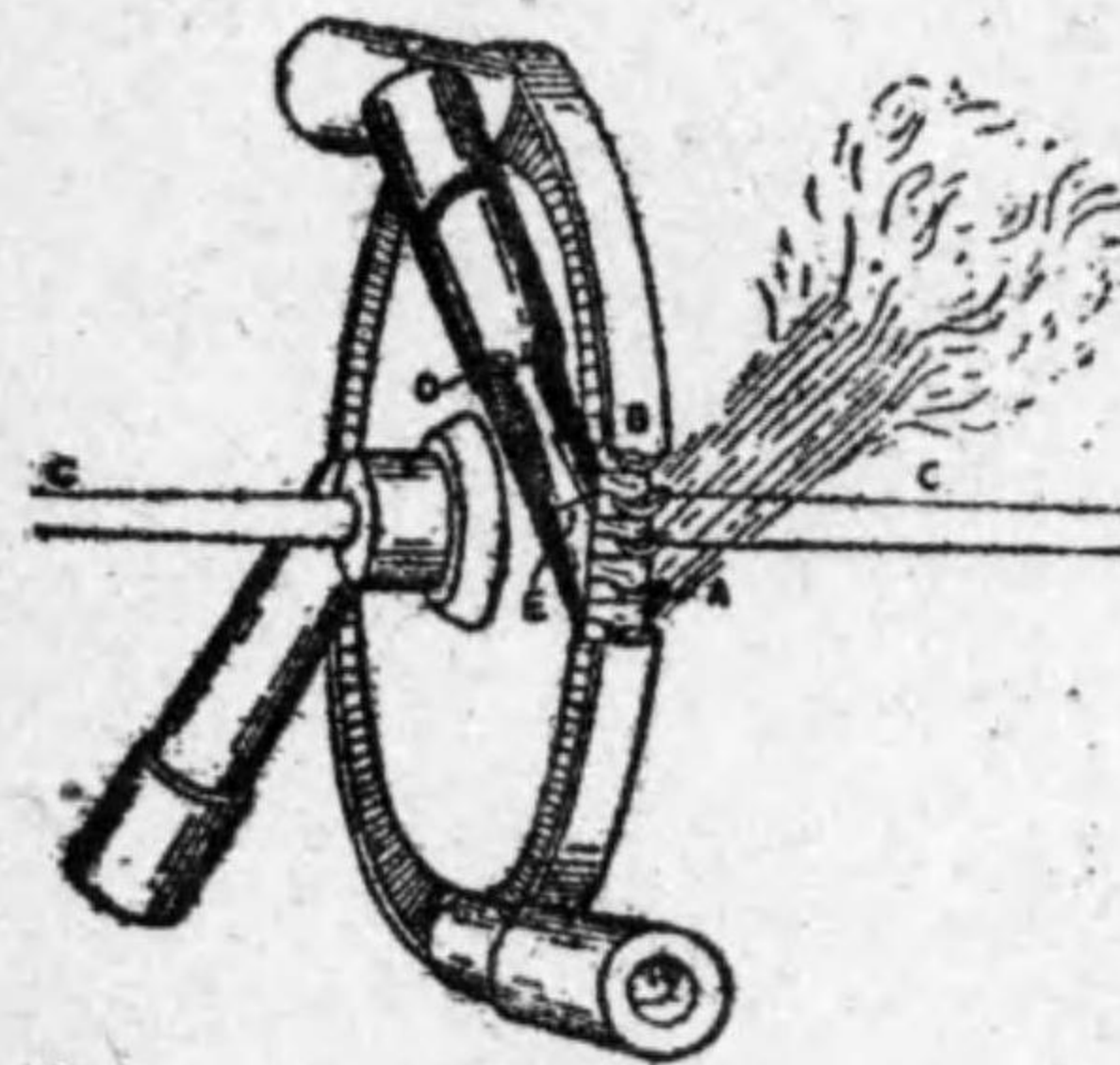
第148圖 ルブラン式廻轉ポンプ

第148圖はルブラン式廻轉ポンプを示す。羽根Bは高速度に廻轉し、Aより噴出する水は薄い層となつて跳ね出す。其の薄い層の間に空気並びに廢汽を捕留して外方に排出するのである。

第五章 各種蒸気タービン

91. ド・ラバル・タービン (單段衝動タービン)

瑞典のド・ラバル博士に依つて創案され、衝動タービンの中最初に發達した最も簡単な型式のものである。第149圖に示す如く羽根車が一枚である。非常に高速度に廻る。小馬力以外は



第149圖 ド・ラバル・タービンの噴出孔及び羽根車

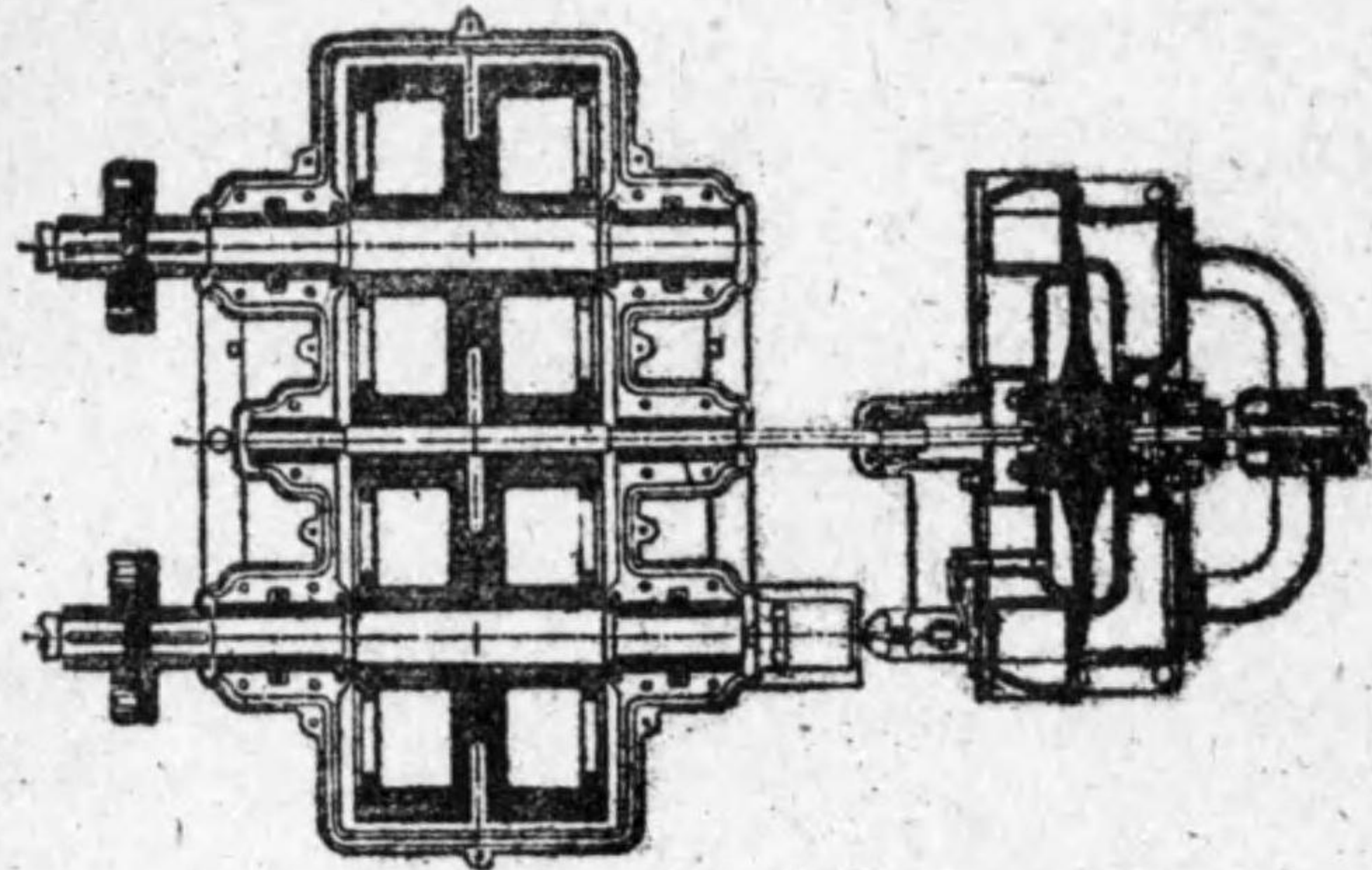
作られない。蒸気は不経済ではあるが、構造が簡単であるから小型発電機、ポンプ、及び送風機等の運転には適當である。

第12表はド・ラバル・タービンの概略の大きさを示す。

第 12 表

タービンの出力	羽根車の中央直径	毎分廻轉數	羽根の中央の速さ
5馬力	100耗	30000	157米/秒
15	150	24000	188
30	225	20000	236
50	300	16400	258
100	500	13000	340
300	760	10600	420

第150圖は此のタービンを減速装置と共に切斷した平面圖である。



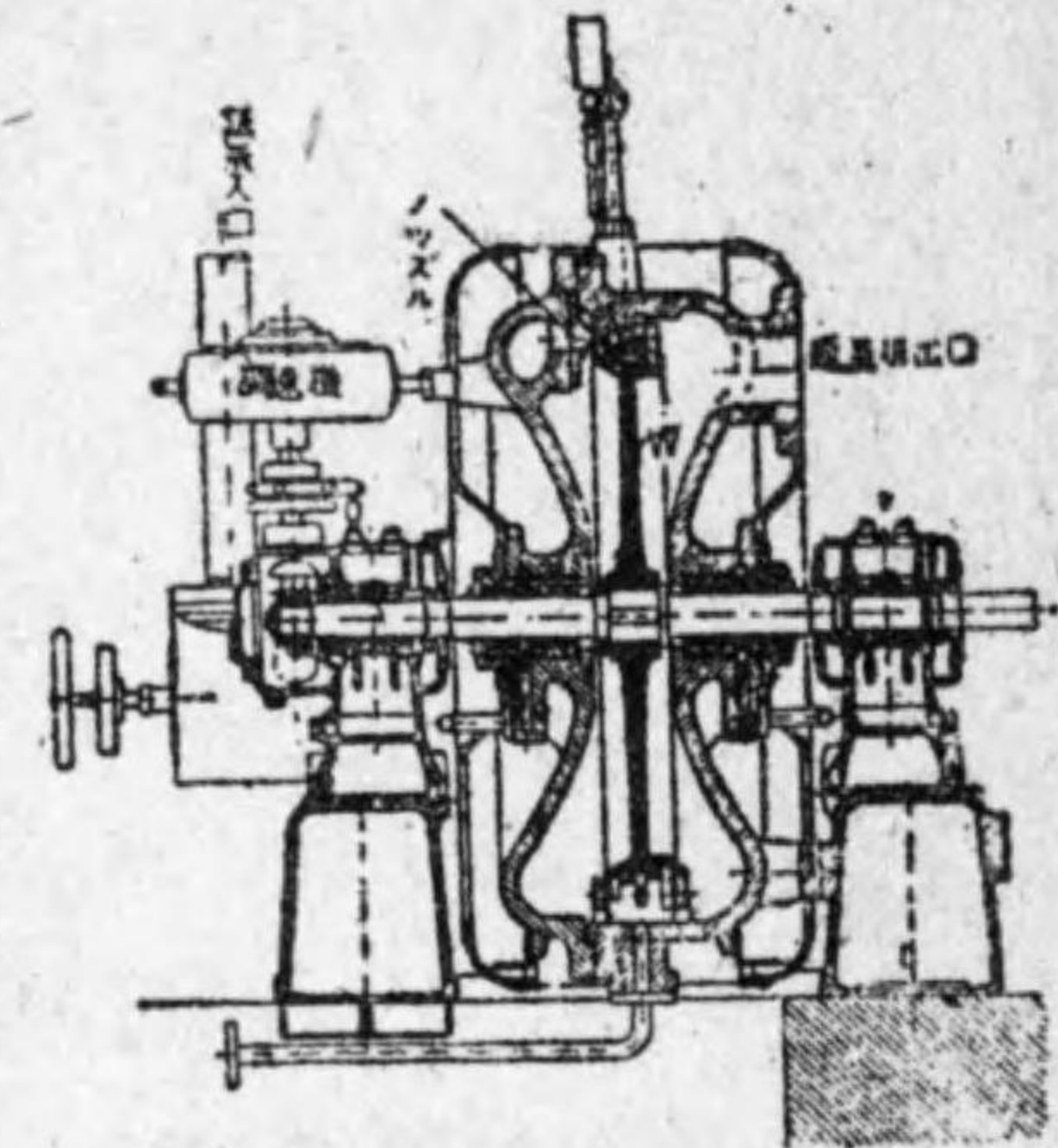
第150圖 ド・ラバル・タービンの減速装置

92 カーチス・タービン (複速衝動タービン)

此のタービンはド・ラバル・タービンの羽根車より排出される蒸気のエネルギーを次の羽根に作用させて、損失を少くしたものである。米人カーチス氏の企てたるものにして、必ず二列以上の動き羽根を一つの車に備へ、その間には各々固定案内羽根があつて蒸気の向きをかへてゐる。

第151圖は一つの羽根車に三列の羽根を有するカーチス・タービンの一例である。

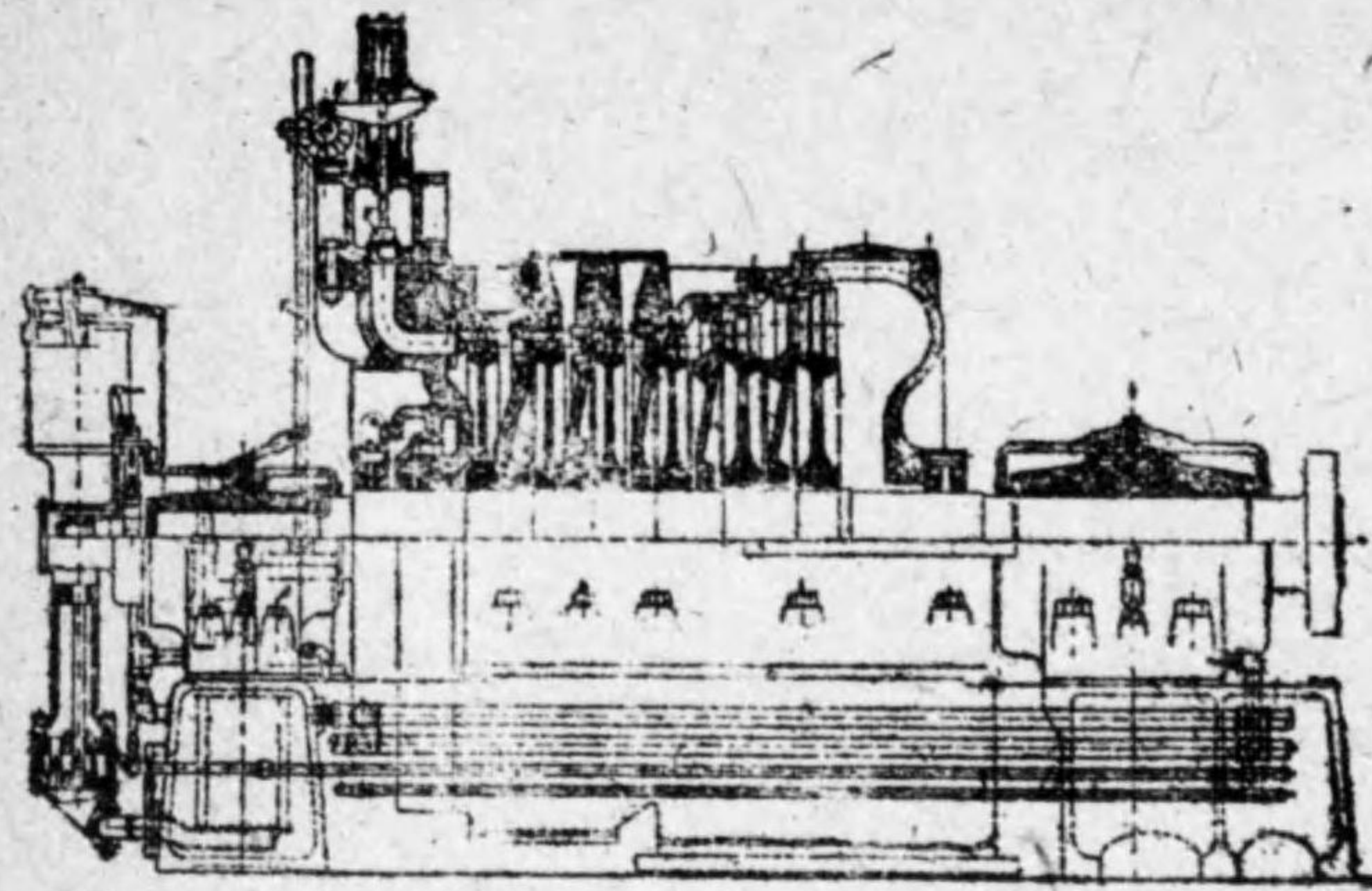
理論上からは、タービンを逃げ去る蒸気のエネルギーを出來得る丈減する爲には、羽根の列數を幾列にも増加することが出來、従つて羽根の廻轉數も低くすることをを得るので、ド・ラバ



第151圖 一段カーチス・タービン

ル・タービンの如く減速齒車装置を用ひる必要はない。併し餘り羽根の列數を増せば蒸気通過の路が増し、摩擦の損失が多くなる故、普通三列以上の羽根列を設くることはない。

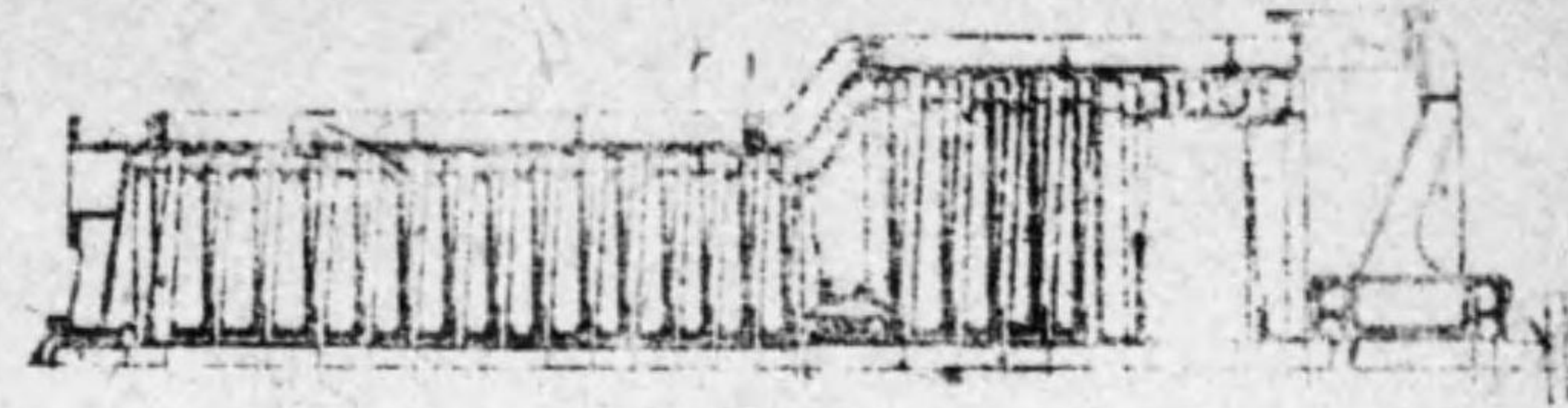
上述のカーチス・タービンを直列に用ひたる多段カーチス・タービン(複速壓式衝動タービン)を1900年初めて米國 G.E. 會社にて製作して以來、歐洲にても製作せられたが效率が低い爲に現在では餘り用ひられない。第152圖は6段カーチス・タービンを示す。



第 153 圖 六 段 カー チ ス ・ ター ビ ン

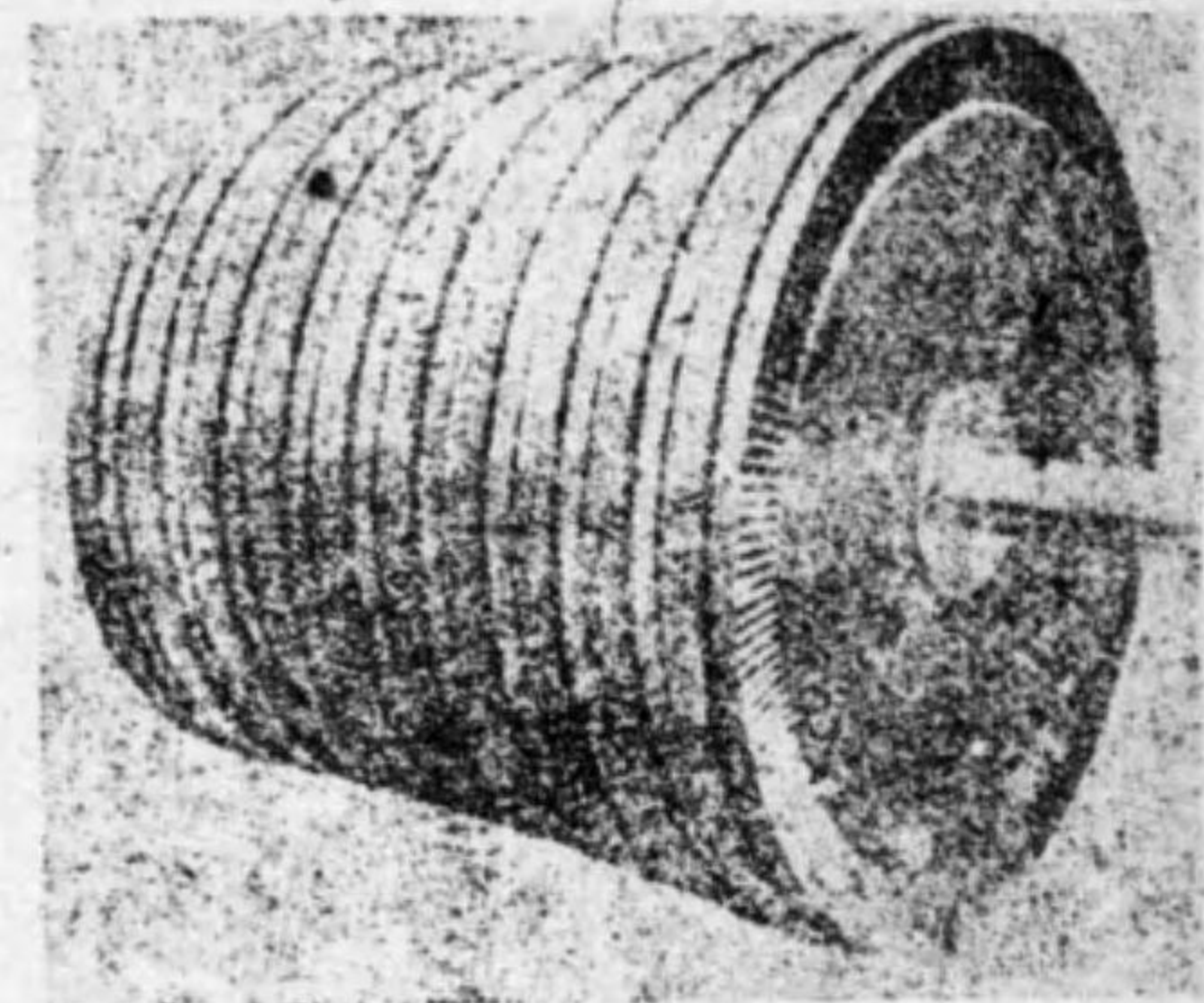
93. ラトロー・タービン (複圧衝動タービン)

ド・ラバル・タービンの缺點は噴出孔にて蒸気を膨脹利用し得る壓力降下の範圍には限りがあつて、蒸気の有する熱を全部利用し盡すことは出来なかつたのである。此のド・ラバル・タービンを直列に組み合せたるラトロー・タービンに於ては各段に於て適當に壓力を降下させて、蒸気の熱を有効に利用し得られ效率を高めることが出来、ド・ラバル・タービンよりは取扱ひ易き速度となる。佛國のラトロー教授が是の完成に不撓の努力を拂つたので此の名がある。羽根車の圓周速度は普通毎秒 100~120 米位であり、蒸気の壓力は15乃至40段位に落してゐる。薄鋼製の羽根車は多少圓錐形に中央が膨み車周には削出しの羽根が低締めにてせられてゐる。羽根車の間には噴出孔を有する隔板がある。(第153圖参照) 此の噴出孔は蒸気に運動のエネルギーを與へて之を動き羽根に噴きつけ、又次の噴出孔に導



第 153 圖 カー チ ス ・ ター ビ ン

くのである。隔板と軸との間より蒸気の洩れるのを防ぐ爲に、ラトロー・タービンにはパッキングを具へてゐる。一段から次の段へ蒸気が進むに従つて其の壓力は落ちて容積は増加する故、噴出孔の面積を増さなければならぬが、最初は噴出孔の數を増し次には隔板の直徑を大きくして噴出孔の大きさを増す。第154圖はラトロー・タービンの羽根車を示す。



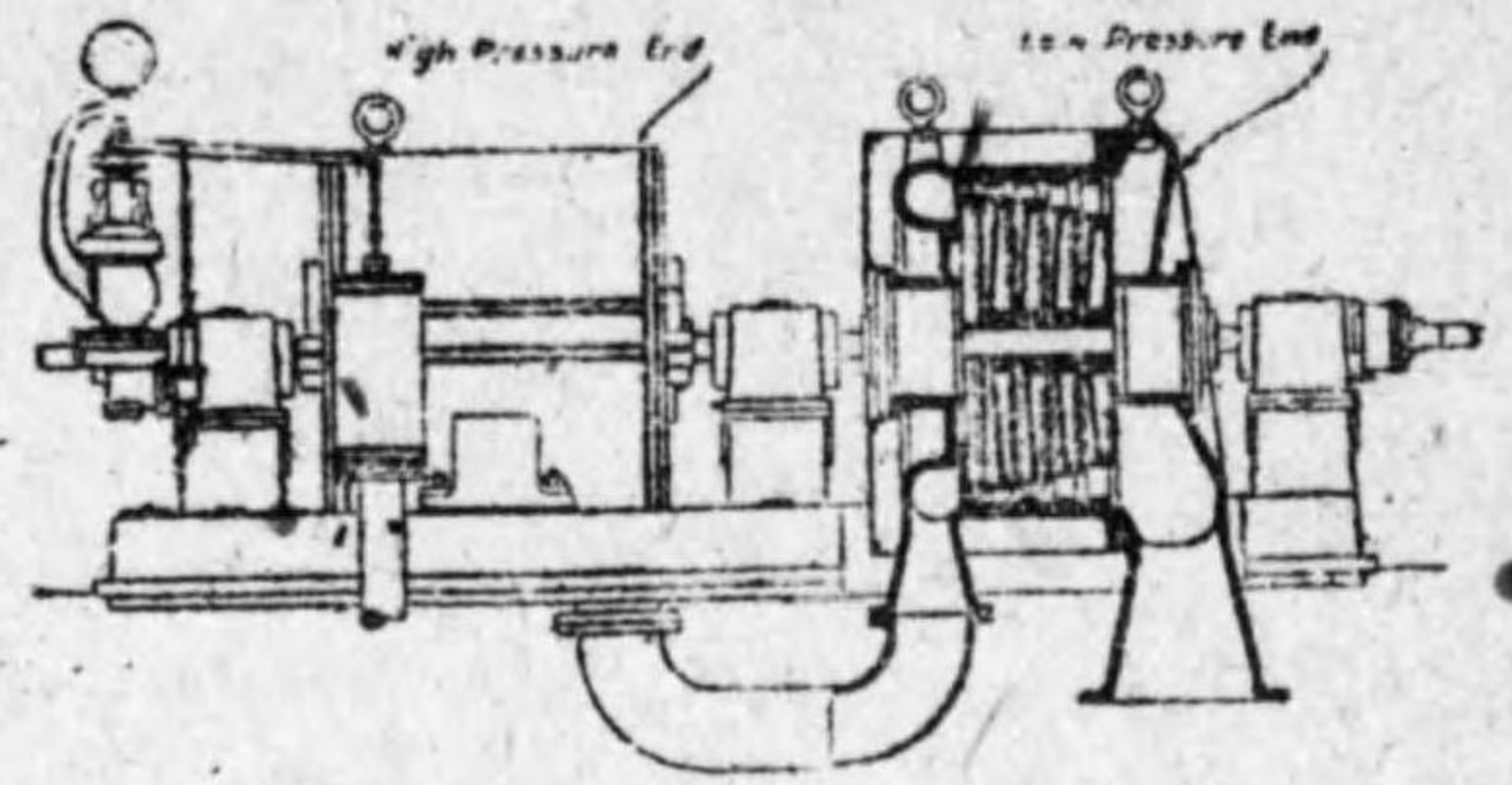
第 154 圖 ラトロー・タービン羽根車

ラトロー・タービンは元來低壓蒸気を有効に利用する目的で案出せられたるものであるから、此のタービンに高壓蒸気を用ふれば、汽筒は長く製作は困難となり、運轉の時も故障を起し易いから實際は汽筒を二個又は三個に分けて造る。

94. チェリー・タービン

瑞西のエンジニア・ウネス會社チェリー博士は、ラトロー・タービン

の構造を簡単にして製作上多大の貢献をなし、複圧衝動タービンの發達の基礎を作りました。けれど此のチェリー・タービンの原理はラト・タービンと何



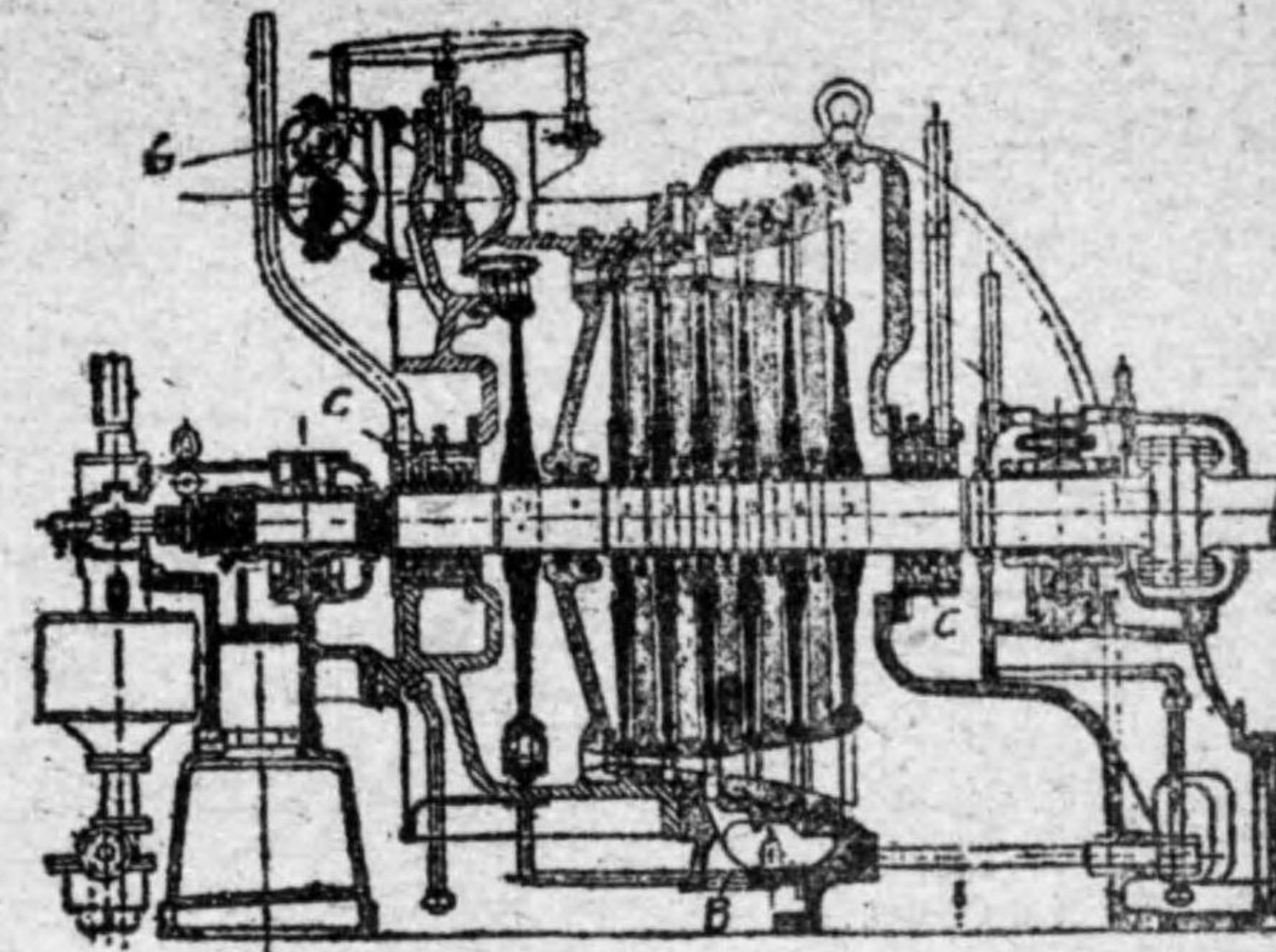
第155圖 チェリー・タービン

等差異はなく只羽根を薄板にて作りT型溝を用ひて車輪に植え付け、又噴出孔に於て出來得るだけ蒸汽の壓力を落して以て段數を10段位に減じ、汽筒の長さを短くして高能率を得やうとした點が異なるものである。第155圖は二汽筒のチェリー・タービンを示す。

95. カーチス・チェリー・タービン(複速複壓組合タービン)

チェリー・タービンの缺點は高壓の蒸汽を使用して、之を膨脹させるにはタービン筒が長くなり、又直徑も増さなければならない。従つて隔板並びに汽筒を貫く部分には蒸汽の漏洩損失を増す事となる。カーチス・チェリー・タービンは此の缺點を除かんとして考案された型式である。即ち蒸汽の進入する高壓部には壓力を早く落して利用する複速式のカーチス・タービンを用ひたるものである。斯くする事により全長は短縮せられ、構造は簡單となり故に價格及び据付費を少くすることが出来る。

第156圖はカーチス・チェリー・タービンの断面圖を示す。羽根車1はカーチス車にして2,3,4,5,6,7,はチェリー車である。Bは抽氣



第156圖 カーチス・チェリー・タービン

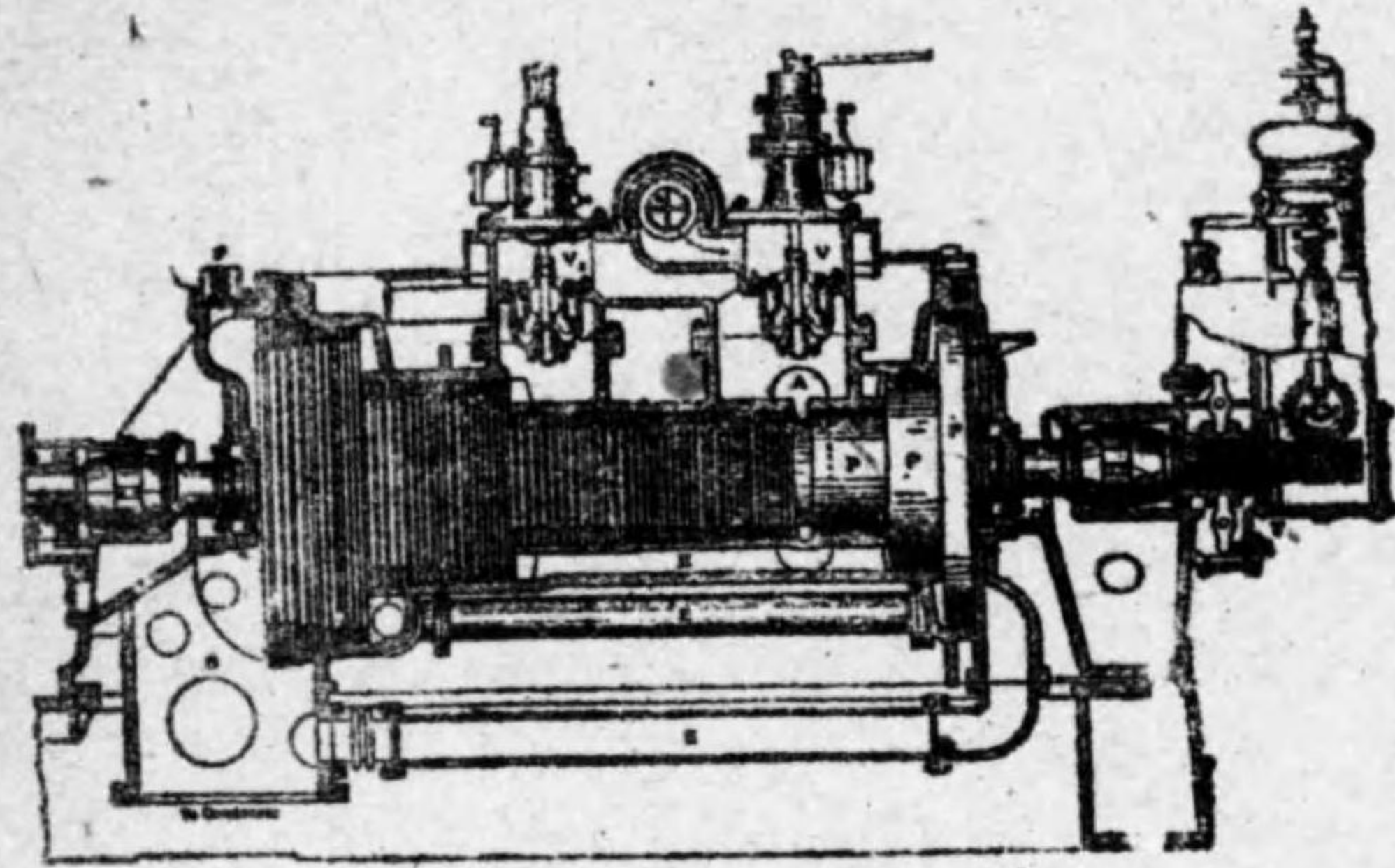
孔、Gは調速装置を示す。

96. パーソンス・タービン

此のタービンは軸流式としては唯一の反動タービンであるが、工作上または運轉上種々の缺點があるので、現今では單獨でなく衝動タービンと組合せて用ひられる。第157圖は純パーソンス・タービンを示す。蒸汽は止弁Sより兩座弁Vを通りAより汽筒に入る。(V弁は調速機的作用を受ける) 蒸汽は大體軸に平行に羽根列間を流れて廢汽口Bに出る。

反動タービンは衝動タービンとは異り、案内羽根及び動き羽根の兩者中に於て蒸汽を膨脹させてゐるから、羽根は全體を蒸汽中に浸して置かなければならない。故に汽筒内何れの断面に於ける蒸汽の體積も通過面積と蒸汽速度との積にて求め得られる。蒸汽は流れて

行く間に圧力が減すると同時に其の體積を増加するが、此の大容積の蒸気を通す對策としては通路面積、又は蒸気速度或ひは其兩方の増加を考へれば良い。併し實際には第157圖の如く階段的に通路面



第157圖 パーソン・タービン

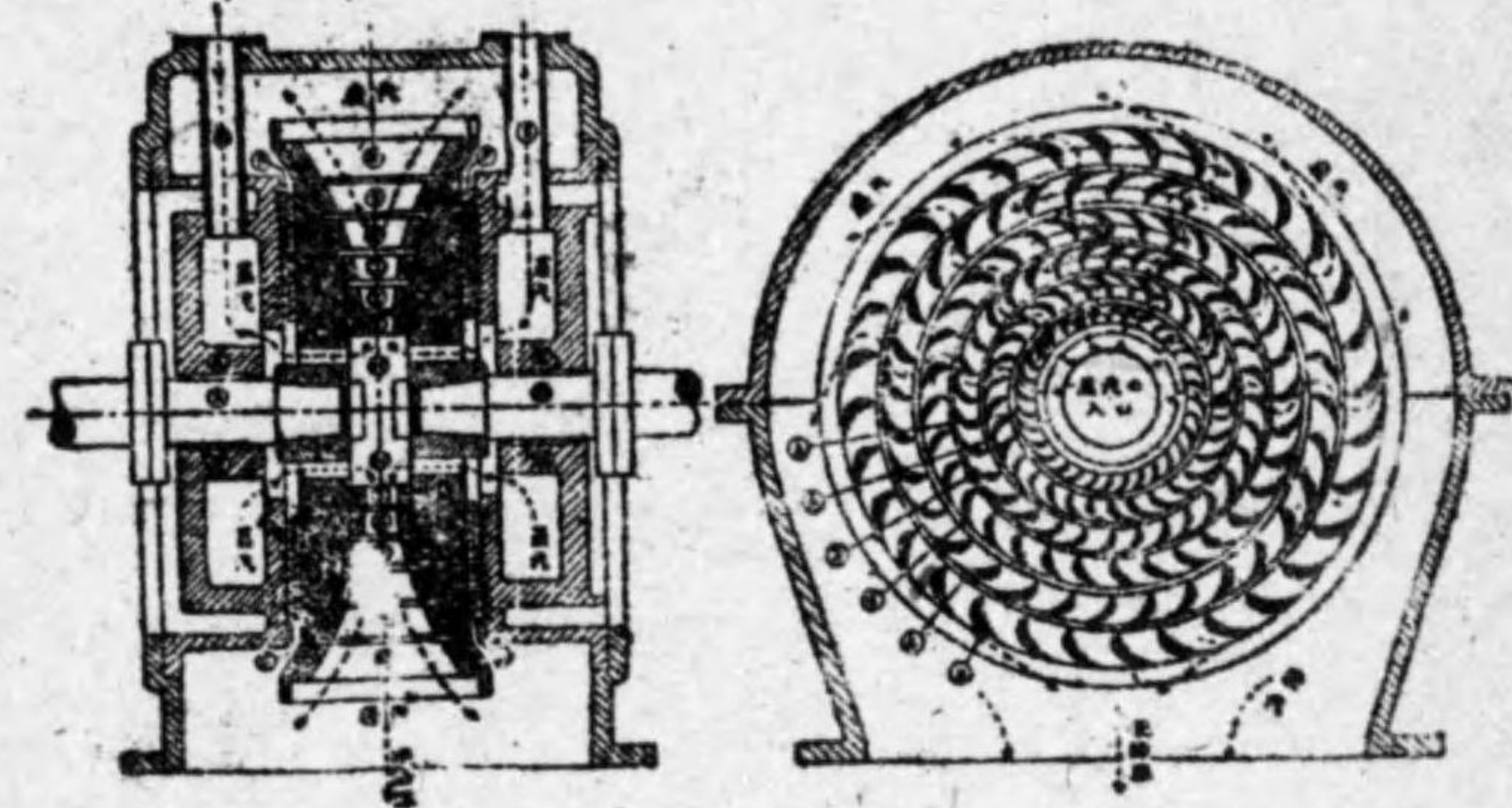
積を増加する。蒸気速度は大體高壓部に於て毎秒20米、低壓部に於ては毎秒180米位である。廻轉胴の圓周速度は毎秒90~120米位であり、動き羽根は普通60~80列位が用ひられる。動き羽根の入口の壓力は出口の壓力よりも高い爲、廻轉胴は推力を受け軸は左方に押される故、此の推力を釣合せる爲に右方に三つの釣合ピストンPが設けてある。

羽根は真鍮又は青銅を用ひ根元を撥形に作り、之に隔金を添へて汽筒壁及び廻轉胴に取付ける。廻轉胴は中空にして車軸に燒嵌めをして尙ねちにて固定する。

荷重が大になる時は調速機的作用を受けて超荷重弁V.を開き中壓汽筒に多量の蒸気を進入させる。

97. ユングストローム・タービン

是は唯一の徑流反動タービンで1912年瑞典のユングストローム兄弟によつて發明されたものであり、製作會社の名をとつてスタールタービンとも呼ばれる。第158圖に構造の骨組圖を示す如く軸は左右が別になり、兩軸端に各々羽根車を固定する。羽根車には多數の



第158圖 ユングストローム・タービン骨組圖

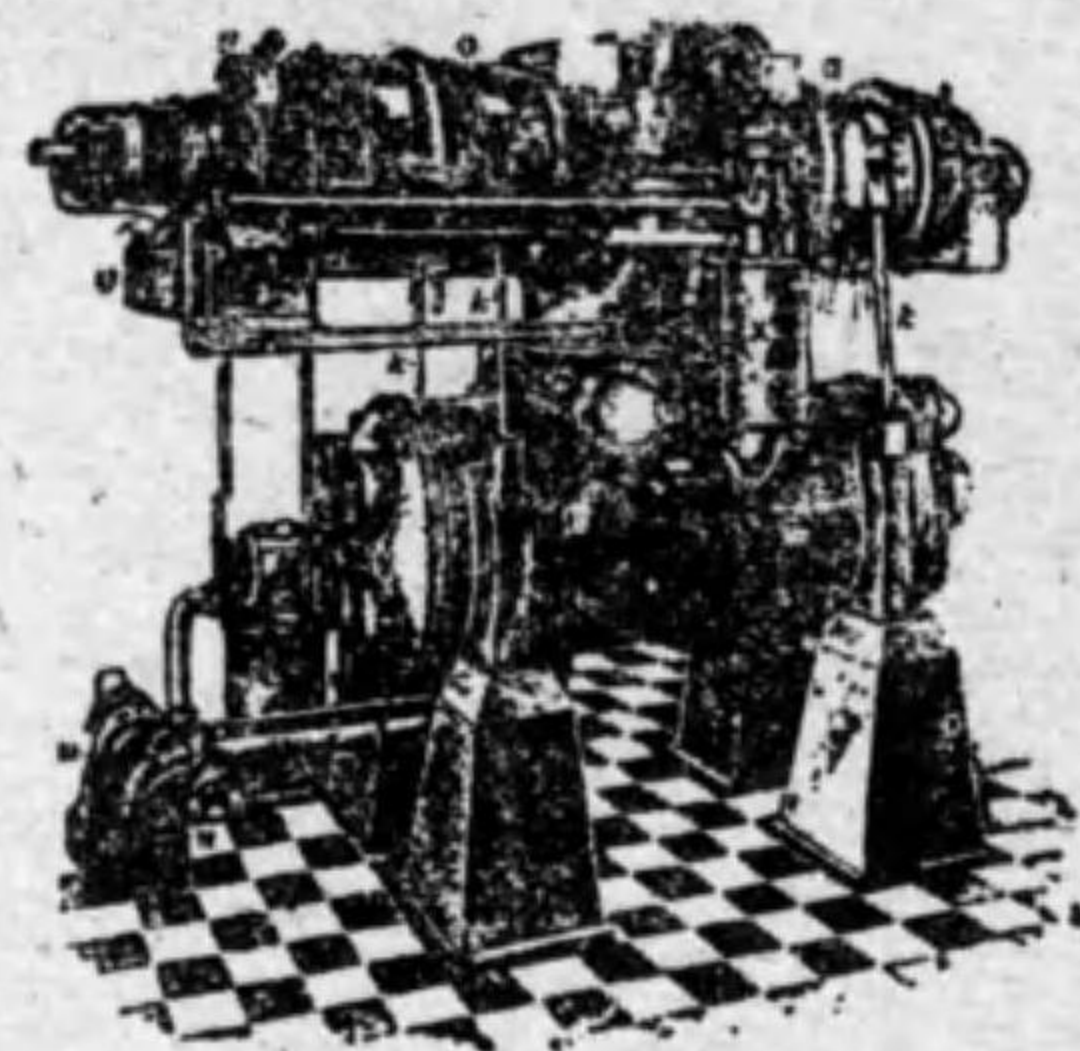
羽根を植込みたる羽根環が固定され、左右の羽根環は交互に同心圓に嵌め込む様になつてゐる。

蒸気は殼の孔の部分に入り各羽根の間を外方に半徑方向に流れる時、動き羽根は互に次の動き羽根の案内羽根となりつゝ蒸気の反動作用によりて、左右反對方向に廻轉する。左右の軸には各々發電機を直結してある。

此のタービンは左右に反對方向に廻轉する故、普通のタービンの場合の2倍の速さとなり、著しく形態は縮小され又低壓部に行くに

従ひ、羽根環の直徑は増し又羽根の長さも増加し得る故、十分蒸気の通過面積を増加し得る。此の點は此のタービンの最も特徴とする處である。

第159圖はユングストローム・タービンの外觀を示す。上部中央はタービン、左右は發電機、下部は凝結器である。



第159圖 ユングストローム・タービン

98. ブラウン・ボベリー・タービン

衝動タービン及び反動タービンの短所を棄て、長所のみをとるには、之等を組合せて用ひればよい。例へばタービンの高壓部にカーチス車を用ひ低壓部にパーソン型を用ひたるブラウン・ボベリー・タービン其他高壓部にラト車、チェリー車等の車を用ひ低壓部にパーソン型を用ひるもの等が大容量のタービンとして製作されてゐる。第116頁第119圖に示す組み合せタービンはブラウン・ボベリータービンである。高壓部のみは蒸気の部分流入を行ふが中壓部及び低壓部は全開流入であるから汽管の直徑は高壓部より著しく小さいのである。

5714

昭和十五年三月廿五日 印刷
昭和十五年四月一日 初版發行
昭和廿一年六月十五日 修正七版發行
昭和廿二年六月十日 第八版發行

汽力原動機
定價貳拾貳圓



編者 會
發行者 伊藤由雄
印刷者 菊原靜男
印刷所 明和印刷所
配給所 日本出版配給株式會社
發行所 株式會社 綜文館
(會員番號 A119049)

533.33-Ki22ウ



1200500745671



終