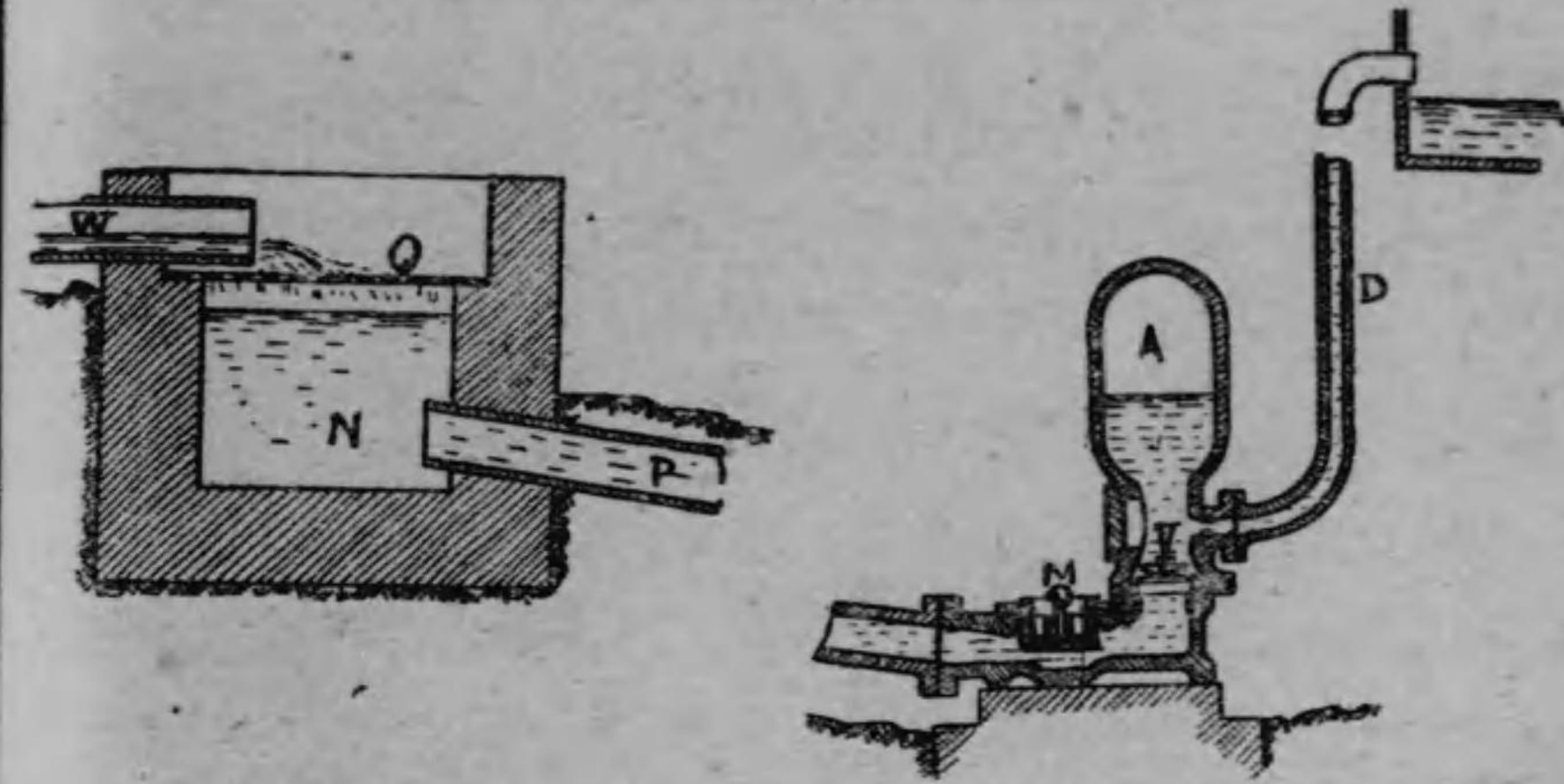


第七十八圖



第六章 水槌唧筒 (Hydraulic ram)

第一節 水槌唧筒の一般

流動しつゝある水又は壓力ある水の動勢力を利用し其水の一部を一層高き位置に揚ぐる唧筒にして河川に沿ひ設置して流水を利用し得るの便あり。此唧筒は比較的運轉し易く且簡單なるを以て田畑農園苗場等に灌漑し又農家の給水に適す。効率は構造のよき唧筒に於て五〇乃至七五「パーセント」なり。

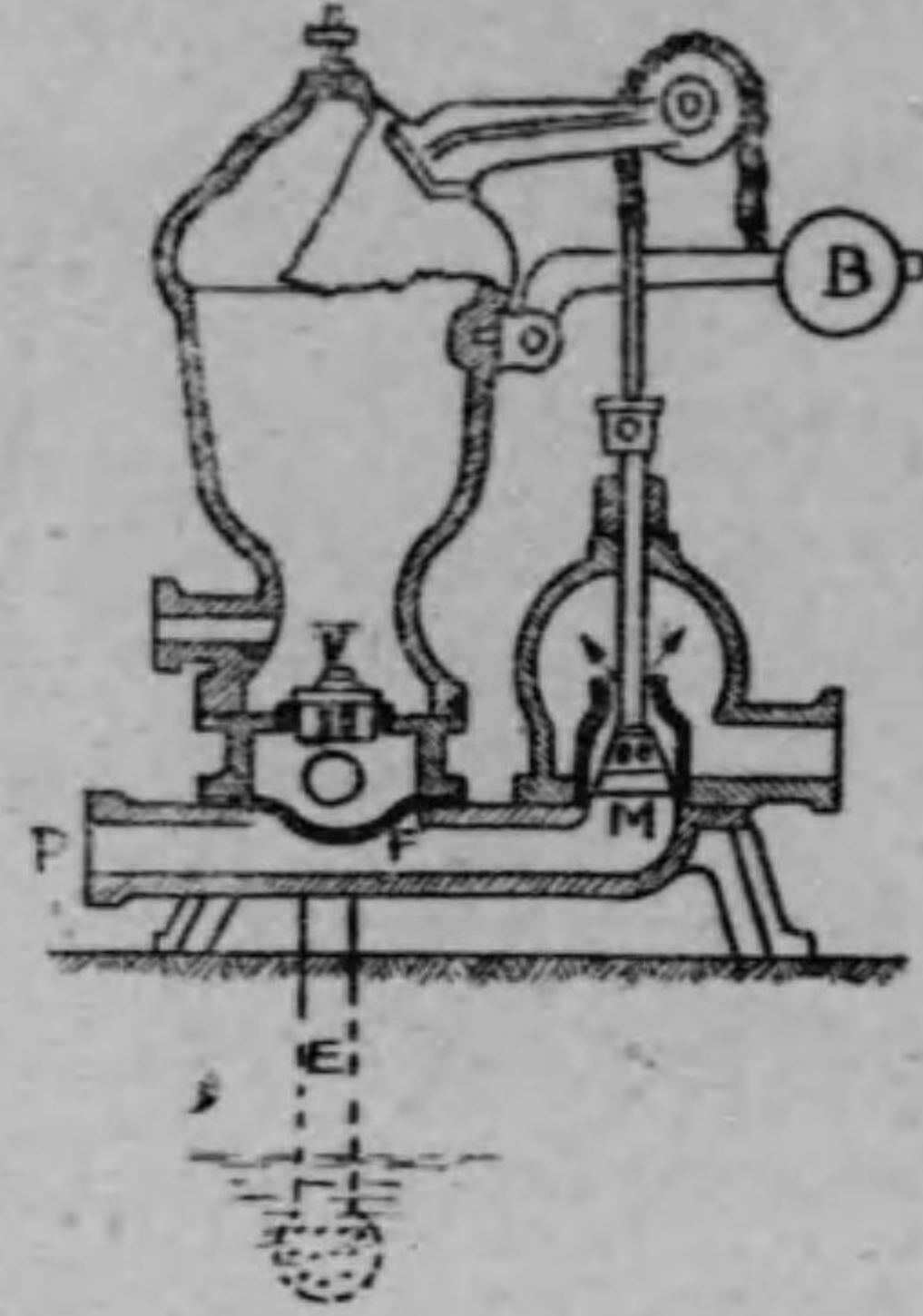
第七十八圖は普通の水槌唧筒を示すものにして水を唧筒より高き位置にある水槽又は河流より送水管 P を經て唧筒内に送り以て之を運轉せしめ、其水の一部を繰出管 D を經て一層高き位置に揚ぐるなり。今次に其働作に就て説明せん。先づ溢水弁 (Waste valve) M が閉ぢたりとせよ。送水管 P 内の水は迅速なる流れを以て唧筒に入り來り繰出弁 V を押し開き繰出管より出づ。既にして漸次其動勢力を減ずに至れば溢水弁は自己の重さにより下

り弁は開く。茲に送水管内の水は弁より排除せらるゝを以て流れを生じ動勢力を増す。其動勢力が溢水弁の重さと平均するに至れば溢水弁は其壓力のために閉鎖し水は再び繰出管より流出す。此唧筒の働きを緩急ならしむるには溢水弁の上に荷せられたる重さを加減するにあり。

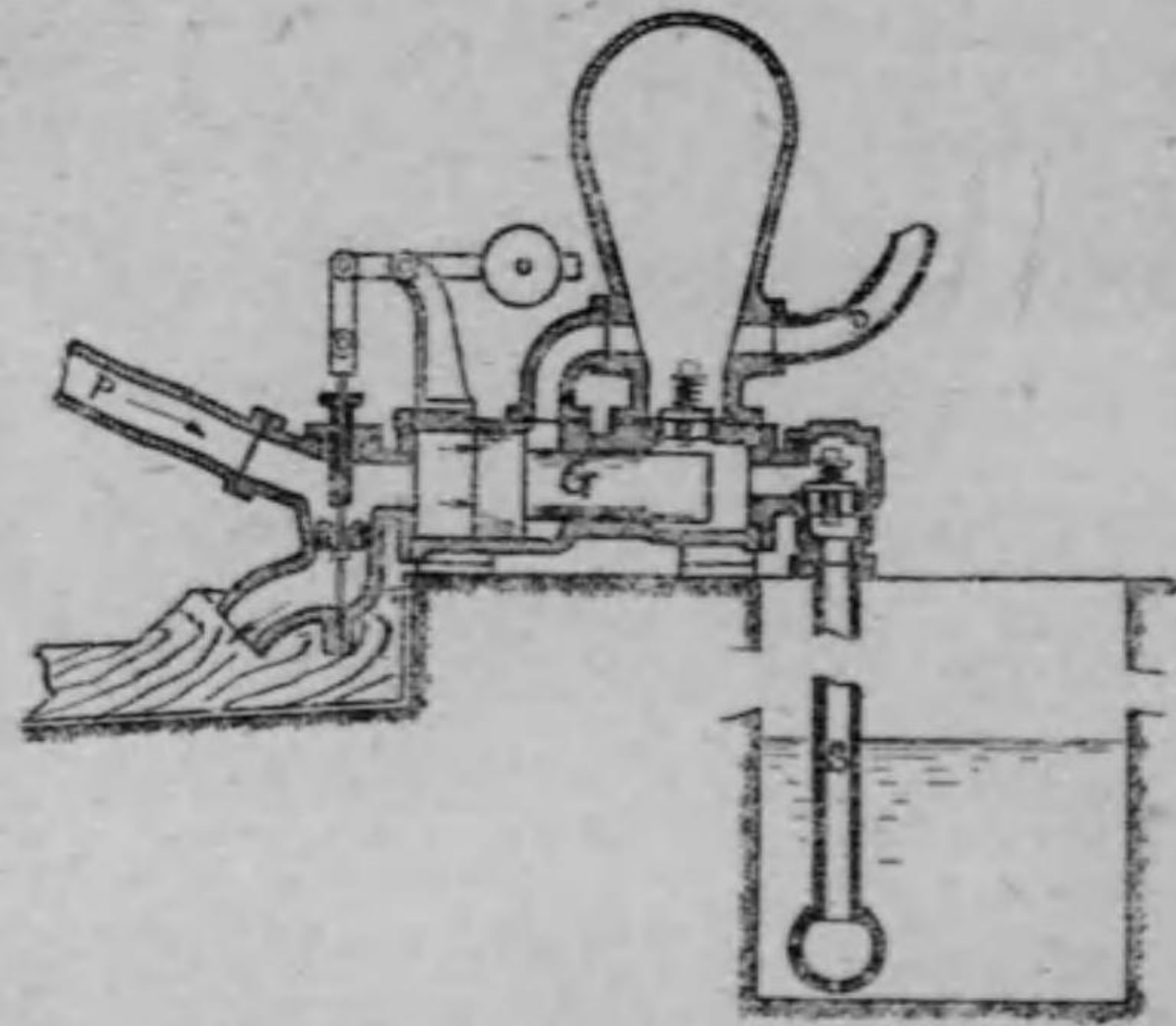
N は貯水槽 W は河流より導ける樋、Q は塵除けなり。凡て水槌唧筒の送水管繰出管は曲りの少なきを宜しとす。送水管の傾斜急なれば水槌唧筒を毀損じ易く又長距離送水の場合には水の摩擦大なる故に直徑の大なる管を用ふべし。

若し揚水が汚垢を含有し直接使用に適せざると

第百七十九圖



第百八十圖



Vより空氣室に入る。次に動勢力を減じ溢水弁Mの開くに至れば隔板Fは下方に變曲し吸込管Eよ

きは其汚水を利用し間接に他の淨水を揚ぐることあり。即ち第百七十九圖第百八十圖は其構造を示す。

第百七十九圖に於てFは革製の隔板(Diaphragm)にして送水管Pより入り來れる水の動勢力により上方に押し揚げらる。之れによりFの上部にある淨水は繰出弁

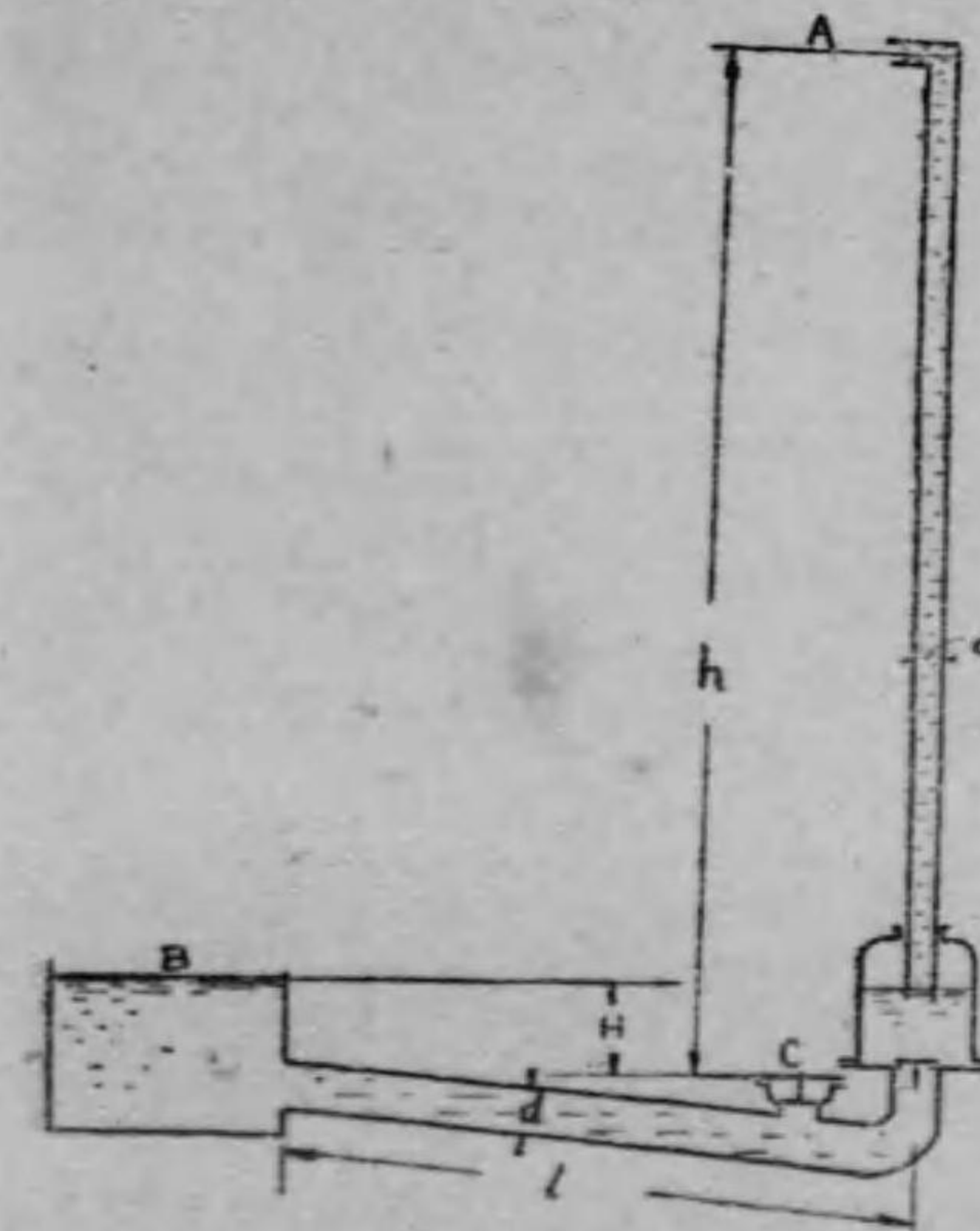
り淨水をFの上部に吸ひ揚ぐ。次に再び動勢力を増して溢水弁の開ぶるときは隔板は押し揚げられ淨水は繰出弁より出づ。斯くして唧筒は連続的に働くものなり。Bは平均重にして弁Mの働きを調節するに用ふ。

第百八十圖は第百七十九圖の隔板に代ふるに差働唧子を用ゐたるものにしてGは即ち之れなり。Sは吸込管、Dは繰出管、Pは送水管を示す。

第二節 水槌唧筒の設計法

第百八十一圖に關聯し。今

第百八十一圖



- Q.....毎分間送水管を通過する水の容積(立方呎)
- q.....毎分間繰出管より流出する水の容積(立方呎)
- H.....BとCとの高低差(呎)
- h.....AとCとの高低差(呎)

l送水管の長さ(呎)

d_1繰出管の直径(吋)

d送水管の直径(吋)

とす。

送水管内を Q つゞ流動するとき溢水弁 C に於ける勢力は QH なり。然るに繰出管の出口 A より q だけ流出すれば其勢力は qh なり。故に効率 e は下の如し。

$$e = \frac{qh}{QH}$$

即ち

$$Q = \frac{qh}{He}$$

効率 は 実験の結果次式の如く H 及び h の函数にて表はすことを得。

$$e = 1.12 - 0.2 \sqrt{\frac{h-H}{H}}$$

上式の結果は次表の如し。

第十二表

$\frac{h-H}{H}$	1	2	3	4	5	6	8	10	12	15	20
e	.92	.84	.77	.72	.67	.63	.56	.49	.43	.35	.23

表に視るが如く $\frac{h-H}{H}$ の値を増すに従ひ e は減ず。故に H に比し h の大なる場合には唧筒を二個又は二個以上に増して漸次揚水すべし。

又送水管の長さ l と H 及び h との関係は次式によるべし。

$$l = h - H + 0.3 \frac{h-H}{H}$$

次に繰出管の直径 d_1 に関しては次式あり。

$$d_1 = \sqrt[5]{\frac{8ql}{h}} \text{ (吋)}$$

又送水管の直径 d は d_1 の約二倍にして又次式よりも求むる事を得べし。

$$d = 0.37 \sqrt{Q} \text{ (吋)}$$

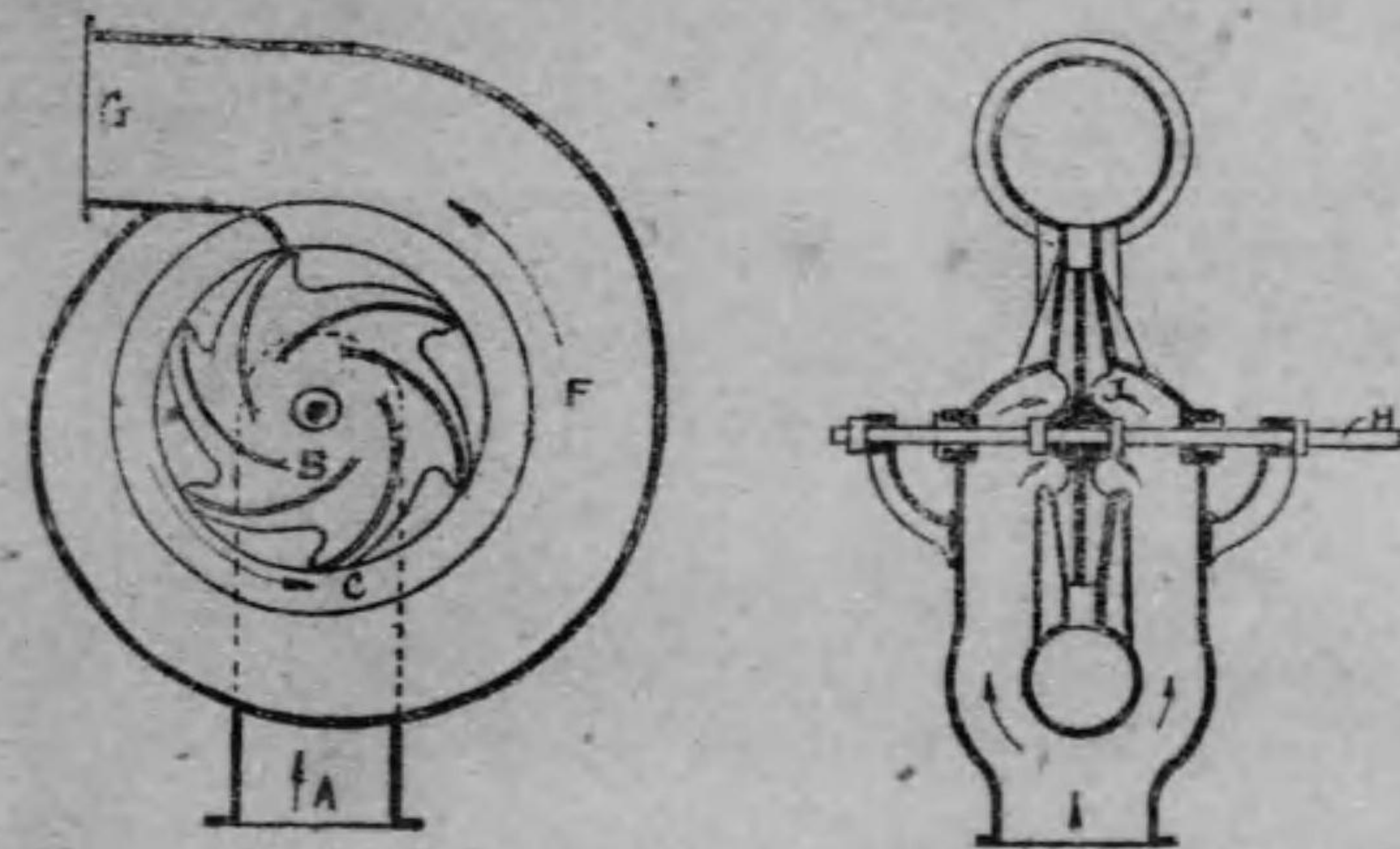
溢水弁の直径は d と同じく又空気室は繰出管の容積の二倍以上とす。

第一節 渦巻唧筒

渦巻唧筒は全く弁を有せざるを以て汚水、泥砂を混入する水、其他の液體を揚ぐるに使用せらる。即ち其用途は灌漑用、河海の浚泥用、製紙用、船渠排水用、鑛山用、印刷用等なり。

第百八十三圖は渦巻唧筒の断面にしてBは多くの羽根を有する唧子にて軸Hに固着し唧子室J内を矢の方向に廻轉す。遠心力により軸の近邊にある水は周圍に向つて流出し茲に眞空を生ずるを以て水は吸込管Aより入り羽根に沿ひ外方に向ひ漸次渦室 (Whirlpool chamber) Cを経て螺旋室 F に入

第百八十三圖



第七章

渦巻唧筒 (Centrifugal pump)

及び「タービン」(Turbine pump)

多くの羽根を有する車(即ち唧子)が螺旋室 (Spiral casing) 内にて廻轉し其遠心力によりて吸込管に眞空を生じ以て水を吸ひ上げ吐出管に送る唧筒を渦巻唧筒(第百八十二圖)と稱す。渦巻唧筒の渦室に導

第百八十二圖



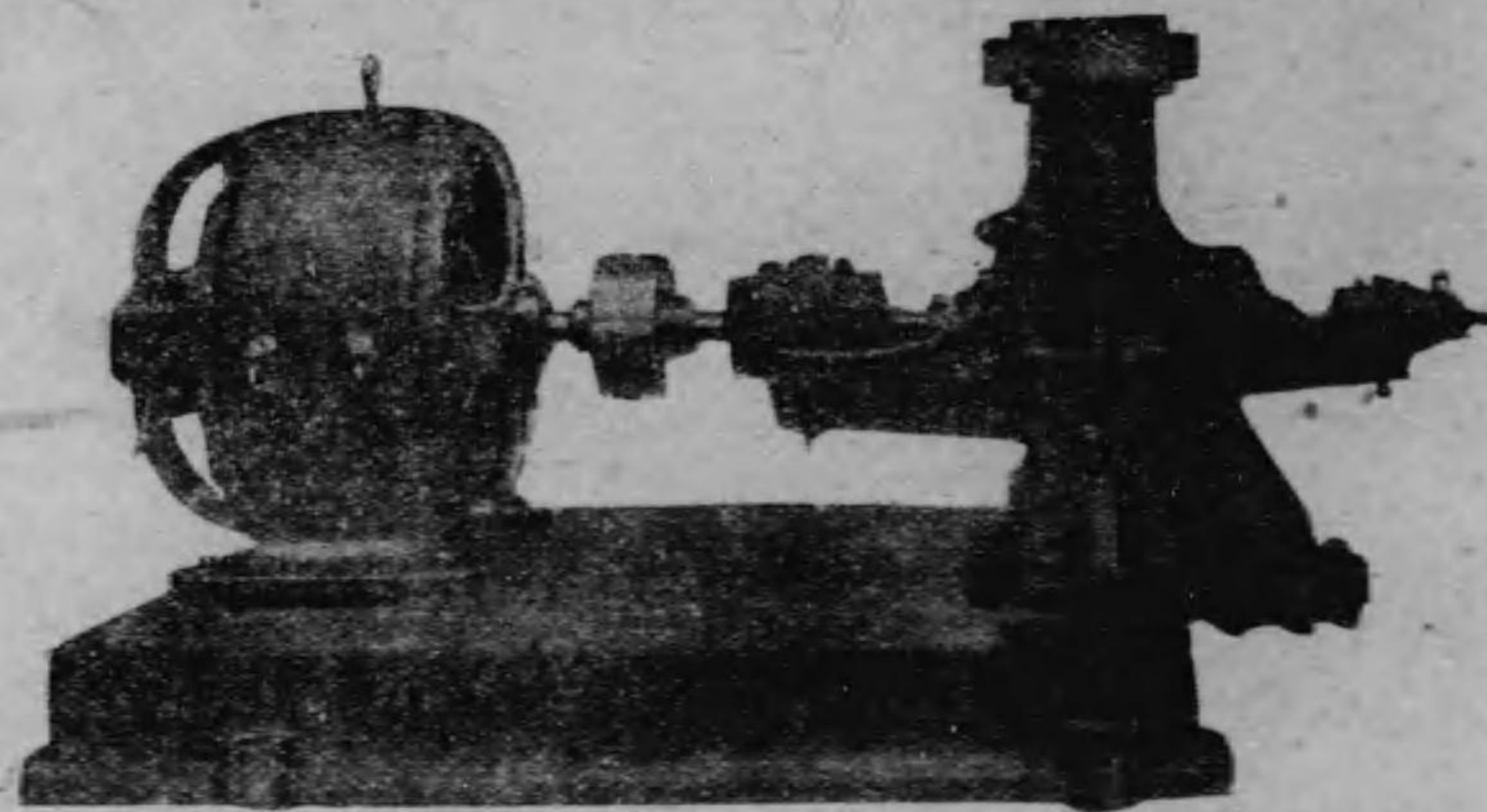
翼を備ふるものは一層高きに揚水し得るものにして此れを「タービン」唧筒と稱す。普通の揚程即ち五〇呎以下の揚程にありては唧子單一なる渦巻唧筒を用ひ、五〇乃至一〇〇〇呎の高揚程にては「タービン」唧筒

を用ひ揚程を増すに従ひ唧子數を二個又は二個以上に構造す。即ち揚程低く吐出量多量なる場合には渦巻唧筒を用ひ揚程高きときは「タービン」唧筒又は往復働唧筒を使用するをよしとす。

りGより繰出さる。渦室Cは水の動勢力を水嵩に
 變ぜしむるものにして之れを有せざるもあり。此
 部分に導翼を備へたるもあり。亦漸次擴大したる
 渦室を有するもあり。導翼を有するもの渦室の擴
 大せるものは唧子を出づる水の速度を著しく水嵩
 に變じ得る利益のあるものにして導翼を有するも
 のを特に「タービン」唧筒と稱すること前述の如し。
 繰出管内の水の速度を減じ効率を一層増すために
 螺旋室の出口Gを漸次擴大したるものあり。亦G
 を擴大する代はりに其端に漸次擴大せる管を別に
 取付けたるものもあり。

渦巻唧筒の吸揚程は羽根の遠心力によるものな

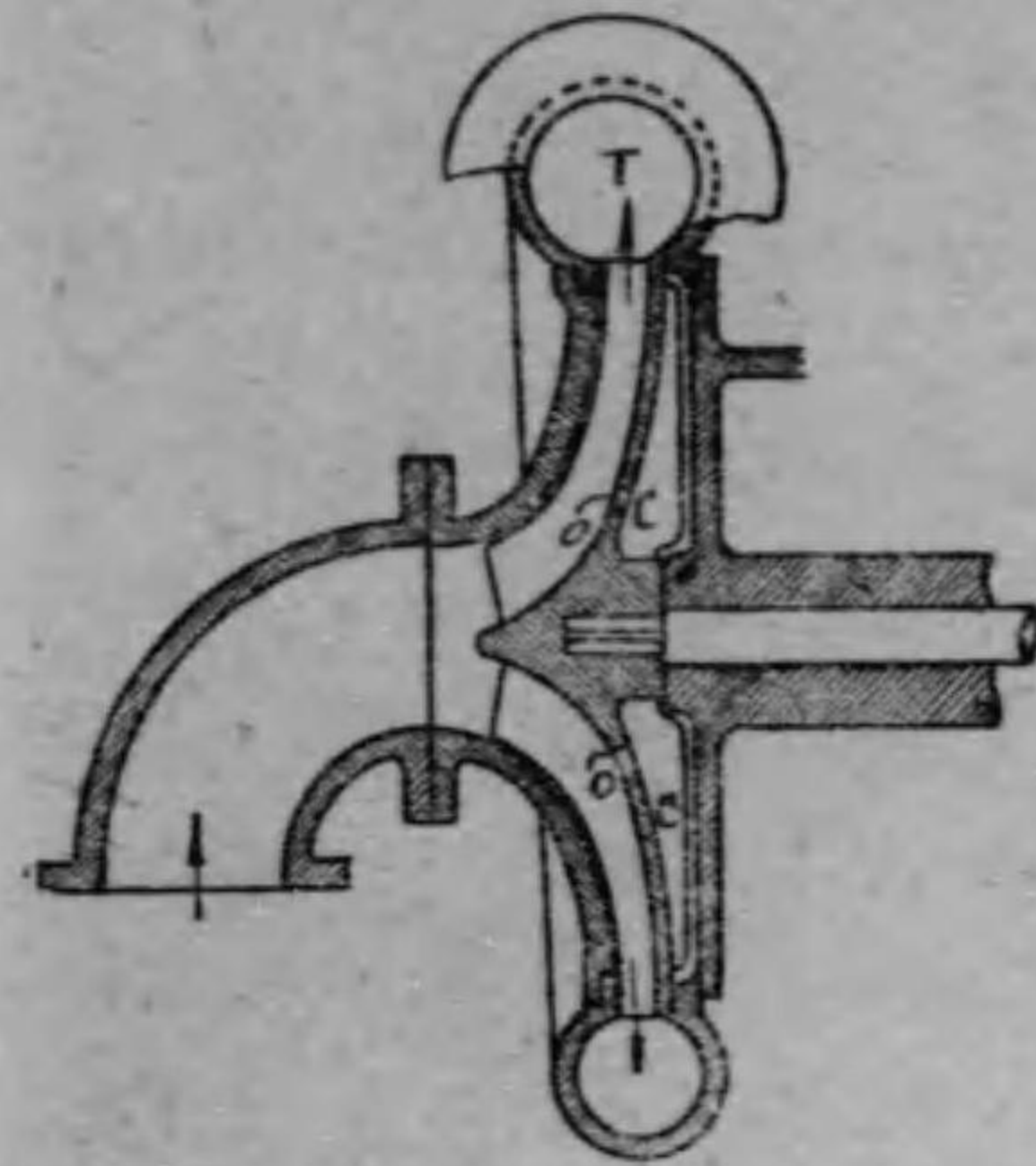
第百八十四圖



れば一〇呎以下にせざれば汲揚困難なり。

凡て渦巻唧筒の室内に空氣の留まるときは揚水

第百八十五圖



せず。空氣の入り易
 き部分は軸受の部分
 とす。由て螺旋室の
 壓力高き水を軸受に
 導き水封せしめ且注
 油に代ふる構造のも
 のあり。

第百八十四圖は電
 動機により運轉せら
 れるものにして唧子の

片側より水を吸ひ上ぐるにより構造上唧子は入口
 管の方に引き付けらる。次に其理由を(第百八十五
 圖参照)述べん

(一) 唧子の入口に於て水は吸揚程 h に對する靜勢
 力と速度 V に對する動勢力とを有す。

今

A.....入口管の面積(平方呎)

γ水の每立方呎の重さ(封度)

p壓力(封度)

とすれば

静勢力 = $A\gamma h$, 封度

動勢力 = $pA = \frac{A\gamma V^2}{g}$ 封度

此等の力は唧子を入口管の方に引寄せんとす。

(二)第百八十五圖に於て螺旋室 T 部の壓力ある水は間隙より唧子の裏面に入り唧子を入口管の方に押出さんとす。

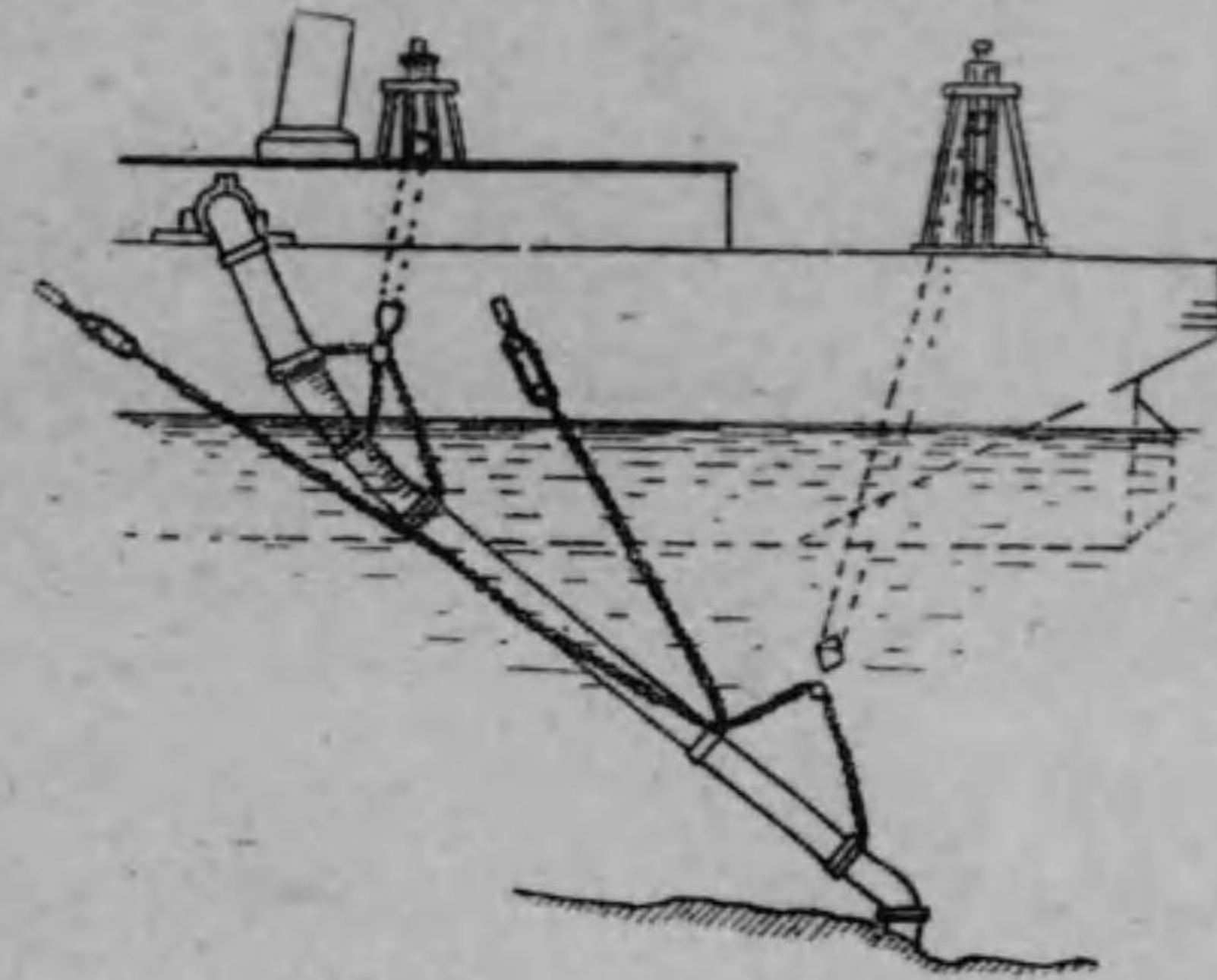
由て之を適當に避くる方法又は装置を施さざる時は羽根は唧子室の壁に衝り摩擦し運轉に故障を起し、遂に破損するに至るべし。此等を除却する方法としては

(一)の場合には吸揚程を有せざる如く設置するか、入口管の直徑を増すか又は他に機械的の装置を施すにあり。

(二)の場合には唧子の裏面に C の如き平衡羽根 (Balancing vane) を附するか唧子に O の如き穴を開け唧子の両面の壓力を平均せしむるにあり。

第百八十六圖は浚泥用として渦巻唧筒を汽船に装着したるものなり。浚泥機としては此唧筒は杓揚浚泥機 (Dipper dredger) に遙に優れるものなり。即ち廉價に装置しうることを、作業上人力を節減し得ること、迅速に排泥し得ること、天候の如何に關係せ

第百八十六圖



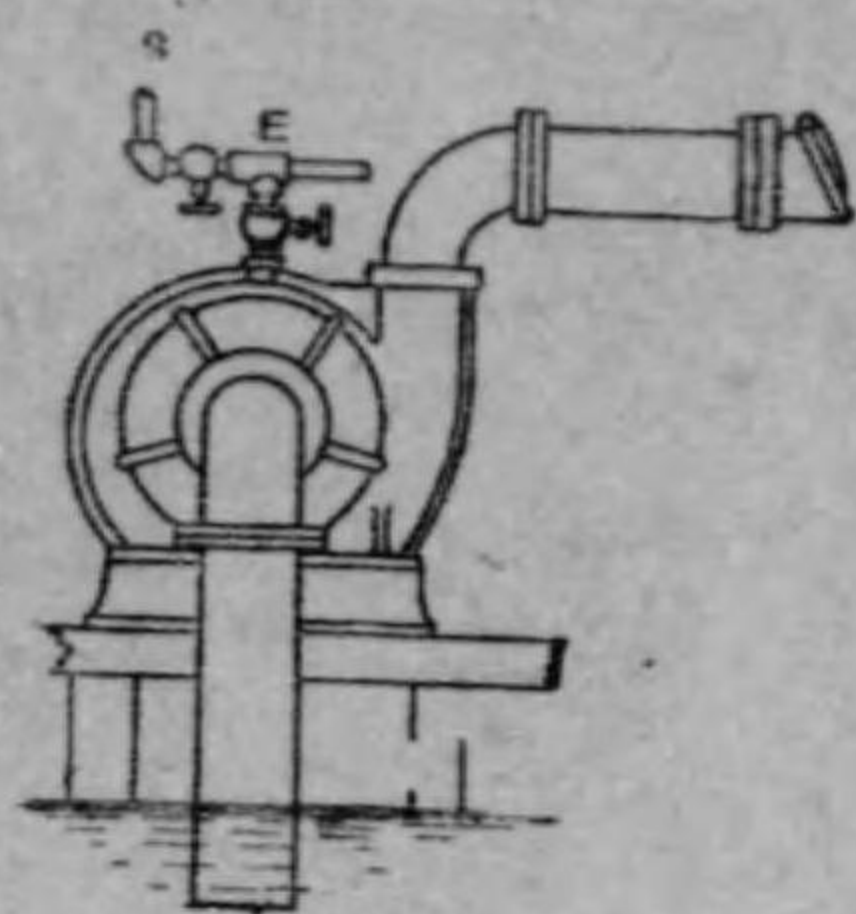
ざることを、破損の虞れ少きこと、鐵管にて岸に直接送泥し得ること等之れなり。

渦巻唧筒の起動

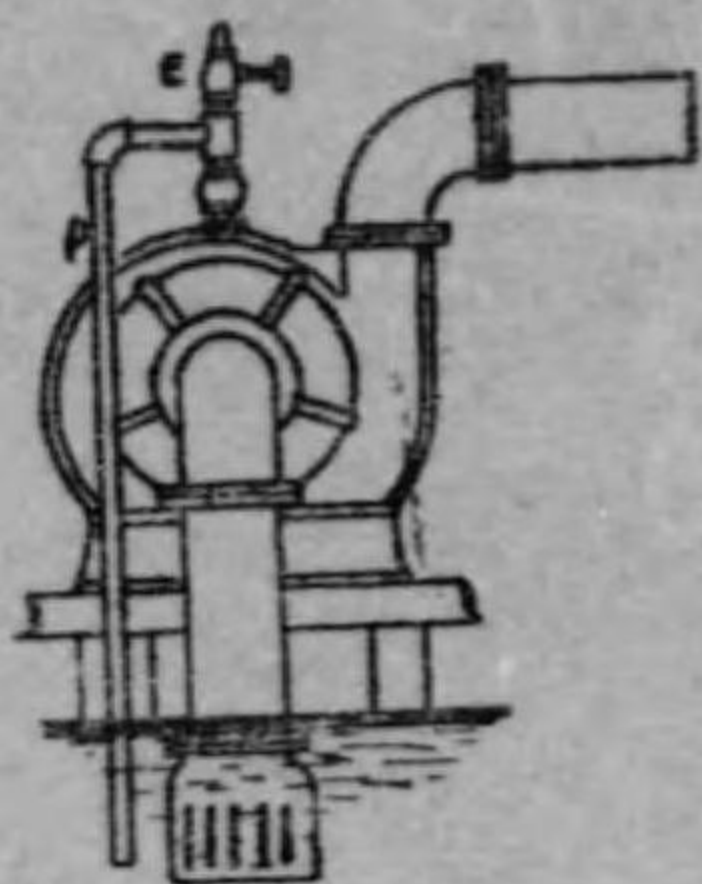
既説の如く唧筒内に空氣の存在するときは唧筒は回轉するも揚水困難なり。斯くある場合には手働唧筒又は蒸氣空氣及び水の放射器 (Ejector) により唧筒内の空氣を排除するを要す。

第百八十七圖に示す渦巻唧筒は底弁なく繰出管に阻水弁を有するものにして蒸氣放射器 E を螺旋室の上部に取付け空氣を排除す。既にして空氣が排除せらるれば水は唧筒室内に上昇し來り室内を充すにより唧筒は運轉すべし。S は蒸氣管を示す。

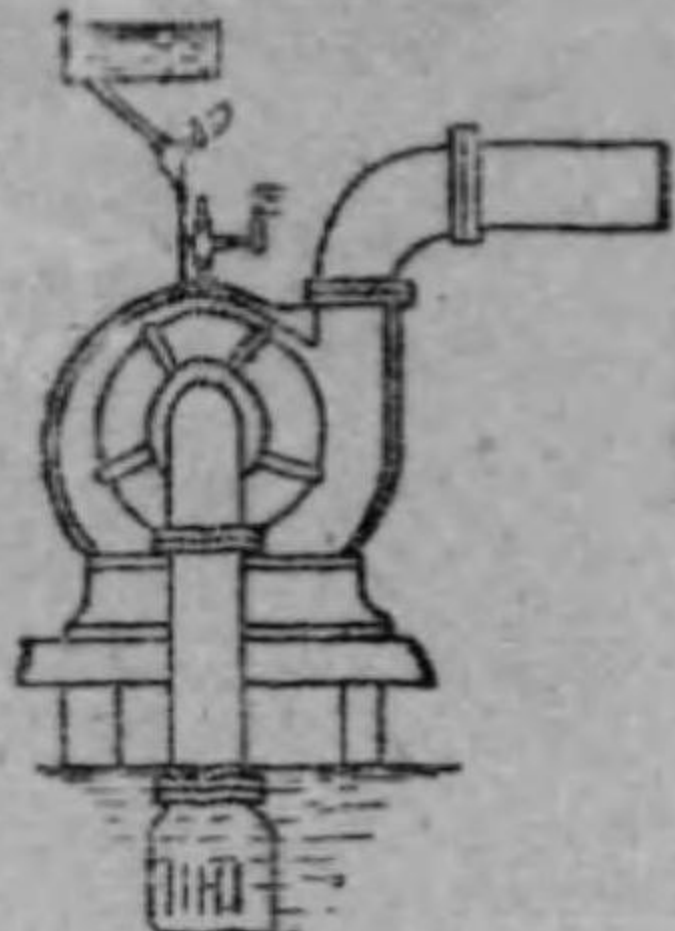
第百八十七圖



第百八十八圖



第百八十九圖



第百八十八圖は底弁を有する唧筒にして蒸汽放射器により空氣を排除する装置を示す。放射器 E が働きて唧筒室内の壓力が減ずるときは水は管 P より上昇し唧筒室内を充たすに至る。

第百八十九圖は底弁を有する唧筒にして唧筒より高き位置にある水槽により唧筒室内に水を送り E より排氣す。室内が充分水を以て滿さるゝに至るときは ED を閉ぢ唧筒を運轉せしむ。

一般に運轉し始まるまでの抵抗は大なるものにして羽根の速度は設計の速度以上に達し始めて揚水するものなり。故に此唧筒を運轉するには先づ繰出管の阻水弁又は遮斷弁を閉ぢ揚程を減じ回轉せしめ起動したる後漸次少しづつ弁を開き以て揚水せしむる事を得。元來渦巻唧筒に於て速度の増

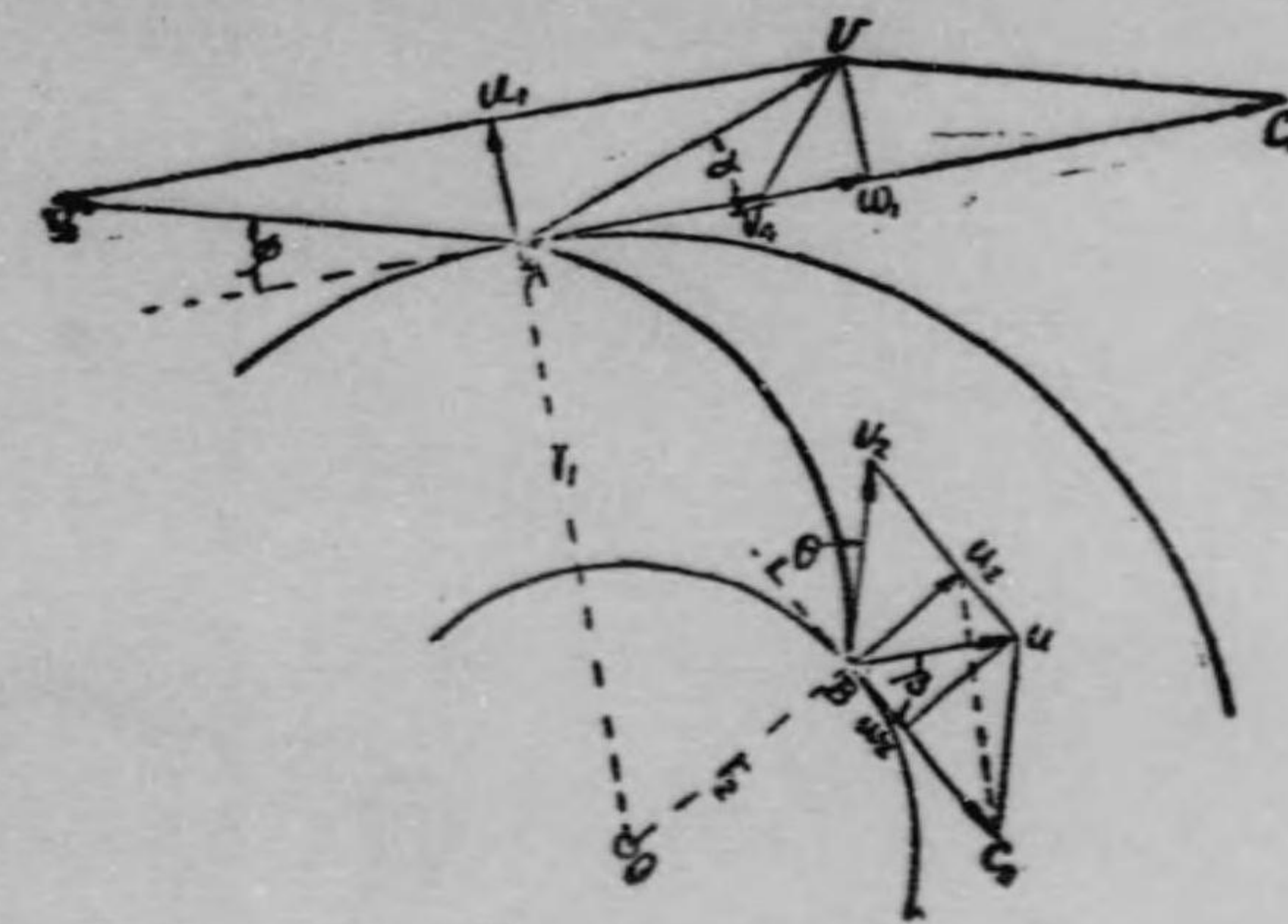
減は著しく繰出量に影響するものなり。

渦巻唧筒の動力傳達には調帶によるものと直接原動機に接續するものとあり。回轉軸のある所にては前者の方法によるを簡便とすれども屢々位置を移動する場合又は場席の節約には後者によるを宜しとす。殊に電働機直結のものは甚だ便利なり。

第二節 渦巻唧筒の原理

第百九十圖に於て羽根 \widehat{BA} を有する車が O を中心として回轉するとき B 及び A 點の速度を C_2 及び C_1 とす。水は吸込管より入り來り先づ B 點にて u の方向をとりたりとす。此 u を力の四邊形の畫法

第百九十圖



により C_2 と羽根 \widehat{BA} に切線の方法とに分つべし。然るときは w_2 は水が羽根に沿ひ流るゝ關係速度なり。而して w_2 は羽根を流るゝ間に車によりて勢力を與へられ出口 A にて v_1 となる。然るに又一方にては車は速度(圓周上) C_1 を以て回轉せるにより其絶對速度は v_1 と C_1 との合力 v となる。次に v を半徑線の方法と圓周の方法とに分つべし。即ち w_1 及び w_2 は夫々の速度を表はすべし。

然るときは水の毎封度が \widehat{BA} を流るゝ間に車の回轉により與へらるゝ理論上の仕事は下の如し。

$$H = \frac{1}{g}(w_1 c_1 - w_2 c_2)$$

然るに水は半徑線の方法に入るものと考ふるときは w_2 は零となる。又實際には半徑線の方法に入り來らざるも入口の縁及び車中にて失はるゝを以て之を省略することを得。即ち

$$H = \frac{w_1 c_1}{g} = \frac{c_1(c_1 - v_1 \cos \phi)}{g} = \frac{c_1 v \cos \alpha}{g}$$

但 $w_1 = v \cos \alpha = c_1 - v_1 \cos \phi$

然るに實際には後に説明するが如く多くの摩擦抵抗あり又繰出管の流出速度に對する水嵩ありて理論上の揚程まで揚がることなし。此等の損失を凡て H' にて表はし繰出管の速度を省略し實際揚水



せらるゝ揚程を h にて表はすときは上式は下の如し。

$$H = h + h' = \frac{c_1 v \cos \alpha}{g} = \frac{c_1 (c_1 - v_1 \cos \phi)}{g} \dots \dots \dots (A)$$

故に實際揚水せらるゝ高さに対する動水効率はこの如し。

$$e = \frac{h}{h + h'} = \frac{2gh}{2c_1(c_1 - v_1 \cos \phi)} = 1 - \frac{g h'}{c_1(c_1 - v_1 \cos \phi)} \dots (B)$$

上式は効率に関する基礎公式にして若し完全に h' を計算することを得ば理論上の効率と実験上の効率とは符合すべき性質のものなり。

次に(A)式を少しく書き換ふるときは下の如し。

$$\frac{c_1 v \cos \alpha}{g} = H = h + h' = \frac{h}{\frac{h}{h + h'}} = \frac{h}{e} \dots \dots \dots (C)$$

次に三角形 Avc_1 より

$$\frac{v}{c_1} = \frac{\sin \phi}{\sin \{180 - (\alpha + \phi)\}} = \frac{\sin \phi}{\sin \alpha \cos \phi + \sin \phi \cos \alpha}$$

故に

$$v \cos \alpha = \frac{c_1 \cos \alpha \sin \phi}{\sin \alpha \cos \phi + \sin \phi \cos \alpha} = \frac{c_1}{1 + \tan \alpha \cot \phi}$$

此れを(C)式に代入すれば c_1 に関する一般の式を得るなり。

$$c_1 = \sqrt{\frac{1 + \tan \alpha \cot \phi}{2e}} \sqrt{2gh} \dots \dots \dots (D)$$

次に

$$\frac{c_1}{v} = \frac{\sin(\alpha + \phi)}{\sin \phi}$$

此値を(C)式に代入するときは v は下の如し。

$$v = \sqrt{\frac{\sin \phi}{2 \sin(\phi + \alpha) \cos \alpha}} \frac{1}{e} \sqrt{2gh} \dots \dots \dots (E)$$

又

$$u_1 = v \sin \alpha = \sqrt{\frac{\sin \phi \sin^2 \alpha}{2 \sin(\phi + \alpha) \cos \alpha}} \frac{1}{e} \sqrt{2gh}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{2e \{ \cot^2 \phi + \cot \phi \cos \alpha \}}} \sqrt{2gh} \dots \dots \dots (F)$$

之れ u_1 に関する一般の式なり。上式に於て

$$\cot \alpha = \frac{c_1 - v_1 \cos \phi}{v_1 \sin \phi}$$

なり。

後の二節に於て唧筒の各部分に生ずる損失に就て説明せん。

第三節 渦巻唧筒の主要部分に於ける損失

唧筒の効率を増大せんとせば(第二節(B)式参照)損失 h' を減せざる可からず。然るに損失の内にて最大なるものは水が羽根より螺旋室に移る際即ち速度水嵩の大部が壓力水嵩に變ずる際に起るものにして屢勢力の二分の一を失ふことあり。水が羽

根出口 A を出づる速度 v は可成迅速なるものにして此迅速なる速度が螺旋室の緩かなる速度となつては徐々に變更せざる可からず。之れ唧子と螺旋室との間に渦室を設くる所以にして渦室なきものは渦室を有するものに比し効率低きは明かなり。渦室は外方に向ひ漸次擴大せるものあり。之れ室内の速度を一層緩徐ならしめ壓力水嵩を増加得るものなり。

渦室に導翼を備ふるもの即ち「タービン」唧筒は室中の水の方向を一定ならしむるを以て混流を起すことなく従て損失を一層減ずるのみならず車の速度を増すことを得るなり。

次に羽根渦室の形狀及び大きさ等に関する損失就て説明せん。

其一 渦室を有せざるも螺旋室の設計宜しき巻唧筒。

渦室を有せざるも螺旋室の設計宜しきものと第百九十圖に於て水は v の速度を以て A より螺旋室内に流れ込むものとす。此場合に螺旋室水の速度 v_1 にして車の周圍に切線方向なるものは其等の間方向及び速度に相違あるを以て損失を生ず。即ち其量は $\frac{vv_1}{2g}$ なり。然るに尙ほ螺旋室

の水の速度 v_1 は壓力水嵩に變ずることなく流出するを以て之れ亦損失に屬すべきものにして即ち $\frac{v_1^2}{2g}$ なり。由て此場合に於ける損失水嵩 h' は次の如し。

$$h' = \frac{vv_1}{2g} + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{v_1 w_1}{2g} + \frac{v_1^2}{2g} + \frac{v_1^2}{2g}$$

羽根より流出する水の速度 v と螺旋室の水の速度 v_1 との割合が最もよく設計せられたる場合には上式の値は最小となる可し。即ち

$$v = \frac{1}{2} w_1$$

のとき損失最小なり。此値を h' に關する式に代入すれば上式は下の如し。

$$h' = \frac{w_1^2}{4g} + \frac{w_1^2}{2g} = \frac{(c_1 - v_1 \cos \phi)^2}{4g} + \frac{(v_1 \sin \phi)^2}{2g}$$

但三角形の關係により

$$w_1 = c_1 - v_1 \cos \phi$$

$$v_1 = v_1 \sin \phi$$

なればなり。

今假に唧筒内の損失を單に上式に示したる h' のみと考へて研究せん。

上式の値を第二節 (B) に代入すべし。然るときは e は下の如し。

$$e = 1 - \frac{gh'}{c_1(c_1 - v_1 \cos \phi)} = 1 - \frac{(v_1 \sin \phi)^2 + \frac{1}{2}(c_1 - v_1 \cos \phi)^2}{2c_1(c_1 - v_1 \cos \phi)}$$

ϕ に関し e の最大となる条件の元に u_1 及び c_1 の値は第十三表の如し。

第十三表

ϕ	e	u_1	c_1
90	.75	$100\sqrt{2gh}$	$82\sqrt{2gh}$
45	.77	.16	.89
30	.80	.21	.99
20	.84	.23	1.14
15	.87	.22	1.23

即ち ϕ の漸次減少するに従ひ e は増大するなり。

其二 渦室を有せず螺旋室の設計宜しからざる渦巻唧筒。

渦室を有せず又螺旋室の設計も宜しからざる場合は市場に多くある唧筒なり。其損失は其一の場合に於けるが如く

$$h' = \frac{v_4^2}{2g} + \frac{vv_4}{2g} = \frac{v_4^2}{2g} + \frac{v_4 c_1}{2g} + \frac{u_1^2}{2g}$$

$$= \frac{v_4^2}{2g} + \frac{(v \cos \alpha - v_4)^2}{2g} + \frac{(v \sin \alpha)^2}{2g}$$

元來羽根 A より出でたる水は螺旋室に至る迄に壓力水嵩に變じ有効なる仕事をなすべく此れが爲

め v_4 は成る可く、小さくすべきものなり。由て茲には v_4 は $v \cos \alpha$ に比し小なるものと假定し之れを省く。然るときは上式は下の如くなる。

$$h' = \frac{v^2}{2g} = \frac{c_1^2 + v_1^2 - 2c_1 v_1 \cos \phi}{2g}$$

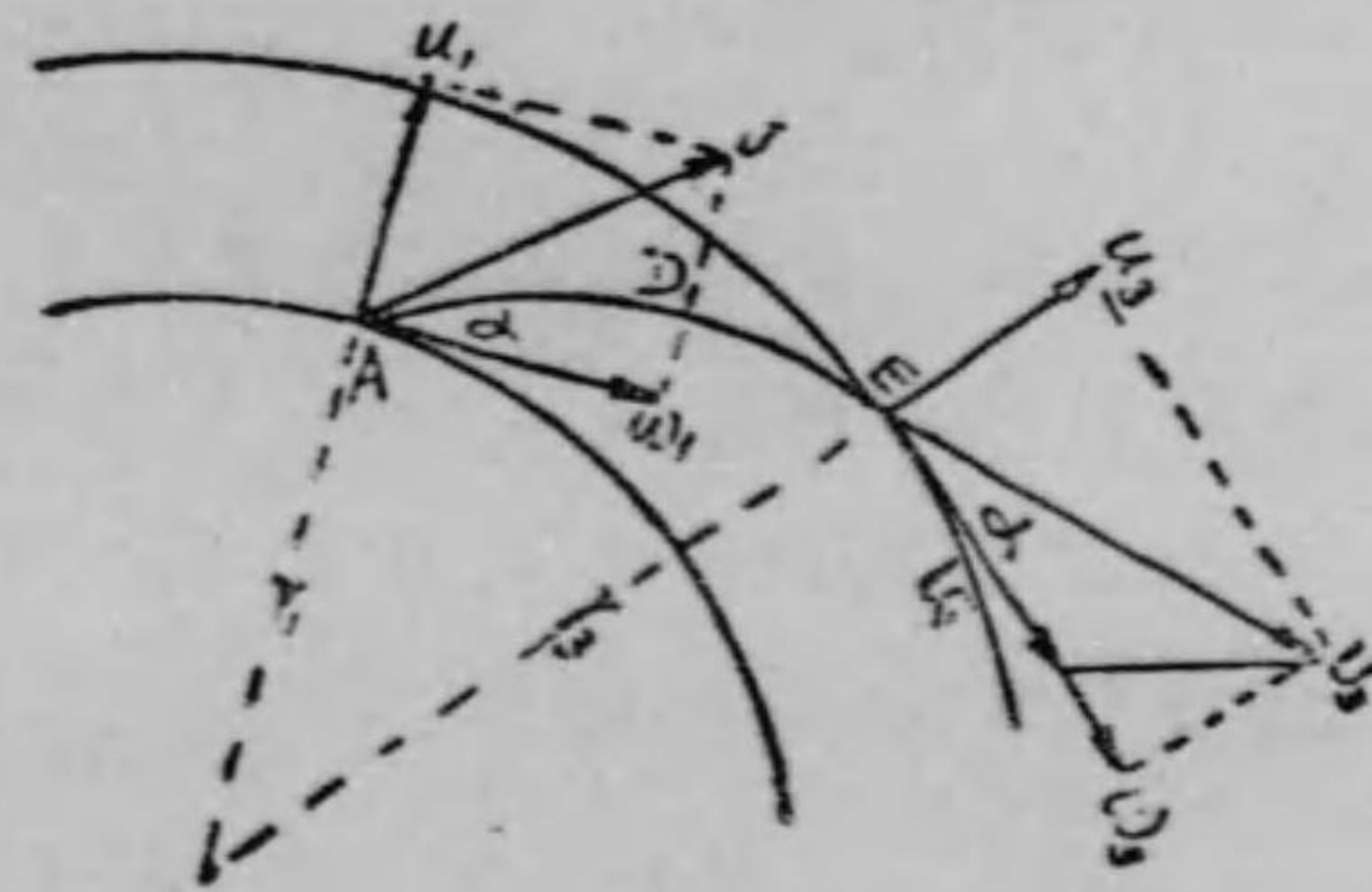
其一の場合の如く之れを第二節 (B) 式に代入すれば効率に関する式を得るなり。此場合には勿論其一の場合に劣るものなり。

渦室なき唧筒は多くは漸次擴大せる繰出管を螺旋室の出口に取付け螺旋室より出でたる迅速なる水の速度を漸次に減じ壓力水嵩に變ずるものなり。

其三 渦室を有し螺旋室の設計宜しき渦巻唧筒 第九十一圖を参照せよ。

羽根 A より出でたる水は渦室内を過ぎて E 點よ

第九十一圖



り螺旋室に入る。此間に羽根により與へられたる水の動勢力は漸次に壓力水嵩に變じ、渦室にては別に水に勢力を與ふることなし。由て半径線方向の速度 u_1 及び u_3 と円周方向の速度 w_1 及び w_3 と其等の半径 r_1 及び r_3 との関係は次の如し。

$$w_1 r_1 = w_3 r_3 \quad \text{又} \quad \frac{w_3}{w_1} = \frac{r_1}{r_3} = m$$

$$u_1 r_1 = u_3 r_3 \quad \text{又} \quad \frac{u_3}{u_1} = \frac{r_1}{r_3} = m$$

$$v r_1 = v_3 r_3 \quad \text{又} \quad \frac{v_3}{v} = \frac{r_1}{r_3} = m$$

半径が定まれば m は常數なり。故に水の方角 \widehat{ADE} は一様にして角度は α なり。即ち等角螺旋 (Equiangular spiral) となる。後に説明するが如く渦室に導翼を設けることあり。此場合等角螺旋の導翼を設けるの利あるが如く考へらるゝも夫れ摩擦抵抗面を増すのみにして反つて損失となりて利益なし。

次に螺旋室の水の速度 v_4 内に渦室より v_3 の速度を以て圖に示せる方向に入りたる時は $\frac{v_3 v_4}{2g}$ の損失あり。又螺旋室の速度 v_4 に関する損失は $\frac{v_4^2}{2g}$ なり。故に損失 h' は下の如し。

$$h' = \frac{v_3 v_4}{2g} + \frac{v_4^2}{2g} = \frac{(u_3 - v_4)^2}{2g} + \frac{u_3^2}{2g} + \frac{v_4^2}{2g}$$

渦室より出でたる水の速度 v_4 と螺旋室の水の速度 v_3 との割合が適當なるときは損失少なし。上式の最小なるためには

$$v_4 = \frac{1}{2} v_3$$

ならざる可からず。即ち

$$v_4 = \frac{1}{2} v_3 = \frac{1}{2} v_3 \cos \alpha = \frac{1}{2} m v \cos \alpha$$

又

$$w_3 = m w_1$$

$$u_3 = m u_1$$

此等の関係より損失 h' は下の如くなる。

$$h' = \frac{m^2 \left\{ \frac{1}{2} (v_1 - v_1 \cos \phi)^2 + (v_1 \sin \phi)^2 \right\}}{2g}$$

此れを第二節 (B) 式に代入し ϕ に関し効率 e の最大のときの c_1 及び u_1 を求むれば第十四表の如し。

第十四表

ϕ	ϵ	u_1	C_1
$m=0.9$			
90°	.80	$.03\sqrt{2gh}$	$.79\sqrt{2gh}$
60°	.80	.09	.81
45°	.82	.16	.87
30°	.84	.21	.97
20°	.87	.22	1.72
15°	.89	.22	1.26
$m=0.8$			
90	.84	.00	.77
65	.84	.11	.79
45	.86	.16	.85
30	.88	.20	.95
20	.90	.22	1.10
15	.92	.21	1.21
$m=0.7$			
90	.78	.00	.76
65	.88	.08	.77
45	.89	.15	.83
30	.91	.20	.94
20	.92	.22	1.07
15	.94	.21	1.23

表に示すが如く m の減ずるときは効率が増す。但其割合は小なり。而して m が減少すれば唧筒の

大きさは増す。故に適當に m を定めざる可からず。普通 m は 0.8 を採用す。

其四 渦室を有するも螺旋室の設計宜しからざる渦巻唧筒

第百九十一圖を参照すべし。此場合には v_3 と v_4 との割合適當ならざるため摩擦抵抗あり。其三のときの如く

$$h' = \frac{(v_3 \cos \alpha - v_4)^2}{2g} + \frac{u_3^2}{2g} + \frac{v_4^2}{2g}$$

今 v_4 が $v_3 \cos \alpha$ に比し小なるものと考ふるときは此れを省略することを得べく上式は下の如くなる。

$$h' = \frac{v_3^2}{2g} + \frac{u_3^2}{2g} = \frac{v_3^2}{2g} = m^2 \frac{v^2}{2g}$$

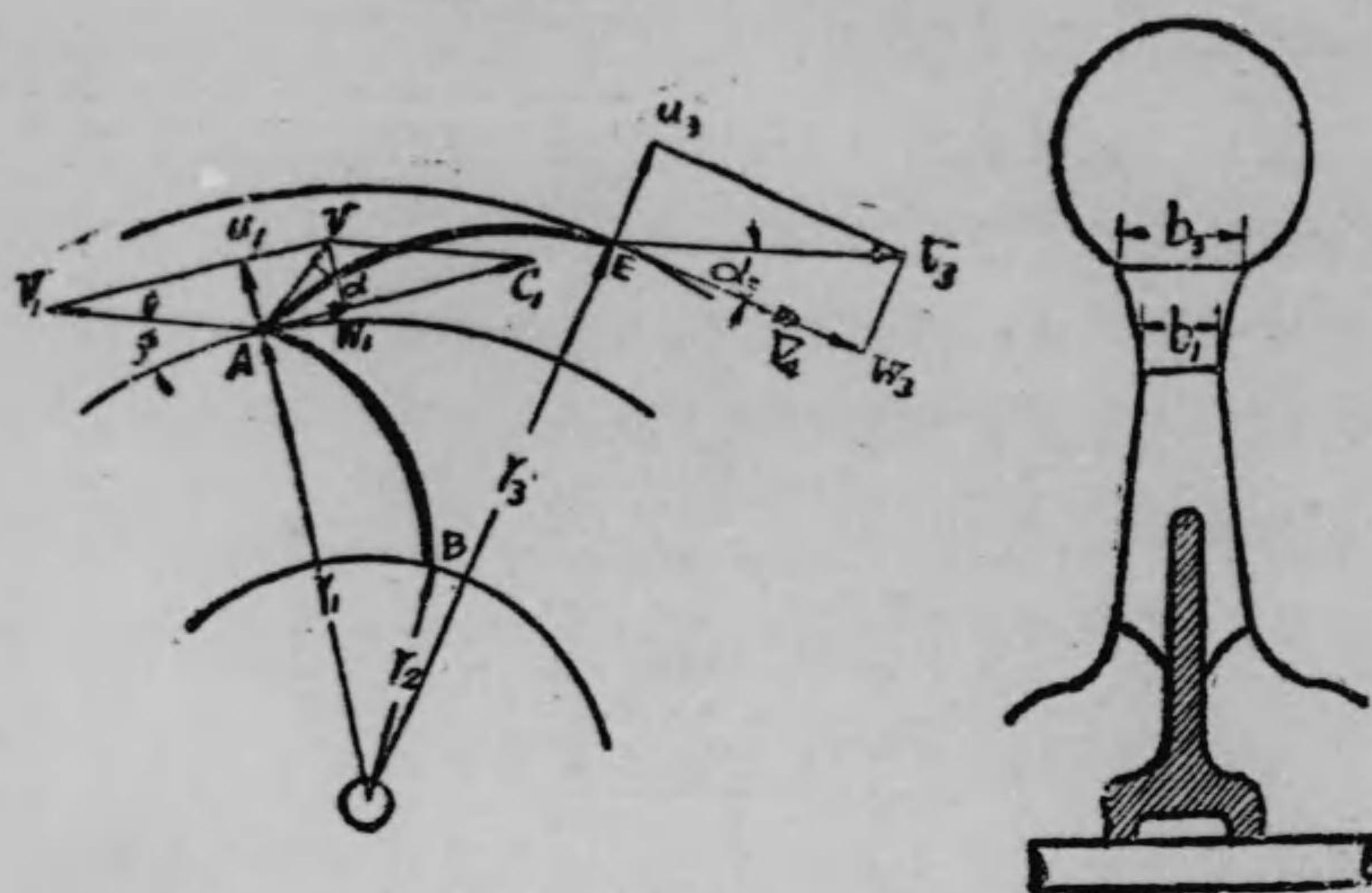
是れ此場合に於ける損失水嵩なり。効率は共三の場合よりも小なり。

其五 漸次擴大せる渦室に導翼を有する渦巻唧筒(タービン唧筒)

第百九十二圖に於て \widehat{BA} は羽根 \widehat{ADE} は渦室の導翼とす。渦室は螺旋室に向ひ漸次其幅を擴大せるを以て速度は螺旋室に向ひ漸次減じ一層動勢力を壓力水嵩に變じ以て効率を増すことを得るなり。

水は常に連続的に流るゝものと思ふときは次の如き關係あり。

第百九十二圖



$$u_1 \gamma_1 b_1 = u_3 \gamma_3 b_3$$

即ち

$$b_1 \gamma_1 v \sin \alpha = b_3 \gamma_3 v_3 \sin \alpha_3$$

故に

$$\frac{v_3}{v} = \frac{b_1 \gamma_1 \sin \alpha}{b_3 \gamma_3 \sin \alpha_3} = m$$

此 m を其四の場合に於ける h' の式に入るゝときは此場合に於ける損失水嵩 h' を得るなり。即ち

$$h' = \left(\frac{b_1 \gamma_1 \sin \alpha}{b_3 \gamma_3 \sin \alpha_3} \right)^2 \frac{v^2}{2g}$$

にして α と α_3 との関係より如何様にも損失を減ずることを得るなり。

上式に於て $b_1 = b_3$ とせば導翼を有し擴大せざる場合となる。

此方法によるときは唧筒の直径を差程増さずも効率を増すことを得るなり。

井口集によれば効率の最大なるときは

$$\alpha = \frac{1}{2}(90^\circ - \phi)$$

なり。故に α の値は ϕ の値を其程減することなくして効率を増すことを得るなり。之れ「タービン」唧筒に於ては普通の渦巻唧筒の如く ϕ を減ぜざる理由なり。

又導翼を出づる水の速度 v_3 と螺旋室の水の速度 v_4 とは其等が關係上最も設計の宜しきときは

$$v_4 = \frac{1}{2} v_3 = \frac{1}{2} v_3 \cos \alpha_3$$

のときなり。

其六 渦室は導翼を有せざるも漸次擴大せる渦巻唧筒

第百九十二圖に於て導翼 \widehat{AE} のなき場合にして此場合にも效率高し

水が渦室を連続的に流るゝにより下の如き關係あり。

$$b_1 u_1 \gamma_1 = b_3 u_3 \gamma_3 \quad \text{故に} \quad u_3 = \frac{b_1 u_1 \gamma_1}{b_3 \gamma_3}$$

$$w_1 \gamma_1 = w_3 \gamma_3 \quad \text{故に} \quad w_3 = \frac{w_1 \gamma_1}{\gamma_3}$$

三角形の関係により

$$\begin{aligned} v_3^2 &= u_3^2 + w_3^2 = \frac{\gamma_1^2}{\gamma_3^2} \left\{ \left(\frac{b_1}{b_3} \right)^2 u_1^2 + w_1^2 \right\} \\ &= m^2 \{ n^2 v_1^2 \sin^2 \phi + (c_1 - v_1 \cos \phi)^2 \} \end{aligned}$$

但

$$m = \frac{\gamma_1}{\gamma_3} \quad n = \frac{b_1}{b_3}$$

螺旋室と渦室との設計宜しからざる場合に於ける損失 h' は下の如し。

$$h' = \frac{v_3^2}{2g} = \frac{m^2}{2g} \{ n^2 v_1^2 \sin^2 \phi + (c_1 - v_1 \cos \phi)^2 \}$$

損失の比較

既に其一の場合より其六の場合に於て主なる部分の損失を述べたるにより茲には其等の損失を比較研究せん。

其一の場合に於ける損失は其二の場合に於ける損失よりも

$$\frac{(c_1 - v_1 \cos \phi)^2}{4g}$$

だけ小なり。

其三の場合の損失は其四の場合の損失よりも

$$\frac{m^2 (c_1 - v_1 \cos \phi)^2}{4g}$$

だけ小なり。又其二の場合の損失と其四の場合の損失とは m が一よりも小なる間は常に後者は小なり。即ち前者の損失は後者の損失より

$$\frac{v^2}{2g} (1 - m^2)$$

だけ大なり。之れ渦室を備ふるものゝ渦室を有せざるものよりも損失少なく効率高き理由なり。

次に其四の場合の損失と其五の場合の損失とを比較すれば

$$\left(\frac{\gamma_1}{\gamma_3} \right)^2 : \left(\frac{b_1 \gamma_1 \sin \alpha}{b_3 \gamma_3 \sin \alpha_3} \right)^2$$

即ち

$$1 : \left(\frac{b_1 \sin \alpha}{b_3 \sin \alpha_3} \right)^2$$

となる。

渦室擴大せざる場合即ち $b_1 = b_3$ に於ては α が α_3 より小なる間は常に後者は小なり。亦渦室擴大したるもの即ち $b_3 > b_1$ の場合は一層後者が小さくなる。即ち其五の場合の損失は其四の場合の損失より小なるなり。渦室を擴大し且導翼を備ふるものゝ効率高きは之によりて明瞭なる可し。

第四節 渦巻唧筒の全部の損失

本節に於ては渦巻唧筒の各部分に於ける損失を總て網羅せんとす。

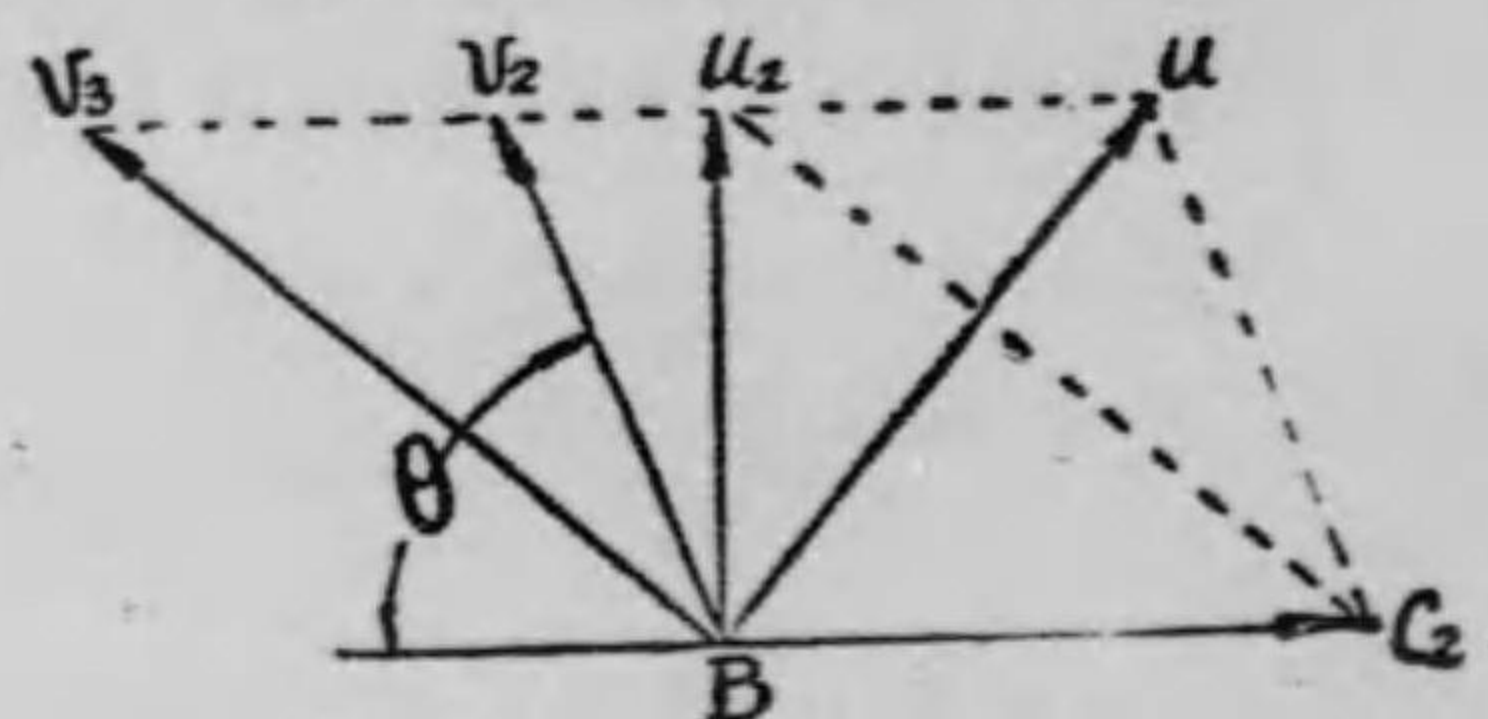
其一 吸込管及び繰出管の摩擦損失

水が繰出管及吸込管を通過する際其内面に接觸するにより生ずる摩擦損失にして之れ避く可からざるものなれども成る可く平滑なる管を撰び用ふべし。吸込管は其下端に至るに従ひ直徑を増大し鈴狀となす時は損失を減ずることを得べし。吸込管の水の速度は渦巻唧筒に於ては毎秒間四呎乃至一〇呎にして六呎位を適當とす。底弁を有する場合にも其水の通路の速度は六呎内外のとき損失最小なりと云ふ。底弁としては開弁を宜しとす。

其二 羽根の入口に於ける損失

(第百九十三圖参照)水が羽根の入口 B より u の方

第百九十三圖



向に入り来るものとせよ。 c_2 は車の内圓周の速度なり。 u を分解すれば c_2 と v_2 となる。故に今羽根の方向が v_2 ならば別に入口に於ける損失はなけれども若し羽根が v_3 の方向をとれば茲に損失を生ず。即ち損失 h' は次の如し。

$$h' = \frac{v_2 v_3}{2g} = \frac{(c_2 - u_2 \cot \theta)^2}{2g}$$

但

$$v_2 v_3 = u_2 v_3 - u_2 v_2 = c_2 - u_2 \cot \theta$$

上式の最小なるためには

$$c_2 = u_2 \cot \theta$$

ならざるべからず。即ち水が半徑線の方に流入せば損失起らざるなり。故に上式は水が損失なく流れ込む條件なり。猶羽根は入口に於て厚みあるを以て水は其部分に衝突し損失を生ずべし。此れを減ずるには水の入口に於て羽根に第百九十四圖の如く勾配を附するにあり。勾配の部分は厚みの約二倍とす。



其三 羽根より螺旋室に至る間の損失

羽根より直接螺旋室に又は渦室を経て螺旋室に入る時起きる損失にして之れ實に本章第三節に於

て詳記したるものにして羽根の形状渦室の形状及び導翼の有無等により生ずる損失なり。今此等の損失を一般の式にて表はすときは下の如し。

$$h' = \frac{m^2}{2g} \{n^2 v_1^2 \sin^2 \phi + i(c_1 - v_1 \cos \phi)^2\}$$

上式に於て

第三節の其一のとき $m=1 \dots n=1 \dots i=\frac{1}{2}$

其二のとき $m=1 \dots n=1 \dots i=1$

其三のとき $m = \frac{\gamma_1}{\gamma_3} \dots n=1 \dots i=\frac{1}{2}$

其四のとき $m = \frac{\gamma_1}{\gamma_3} \dots n=1 \dots i=1$

其五のとき $m = \frac{b_1 \gamma_1 \sin \alpha}{b_3 \gamma_3 \sin \alpha_3} \dots n=1 \dots i=1$

其六のとき $m = \frac{\gamma_1}{\gamma_3} \dots n = \frac{b_1}{b_3} \dots i=1$

にて表はすことを得るなり

其四 渦室に於ける摩擦損失

水が渦室中を流るゝ間に摩擦により失ふ損失にして渦室の水の速度を v にて表はせば損失 h' は下の如し。

$$h' = f_1 \frac{v^2}{2g}$$

上式に於ては渦室の入口の損失をも含ひなり。

又 f_1 は γ_1/γ_3 及び $\sin \alpha, \sin \alpha_3$ により異なり渦室が螺旋

室に向ひ擴大したると否とにより亦異なるものなり。

導翼の數を定むるに當り導翼の數と羽根の數と

第百九十五圖 は異なるを宜しとす。若し同數なる



ときは必ず回轉中導翼と羽根とは一

致すること第百九十五圖の如し。即

ち一致したるときは水の流れを狹縮

することゝなり流れを不同ならしむ。

之れ同數の羽根と導翼とを用ゐざる

理なり。

其五 羽根の兩側開放したるものゝ唧筒室内面により生ずる摩擦損失。

水の唧筒室内を流るゝとき生ずる摩擦損失にして大體唧筒室入口の損失と唧筒室内の損失とに分つ。入口に於ける損失とは曲りに據る損失、入口に於ける損失及び斷面積の異なるによりて生ずる損失等之れなり。又唧筒室内の損失とは水が表面に接觸するによりて生ずる摩擦損失なり。

此等の損失 h' は水の速度 v のとき次式を以て表はすことを得べし。

$$h' = f_2 \frac{v^2}{2g}$$

其六 羽根により生ずる摩擦損失

水が羽根の内を流るとき羽根の表面により生ずる摩擦損失にして之を減ずるには表面を平滑に仕上げるにあり。羽根に沿ひて流るゝ水の速度を v_1 にて表はすときは損失 h' は次の如し。

$$h' = f_s \frac{v_1^2}{2g}$$

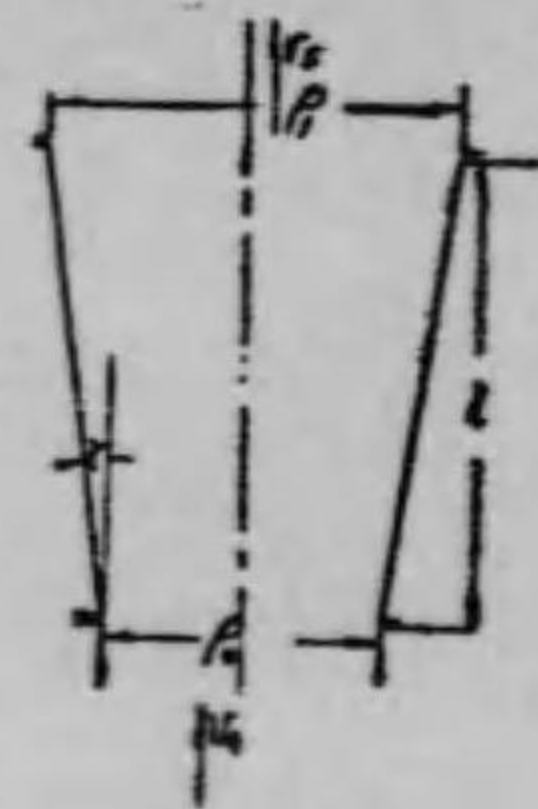
其七 螺旋室の損失。

螺旋室の損失とは水が螺旋室内を流るとき螺旋状に曲がれるによりて生ずる損失と螺旋室内の摩擦損失とのことなり。

前者は普通の曲がりに関する摩擦損失より計算し得べく、後者は通常の管の損失の二倍に相当するものとして計算することを得べし。今簡単に其損失を h' にて表はし螺旋室の速度を v_2 とせば

$$h' = f_s \frac{v_2^2}{2g}$$

第百九十六圖



となる。

其八 漸次擴大せる線出管の損失

漸次擴大せる線出管を以て動勢力を壓力水嵩に變ずることは既に述べたるが如し。第百九十六圖に

於て ρ_0 及び ρ_1 は直徑にして夫々の速度 v_1 及び v_2 のとき摩擦損失 h' は次式にて表はすことを得るなり。

$$h' = f_s \frac{v_1^2}{2g}$$

但

$$f_s = \frac{1}{2} \mu_1 \operatorname{cosec} \gamma \left\{ 1 - \left(\frac{\rho_0}{\rho_1} \right)^4 \right\}$$

$$= \frac{1}{2} \mu_1 \operatorname{cosec} \gamma \left\{ 1 - \left(\frac{v_2^2}{v_1^2} \right)^4 \right\}$$

μ_1 の値は普通 0.005 なり

其他漏洩損失及び軸受損失等あり。今是等全部を適當に定めて第二節(B)式に代入すれば從て他の諸式をも得らるゝ理なり。

實驗上此等の損失は渦巻唧筒に於ては全揚程の 0.40 乃至 0.60 にして「タービン唧筒に於ては 0.25 乃至 0.40 なり。從て動水効率も渦巻唧筒に於ては 0.62 乃至 0.70 にして「タービン唧筒に於ては 0.70 乃至 0.80 なり。之れ勿論唧筒を運轉する發動機の効率を含まざるものなり。今機械効率を 0.85 とせば全効率は渦巻唧筒に於ては 0.53 乃至 0.60 にして「タービン唧筒に於ては 0.60 乃至 0.68 となる。

第五節 渦卷唧筒の設計法

第三節にて説明したるが如く ϕ の値小なるに従ひ効率 e は増す。普通水を揚ぐる場合には ϕ は一五度乃至三〇度、 α は二五度乃至四〇度、効率 e は〇・六二乃至〇・七〇なり。又浚渫の目的に使用せらるゝときは ϕ は二五乃至三五度、 θ は二五乃至六〇度なり。吾人は先づ多くの實驗の結果より ϕ 、 α 及び e を定むべし。然るときは與へられたる實際の揚程 h に對し第二節 (D) 式より c_1 を決定することを得るなり。

$$c_1 = \sqrt{\frac{1 + \tan \alpha \cot \phi}{2e}} \sqrt{2gh}$$

然るに又

$$c_1 = 2\pi\gamma_1 N$$

故に

$$\gamma_1 = \frac{c_1}{2\pi N}$$

但 N は毎秒間の車の回轉數

次に普通 $\frac{\gamma_1}{\gamma_2} = 2 \sim 3 \frac{1}{2}$ なり。故に γ_1 が定まれば γ_2 は自然決定す。

然るに $\frac{c_1}{\gamma_1} = \frac{c_2}{\gamma_2}$ なる故に c_2 を求むることを得べし。

即ち
$$c_2 = \frac{c_1 \gamma_2}{\gamma_1}$$

次に與へられたる h, e, ϕ 及び α は定まれるにより u_1 を求むることを得べし。即ち第二節 (F) 式より、

$$u_1 = \sqrt{\frac{1}{\cot^2 \phi + \cot \phi \cot \alpha} \frac{1}{2e}} \sqrt{2gh}$$

次に u_1 が定まれば v_1 は次式より計算することを得るなり。

$$v_1 = u_1 \operatorname{cosec} \phi$$

毎秒間の實際の線出量 q は與へらるゝにより理論上の Q を求むることを得。即ち

$$Q = \frac{q}{\mu}$$

但 μ は 〇・九〇乃至一・〇〇なり。

次に羽根の出口の幅 b_1 は次式より求むることを得るなり。

$$b_1 = \frac{Q}{(2\pi\gamma_1 v_1 \sin \phi - n_0 v_1 t_1) K}$$

但

K收縮係數にして 〇・九〇を用ふべし。

n_0羽根の數(四乃至一二枚)

t_1羽根の厚 (砲金及鋼の時 〇・一二乃至 〇・二吋
鑄鐵の時 〇・二四乃至 〇・二八吋)

一般に $u_1 = u_2$ にして其値は毎秒間三乃至一二呎なり。

θ の値は第四節其二より $c_2 = u_2 \cot \theta$ 故に

$$\cot \theta = \frac{c_2}{u_2}$$

次に θ が定まれば羽根の入口の幅 b_2 を定むることを得。即ち

$$b_2 = \frac{Q}{(2\pi\gamma_2 u_2 - n_0 u_2 t_2 \cos \theta) K}$$

但 t_2 は羽根の入口の厚み

次に v は $v = \sqrt{v_1^2 + c_1^2 - 2v_1 c_1 \operatorname{cosec} \phi}$ より求むることを得。次に螺旋室の大きさを定むるには v_1 を定むべし。

今假に渦室は擴大もせず導翼もなきものとすれば下の如き關係あり。

渦室と螺旋室との割合よきときは

$$v_4 = \frac{1}{2} m v \cos \alpha = \frac{1}{2} \frac{\gamma_1}{\gamma_3} v \cos \alpha$$

渦室と螺旋室との割合悪しきときは

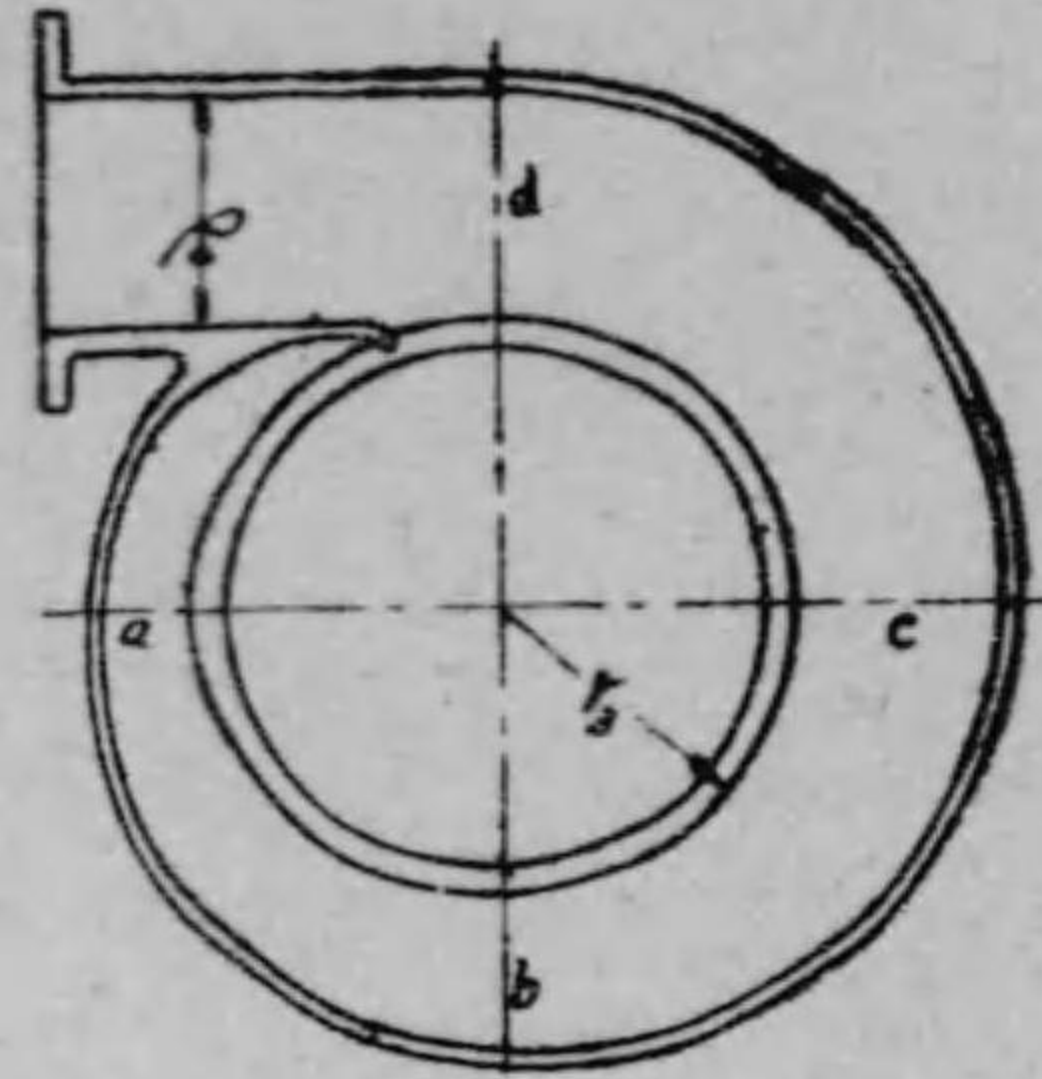
$$v_4 = m v \cos \alpha = \frac{\gamma_1}{\gamma_3} v \cos \alpha$$

線出管の直徑 ρ_0 は下の式より求むることを得。

$$\rho_0 = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v_4}}$$

ρ_0 が定まれば螺旋室を畫くことを得. 第九十七圖により.

第九十七圖



$$\text{螺旋室の } a \text{ 部の切斷面積} = \frac{1}{4} \frac{\pi}{4} \rho_0^2$$

$$\text{,, } b \text{ 部 ,, } = \frac{1}{2} \frac{\pi}{4} \rho_0^2$$

$$\text{,, } c \text{ 部 ,, } = \frac{3}{4} \frac{\pi}{4} \rho_0^2$$

$$\text{,, } d \text{ 部 ,, } = \frac{\pi}{4} \rho_0^2$$

次に繰出管の直径漸次擴大し其速度 v_2 となりたるときは其出口の直径 ρ_1 は下の如し.

$$\rho_1 = \sqrt{\frac{v_1}{v_2}} \rho_0$$

普通 v_2 の値は毎秒間四呎乃至一〇呎にして六呎位を適度とす.

多くは吸込管の直径と繰出管の直径とを同一に定む.

次に唧筒に要する馬力は次式より計算す.

$$\text{HP} = \frac{\gamma Q H}{550} = \frac{\gamma q h}{\mu e \times 550}$$

μe は唧筒の指示効率なり. 此指示効率と機械効率との積は軸に加はる全馬力の効率なり. 故に軸の大きさを定むるには其全馬力を使用するものなり.

$$\text{軸の徑} = \sqrt[3]{\frac{12 \times 33000 \times 16 \text{ HP}}{2\pi^2 N f}} \text{ 吋}$$

但 f の値は鍛鐵のとき.....九〇〇〇封度

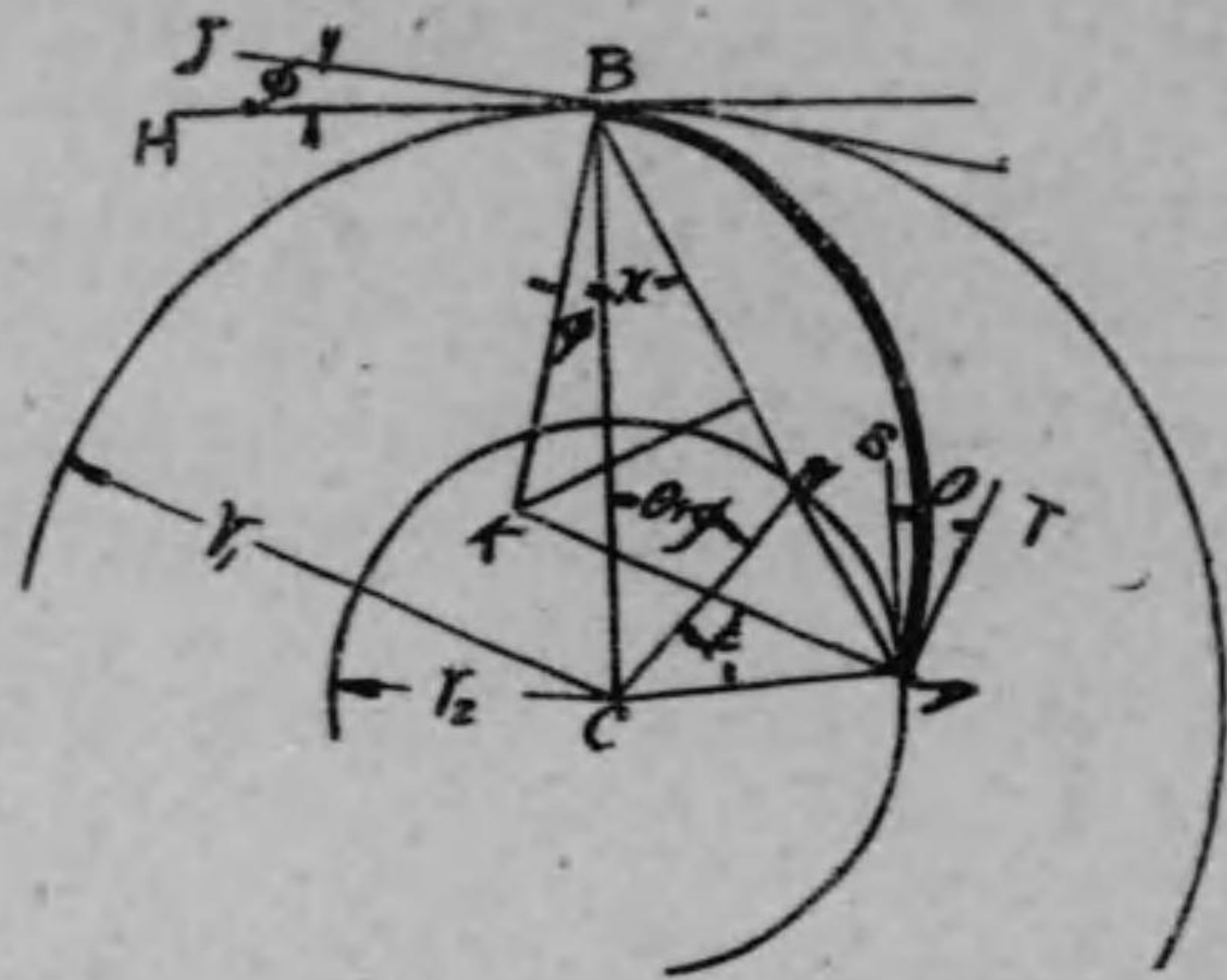
鋼のとき.....一三五〇〇封度

羽根の曲線を畫く法.

ϕ 及び θ を定むるときは羽根の曲線を畫くことを得べし.

第九十八圖に於て半径 r_1 の圓周上に任意の點 B を採り,之れを中心 C に結べ. BH を BC に直角に引き $\angle HBJ$ を ϕ にとるべし. 次に $\angle BCN$ を $(\theta + \phi)$ にとり半径 r_2 の圓周と N にて交はらしむ. B と N とを結び圓周と再び A 點にて交はらしむ. 次に BJ に直角に BK を引き $\triangle AKB$ を二等邊三角形とす. K は A 及び B を過ぎる羽根の中心にして KB 及び KA

第九十八圖



は其半徑なり。此羽根は θ と ϕ とに適合したるものなり。

證明

$\triangle ACN$ は二等邊三角形なり。

故に $\angle CNA = \angle CAN$

然るに $\angle CNA = \angle NCB + \angle CBN$

$$= (\theta + \phi) + x$$

$$\angle CAN = \angle CAK + \angle KAB = \angle CAK + \angle KBA$$

$$= y + (\phi + x)$$

故に $\theta + \phi + x = y + \phi + x$

故に $y = \theta$

然るに $\angle KAC$ は \overline{CA} の垂線 \overline{AS} と \overline{KA} の垂線 \overline{AT} とのなす角にして即ち θ なり。

導翼の曲線を描く場合にも全く同様にして此場合には α 及び α_3 が定められるにより容易に畫くことを得べし。

尙ほ第十章にて渦巻唧筒の設計實例を説きたるを以て之により一層明瞭に算式の運用法を究むることを得べし。

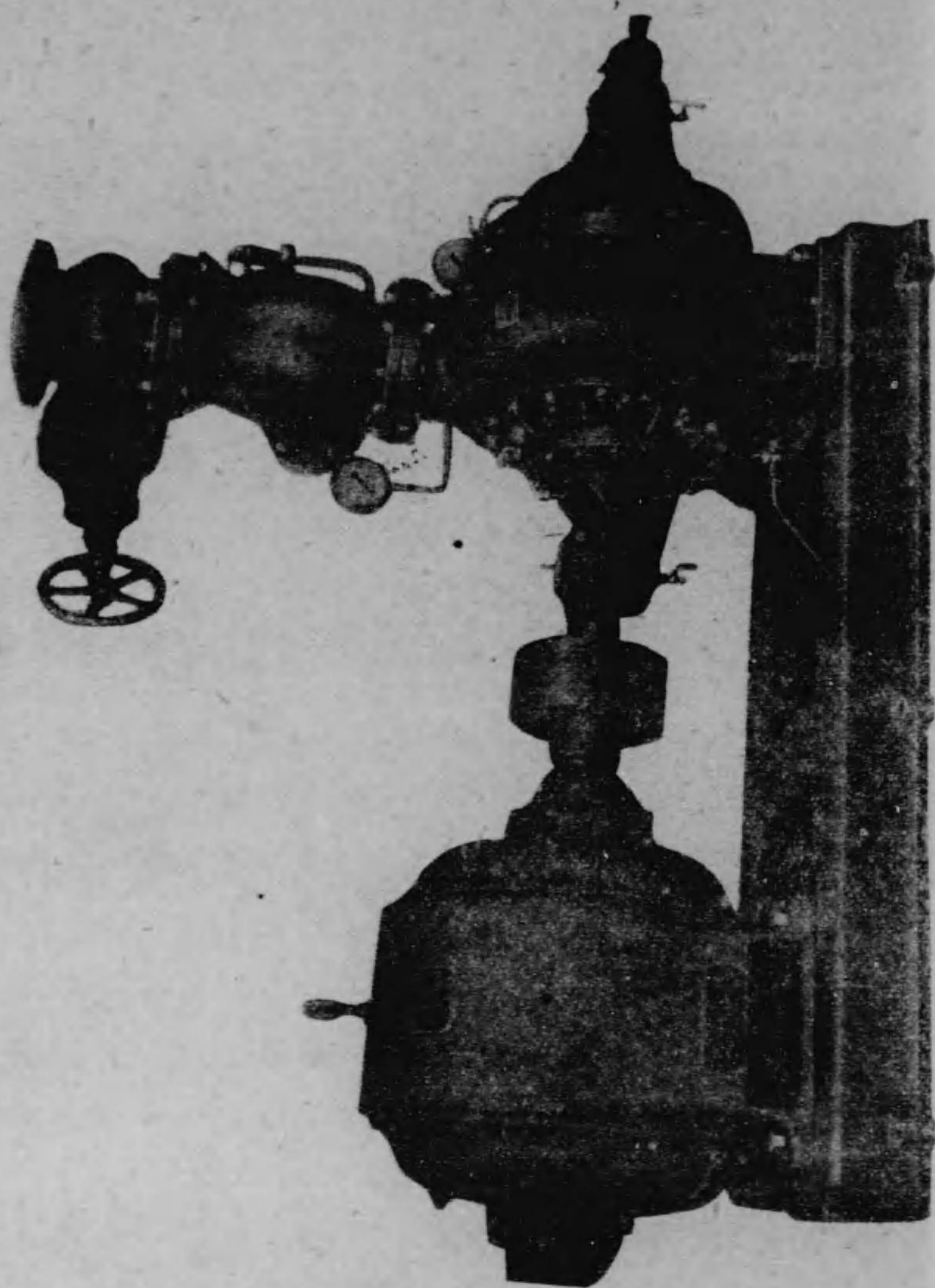
第六節 「タービン」唧筒

「タービン」唧筒の理論は全く渦巻唧筒に同しく其効率高くして(効率〇・七〇乃至〇・八〇)且大なる揚程に適するのみならず普通の渦巻の缺點を除去し得たるを以て用途著しく増加し爾來普通の渦巻唧筒を以て間に合はざる所にも使用せらるゝに至れり。殊に此唧筒を電動機に直結したるもの(第九十九圖)は使用上運搬上又場席を要せざる點に於て最も便利なるものにして消火用鑛山用等には往復働唧筒の代はりに設備せらるゝに至れり。

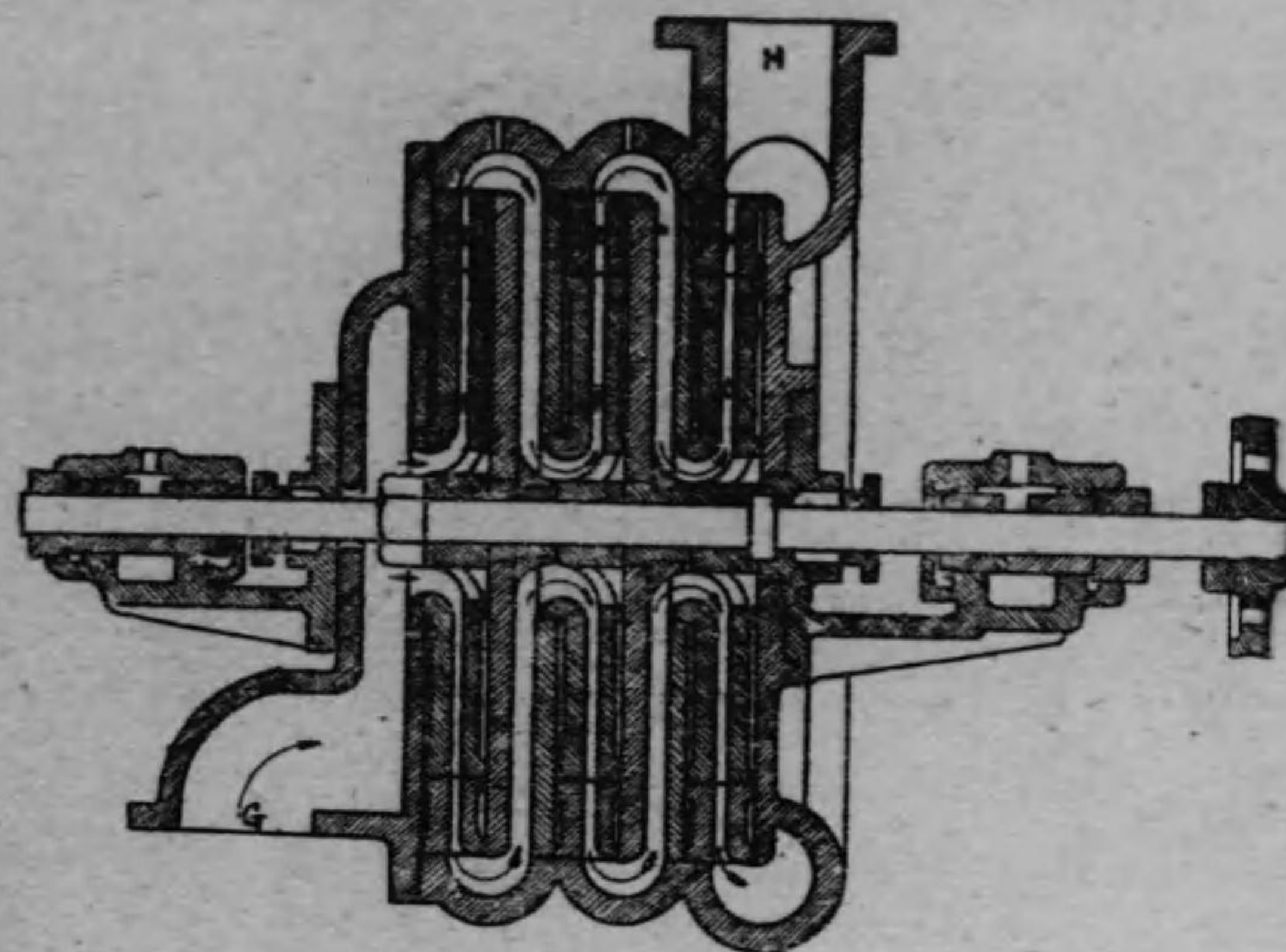
而して揚程高きときは二段又は二段以上の唧子を有する「タービン」唧筒を使用せば充分にして一段のものは揚程五〇乃至二〇〇呎に適す。

第二百圖は「タービン」唧筒の断面を示すものにして ABC は羽根を有する車(又は唧子) DEF は渦室な

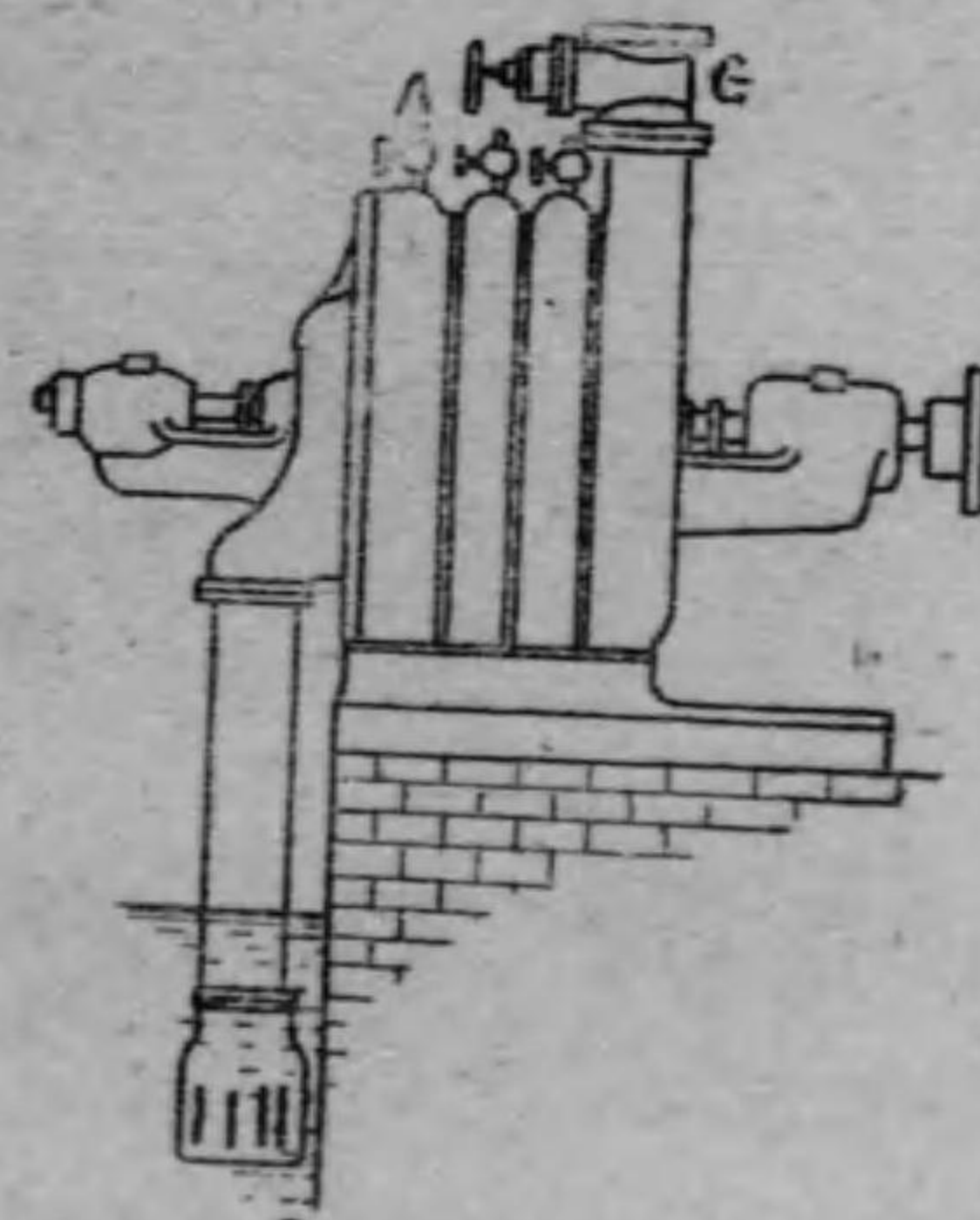
第九百九十七圖



第二百圖



第二百一圖



り。吸込管Gより入りたる水はA車の羽根を出で、渦室Dに入り其れより隣車Bの羽根を通過して渦室Eに入り順次に斯くの如くして繰出管Hに出づ。此間水は各車を通過する毎に勢力を供給せらるゝ

なり。此唧筒には多くは停塵器並に底弁を附するものなり。

次に「タービン」唧筒を起動するには(第二一〇圖参照)空気弁 A を開き次に遮断弁 G を少しつゝ開くときは繰出管内の水は下降し來り唧筒室内の空気を排除すべし。此時空気弁と遮断弁とを閉ぢ傳刀すれば唧筒は起動す。唧筒内の壓力の高まるに従ひ遮断弁を少しつゝ開けば茲に水は繰出さる。

運轉停止の際は遮断弁と空気弁とを閉塞し置くべし。

「タービン」唧筒の設計には渦巻唧筒の諸公式を直接用ゐることを得るものなれど注意すべき點なきに非らず。即ち「タービン」唧筒は揚程高きを以て自然 c_1 が大きくなる。 c_1 の増すことは構造上不都合の生ずることあるを以て成る可く c_1 を減ぜざる可からず。 c_1 を減ずるためには渦巻唧筒の場合よりも ϕ を大きく α を小にとるものなり。

例題(十)毎分間一四四〇回轉する電働機に直結して毎分間一五〇立方呎の水を四五〇呎の高さに揚水する「タービン」唧筒の唧子の直徑を求む。「タービン」唧筒の効率を七五「パーセント」とし ϕ を三〇度 α を一五度とし唧子を三段とすれば

$$h = \frac{450}{3} = 150 \text{ 呎}$$

なり。次に c_1 は次式より求むることを得(第五節参照)

$$c_1 = \sqrt{\frac{1 + \tan \alpha \cot \phi}{2e}} \sqrt{2gh} = \sqrt{\frac{1 + 0.27 \times 1.73}{2 \times 0.75}} \sqrt{2 \times 32.15 \times 150}$$

$$= 98 \text{ 呎毎秒}$$

然るに $c_1 = 2\pi\gamma_1 N$

$$\gamma_1 = \frac{c_1}{2\pi N} = \frac{98}{2 \times 3.1416 \times \frac{1440}{60}} = 0.65 \text{ 呎}$$

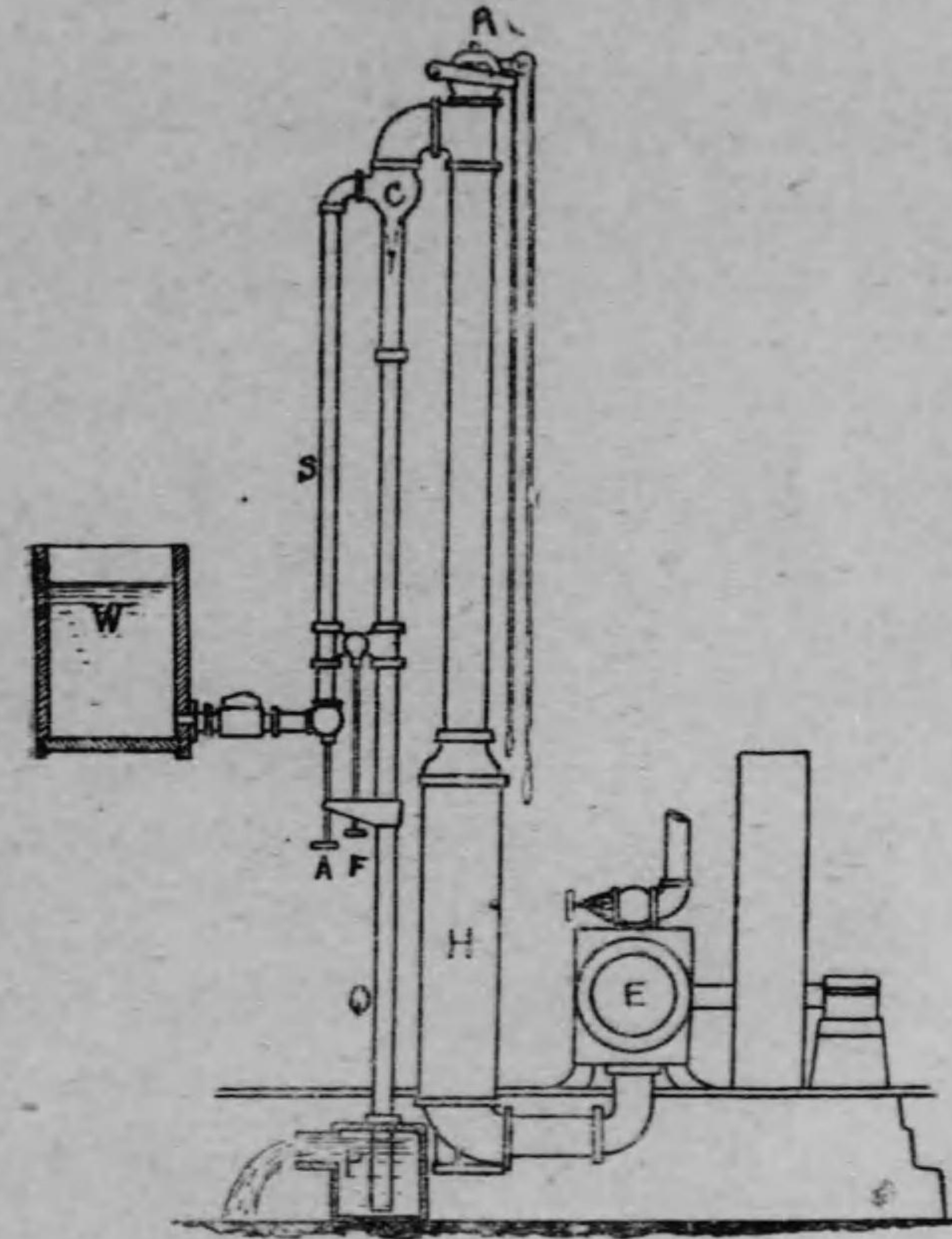
然るに $\frac{\gamma_1}{\gamma_2} = 2$ とすれば $\gamma_2 = 0.325 \text{ 呎}$

即ち車の外直徑は一・三呎

” 内直徑は〇・六五呎

なり。

第二百三圖



圖に於て機關 E より出でたる廢汽は加熱器 H に於て汽罐給水を加熱し放射器 C に至り水槽 W より來れる水と混じ其れより湯溜 P に排除せらる。

此放射器を運轉するには緩弁 (Relief valve) R を開き排汽を大氣中に放逐せしめ、次に起動弁 (Starting

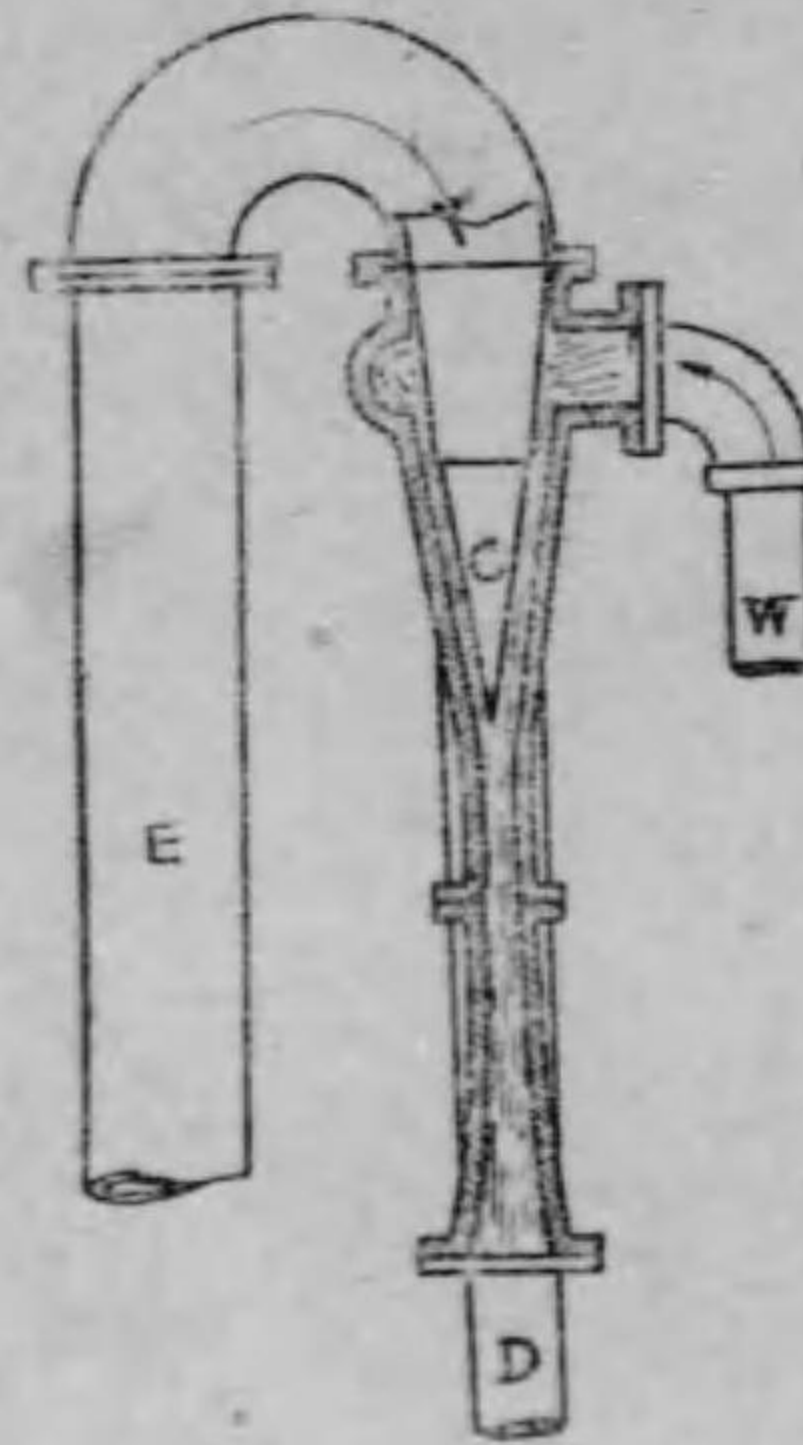
第八章

放射器 (Ejector), 注射器 (Injector)

第一章 放射器

水の動勢力を利用し廢汽、空氣及び水を吸ひ揚げ又は此等を排除するを放射器と云ふ。其用途は蒸汽機關附屬凝汽器の廢汽を排除し、唧筒室内の空氣を放逐し、亦低き所より水を吸ひ揚ぐるに用ゐらる。効率は一般に低くして殊に水を吸ひ揚ぐる場合には〇・一〇乃至〇・二五なり。

第二百二圖



凝汽器用放射器には種々あり。第二百二圖は排汽用放射器なり。冷水は W より迅速に放射器内に入り來り嘴管 C の周圍を通過する際 E より廢汽を誘引して之を線出管 D に排除するものなり。

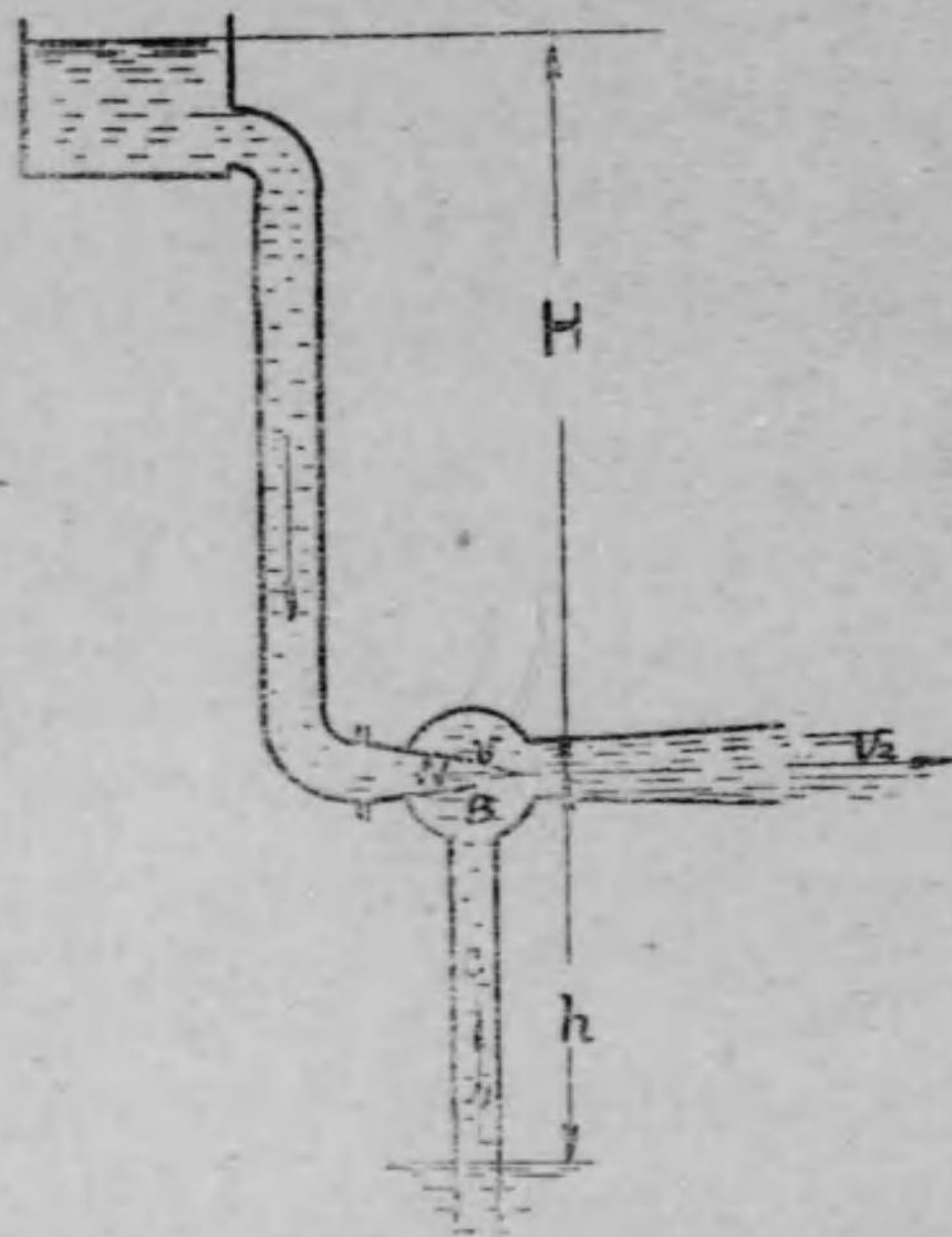
普通機關の廢汽一封度に對し冷水二五封度以上を要す。

第二百三圖は放射器を蒸汽機關に装着したるものなり。

valve) F 及び弁 A を開く。然るときは水槽 W 中の水は Q 管を下る。茲に F 弁を閉ずるときは水は S 管より放射器 C を通過す。既に放射器の働き始めるときは緩弁 R を大氣と遮斷し放射器に開き排汽を放射器に通ずるなり。

第二百四圖は水を吸ひ揚ぐる放射器なり。吸ひ

第二百四圖



揚げらるゝ高さは水槽の高さ H によるものにして其動勢力は嘴管 N を出つるとき出口の周圍に真空を生じ以て水を吸込管 C より吸ひ揚ぐるなり。此

放射器に於て吸ひ揚げらるゝ水の量は動力として用ゐられたるものゝ約五分の一にして吸揚程 h は $0.9H$ 内外なり。故に其等の結果により効率を計算すれば 0.18 となる。此放射器は構造簡單なる故を以て水嵩を得るに容易なる所に使用せらる。

第二節 放射器の理論

今水を以て水を吸ひ揚ぐる放射器に就て其理論を考究せん(第二百四圖参照)

v嘴管 N に於ける毎秒間の水の速度(呎)

v_1吸込管 C 内の毎秒間の水の速度(呎)

v_2線出管 D 内の毎秒間の水の速度(呎)

Q嘴管より毎秒間に出つる水の容積(立方呎)

q吸込管を毎秒間に流るゝ水の容積(立方呎)

b大氣壓を水嵩に換算したるもの約三四呎

p B 室の毎平方吋の壓力(封度)

先きに管内の抵抗を省略す。 B 室の水嵩は速度 v に對する水嵩 $\frac{v^2}{2g}$ と其室の壓力 p に對する水嵩 $2.3p$ との和なり。而して此値は $(b+H)$ に等し。故に

$$\frac{v^2}{2g} = b + H - 2.3p$$

又同様に吸込管に於ても以下の如き関係あり。

$$\frac{v_1^2}{2g} = b - h_1 - 2.3p$$

次に速度の変更により生ずる損失水嵩を考ふるに、嘴管を出づる水の容積 Q 速度 v が v_2 に變ずるためには損失水嵩 $\frac{(v-v_2)^2}{2g}$ あり。又吸込管を流るゝ水の容積 q 速度 v_1 が v_2 になるためには $\frac{(v-v_2)^2}{2g}$ の損失水嵩あり。故に QH は下の如し。

$$QH = qh + Q \frac{(v-v_2)^2}{2g} + q \frac{(v_1-v_2)^2}{2g} + (Q+q) \frac{v_2^2}{2g}$$

上記の三式より次の如き関係を得べし。

$$v_2^2(Q+q) - v_2(Qv + qv_1) + g(q+Q)(b - 2.3p) = 0$$

又効率 e は下の如し。

$$e = \frac{qh}{QH}$$

又 FF_1 及び F_2 を夫々嘴管、吸込管及び線出管の面積とすれば

$$Q = Fv$$

$$q = F_1v_1$$

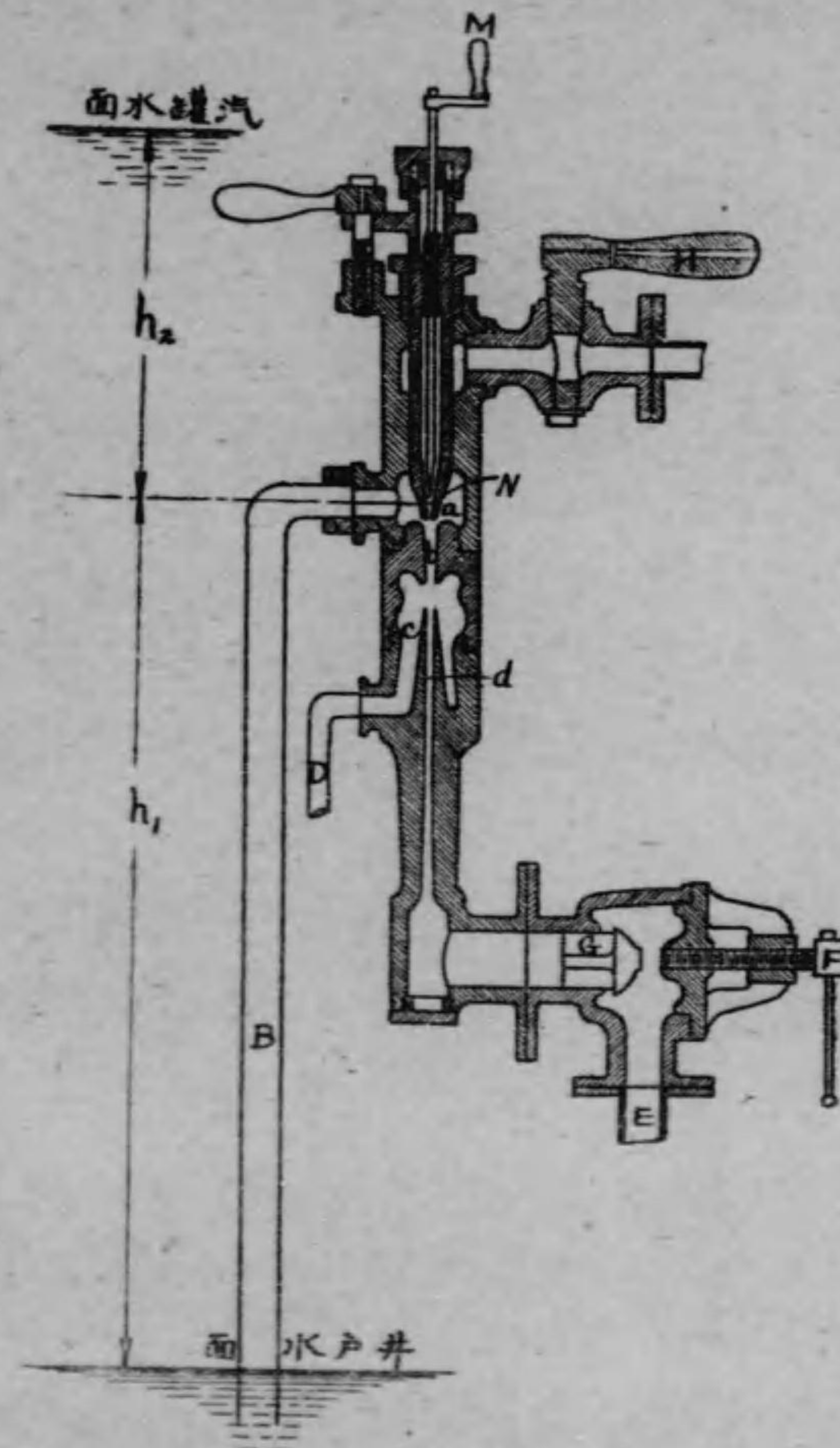
$$Q + q = Fv + F_1v_1 = F_2v_2$$

此等の式より放射器を設計することを得べし。

蒸汽及び空氣を排除するときは稍上式と異なるものなり。

第三節 注射器

第二百五圖



蒸汽の動勢力を利用し水を壓力ある室内に押し込むものを注射器と云ふ。汽罐給水等に用ゐらる。第二百五圖は注射器を示す。圖に於て汽罐より來れる蒸汽は阻汽弁 H の開放によりて注射器の嘴管に向ふ。把手 M を廻はし其端にある弁を開けば蒸汽は迅

速に噴管を出でり管に向ふ。茲に噴管の周圍に真空を生じ吸込管 B より水を吸ひ上ぐ。水と蒸汽との混合したるものはり管を通り d 管に向ふ。c 室は溢流管 (Overflow pipe) D に通ずるを以て汽罐に送水するに餘分なるときは之れより溢れ出づるなり。把手 F を廻はし弁 G を開けば水は汽罐に流れ入るなり。汽罐に給水する方法下の如し。

最初に凡ての弁は閉鎖したるものとす。阻汽弁 H を開き次に噴管 N の弁を開くときは蒸汽は水を吸ひ上げ溢流管より出たず。斯の如くして充分勢力を得たるとき G を開けば汽罐に給水し得るなり。

注射器の大體の大きさを定めんとせば次式 (E. Butler 氏著書より引用)によるを簡便とす。

$$d = 0.709 \sqrt{\frac{V}{\sqrt{P}}}$$

$$V = 1.985 d^2 \sqrt{P}$$

但 V.....毎時間の繰出量(ガロン)

P.....汽壓(封度)

d.....噴管の徑(ミリメーター)

上式により計算したる結果は第十五表の如し。

然れども尙一層精密なる研究をなさんとせば本章第四節の理論によらざる可からず。

第十五表

大注射器ノ 寸法 m/m	直線蒸 汽管及 出管ノ 徑	毎平方吋の汽罐の壓力																	
		20	30	40	50	60	75	90	115	130	145	160	175	190	210	230	250	270	290
2	1"	35	45	50	50	60	70	70	80	90	90	100	100	110	110	120	130	130	130
3	5/8"	75	95	110	120	140	150	170	180	200	210	500	230	240	250	270	290	310	330
5	1"	220	270	310	350	380	430	490	520	580	580	620	640	660	680	690	710	730	750
7	1 1/4"	430	530	610	680	750	800	920	1030	1100	1180	1220	1260	1300	1380	140	1440	1470	1500
9	1 1/2"	720	800	1010	1130	1240	1420	1520	1700	1820	1920	2020	2100	2160	2280	2310	2330	2350	2370
12	2"	1280	1560	1830	2060	2210	2400	2700	3050	3250	3400	3600	3700	3900	4050	4150	4200	4250	4300
15	2 1/2"	2000	2400	2800	3100	3400	3800	4000	4700	5000	5300	5600	5800	6100	6300	6400	6500	6600	6700
18	3"	2900	3500	4100	4500	500	5800	6100	7000	7300	7600	8100	8300	8600	9100	9200	9300	9400	9500
21	3 1/2"	3600	4400	5000	6000	6200	7200	7700	8500	9200	9600	10000	10500	10700	11400	11700	11900	12200	12500

上表に於て注射器に送らるゝ水の溫度は華氏六〇度なり。

既に説明したるが如く注射器にありては蒸汽と水とが相接觸して働く故に蒸汽は凝結し給水は多量の熱を受けて汽罐に入るにより唧筒としての効率は低けれども汽罐給水唧筒としての熱効率は甚だ宜し。唯缺點とする所は或る制限以上に給水温度が昇るときはよく働かざるにあり。

普通蒸汽一封度を以て汽罐に供給し得る水の量は一〇乃至一五封度なり。

第四節 注射器の理論

茲に注射器を以て汽罐に給水するものとし其理論を考究せん。其理論を識らば自然設計の方法を了解するならん。(第二百五圖参照)

W..... 嘴管 N より噴出する蒸汽の重量(封度)

W₁..... 凝汽室 a に流れ入る水の重量(封度)

b..... 大氣壓を水嵩に換算したるもの約三四呎

h₁..... 井戸の水面より注射器までの高さ(呎)

h₂..... 注射器より汽罐水面までの高さ(呎)

φ..... 蒸汽が汽罐より注射器に至る間に放射熱及び抵抗により失はるゝ水嵩に關する効率

$$\phi \dots \dots \frac{625}{144} = \frac{1}{2.3}$$

K..... 蒸汽每封度の容積と水每封度の容積との比

吸込管の水の毎秒間の速度 v_1 、損失水嵩の係數 m_1' 及び凝汽室 a の壓力を每平方呎に付き p 封度とすれば吸込管に就ては下の如き關係あり。

$$(1 + m_1') \frac{v_1^2}{2g} = b - h_1 - \frac{p}{w} \dots \dots \dots (1)$$

嘴管 N を出つる蒸汽の速度 v 及び汽罐の壓力 p_r を水嵩に換算したるものを h にて表はせば蒸汽の流れに關しては下の如き關係あり。

$$\frac{v^2}{2gK} = \phi h + b - \frac{p}{w} \dots \dots \dots (2)$$

今動勢力を考ふるに蒸汽の動勢力は $W \frac{v^2}{2g}$ にして水の動勢力は $W_1 \frac{v_1^2}{2g}$ なり。次に損失を考ふるに蒸汽の速度 v が b 管内の速度 v_2 に變ずるために生ずる損失は $W \frac{(v-v_2)^2}{2g}$ なり。又給水管より入り來れる水の重さ W_1 の速度 v_1 が v_2 に變ずるためには損失 $W_1 \frac{(v_1-v_2)^2}{2g}$ あり。由て下の如き關係あり。

$$W \left\{ \frac{v^2}{2g} - \frac{(v-v_2)^2}{2g} \right\} + W_1 \left\{ \frac{v_1^2}{2g} - \frac{(v_1-v_2)^2}{2g} \right\} = (W + W_1) \frac{v_2^2}{2g}$$

上式を簡単にすれば下の如し。

$$W(v-v_2) = W_1(v_2-v_1) \dots \dots \dots (3)$$

次に c 室は溢流管に通ずるを以て大氣壓 b の作用

を受く. d 管の速度を v_3 とせば下の如き関係あり.

$$\frac{v_3^2}{2g} + \frac{p}{w} = \frac{v_3^2}{2g} + b$$

又は
$$\frac{v_3^2}{2g} = \frac{v_3^2}{2g} - \frac{p}{w} + b \dots \dots \dots (4)$$

d 管に入りたる水は v_3 の速度を以て流れ且大氣壓を受く. 故に其水嵩は $(\frac{v_3^2}{2g} + b)$ なり. 又 E 管の水嵩は汽罐の絶對壓力を水嵩に換算したる $(h+b)$ と h_2 と E 管内の速度 v_4 に對する水嵩及び其速度に關する損失との和にして即ち次の如し.

$$\frac{v_3^2}{2g} + b = h + b + h_2 + (1 + m_1'') \frac{v_4^2}{2g}$$

但 m_1'' は汽罐と注射器との間の給水管の損失水嵩の係數なり.

今若し $\frac{v_3}{v_4} = C$ と假定するときは上式は下の如し.

$$\left(1 - \frac{1 + m_1''}{C^2}\right) \frac{v_3^2}{2g} = h_2 + h \dots \dots \dots (5)$$

次に給水の溫度 t_1 汽罐に入る水の溫度 t_2 にして壓力 p_1 の蒸汽の毎封度の熱量を T とせば熱量の關係は下の如し.

$$WT + W_1(t_1 - 32) = (W + W_1)(t_2 - 32)$$

即ち
$$t_2 = \frac{T + \gamma(t_1 - 32)}{1 + \gamma} + 32 \text{ (華氏)} \dots \dots \dots (6)$$

但
$$\gamma = \frac{W_1}{W} \text{ なり.}$$

次に汽罐給水量 W_1 を決定する方法を説明せん.

今汽罐により蒸汽機關が運轉せらるゝものとす. 然るときは機關の馬力 HP 及び平均有効壓力 p_m は既知の數なり.

即ち蒸汽の容積は毎秒間 $\frac{HP \times 550}{144 p_m}$ 立方呎なり. 故に $(p_m + 14.7)$ 封度の壓力に對する毎封度の容積 V を表により求むるときは其汽罐に供給すべき水の重さ W_1 は下の如し.

$$W_1 = \frac{550 HP}{144 p_m V} \text{ 封度} \dots \dots \dots (7)$$

實際に於ては漏流等のために上記の値より一五「パーセント」を増し所要の給水量となす可し.

次に蒸汽機關に於ける平均有効壓力は下の式より計算することを得. 汽罐より來れる始壓力を p_1 汽筒の遮汽の割合を E とせば

$$p_m = p_1 \frac{1 + \log E}{E} - 14.7 \text{ 封度}$$

注射器に働く壓力は勿論 p_1 なり.

注射器設計の順序は尙ほ第十章に於て實例を以て詳しく説明せり.

第九章

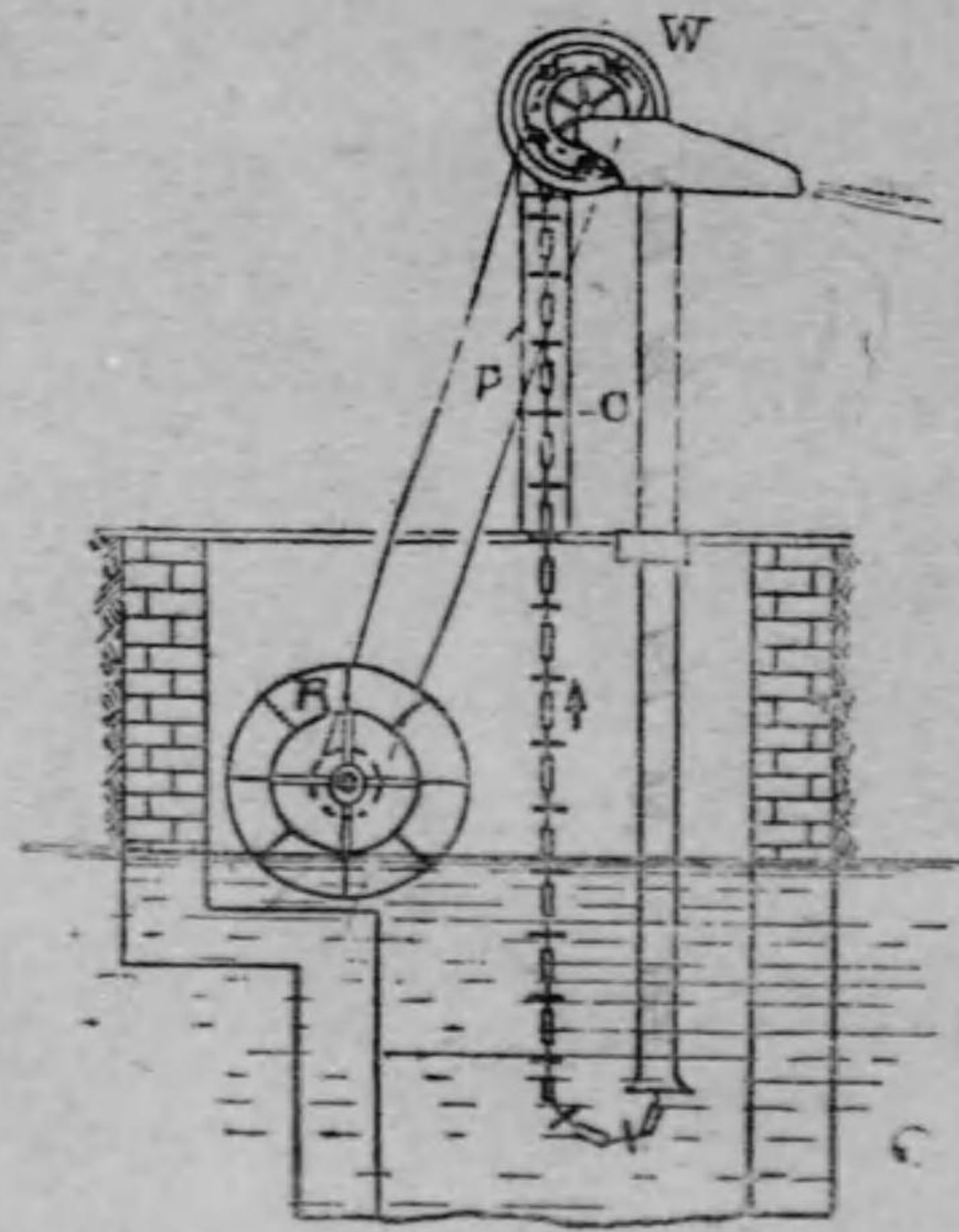
特種唧筒 (Special pump) 及び 揚水機 (Water raising machine)

第一節 特種唧筒

鏈唧筒 (Chain pump)

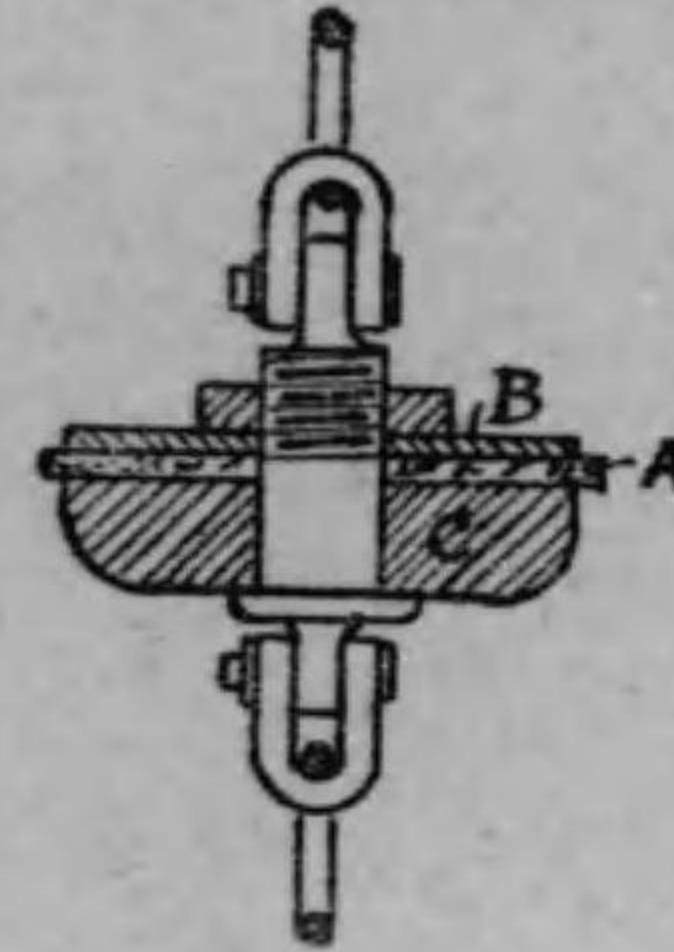
鏈の間に圓板を附し之れを其圓板の直徑に等し

第二百六圖

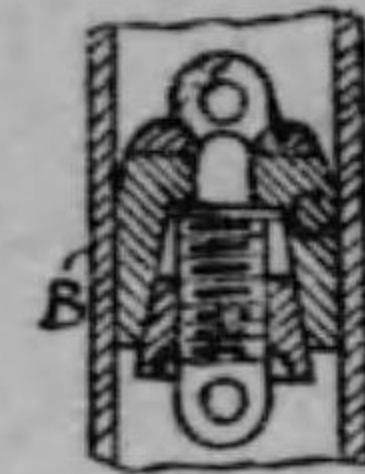


き内徑の鐵管内に動かし揚水する唧筒を鏈唧筒と云ふ。第二百六圖は此唧筒を示す。圖に於て圓板 C を有する鏈は鏈車 W により吸揚管 P 内を矢の方向に動くを以て水は上端樋より流出す。圖は河流を利用

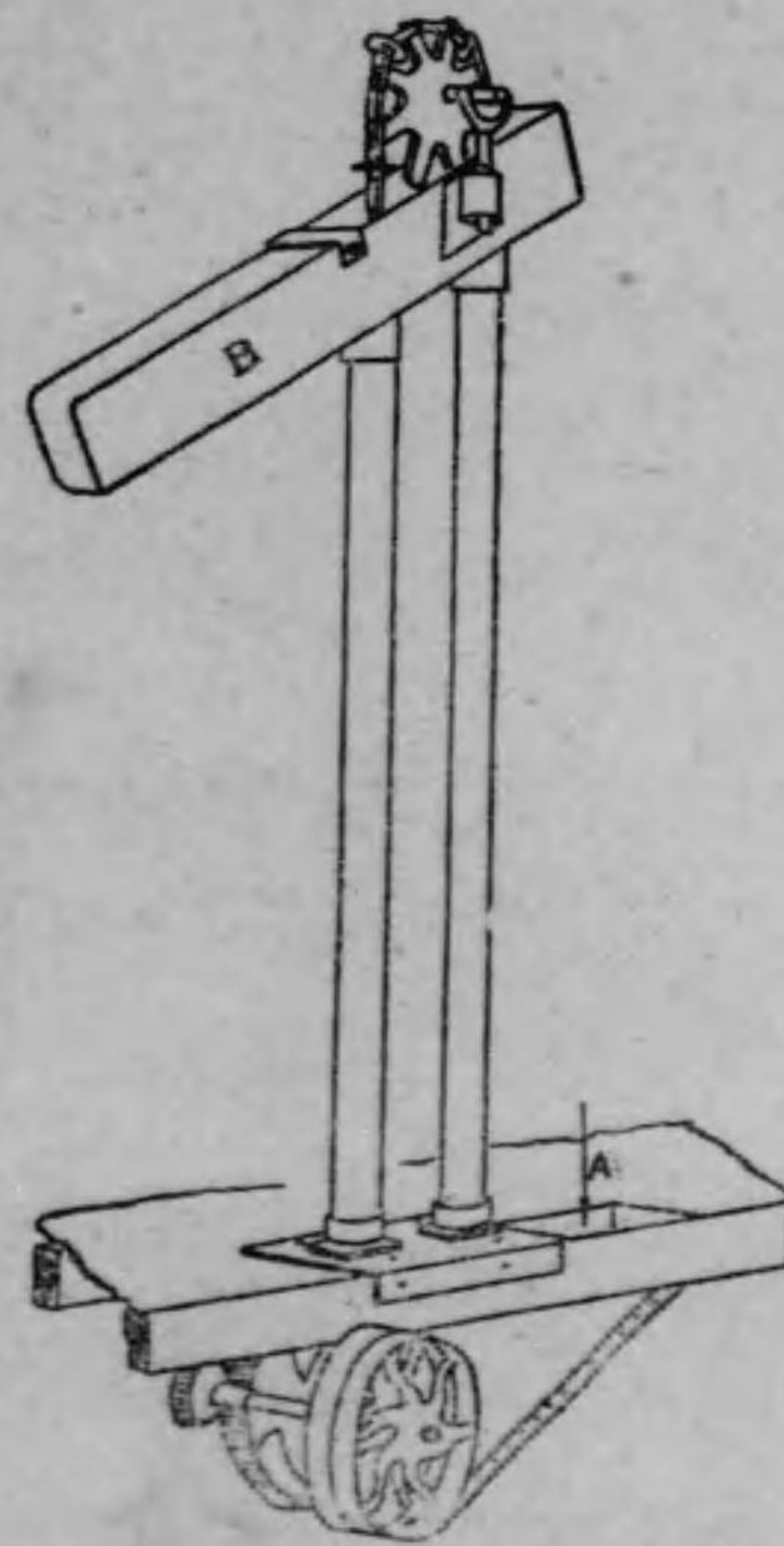
第二百七圖



第二百八圖



第二百九圖



し水車 R により鏈車を回轉する装置を示したるものなり。流れを利用し得ざるときは把手を鏈車の軸に取付け之れを回轉す。第二百七圖は圓盤と鏈との構造を示す。A は「ゴム」盤にして鐵管の内徑に等しく鐵盤 B と木盤 C とは A より二乃至五「ミリメートル」小なり。第二百八圖は第二百七圖と同様なる目的に用ゐらる。C は鈴狀「ゴム」B は鐵管

なり。第二百九圖は結晶糖を含む糖汁其他類似の液汁を揚ぐるに用ゐらる。液汁はAより流れ込みBより出づるなり。

次に設計の大要を説明せん。

鐵管の直徑 d 吋、鏈の平均切斷面積 a 平方吋、鏈の毎秒間の速度 v なるとき繰出量 Q は下の如し。

$$Q = \frac{\left(\frac{\pi}{4}d^2 - a\right)}{144} v$$

實際揚水せらるゝ q は次の如し。

$$q = \mu Q = \mu v \frac{\frac{\pi}{4}d^2 - a}{144}$$

但 μ は五〇乃至八五「パーセント」なり。

揚程 H に揚ぐるに要する馬力 IP は次の如し。

$$IP = \frac{Q\gamma H}{550}$$

例(九)鏈唧筒の鐵管の内徑三吋、揚程一〇呎に毎立方呎に付き六六封度の液汁を揚げんとす。把手の長さを計算せよ。

但鏈車の直徑一二吋腕力二五封度とす。

$$\text{鐵管内の液の重さ} = H \frac{\frac{\pi}{4}d^2}{144} \gamma \text{ 封度}$$

此重さは軸を中心とし鏈車に掛かるを以て其能

率は下の如し。但鏈車の半徑を R とす。

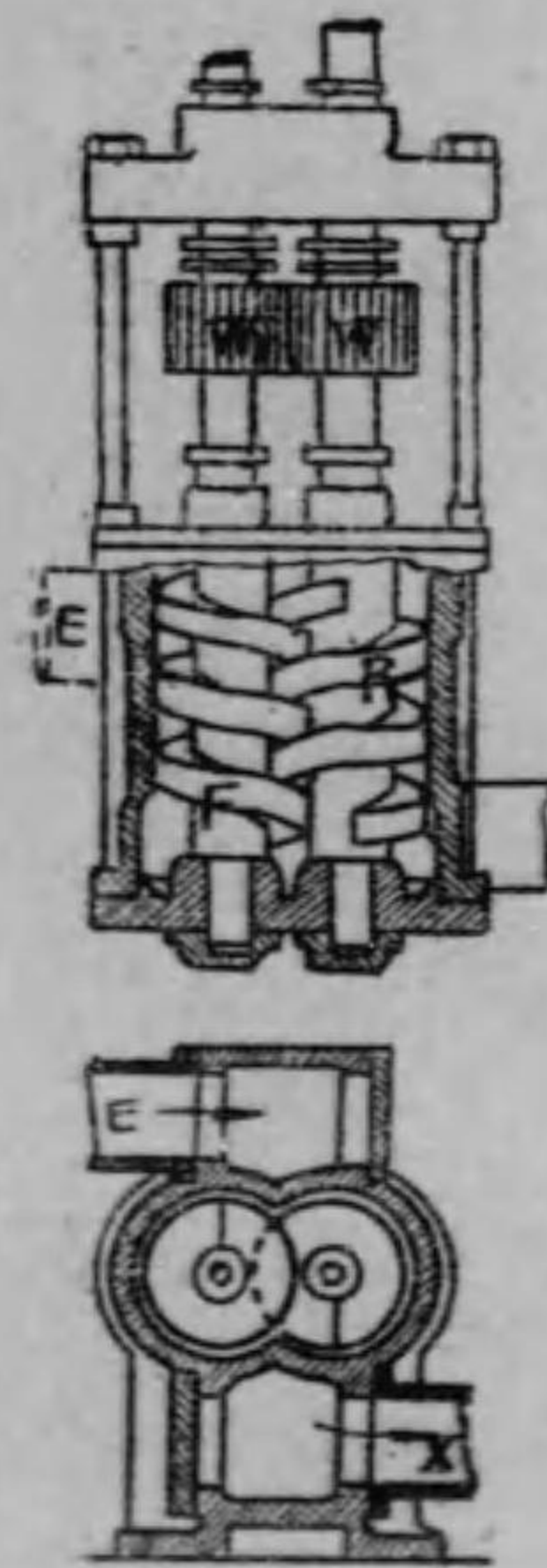
$$\text{能率} = H \frac{\frac{\pi}{4}d^2}{144} \gamma R = 10 \times \frac{3.1416}{4} \times 3^2 \times 66 \times 6 = 195 \text{ 吋封度}$$

把手の長さを x 吋とすれば能率は $25x$ 吋封度なり。實際には鏈の切斷面積を省略し、且鐵管内の抵抗のために鏈車の能率の二倍を以て把手の能率に等しきものとす。

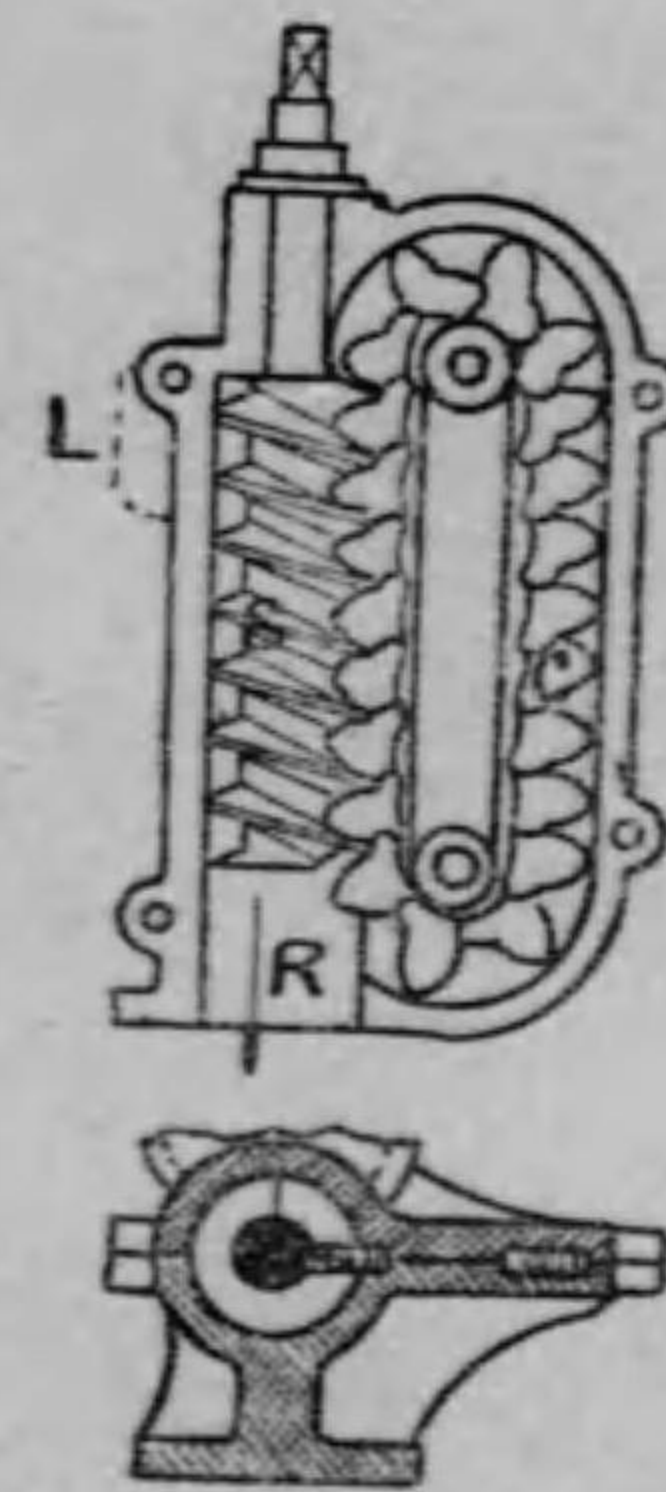
然るときは $2 \times 195 = 25x$

故に $x = 15.5$ 吋

第二百十圖



第二百十一圖



螺旋唧筒 (Screw pump)

螺旋唧筒とは螺旋の噛み合ひにより唧筒の作用をなさしむるものにして「ターム」ペイント糖汁の如き重き液體を揚ぐるに用ゐらる。

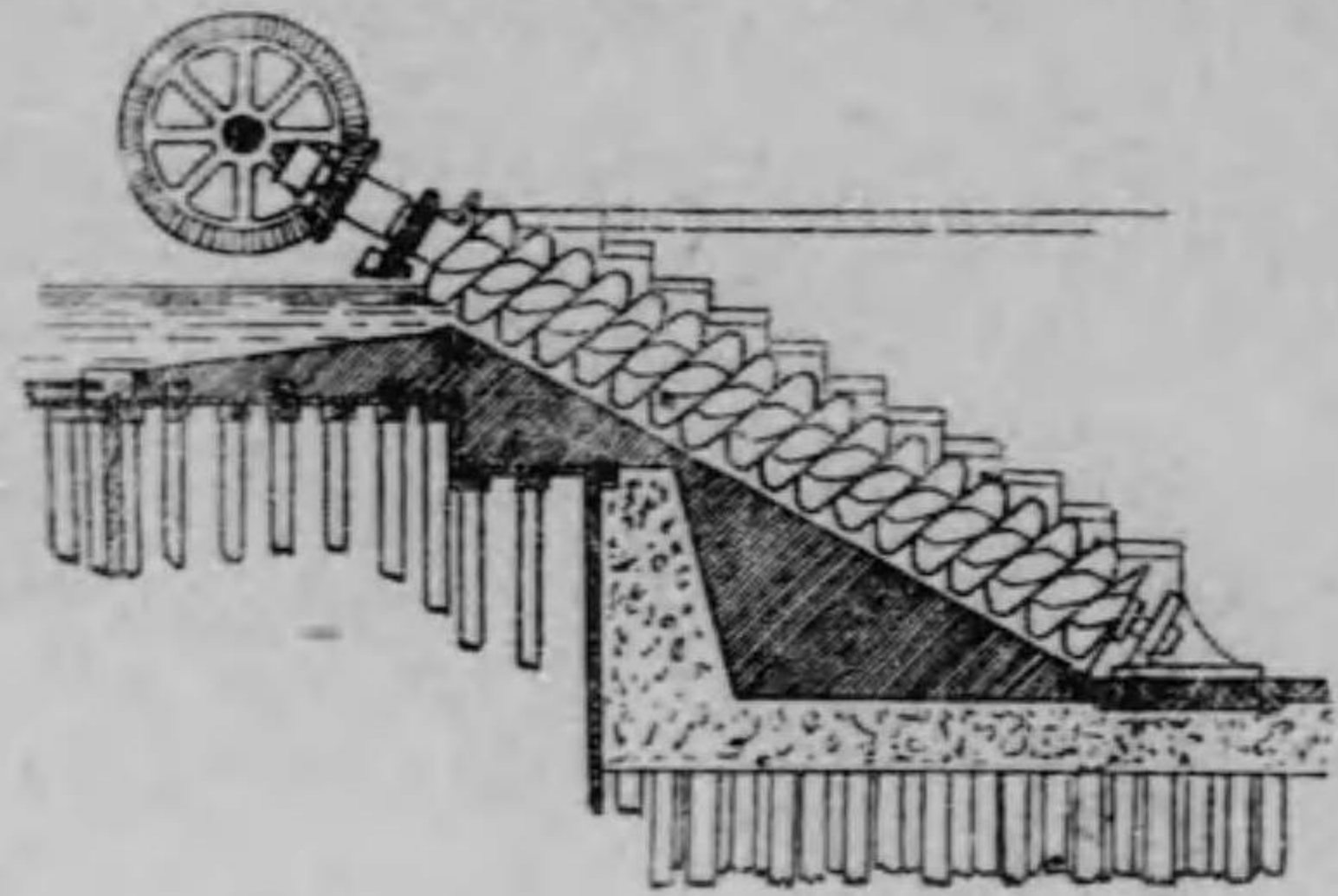
第二百十圖に於て右向螺旋 R

と左向螺旋Fとは噛み合ひ、齒車W及びW₁により回轉し液體はEより入りXに出づ。

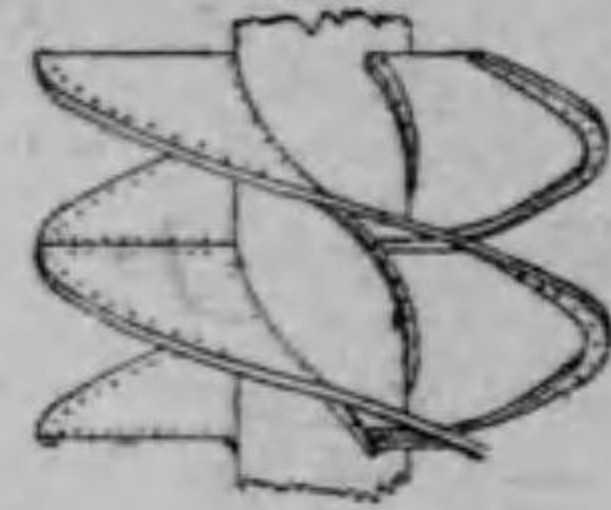
第二百十一圖に於ては螺旋Sと鏈Cとが噛み合ひ矢の方向に回轉し液體はLより入りRに出づ。此等の唧筒は摩擦面多く漏流し易すければ小なる唧筒として用ゐらるゝのみ。

第二百十二圖は螺旋の回轉により低地の水を高

第二百十二圖



第二百十三圖



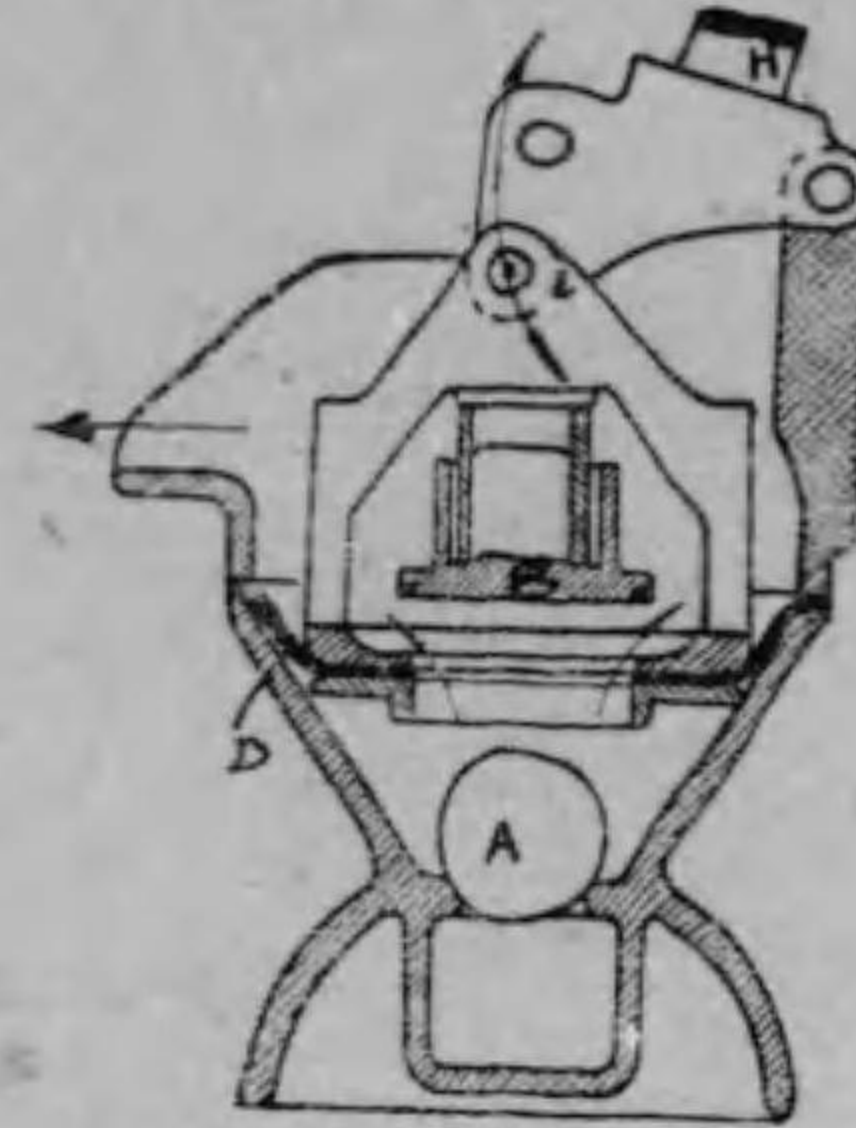
地に揚ぐるに用ゐらるものにして螺旋は第二百十三圖の如く薄鐵より成るあり木又は鑄鐵より作るあり。此唧筒は基礎工事等に多額の經費を要するを以て餘り使用せられず。

隔板唧筒 (Diaphragm pump)

此唧筒の唧子は柔軟なる革皮又は護膜製の隔板 (Diaphragm) よりなるを以て唧筒に衝擊を起すことな

く唧筒は平滑なる運動をなし重き液體、固形物を混

第二百十四圖



入する液體を揚ぐるに用ゐらる。即ち墜道暗渠等の排水用として又「タール」繪具液、媒染劑「ワニス」(Varnish), 「セルローズ」(Cellulose), 糖汁等を揚ぐるに用ゐらる。

第二百十四圖に於て隔板Dは唧子の働きをなし、把手Hを動かすことにより吸込

弁(球弁)Aより水を吸ひ揚げ、排出弁Bより水を送り出すなり。

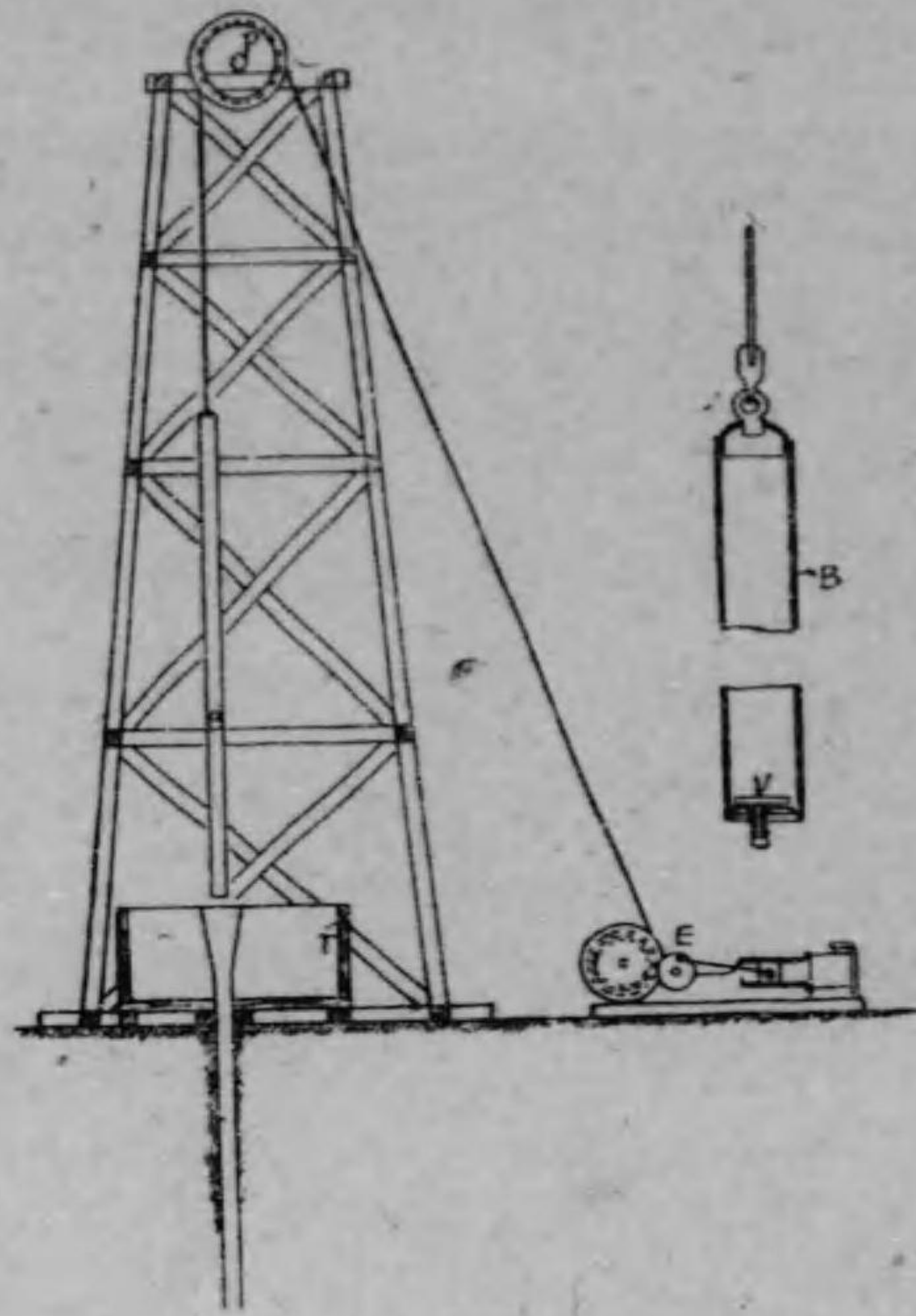
第二節 揚水機 (Water raising machine)

「バレー」揚油機 (Balers oil raising machine)

此揚油機は鑽井中に長き桶を入れ之れを以て石油を汲み揚ぐるものにして揚油機としては幼稚なるも砂多き鑽井には今尙ほ用ゐらる。効率は一乃至三三「パーセント」なり。

第二百十五圖は其装置を示す。圖に於て鑽井内に桶Bを滑車Pを介して下げ落し充分に石油の桶中に入りたる時捲揚機關Eにより油槽Tに汲み

第二百十五圖



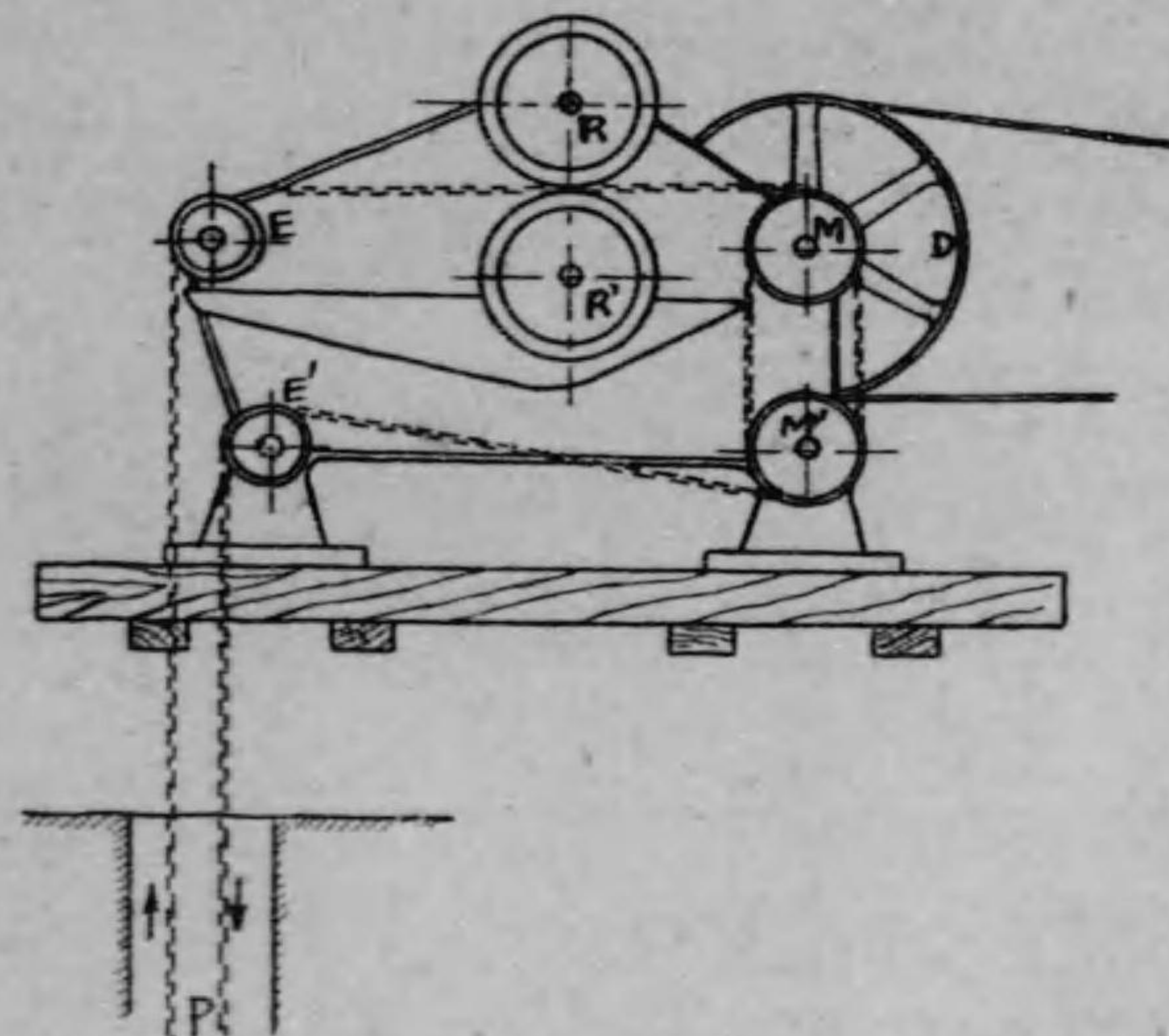
揚ぐ桶には底に弁Vありて上方に開く。普通桶の大きさは直径六乃至一八吋、長さは一五乃至四〇呎にして鐵索の徑三分乃至七分なり。

此揚油機の缺點は其働き連續的ならざること、從事者の注意を要すること、鐵索の摩耗し易きこと、桶の破損し易きこと之れなり。捲揚機は速度は毎分間七〇〇乃至一〇〇〇呎を普通とす。

「エレベーター」(Elevator)

空氣揚水唧筒を一〇〇〇呎よりも深き井戸に用ゐるときは有効ならず。然るに「エレベーター」にありては其れより一層深き井戸に適しよく短時間に起動し得るの利益あり。此揚油機は片面に絨氈を有する麻製の帶(Band)を鑽井中に送り此に油を附着せしめ引き揚ぐるなり。故に粘着力の強き油程効率宜し。第二百十六圖は其大體の構造を示す。

第二百十六圖



圖に於て動力は滑車Dに來りMM'を回轉す。油を含める帶は井戸より昇りE車を経て車RR'間にて油を失ひ車MM'よりE'を経て鑽井に下る。

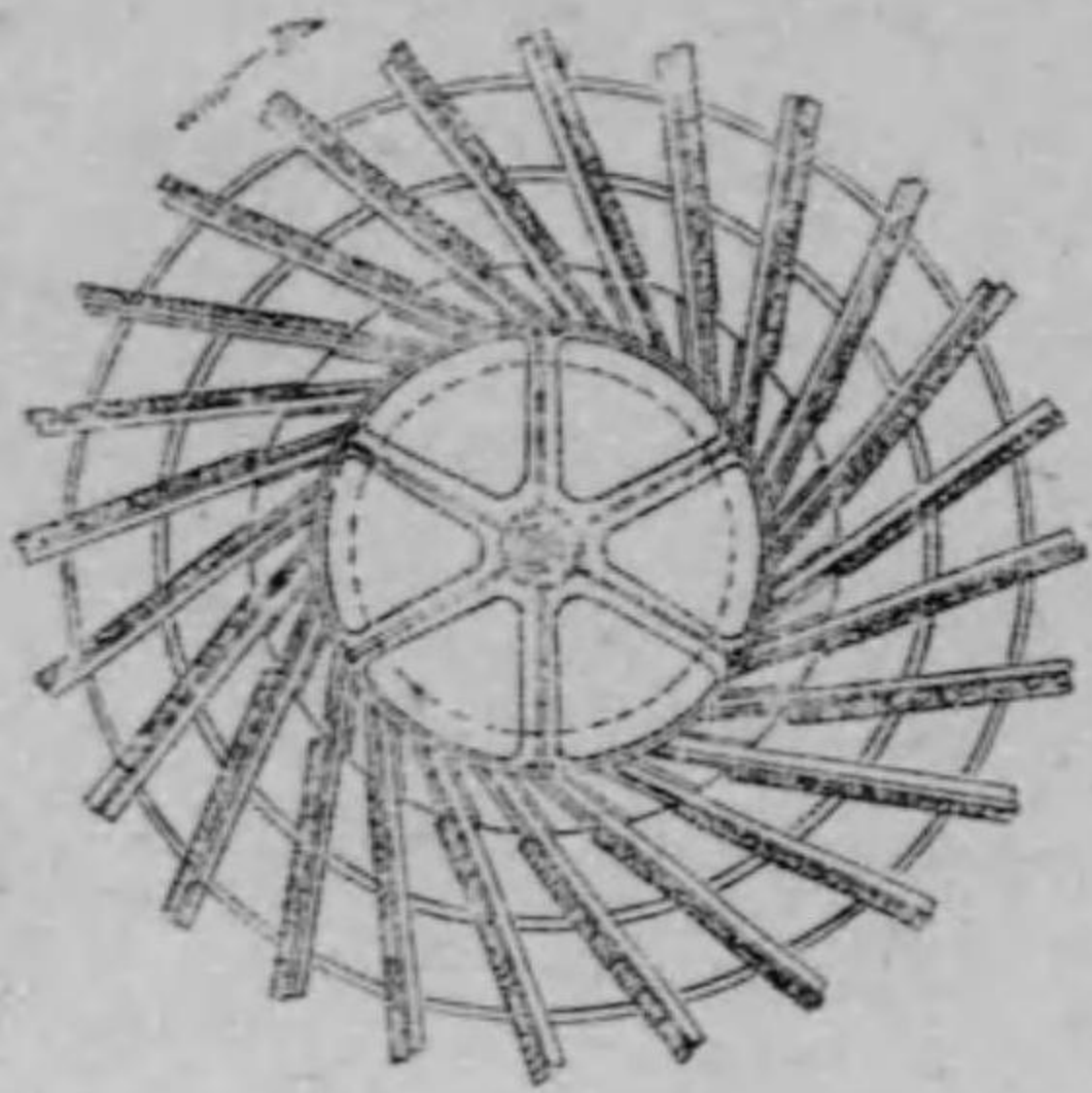
帶は巾三吋半厚〇・三七吋にて重さは一米に付約

二封度又速度は毎分間二〇〇呎なり。

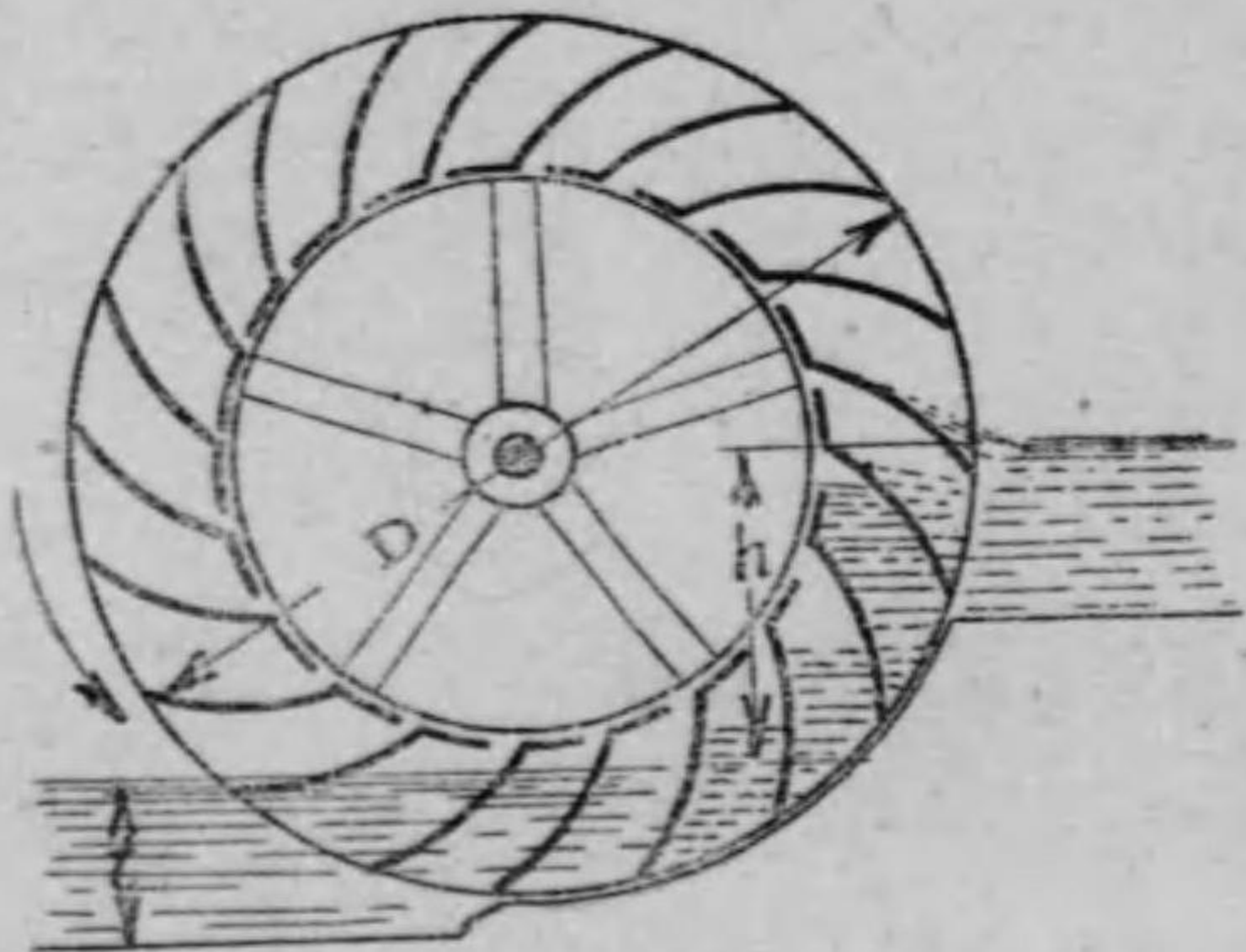
揚水車

揚水車は普通の水車の形状と大差なく彼れは流れにより回轉し動力を起し此れは動力によりて回轉し低所より高所に揚水するものなり。第二百十七圖は即ち此揚水車なり。

第二百十七圖



第二百十八



七圖は即ち此揚水車なり。吾人は屢沼池の水を排泄するに斯る揚水車の用ゐらるゝを見るべし。人が揚水車の羽根上を歩行するが如く踏み絶えず揚水するものを踏車と稱す。直徑七尺又は八尺なり。人

力に代ふに蒸汽機關瓦斯機關を以て回轉することもあり。

第二百十八圖の如く羽根を曲線となし

たるものは効率前者よりも高し。車の直徑 D は次式より求むることを得。

$$D = 5.43 \sqrt{t+h}$$

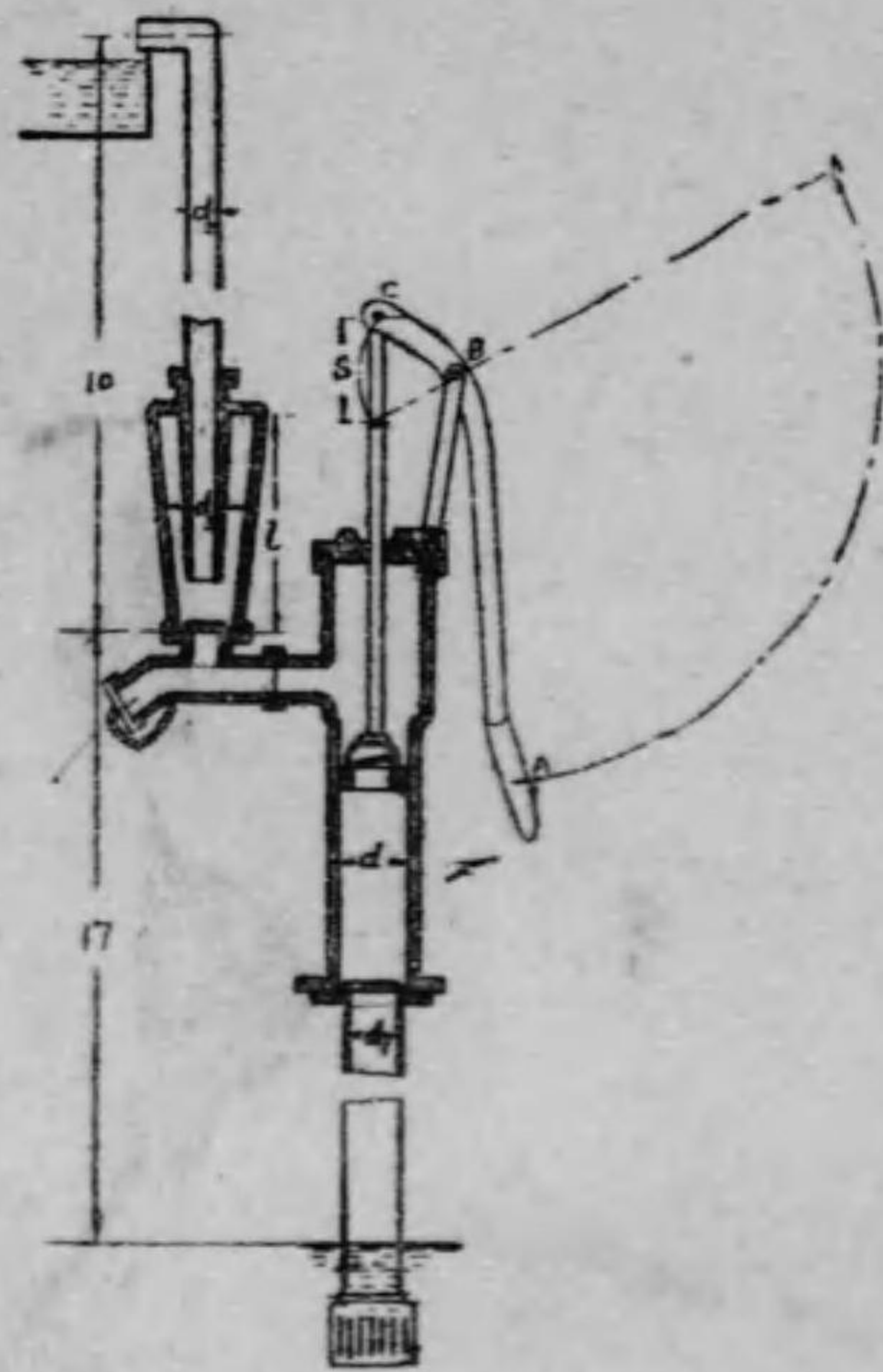
揚程増せば揚水車の直徑も從て増大す。揚程一〇呎以上のときは車を二個以上となし階段的に設置するものなり。

第十章 唧筒の設計實例

第一節 手働唧筒の設計

井戸の水面より二十七呎の高さにある水槽に揚水し得る手働唧筒を設計せよ。(第二百十九圖を参照)

第二百十九圖



實際の揚程 h は
(10+17) 呎なるも設計に當りては管及び唧筒の抵抗をも換算せざる可らず。即ち理論上の揚程 H は下の如し

$$H = \frac{h}{\varepsilon} = \frac{27}{0.77} = 35 \text{ 呎}$$

(第一章第一節参照)

但 ε は 0.77 を採用せり。

即ち設計上には三五呎を揚水するものとすべきなり。

唧子の全壓力 P は次の如し。

$$P = 124 \text{ 呎}$$

$$P = FH\gamma = F \times 35 \times 62.5 \text{ 封度 (第一章第一節参照)}$$

連続的工作の時には腕力は約二五封度なり。能率の理により

$$P \times \overline{BC} = \text{腕力} \times \overline{AB} \\ = 25 \times \overline{AB}$$

$$\text{即ち } F \times 35 \times 62.5 \times \overline{BC} = 25 \times \overline{AB}$$

今把手を $\frac{\overline{AB}}{\overline{BC}} = 5$ とすれば上式は下の如し。

$$F = \frac{25}{35 \times 62.5} \frac{\overline{AB}}{\overline{BC}} = \frac{25 \times 5}{35 \times 62.5} = 0.057 \text{ 平方呎} \\ = 8.3 \text{ 平方吋}$$

唧子の直径を d とすれば

$$d = \sqrt{\frac{F \times 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{8.3 \times 4}{3.1416}} = 3 \frac{1}{4} \text{ 吋}$$

今行程を $1.5d$ とするとき

$$S = 5 \text{ 吋}$$

把手の長さは計算より得たるものに六吋内外を加ふ。又 \overline{BC} が長ければ其れだけ C 點の運動は直線に近づくも従て \overline{AB} の長さも増大する理なり。把手の長さを定むるに當り必要なることは \overline{AA} が人の身長より小なることなり。

今 \overline{AB} を四吋とせば \overline{BC} は八吋となる。

把手の厚 t は幅りに關し次式より計算すること

を得

$$t = \frac{6AB \times \text{腕力}}{fb^2} \text{ 吋}$$

但 f (材料の強さ)

鍛鐵のとき.....一四〇〇〇封度

鋼鐵のとき.....一八〇〇〇封度

木のとき.....二〇〇〇封度

今把手を幅 $1\frac{1}{4}$ 吋の鍛鐵製とせば

$$t = \frac{6 \times 40 \times 25}{14000 \times \left(1\frac{1}{4}\right)^2} = \frac{5}{16} \text{ 吋}$$

通常唧子桿の直徑は三分乃至五分なり。

毎分把手を上下する度数を二〇とす。

理論上の繰出量 Q は下の如し。

(第一章第三節参照)

$$Q = nFS = 20 \times 0.057 \times \frac{5}{16} = 0.48 \text{ 立方呎}$$

實際揚水する容積 q は弁接手等の漏流のため減ぜらる。

今 μ を〇・九五とすれば

$$q = \mu Q = 0.95 \times 0.48 = 0.46 \text{ 立方呎}$$

次に吸込管の面積を唧子の面積の三分の二とし繰出管の面積を其二分の一とす。

(第二章第三節参照)

吸込管の直徑 d_1 は次式より求むることを得

$$\frac{\pi}{4} d_1^2 = \frac{2}{3} F$$

$$\text{故に } d_1 = \sqrt{\frac{2F \times 4}{3\pi}} = \sqrt{\frac{2 \times 8.3 \times 4}{3 \times 3.1416}} = 2\frac{5}{8} \text{ 吋}$$

又繰出管の直徑 d_2 は下の如し

$$\frac{\pi}{4} d_2^2 = \frac{1}{2} F$$

$$\text{故に } d_2 = \sqrt{\frac{F \times 4}{2\pi}} = \sqrt{\frac{8.3 \times 4}{2 \times 3.1416}} = 2\frac{5}{16} \text{ 吋}$$

空氣室の容積を唧子一行程の繰出容積の五倍とす。今其高さ l を一〇吋と假定し空氣室の平均直徑を d_3 とす。然るときは

$$5FS = \frac{\pi}{4} d_3^2 l$$

$$\text{故に } d_3 = \sqrt{\frac{5FS \times 4}{\pi l}} = \sqrt{\frac{5 \times 8.3 \times 5 \times 4}{3.1416 \times 10}} = 5\frac{1}{8} \text{ 吋}$$

水筒の厚みは第二章第一節により計算し得るも揚程小なるを以て従て厚みも薄し。由て茲には三分を採用す。

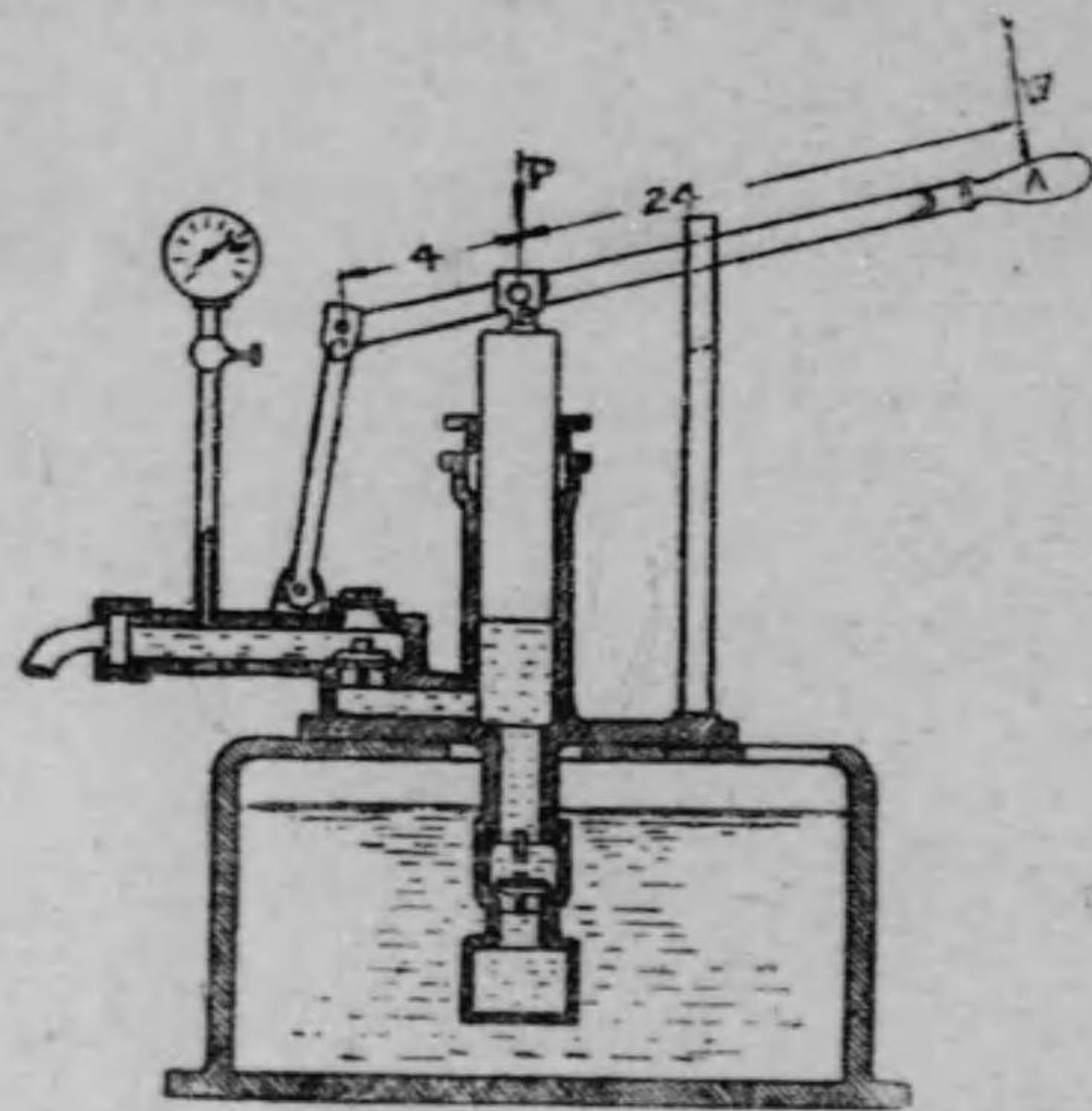
水管は市場にあるものにて充分なり。

第二節 水壓唧筒の設計

凡て壓力ある瓦斯體又は液體を内容する汽罐空氣槽の如きものには水壓試験を施行し其安全なることを確むるものなり。

第二百二十圖は水壓唧筒を示すものにして此唧筒を以て満水せる汽罐を試験壓力に高め十數分間

第二百二十圖



繼續尙ほ壓力の減退せざるときは試験に合格したるものとす。汽罐の試験壓力は汽罐の常用壓力により其材料により異なるも普通常用壓力の一五乃至二倍とす。

壓力每平方吋に付き五百封度まで使用し得らるゝ水壓唧筒を設計せよ。(第二百二十圖参照)

「ブランチャー」に加はる全壓力を P 、試験壓力を每平方吋に付き p 、及び腕力を W とせば能率の理により

$$\overline{AC} \cdot W = \overline{BC} \cdot P$$

$$= \overline{BC} \times \frac{\pi}{4} d^2 p$$

今 $W=35$, $\overline{AC}=28$, $\overline{BC}=4$ とせば

唧子の直徑 d は次の如し。

$$d = \sqrt{\frac{\overline{AC} \cdot 4W}{\overline{BC} \cdot \pi p}} = \sqrt{\frac{28}{4} \times \frac{4 \times 35}{3.1416 \times 500}} = 0.8 = \frac{35}{32} \text{ 吋}$$

次に吸込管の直徑 d_1 は次の如し。

$$d_1 = \sqrt{\frac{2}{3} d^2} = \sqrt{\frac{2}{3} \times 0.8^2} = 0.65 = \frac{5}{8} \text{ 吋}$$

又線出管の直徑 d_2 は次の如し。

$$d_2 = \sqrt{\frac{1}{2} d^2} = \sqrt{\frac{1}{2} \times 0.8^2} = 0.56 = \frac{9}{16} \text{ 吋}$$

水筒を砲金又は青銅製とせば水筒の厚み t は次の如し。(第二章第一節参照)

$$t = \frac{d}{2} \left\{ \sqrt{\frac{f_t + 0.4p}{f_t - 1.3p}} - 1 \right\} + C$$

$$= \frac{0.8}{2} \left\{ \sqrt{\frac{2800 + 0.4 \times 500}{2800 - 1.3 \times 500}} - 1 \right\} + 0.18$$

$$=0.25 = \frac{1}{4} \text{ 吋}$$

但 $f_1 = 2800$

$C = 0.18$ を採用せり。

唧筒の他の部分の厚みも四分の一吋とす。

「ブランチャ-」は直径小なるを以て固状唧子とす。

次に繰出管には鐵付け銅管を用ふ。其厚み t は次の如し。(第二章第三節参照)

$$t = 0.000165pd + 0.062 \\ = 0.000165 \times 500 \times \frac{9}{16} + 0.062 = 0.1 \text{ 吋}$$

把手の大きさを定むるに當り能率の最大なるものは \overline{ABW} なり。今幅 $1\frac{1}{4}$ 吋鍛鐵を用ゐるときは其厚み t は次の如し。(本章第一節参照)

$$t = \frac{6\overline{AB} \times W}{fb^2} = \frac{6 \times 24 \times 35}{14000 \times \left(1\frac{1}{4}\right)^2} = 0.23 = \frac{1}{4} \text{ 吋}$$

第三節 「ウォシントン」

双子唧筒の設計

壓力一〇〇封度の蒸汽罐内に毎分間七五「ガロン」の水を供給する双子唧筒を設計せよ。

一「ガロン」は〇・一六立方呎なり。由て給水量 q は次の如し。

$$q = 0.16 \times 75 = 12 \text{ 立方呎}$$

水筒接手弁等より漏流するを以て理論上汽罐に供給すべき容積 Q は次の如し。

$$Q = \frac{q}{\mu} = \frac{12}{0.90} = 13.3 \text{ 立方呎}$$

但 μ を〇・九〇とせり。

各水筒の給水すべき容積は $\frac{Q}{2}$ なり。

唧筒は毎分間六五回往復働をなし、且行程 S を唧子の直径の一倍半とす。然るときは

(第一章第三節参照)

$$\frac{Q}{2} = 2nFS = 2n \frac{\pi}{4} d^2 \times 1.5d$$

$$\frac{13.5}{2} = 2 \times 65 \times \frac{3.1416}{4} \times d^2 \times 1.5d$$

故に $d = 0.355 \text{ 呎} = 4\frac{1}{4} \text{ 吋}$

又 $S = 1.5d = 1.5 \times 0.355 = 0.535 \text{ 呎} = 6\frac{3}{8} \text{ 吋}$

吸込管の直径 d_1 は第二章第三節により

$$\frac{\pi}{4} d_1^2 = \frac{2}{3} \frac{\pi}{4} d^2$$

故に $d_1 = \sqrt{\frac{2}{3} d^2} = \sqrt{\frac{2}{3} \times 0.355^2} = 0.29 \text{ 呎} = 3\frac{1}{2} \text{ 吋}$

又繰出管の直径 d_2 は第二章第三節により

$$\frac{\pi}{4} d_2^2 = \frac{1}{2} \frac{\pi}{4} d^2$$

$$\text{故に } d_2 = \sqrt{\frac{1}{2}d^2} = \sqrt{\frac{1}{2} \times 0.355^2} = 0.23 \text{ 呎} = 2\frac{3}{4} \text{ 吋}$$

次に唧筒の昇降弁の大きさを定めん。弁の總面積を唧子面積の $\frac{4}{10}$ とし各、の水筒に付弁二個宛を備ふるものとする。然るときは弁の直径 d_3 は次の如し。

$$2 \times \frac{\pi}{4} d_3^2 = \frac{4}{10} \times \frac{\pi}{4} d^2$$

$$\text{故に } d_3 = \sqrt{\frac{4}{10 \times 2} d^2} = \sqrt{\frac{4}{10 \times 2} \times 0.355^2} = 0.16 \text{ 呎} = 1\frac{7}{8} \text{ 吋}$$

即ち吸込弁及び繰出弁には直径 $1\frac{7}{8}$ 吋のもの總數四個を用ふべきなり。

空氣室の大きさを決定せんは空氣室の容積を唧子排水量の三倍とす。空氣室の平均直径を d_4 高さをして l とす。但 l を直径 d_4 の二倍とす。

然るときは

$$3 \times \frac{\pi}{4} d^2 S = \frac{\pi}{4} d_4^2 l = \frac{\pi}{4} d_4^2 \times 2d_4$$

$$d_4 = \sqrt[3]{\frac{3}{2} d^2 S} = \sqrt[3]{\frac{3}{2} \times 0.355^2 \times 0.535} = 0.465 \text{ 呎} = 5\frac{5}{8} \text{ 吋}$$

$$\text{又 } l = 2d_4 = 2 \times 0.465 = 0.93 \text{ 呎} = 11\frac{1}{8} \text{ 吋}$$

次に汽機に關する部分の大きさを定めん。

汽罐の壓力は每平方吋に付一二〇封度なるも阻汽弁を以て三五封度に節汽し、蒸汽は汽機全行程に

涉り遮斷せらるゝことなきものとする。唧筒は汽罐壓力にのみ抗して働くものと假定せん。

汽筒の直径を D 、平均有効壓力を P 、又水筒の壓力即ち汽罐の壓力を p とせば第三章第五節により

$$eD^2P = d^2p$$

$$\text{即ち } D = \sqrt{\frac{d^2 p}{eP}}$$

効率 e を〇・八五とし汽筒の背壓力を一七封度とす。

$$P = (35 + 14.7) - 17 = 33 \text{ 封度}$$

故に

$$D = \sqrt{\frac{d^2 p}{eP}} = \sqrt{\frac{\left(4\frac{1}{4}\right)^2 \times 120}{0.85 \times 33}} = 8\frac{3}{16} \text{ 吋}$$

次に蒸汽管排汽管の大きさを定めん。

唧子の速度 $v = 2ns = 2 \times 65 \times 0.535 = 70$ 呎

(第一章第三節参照)

然るときは二汽筒に供給する蒸汽管の直径 d_5 は下の如し。

但蒸汽の速度 $V_s = 7000$ 呎とす。

$$\frac{\pi}{4} d_5^2 V_s = 2 \times \frac{\pi}{4} D^2 v$$

故に

$$d_5 = \sqrt{\frac{2D^2 v}{V_s}} = \sqrt{\frac{2 \times \left(8\frac{3}{16}\right)^2 \times 70}{7000}} = 1\frac{1}{8} \text{ 吋}$$

又排汽管の直径 d_e は同様に下の如くして定むることを得。

但蒸汽の速度 $V_e=5000$ 呎とす。

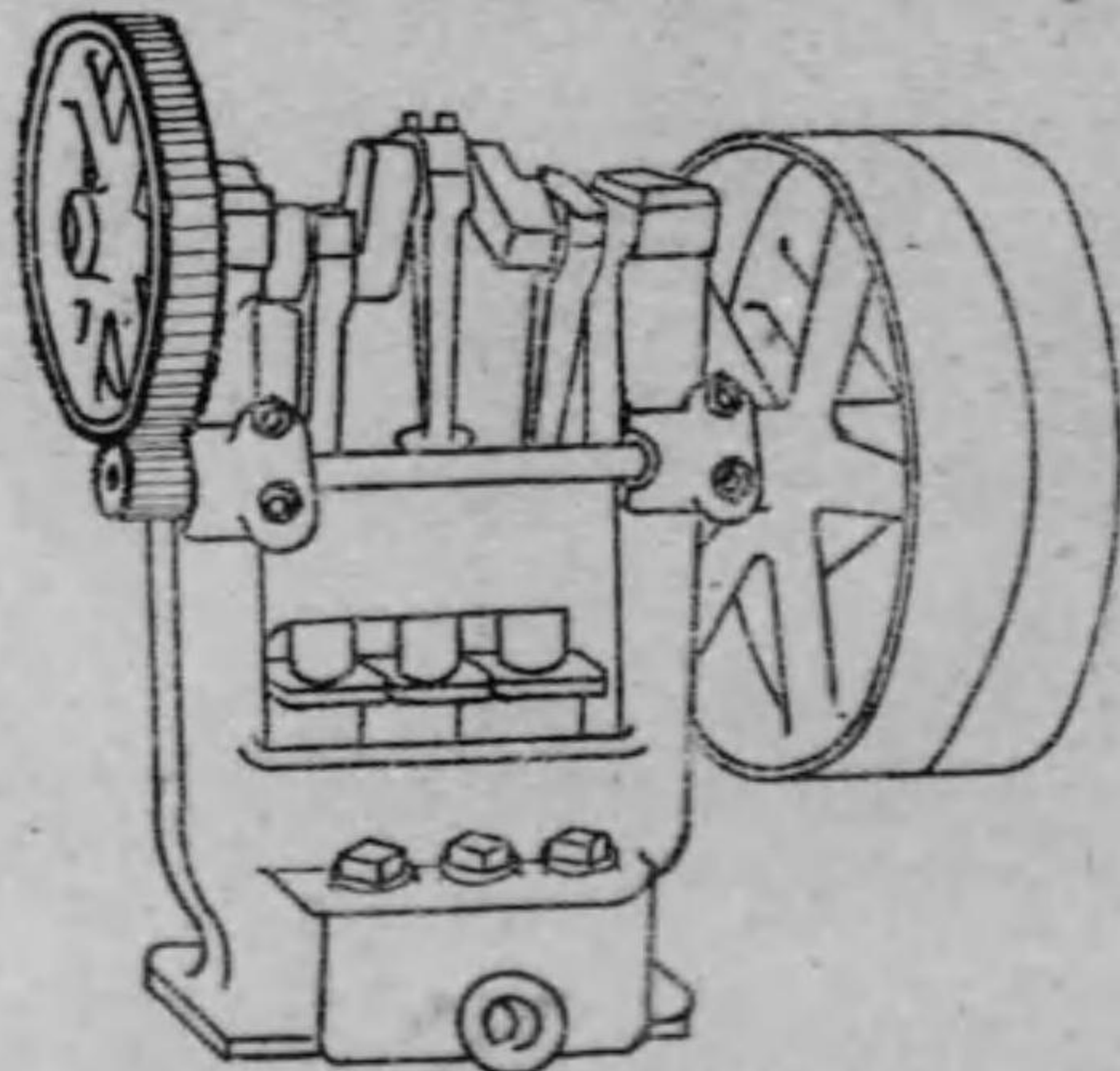
$$d_e = \sqrt{\frac{2D^2v}{V_e}} = \sqrt{\frac{2 \times \left(8\frac{3}{16}\right)^2 \times 70}{5000}} = 1\frac{3}{8} \text{ 吋}$$

其他の部分は前節と同様なる方法により又普通の汽機設計と同一に其等を定むることを得。

第四節 三組「クランク」唧筒の設計

毎平方時に付き一五〇封度の壓力ある水槽内に毎分間六「ガロン」の水を供給する三組「クランク」唧筒を設計せよ。

第二百二十一圖



第二百二十一圖は三組「クランク」唧筒を示す。毎分間に排水する容積 q は下の如し。

$$q = 0.16 \times 6 = 0.96 \text{ 立方呎}$$

理論上供給する容積 Q は次の如し。

$$Q = \frac{q}{\mu} = \frac{0.96}{0.95} = 1 \text{ 立方呎}$$

但 μ は〇・九五を採用せり。

此唧筒は唧筒と同じ水面にある河流より水を吸ひ揚げ水槽に供給するものと假定す。從而揚程無きも一五〇封度の壓力に抗して仕事をなすものなり。

其馬力は下の如し。

$$\text{HP} = \frac{Q\gamma H}{33000} = \frac{1 \times 62.5 \times 2.3 \times 150}{33000} = 0.65$$

$$\text{但 } H = 2.3 \times 150$$

三組「クランク」唧筒なれば普通の單働唧筒の三倍の容積を繰出す。

即ち Q は下の如し。但 $S=1.5d$ とせり。

$$Q = 3nFS = 3n \frac{\pi}{4} d^2 S = 3n \frac{\pi}{4} d^2 \times 1.5d$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{4Q}{3 \times 1.5\pi n}} = \sqrt[3]{\frac{4 \times 1}{3 \times 1.5 \times 3.1416 \times 60}} = 0.17 \text{ 呎} \\ = 2 \text{ 吋}$$

但 $n=60$ とせり。

又 $S=1.5d=1.5 \times 0.17=0.255$ 呎=3 吋

次に吸込管の面積を唧子面積の三分の二繰出管の面積を其二分の一とせば

$$\text{吸込管の直径 } d_1 = \sqrt{\frac{2}{3}d^2} = \sqrt{\frac{2}{3} \times 2^2} = 1.63 = 1\frac{5}{8} \text{ 吋}$$

$$\text{繰出管の直径 } d_2 = \sqrt{\frac{1}{2}d^2} = \sqrt{\frac{1}{2} \times 2^2} = 1.4 = 1\frac{3}{8} \text{ 吋}$$

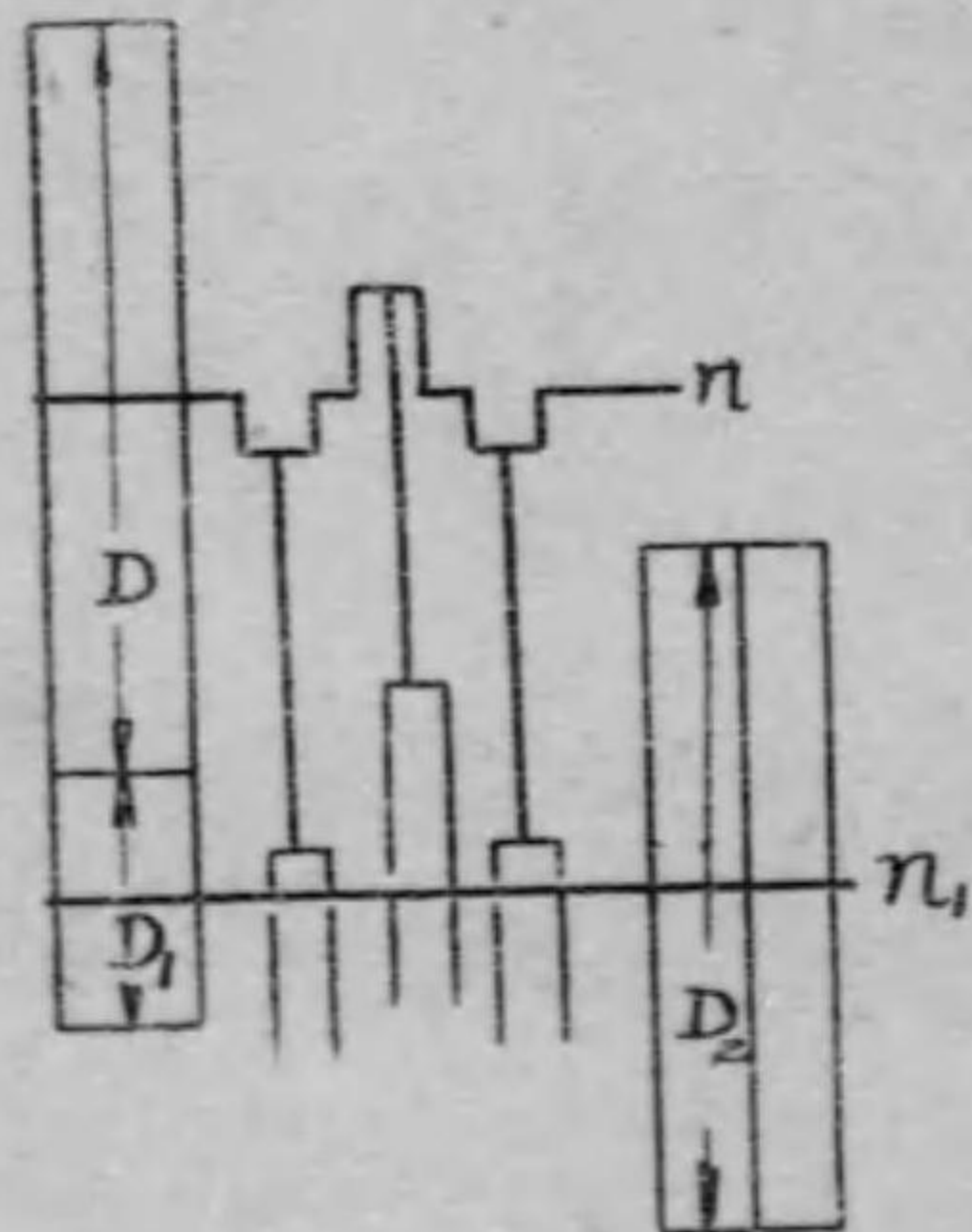
次に水筒の厚みは下の式より得るなり。

但 $f=2800$ 封度とす。

$$f = \frac{d}{2} \left\{ \sqrt{\frac{f_t + 0.4p}{f_t - 1.3p}} - 1 \right\} + C$$

$$= \frac{2}{2} \left\{ \sqrt{\frac{2800 + 0.4 \times 150}{2800 - 1.3 \times 150}} - 1 \right\} + 0.2 = 0.25 = \frac{1}{4} \text{ 吋}$$

第二百二十二圖



「ブランチャー」の厚みも $\frac{1}{4}$ 吋とす。

次に齒輪の設計をなさん(第二百二十二圖を参照)

二つの齒輪が噛み合ひたるときは其直径と其回轉數とは逆比をなす。

$$\frac{D}{D_1} = \frac{n_1}{n}$$

故に $n_1 = n \frac{D}{D_1}$

今 $n=60$ $\frac{D}{D_1}=4$ とすれば

$$n_1 = n \frac{D}{D_1} = 60 \times 4 = 240 \text{ 回}$$

今 $D=12$ 吋とせば $D_1=3$ 吋となる。

齒輪 D の周圍に働く力を P とせば馬力は下の如し。

$$HP = \frac{n\pi DP}{33000}$$

$$P = \frac{33000HP}{n\pi D} = \frac{33000 \times 0.65}{60 \times 3.1416 \times \frac{12}{12}} = 114 \text{ 封度}$$

齒輪は鑄鐵製鑄放しとすれば齒輪の「ピッチ」(Pitch) p は次の如し。但 f は鑄鐵のとき二五〇〇乃至六〇〇〇封度なり。

$$p = \sqrt{\frac{12.5P}{f}} = \sqrt{\frac{12.5 \times 114}{3570}} = 0.63 = \frac{5}{8} \text{ 吋}$$

茲には $f=3570$ とせり。

次に齒數 N は次の如し。

$$N = \frac{\pi D}{p} = \frac{3.1416 \times 12}{0.63} = 60 \text{ 個}$$

又幅 $b=2.5p=2.5 \times 0.63=1.58=1\frac{5}{8}$ 吋

次に齒輪 D_1 の齒數 $N_1 = \frac{60}{4} = 15$ 個

最後に調車を計算せん。

調車の直径 D_2 を一四吋とすれば調車の周圍に働く力 P_2 は齒輪の場合と同様に次式より求むることを得べし。

$$P_2 = \frac{33000 \text{HP}}{n_1 \pi D_2} = \frac{33000 \times 0.65}{240 \times 3.1416 \times \frac{14}{12}} = 25.6 \text{ 封度}$$

然るに調革の強さは革の幅 b_2 厚 t_2 のとき下の式を以て表はすことを得。

$$P_2 = b_2 t_2 f_2$$

但革の強さ f_2 は二〇〇乃至三五〇封度なり。

故に
$$b_2 = \frac{P_2}{t_2 f_2} = \frac{25.6}{\frac{1}{8} \times 200} = 1 \text{ 吋}$$

但
$$t_2 = \frac{1}{8} \quad f_2 = 200 \text{ とせり。}$$

即ち調革の幅一時厚八分の一時なり。

調車の幅は調革より稍廣く $1\frac{1}{4}$ 吋とすべし。

第五節 手働消火唧筒の設計

有效噴射の高さ五〇呎毎分間噴水量六立方呎の手働消火唧筒を設計せよ。(第二章第十二節の公式を参照)

消火唧筒は接手等より漏出すること多し、 μ を〇・八五とす。

理論上の噴射量 Q は下の如し

$$Q = \frac{q}{\mu} = \frac{6}{0.85} = 0.117 \text{ 立方呎}$$

單働唧筒二個よりなるを以て唧子の直径 d_1 と行程 l との関係は下の如し。但 n を毎秒間の上下動數とす。

$$Q = 2 \times \frac{\pi}{4} d_1^2 l n$$

今 $l = 2d_1$ となし $n = \frac{1}{2}$ とすれば

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{Q}{\pi n}} = \sqrt[3]{\frac{0.117}{3.1416 \times \frac{1}{2}}} = 0.42 \text{ 呎} = 5 \text{ 吋}$$

$$l = 2d_1 = 2 \times 0.42 = 0.84 \text{ 呎} = 10 \text{ 吋}$$

空氣室の容積は一個の單働唧筒の唧子排水容積の一二倍とす。今空氣室を球狀とし其直径を d_2 とすれば下の如き關係あり。

$$\frac{\pi}{6} d_2^3 = 12 \times \frac{\pi}{4} d_1^2 l$$

即ち
$$d_2 = \sqrt[3]{18 d_1^2 l} = \sqrt[3]{18 \times 0.42^2 \times 0.84} = 1.38 \text{ 呎} = 16.5 \text{ 吋}$$

有效噴射の高さは五〇呎なるも理論上の高さは空氣風等の抵抗のため一層高きものとせざる可からず。茲には理論上の噴射の高さを七五呎とす。然るときは

$$\frac{V^2}{2g} = 75 \text{ 呎}$$

故に $V = \sqrt{2g \times 75} = \sqrt{2 \times 32.15 \times 75} = 70 \text{ 呎}$

嘴管の出口の直徑を D 呎とすれば

$$Q = \frac{\pi}{4} D^2 V$$

即ち $D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} = \sqrt{\frac{4 \times 0.117}{3.1416 \times 70}} = 0.046 \text{ 呎} = 0.55 \text{ 吋}$
 $= \frac{35}{64} \text{ 吋}$

次に「ボース」は亞麻製にして直徑二吋長さ一五〇呎とし「ボース」内の水の速度を v とすれば

$$VD^2 = vd^2$$

$$v = \frac{VD^2}{d^2} = \frac{70 \times 0.046^2}{\left(\frac{2}{12}\right)^2} = 5.3 \text{ 呎}$$

第 表により v の値五・三に對する f の値〇・〇三八を見出すべし。又 C を〇・九七とす。然るときは全押揚程 h_1 は次の如し。

$$h_1 = 0.5 \frac{v^2}{2g} + f \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g} + \frac{1}{C^2} \frac{V^2}{2g}$$

$$= 0.5 \times \frac{5.3^2}{2 \times 32.15} + 0.038 \times \frac{160}{2} \times \frac{5.3^2}{2 \times 32.15} + \frac{1}{0.97^2}$$

$$\times \frac{70^2}{2 \times 32.15} = 95.5 \text{ 呎}$$

今吸揚程を二〇呎とす。然るときは全揚程 H は次の如し

$$H = h_1 + h_2 = 95.5 + 20 = 115.5$$

此唧筒に要する馬力は次の如し

$$HP = \frac{Q \gamma H}{550} = \frac{0.117 \times 62.5 \times 115.5}{550} = 1.5 \text{ 馬力}$$

若し消防夫がなす仕事を $\frac{1}{6}$ 馬力とすれば $\frac{1.5}{\frac{1}{6}} = 9$ 人を要す。

吸込管は護謨製にて二吋半内外とす。

又吸込弁は可成大きく茲には三吋半を採用すべし。

第六節 廻旋唧筒の設計

毎立方呎の重さ六六封度の液體を毎秒間に五立方呎宛一二呎の高さに揚ぐる「ルーツ」唧筒を設計せよ。

先づ μ を〇・九五とす。然るときは理論上の容積 Q は下の如し。

$$Q = \frac{q}{\mu} = \frac{5}{0.95} = 5.25 \text{ 立方呎}$$

今唧子の曲線を擺線 (Cycloid) より成るものと假定するときは

$$F = 1.77R^2 \text{ なり}$$

故に $Q=4FLn=4 \times 1.77R^2Ln$

今假に $L=4R$ とするときは R は下の如し

、但 n を二と假定す

$$R = \sqrt[3]{\frac{Q}{4 \times 4 \times 1.77n}} = \sqrt[3]{\frac{5.25}{4 \times 4 \times 1.77 \times 2}} = 0.45 \text{ 呎}$$

又 $L=4R=4 \times 0.45=1.8 \text{ 呎}$

又理論上の揚程 H は次の如し。

但 ε を 0.76 とせり。

$$H = \frac{h}{\varepsilon} = \frac{12}{0.76} = 15.8 \text{ 呎}$$

故に所要の馬力は次の如し。

$$HP = \frac{Q\gamma H}{550} = \frac{5.25 \times 62.5 \times 15.8}{550} = 10$$

「ルーツ」唧筒にありて動力は一軸に傳はり齒輪により二軸に分れ各軸は五馬力宛の動力を傳ふ。由て十馬力の動力の傳はる部分の軸徑は次式より求むることを得。

$$\begin{aligned} D &= \sqrt[3]{\frac{550 \times 12 \times 16}{2\pi^2}} \sqrt{\frac{HP}{nf}} \\ &= \sqrt[3]{\frac{550 \times 12 \times 16}{2 \times 3.1416^2}} \sqrt{\frac{10}{2 \times 9000}} = 1.45 \text{ 吋} \end{aligned}$$

又五馬力の動力を傳ふる部分の軸徑は次の如し

$$\begin{aligned} D &= \sqrt[3]{\frac{550 \times 12 \times 16}{2\pi^2}} \sqrt{\frac{HP}{nf}} \\ &= \sqrt[3]{\frac{550 \times 12 \times 16}{2 \times 3.1416^2}} \sqrt{\frac{5}{2 \times 9000}} = 1.15 \text{ 吋} \end{aligned}$$

第七節 水樋唧筒の設計

唧筒と河面との高低差六呎送水地との高低差三〇呎なる苗種場に毎分間四〇立方呎の水を揚ぐる水樋唧筒を設計せよ。(第六章第二節を参照)

唧筒と河面との高低差を H とし唧筒より苗種場までの高さを h とす。

効率 e は次式による。

$$e = 1.12 - 0.2 \sqrt{\frac{h-H}{H}} = 1.12 - 0.2 \sqrt{\frac{30-6}{6}} = 0.72$$

毎分間の送水量 Q は次の如し。

$$Q = \frac{qh}{eH} = \frac{40 \times 30}{0.72 \times 6} = 278 \text{ 立方呎}$$

送水管の適當なる長さ l は次式より求むることを得。

$$l = (h-H) + 0.3 \frac{h-H}{H} = (30-6) + 0.3 \frac{30-6}{6} = 25.8 \text{ 呎}$$

送水管の直径 d は下の如し。

$$d = 0.37 \sqrt{Q} = 0.37 \sqrt{278} = 6.2 \text{ 吋}$$

次に繰出管の直径 d_1 は次式より求むることを得。

$$d_1 = \sqrt{\frac{8ql}{H}} = \sqrt{\frac{8 \times 40 \times 25.8}{6}} = 3.1 \text{ 吋}$$

冗水弁の直径は送水管の直径と同じく六・二吋とす。

空氣室の容積を繰出管の容積の二倍とせば其容積 V は次の如し。

$$V = 2 \times \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_1}{12}\right)^2 h = 2 \times \frac{3.1416}{4} \times \left(\frac{3.1}{12}\right)^2 \times 30 = 3.2 \text{ 立方呎}$$

若し河流の速度割合に速きときは H に加ふるに $\frac{v^2}{2g}$ を以てす。但 v は河流の毎秒間の速度なり。

第八節 渦卷唧筒の設計

毎分間二〇〇立方呎の水を三〇呎の高さに揚水する渦卷唧筒を設計せよ。(第七章第五節を参照)

渦室は導翼を有せず又擴大もせざる普通の型とす。

先づ e, ϕ, α を推定すべし。即ち

$$\phi = 18^\circ$$

$$\alpha = 25^\circ$$

$$e = 0.78$$

とす。然るときは c_1 は次の如し。

$$c_1 = \sqrt{\frac{1 + \tan \alpha \cot \phi}{2e}} \sqrt{2gh} = \sqrt{\frac{1 + \tan 25^\circ \cot 18^\circ}{2 \times 0.78}} \sqrt{2 \times 32.15 \times 30}$$

$$= \sqrt{\frac{1 + 0.46 \times 3.07}{2 \times 0.78}} \sqrt{2 \times 32.15 \times 30} = 54.5 \text{ 呎}$$

回轉數を毎分間六〇〇回轉とするときは毎秒間の回轉數

$$N = \frac{600}{60} = 10 \text{ 回轉}$$

なり。次に γ_1 は下の如し。

$$\gamma_1 = \frac{c_1}{2\pi N} = \frac{54.5}{2 \times 3.1416 \times 10} = 0.867 \text{ 呎} = 10 \frac{1}{2} \text{ 吋}$$

$\frac{\gamma_1}{\gamma_2}$ を三とすれば

$$\gamma_2 = \frac{\gamma_1}{3} = \frac{0.867}{3} = 0.29 \text{ 呎} = 3 \frac{1}{2} \text{ 吋}$$

次に渦室の外徑 γ_3 を求めん。 m を〇・八とすれば

$$\gamma_3 = \frac{\gamma_1}{m} = \frac{0.867}{0.8} = 1.08 \text{ 呎} = 13 \text{ 吋}$$

次に

$$c_2 = \frac{c_1 \gamma_2}{\gamma_1} = \frac{54.5 \times 0.29}{0.867} = 18.4 \text{ 呎}$$

次に u_1 を求む。

$$\begin{aligned} u_1 &= \sqrt{\frac{1}{\cot \phi + \cot \phi \cot \alpha} \frac{1}{2e} \sqrt{2gh}} \\ &= \sqrt{\frac{1}{\cot^2 18 + \cot 18 \cot 25} \frac{1}{2 \times 0.78} \sqrt{2 \times 32.15 \times 30}} \\ &= \sqrt{\frac{1}{3.07^2 + 3.07 \times 2.14} \frac{1}{2 \times 0.78} \sqrt{2 \times 32.15 \times 30}} \\ &= 9.25 \text{ 呎} \end{aligned}$$

又 v_1 は次の如し。

$$v_1 = u_1 \operatorname{cosec} \phi = 9.25 \times \frac{1}{0.309} = 30 \text{ 呎}$$

今 μ を〇・九〇とするときは Q は次の如し。

$$Q = \frac{q}{\mu} = \frac{\frac{200}{60}}{0.90} = \frac{220}{60} \text{ 立方呎}$$

今假に羽根の厚み t_1 を省くときは b_1 は次の如し

$$\begin{aligned} b_1 &= \frac{Q}{2\pi \gamma_1 v_1 \sin \phi K} = \frac{\frac{220}{60}}{2 \times 3.1416 \times 0.867 \times 30 \times 0.309 \times 0.9} \\ &= 0.08 \text{ 呎} = 1 \text{ 吋} \end{aligned}$$

$u_1 = u_2$ とすれば

$$\cot \theta = \frac{c_2}{u_2} = \frac{18.4}{9.25} = 1.99$$

故に $\theta = 26.3^\circ$

前と同様に羽根の厚み t_2 を省くときは下の如し

$$\begin{aligned} b_2 &= \frac{Q}{2\pi \gamma_2 u_2 K} = \frac{\frac{220}{60}}{2 \times 3.1416 \times 0.29 \times 9.25 \times 0.9} \\ &= 0.24 \text{ 呎} = 2.88 \text{ 吋} \end{aligned}$$

又 v は下の如し

$$\begin{aligned} v &= \sqrt{v_1^2 + c_1^2 - 2c_1 v_1 \cos \phi} \\ &= \sqrt{30^2 + 54.5^2 - 2 \times 30 \times 54.5 \times 0.95} = 27.0 \text{ 呎} \end{aligned}$$

繰出管の水の速度 v は下の如し。但渦室と螺旋室との設計宜しきものとす。

$$v_4 = \frac{1}{2} m v \cos \alpha = \frac{1}{2} \times 0.8 \times 27.0 \times 0.906 = 9.5 \text{ 呎}$$

次に管の直径 ρ_0 は次式より求むることを得。

$$\rho_0 = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v_4}} = \sqrt{\frac{4 \times \frac{220}{60}}{3.1416 \times 9.5}} = 0.7 \text{ 呎} = 8\frac{1}{2} \text{ 吋}$$

又所要馬力数は次の如し。

$$\text{HP} = \frac{Q \gamma H}{550} = \frac{\frac{220}{60} \times 62.5 \times \frac{30}{0.78}}{550} = 18$$

此場合に指示効率 $\mu_c = 0.9 \times 0.78 = 0.70$ なり。

軸の直径 D は次式より求む。

$$D = \sqrt[3]{\frac{12 \times 33000 \times 16}{2\pi^2}} \sqrt{\frac{\text{HP}}{60Nf}}$$

$$= \sqrt[3]{\frac{12 \times 33000}{2 \times 3.1416}} \sqrt{\frac{18}{60 \times 10 \times 9000}} = 1 \text{ 吋}$$

第九節 「タービン」脚筒の設計

揚程一五〇呎に毎秒間三立方呎の水を揚ぐる「タービン」脚筒を設計せよ。但毎分間の回轉數を一〇〇回とす。

先効率を〇・七五とし ϕ を二五度とす。

第七章第三節其五により

$$\alpha = \frac{1}{2}(90 - \phi) = \frac{1}{2}(90 - 25) = 32.5^\circ$$

となる。又二段の「タービン」脚筒とすれば一段の脚筒の揚程は

$$\frac{150}{2} = 75 \text{ 呎}$$

となる。

以下第七章第三節参照すべし。

$$c_1 = \sqrt{\frac{1 + \tan \alpha \cot \phi}{2e}} \sqrt{2gh}$$

$$= \sqrt{\frac{1 + \tan 32.5^\circ \cot 25^\circ}{2 \times 0.75}} \sqrt{2 \times 32.15 \times 75}$$

$$= \sqrt{\frac{1 + 0.624 \times 2.14}{2 \times 0.75}} \sqrt{2 \times 32.15 \times 75}$$

$$= 86.5 \text{ 呎毎秒}$$

脚子の外半径 γ_1 は次の如し。

$$\gamma_1 = \frac{c_1}{2\pi N} = \frac{86.5}{2 \times 3.1416 \times \frac{1100}{60}} = 0.75 \text{ 呎} = 9 \text{ 吋}$$

今

$$\frac{\gamma_1}{\gamma_2} = 2 \text{ とすれば}$$

$$\gamma_2 = \frac{\gamma_1}{2} = \frac{0.75}{2} = 0.375 \text{ 呎} = 4\frac{1}{2} \text{ 吋}$$

次に

$$c_2 = \frac{c_1 \gamma_2}{\gamma_1} = \frac{86.5 \times 0.375}{0.75} = 44 \text{ 呎}$$

次に u_1 は次式より求むることを得べし。

問題 1. 100 円を x 円と y 円に分けて、x が y の 2 倍になるようにする。

解 100 円を x 円と y 円に分けて、x が y の 2 倍になるようにする。

$$100 = x + y$$

また、x が y の 2 倍になるようにする。

$$x = 2y$$

$$100 = 2y + y$$

$$100 = 3y$$

$$y = \frac{100}{3}$$

よって、x は $2 \times \frac{100}{3} = \frac{200}{3}$ 円、y は $\frac{100}{3}$ 円である。

$$x = \frac{200}{3}, y = \frac{100}{3}$$

$$x = 2y$$

$$100 = x + y = 2y + y = 3y$$

答

$$x = \frac{200}{3}, y = \frac{100}{3}$$

よって、x は $\frac{200}{3}$ 円、y は $\frac{100}{3}$ 円である。

欠

$$\begin{aligned} \frac{p}{w} &= b - h_1 - (1 + m_1') \frac{v_1^2}{2g} \\ &= 34 - 3.5 - (1 + 0.67) \times \frac{3^2}{2 \times 32.15} = 30 \text{ 呎} \end{aligned}$$

今 ϕ を 0.8 と假定す。然るときは

$$(\phi h + b) = 0.8 \times (2.3 \times 130) + 34 = 274 \text{ 呎}$$

又上値は絶対壓力一・九封度なり。

蒸汽の表により一・九封度のとき蒸汽の每封度は容積三・七立方呎なり。然るに水の每封度は $\frac{1}{62.5}$ 立方呎なり。故に

$$K = \frac{3.7}{\frac{1}{62.5}} = 230$$

第八章第四節(2)式を變化し

$$\begin{aligned} v &= \sqrt{2gK\left(\phi h + b - \frac{p}{w}\right)} \\ &= \sqrt{2 \times 32.15 \times 230(274 - 30)} = 1900 \text{ 呎} \end{aligned}$$

次に m_1'' を求めんに汽罐給水管の速度 v_1 は不定なる故に直径も不定なり。今假に直径を一時管の長さ l を五呎と假定すれば

$$m_1'' = f_1 \frac{l}{d} = 0.02 \times \frac{5}{\frac{1}{12}} = 1.2$$

今 c を一五とす。

第八章第四節(5)式を變化し。

欠

$$v_3 = \sqrt{\frac{2g(h_2+h)}{1-\frac{1+m_1''}{c^2}}} = \sqrt{\frac{2 \times 32 \cdot 15(5+2 \cdot 3 \times 130)}{1-\frac{1+1 \cdot 2}{15^2}}} \\ = 140 \text{ 呎}$$

故に v_1 は下の如し。

$$v_1 = \frac{v_3}{c} = \frac{140}{15} = 9 \cdot 3 \text{ 呎}$$

次に第八章第四節(4)式を變化し。

$$v_2 = \sqrt{v_3^2 - 2g\left(\frac{p}{w} - b\right)} = \sqrt{140^2 - 2 \times 32 \cdot 15(30 - 34)} \\ = 145 \text{ 呎}$$

次に $W_1 = 62 \cdot 5Q = 62 \cdot 5 \times \frac{90}{60 \times 60} = 1 \cdot 56 \text{ 封度}$

第八章第四節(3)式を變化し。

$$W = W_1 \frac{v_2 - v_1}{v - v_2} = 1 \cdot 56 \times \frac{145 - 3}{1900 - 145} = 0 \cdot 12 \text{ 封度}$$

次に $\gamma = \frac{W_1}{W} = \frac{1 \cdot 56}{0 \cdot 12} = 13 \text{ なり。}$

故に l_2 は下の如し。

$$l_2 = \frac{1152 + \gamma(l_1 - 32)}{1 + \gamma} + 32 \\ = \frac{1152 + 13(120 - 32)}{1 + 13} + 32 = 196 \text{ 度}$$

次に蒸汽嘴管の直径を d とすれば

$$\frac{\pi}{4} d^2 v = \frac{WK}{62 \cdot 5}$$

故に

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 144WK}{62 \cdot 5\pi v}} = \sqrt{\frac{4 \times 144 \times 0 \cdot 12 \times 230}{62 \cdot 5 \times 3 \cdot 1416 \times 1900}} = 0 \cdot 206 \\ = \frac{13}{64} \text{ 吋}$$

又 b 部の直径を d_2 とすれば

$$\frac{\pi}{4} d_2^2 v_2 = \frac{W + W_1}{62 \cdot 5}$$

即ち d_2 は下の如し。

$$d_2 = \sqrt{\frac{4 \times 144(W + W_1)}{62 \cdot 5v_2\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 144(0 \cdot 12 + 1 \cdot 56)}{62 \cdot 5 \times 145 \times 3 \cdot 1416}} \\ = 0 \cdot 185 \div \frac{3}{16} \text{ 吋}$$

同様に d 部の直径を d_3 とすれば

$$d_3 = \sqrt{\frac{4 \times 144(W + W_1)}{62 \cdot 5v_3\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 144(0 \cdot 12 + 1 \cdot 56)}{62 \cdot 5 \times 140 \times 3 \cdot 1416}} \\ = \frac{3}{16} \text{ 吋}$$

次に給水管 E の直径を d_4 とすれば

$$d_4^2 v_4 = d_3^2 v_3$$

故に

$$d_4 = \sqrt{\frac{d_3^2 v_3}{v_4}} = \sqrt{cd_3^2} = \sqrt{15 \times \left(\frac{3}{16}\right)^2} = 0 \cdot 73 = \frac{23}{32} \text{ 吋}$$

次に蒸汽管の径を定むるには蒸汽の毎秒間の速

度 v_s を七五呎とし管徑を d_s 吋とすれば

$$\frac{\pi d_s^2}{144} v_s = \frac{WK}{62.5}$$

故に

$$d_s = \sqrt{\frac{4 \times 144 WK}{62.5 \pi v_s}} = \sqrt{\frac{4 \times 144 \times 0.12 \times 230}{62.5 \times 3.1416 \times 75}} = 1 \text{ 吋}$$

術語對譯

(A)		Cylinder liner	筒壁
Air	空氣	Crank	「クランク」
Air compressor	空氣壓縮機	Crank pin	「クランクピン」
Air distributor	空氣分配裝置	Crank shaft	「クランク」軸
Acting	働作	Crane	起重機
Single acting	單働	Condenser	凝汽器
Double acting	複働	Surface condenser	表面凝汽器
Artesian well	鑽井	Jet condenser	噴射凝汽器
Automatic float distributor	自動浮子分配裝置	Chamber	室
Accumulator	緩衝器	Vacuum chamber	真空室
(B)		Air chamber	氣室
Battery	蓄電池	Vortex chamber	渦室
Bend	曲り	Whirlpool chamber	渦室
Bending	彎曲	Primary explosion chamber	第一回爆發室
Belt	調革	Secondary explosion chamber	第二回爆發室
Belt pulley	調車	Circle	圓
Bell shaped float	鈴狀浮	Base circle	基圓
Burner	火口	rolling circle	滾圓
(C)		Connecting rod	連接桿
Cylinder	筒	Cross head	「クロスヘッド」
Water cylinder	水筒	Chain	鏈
Steam cylinder	汽筒	Chain wheel	鏈車
Compensating cylinder	補整筒	Compact	簡潔
Cylinder wall	筒壁	Circuit	路線
Cylinder cover	筒蓋		

Cotton rope	木綿綱	Energy	勢力
Cut off	遮汽	Kinetic energy	動勢力
Contraction	收縮	Static energy	靜勢力
(D)		Efficiency	効率
Delivered quantity	繰出量	Mechanical efficiency	機械効率
Dirty water	汚水	Indicate efficiency	指示効率
Dipper dredger	拘揚浚渫機	Hydraulic efficiency	動水効率
Diaphragm	隔膜, 隔板	Efficiency of volume	容積效率
Displacer	置換裝置	(F)	
Duty	工程	Flange	突緣
(E)		Fly wheel	「ハブミ車」
Engine	發動機	(G)	
Steam engine	蒸汽機關	Gauge glass	驗水器
Gas engine	瓦斯機關	Gloove	凹溝
Hydro-gas engine	水力瓦斯機關	Guide	誘導體
Beam engine	天秤機關	Guide vane	導翼
Pumping engine	唧筒機關	(H)	
Eccentric	偏心	Handle	把手
Eccentricity	偏心距離	Hand wheel	手輪
Eccentric strap	偏心環	Head	水嵩
Eccentric sheave	偏心輪	Loss of head	損失水嵩
Eccentric rod	偏心桿	Heater	加熱器
Epicycloid	外擺線	Hemp rope	麻綱
Equi-angular spiral	等角螺旋	Horse power	馬力
Elbow	肘管	Theoretical horse power	理論上ノ馬力
Ejector	放射唧筒	Actual horse power	實際上ノ馬力
Exhaust steam	排汽	Hydraulic ram	水槌唧筒
Expansion	膨脹	Hypocycloid	內擺線
Expansion joint	伸縮自在接手		

(I)		Exhaust pipe	排汽管
Indicator	線圖	Delivery pipe	繰出管
Pump indicator	唧筒壓力圖	Suction pipe	吸込管
Indicated diagram	汽力圖	Over flow pipe	溢流管
Injector	注射器	Movable pipe	可動管
Idle wheel	惰車	Riveted pipe	綴釘管
Igniter	着火器	Pressure	壓力
(J)		Water pressure	水壓
Joint	接手	Over pressure	過壓
(L)		Terminal pressure	終壓力
Lift	升降機, 揚程	Initial pressure	始壓力
Delivery lift	押揚程	Pressure head	壓力水嵩
Suction lift	吸揚程	Pressure gauge	壓力計
Actual lift	實際ノ揚程	Pump	唧筒
Theoretical lift	理論上揚程	Air pump	空氣唧筒
Lever	桿	Air displacement pump	空氣排水唧筒
Leather	革	Air lift pump	空氣揚水唧筒
(M)		Automatic air pump	自働空氣唧筒
Moment	能率	Brine pump	鹹水唧筒
(N)		Belt driven pump	調車ニテ運轉スル唧筒
Nozzle	嘴管	Bucket pump	汲揚唧筒
(P)		Centrifugal pump	渦卷唧筒
Passage	通路	Compound direct acting steam pump	複式直働蒸汽唧筒
Packing	填隙	Condenser pump	凝汽器唧筒
Piston	唧子	Chain pump	鏈唧筒
Piston rod	唧子桿	Circulating pump	循環唧筒
Piston displacement	唧子排水容積		
Pipe	管		
• Steam pipe	蒸汽管		

Drum pump	鼓狀唧筒	半翅旋翼唧筒
Deep well pump	深井唧筒	Surface pump 地上唧筒
Direct acting pump	直働唧筒	Special pump 特種唧筒
Duplex pump	雙子唧筒	Singing pump 沈下唧筒
Double acting pump	複働唧筒	Screw pump 螺旋唧筒
Differential pump	差動唧筒	Single acting pump 單働唧筒
Electric pump	電力唧筒	Turbine pump 「タービン」唧筒
Force pump	押揚唧筒	Two throw pump 二組「クランク」唧筒
Feed pump	給水唧筒	Three throw pump 三組「クランク」唧筒
Geared pump	聯動唧筒	Vacuum pump 真空唧筒
Gas pump	瓦斯力唧筒	Vertical pump 豎置唧筒
Gas displacement pump	瓦斯排水唧筒	Variable delivery pump 變出量ノ變ル唧筒
Hydraulic power pump	水力唧筒	Variable delivery rotary pump 變出量ノ變ル廻旋唧筒
Hand pump	手働唧筒	Well pump 井戸唧筒
Horizontal pump	橫置唧筒	Water work pump 給水場唧筒
Injection pump	噴射唧筒	Wind pump 風力唧筒
Lift pump	汲揚唧筒	Punching 壓穿
Lift and force pump	汲押揚唧筒	Pulsometer 「ダルマ」唧筒
Mine pump	鑛山用唧筒	Portable 可搬性
Oil pump	給油唧筒	Plunger 「プランジャー」
Piston pump	唧子唧筒	
Plunger pump 「プランジャー」	唧筒	
Pressure pump	壓力唧筒	
Reciprocating pump	往復働唧筒	
Rotary pump	廻旋唧筒	
Steam pump	蒸汽唧筒	
Semi-rotary pump	半回旋唧筒	
Semi-rotary wing pump		

(S)	Delivery valve 線出弁
Spring 彈條	Disk valve 盤弁
Steam 蒸汽	Distributing valve 分配弁
Steam cushion 汽褥	Exhaust valve 排汽弁
Strainer 停塵器	Foot valve 底弁
Shearing 剪斷	Gate valve 遮斷弁
Stop 止メ	Inlet valve 入口弁
Spiral casing 螺旋室	Intercepting valve 遮斷弁
Stroke 行程	Lift valve 昇降弁
Stuffing box 填料匣	Multiple valve 多樣弁
Socket 高筭	Main valve 主弁
Shock 衝擊	Oscilating valve 擺動弁
Shaft 軸, 豎坑	Pot valve 壺弁
Stave 桶形	Piston valve 唧子弁
(T)	Relief valve 緩弁
Tappet arm 凸子臂	Reversing valve 反向弁
Tee pipe 丁字管	Suction valve 吸込弁
(U)	Stop valve 阻水弁, 阻汽弁
Underground 地下室	Sluice valve 水門弁
(V)	Scavenging valve 掃除弁
Vane 羽根	Single valve 單純弁
Velocity 速度	Throttle valve 節水弁
Valve 弁	Waste valve 冗水弁
Auxially valve 補助弁	Valve seat 弁座
Butterfly valve 蝶形弁	Valve lift 弁揚程
Clack valve 開弁	Valve box 弁函
Conical valve 圓錐弁	Valve chest 汽弁櫃
Check valve 逆弁	Valve travel 弁行程
Compound valve 複合弁	

(W)		Balancing weight	平衡重
Water tight	水密	Counter weight	對重
Water work	給水事業	Wire rope	鐵綱
Water raising machine	揚水機	Whirl pool chamber	渦室
Weight	重塊, 重さ	Work	仕事

度量衡比較表

尺 度 の 部

日 本	英 國	佛 國
1 寸	1.1931 吋	3.0303 センメートル
0.83818 寸	1 吋	2.5405 センメートル
0.3300 寸	0.39371 呎	1 センチメートル
1 尺	0.99421 呎	0.30303 メートル
1.0058 尺	1 呎	0.30479 メートル
3.3000 尺	3.2809 呎	1 メートル
1 間	1.9884 ヤード	1.8182 メートル
3.0175 尺	1 ヤード	0.91438 メートル
1 里	2.4403 哩	3.9273 キロメートル
0.40978 里	1 哩	1.6093 キロメートル
0.25463 里	0.62138 哩	1 キロメートル

面積の部

日 本	英 國	佛 國
1 平方寸	1.4234 平方吋	9.1827 平方センチメートル
0.70255 平方寸	1 平方吋	6.4514 平方センチメートル
0.10890 平方寸	0.15501 平方吋	1 平方センチメートル
1 平方尺	0.98846 平方呎	0.09183 平方メートル
1.0117 平方尺	1 平方呎	0.0929 平方メートル
10.890 平方尺	10.764 平方呎	1 平方メートル
1 坪	35.584 平方呎	3.3058 平方メートル
1 方里	5.9552 平方哩	15.423 平方キロメートル
0.16792 方里	1 平方哩	2.5899 平方キロメートル
0.064836 方里	0.38612 平方哩	1 平方キロメートル

立積の部

日 本	英 國	佛 國
1 立方寸	1.6982 立方吋	27.826 立方センチメートル
0.5887 立方寸	1 立方吋	16.386 立方センチメートル
0.035937 立方寸	0.061027 立方吋	1 立方センチメートル
1 立方尺	0.98274 立方呎	0.027826 立方メートル
1.0176 立方尺	1 立方呎	0.028315 立方メートル
35.937 立方尺	35.817 立方呎	1 立方メートル
1 立方尺 = 15.426 升 1 立方呎 = 6.22786 「ガロン」 1 石 = 6.4827 立方尺		

衡 量 の 部

日 本	英 國	佛 國
1 匁	0.13228 オンス	3.7500 グラム
7.5599 匁	1 オンス	28.350 グラム
0.2666 匁	0.035274 オンス	1 グラム
1 匁目	8.2673 ボンド	3.7500 キログラム
120.96 匁	1 ボンド	0.45359 キログラム
267.52 匁	2.2046 ボンド	1 キログラム
270.95 匁目	1 トン	1.0160 トン
266.67 匁目	0.98421 トン	1 トン

仕 事 の 部

1 馬力 = 746 ワット = 0.764 キロワット

1 キロワット = 1.34 馬力

大正七年七月廿壹日印刷
大正七年七月廿四日發行

版權所有

唧筒設計

定價金貳圓貳拾錢

著 者 民 野 好

東京市芝區白金台町一丁目八十三番地

發行者 關 口 證 二

東京市牛込區市谷加賀町一丁目十二番地

印刷者 中 田 福 三 郎

東京市牛込區市谷加賀町一丁目十二番地

印刷所 株式會社 秀英舍第一工場

發行所 東京市京橋區南鍋町一ノ二 機械工藝社
電話新橋三一八三番
振替口座東京一九二七五番東京市神田區表神保町三番地
東 京 堂
電話本局一二三番 二四八番

大賣捌所

東京市京橋區元數寄屋町三丁目
北 隆 館
電話(一四三九番
新橋)一七九六番東京市京橋區銀座三丁目
東 海 堂
電話京橋三四二一 三七九八番

193-216

野

一九三四年二月

9.1.9

365

117

事故本

欠ページ

P195~216

P269~278

複本あり

コピー補充

H2.11.5

終