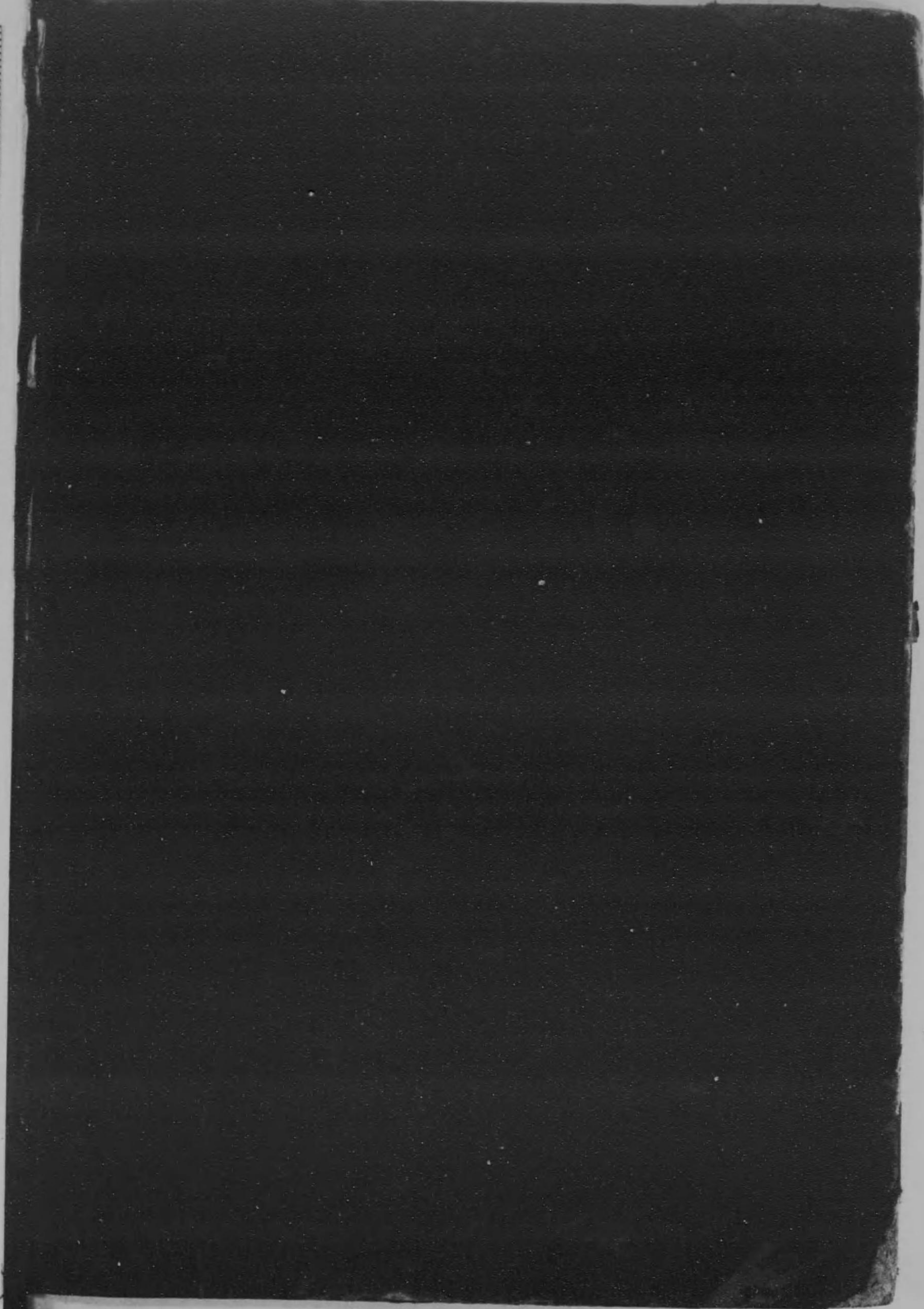




始



385
19

385-19



煤煙の豫防と
燃料節約法

工業講話會編

大正

8. 3. 8

内交

は し が き

石炭薪炭其他一切の燃料未曾有の騰貴に際し鐵道院に於ては火夫の「石炭のくべ方」「火のたき方」等の研究に依りて凡そ二十萬圓の石炭消費を節約し得たりと云ふ。斯の如きは苟くも動力及び熱力を要する工業家に適切共通の大問題たらずんば非ず。

本書は燃燒の原理を物理學及化學的に説明し燃料の經濟を計らんとするにあり。故に各國工場の實例を挙げ、又ストカーに關して説明をなせり。然れども此等は例として挙げたるものにして吾人の主要なる目的は完全なる燃燒法と燃料の經濟を計るにあり、乃ち編者帝國大學の熱機關に關する研究及び鐵道院の節約法を主となし加ふに編者直接監督工場に於ける實際的經驗を述べ以て此問題を痛感する鐵道會社は更なり一般工場及び浴場經營者と雖も一讀即時に應用して實現奏し得る方法を説明せり。尙黒煙は設計上の缺陷を示す、此缺

陥は一は設計者の燃焼の原理に関する智識の不充分なると他は工場主或は購買者の燃料仕入の不注意に依る者なり。

其の缺陷不注意を理論及多年の経験に基きて之れが豫防方法をも説明す、されど印行を了して具に内容を點檢せば猶ほ多少の遺憾なきに非ずと雖も這は追て訂正の機會あるべし、要は本書の研究が事實に於て燃料節約の幾分にてもし得せしめば満足とする所なり。

大正八年 如 月

編 者 識

第一編 總 說..... 1-45

第一章 燃 料..... 1-8

固形燃料.....無煙炭.....有煙炭.....褐炭.....コークス.....塵芥.....煉炭.....液狀燃料.....瓦斯燃料.....石炭.....石炭の分析.....石炭のケーキング.....無煙炭の分類.....石炭の市價.....石炭の發熱量.....石炭の貯藏容積.....石炭の自然發火.....完全なる燃焼と煙の豫防

第二章 汽 罐..... 9-19

汽罐の構造.....ボイラーの本體.....汽罐の効率.....汽罐の種類及び特長

第三章 燃焼装置及び方法.....20-34

手くべ.....通常手くべ爐.....オイル
フューエル.....

第四章 給 水.....35-45

給水の性質.....給水中の不純物.....炭酸鹽.....硫酸鹽.....不純物中を中和若くは除く方法.....化學的方法.....機械的方法.....加熱方法.....給水を以てすること.....フュードウォーターヒータ

第二編 煙の豫防と燃料の經濟..... 46-54

第一章 燃焼に関する化學原理.....46-54

チユーング公式……例題	
第二章 燃料を燃焼せしむる現今の方法 と其缺點	55-76
手くべ	
第三章 燃料を燃焼せしむる進歩せる方法	77-91
ステツプグレート……瓦斯ファイアリ ング……ダストファイリング……液体 燃料……通風……強制通風……誘導通 風	
第四章 完全なる燃焼に関する英獨米特許	92-161
英國特許……グリーン及びホーウエ式 ブリッチ……ミラー式ウォーターチ ューブボイラーの据付……ウォーターチ ューブボイラーのホルンスビーの据付 ……トムソン式改良ファーネース…… 獨逸特許……ボツク式グレート及びフ ァーネース……デュール式フォーネ ース……ベトゲル式自働供給グレート… …米國特許……ウヰルキンソンスト ーカー……	
第三編 燃料經濟的使用に對する 火夫の心得	105-122
第一章 一般火夫に對する注意	105-114
燃料使用に關する火夫の心得……	

第二章 鐵道火夫に對する注意	115-122
第四編 燃料試験法	123-161
第一章 石炭の分析	123-145
プロクシメートアナリシス……風乾し ……分析用の試験品を碎くこと、貯ふ ること……揮發物……水分……灰分… …固形炭素……硫黄……石炭中の硫黄 を測定するにはエシュカの方法……過 酸化ナトリウム溶融法……アルチメ ートアナリシス……燐……酸素……分 析を報告する方法……結果の精度…… 粘板岩及び硫化鐵	
第二章 液体燃料	146-153
試験品……發熱量……比重……水分… 浮解せる固體……揮發點	
第三章 瓦斯分析	154-157
アスピレーター	
第四章 工業瓦斯分析用器具	158-161
シユレグージンロランド器具… オルサツト器	
第五編 煙と通風	162-258
第一章 煙及其の分析	162-178
炭酸瓦斯の形成……石炭の水素成分に	

煙の及ぼす影響……酸化炭素及び不完全なる燃焼の生成物……空氣の體積と煙の體積……煙中の熱の損失……煙の分響の説明

第二章 煙の検査と燃焼方法の調整……179-192

煙を出さず經濟的に完全に燃焼せしむる三條件……煙の色及び外觀……煙の識別……通風と温度……煙の化學成分……アドスのレコーダー……アークトのエコノメーター

第三章 通風に関する計算と煙突の設計……193-219

自然通風……煙突の直徑……例……解……煙突の構造……人工通風……機械通風……誘導通風……強制通風……煙突の寸法……煙道内に於ける通氣損失……瓦斯通路が急に擴大せらるゝ爲に生ずる通氣……煙突計算の實例……

第四章 煤煙除去……220-233

第六編 石炭……234-259

第一章 石炭の購買……234-351

第二章 我國の石炭……252-259

第七編 結論及び補遺……260-269

-(目次終り)-

第一編 總說

第一章 燃料 (Fuel.)

燃料を大別すれば、固形燃料 (Solid Fuel) 液狀燃料 (Liquid Fuel) 瓦斯狀燃料 (Gaseous Fuel) となる、固形燃料とは石炭の如きもの液狀燃料とは石油の如きもの瓦斯燃料とは石炭瓦斯の如きもの之れなり、

又燃料は天然燃料 (Natural Fuel) 精製燃料 (Prepared Fuel) とに分くるを得、石炭の如きは前者に屬し、石油及び煉炭 ((Briquette) の如きは後者に屬す、煉炭とは石炭を粉狀にして、之を煉瓦狀に作り上げたる物なり、

固形燃料 (Solid Fuel) は石炭、鋸屑及びコークスチャーコール、藁砂糖黍の絞りがす都會にて生じたる塵芥等なり、

石炭は炭水化物 ($C_m H_n$) を含む、之は熱せらるゝ時は蒸發す、石炭の分類は此炭水化物の多少に依る、

石炭の種類	揮發物 炭素の全量 %
無烟炭 (Anthracite)	4以下

準無煙炭 (Semi anthracite)	4乃至8
準有煙炭 (Semi bituminous coal)	10乃至15
有煙炭 (Bituminous coal)	22乃至44
褐炭 (Lignite)	27以上

無煙炭 (Anthracite) は焰無しにて燃焼す。發熱量大なれども熱に會ふときは細く割れて爐の網の目より落つる缺點あり。又發火し難き故ボイラーに使用するには不適當なり。

有煙炭 (Bituminous coal) は普通に所謂石炭と稱するものなり。

褐炭 (Lignite) は掘り立てのものは50%位の水を含有することあり、良好なる石炭の1/2位より熱を出さず。

木材及び鋸屑の切りてより空氣中にて乾燥したるものは水分20乃至25%炭素50%を含有す。木材の2磅1は約1磅の石炭と等しき發熱量を有す。

コークス (Cokes) はボイラーに用ふるに殆どなし。

塵芥 (Municipal Refuse) は燃焼し難し、燃焼し易くすることに於て多大の困難あり。乾燥し難きが故なり。

煉炭 (Briquettes) 多種の石炭の粉になりたるものを

煉瓦狀に固めたるものにして燃焼す。之を保存するには場所を要すること小なり。23%乃至27%の容積の經濟となる。故に海軍等に於て重せらる。

液狀燃料 (Liquid Fuel) とは精製せる石油及び精製せざる石油等にして水素を含める割合多し。品質良好なる石炭に比し3割位多くの熱量を發成す。火の強さを加減すること容易にしてアッシ (ash) 尠く火夫の人数尠くて足る等の長所あり。されど火事を惹起する虞れあり。又蒸發し易く而して最大の弱點は産出量の少なることなり。

瓦斯燃料 (Gaseous Fuel) ボイラーに使用するより寧ろオイルエンジン若くはガスエンジンに使用する方經濟なり。

石炭 (Coal) 石炭の成分は水素(H)硫黄(S)酸素(O)窒素(N)炭素(C)水分アッシ(ash)等なり。此中炭素水素酸素は種々なる組合せにて含有せらる。水分(moisture)は華氏 220° 近くに於て石炭を粉にして熱する時は蒸發す。又水分以外の揮發物も其際揮發す。かゝるものを取り去りたる残りをドライコール (Dry Coal) と

云ふ、石炭中に含まれたる揮發物はドライコールを更に有蓋焔壺の中に入れて熱することに依りて取り除くを得、その後に残りたるものより更にアツシを取り除きたるものをフィクストカーボン (Fixed Carbon) と云ふ、燃燒物質 (Combustible Substance) とは石炭より水分とアツシとを取り除きたるもの即ち揮發物 (Volatile Matter) とフィクストカーボンとを集めたるものを云ふ。

石炭の分析 (Coal Analysis) 石炭の分析方法は二通りあり、アルチメート分析 (Ultimate Analysis) 及び工業分析 (Technical Analysis) 之れなり、

(a.) アルチメートアナリシス (Ultimate Analysis) とは炭素 (C) 水素 (H) 酸素 (O) 窒素 (N) 硫黄 (S) 等の元素まで分析する方法にしてアツシ (ash) はアツシとして分析す、時にはアツシも元素まで分析する事あり、

(b.) 工業分析 (Technical Analysis) に於ては石炭を水分と灰分とに分く、試験品を撰擇するには石炭を碎き混合してそれを方々より集めてなさざるべからず、石炭中に混せる泥小石等も共に分析すべきなり、

石炭のケーキング (Caking Property of Coal).

ケーキングとは石炭をつめたる時密着する性質なり、ノンケーキング (Noncaking) とは固まらざるものなり、固ならんとする際に固まらずして體積膨脹するものあり、かゝるものにてコークス (Cokes) を造ると脆し膨脹せざるものは固くなる、製鐵所等にて用ふるは固きコークスなり、粉炭に於ては燃えざる中に落つケーキングコール (Caking Coal) の缺點は固まると燃えが悪くなることなり、ノンケーキングコールとの成分の相違は學說判明せず、揮發物が多過ぎても尠過ぎてもノンケーキングになる、

石炭は粒の揃ふ程値段高し、泥等の混入せるものは悪し、山より掘出したる石炭を切込炭 (Run of Mixture) と云ふ、分類は炭山に依りて異れども我邦にては通常次の如くなり、

石炭の種類	スロバススペースの距離 (thru bar space)	バススペースの距離 (bass space)
大塊炭 (Lump)	—	1 ¼ 吋
小塊炭 (Nut)	1 ¼ 吋	¾ 吋
粉炭 (Slack)	¾ 吋	—

無炭煙の分類はブローカー (Broker) エッグ (Egg) ビー (bea) バックホキート (Back wheat) 等なり、

石炭の市價 (Commercial value of Coal).

石炭の市價は水分灰分硫黄等の多少密着物の成否、石炭の大きさ等に依る。灰分の少きものよきは論を待たず、灰分多きときは之を捨つるに窮す。又運搬するに際して灰分にも運賃を拂ふことゝなる。又灰分多きときは燃え難くなる故煙突を高くせざるべからず。

硫黄は多少熱を出すと雖も燃えたる物水に遭ふときは酸となりて汽罐を腐蝕せしむ。又硫黄を多量に含める石炭のアツシは可燃性にして飴の如く固くなる。之がグレート (grave) に附きて空氣の流通を悪くす。

石炭の發熱量

石炭の發熱量は1磅に付き10000乃至15000 B. T. U. にして燃焼物中のフィックストカーボン (fixed carbon) 80% なるとき最大なり。

石炭の貯藏容積 (Stowage capacity of Coal).

石炭は水よりも二三倍重し。石炭の貯藏容積は一噸に付き凡そ4立方呎なり。石炭庫は雨曝しになれる

所あれど雨に當てぬ様屋根を布くこともあり、

石炭は古くなるときは發熱量小となる。恐らく揮發物が逃げ行くこと及び酸素を自然に吸収するに依るものならん。

石炭の自然發火 (Spontaneous Ignition of Coal).

或種の石炭は自然發火をなす。故に石炭庫の構造を工夫せざるべからず。自然發火の原因は學說判明せず故に豫防方法もなし。或説は石炭中にあるアイアンパイライト (Iron Pyrite) が水分を吸ふとき熱を出すものなりと主張す。

完全なる燃焼と煙の豫防 (Complete Combustion and Smoke Prevention).

石炭燃焼して炭酸瓦斯 (CO_2) になるときは燃焼して酸化炭素 (CO) になるときの約三倍の熱量を出すものなり。故に空氣を充分に送りて完全なる燃焼をなさしむるときは三倍以上の燃料の經濟となる。通常石炭のくべ方はフューエルベッド (Fuel Bed) の上々とくべるべし。故に炭素が下の層にて完全なる燃焼をなして炭酸瓦斯となりても燃料の層を通過する際炭素に逢ひ

て酸素化炭 (CO) となり、炭酸瓦斯になる際出したる熱量の $\frac{1}{2}$ を吸収す。従て炭素の燃焼に依る發熱は差し引き炭素が燃焼して炭酸瓦斯になる際の發熱の $\frac{1}{2}$ となるが故に石炭の $\frac{1}{2}$ を空費したると同一の結果になる、故に燃焼の際には空氣の量を充分に送るを要す、必要なる空氣の二倍位送らざるべからず、無烟炭及びコークスも多少の焰を出す、炭素が不完全なる燃焼をなして酸化炭素 (CO) になり、之が燃ゆる $\frac{1}{2}$ き 焰出づ、華氏 1100° 乃至 1200° 度に於て先づ水素が燃え、炭素が遊離の状態になる、此時充分なる温度と空氣無き時は遊離炭素が粉末となり、又煤 (Soot) となる之が煙なり、故に煙を無くさしむるには充分なる空氣と温度とが必要なり、煙の出づるは炭素が逃て行くことにして不完全なる燃焼を證明するものなり、又近隣に迷惑を及ぼし火災の基になること多し、

第二章 汽 罐 (Boiler.)

汽罐は燃料中に含有せる勢力を他の種類の勢力に變ずる装置なり、燃料に含まれたる熱量全部を他の種類の勢力に變ずることは不可能なり、依て變ずる装置なる汽罐の良否は燃料經濟に對して至大の關係あり、

汽罐は金屬壁にて成り燃料の燃焼に依りて生じたる熱を内部の水に與へて蒸氣とし機關等に之を供給す、

汽罐の構造 (Construction of Boiler).

片側が水に接して他方が水に接せる部分をヒーティングサーフェス (Heating Surface) と云ふ、水の占有せる空間をウォータースペース (Water space) スチームの存在せる部分をスチームスペース (Steam Space) と稱す、金屬壁外部の燃料を焚く場所をファーネース (Furnace) と云ふ、ファーネースは火の燃ゆる所とアツシ (ash) の落つる所との此二部より成る、アツシの落つる所をアツシピット (Ash Pit) と云ふ、ファーネースとアツシピットとの境になる所々ファイヤグレート (Fire grate) ありて其上に石炭をくべるファーネースにて生じたる瓦斯

の進路をフリユー (Flue) と云ふフリユーは時に依り其傳熱面を増す爲めに細き道に分く、之をスモークチューブ (Smoke Tube) と云ふ、スモークチューブの先きにスモークボックス (Smoke Box) なる室あり、

ボイラーの本體 (Boiler Proper).

スチームスペースと水との境の面ウォーターレベル (water level) 廣からざるときは水泡飛び上りてスチームの性質を低くす、スチームスペースは大にして蒸氣の急の求めに應じ得る様にせざるべからず、頂上の處に瘤状のものありて此處より蒸氣を取る、之をスチームドーム (Steam Dome) と云ふ、

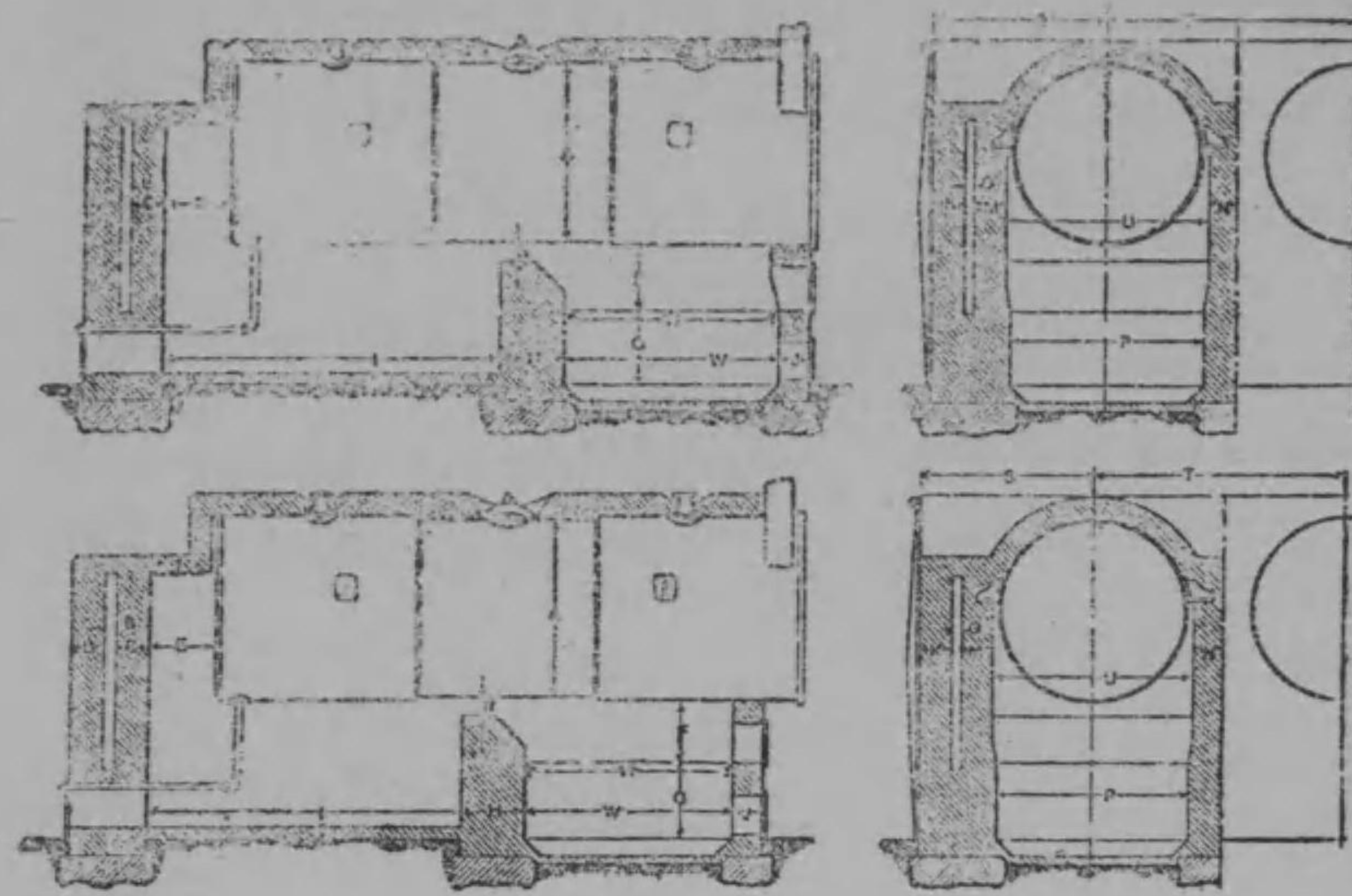
汽罐には又安全弁 (Safety Valve) 水準計 (Water level) 等附しあり、

汽罐の効率 Efficiency of Boiler は $\frac{\text{傳熱面}}{\text{燃焼面}}$ の比に依る、この比等しければ何れの汽罐にても効率は略同じ事なり、

汽罐の種類及び特長、

(1) コルニツシボイラー (Cornish Boiler).

最も古き罐にしてボイラーの標準となるべきものな



第一圖 マルチチューブボイラーの圖

り、特長とする所は、構造簡單にして耐久力強く、修繕を要すること少く取扱容易にして水の分量及び蒸氣の容量大にして蒸氣の不規則なる供給に應ずるを得、

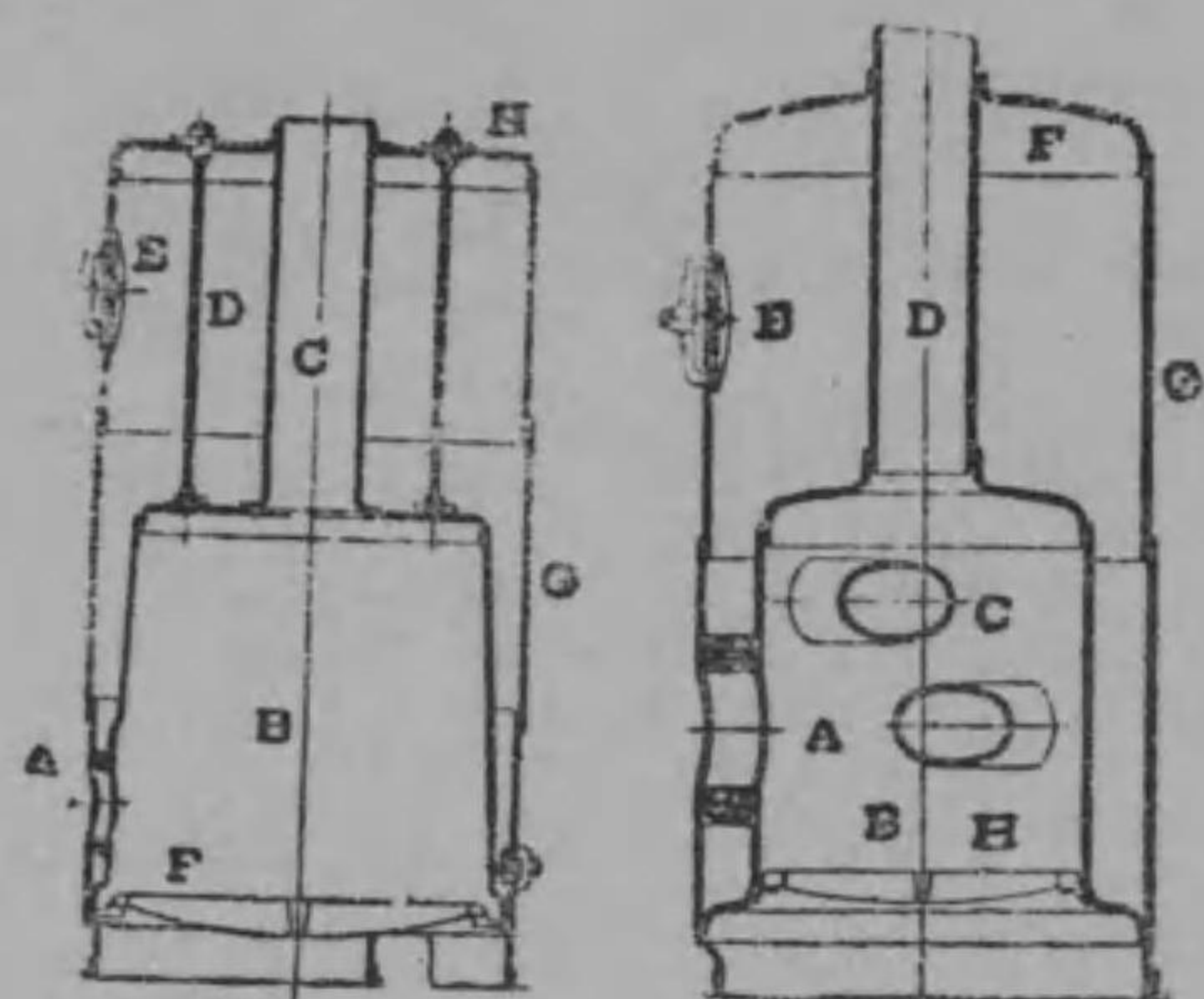
(2) ランカシャイヤボイラー (Lancashire Boiler).

コルニツシボイラーに似たるものにて同様な特長を有す、

(3) マルチチューブボイラー (Multitubular Boiler).

傳熱面を増す爲めにスモークチューブを水平垂直に

排列せり。特長は構造簡單にして狭き所に大なる傳熱面を設け得、ランカシャイヤ、コルニツシにてはボイラ



第二圖パーチカルボイラーの圖その一

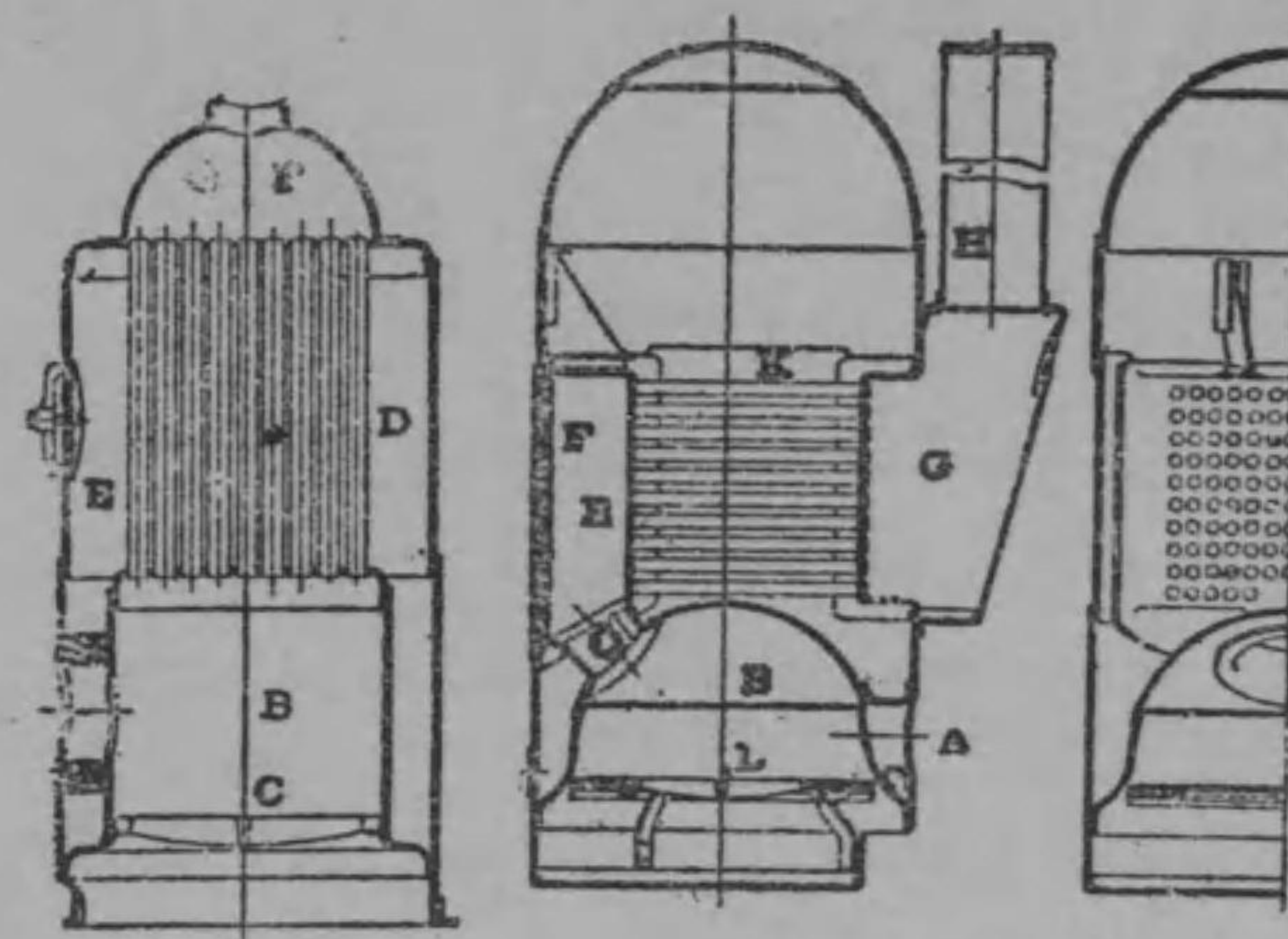
一の内部にて火を焚くに對し之は外部にて火を焼く故に燃燒面を大にするを得、故に鋸屑等の發熱量小なるものを使用しても蒸發力大となる。又効果も善し、ランカシャイヤ、コルニツシにては厚さ厚けれど之は薄くしても左程弱くならず。値段安し。

缺點は水質悪き所にては罐石を生ずるにあり、故にかゝる所にては此ボイラーを使用せざる方よし。

(1)パーチカルボイラー(Vertical Boiler).

垂直に据付く特長は構造簡單にして据付け工事を要

せず、多くは小形のボイラーにして傳熱面が燃燒面に比較して小なり、故に効率宜しからず、小規模の一時的工事等に於て使用するに適し、運搬し易し。

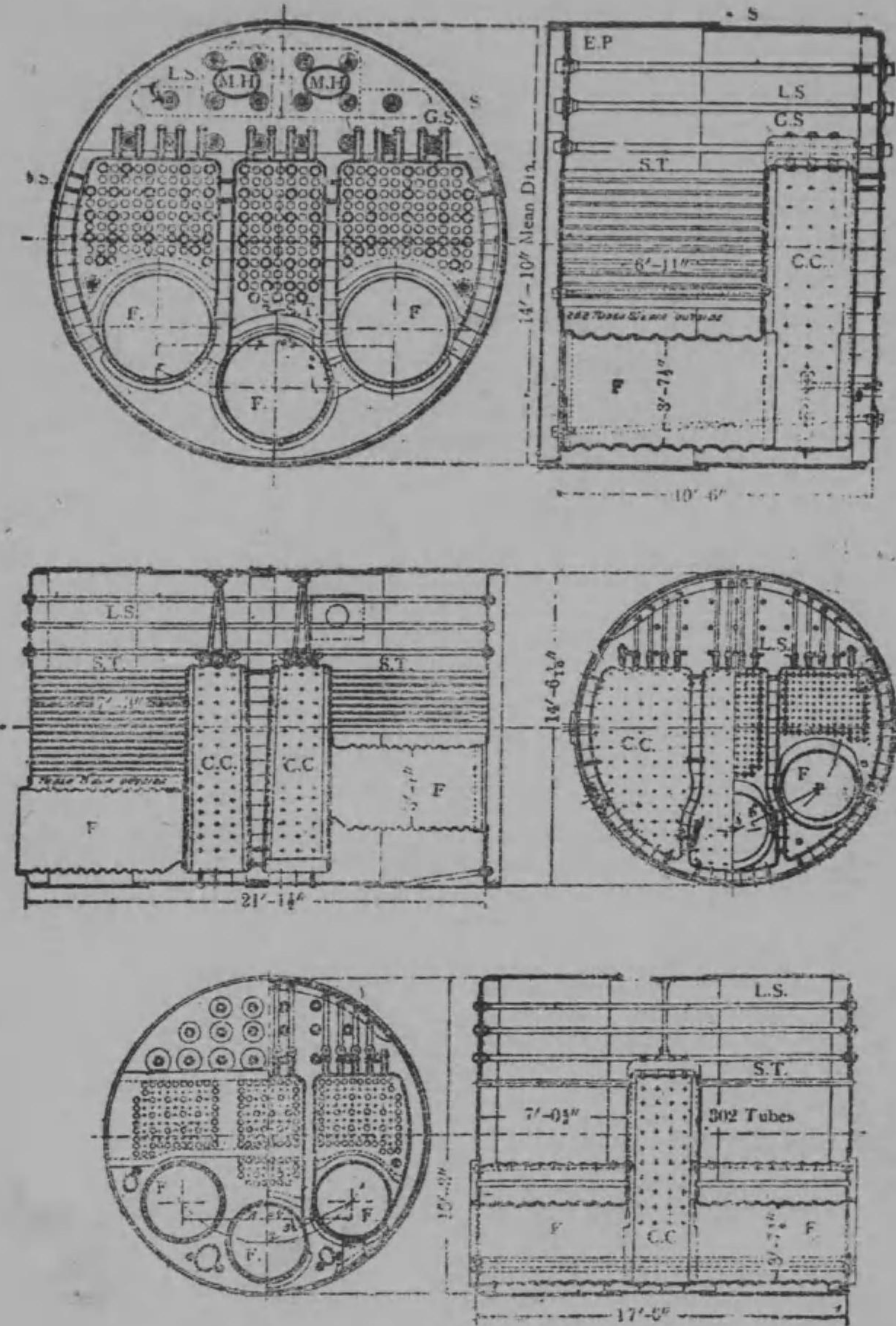


第二圖パーチカルボイラーの圖その二

(5)船用レターンチューブボイラー (Marine Return Tube Boiler). 現今商船には殆ど之のみを使用す、スモークチューブは水平垂直に基盤用に期到せり。

(6)ロコモチブボイラー(Locomotive Boiler).

鐵橋墜置等をくゝる故大さ制限せらる、而て大なる蒸發力を要す、其爲めには多量の石炭を焚きて傳熱面を大にすればよし、傳熱面を大にする爲めスモークチューブを水平垂直にせずして葛折りに設けありチュー



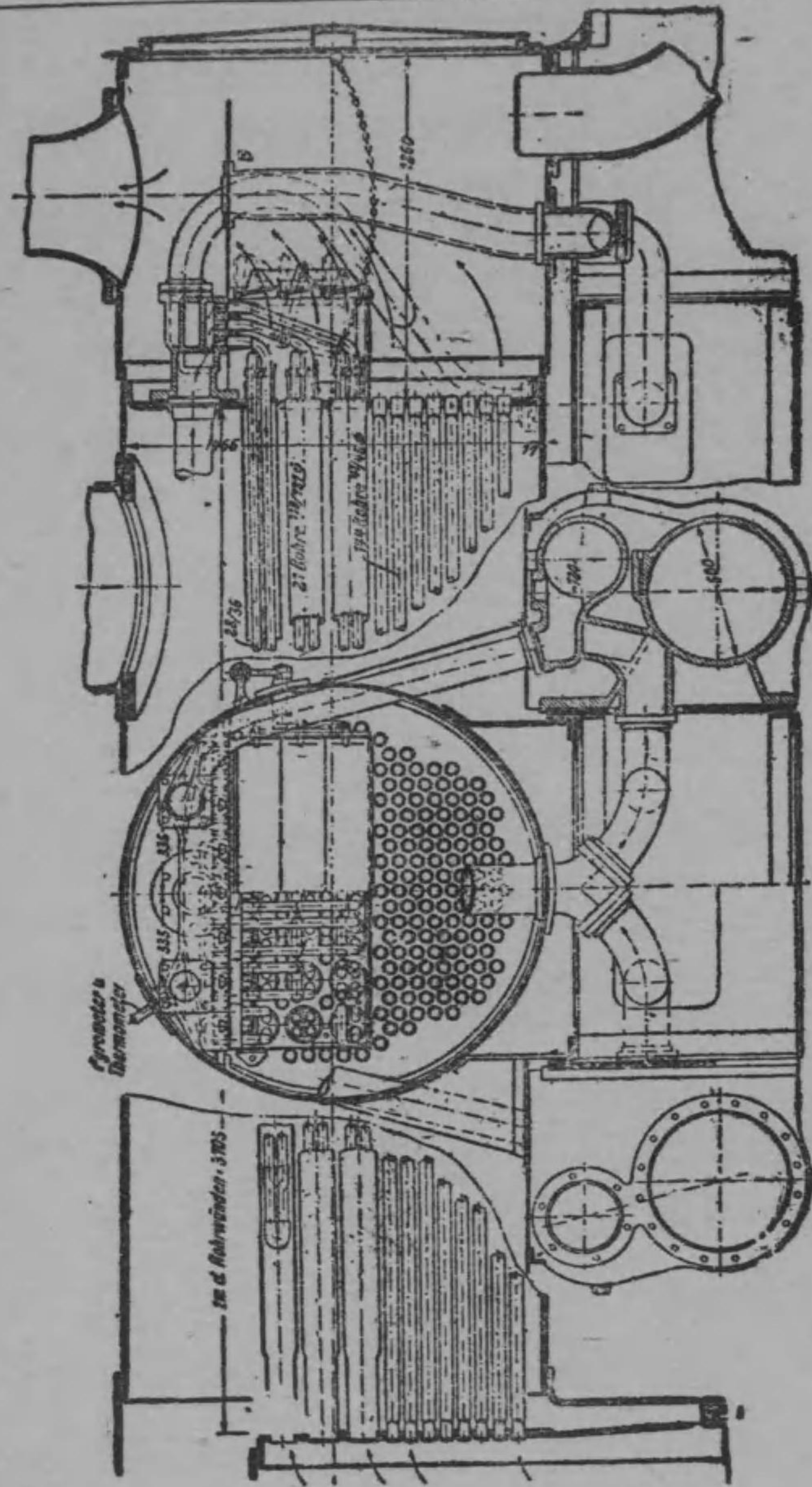
第三圖船用レターンチューブボイラーの圖

ブは眞鍮若は鋼を用ふ、石炭を多量に焚かんとするに
 燃燒面を大にすべき場所無く、従て狭き所にて多量に
 焚かざるべからず、然も煙突を高くすること能はず、
 故に不用なる瓦斯をBなる筒口 (nozzle) より吹き出さ
 しめ通風力大になりて燃燒力大になる、されど煙突の
 先きより火の子の飛ぶ虞れある故にスモークボックス
 にスパークアレスチーを附す。

(7) ウォーターチューブボイラー (Water Tube
 Boiler).

長所は1. 内部の水量小なる故焚き出してより蒸氣を
 得る迄の時間短し、故に不意の蒸氣の必要に應ずるを得
 2. チューブ細き故高壓に堪ゆ、3. 蒸發に對し重量場
 所等小なり、4. 水の循環確實なり、5. 構造上不等の膨
 脹をなしても無理起らず、6. 爆發しても熱の勢力小な
 るが故に危険小範圍なり、7. 小片を組立て、作る故ほ
 ごせば運搬に便利にして狭き入口を通じて入るを得、
 8. 修繕簡單なり、

缺點は、1 構造複雑にして水の分量尠く蒸發過しき
 故給水を送る注意を缺くときはボイラー中の水面直に



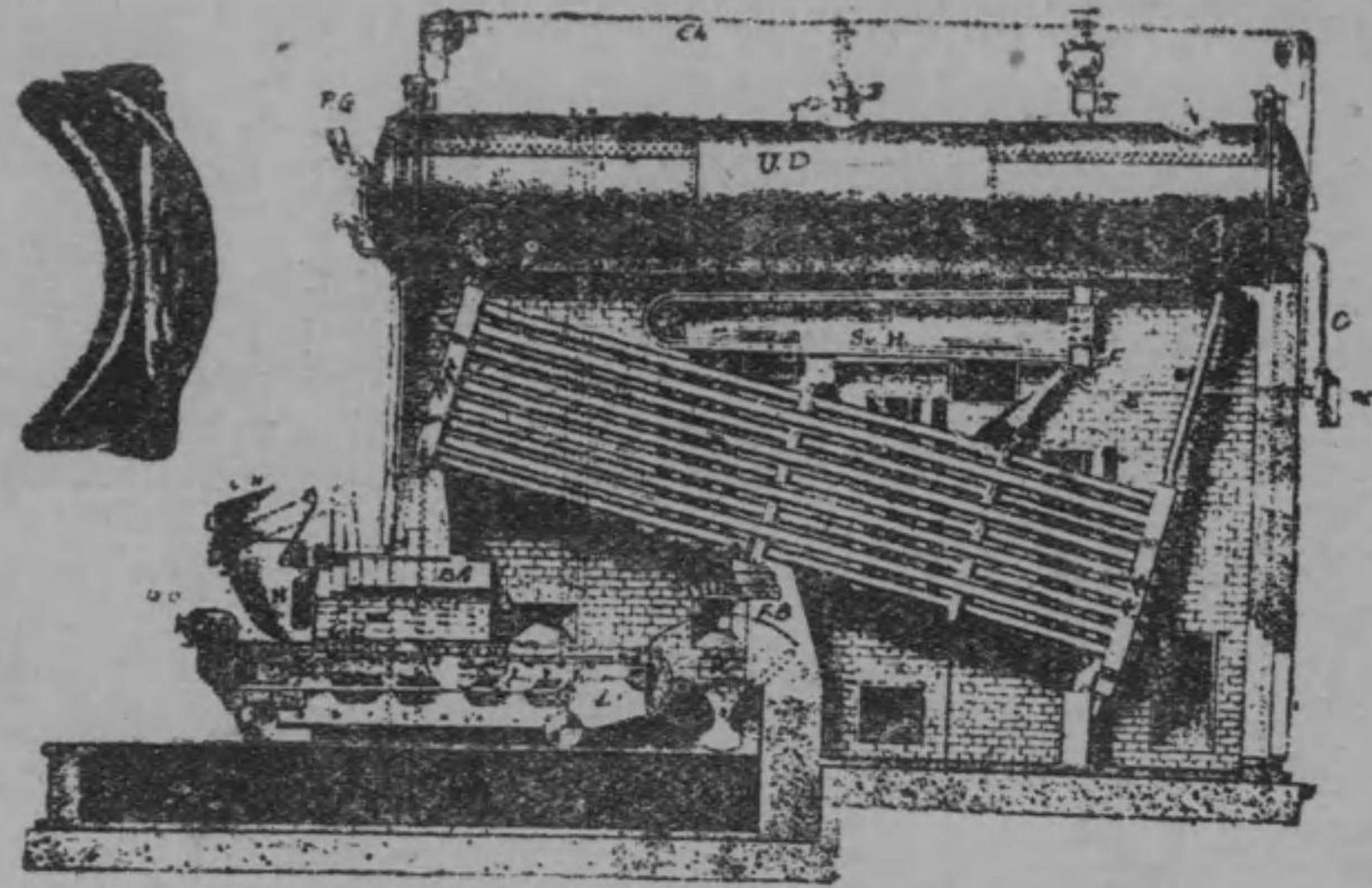
第四圖 海ネウオーターボイラー

變化す、2 傳熱面は水面より低き處にあり、故に水面下降するときは傳熱面露出して過熱さるゝ憂あり、3 チョイントの數多く、故に破損し易し、4 蒸發激しき故泡立ち易し、5 修繕を要する度數多し、

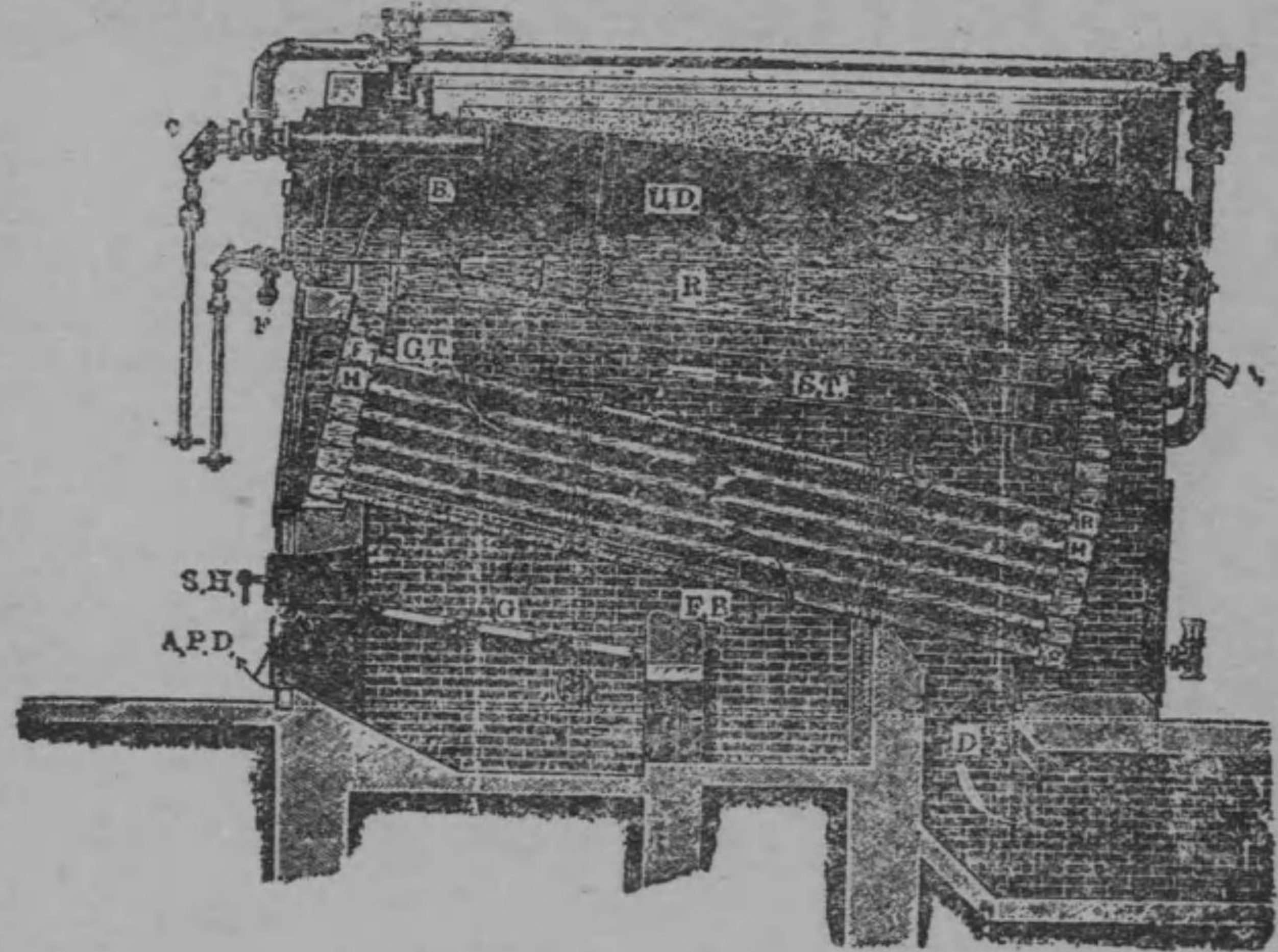
長所の 1.2 は殊に重要にして單艦電燈會社等に廣く用ひらる、又壓力高き程効率よし、

此種のボイラーの主要なるものは

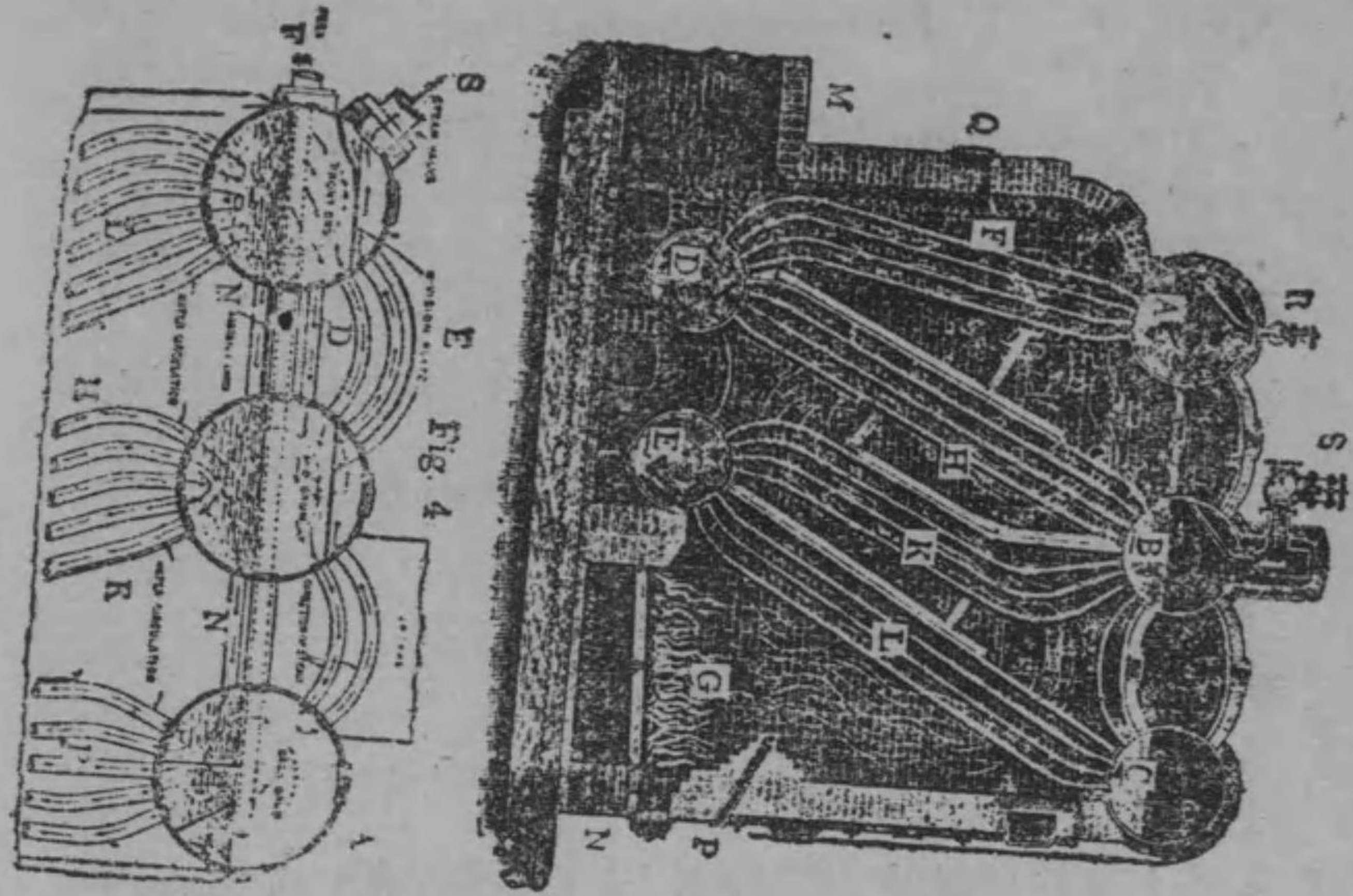
- a. バブコック & ウイルコックボイラー (Babcock & Wilcock boiler).
 - b. ハイネウオーターチューブボイラー (Heine Water tube Boiler)
 - c. スターチングボイラー
- 等なり、



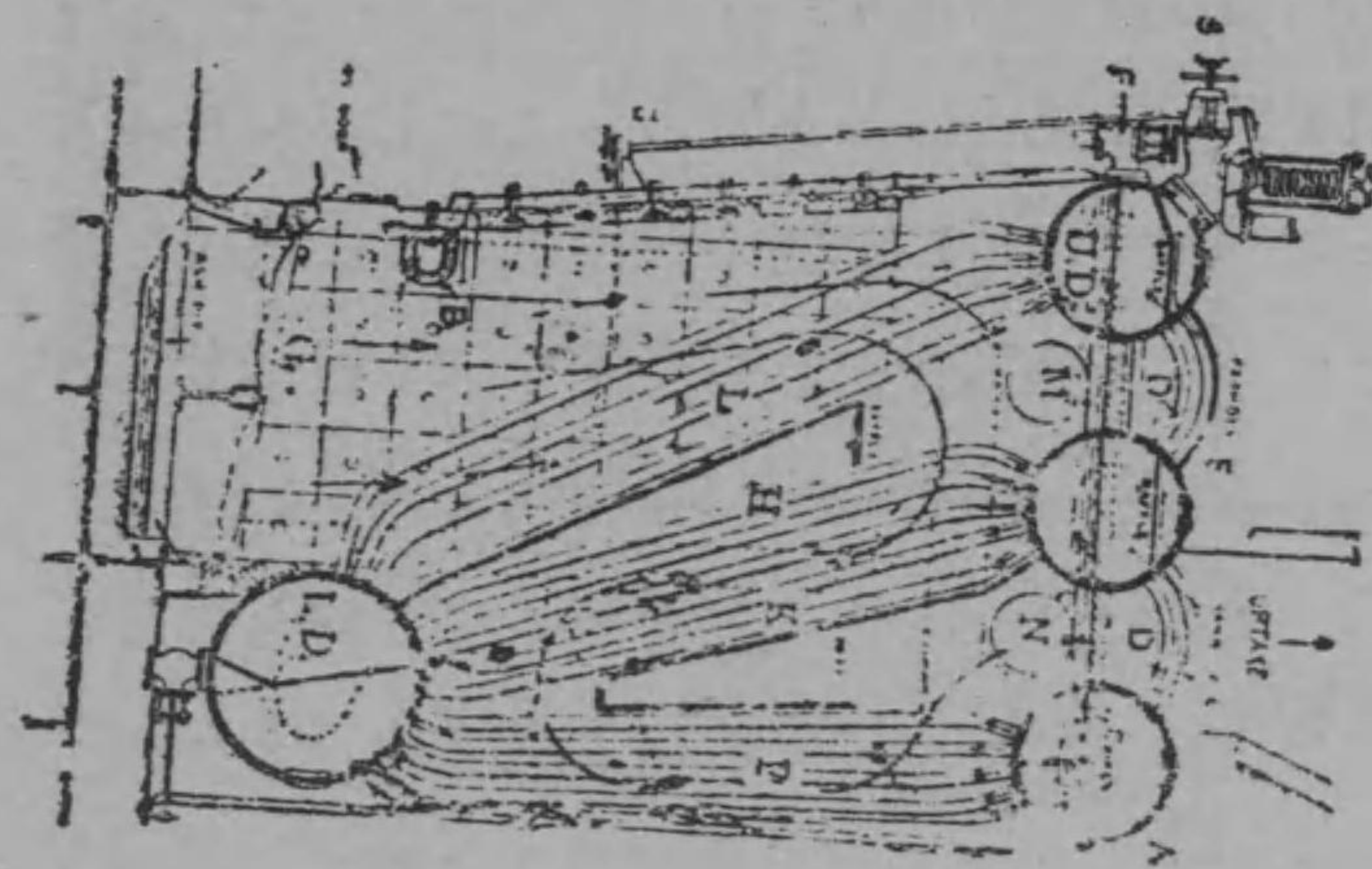
第五圖 バブコックミウイルコックボイラーの圖



第六圖 ハイネボイラーの圖



第七圖 スターリングボイラーの圖



第三章 燃燒装置及び方法 (Appartus and Method of Firing.)

ファーンエースはボイラーの石炭を燃燒せしむる部分にして、之に石炭をくべる方法より 1. 手くべ爐 (Hand fired furnace) 2. 機械くべ爐 (Mechanical fired furnace) の別あり、

手くべ (Hand Firing).

汽罐の効率よりも火夫の熟練如何の方が大切なり、手にてくべるは熟練不熟練あり、又熟練者にててもくべるのが間斷的なり、新にくべる時は揮發物が一時に出でて煙出で燃燒不完全になり勝ちなり、くべる時ファイアドア (Fire Door) を開く故冷風入る、機械を用ふるときはかゝる缺點無し、石炭をくべる機械をメカニカルストーカー (mechanical stoker) と云ふ、メカニカルストーカーはされど直に具合悪くなり勝ちにして之を備へ付けおきて手にてくべ居る處も往々あり、

手にてくべる方法は別して三通りなり、

1. スプレッドファイアリング (Spread firing)

ファーンエースの全體にばら撒く方法にして無煙炭に對して此方法を用ふ、

2. アルターネートファイアリング (Alternate firing).

グレートエリアの半分宛に代る代るくべる方法にして半分より揮發物が出でて半分が高熱なる故完全なる燃燒をなす利益あり、スポットファイアリング (Spot firing) チェツカーファイアリング等も同一の原理に依るものなり、

3. コーキングファイアリング (Coking firing).

新しき石炭をグレートの入口のデッドプレート (dead plate) の上に置いて揮發物が出て完全に燃燒したる後にフィックスドカーボン (fixed carbon) を押し込む方法なり、考はよけれどレートオブコンバステーション (rate of combustion) を高くすること能はざる故餘り用ひず、

通常手くべ爐 (Ordinary Hand Fired Furnace).

A はファイアドア (fire door).

B はグレートバー (grate Bar).

C はリニアプレート (Linear Plate).

D はデッドプレート (Dead Plate).

Eはウィケット(Wicket).

Fはファイアブリッジ(Fire Bridge).

Gはアッシュピットドア(Ash Pit Door).

AとEとの穴があへば空気はファイヤグレートより上に入る、穴が喰ひ違へば入らざる様になる故に煙の出方を見て穴の加減をなす、アッシュピットよりファイヤブリッジに空気を持ち行き其處より出す仕掛けにせるものもありCなるプレートはファーネースの温度がファイヤドアに直接に付かざる様にする爲め又ウィケットより入れる空気が細流になりて入る様にす、ヤブリッジはグレートの内より灰が落ちざる様にしファイヤフレーム (flame) が上向きに出づる様にす、又風がグレートに沿ひて流れざる様にす、

ファイヤグレートは奥の方を下げて傾斜を附く、インターナリーファイアド (Internally fired) に於てはグレートは手前にては廣く、奥にては狭し、グレートの高さは18吋乃至24吋位の高さにして奥行きは6呎を超えざる様にすべし、手にくべ難くなる故なり、ファイヤグレートよりボイラーの最も近き部分迄はフレー

ムの長さよりは長くせざるべからず、但し無煙炭を使用する場合には傍に置くも可なり、長さを増す爲めにハイネボイラーにては仕切りあり、グレートの上に耐火煉瓦の仕切りあり、スターリングボイラーに於ては反射する熱にて完全なる燃焼をなす、

又フレーム特に長きときはダッチオーブン (Dutch Oven) を用ふるとよし、之はファーネースをボイラーより飛び出さしめたるものにして天井よりの反射熱にて完全なる燃焼をなす、

煙を防ぐ爲めにダウンドラフト (Down Draft) を用ふることあり、之はファイヤグレートがA Bなる管にて成りAはウォーターチューブになりて一本一本の間廣し、先づAに石炭をくべればチューブとチューブとの間廣き故燃えきらざる中にBに落つ、Bにて更に燃え風が上より下に入る、長所はAより出でたる揮發物がBの熱にて完全に燃焼す、又普通は下にて炭酸瓦斯 (CO_2) になりても上にて酸化炭素 (CO) になる虞れあり、然るに之に於ては上にて酸化炭素 (CO) が生成したりとするも下にて炭酸瓦斯 (CO_2) になる、

アツシピットドーア G は無きことあり、あきを加減す。

グレート (Grate) には三通りあり、1. ステーションナリーグレート (Stationary Grate) 2. シエーキンググレート (shaking grate) 3. トラベリンググレート (Travelling Grate) 之れなり、

1. ステーションナリーグレート (Stationary Grate)

ステーションナリーグレートは石炭を與ふると同時にグレートバーの隙間にて空氣を上によりアツシを落す鑄物にて作る、ホワイトピッグ (White Pig) にて作りたるものは高熱に堪ゆ、海軍等大切なる所にて鍛鐵にて造ればよし、曲りて悪くなる故豫備品を買ひ置くこと必要なり、グレートバーは三尺前後に造る、灰クリンカー (clinker) 等が溜り風がよく通る所と通らぬ所と出來て悪くなる、隙間はグレート面積の三割乃至五割にす、隙間は石炭の種類に對して變ず、固き石炭に對しては隙間を小にし柔き石炭に對しては隙間を大にす、概して總面積減せざれば隙間は小なる方よし。

グレートバーの隙間及び厚さ

燃料の大きさ及び種類	隙間	厚さ
無煙炭 (Anthracite).	$\frac{1}{2}$ 吋	$\frac{1}{4}$ 吋
アンスラサイトバツクホキール (Anthracite buckwheel)	$\frac{3}{8}$ 吋	$\frac{3}{8}$ 吋
ビー或は小塊炭 (Pea or Nut).	$\frac{1}{2}$ 吋	$\frac{3}{8}$ 吋
ストーブ (Stove).	$\frac{5}{8}$ 吋	$\frac{1}{2}$ 吋
エッグ (Egg)	$\frac{3}{4}$ 吋	$\frac{1}{2}$ 吋
ブローカー (Broker)	$\frac{7}{8}$ 吋	$\frac{1}{2}$ 吋
大塊炭 (Lump)	1 吋	$\frac{1}{2}$ 吋
黒炭 (Bituminous Coal)	$\frac{5}{8}$ 吋	$\frac{3}{4}$ 吋
木片 (Wood)	$\frac{3}{4}$ 吋	$\frac{3}{4}$ 吋
鋸屑 (Saw dust)	$\frac{1}{4}$ 吋	$\frac{3}{4}$ 吋

2. シエーキンググレート (Shaking Grate).

波を打たすれば風通しよくなりて燃えがよくなる、全體のグレートエリアを二分し半分を固定し残りの半分を動かす、柄を動かせば揺れる、櫛目より空氣出づ、

3. トラベリンググレート (Travelling Grate).

グレートが動きて燃料を運ぶ。

メカニカルストーカー(Mechanical Stoker).

メカニカルストーカーの長所は揮發瓦斯一様に發生して間斷的にあらず、一層効率よき燃焼をなす、されどストーカーは自身にて石炭をくべる故火夫が注意を怠る。尙ほ長所を列擧すれば次の如し、1. 連續的に火をくべて平等なること、2. 揮發物の分布宜しきこと、3. 汽罐室の火夫3割乃至1割を節約すること、4. 火夫の勞力を省き且つ火夫が熱に曝されざる様になる、5. 經濟がよくなる、6. 人間の熟不熟を除くを得、7. 悪き石炭を用ふるも充分に煙を豫防するを得、8. 燃焼の割合(Rate of combustion)を高むるを得。

メカニカルストーカーの缺點は 1. 之を設備するに費用を要す、2. 修繕に費用を要す、3. 運轉に動力を要す、4. 煩雜なり、5. 多くは燃料供給平等なる故蒸氣の急の需要に應ずる能はず、6. 燃料をグレートエリアの全體に平等に分布する能はず、7. 時に依ると燃えざる石炭がアツシ(ash)と共にすたる、8. 或形にては空氣を送る爲めに蒸氣を使ふ。

ストーカーを使ふ時にはコールコンベヤー (Coal

conveyer) を使ふ、之は石炭庫より自動的に石炭を運び來る装置なり、手くべにては火夫一人に付き一時間に千封度乃至二千封度くべる、然るにストーカーを使ふときは一人にて八千封度乃至二萬封度の石炭を扱ふを得。

ストーカーの種類は

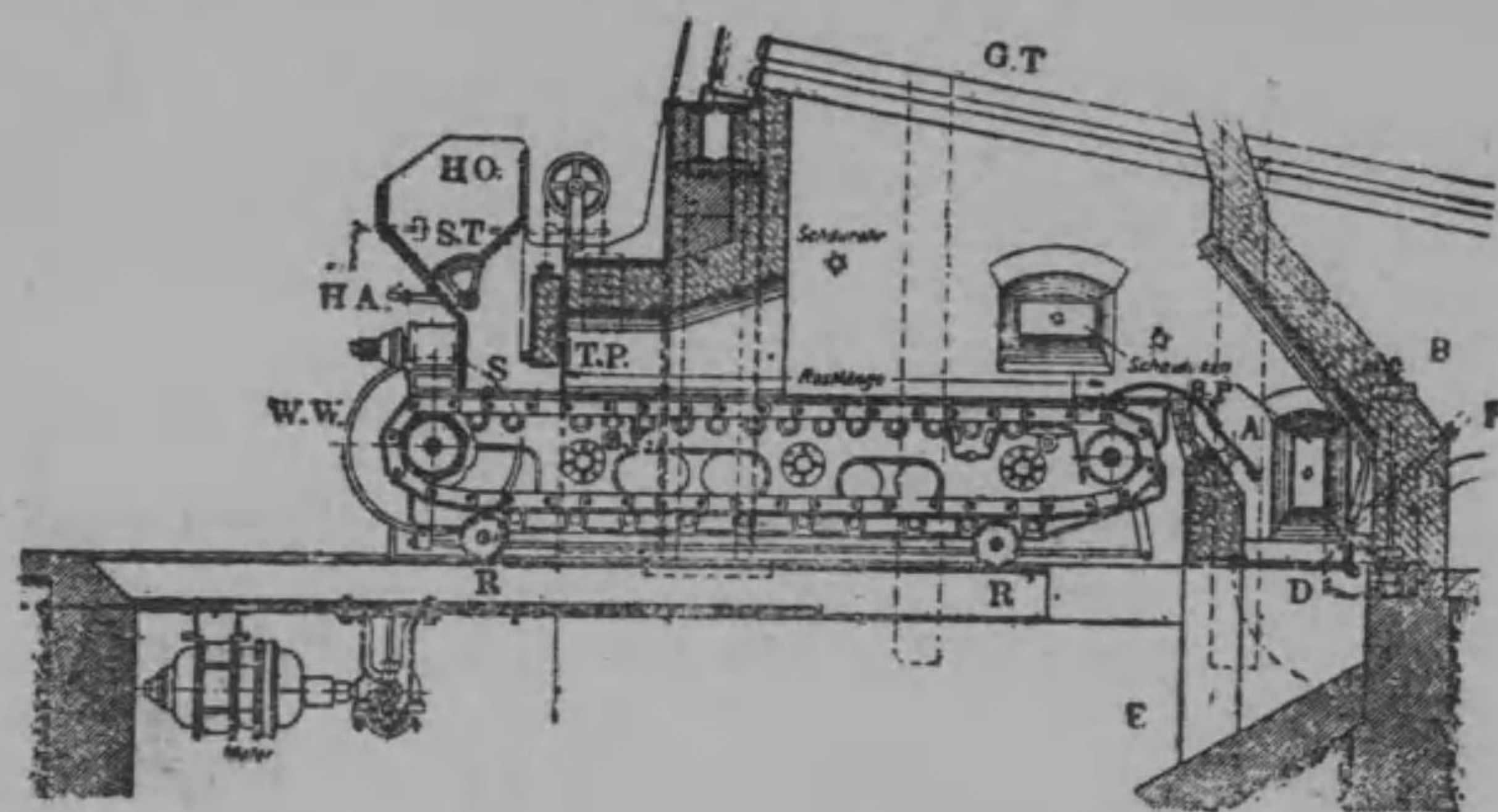
1. フロントフキードストーカー (Front feed stoker)
 - a. チェーンプレートストーカー (Chain grate stoker)
 - b. ステッププレートストーカー (Step grate stoker)
2. サイドフキードストーカー (Side feed stoker)
3. ユニフォームフキードストーカー (Uniform feed stoker)
4. スプリングリングストーカー (Sprinkling stoker)
5. パウダードストーカー (Powdered stoker)

等なり。

1. a. チェーンプレートストーカー (Chain grate stoker).

前方と後方とに齒車ありて齒車回轉してそれに掛かれるチェーンプレート (Chain grate) を動かして石炭を

運ぶ石炭が後部に行く迄に燃え切る様に調整しあり H はホッパー (Hopper) にしてそれに石炭をくべるセクター (Sector) を動かせば石炭落つ、S はパウル (Pawl) にして S の分量を加減すればチェーンの速力を加減す、



第八圖 チェーンプレートストーカーの圖

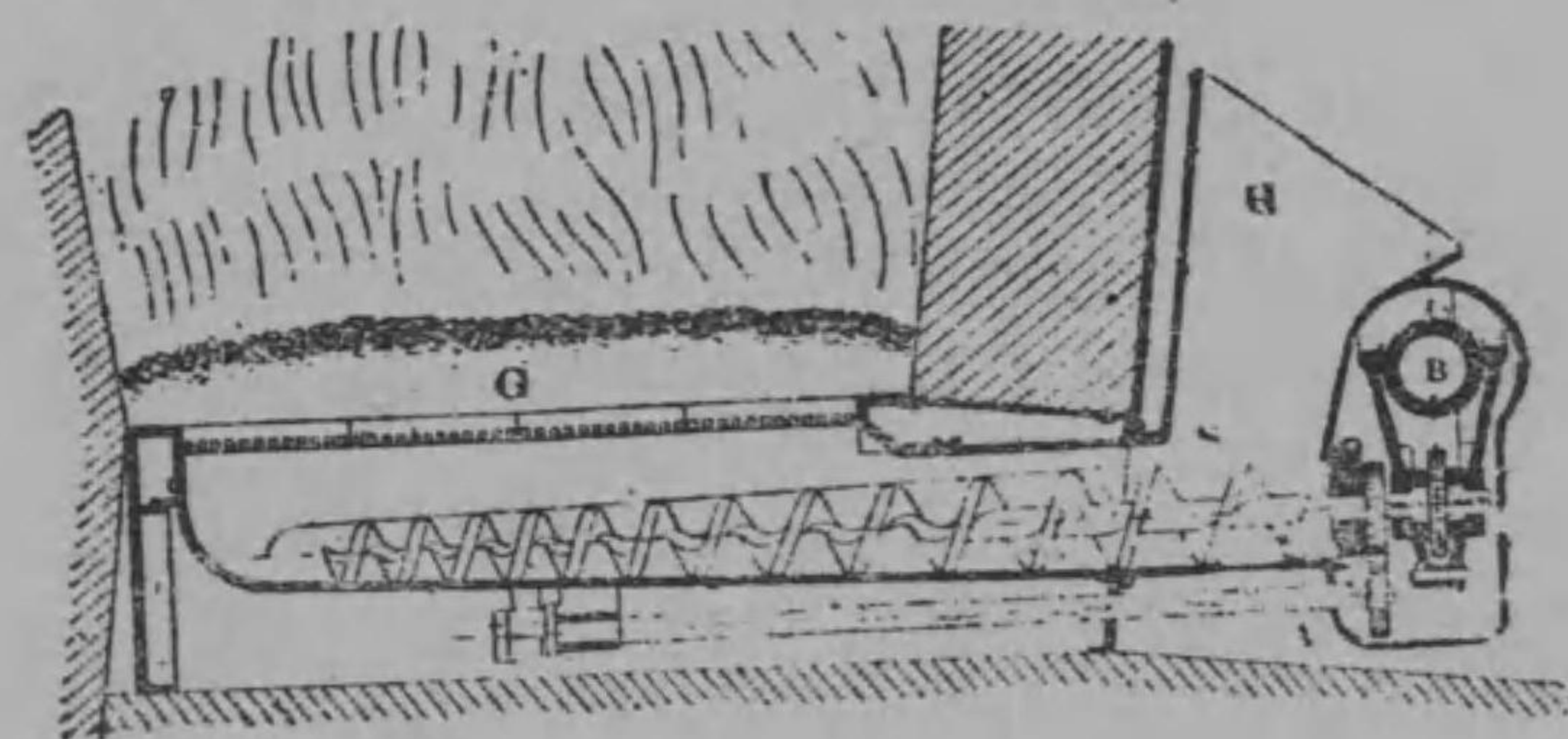
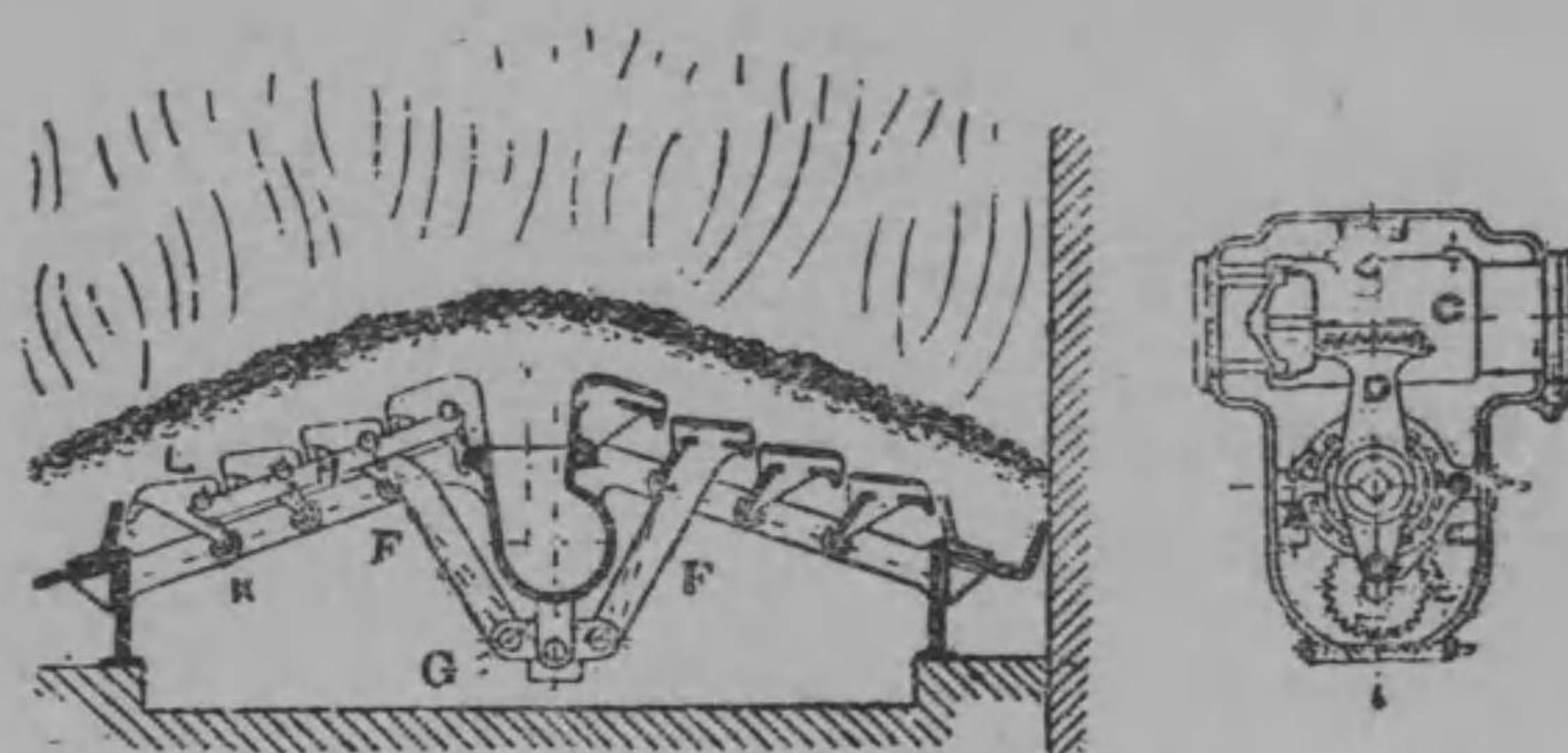
1. b. ウィルキンソン式ステッププレートストーカー (Wilkinson's step grate stoker).

A の上のロート状の者がホッパーにして其上に筒あり、筒の頂上にはコールコンベヤー (coal conveyer) ありて自然に石炭落つ、プッシャーが動力に依りて左右に動き落ち来る石炭を押し出す、空気はスチームジェットにて送る、

2 サイドフキードストーカー (Side feed stoker).

ファーンエースの横より石炭をくべる、ホッパーに石炭をくべればセクター (sector) の左右振動に依りプッシャー (Pusher) が歯車仕掛けにて往復運動をなして石炭を押し出す、

3. アンダーフキードストーカー (Underfeed stoker)



第九圖 アンダーフキードストーカーの圖

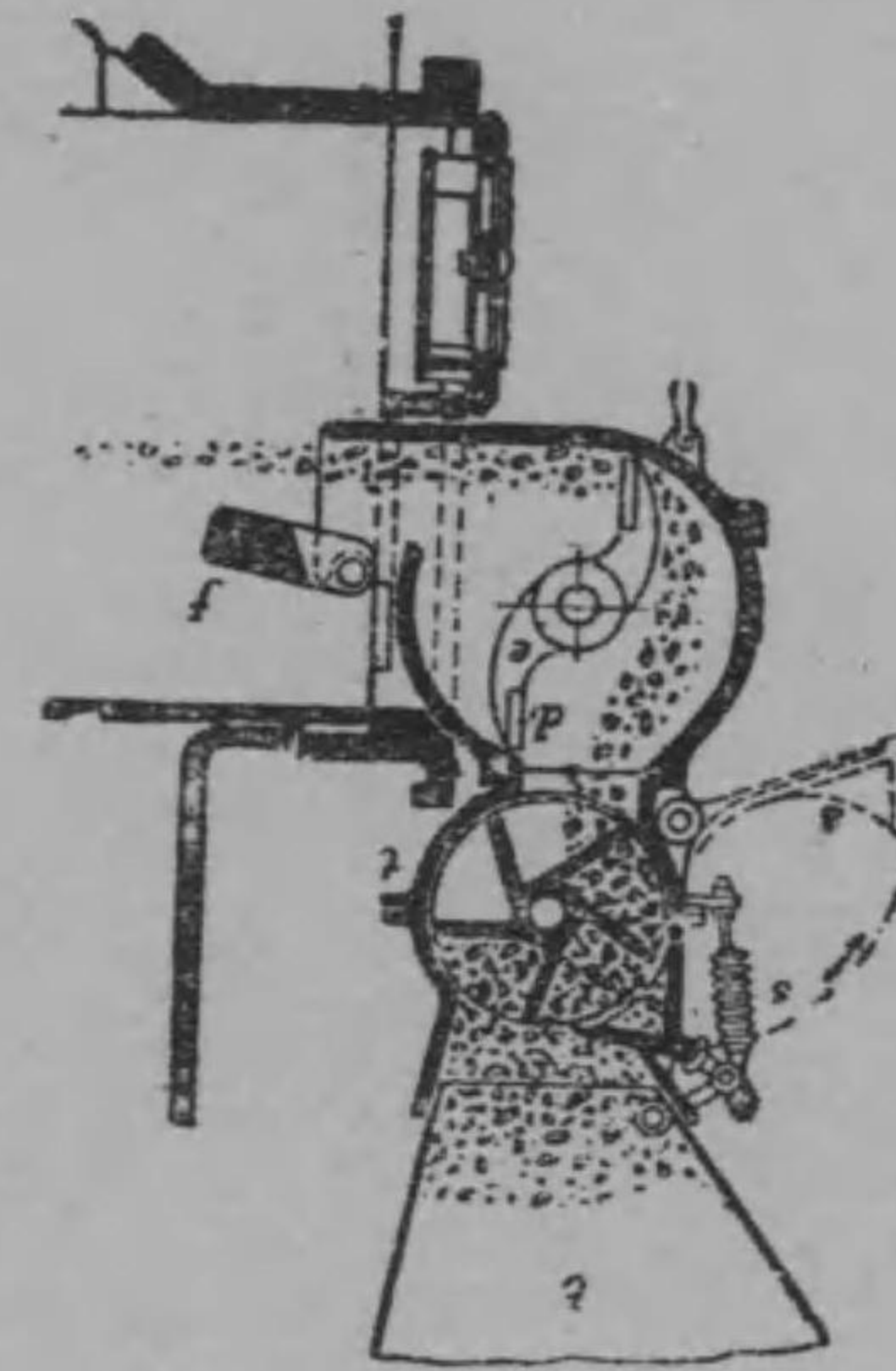
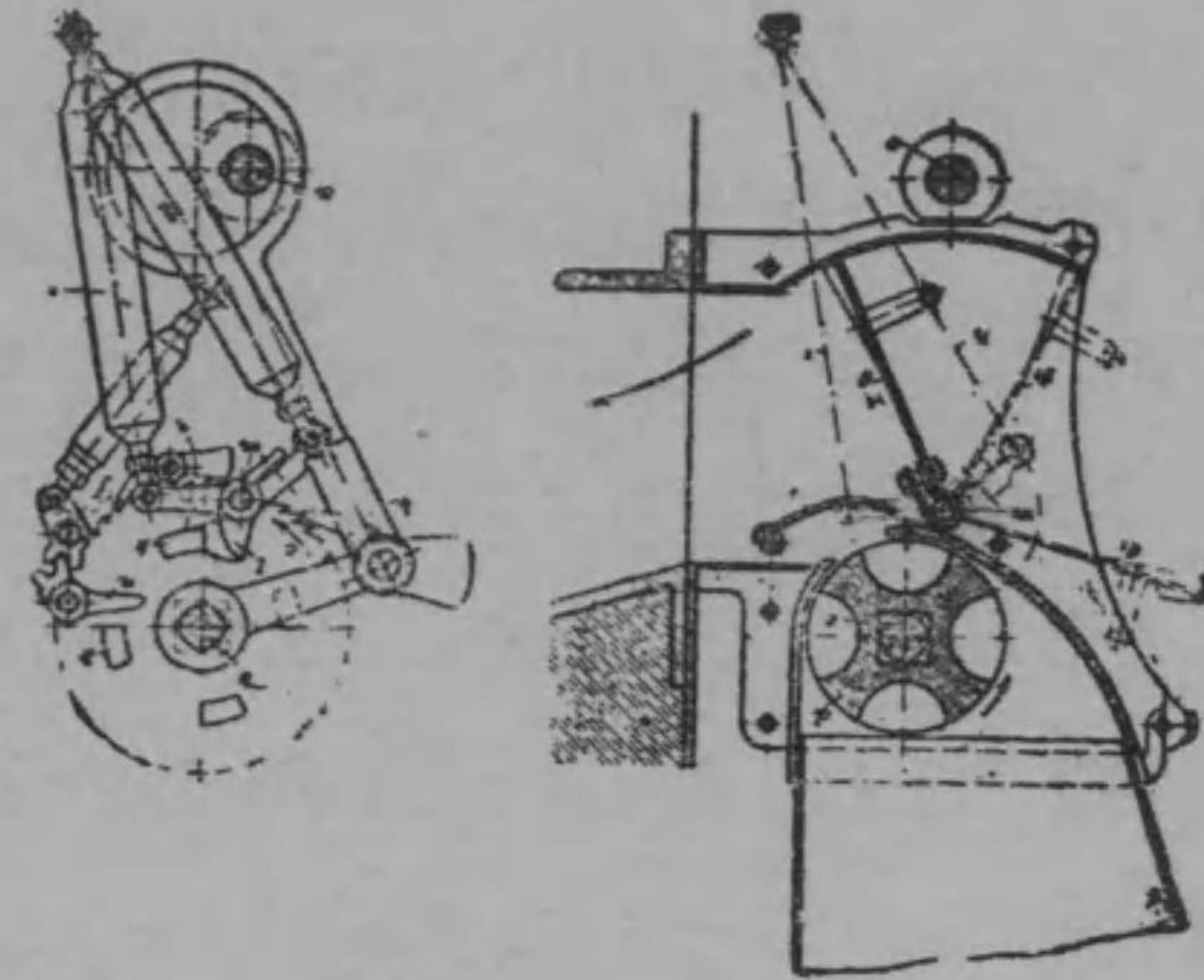
下より石炭をくべる、IIはホッパーSはスクルーにしてスチームシリンダーに依り歯車仕掛けにてSに廻轉運動生ず、然る時は石炭は奥の方に振り込まる、真中の筒形より石炭が外にあふれ出づ、新しき石炭は燃え居る石炭の下側にくべらる、グレートは一種のシェーキンググレートになり居れり、上層は温度高き故完全なる燃焼をなす、之れアンダーフキードストーカーの長所なり、

4. スプリングリングストーカー (Sprinkling stoker)

スプリンクラー又はプロジェクターにて石炭をばら撒くホッパーBに石炭を入る、車にて石炭の分量調整されて落つ、eはプロジェクターなり、

5. パウダードストーカー (Powdered stoker).

石炭が粉の如く細くなしあり、石炭を細くするときは完全なる、燃焼をなし易くなる、空氣と接觸する表面多くなるを以てなり蒸氣の急の求めに應ずるを得、缺點は火が付き易く爆發し易し、外國の都會にては貯藏に付きて制限あり、但しボイラーの所にて粉にして直に燃す時は差支へなし、又粉になすに蒸氣の5%位



第十圖 スプリングリングストーカーの圖

費さる。空氣の抵抗なき故通風力 (Draght power) 小にてよし 0.0 時乃至 0.2 時位の通風力にてよし一平方時に付き目數 100 ふるひにて目方の 95% が通り一平方時に 2005 ふるひにて目方の 75% が通る位が手頃なり、時としては目數 40 荒きふるひにかけたるものを用ふることあり、天井及び側面の壁は耐火煉瓦にて作る、コムバステヨンチャンバー (combustion chamber) を大にす。

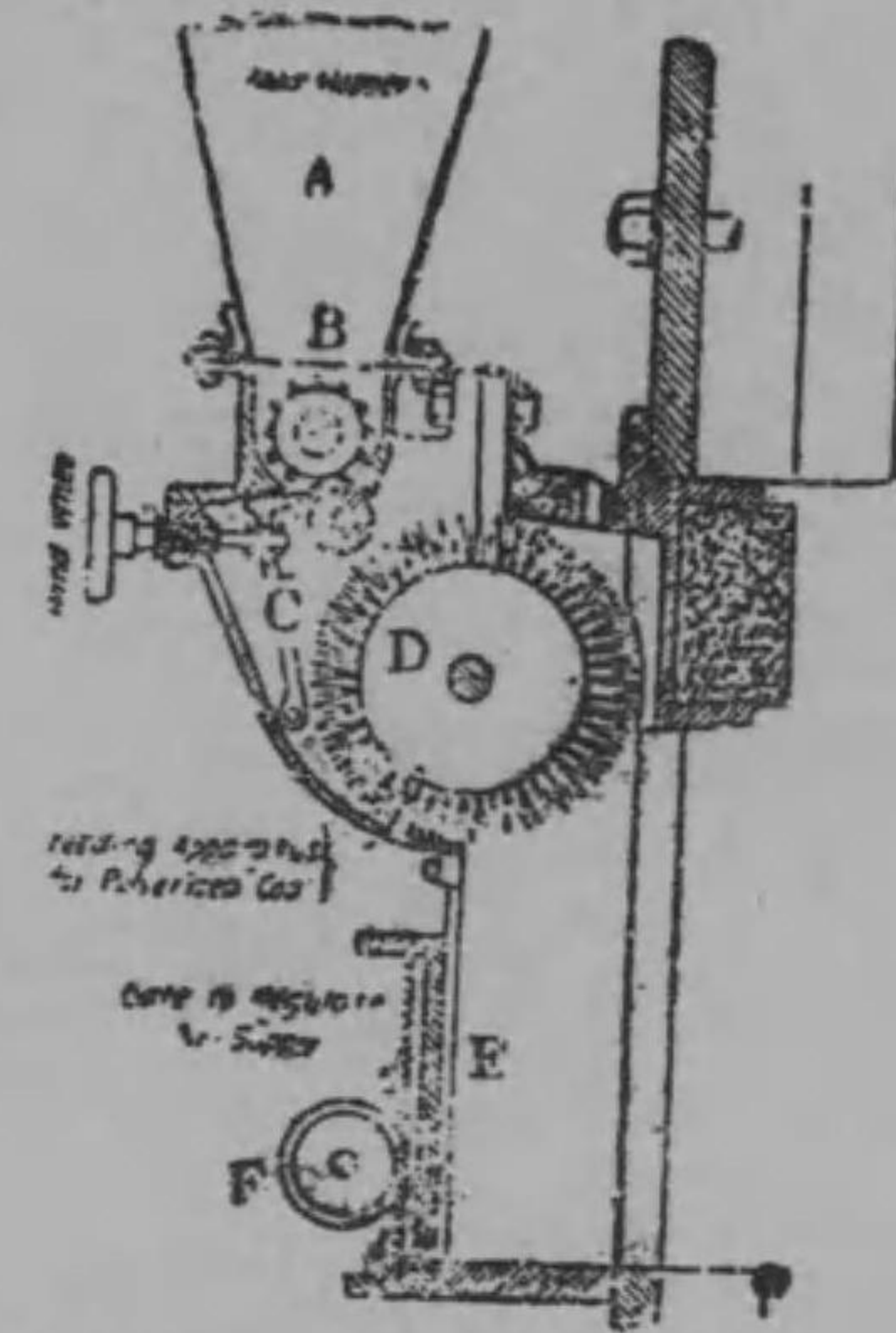
A はホッパーにして落つる分量を加減するにブラシの如きハンドホイール (Hand wheel) あり、一分間に 1000 回轉若くは 2000 回轉にて廻る、飛ぶなりに燃燒す、ファーンエースの周圍は反射作用をなす。

オイルフューエル (Oil Fuel).

液體燃料を燃すには霧吹きの如くになす、ファーンエースの周圍は反射作用をなすやうにす、粉がヒーティングサーフェス (Heating surface) に當らざる様になす、機械的になすものと空氣にて爲すものとスチームにて爲すものとあり。

機械的になすものは油をポンプにて高壓に送り中央

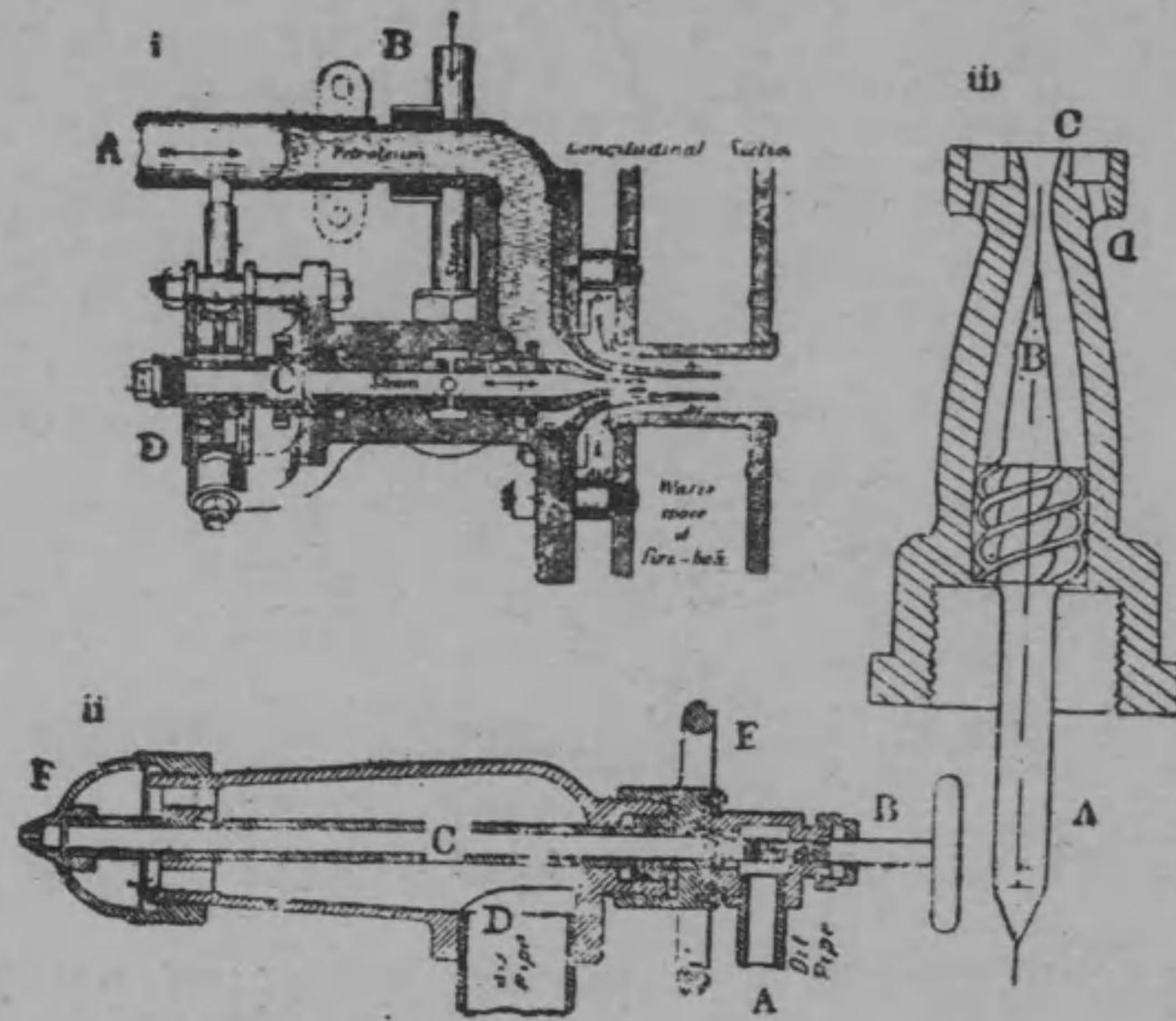
にコルク抜きの如き振りありて油が其處を通るときに回轉運動をなす。



第十一圖 シュワルツコツフ式パウダードストーカーの圖

他の者は蒸氣を使ふ中央の管より蒸氣が吹き出す液體燃料が外より出でてスチームと石油との混ぜるもの生ず、それが空氣を誘ひ出してスチーム空氣オイルが出づ、スチームの代りに壓搾空氣を使ふことあり、其壓力は 1 封度半乃至 60 封度 1 平方時の壓力を用ふ二十封度乃至三十封度の空氣壓を用ふれば油一封度に付きて 6 乃至 10 立方呎の空氣を必要とす、多くはボイ

ラーにて出来たるスチームを使ふ、オイルを誘ひ出すに使ふ蒸氣は0.3乃至0.7の蒸氣を用ふ、成る可く容易に粉にする爲め石油は温度を高くするがよし、



第十二圖 オイルバーナーの圖 (Oil Burner.)

第四章 給 水 (Feed Water)

給水の性質 (Quality of feed water)

天然水は多少の不純物を含有す、それは溶液となりて入れることも又浮遊物となりて入れることもあり、其不純物は水が蒸發するに従ひ濃くなりて遂にはスケール (Scale) を造り又或種の不純物はボイラーを犯す、又或種のものにはプライミング (Priming) 又はフォーミング (Foaming) をなす、スケール付けばエフィシエンシー (Efficiency) 悪くなり又ヒーティングサーフェース (Heating surface) は過熱せらる、分量丈けにて水の性質の善悪を分くること能はず、或人の云ふところに依れば、

給水の米ガロン付き不純物 グレーンより少きも

のは……………最良

給水の米ガロンに付き不純物 12 乃至 15 グレーン

の者は……………良

給水の米ガロンに付き不純物 15 乃至 20 グレーン

の者は……………可

給水の米ガロンに付き不純物 20 乃至 30 グレーンの者は……………悪

給水の米ガロンに付き不純物 30 グレーン以上は……………最悪

此分量は炭酸カルシウム (CO_3Ca) 及び炭酸マグネシウム (MgCO_3) に就て云へるものにして硫酸鹽の場合には此を以て善悪の判断をなす可きなり、

水がハード (hard) なりと云ふは石鹼の溶けざる水にしてハードになるはカルシウム (Ca) マグネシウム (Mg) 鐵 (Fe) 等の炭酸鹽が存在する爲めなり、

給水中の不純物 (Impurities in Feed Water)

給水中の不純物は炭酸カルシウム (CaCO_3) 炭酸マグネシウム (MgCO_3) 硫酸カルシウム (CaSO_4) 硫酸マグネシウム (MgSO_4) 炭酸鐵 (FeCO_3) 鹽化マグネシウム MgCl_2 鹽化カルシウム (CaCl_2) 鹽化カリウム (KCl) 鹽化ナトリウム (NaCl) 磷酸カルシウム (CaPO_4) 硅酸鹽有機物等なり、

炭酸鹽 (Carbonates)

カルシウム及びマグネシウムの炭酸鹽は純粹なる水

には左程溶解せざれど炭酸瓦斯 (CO_2) が水に溶解せるときは多量に溶解す。之は重炭酸鹽 ($(\text{CO}_3\text{H})_2\text{Ca}$) 等なれるが爲めなり、之を熱するときは炭酸瓦斯 (CO_2) 發生して再び炭酸鹽になりて沈澱す。此現象は華氏 180 度に始まり 200 度に於ては大抵沈澱し 212 度位にて大部分沈澱す。故に若し給水をボイラーに送る前に熱すればスケールになるものをボイラーに附けなくて済む然し炭酸鹽はスケールになりて附きても柔し、

硫酸鹽 (Sulphate)

硫酸マグネシウム (MgSO_4) 硫酸カルシウム (CaSO_4) 等にしてハードスケールを附ける、自身が固きのみならず泥砂等があるときは全部を固く存す、之を除くには炭酸曹達 (Carbonate of Soda NaCO_3) を用ふ、

硫酸カルシウムの溶解度は、

温度華氏七度 溶解度(米ガロンに付きグレーン)

212	125
300	40
350	15.5
400	12.0

450 11.0

500 10.5

鹽化マグネシウム (Magnesium Chloride $MgCl_2$)

之は他の物も共に固むる作用あり、セメントの如き働きをなすを以て厄介なり、之を熱する時は鹽酸 (HCl) が出來てボイラーを犯す虞れあり、

鹽化ナトリウム (NaCl) 鹽化カルシウム ($CaCl_2$) 等は大なる害なし、

不純物を中和若くは除く方法 Method of neutralizing or eliminating impurities).

此方法には、

1. 化學的方法 (Chemical Method)

a. ボイラーコンパウンド (Boiler Compound) に依る方法、

b. ピュリファイングプラント (Purifying Plant) に依る方法、

2. 機械的方法 (Mechanical Method)

a. フィルター (Filter)

b. ブローオフ (Blow off)

c. チッピング (Chipping)

d. チューブクリーナー (Tube Cleaner)

3 加熱方法 (Thermal Method)

a. フィードウォーターヒーター (Feed Water Heater)

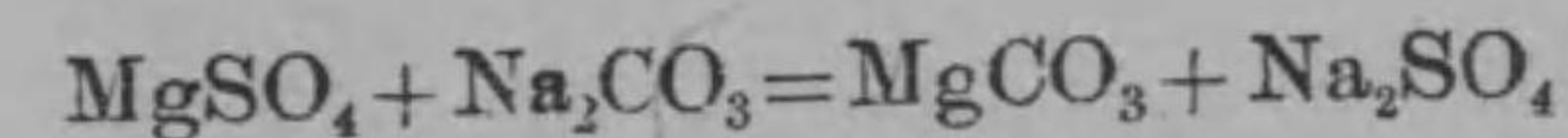
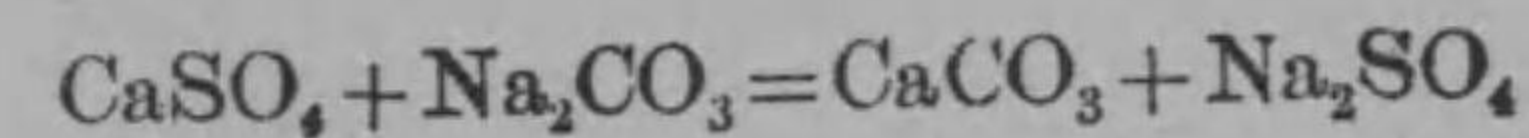
b. 蒸溜 (Distillation)

等の別あり、

化學的方法 (Chemical Method)

ボイラーコンパウンドを使ふかピュリファイングプラントを使ふ、藥品は給水に依りて變へざるべからず化學者に分析し貫ひて適當の藥の指示を受くること必要なり、無暗に行ふときはボイラーを損ず、給水タンクの中に溶して送る、

硫酸鹽を處理するには炭酸曹達を用ひ次の反應を利用す、

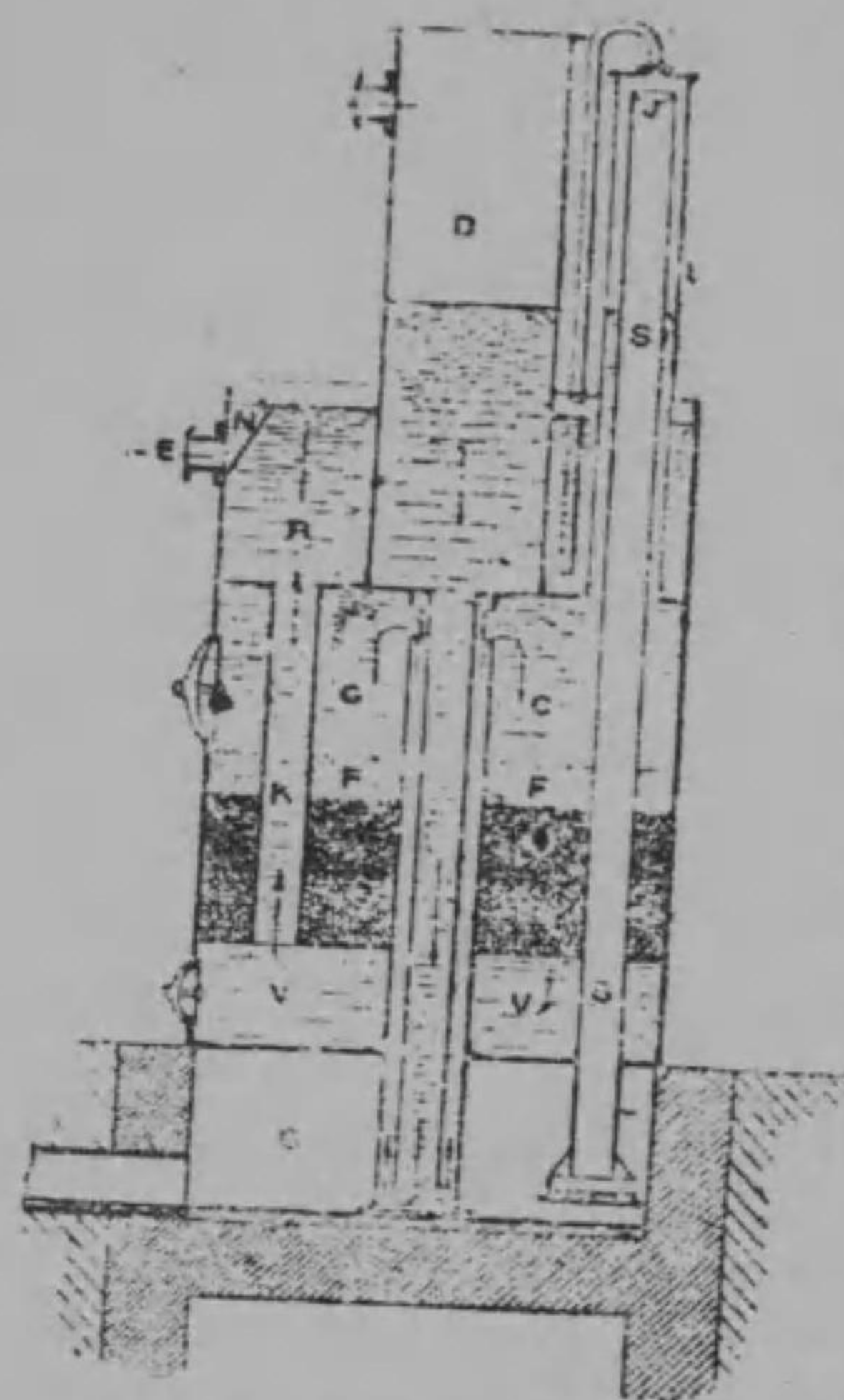


生成せる炭酸鹽は始末し易し、溶解せるものが直に沈澱す、硫酸曹達 (SO_4Na_2) は可溶性なるが飽和すれば

沈澱す、ブローオフ (Blow off) すれば出すことを得、之を間断なく行へばよし、水の中の不純物の含有量知れ居る時は炭酸曹達の用ふべき量を知るを得、

機械的方法 (Mechanical Method)

浮遊せる塵芥泥等はフィルター (Filter) に掛くれば



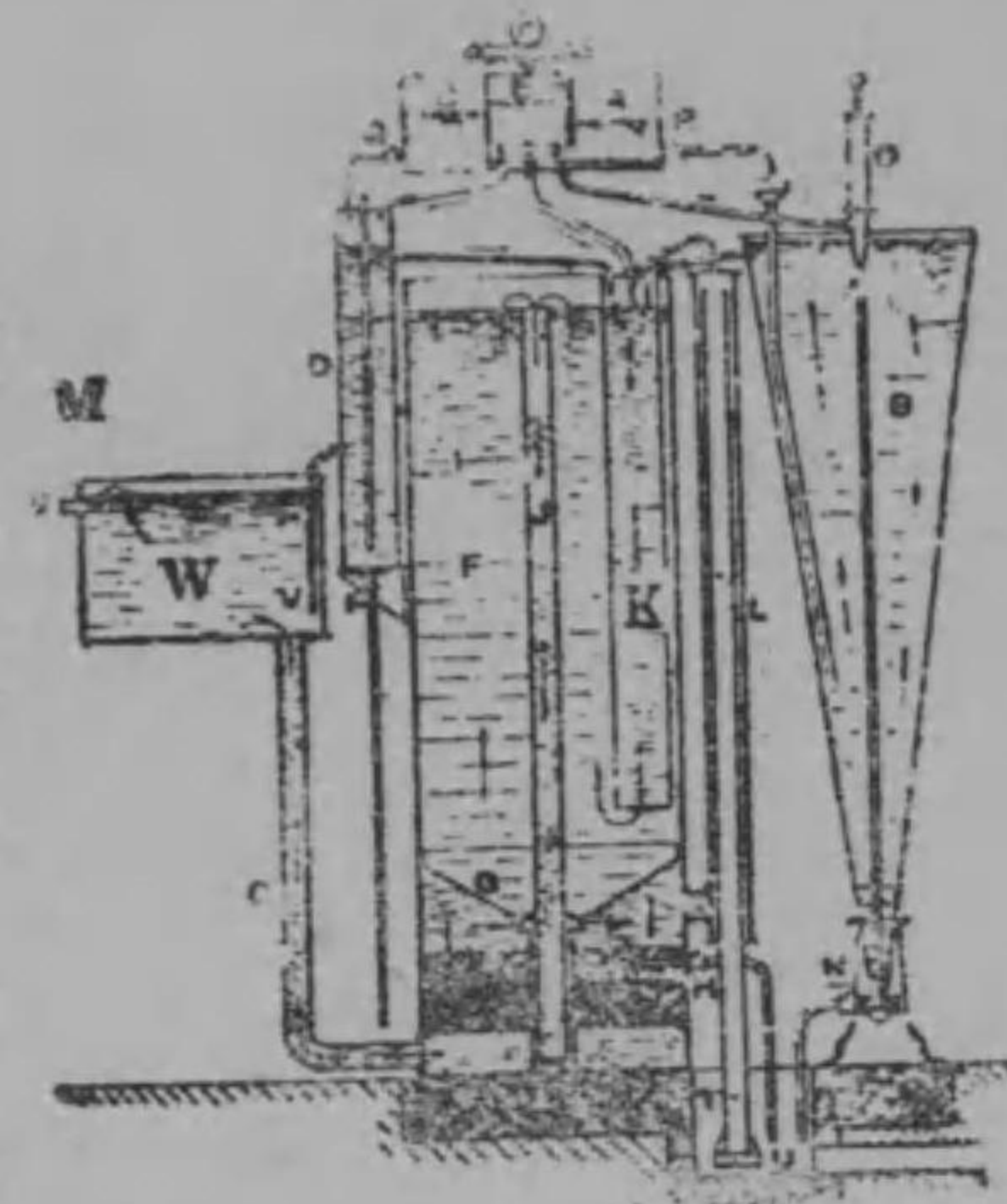
第十三圖ライザルト式フィルター
(Reisart Filter)

ウオーターチューブ (Water tube) の中はチューブクリーナーにて掃除す、

除くを得、沈澱するものあるときはタンクの上水のところを取ればよし、又コークス等を通して濾過すればよし、少くも二ヶ備ふるを要す、掃除するとき休まざるべからざるが故なり、溜りたる不純物は固らざる中にブローオフ (Blow off) す、水の様子にてブローオフする分量を加減す、スケールは鑿等にて除く、

加熱方法 (Thermal Method)

炭酸鹽は熱すれば沈澱す、故にボイラーに給水を入れる、前に熱すれば純粹になすを得、それにはフキードウオーターヒーター (Feed Water Heater) 又はエコノマイザー (Economizer) 等を用ふ、



第十四圖ライザルト式ウオーターフィルター
(Reisart Water Filter)

汽船の中にては蒸溜 (Distillation) をなすことあり水が洩る故海水を蒸溜して補ふ、

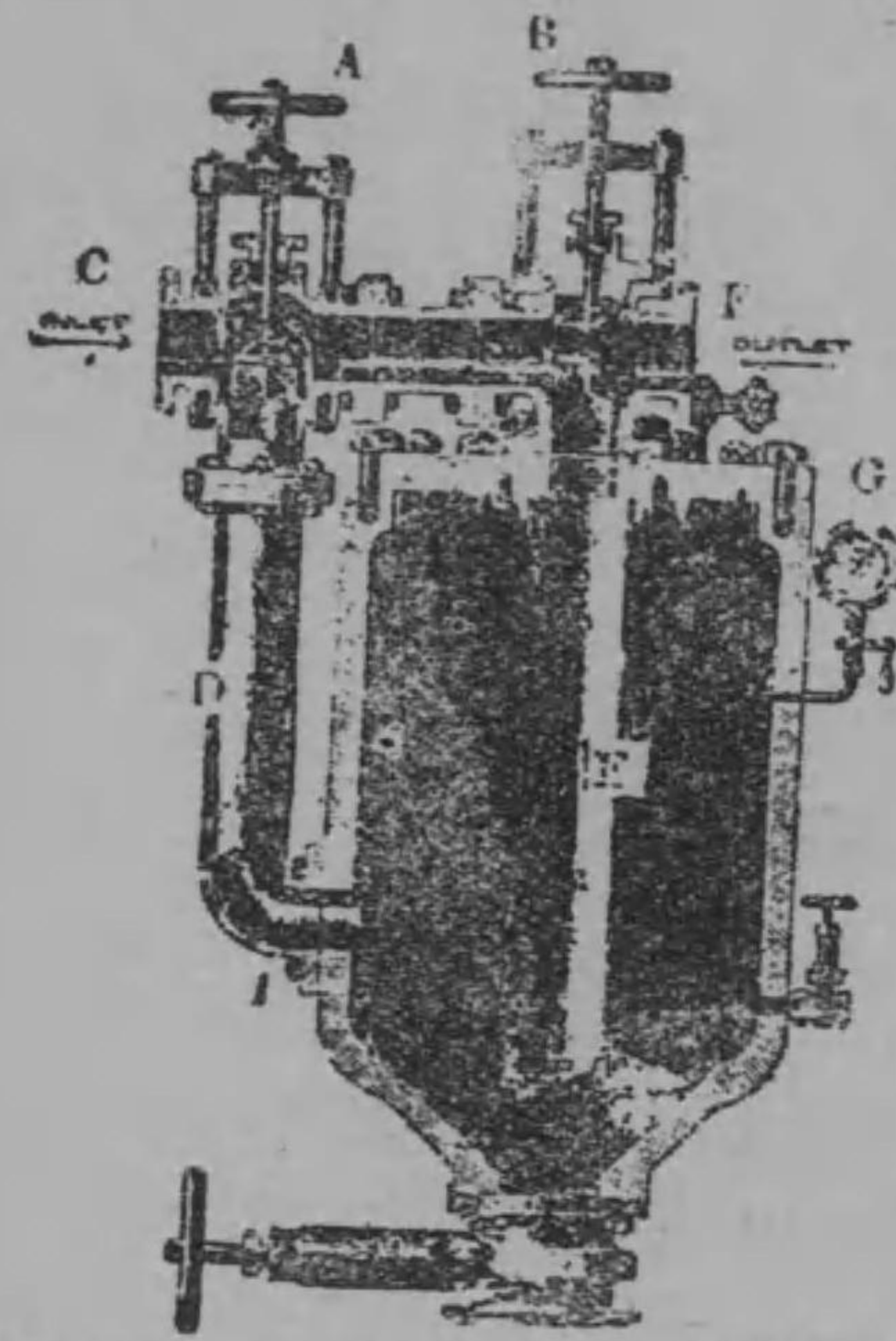
又特別に水質悪き所にてはピュリファイイングプラント (Purifying Plant) なる獨立せる装置を附することあり、

給水を以てすること (Preheating Feed Water).

同量の熱をボイラーに與へても給水の温度スチームの壓力等に依り蒸發量異なる、種々のボイラーのエフィシエンシー (Efficiency) を比較するには華氏 212° の水

に石炭一封度の熱を加へたる時に水の以封度が飽和蒸氣に變じたるかを以てす。

若し唯にて給水の温度を高むるを得るときは同じ熱量にて多量の蒸氣を作るを得、例へば運轉を終りたる機關車の蒸氣を利用して給水を温むる場合の如し、熱に於てかゝる利益あるのみならず炭酸鹽を除く故にスケールを除くを得、故に熱の傳導の悪くなるを防ぐを得。



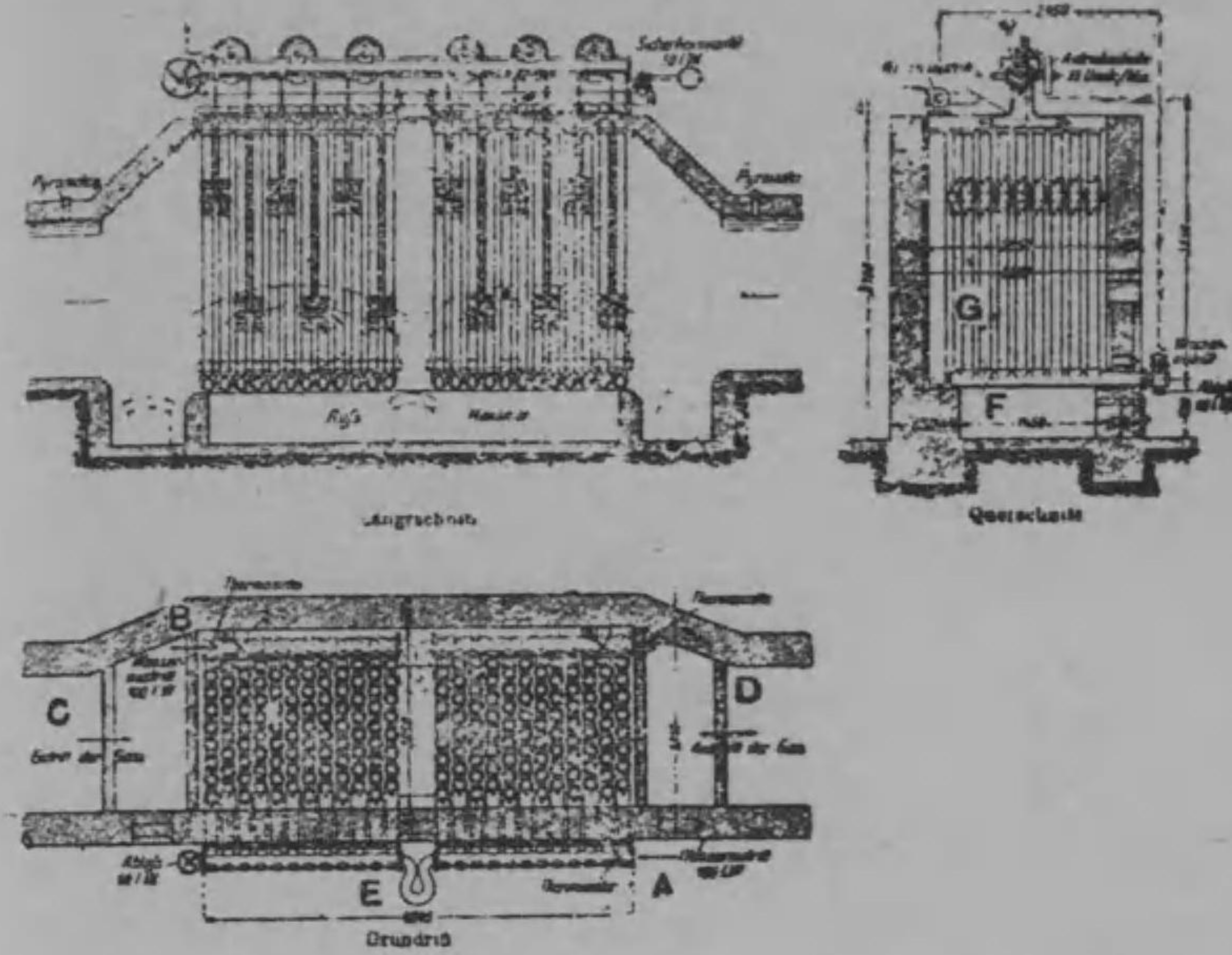
第十五圖 ホイルフィルター (Oil Filter)

スケールを除くを得、故に熱の傳導の悪くなるを防ぐを得。

此仕掛けとしてはフイードウォーターヒーター (Feed Water Heater) 及びエコノマイザー (Economizer) を用ふ、前者はエンジンのすたれる蒸氣にて温め

後者は煙突に逃げ行く煙にて温むる方法なり

フキードウォーターヒーター (Feed Water Heater)



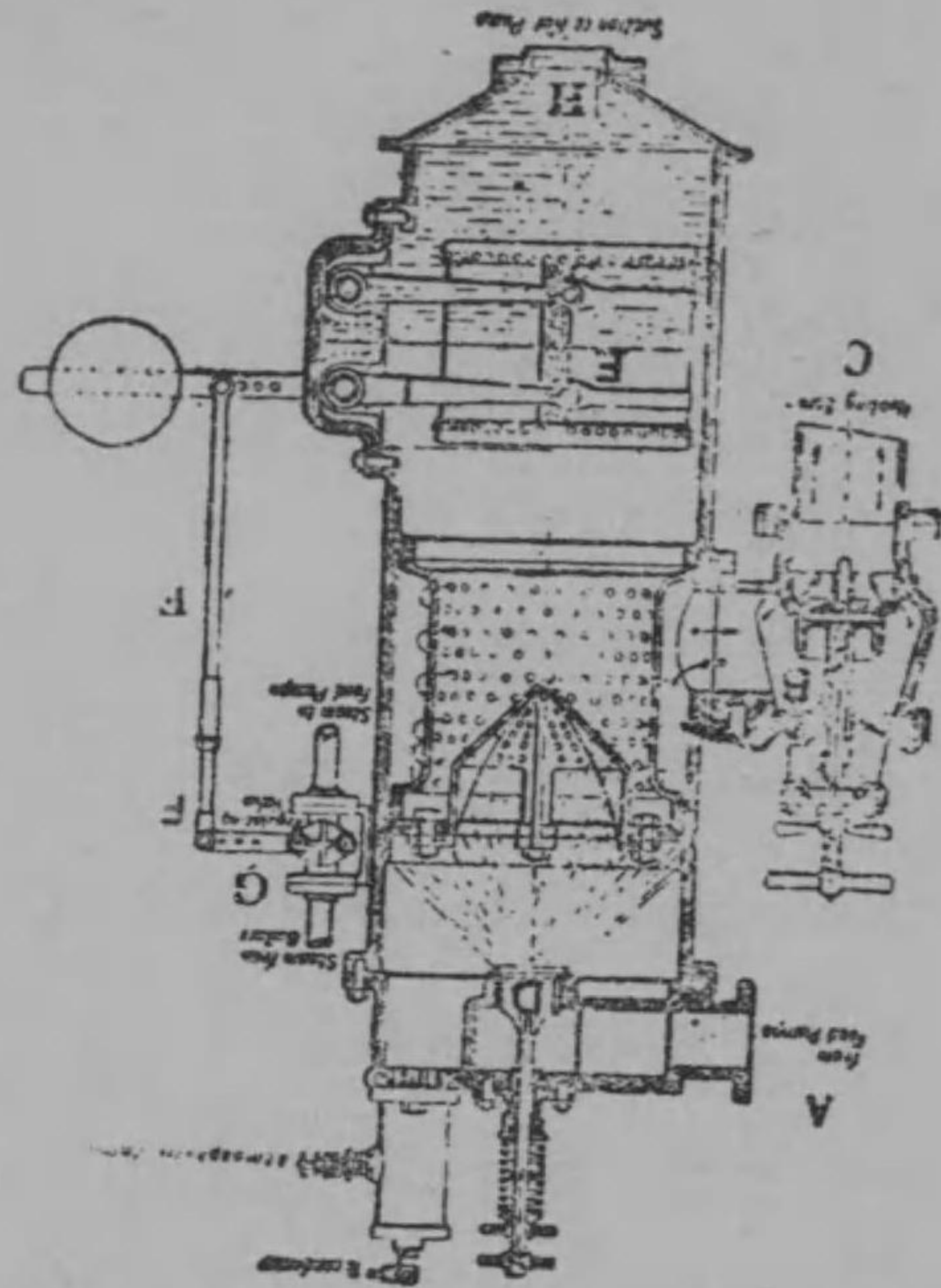
第十六圖 グリーンのエコノマイザー (Green's Economizer)

大別すればクローズドヒーター (Closed Heater) とオープンヒーター (Open Heater) とになる、クローズドヒーターは蒸氣と水とが密閉せる器中にて遇ふ、オープンヒーターは直接に混ず、別の分類の方法は、

1. バキューム又はプライマリーヒーター (Vacuum or primary heater).
2. アトモスフィリック或はセコンダリーヒーター (Atmospheric or secondary heater).

3. プレッシュユア或はライブスチームヒーター (Pressure or Live Steam Heater).

1. はエンジンとコンデンサーの中間に置く、之にてはヒーター (Heater) に使ふ蒸氣も壓力も低し、故に左程高く温むるを得ず、



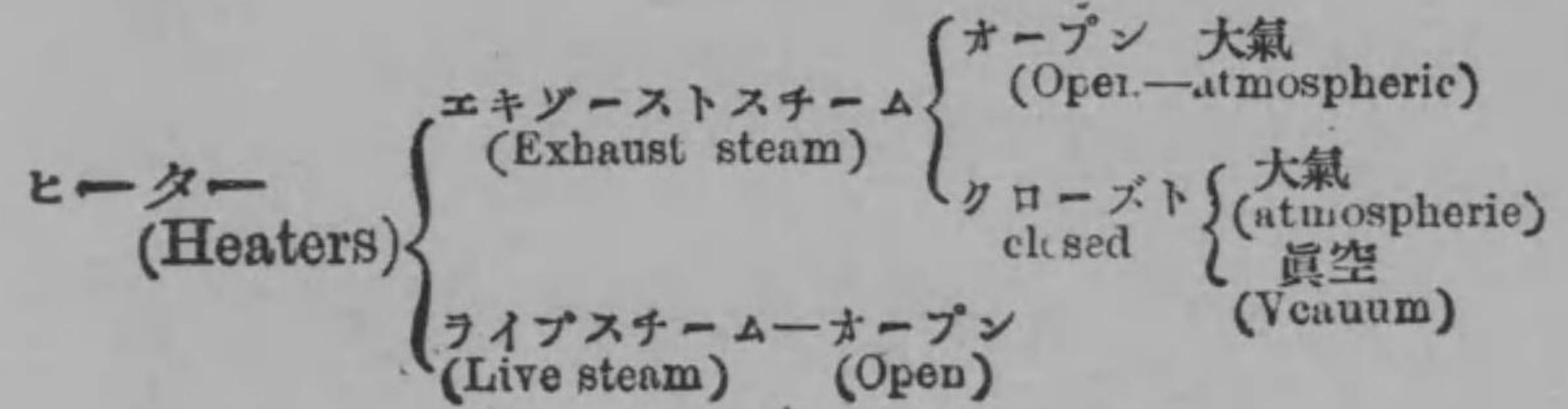
第十七圖 ウェールのフィードウォーターヒーター (Weir's Feed Water Heater)

2 は蒸氣の壓力が大氣と等しきもの即ちエンジンがすたれる蒸氣大氣に出す、即ちエキゾースト (exhaust)

る中間に置く、故に溫度は華氏 212 度位なり、

3. は蒸氣の壓力大氣の壓力より高し、

第一の分類法と第二の分類法とを合すれば種々なるヒーターある筈なれど左程多くは存在せず、實際あるものは、



第二編 煙の豫防と燃料の經濟

(Smoke Prevention and Fuel Economy).

第一章 燃燒に關す化學原理

(The Chemistry of the
Combustion Process).

煤煙の豫防と燃料の浪費を防がんには燃料に關する化學的原理を知らざるべからず、燃燒に預る主要なるものは炭素及炭素化合物と酸素となり、

炭素 (Carbon C 原子量 12) 燃料の主要なる成分にして木材褐炭黒炭無煙炭等何れも炭素が其主成分なり、

酸素 (Oxygen O 原子量 16) 大氣中の成分にして水の重量の $\frac{8}{9}$ を占め又化合物となりて天然燃料中に存在す、

水素 (Hydrogen H 原子量 1) 炭素の如く可燃物にして酸素と化合する際 29,150 カロリーの熱量を發生す

窒素 (Nitrogen N 原子量 14) は通常温度にて燃燒を助けず、空氣は酸素と窒素との混合にして其體積の割

合は 21:79 なり、1 リットルの空氣は重量 1.293 グラムにして重量にて酸素 23% 窒素 77% を含む、

硫黄 (Sulphur S 原子量 32) は不純物として燃料中にあり、石炭の硫黄を含むはパイライト (pyrite) を含有するに依る、硫黄はこれを熱するときは亞硫酸瓦斯 (Sulphurous acid anhydrite SO_2) を生ず、

炭素と水素とは化合してメタン (Methane CH_4) エチレン (Ethylene C_2H_4) アセチレン (Acetylene C_2H_2) 等の化合物を作る、而して此等の物質に燃燒熱はベルテロット (Bethelot) に依れば、

メタン.....	13,313	カロリー
エチレン.....	12,182	カロリー
アセチレン.....	12,142	カロリー

にして各々の場合に於て完全に燃燒するとき炭酸瓦斯と水蒸氣とを生ず、

硫黄は又酸素の供給不十分なる時は硫化水素瓦斯 (Sulphuretted Hydrogen) を生じて異臭を放つ、之れ燃燒の不完全なるを示すものなり、

木材コークス等の炭素は其發火點攝氏 700 度に熱し

て酸素の供給を十分にすれば完全なる燃焼をなす、
酸素を用ひたる場合の化學變化は次の如し、



キログラムにて表したる重量 $1 + 2.667 = 3.667$

立方メートルにて表したる體積 $0.932 + 1.665 = 1.865$
0.932 は炭素 1 疋が瓦斯となれると假定したる物の體積なり、疋は 2,204 を乗すれば封度に立方メートルは 35.3 を乗すれば立方呎になる、

空氣を用ひたる場合に於ては反應は次の如し、

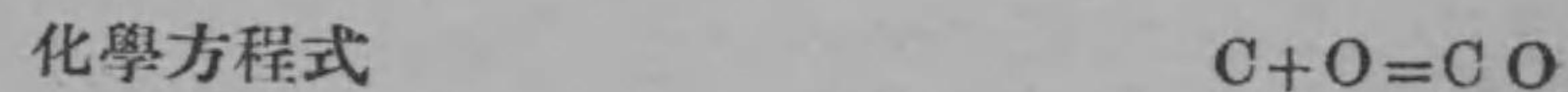


疋にて表したる重量 $1 + 11.508 = 3.667 + 8.841$

立方メートルにて表したる體積
 $0.932 + 8.897 = 1.865 + 7.032$

若し空氣或は酸素の供給不十分なるときは炭素は酸化炭素となる、而て其變化は、

酸素を供給したる場合には、



疋にて表したる重量 $1 + 1.333 = 2.333$

立方メートルにて表したる體積 $0.932 + 0.932 = 1.865$

空氣を供給したる場合には



疋にて表したる重量 $1 + 5.754 = 2.333 + 4.421$

立方メートルにて表したる體積
 $0.932 + 4.448 = 1.865 + 3.516$

1 キログラムの炭素が燃焼して炭酸瓦斯となるときは 8,137 カロリーの熱を發生す、然るに酸化炭素になるときは 2,453 カロリーの熱量を出すに過ぎず、

若し最初酸化炭素を生じて然る後空氣或は酸素の供給に依り炭酸瓦斯となる場合には其變化は、

酸素を供給したる場合に於ては、



疋にて表したる重量 $1 + 0.571 = 1.571$

立方メートルにて表したる體積 $0.80 + 0.40 = 0.80$

空氣を供給したる場合に於ては、



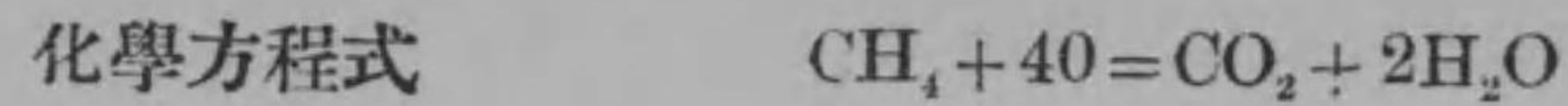
疋にて表したる重量 $1 + 2.463 = 1.571 + 1.892$

立方メートルにて表したる體積
 $0.80 + 1.908 = 0.80 + 1.508$

酸化炭素は又赤熱したる炭素に依り炭酸瓦斯が還元せられて生ず。

炭素と酸素と化合して酸化炭素となるときは、2,453 カロリーの熱を發生すれど炭酸瓦斯が還元に依りて酸化炭素となる時は 3,159 カロリーの熱量を失ふ。

メタンが酸素中にて燃焼する場合には、

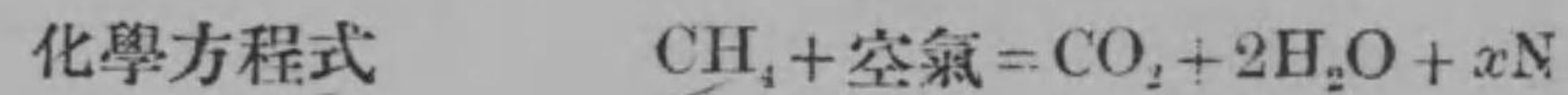


斤にて表したる重量 $1 + 4.000 = 2.750 + 2.250$

立方メートルにて表したる體積

$$1.40 + 2.800 = 1.400 + 2.800$$

メタンが空氣中にて燃焼する場合には



斤にて表したる重量

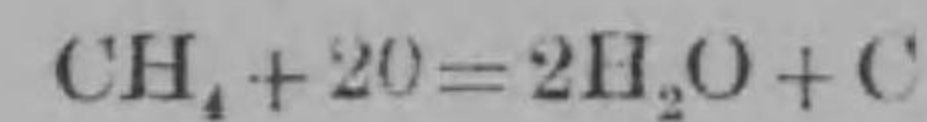
$$1 + 17.26 = 2.750 + 2.250 + 13.26$$

立方メートルにて表したる體積

$$1.40 + 13.358 = 1.400 + 2.800 + 10.61$$

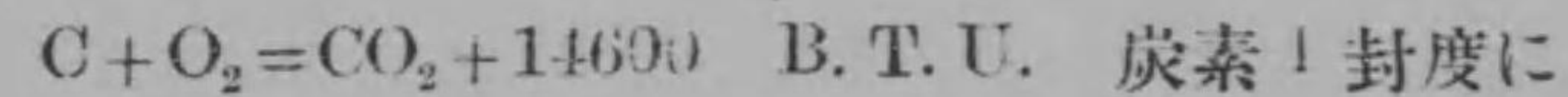
發火點はメタンは攝氏657度アセチレンは攝氏580度なり。高温度に於て此等の瓦斯は分解して炭素は煤となりて遊離す。若し酸素或は空氣の供給不十分なると

きは水素は酸素と化合して水蒸氣となるも炭素は化合せず。即ち水素は炭素よりも酸素と化合する力大なり。此遊離する炭素を酸素と化合せしむる温度が發火點にして無定形炭素に於ては凡そ攝氏700度にして石墨(Graphite)にありては更に著しく高く。水素のみが酸素と化合する温度に於て酸素の供給を充分にする時は

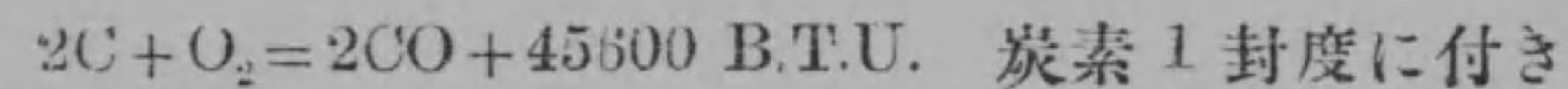


即ちメタンと酸素とは水蒸氣と煤とを生ず。

次に B. T. U. 及び封度單位にて以上の現象を約言せんに、炭酸瓦斯を生ずる場合には熱化學方程式は、



付き酸化炭素を生ずる場合に於ては、



たる熱量を生ず。

又石炭を分析して酸素と水素とが出たる場合に酸素は如何に化合して化合物中に存するか不明なる場合と雖へども之れが水素と化合して水を形成せるものと假定す。然るときは水に於ては酸素と化合せる水素の重量は分析して出でたる酸素の重量の半なるが故に今日

を分析して出でたる水素の量としOを分析して出でたる酸素の重量とする時は實際熱量を生ずると見做さるゝ水素の重量は、 $H - \frac{8}{O}$

なり、之れをアベラブル水素 (Available Hydrogen) と云ふ、

水素が燃焼して水蒸氣になる場合と水になる場合に於ては水になる場合の方水の蒸發熱に相當するだけ多量の熱量を發生す、此熱量の値をハイヤーカロリックバリュー (Higher Caloric Value) と云ひ一封度のアベラブル水素 (Available Hydrogen) に對し 62,000 B. T. U. なり、水素が燃焼して水蒸氣になる場合に發生する熱量の値をローヤーカロリックバリュー (Lower Caloric Value) と云ひ1封度のアベラブル水素に對し 52,000 B. T. U. なり、

デュロング公式 (Dulong's Formula).

石炭中に炭素 (封度水素 H 封度酸素 O) 封度あるときは炭素に依り生成せらるゝ熱量は 14600 C B. T. U. にして水素の燃焼に依り生成せらるゝ熱量はアベラブル水素 $H - \frac{O}{8}$ 封度にして1封度のアベラブル水素が

水蒸氣になる時に發生する熱量は 52,000 B. T. U. なるを以て $H - \frac{O}{8}$ 封度にては $52000 \left(H - \frac{O}{8} \right)$ B. T. U. なり、依りて燃焼に依り發生する全熱量は、

$$Q = 14600C + 52000 \left(H - \frac{O}{8} \right) \text{ B. T. U. なり、}$$

次に石炭の工業分析 (Technical Analysis) に於て C 封度の炭素と V 封度の揮發物と A 封度のアツシ (ash) とを得たりとすればそれに依りて發生する熱量を B. T. U. にて表したるものは、

$$Q = 14514C + 16515V - 10000A$$

なる式にて求むるを得、

又分析に依りて C 封度の炭素 H 封度の水素 O 封度の酸素を得たりとすれば之を完全に燃焼せしむるに要する空氣の量を封度にて表したるものは、

$$17.4 \times C + 34.8 \left(H - \frac{O}{8} \right) \text{ なり}$$

例題 煙突の瓦斯中に體積にて炭酸瓦斯 (CO₂) 12% 酸化炭素 (CO) 1% 酸素 (O) 7% 窒素 (N) 80% あるを知りたり、別に石炭を分析して炭素 (C) 80% 水素 (H) 4% 酸素 (O) 2% あるを知りたり、石炭1封度を燃焼せしむる爲めに實際に送りたる空氣の重量何程なるか、又

此石炭1封度を完全に燃焼せしむるに要する理論上の空気の量は何封度なるか。

炭酸瓦斯 (CO₂) の分子量は 44 酸化炭素 (CO) の分子量は 28 酸素 (O₂) の分子量は 32 なるを以て煙突中にある炭酸瓦斯、酸化炭素、酸素の重量の比は、

$$\text{CO}_2 : \text{CO} : \text{O}_2 = 12 \times 44 : 1 \times 28 : 7 \times 32 = 528 : 28 : 224$$

故に	酸素の重量	炭素の重量
CO ₂ 中にては	$528 \times \frac{32}{44} = 384$	$528 \times \frac{12}{44} = 144$
CO中にては	$28 \times \frac{16}{28} = 16$	$28 \times \frac{12}{28} = 12$
遊離酸素は	224	
計	624	156

故に煙突中にある酸素の重量は炭素の重量の

$$\frac{624}{156} = 4.00 \text{ 倍にして酸素は重量にて空気の } 23\% \text{ を}$$

含むを以て1封度の炭素を燃焼せしむるに實際送りたる空気は $\frac{4.00}{2.23} = 17.4$ 封度なり。

1封度の石炭を燃焼せしむるに要する理論上の空気の量は $17.4 \times C + 34.8 \times \left(H - \frac{O}{8} \right)$ なる式により

$$17.4 \times 0.86 + 34.8 \left(0.01 - \frac{0.02}{8} \right) = 13.92 + 1.805 = 15.2 \text{ 封度なり。}$$

第二章 燃料を燃焼せしむる現今の方法と其缺點

(Present Methods of Burning Fuels and their Defect.)

蒸氣を作る爲めに燃料を焚く方法は燃焼をなすつゝあるファーンエスに極めて近くスチームボイラーの冷却部に持ち來るにあり、斯くするときはインターナリーファイアドボイラー (Internally-fired Boiler) にありてはグレート (Grate) は冷水部に依りて圍まるゝが故に此部分は火及び瓦斯より熱を吸収して其發火點以下に冷却せしむ、之を防がんにはインターナルファーンエス (Internal Furnace) は次の設備を施さざるべからず。

1. 毎秒 3) 呎より小ならざる通風速度にて空気をファイアベッド (Fire Bed) の上に送らざるべからず。
- 2 此空気を可燃性瓦斯と充分に混合せざる可らず。斯くするには通常空気と瓦斯とを共にファーンエスの全長に沿ひて流さしむ、又空気は細流となして送らざ

るべからず、斯くするにはドアにパーフォレーテッドプレート (Perforated Plate) を備ふ、

3. ファーネスのブリッジエンド (Bridge End) に於ても充分なる發火温度を保たざるべからず、

4. 完全なる燃焼をなさしむる爲め空間を設くるを要す、

第三の條件は冷水面の爲め幾分満足せられざること多し、

第四の條件はランカシャイヤーボイラーに於てはフリーチューブ (Flue Tube) 中のクロスパイプ (Cross Pipe) の爲め満されず、

ウォーターチューブボイラー (The Water tube Boiler.)

ウォーターチューブボイラーの通常の据付に於ては第一條件を除く外他の條件は満されず、

空氣はドアより入ると雖も全火面を流れず、瓦斯はグレートより垂直に上り空氣と混合せずしてチューブの間を通る、爲めに發火點以下に冷却す、小なるバーチカルボイラー (Vertical Boiler) は明に之と同一なる缺點を有す、ロコモチボイラー (Locomotive Boiler)

に於ても然り、されど之に於てはファイアブリックアーチ (Fire-brick Arch) を入るゝことに依りて多少償ふを得之は瓦斯をして其突端を周らしめ其熱せられたる面に沿ひて流れしめ而てドアの近くにて新しき空氣に遇はしめてファイアボックスの中にて燃焼す、アーチなき時は瓦斯はグレートより上り燃焼せずして冷管に至る、されど總ての場合に於て最も必要なる温度の點を顧慮す事となくしてボイラーをグレートに近付くる傾きあり、斯くの如き不注意をなすときは黒炭の場合には多少黒煙を出すに至る、之は早く冷え過ぐるを證するものなり、黒煙は炭素の大なる損失を必しくも意味せざるやも知れず、されど確にヒーティングサーフェース (Heating Surface) に煤あるを示すものにして熱の傳導不充分なるを指示す、されど色のみが不充分なる燃焼を示すものにも非ず、最も不完全なる燃焼は色なき煙を出して煙突の頂き無色なることもあり、

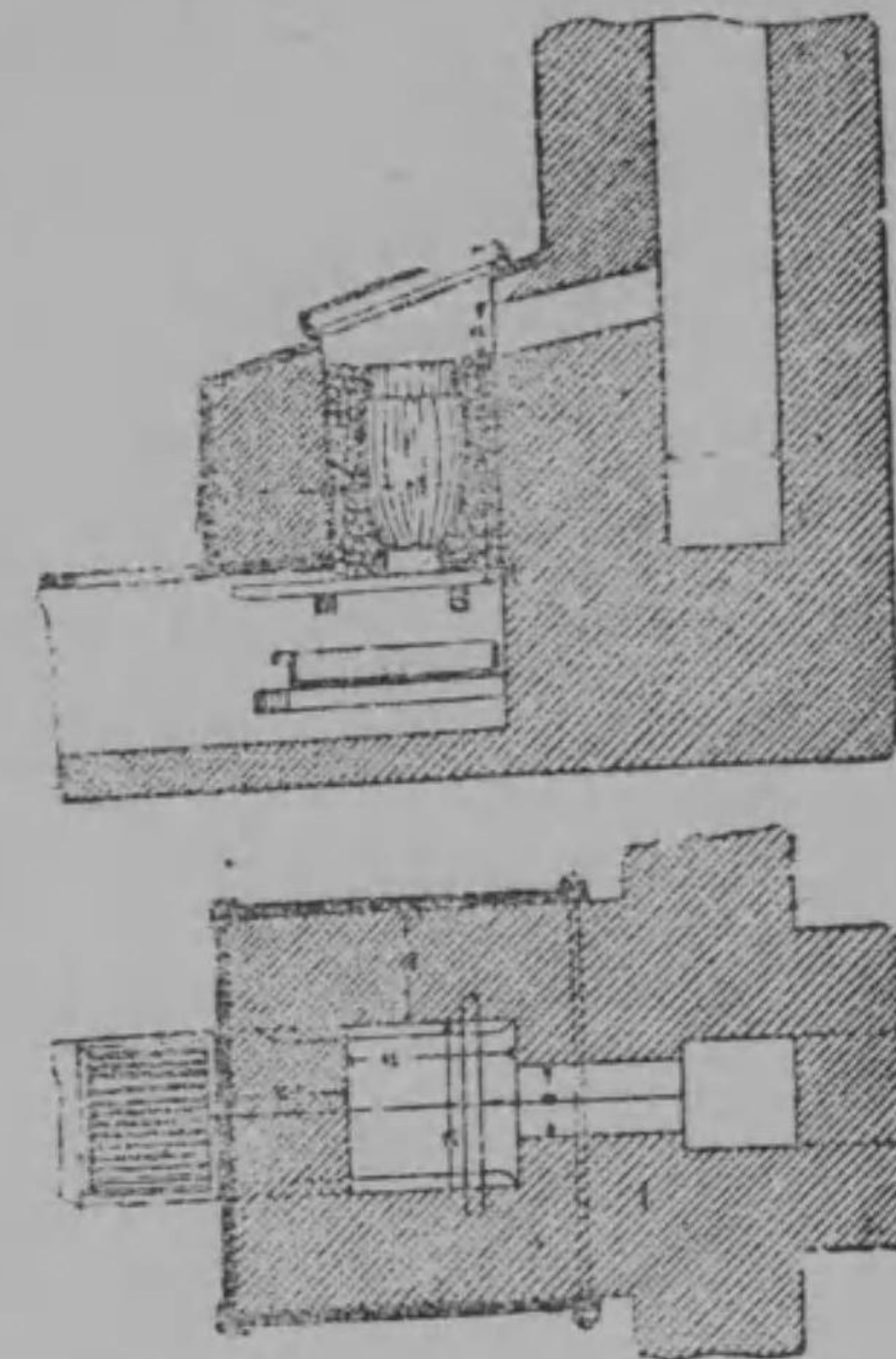
煙の生ずるを防ぐには特に市街に於てはコークスを用ふ、實際純粹なる炭素とアツシとの化合物が炭水素化合物 (Hydrocarbon) を含まざるときは煙を出さず、

されどコークスを用ふるときは黒煙を出さざるも之れ完全なる燃焼を意味するものに非ず、コークスを用ひたるファーンエースより出づる瓦斯 (Waste Gas) は屢々多量の酸化炭素 (CO) を含む、之れ空氣の供給過少なるに依るものなり、コークスを十分に燃焼せしめんには火を多少厚くせざるべからず、グレートより供給したる空氣は直に熱せられたる燃料と化合す、若し空氣の供給充分なるときは炭素は直に燃焼して炭酸瓦斯 (CO₂) となる事を忘る可らず、故に火層を通る際酸素は炭素の爲め炭酸瓦斯となり炭酸瓦斯は更に熱せられたる燃料の層を通る際に酸化炭素となりて煙突より出づ、此際生ずる所の熱量は燃料の出すべき熱量の僅かのみなり、詳言せば8,137カロリーの代りに2,453カロリーを或は14,617B.T.Uの代りに4,415 B.T.U.を出すのみなり。

されど若し空氣を火の上に供給する時は酸化炭素は更に青色の焰を發して燃焼し尙ほ5,68カロリー或は1,252 B. T. U.の熱量を發生す、

第十八圖はクルーシブルファーンエース (Crucible

Furnace) を示す、其ファーンエースに有てはコークスを用ひグレートの下より空氣を送りて熱す、送りたる酸素は火中に入り酸化炭素のみが煙突に逃る、若し空氣をクルーシブル(坩堝)の上を送るときは酸化炭素特有の焰を發すれど此第二の燃焼に依る熱は煙突に逃る、適當に此熱を利用せんとせばコークスを全部坩堝の下に置き坩堝の周圍に隙間を置きて其處に空氣が入る様にすべし。

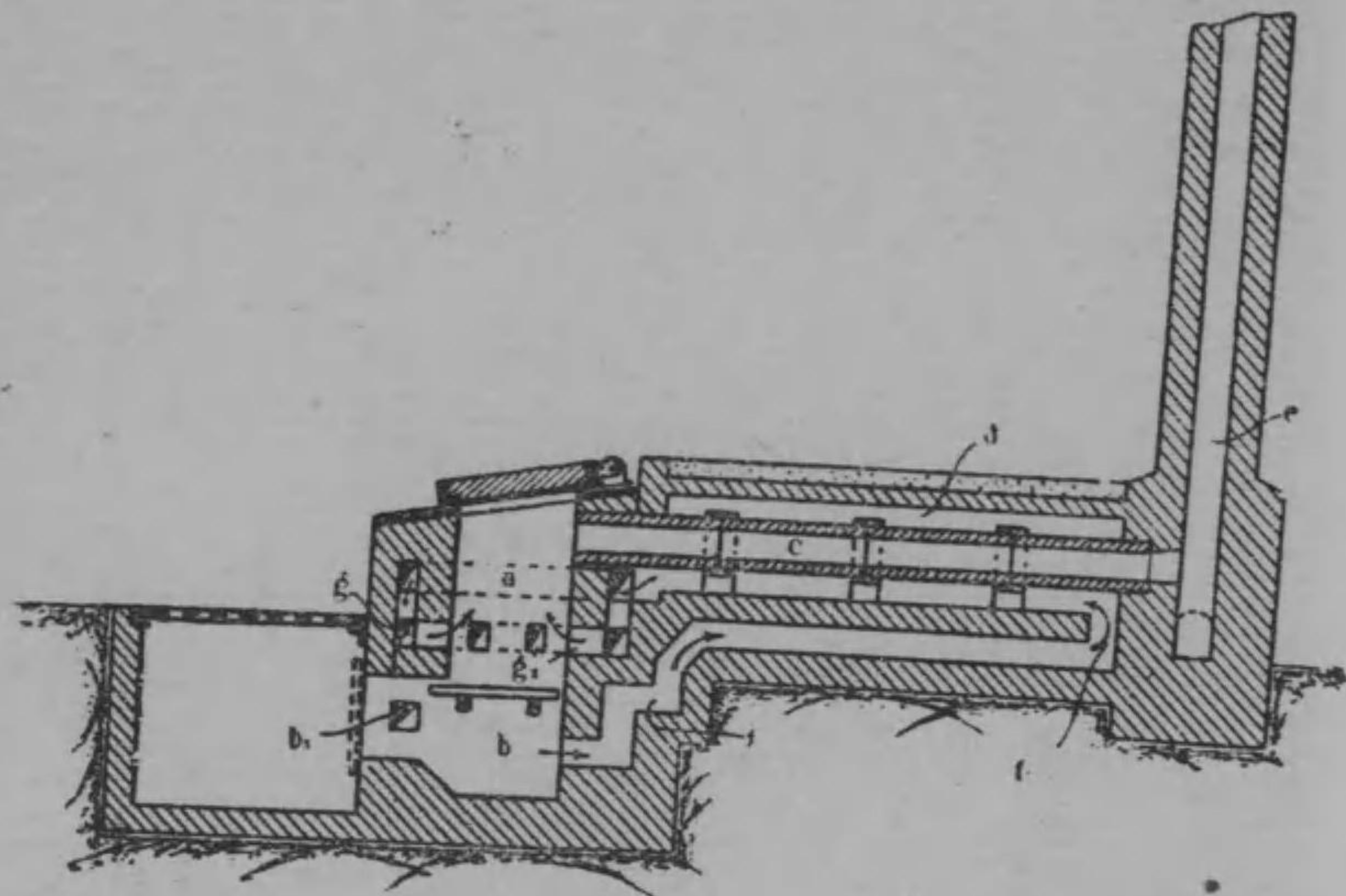


第十八圖 コークスを燃焼クルーシブルファーンエースの圖

第十八圖のファーンエースの瓦斯が高温度なること及び酸化炭素が生ずることに依る損失は第十九圖に示せるファーンエースを用ふれば除くを得、之に於てはグレート以外の隙間より空氣を火の頂きに送りて完全なる

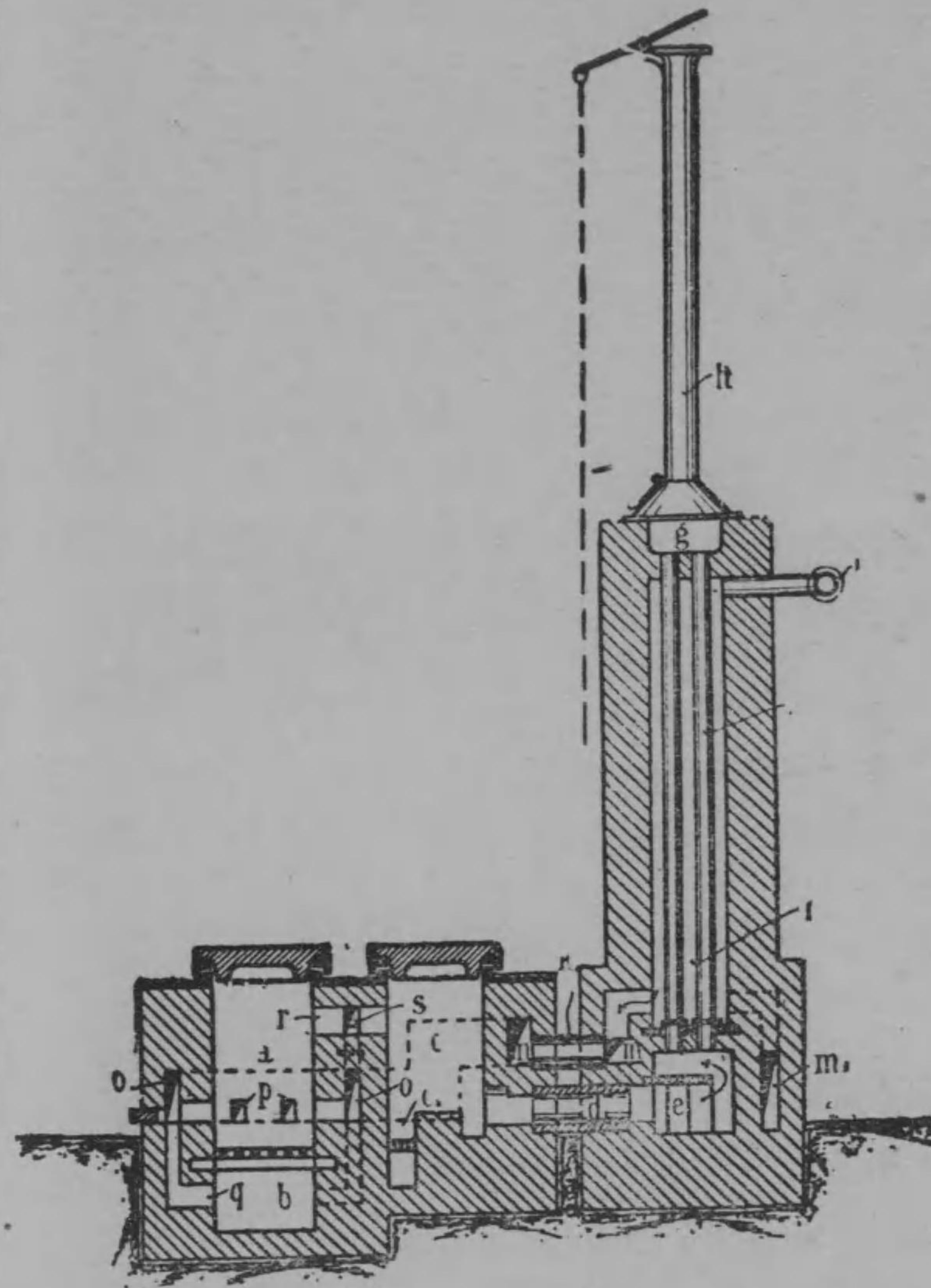
燃燒をなさしむ。

廢れる瓦斯はフリュー (Fluo)C に依りて煙突に至る



第十九圖 クルーシブルファーンース

其周りより空氣は矢にて示せる如く吸ひ込まれ而て隙間 g, g 及び a を通してファーンースに放出さる、廢れる瓦斯は又次頁に示す如きクルーシブルに依り第二の熱を利用するを得、之に於ては熱せらるべき金屬を坩堝室 (Crucible Chamber) とレヂエネレーチブエヤーヒーター (Regenerative Air Heater) との間即ちセコンドチャンパー (Second Chamber)C に置く、此ファーンース



第二十圖 クルーシブルファーンース

に於て f は熱せられたる空氣を g, p に於けるプライマ

リーファーネース (Primary Furnace) に供給するエアーヒーター (Air Heater) なり。第二のファーネースはハーフグレート (Half Grate) C を有て而て若し必要なる場合には金屬をプライマリーファーネースに於ける如く熔解するを得石炭を燃す際には矢張り酸化炭素の生ずる憂あり。されど火層薄くして多量の空氣グレートより入るを以て之にては酸化炭素生じ難し。石炭を手くべするときはコーキング (Coking) 又はスプレッディング (Spreading) 等の方法に依り缺點を緩和するを得。

火が燃え盡したる場合にファイアドアを開くときは多量の冷空氣流入してボイラー及び其フリユー、チューブ、ブリックワーク (Brick Work) エコノマイザー (Economizer) 或はフキードヒーター (Feed Heater) 等の全部を冷却せしむ。此の空氣が容易に流入することは空氣がグレートより入るを妨ぐ。グレートより入るは抵抗大なるが故なり。

火夫は其時新しき石炭凡そ 56 封度をデッドプレートの前面上にくべるか然らざれば赤熱せる火面全部にば

ら撒く、石炭 56 封度中には凡そ 250 立方呎の瓦斯あり、之は石炭より速に蒸發す。殊にスプレッディングファイアリング (Spreading Firing) をなす場合に於て然り。固體燃料より揮發物揮發する時は非常に多量の熱を吸収する故赤熱せる火を冷却す、其間にボイラーも又熱を吸収する故綠色の瓦斯は燃えずしてフリユー (Flue) に至るから然らざれば一部分燃ゆるのみなり通常ファイアドアを開きて新に生じたる瓦斯は直に燃ゆ、最初のショベル (Shovel) にては火面全部を覆ふに至らず。而て 56 封度全部をくべたる時に於てはブリツヂを流るゝフレイムは其體積非常に大となる、戸を然る後閉づ。今や空氣の供給閉ざされ酸素はグレートよりも入らず。故に焰は消滅す。熱せられたる瓦斯がボイラープレートに依り急に冷ゆる時は輕き炭水素化合物と炭素とに分離す此遊離したる炭素は煤にして瓦斯の流に浮びて黒き煙となる。黒煙の中には炭素のみならず又不完全なる燃燒生成物即ち酸化炭素もあり、コーキングファイアリング (Coking Firing) をなすときは瓦斯の蒸溜は長引きて熱き空氣が薄き火層より多量に

入る故瓦斯は之と混合して完全なる燃焼をなへ易し。

燃料が其揮發性瓦斯を放出したる時は石炭を幅廣きレーキ (Rake) にて速に火中に押し込み而て新しき石炭をデッドプレート (Dead Plate) の上にくべる。此事柄はワイウリアム (Wye Williams) が摘出したるものにして彼れの主張に依る時は空氣をファイアドアの隙間よりパーフォーレーテッドプレート (Perforated Plates) を通して細流となしてグレートの上に送り斯くして瓦斯とよし混合せしむるにあり。

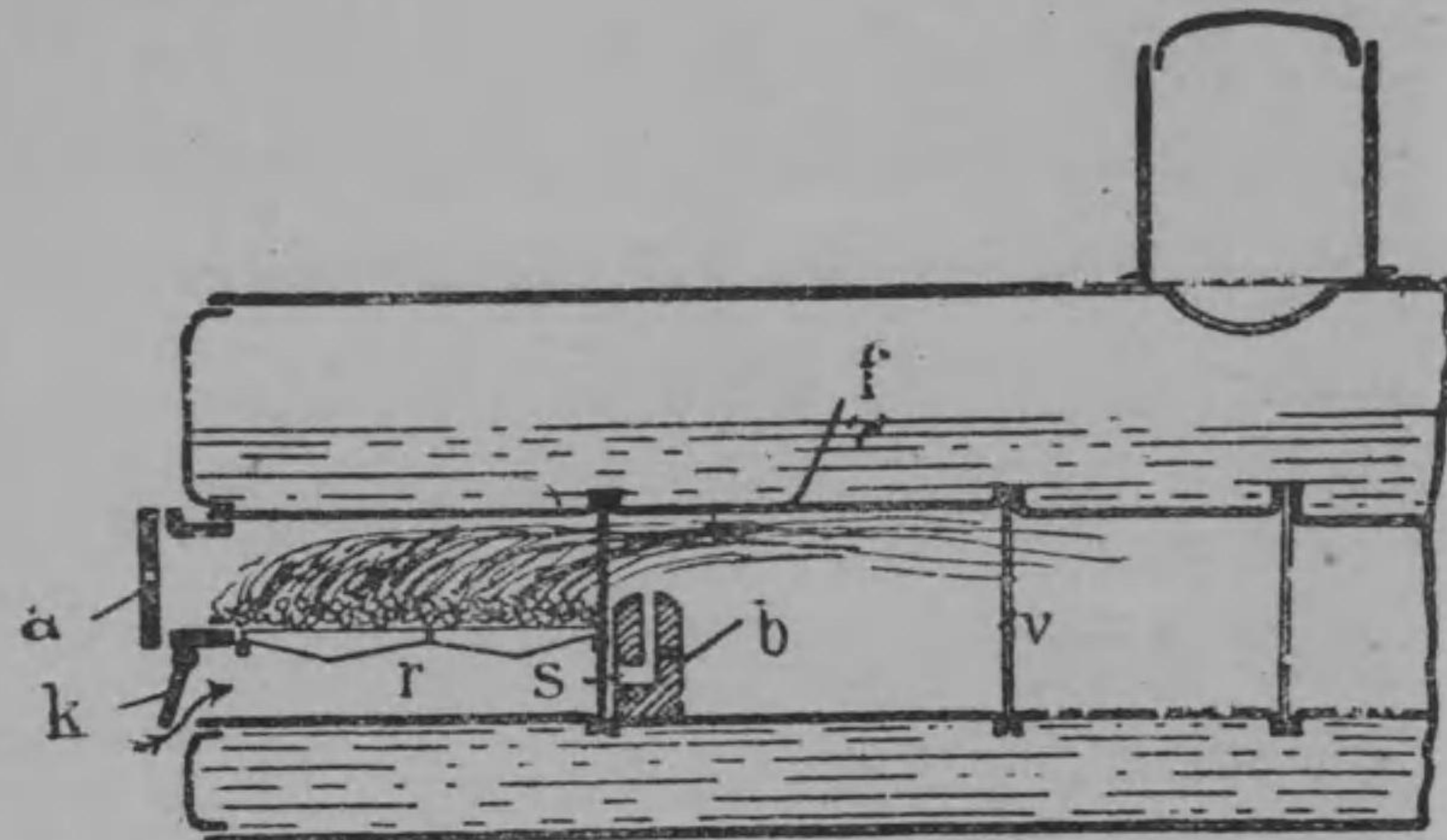
空氣と可燃性瓦斯とがよく混することは燃焼に充分なる溫度を要すると同様必要なり。溫度に關する條件はウォーターアーチファーンエス (Water-arch furnace) を有するランカシャイアボイラーにては之れを満足せず。ウォーターチューブボイラーにては瓦斯は垂直らに上りチューブを通りて發火點以下に直に冷却さる。(Belleville) は高壓の空氣を水平に火面に注入し瓦斯を渦卷かせてチューブに至る前に燃焼せしめんと試みたり。されど之れも實行困難なりき。

ウォーターチューブに依りては明に瓦斯と空氣とは

混合せらる。實際には尠くもウォーターゲージにて半時の通風あるに非ざれば空氣の供給は充分ならず。而て斯くの如き場合にはスチームジェット (Steam Jet) をドアとファイアとの中間に置いて空氣の導入を助くること普通なり。經驗に依るに過少なる空氣を供給するよりも最初ドアより多量の空氣を入れ速に之れを閉づる方煙の豫防に有効なり。最初空氣の量過少なる時は瓦斯は自由に燃焼せずして煤煙生ず。而て之を再び完全に燃焼せしむることは困難なり。最初多量の空氣を供給して瓦斯を盛に燃焼せしめドアを速に閉づるときは燃焼は空氣が化學的的最小量より稍多きのみにて盛に繼續す。

以上の事實より有煙燃料を燃焼せしむるに困難なるはそれが複雑なる物質にして一部は固體として一部は瓦斯として燃焼する點にあり。瓦斯は固體を燃焼するに要するよりも短時間にて之を燃焼せざるべからず。火は瓦斯の揮發に依りて冷えつゝあり。故に燃料を投入せんとするには「少し宛屢々」くべることを忘るべからず。されど斯くする時は戸を屢々開かざるべから

す、故にメカニカルストーカー (Mechanical Stoker) に依りてのみ行はるストーカーはコーキング (Coking) 又はスプリングリング (Sprinkling) の方法に依りて石炭を連続的に供給す、而して瓦斯の生ずることも平等なり、



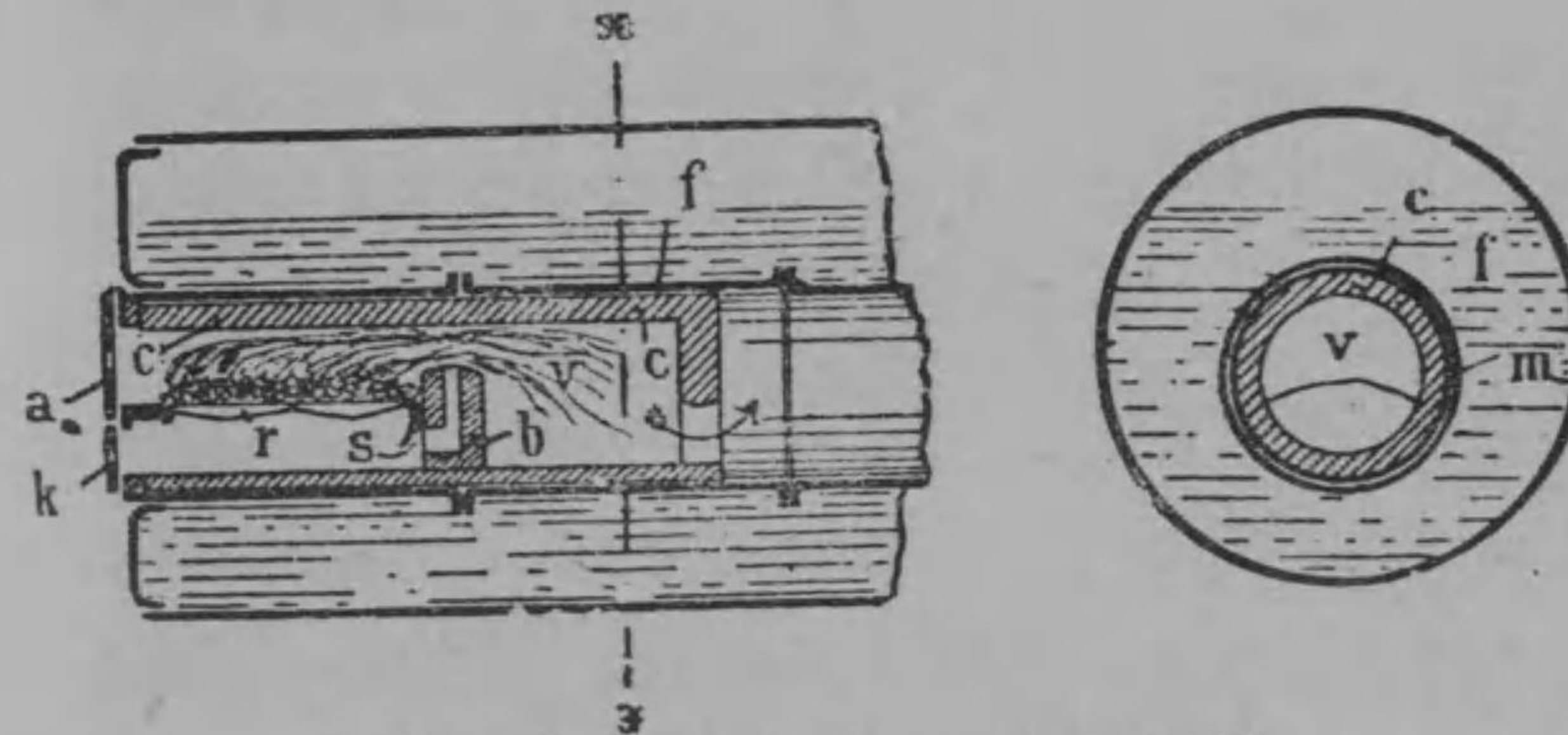
第二十一圖コルニツシボイラーの通常のパアーネースの圖

ランカシャイヤ 或はコルニツシ 或は同様な種類のボイラーのパアーネースの通常形を示す總説にても一通り述べたるが *a* はドアにして *b* はブリツヂなり、*S* は *b* より空氣を入らしむるダムパー (Damper) なりアツシピットドア (Ash pit Door) *k* は空氣をグレートの下より入らしめ又 *b* よりも入らしむ、グレー

トの下より入る空氣を制限して火床の上に空氣を入らしむること屢々必要なり、此理由に對しては第二の空氣供給は *b* に依るよりも寧ろドア *a* に依る方有效なりダムパー *K* は其故空氣をフアーネースに送るには上よりするにも下よりするにも有效なる方法なり、

石炭は普通 4% コールタールと 4% の水蒸氣と 16% の瓦斯全部にて 25% の揮發物を有す、時としては 35% 乃至 37% の揮發物を含むものもあり、此事より次の條件必要となる、

1. 温度は攝氏 700 度 = 華氏 1292 度以上とし著き瓦斯が完全に燃焼する迄はフアーネースの冷水面に觸れざる様にする事、



第二十二圖コルニツシボイラーの反射爐の圖
(Refractory Furnace for Cornish Boiler).

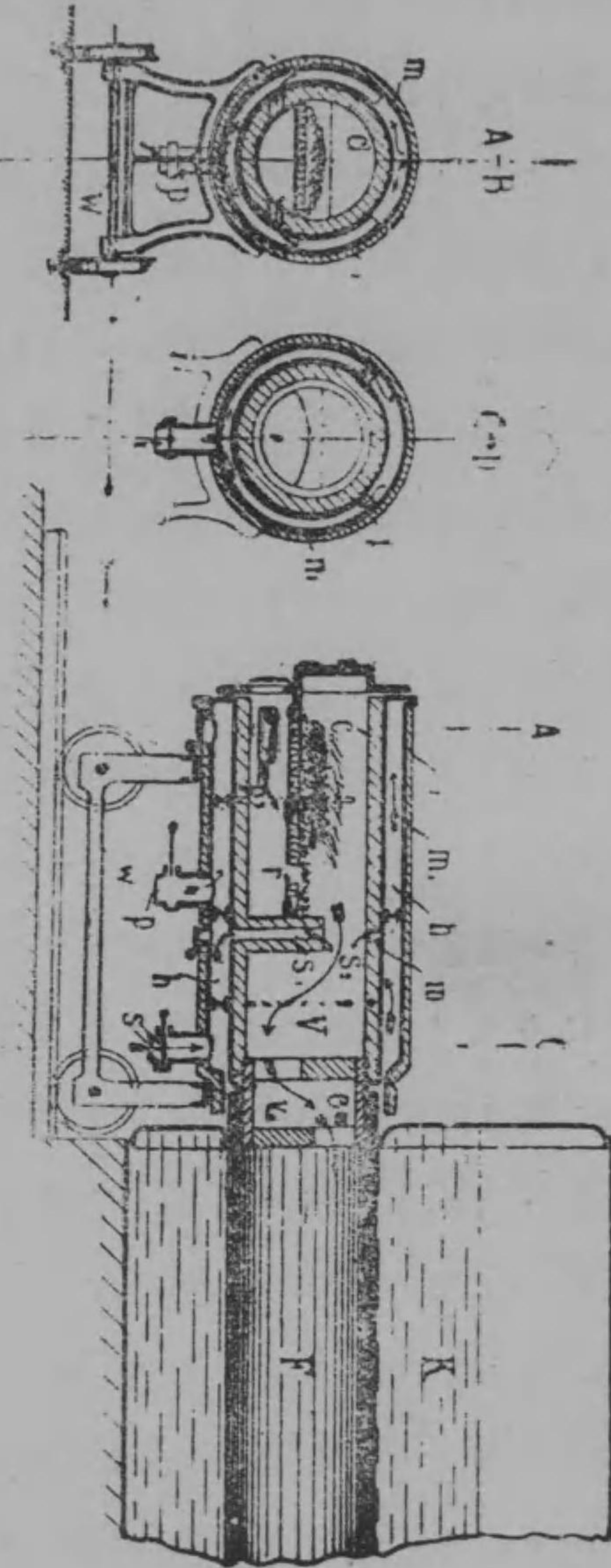
2. コムバステーションスペース (Combustion Space) に充分なる酸素を成るべく高温度になして送ること、

3. 新しき燃料を投入するに火面全體に巧みにくべること、

第一の條件は第二十二圖に示す如く内部にファイアブリック (Fire Brick) を設くる事に依りて満足するを得、之は熱が火より取り去らるゝを防ぎ瓦斯を非常に高温度に保つ、

第二十二圖のファイヤブリック (Fire Brick) はファーンエースの大きさを著しく減ず、故に 69 頁に示せるエクスターナルファーンエースあり、之にてはアファーンエースは車のフレーム (Frame) に取り付けあり、ファーンエースは外部の箱の中にあり、スプリットブリッジ (Split Bridge) S に依り空氣が h より入り更に S_2 に依りてブリッジの上に入る、空氣は又グレートの下より p なる通路を通りて入る、

瓦斯の燃焼は v 及び o にて起る、ファーンエースより遍射する熱は一部間隙 u を流るゝ空氣に依りて取らる長さは 2 メートル直径半メートルにしてグレートエリ



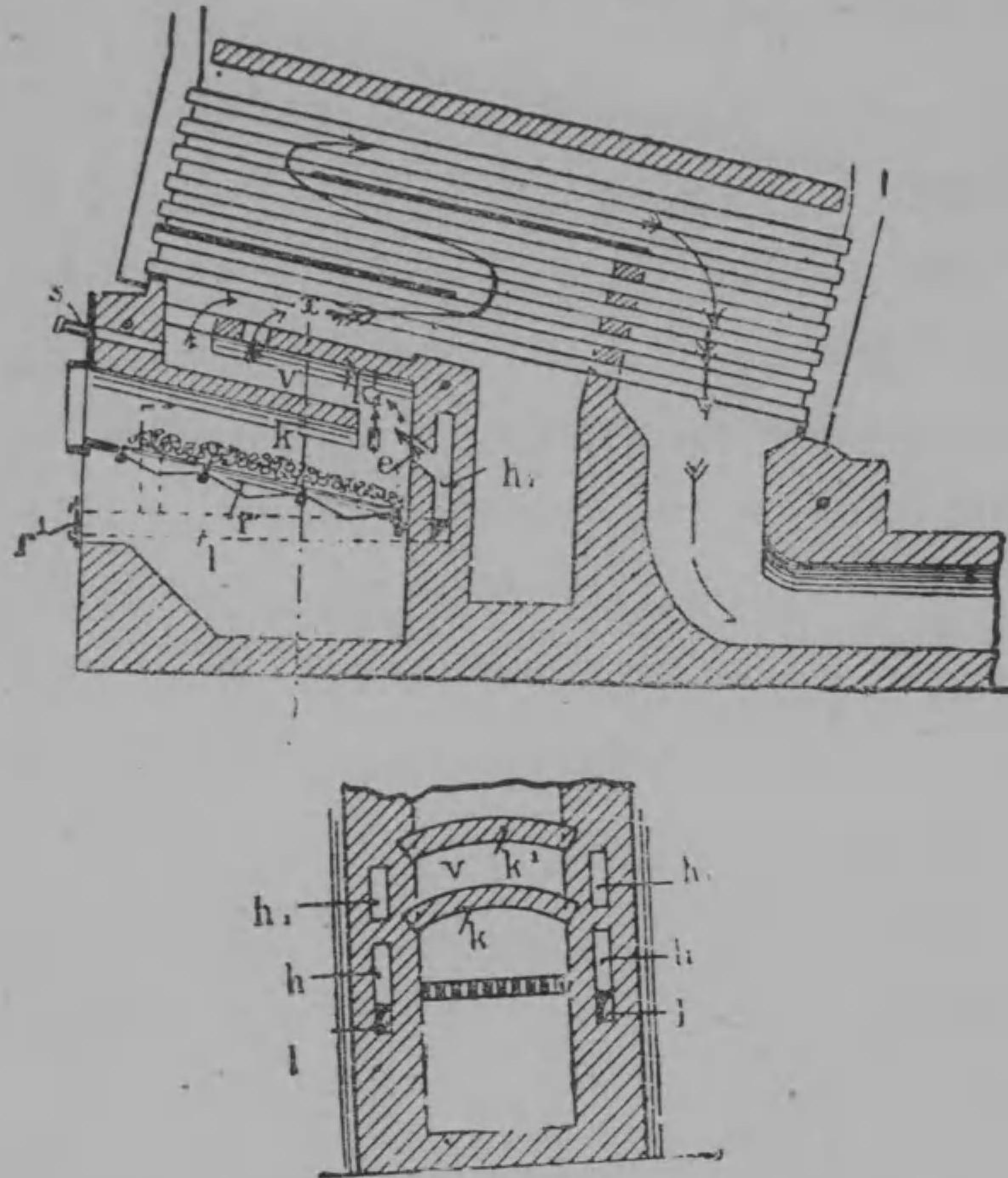
第二十三圖ランカシャイヤボイラーのエクスターナルファーンエースの圖
(External Furnace for Lancashire Boiler)

アは $1\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} m.$ = 1 平方呎なり、グレートの幅は 6 乃至 7 呎を適當とす。

エクスターナルファーンエースを用ひんとする以前の試みは其容積及び材料を要すること、遍射に依る熱の損失を防ぐ手段なき爲め失敗に歸したり、上述せるファーンエースにては此損失はケーシング (Casing) とファーンエースとの間の隙間を流るゝ空氣に依りて大に減せらる、洗罐或は掃除の時にはファーンエースは車にて元のボイラーより新しきボイラーに持ち運ぶ、故にファーンエース中にある熱の損失を減する助けとなる、之は石炭の凡そ 8.6 盃に相當す、此損失はファーンエースの平均溫度を知るときはファイアブリックの比熱を凡そ 0.2 にとりて計算するを得、エクスターナルファーンエースにては遍射に依りて水を熱する能はず、然るに蒸氣は遍射に依りて熱せらるゝに非ざれば經濟的に生ずる能はず、蓋し傳導に依りてボイラーを熱するときは金屬は傳導よきものなりと雖も煤及び罐石あり、殊に水及び瓦斯フィルム (Film) は薄くとも熱の傳導甚だ惡きものなるが故なり、故にエクスターナルファーン

スは不經濟なり、因に銅は鐵より傳導よきが故に銅は鐵より燃料經濟になるならんと思ふ者多き様なれど計算するときは直に判明することなるがボイラーにて熱が傳はる場合に水及び瓦斯フィルムが熱の傳導を妨ぐる主要なるものにして之れが極く薄くと見做すも尙ほ金屬の數百倍も熱の傳導を妨ぐるものにして金屬の傳導は全傳導中の千分乃至數百分の一に相當するものなれば金屬の傳導の良否は殆ど無關係なり、故に現今にても銅のボイラー等を使用せるものあれど之れは耐久力なる見地より斯くするものに非ざれば無智なる事柄なり。

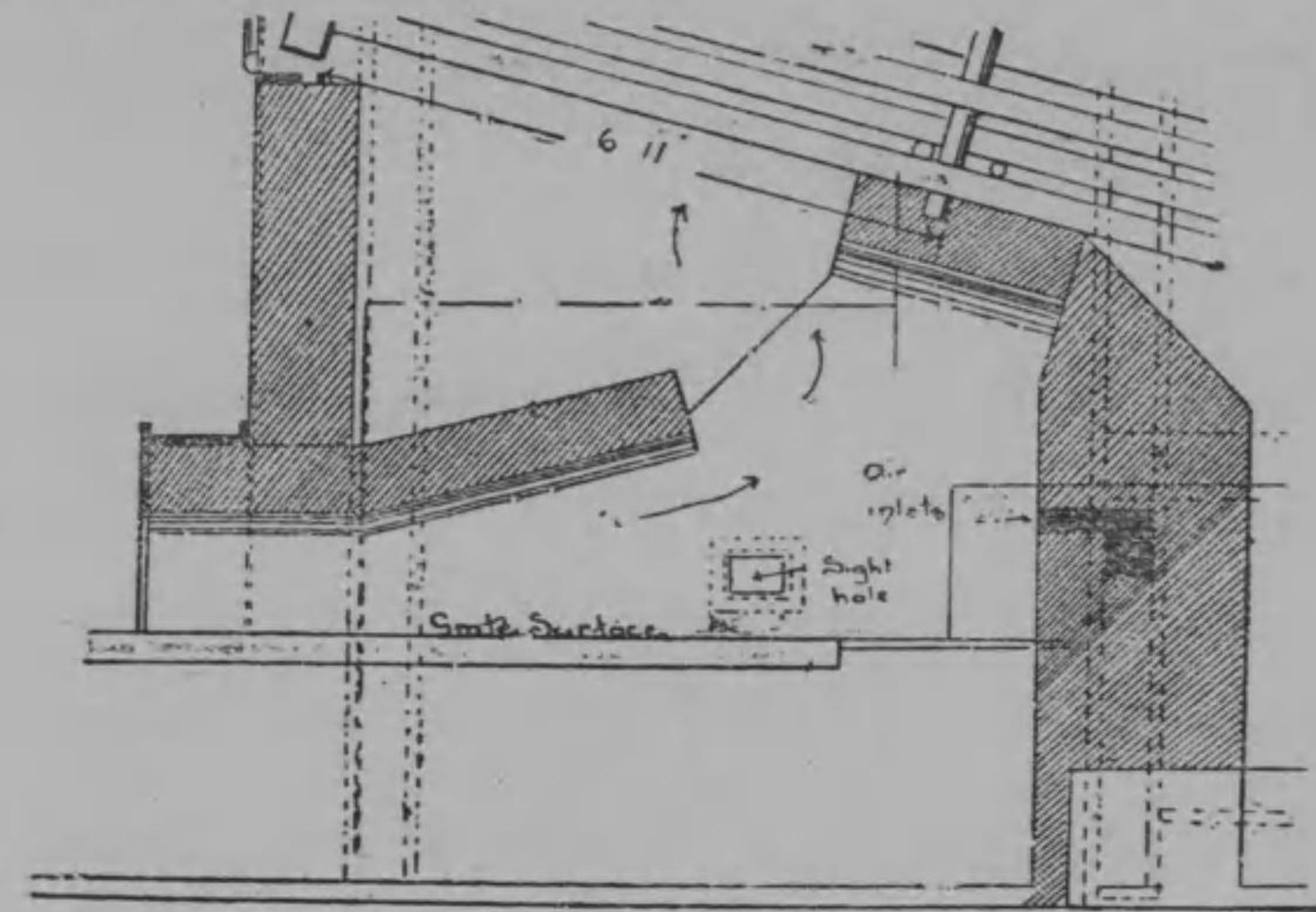
同様なる原理は次頁に示す如きファーンエースの構造に依りてウォーターチューブボイラーにも應用するを得、K 及び K₁ はファイアブリックアーチ (Firebrick Arch) にして火の上にありてコンバステーションチャンバー (Combustion Chamber) を作る、其の中にて h₁, h₂ より出づる空氣にて燃焼を完全にす、此空氣の量はダムパー (Damper) にて調整するを得、S は火を見る穴なり。



第二十四圖ウォーターチューブボイラーのブリックファーンエース

煉瓦は用ふる前によく乾かさゝる可からず。而て新しきアーチは徐々に暖むべし。良き煉瓦にて作りたるアーチは一年間位使用に堪ゆ。

ボイラーは通常据え付くるよりも高くすべし。されどウォーターチューブボイラーを据え付くる通常の方法は亂暴にして非化學的なり。されど前頁に示す如く取り付けたるもの即ち高過ぐる位に据付けたるもの及び第二十五圖に示す如くコムバステーションチャムバーを擴

第二十五圖ウォーターチューブボイラーの反射爐の圖
(Refractory Furnace for Water Tube Boiler).

大せるものは良好なる結果を得。

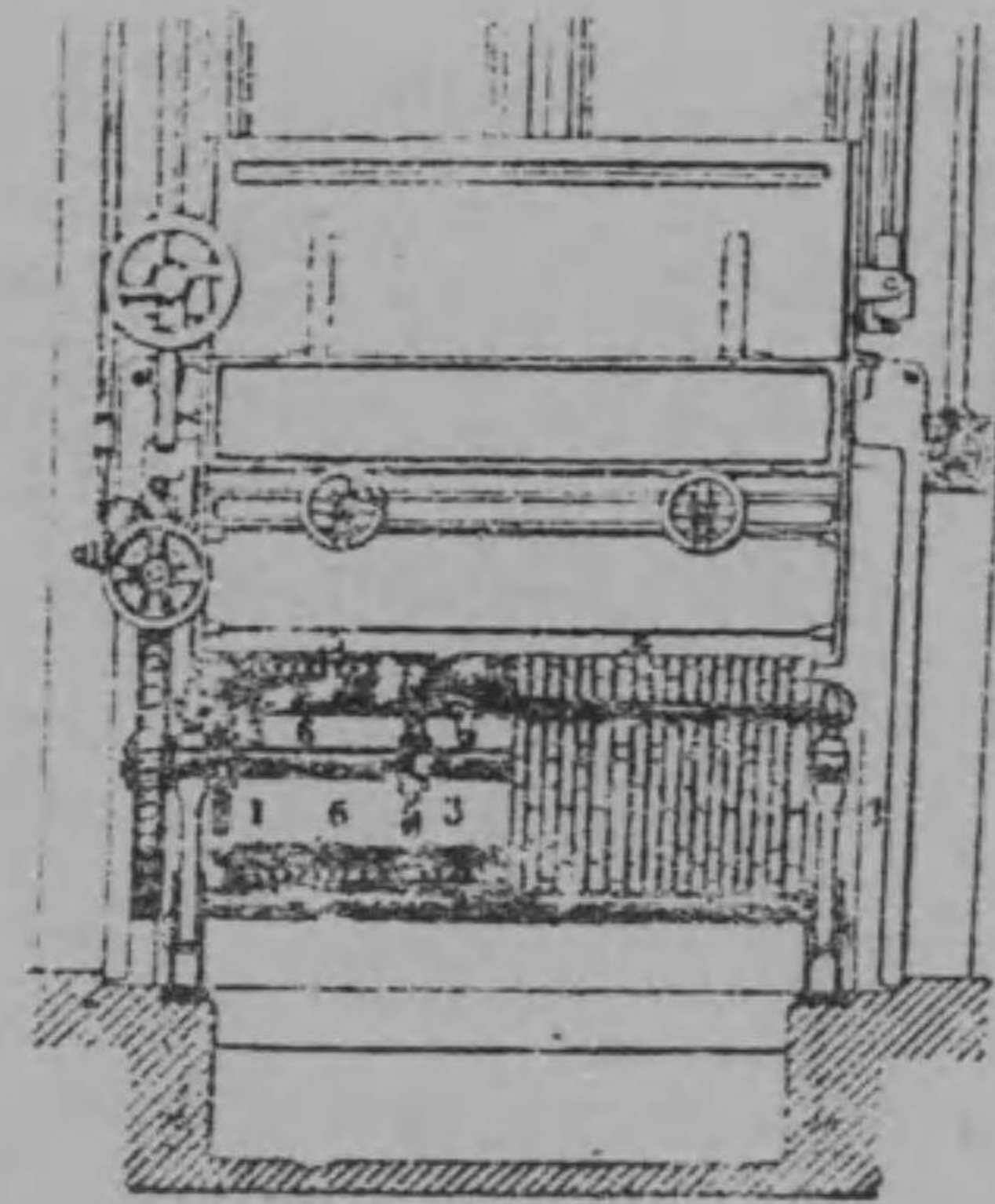
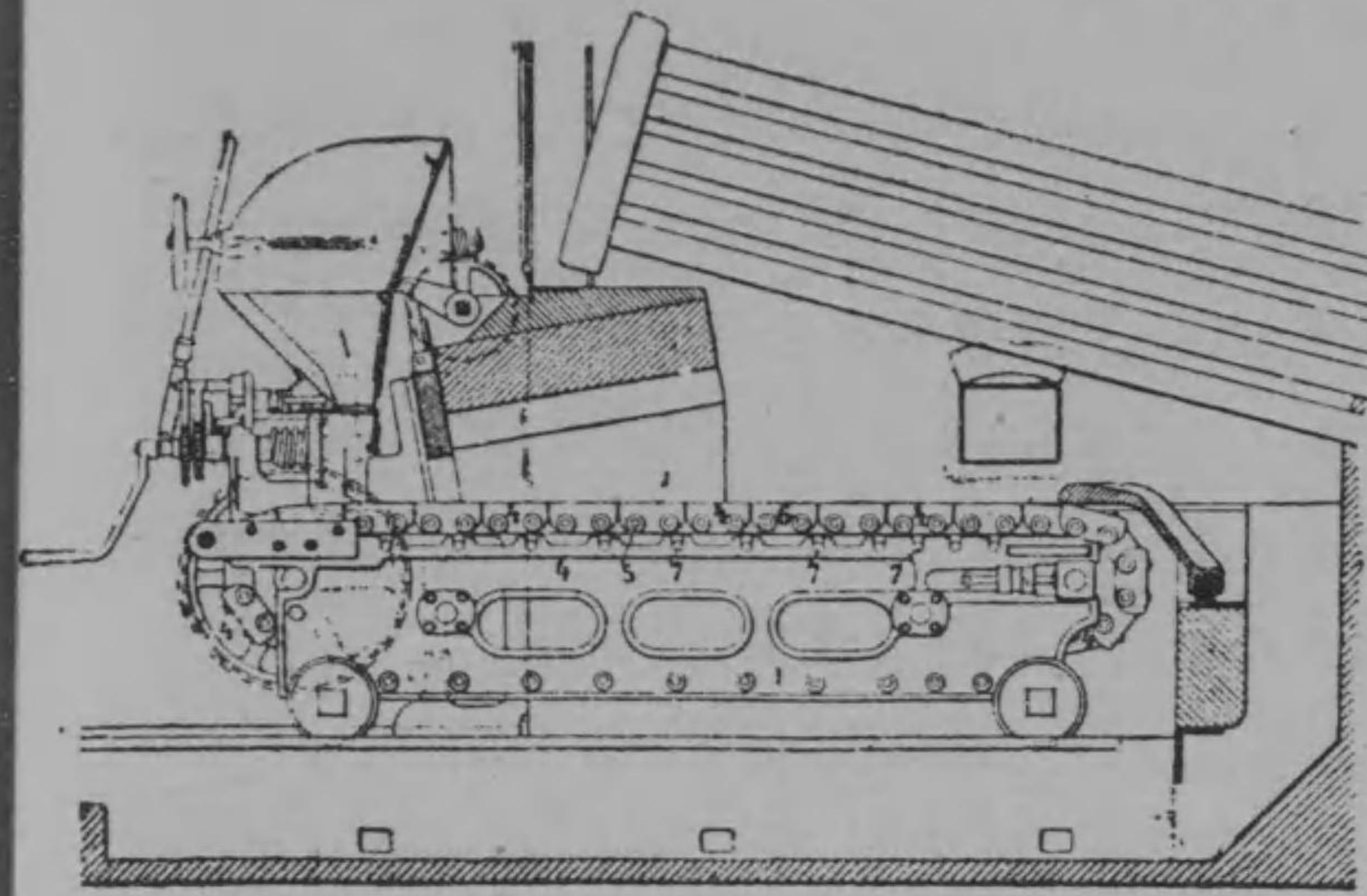
一週56時間に熟練せる火夫は80噸の石炭を燃焼せしむ。されど其賃銀は僅かなり。故に火夫は其賃銀の二十倍乃至三十倍の燃料を取扱ふ。されば火夫は賃銀に

拘泥せず熟練せる火夫を用ふべし。熟練の者はランカシヤイボイラーを煙を出さずに經濟的に焚火す。

手くべに於てはばら撒きか然らざればコーキング (Coking) にてなす。ばら撒く方法には種々あり、一時に全火面に撒くか然らざれば前半と後半とに代る代る石炭を投入して火面の半分を赤熱してそれより空氣を送りまたそれにて溫度を維持す。

メカニカルストーカーの最も古きものは第二十六圖に示せるチェーンプレートストーカー (Chain Grate Stoker) なり、之はウォーターチューブボイラーのストーカーとして用ひらる。空氣はドクトルプレート (Doctor Plate) の下の新しき石炭の隙間を通し又燃えて薄くなれる箇所より出づ。缺點は燃え盡したる火の所より非常に多量の空氣入りてファーネースが非常に暑くなり用をなさざるに至ることなり。

チェーンプレートファーネースは常に清潔にして又シェルボイラー (Shell Boiler) に在りては煙を出さず。されど通常の如く据付けたるウォーターチューブボイラーにては眞直に瓦斯上る故之を用ふる能はず。



第二十六圖チェーンプレートストーカーの圖

ブリッジの端の火床の厚はブリッジプレート (Bridge plate) にて制限すべし、ブリッジプレートは中空にして中に常に水を流すべし、然らざれば焼け切る、

手くべ (Hand Firing)

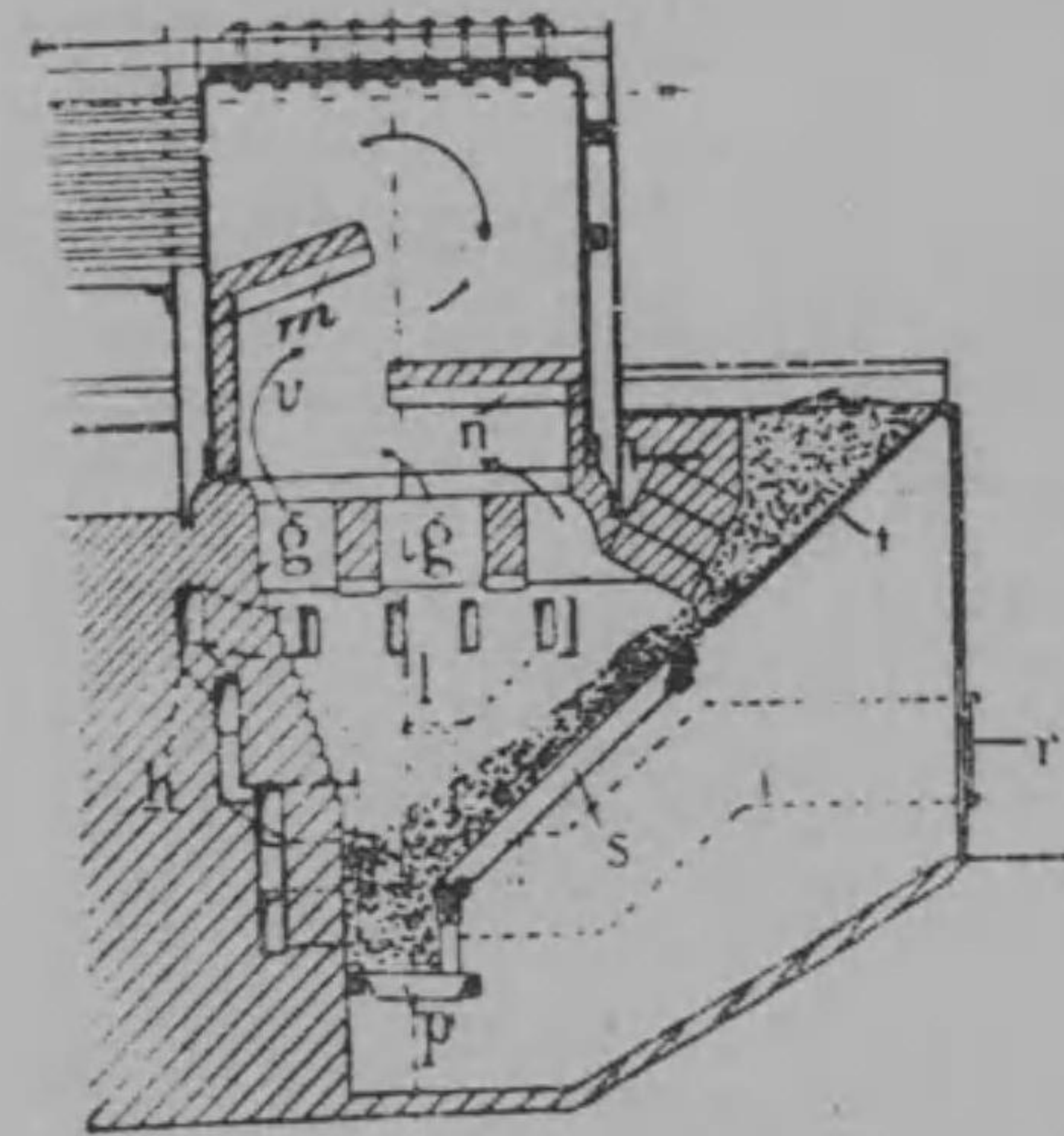
手くべは判断力ある人によりてなされる、長所あれども總説にても述べたる如く燃料を投入する際多量の冷却せる空氣がドーアより流入する缺點あり、メカニカルストーカーは此缺點を補ふと雖も又煩雜なり、チェーンプレートストーカーを除く外メカニカルストーカーのムービングバー (Moving bar) は時々掃除するを要す、之をするにはホツバーの供給を止めてグレートに燃さしめ燃料が燃え盡すに従ひグレートを開閉すべし清潔になりたる時は再びホツバーより供給す、若し通風良好なる時には石炭は烈しく燃焼すべし、之を加減するにはダムバーを閉ぢて空氣の供給を減すべし、此アツシビットダムバーは手くべのボイラーにとりても有益なるものなり、それは火床の上の通風を變ずることなくして燃さんと欲する度合に従ひ通風を加減するを得るを以てなり、

第三章 燃料を燃焼せしむる進歩せる方法

(Improved Methods of Burning Fuels).

ステツブプレート (Step Grates).

ステツブプレート或はインクラインドプレート (Inclined grate) は燃焼が進むに従ひ燃料をプレートに沿ひて動かす簡單なる仕掛けなり、而て空氣が過度に入るを防ぐを得、角を適當に選ぶ (角を加減し得るやうになし置く) ときは一樣なる火床を作るを得、

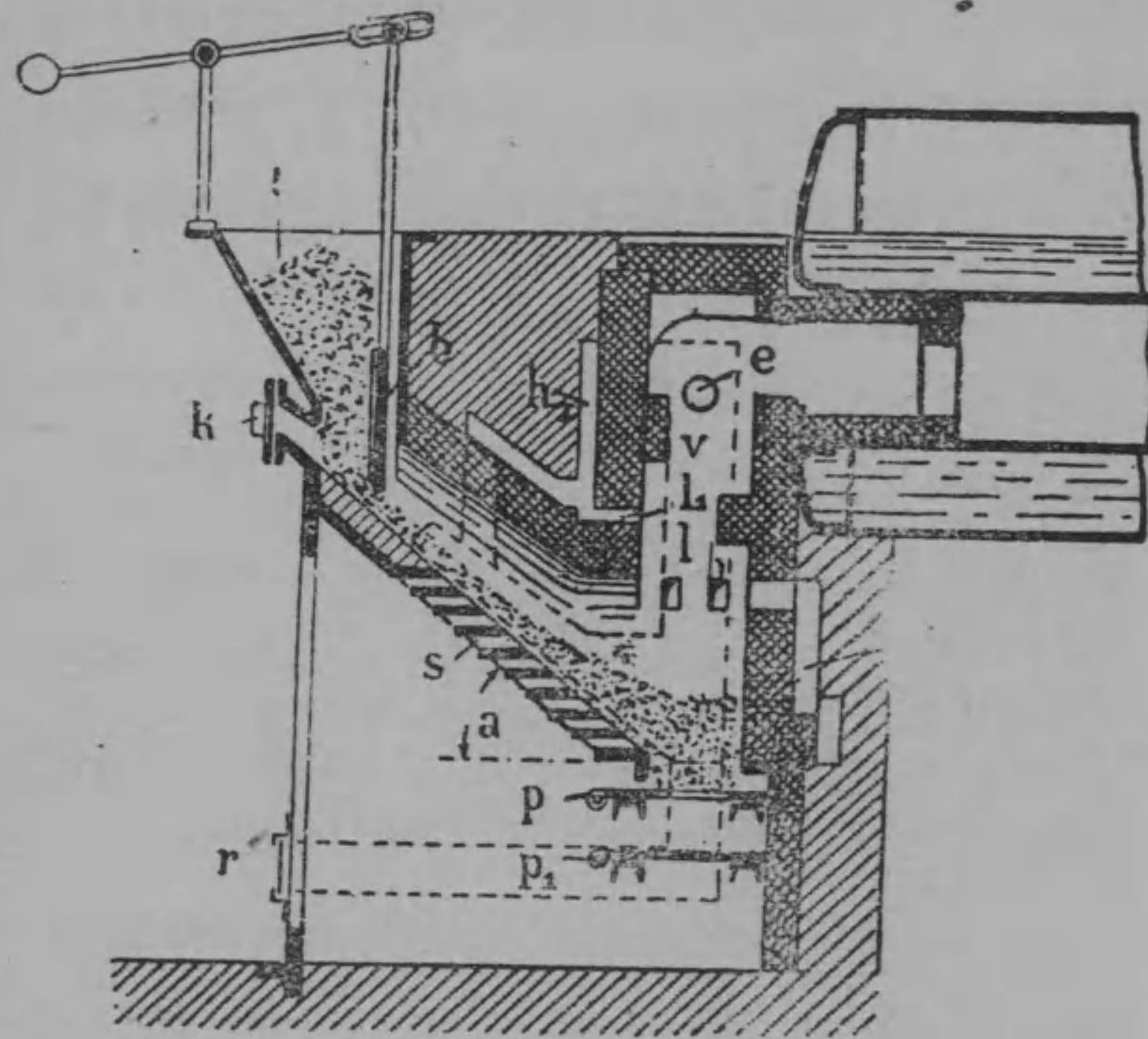


第二十七圖インクラインドグレースの圖 (Inclined Grate).

第二十七圖に示すインクラインドプレートは眞直なる棒 (Straight bar) より成りそれが急なる角にて傾斜す、之は細き石炭がバー (Bar) を

通じて落ち易き缺點あり、コーキングをなす石炭及びクリンカーを造る石炭は又斯くの如きグレートに用ふべからず。

第二十八圖に示せるステップグレート (Step grate) にはプレート (Plate) が階段須に排列せられライザー (Riser) を存せず、故に隙間より多量の空氣入る、此



第二十八圖 ステップドグレート の圖 (Stepped Grate)

グレートは粉炭褐炭ビート (Peat) 鋸屑等普通のグレートにて燃え難きものに適す。

第二十七圖に於て石炭は h なるホッパー (Hopper) より供給さる、アツシ (Ash) 及びクリンカー (Clinker) は p なる小さきバー (Bar) の上に集りセコンダリーエアー (Secondary air) は l に於てダンパー r にて調整し得る水平通路 h より入る、瓦斯は然る後ボイラーに至るボイラーは此の圖にてはロコモチボイラー (Locomotive boiler) を表せるものにして二ヶの煉瓦アーチ m 及び n は空氣と瓦斯とを混じ之等がチューブに入る前にコンバッションボックス (Combustion box) に擴散せしむ。

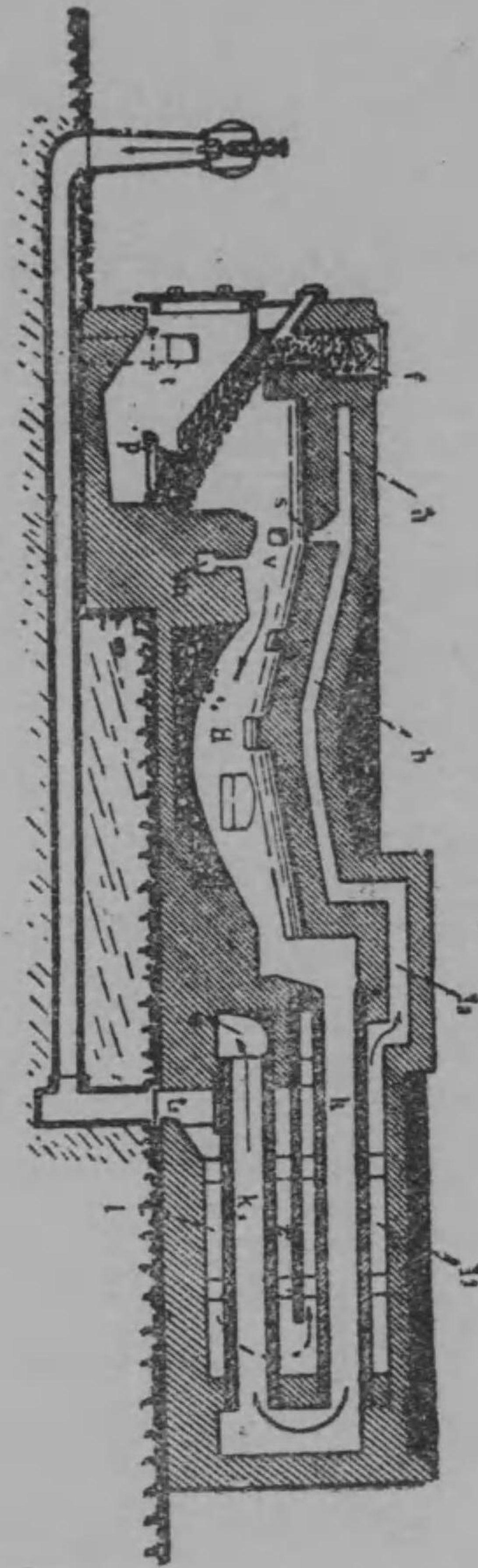
第二十八圖に示せるステップグレートは同様なるフアーネースに應用せらるゝものにして石炭の供給はホッパーよりドクトルプレート (Doctor plate) b に依りて調整さる、セコンダリーエアー (Secondary air) は l より入りダンパー r にてヒーティングレー (Heating ray) h, h_1 を調整して加減す。

アツシ及びクリンカーはラワーシャッター (Lower

shutter) p の上に落ち而て p を引けば p の上に落つ火はレーキ (Rake) にて K なる隙間より落すを得、されど燃料が適當のものなるときは火はグレートを滑り落つ、

燃焼の完結を見る爲めサイトホール (Sight hole) とが側面にあり、燃焼生成物は遂にボイラーのフリュー (Flue) の中に入る廿七圖及び第二十八圖に示せるグレートは通常45度に傾斜す、第二十八圖にては凡そ25度なり、燃料の層を厚くするときは多量の酸化炭素生じ且つ炭水素化合物が燃えずして逃ぐ火の厚さとセコンダリーエヤーの供給とは調整し得るが故に燃焼を完全にして煙の出でざる様にせざるべからず、入り来る空氣は壁にて温めらるゝ故經濟的なり、

第二十九圖に示せるレバーベラトリーファーネース (Reverberatory furnace) はソリッドファイアド (Solid fired) 或は瓦斯ファイアド (Gas fired) に屬するか區別困難なるものにして半瓦斯ファイアリング (Half gas firing) と稱すべき者なり、燃料の熱は總てファーネースに至りセコンダリーエヤーは通路 3 を通りフリュー (Flue) k, k_1 にて熱せられ S よりファーネースに入る

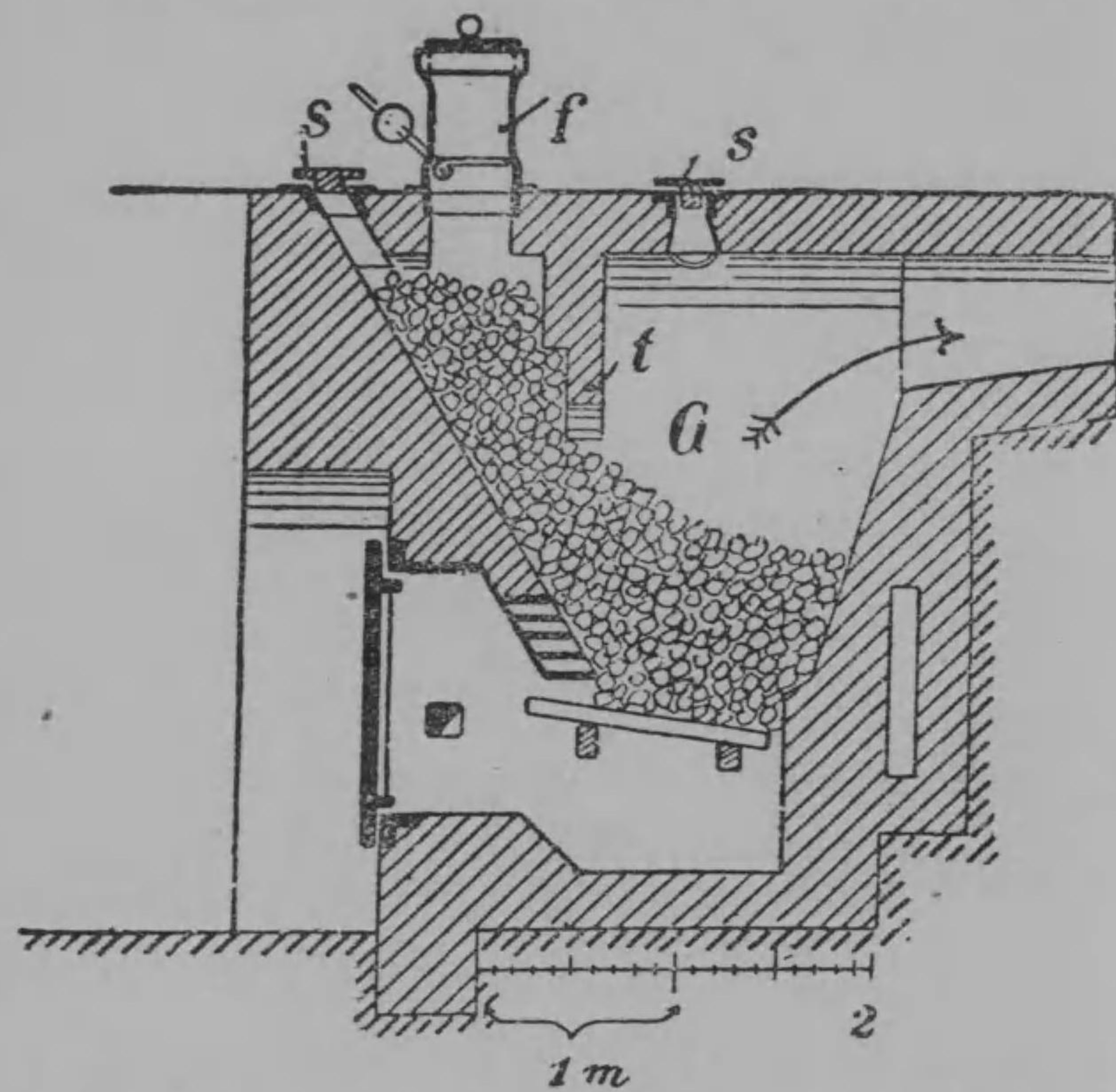


第二十九圖レバーベラトリーファーネースの圖
(Reverberatory Furnace).

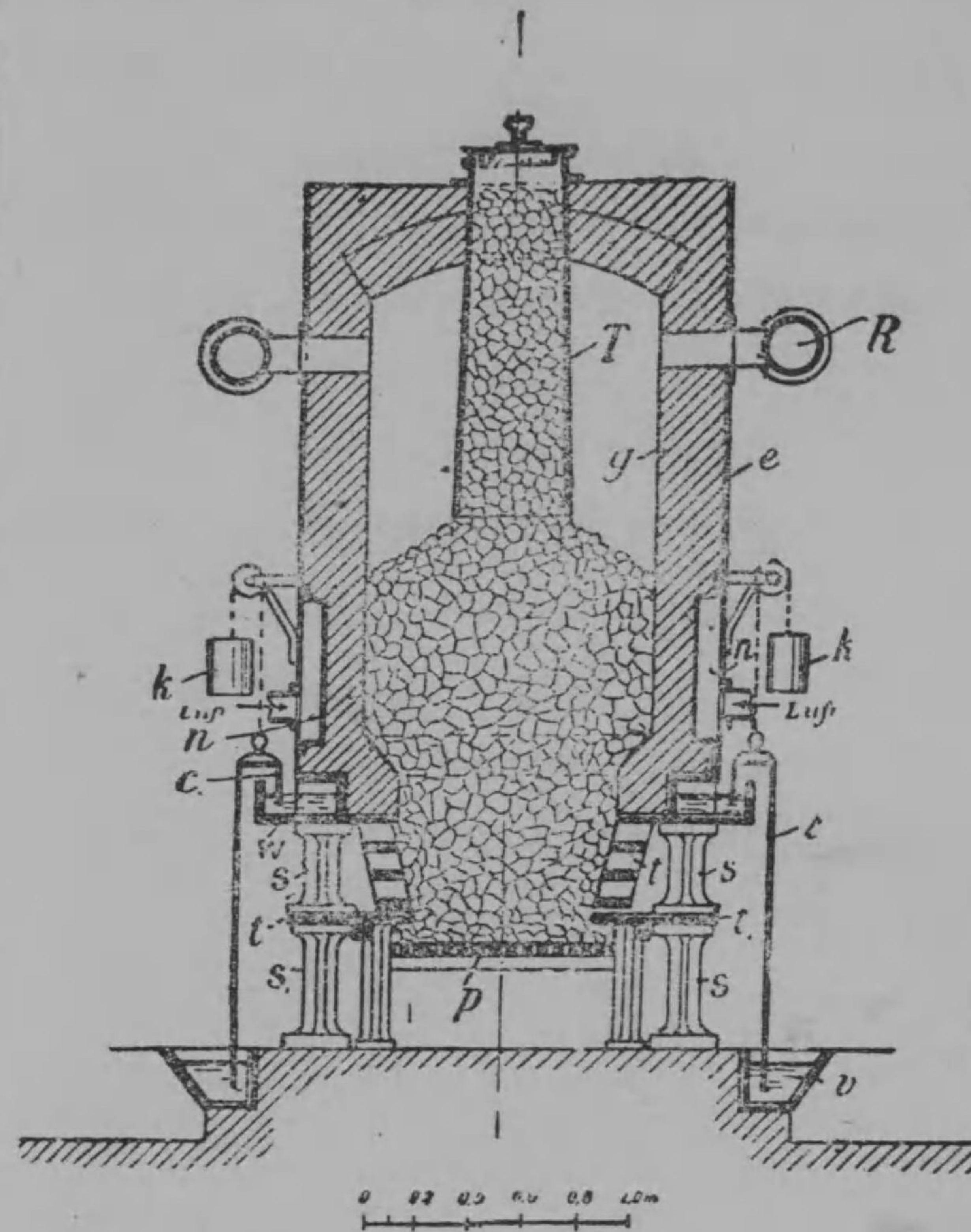
空氣は熱せられたる時も瓦斯より重きが故に瓦斯とよく混合す、ダムバーに依りて調整を注意すること必要なり、

瓦斯ファイアリング (Gas Firing)

第三十圖にあるものは通常のスジエネレーター



第三十圖ガスジェネレーター之圖 (Gas Generator, Ordinary Type).



第三十一圖センターフビードガスジェネレーター之圖 (Centre Feed Gas Generator).

(Gas generator) なり、火床は60糎乃至1米突即ち24吋乃至40吋なり、ハンギングブリッジ(Hanging bridge) はグレートの上の火の厚さを一様になす働きを有す之は瓦斯發生には重要なることなり、一定せる性質(Quality) の瓦斯を出す故なり、

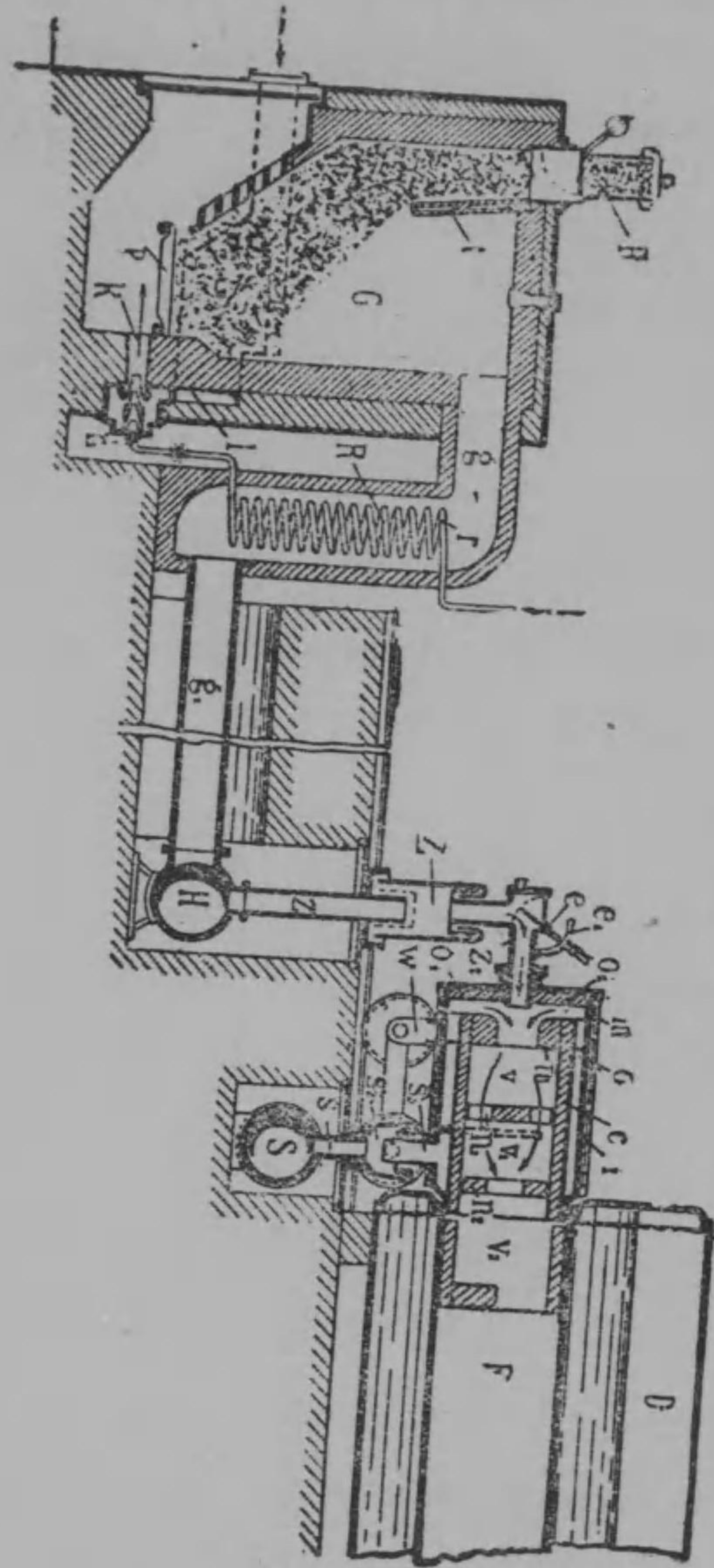
火の厚さを一定に保つは第三十一圖に示せるガスジェネレーターに於てTに依りてなすを得、ガスジェネレーターは同一の石炭ならば適當に調整せば一様な性質の瓦斯を發生する故に完全なる燃焼の問題は大に簡單になりて第二の燃焼(Secondary combustion) に對して必要なる空氣を供給することゝなる、グレート上の燃料は直に燃焼して炭酸瓦斯(CO_2) になり之が燃料の厚き層を通過する際に又酸化炭素(CO) に變ず、ガスジェネレーターを用ふる場合に必要なる事は仕事を連続的にすべきことなり、若し此條件を満足すれば其使用は經濟に適ひ煙を出さず、

第三十二圖はガスジェネレーターをボイラーに應用せるを示す、ボイラーはランカシャイヤ或はコルニツシなり、各チューブの前に瓦斯コンバッションチャン

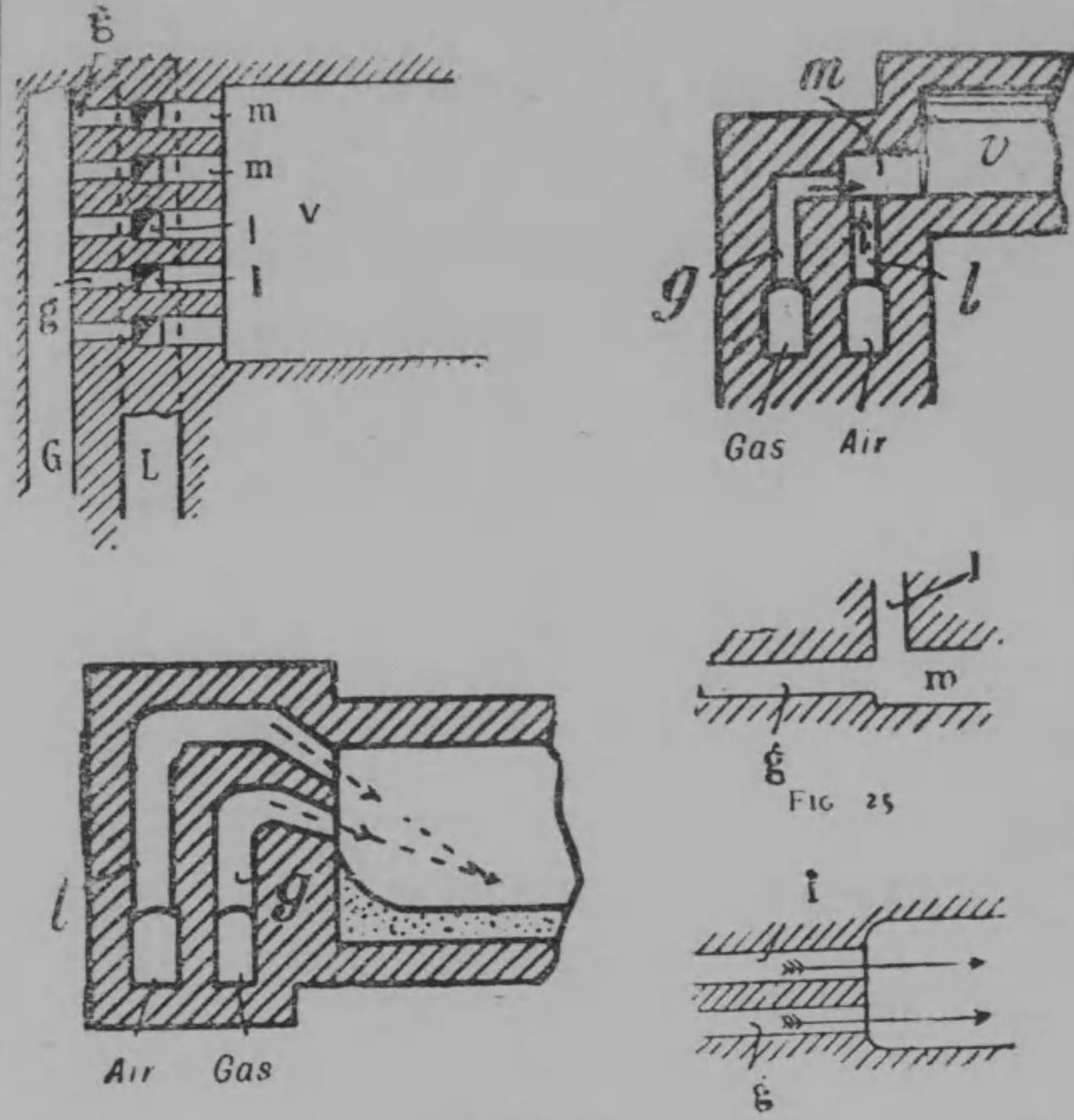
バー (gas combustion chamber) V, V_1 , V_2 あり、空氣はメイン(Main) Sより枝管 S_1, S_2 を通して各コンバッションチャンパーに入る、Rはコイル(Coil)にしてブロワー(Blower) Lよりジェネレーターに送る蒸氣を過熱す、其蒸氣にて空氣をグレートの下に流入せしむ、此空氣はウォールチャンネル(Wall channel) l にて熱せらる、斯くしてウォーターガス(Water gas) が幾分生ず、それは攝氏600度(華氏1112度)にてジェネレーターを去り此熱の一部はコイルRに蓄へらる、瓦斯はパイプ g_1 よりZに至りそれよりレギュレーター(Regulator) eに依りてチャンパーVに至る、空氣は O, O_1 より入り n, n_1, n_2 に依りて充分混合す、此空氣はコンバッションチャンパーと外のケーシング(casing) どの間の隙間に熱せらる、ガスファイアリングにてはセコンダリエヤーを熱すること容易なり、

廣き爐(Hearth) を用ふるときは瓦斯を第三十三圖に示す如く數ヶの細流に分つ、圖に於ては g, g ガスの口にして l, l は空氣の口なり、

ダストファイアリング(Dust Firing)



第三十二圖 ガスジェット燃器にて焚火せるボイラーの圖



第三十三圖

石炭を燃焼せしむる最も完全なる方法は之を細き粉になして空氣の助けによりて燃すことなり。然る時は石炭は瓦斯の如く燃え焰は暑くして短く石炭の粉細ければ燃焼は愈々速なり。ダストファイアリングの缺點

は石炭中のアッシ即ち不燃焼部分が細末となりて廢れる瓦斯と共に煙突より出で公衆に害を及ぼすことなり石炭を粉にするには多少費用を要す、されど粉炭等の廉價なる石炭を用ふるを得る故幾分埋め合すを得、

石炭を粉にするには最初乾かさざるべからず、混氣が1%なるときは濕氣2%なるもの、二倍を粉にするを得、されど石炭を乾すに華氏150度以上の温度になすは好しからず、

液體燃料 (Liquid Fuel)

液體燃料はインジェクター (Injector) 或はアトマイザー (Atomizer) より熱したる壓力20封度以上の空氣又は適當に過熱したる蒸氣と共に吹き出さしむ、液體燃料はそれのみにて燃すこと、固體燃料と共に燃すことあり、固體燃料と共にするときは空氣とよく混じり燃焼完結する迄は温度を保つ様にする爲めエンドファーンエース (End furnace) に煉瓦を用ふ、液體燃料を燃すは固體燃料を燃すよりも容易なり、空氣とよく混ざる時は燃焼早まりて高温を得らる、而て完全に燃焼するときは焰は短くなる、第三十四圖はフランスの水雷

艇に用ふる Guyos 式アトセイザーなり、

通風 (Draught).

通風はダムバーに依りて調整せらる、故に煙を豫防せんとせば先づダムバーの作用を知らざるべからず、ダムバーはスライディングバルブ (Sliding valve) 或は蝶つがひにせるドアにて成る、グレートの面積大なる時はダムバーを半ば閉づること普通なり、斯くするときはグレートの通風力を弱めグレートの燃焼率 (Bate of combustion) を減す、燃料多く火床厚きときは通風力を大にせざるべからず、

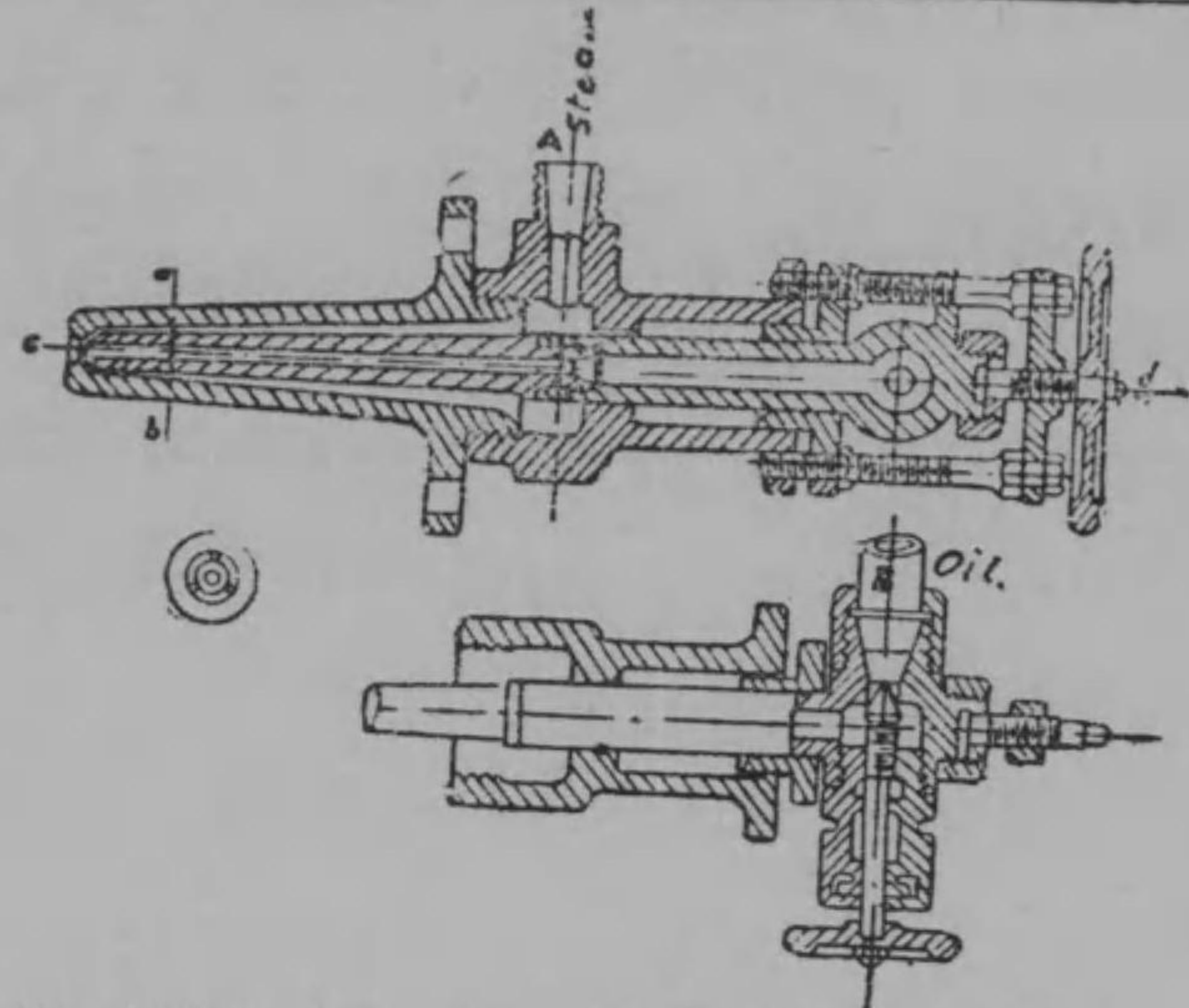
強制通風 (Forced Draught)

通風不十分なる時は之を助くること必要なり、此方法には種々あり、

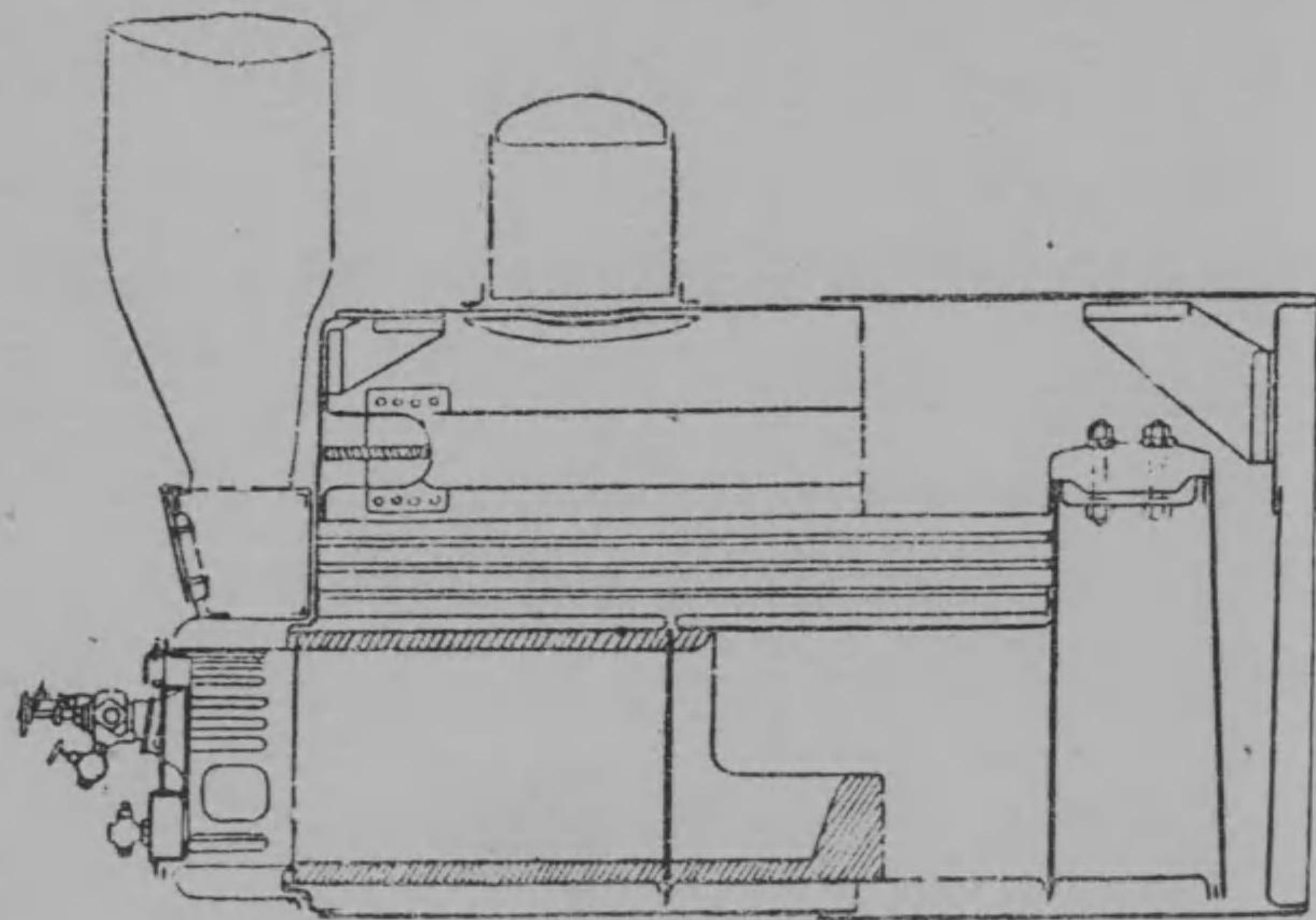
アッシピット (Ash pit) を閉ぢ空氣を扇風機か或はスチームインジェクターにて送り込むも可なり、空氣を細流にして送らざるべからず、而て此空氣の通路はバルブにて調整するを要す、

誘導通風 (Induced Draught).

据付ボイラーにては扇風機を煙突の基に置いてボイ



第三十四圖 その一 (11.0) 液體液體料アトマイザー



第三十五圖 その二液體燃料を燒すフランスの水雷艇のボイラー

ラーの廢れる瓦斯を排出す、此誘導通風は通風の有様自然通風の如くにして扇風機¹の速度は之れを加減するを得、

通常ファーネースの温度は華氏 2,500 度 (攝氏 1,371 度) にして煙突の温度は華氏 600 度 (攝氏 315 度) なり、若し空氣の過量を減することに依りファーネースの温度を上げて煙突の温度を下ぐるを得ば廢る熱量は少になる、

誘導通風扇風機を動かすにはボイラーが起す動力の 1. % 即ち 1,000 馬力の所にては 10 馬力を要す、機關車の如くスチームにて誘導するときは生ずるスチームの凡そ 5% を用ふ、故に扇風機に比して經濟的ならず、

誘導通風扇風機の缺點はボイラーと煙突との間に空氣の入る隙間を生ずる事なり、

第四章 完全なる燃焼に關する 英獨米特

(English, German, and American
Patents for Perfect combustion).

次に記載するは特許全部に非ずして英國特許は主としてセコンダリーエヤー (Secondary air) を供給する装置を獨逸特許はグレート或はフアーネースの構造に關するものを又米國特許は主としてメカニカルストーカーに關するものを記述せり、

英國特許 (English Patents.)

ウキルソン噴霧器 (The Wilson Spray Apparatus).

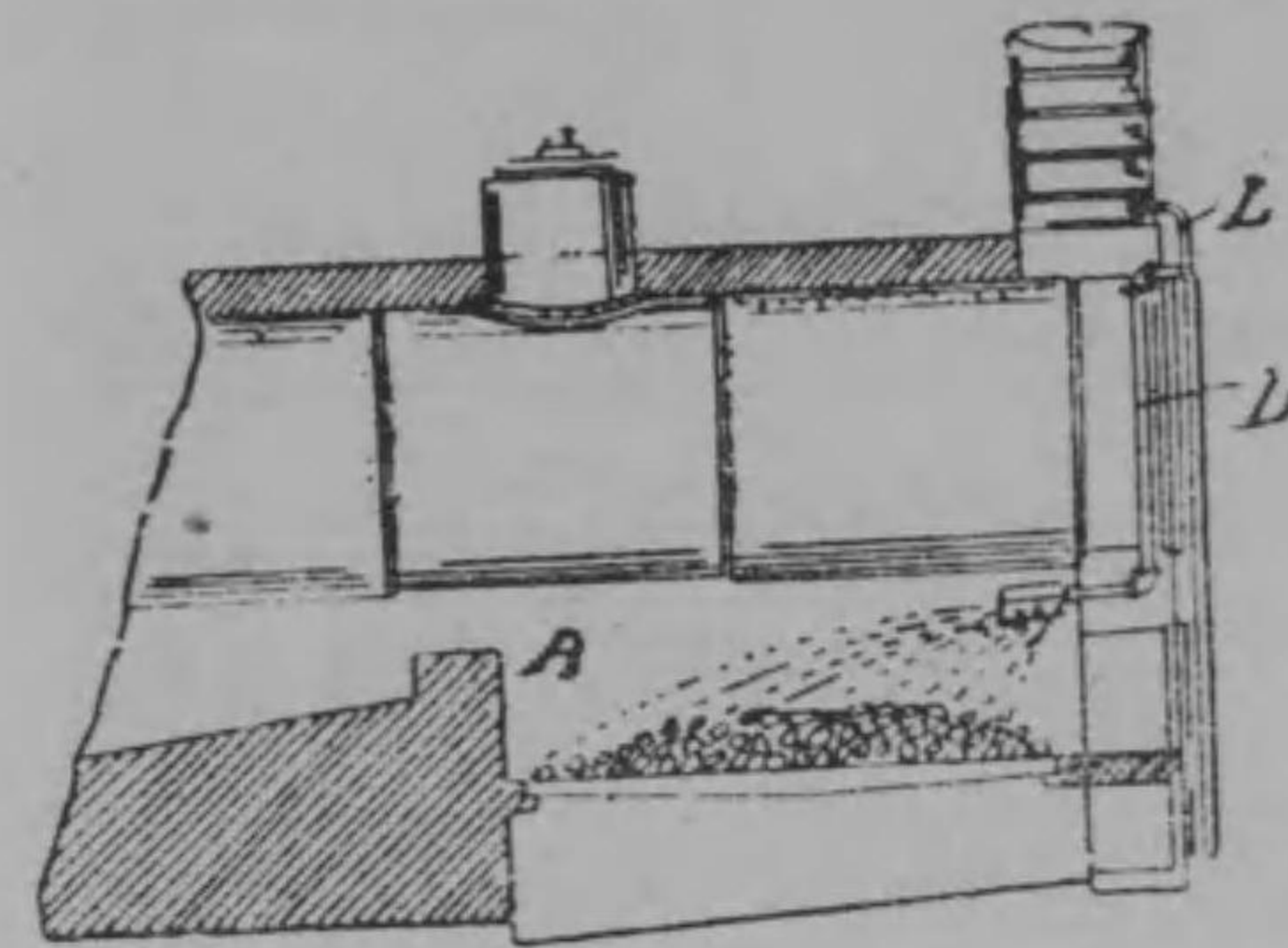
此特許の主要なる點は煙突より煙の出づる時即ち石炭投入後に硝石の溶液を燃料に注ぐにあり、第三十五圖は其圖にしてその一は立體斷面圖、その二は平面斷面圖なり、噴霧せしむるに壓搾空氣又は蒸氣を用ふ、又硝石の代りに他の酸化劑を用ふるも可なり、

ウキルソンパテントは Wilson Smokeless Process

Ltd. にて發賣す。

グリーン及びホーウエ式ブリッチ (The Green and
Howe Bridge construction).

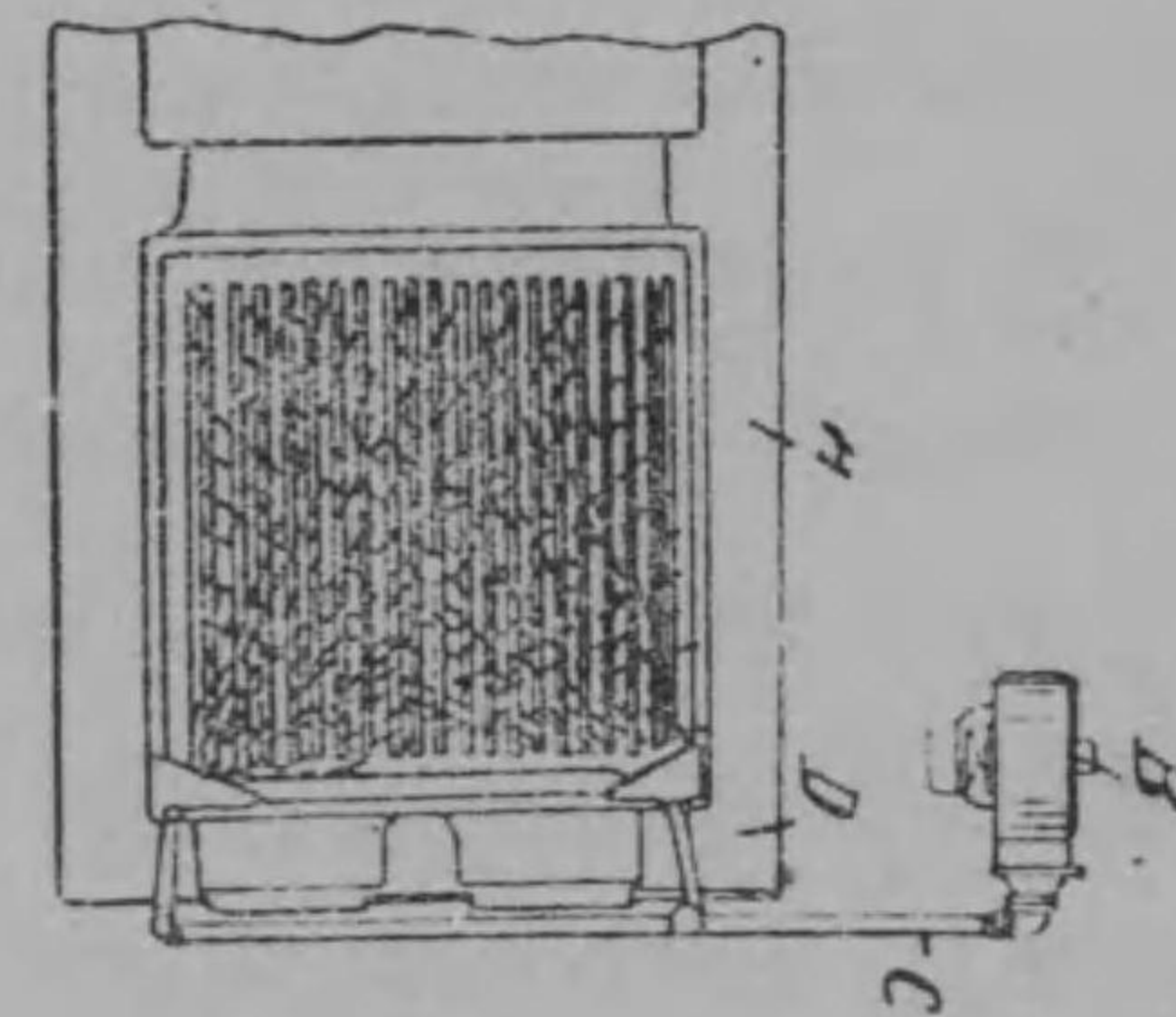
此の特許の特長はブリッチより著き空氣を供給する



にあり、空氣の供給は火夫がグレートより上る焰と煙とを見て調整し得る様にしあり、第三十六圖は之を用

その一

ひたるランカシヤイ
ヤボイラーの縱斷面
なり、ブリッチの下
Cは空氣を熱する室
にしてDは空氣と瓦斯
とを混合する室なり、
Eは空氣を熱する室
Cの可動戸にし

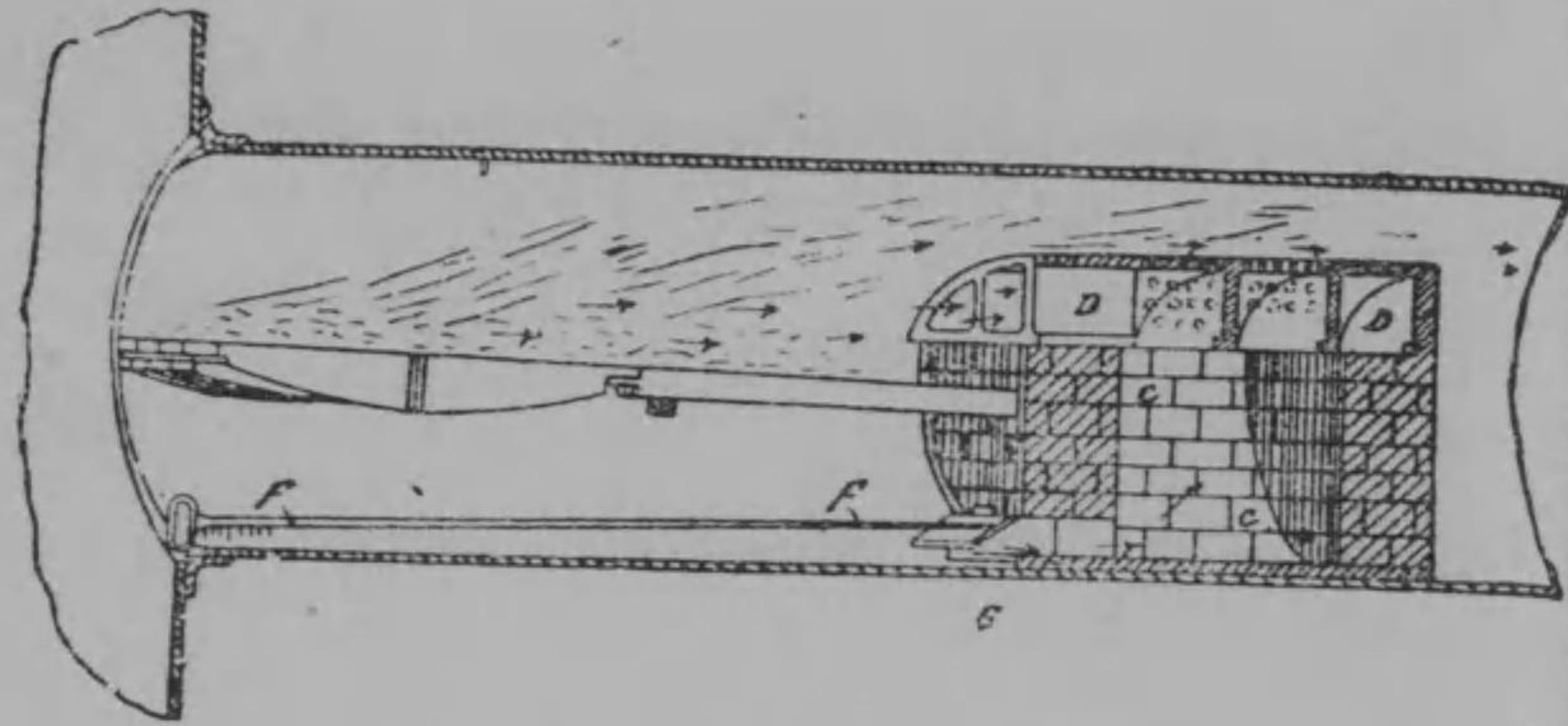


その二

第三十五圖 ウキルソン噴霧器の圖
(The Wilson Spray Apparatus)

て挺子及び柄 F に依りて操作す。

グリーンの特許は British Smoke consumer Co. にて發賣せり。



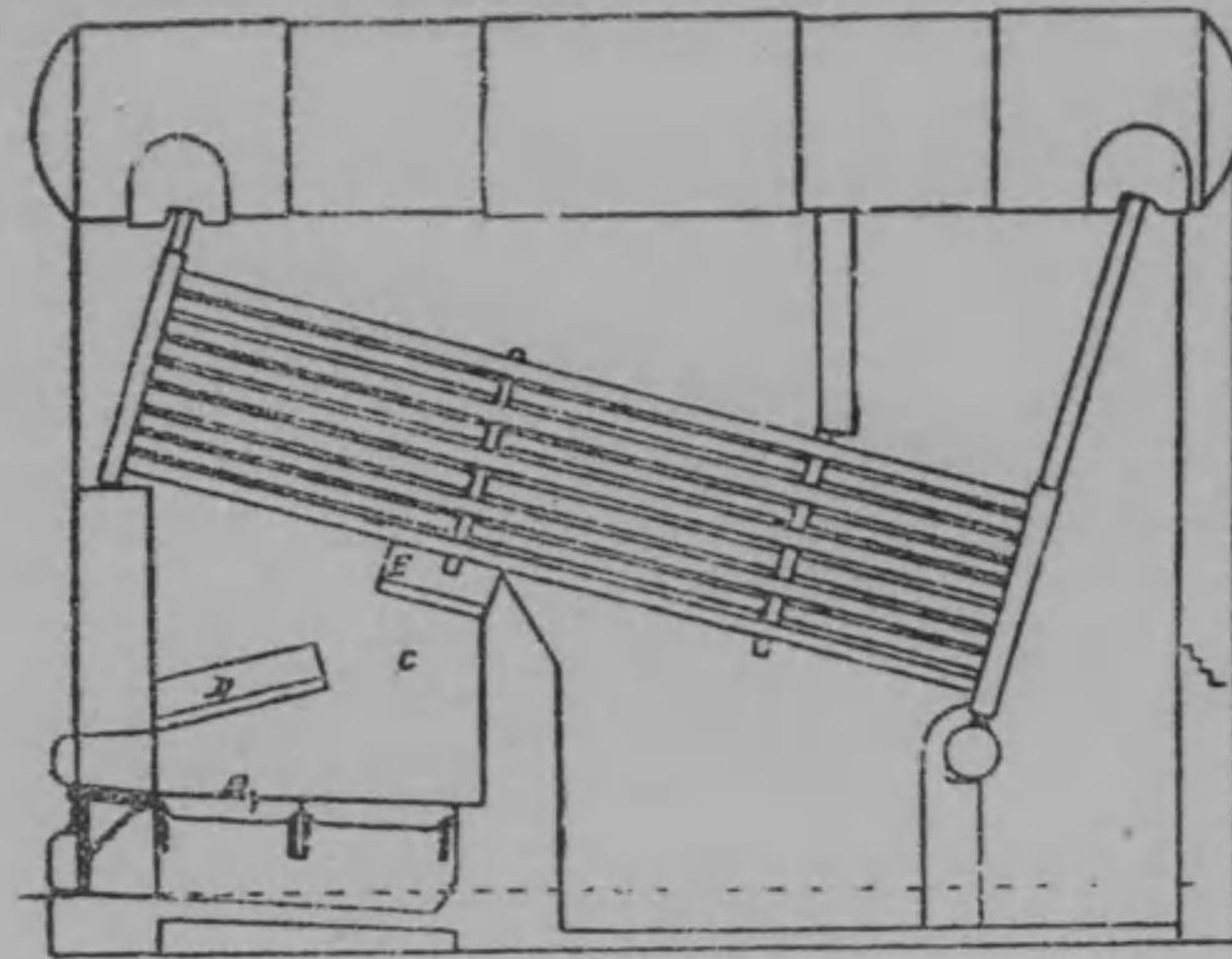
第三十六圖 グリーン及びホーウエ式ブリツヤ

ミラー式ウォーターチューブボイラーの据付

(The Miller Water Tube Boiler Setting).

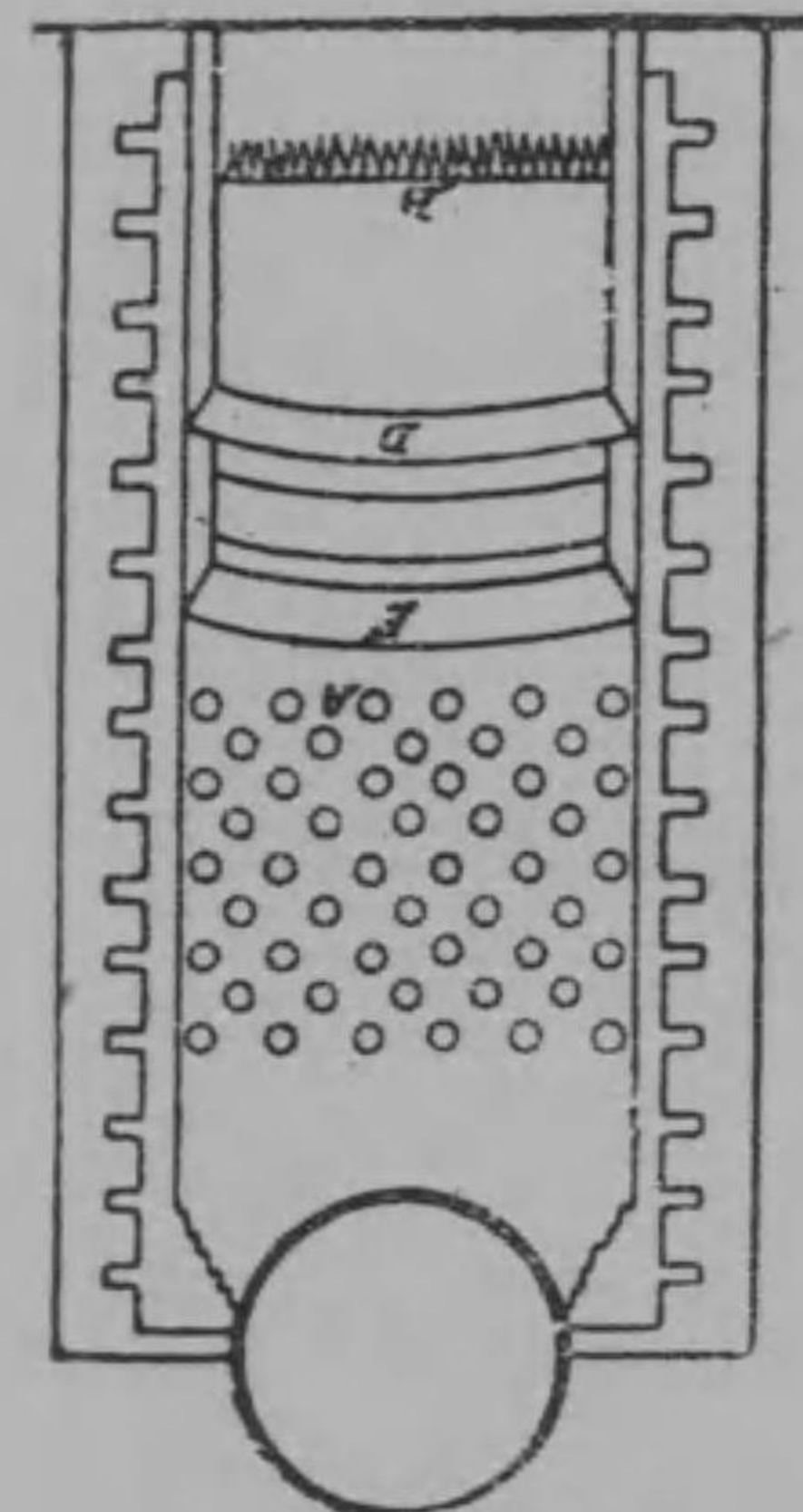
此特許の特長はプレートの上に熱の不良導體にて大なる燃燒室 (Combustion chamber) を作り瓦斯と空氣とをよく混合してボイラーのウォーターチューブに接觸する前に完全なる燃燒をなさしめんとするにあり。

第三十七圖はその縦斷面及び切斷面にして煉瓦にて作れるアーチ D 及び E は燃燒室の下壁及び上壁をなす而てボイラーのチューブは普通の据付方法に於けるよ



その一

第三十七圖 ミラー式ウォーターチューブボイラーの据付



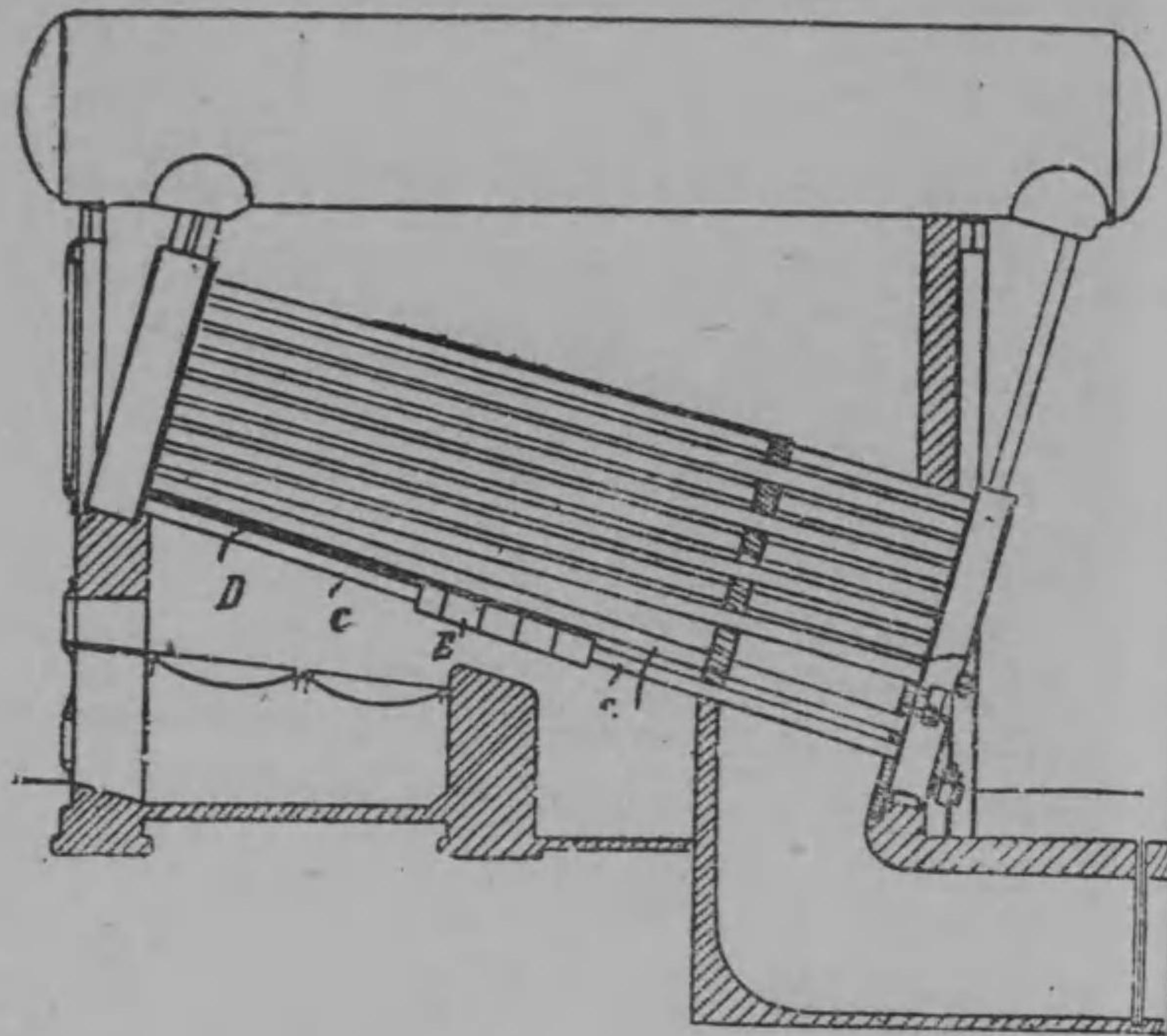
その二

りも約二呎高し、電燈會社に用ひて結果良好なり。

ウォーターチューブボイラーのホルンスビーの据付

(The Hornsby Improved Setting for Water-Tube Boilers).

特長は瓦斯のウォーターチューブに至る迄の通路を長くして揮發物の燃燒をよくし而て温度



第三十八圖 サオターチューブボイラーに対するホルンスビーの改良据付 (The Hornsby Improved Setting for Water-Tube Boiler).

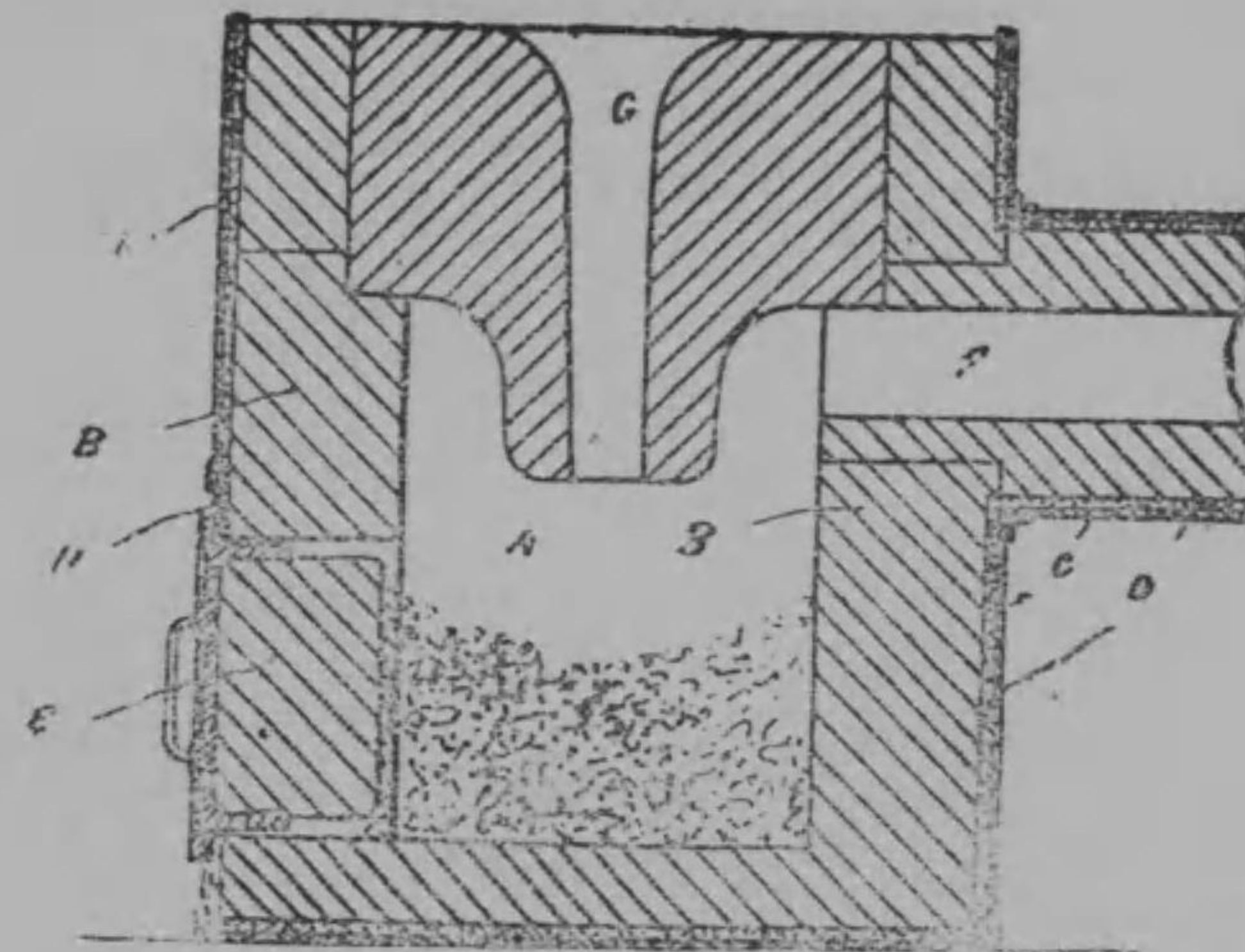
を高むるにあり、第三十八圖に於ては最下部のチューブに附せる粘土製の者にしてEは粘土製若は煉瓦なり

トムソン式改良ファーンース (The Thomson Improved Furnace).

此發明の目的は空氣を過度に送ることなくして燃料及び揮發物を完全に燃焼せしめんとするに在り、特長

は燃料及び空氣を爐 (Hearth) に下向きに供給して燃焼生成物を上向きに逃れしむることなり、強制通風に依りて送る空氣の方向の變ずることは通常の方法よりもよく空氣と揮發瓦斯とを混ぜしむ。

此方法は固體液體粉末燃料等に送りて等しく結果良好なり。

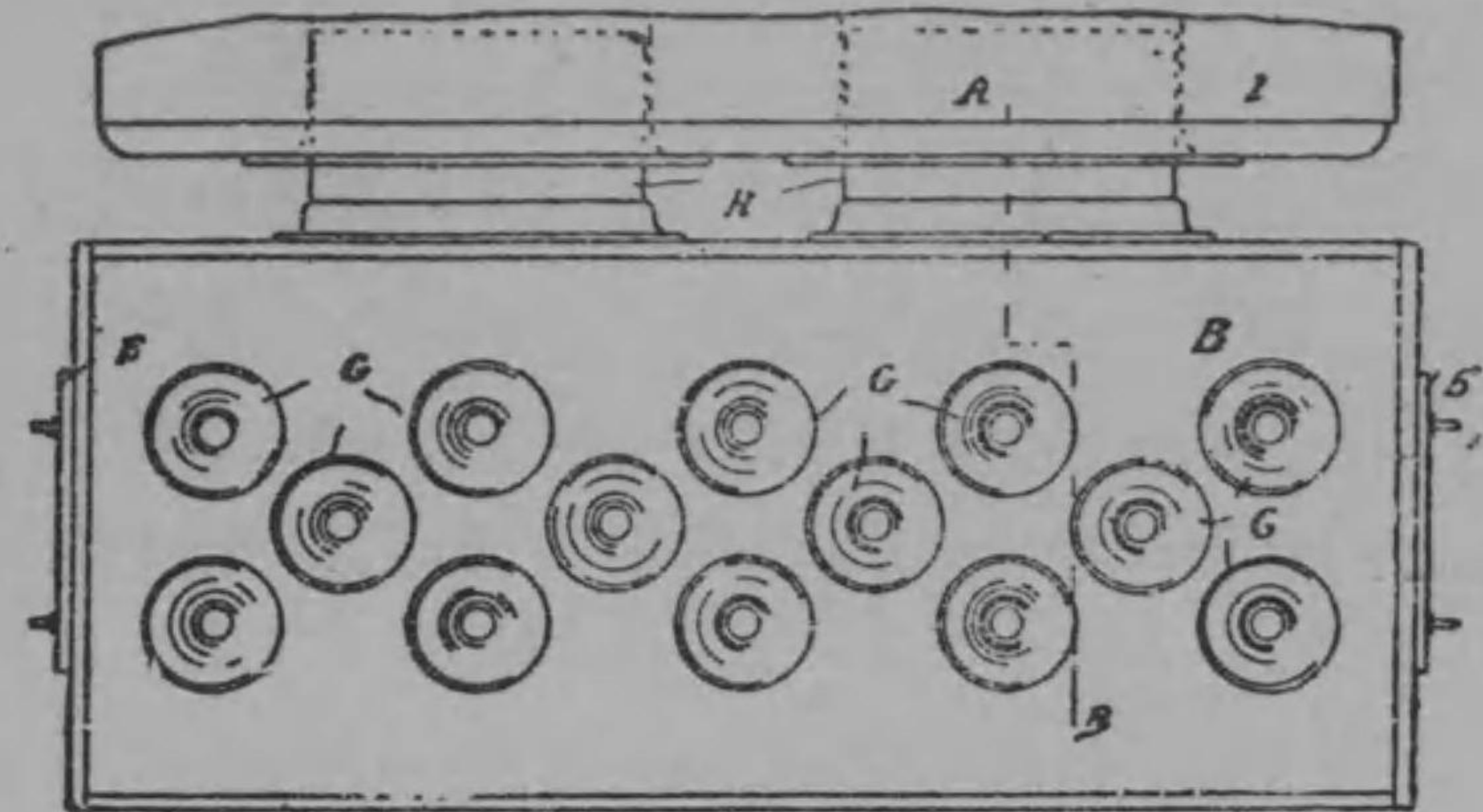


第三十九圖 トムソン式改良ファーンースの構造その一

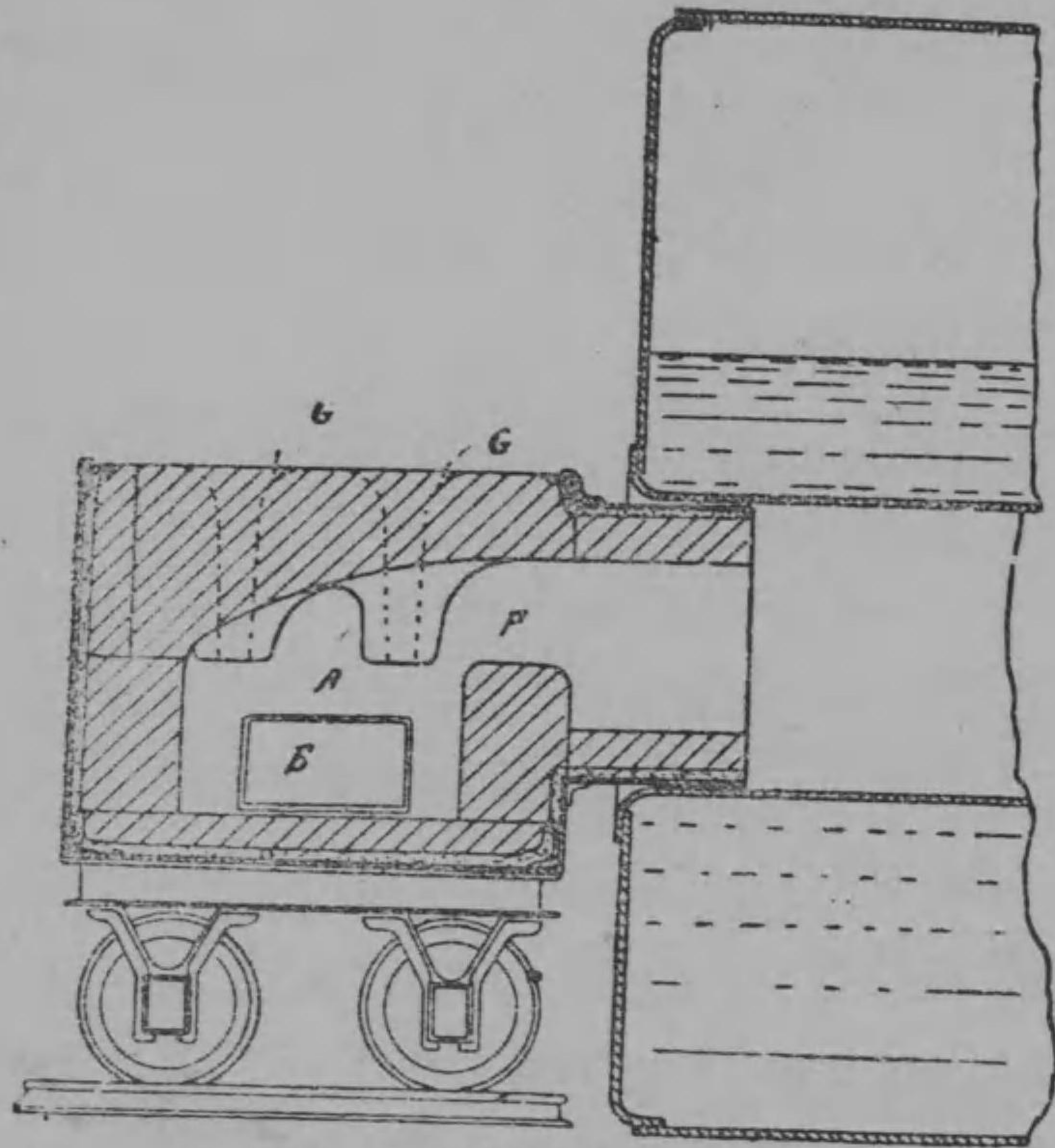
第三十九圖に於てGは燃料及び空氣を供給するに用ふ、Aは燃焼室にして瓦斯はFより逃る。

獨逸特許 (German Patents).

クラフト式インクラインドグレートファーンース



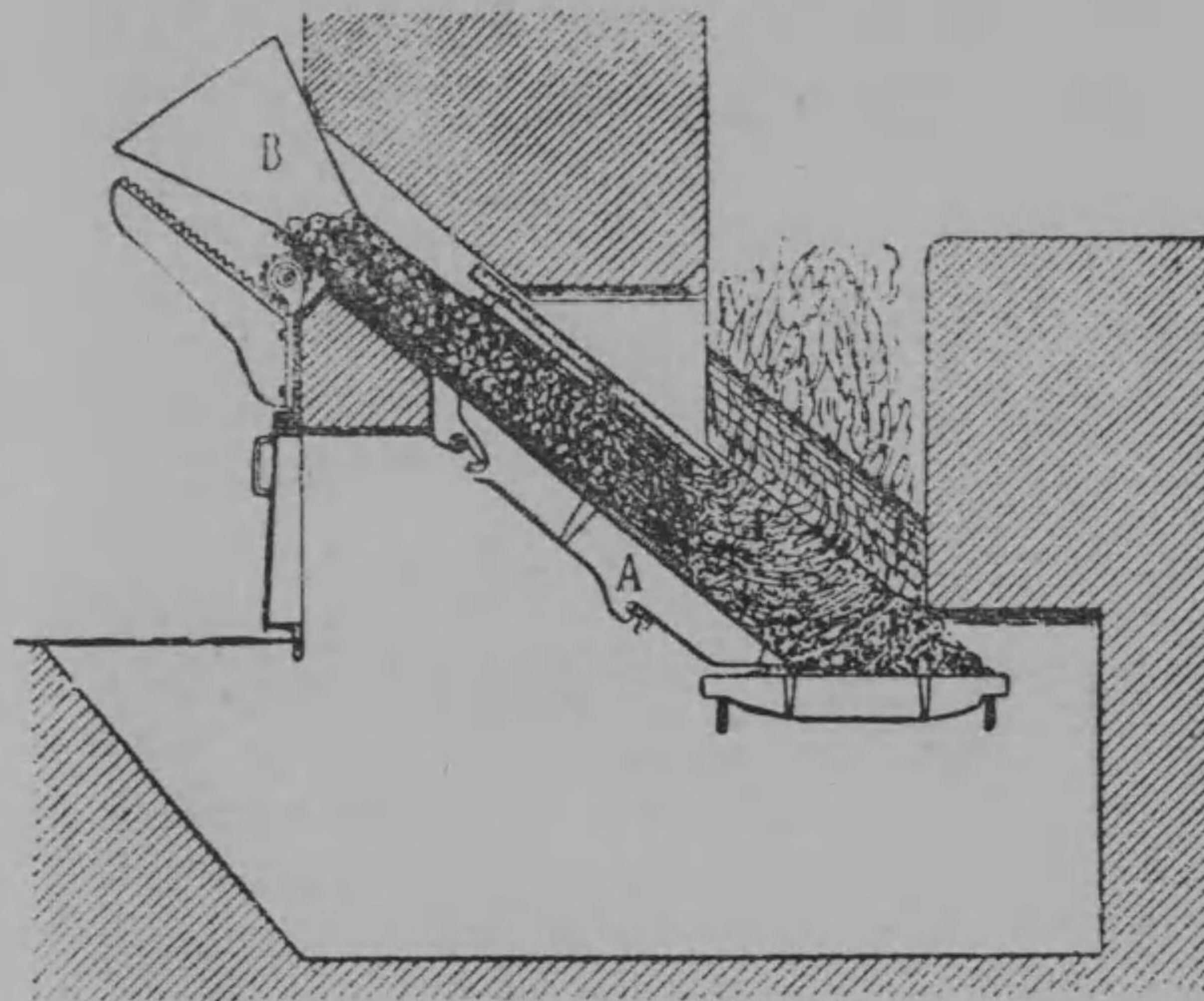
その二



その三 第四十圖(第三十九圖参照)

(Kraft's Inclined Grate Furnace Construction).

傾斜せるグレート A の上端にホッパー B あり、グレート及びホッパーの角は石炭がグレートの下部に正しく供給さるゝ様に調整するを得、第四十一圖に示せるは此圖なり、

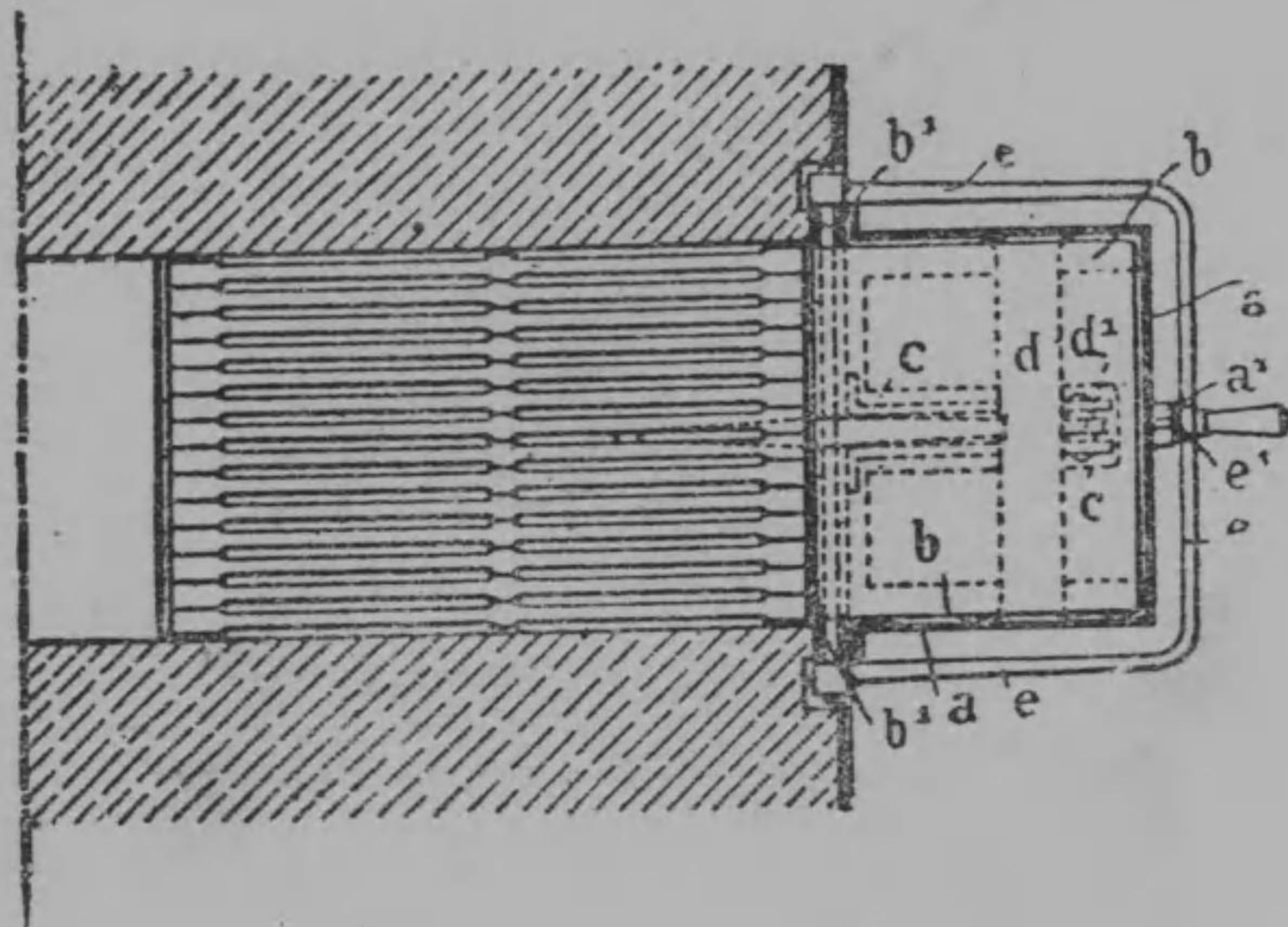


第四十一圖クラフト式インクラインドグレートファーンエースの構造の圖

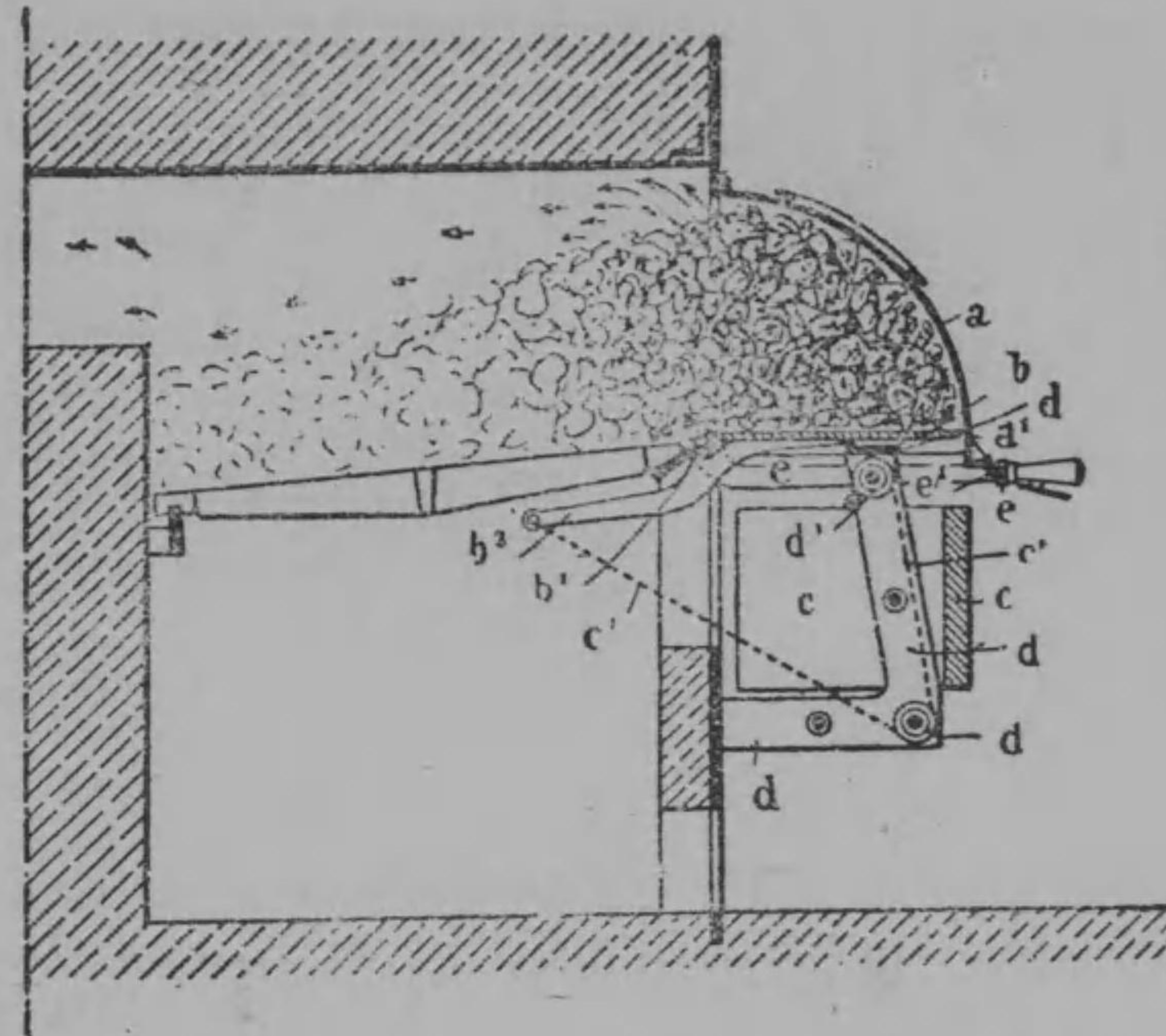
ボツク式グレート及びファーンエース (The Bock

Grate and Furnace).

此目的は燃料を徐々に而て規則的に火に自働的に供給するにあり、第四十二圖は此フアーネースの立體及び平面断面圖を示す、フアーネースの前に突出せる箱 *a* は蝶つがひ付けの底 *b* を有し、*b* はウェーテッドレバー (Weighted lever) *b*² に依りて圖の位置にあり、重さ *c* は *b* が下に落ちざる様に支ふ、



第四十二圖ホツク式グレート及びフアーネースその一
(The Rock Grate and Furnace)

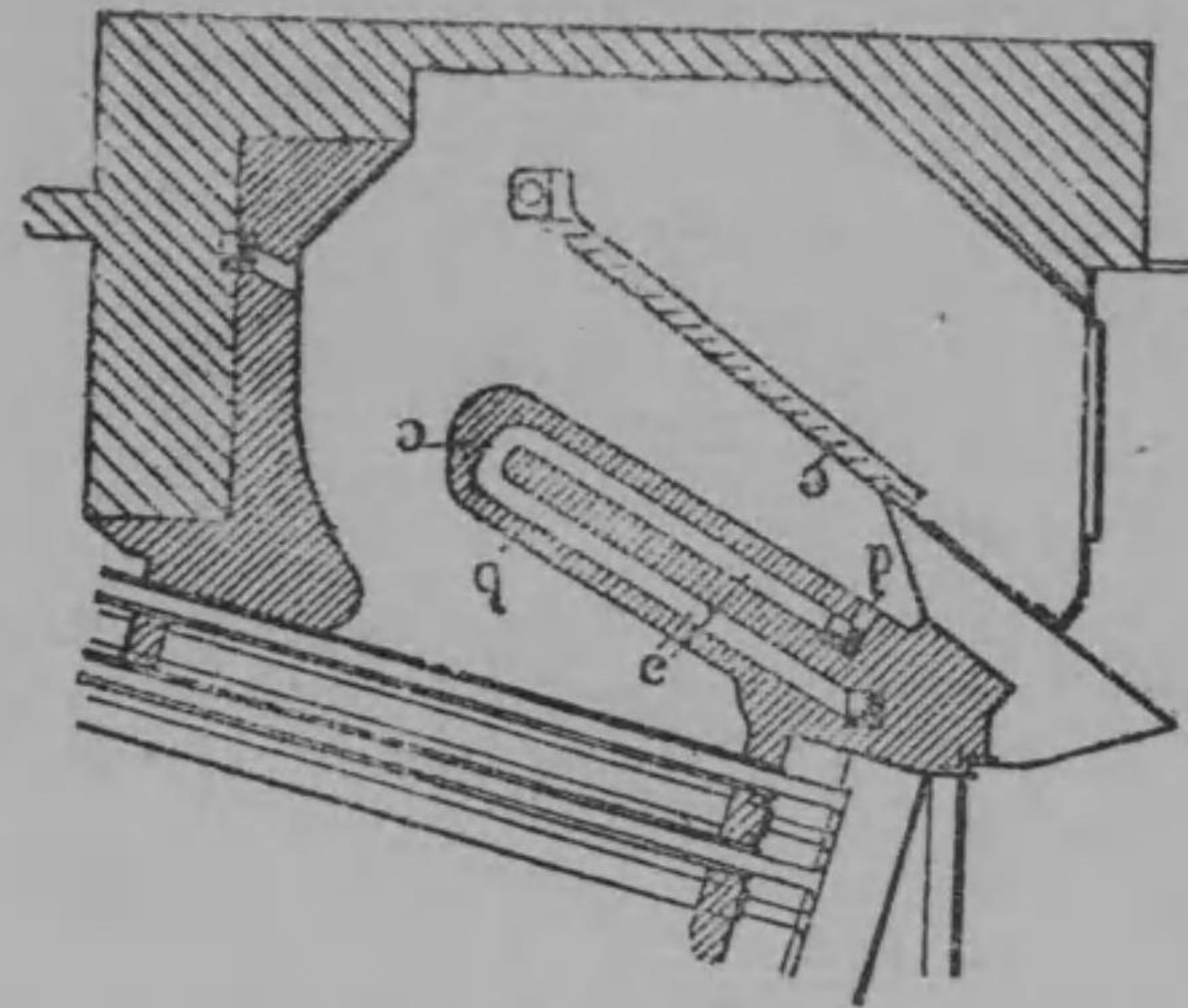


第四十二圖ホツク式グレート及びフアーネースその二
(The Rock Grate and Furnace)

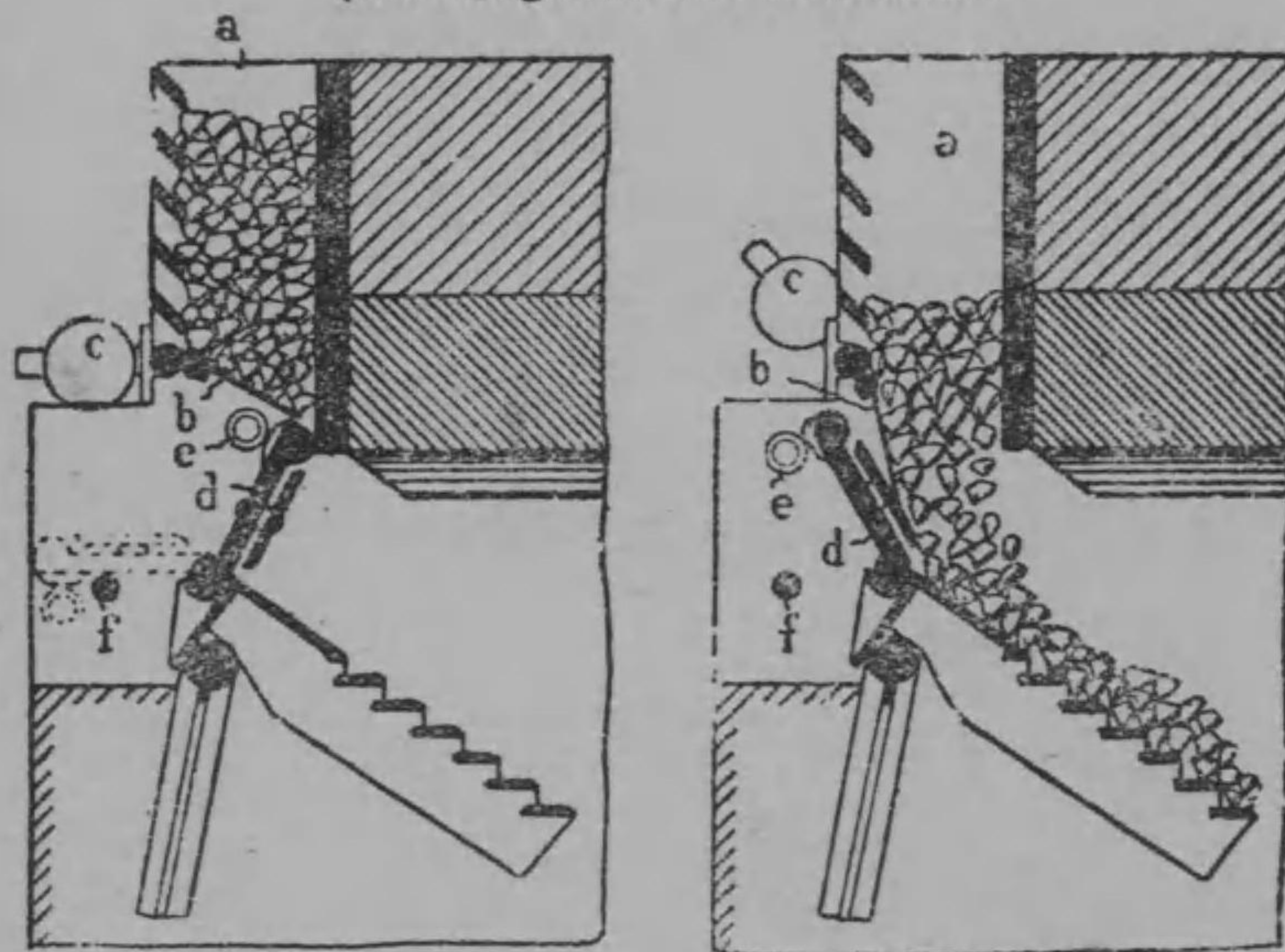
デュール式フアーネース (The Dürr Furnace).

此特長は傾斜せるグレートに依りてセコンダリーエヤーを供給するにあり、第四十三圖に示す如し、

ベトゲル改自働供給グレート (The Böttger Automatic Feed Grate)



第四十三圖デュール式フアーネース構造の圖
(The Böttger Furnace Construction)

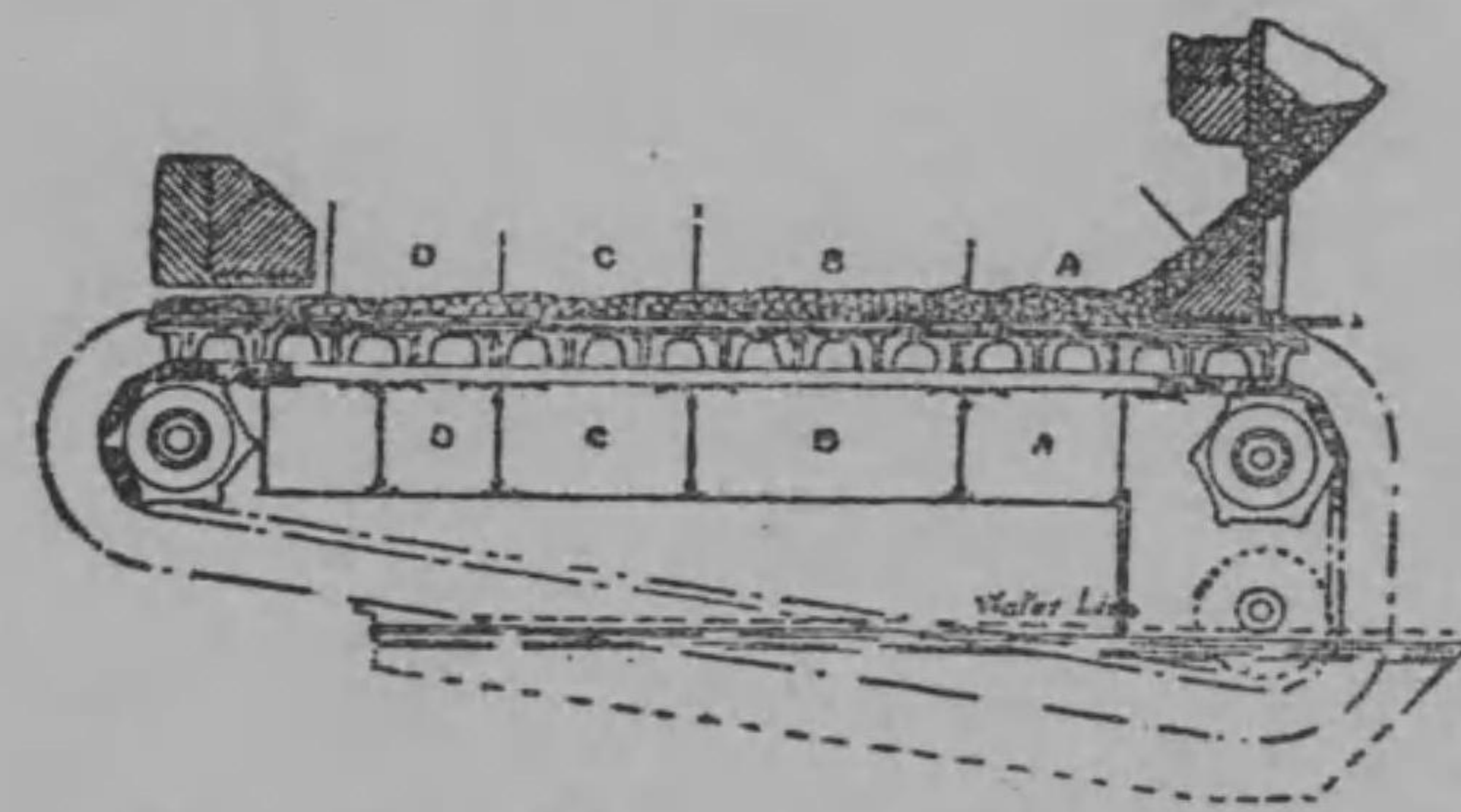


第四十四圖ベトゲル式自動供給グレートの圖
(The Döttger Automatic Feed Grate)

之は石炭をグレートに供給する装置にして第四十四圖に於て *d* は重き蝶つがひ附けの戸にして閉ぢたる時は蝶つがひ附けの戸 *b* の支へとなる、而てホツパー *a* 中にある石炭を與ふ、*d* は手に依ても機械によりても自動的開くを得、ホツパー *a* の底 *b* が落つる時は中の石炭は傾斜せるステップグレート (Step Grate) の上に落つ *b* に働くレバーに取り附けたるカウンターウェイト (Counter Weight) *c* は石炭が全部 *a* より落ちたる時に *b* 及び *d* なる戸を閉ざししむ、

米國特許 (American Patents).

コックス式チェーングレートストーカー (The Cox



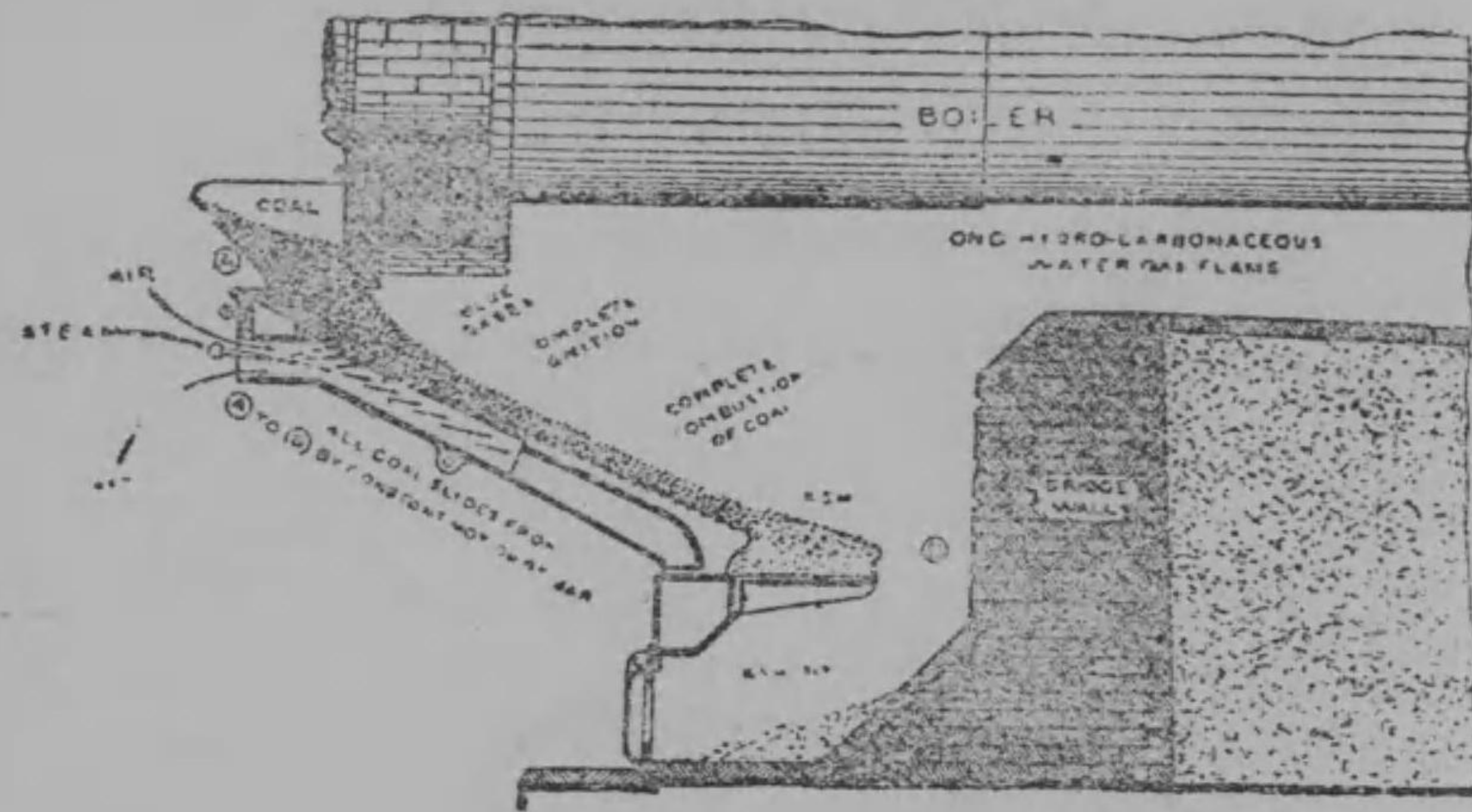
第四十五圖コックス式チェーングレートストーカー

Chain Grate Stoker).

頭の平なるバーを有するチェーンよりなりそれにホッパより石炭供給せらる、空氣は扇風機にて供給せらる、第四十五圖は之れなり、

ウヰルキンソンストーカー The Wilkinson Stoker)

グレートは水平面と25度の角をなす、空氣はスチームジェットにて送る、第四十六圖は之れなり、



第四十六圖ウヰルキンソンストーカー

第三編 燃料經濟的使用に對する火夫の心得

(Instructions to Firemen for the Economical use of Fuel.)

第一章 一般火夫に對する注意

總説に於ても述べたる如くボイラーの効率等より火夫の熟不熟の方燃料經濟に對して更に重大なり故に火夫に對しては燃料使用に對する注意を與ふること必要なり、此注意は理論に馳するは不可なり、火夫は之を難解となして應用せざるべければなり、成る可く必要なる事項を平易に簡潔に書いて火夫の日常見得る所に貼付すべきなり而て燃料の取扱に従事する者を進級せしむるに當りては燃料經濟に關する試験を課すること必要なり、火夫の燃料使用に關する心得の雛形を擧げんに、

燃料使用に關する火夫の心得

1. 進級には燃料に關する試験あり
2. ファイヤボックス内の温度は華氏1800

度にするを要す、華氏1800度の火は緋色なり、

3. 空氣を充分送るときは空氣の送り方不足なる時の三倍以上の熱を燃料は出す、

4. 石炭の出す熱の $\frac{1}{3}$ 乃至 $\frac{1}{2}$ は揮發物に依る故節約は主に此揮發物を逃さずに燃すにあり、

5. 最大蒸氣壓を保つとき煤煙の生せざるは燃燒の完全を示すものにてかくするには實際に用ふるより $\frac{1}{2}$ 餘計の酸素を送らざるべからず、

6. 焚火に於ては火床が適當の厚さになる様蒸氣使用前に充分火力を強むること肝要なり、

7. 汽罐内の水量火の状態及蒸氣壓の量に注意し而て火は行ふべき仕事に應じて強むべし、

8. 石炭塊はベースボールより大ならざる程に破碎するを要す、數個の石炭塊を碎く必要あるとき勞力を惜む勿れ石炭の大なるものは溶滓體を成す原因になる故之を破碎する時は作業容易になるのみならず、石炭小なる時に燃燒面大になりて灼熱迅速になる、

9. 蒸氣を使用せざるときは火床を適當になし置くべし、斯くするには一時に石炭一二杯を加ふるに止むる

を要す、

10. 蒸氣を使用するに當り堆火を生せしむることなく火床の全面に炎々たる様燃燒せしむべし、多量の石炭を一時に火室に投入するときは火を冷却せしむるものなれば注意すべし、新にくべたる石炭は熱を吸収し其爲め多量の瓦斯を排出せしめ且つ空氣は其燃燒に充分なる酸素を供給せざるに因り燃燒を不適當になせばなり、黒煙の濛々として起るは之を證するものにして即ち勞力を徒費し石炭を損失するものなり、

11. 煤煙を減少する爲めにはブローアーを使用し且つ火口を閉づることを怠るべからず、

12. 火室内の温度を均一に保つ事は燃燒を益々完全にし溶滓體の形成を減じ、火床を動搖する必要を尠からしむるものなれば必要の場合に非ざれば火を掃除し又は搔くべからず、

13. 成る可く迅速に堆火の上部を平にすべし、之れ通風をよくし、燃燒を容易にすればなり、

14. 火を厚くすることを避くべし、又火口は石炭一杯を投入する毎に閉ち置くべし、石炭を投入する爲め

火口を開きたる時は直に火の状態に注意し、第一に火の薄き部分に投入を爲すべし。

✓ 15. 赤色の部分は瓦斯の未だ全く驅逐せられざるを示すものにて、此點に石炭を投入する時は燃焼率を減する故注意すべし。

✓ 16. 溶滓の形成を豫防する最良法は火を薄く且つ度々焚くにあり。

17. 蒸氣の使用終る毎に火を薄くし、汽罐に水を満すべし。

✓ 18. 火を厚く焚くときは溶滓體が火室に充満し、爲めに火を掃除する必要を生じ、石炭の消費量を増加する故注意すべし。

19. 實に火を薄く度々焚くときは石炭を節約し、勞力を省き、且つ蒸氣壓力を一層確實になすものなれば常に之を忘るべからず。

✓ 20. 燃焼率緩なるときは石炭より熱を生せしむること愈々大なるを以て火を充塞せしむるは浪費なり。

21. 火の通風をよくするには屢々火床を振動し、必要ある毎に柄を短急に振動すべし。

22. 灰承に振り落されたる火は既に用を爲さざるのみならず、爲めに灰承は焼けて反るものなれば速に之を除去すべし。

23. 石炭一杯を投入する毎に急速に火口を閉づる時は石炭を節約し、火室板及管の壽命を長くし、且つ溶滓の形成を防止する利益あり。

24. 石炭を投入してより次に投入する迄の間火口を開放し置く時は通風の火を貫く作用を妨げ、火床上ある溶滓原料は冷え又結合し易く、小なる溶滓體は其大きさを増加し、幾くならずして大塊となる。

25. 溶滓體生する時は火床面の之にて被はれたる部分は其作用を妨げらるゝ故成る可く速に之を除くべし。

26. 火を厚く焚くときは蒸氣の發生を悪くする故火を薄く焚くことを練習すべし。

27. 火床の閉塞して空氣の流通不良にならざる様注意すべし、空氣無ければ決して燃焼する能はざればなり。

28. 蒸氣壓力の一定せざることあるときは汽罐又は石炭の不良よりも寧ろ焚火の不適當に因る場合多し。

29. 作業を組織的にし、前回に石炭を撒布したる位

置を記憶し置くべし、斯くする時は火の形狀判然たる故次に石炭を撒布するに適當なる箇所を判断するに都合よし。

30. 常に石炭一杯を成る可く廣く撒布するときは瓦斯の發生益と整齊になり又燃燒率益と良好になり且つ黑煙の發生を減少する故之に注意すべし。

31. 石炭を火床の全面に偏頗なく撒布し、火室の周圍及び隅々へは充分に石炭を供給すべし。

32. 堆火は火口孔を生ずる結果より起ること尠からず、即ち空氣が盛に火中に流通するときは火室の一方に石炭を堆積すと雖も、石炭を火室に投ずるの粗雑なるより之を生ずる場合最も多し。

33. 石炭を自己の置かんと欲する所に置き得る様シヨベルを使用すべし。

34. 堆火は火床の面積を減じ、火床の之を以て蔽はれざる部分の燃燒率をして一層迅速ならしむるもの故成る可く之を生せしめざる様にすべし。

35. 空氣が火口より又は火中の孔を通過して火室に入り來る時は火床を通過すべき通風力を減殺し、爲め

に燃料は空氣の供給する酸素と接觸するに非ざれば決して燃燒せざるものなるに、空氣が燃料に觸れずして管中に突進する現象を來す故注意すべし。

36. 先づ一杯二杯交互焚火法 (The One Shovel and Two Shovel Firing Method) を試みよ、此焚火法は別様の火貌を呈し、其外觀は全く異れるを以て稍多くの注意を要すべきも之に熟練するときは實際勞力を省き石炭の消費量を減ずるを得べし、火を焚くこと愈々薄ければ愈々燃燒を完全にし、溶滓の形成を尠くし、且つ僅少の勞苦を以て蒸氣を發生せしむるを得べし。

37. 火室内の温度は常に瓦斯分離點即ち水素と瓦斯體炭酸瓦斯との相分離する温度たる華氏千八百度以上に保つことを要す。

38. 火室内の温度は次表に依り火の外觀に依りて概ね之を識別するを得べし。

千六百五十七度	櫻紅色
千八百三十度	緋色
二千十度	純橙黄色
二千百九十度	花々しき橙黄色

二千五百度

白熱

二千七百度

燦然たる白熱

39. 經濟的方法に依るときは、石炭一封度を燃焼する毎に六封度乃至八封度の水を二百封度の壓力の蒸氣となすを得。蒸發少きときは石炭の一部を浪費するに因る。

40. 燃焼の不完全は火室を等閑にし、火床を振動することを怠り、火室に灰及び溶滓體を堆積し、煙室の漏泄、火室の漏泄網に塊の附着、フロントエンドに於ける蒸氣の漏洩及び管の閉塞より起ること屢々なり、是等の事項は何れも石炭の消費量を多くするものなれば注意すべし。

41. 火を餘りに薄くして空氣を餘りに多く與ふる時は火室内の熱度を減ずる結果を生ず。

42. 石炭を過度に潤すは其燃焼するに先立ち含有する水分を悉く發散する爲め熱を要するが故に良法と謂ふべからず、之れに反し、之を適度に潤すは、粉炭に重量を與ふるに因り偏頗なく平等に火上に撒布するの助けとなり、且つ細末の石炭の多量が燃焼せずして飛

散するを防止し得るが故に良法と謂ふべし。

43. 火床を軽く且つ屢々搖り動かすときは溶滓體の形成を減じ且つ燃焼率を佳良ならしむ。搖り動かしたる後は火床を搔均し且つ再びピンを施すことを怠るべからず。

44. 火は火室の隅及び飯の周圍に於て強く燃焼するを常とす。是れ固形體の附近に於ては眞空を作ること一層大にして、通風を佳良ならしむるに因るなり。

45. 火室の焚火に着手するには先づ汽罐内に充分の水あることを確むることを要す。

46. 新に火を焚き起すには注意と判斷とを要す。即ち火床を平均にし、且つ必要の石炭を投入すべからず。又火床の前部を露出し置くべからず。

47. 必要なきに火に凸所を生せしむるを避くべし。石炭を浪費するのみならず又管を漏洩せしむる恐れあればなり。

48. 水をグラスに見えざる程充滿するは燃料經濟を裨補する所以にあらず。何となれば汽笛内濕に蒸氣を受けて摩滅面の滑油を洗ひ去り、辨汽笛、及びパッキ

ングの壽命を短縮する故なり、

49. 火室内に蒸氣及び水の漏洩するとき並に煙突内に繼目より蒸氣の漏洩する時は常に蒸氣を浪費するのみならず、火を冷却し通風を阻碍して二重の損害を招くもの故特に注意すべし。

50. 蒸氣の損失に苦む最大原因の一は安全弁の迸出にあり故に必要なきに其の迸出せざる様常に警戒すべし。

第二章 鐵道火夫に對する注意

(Notice for Locomotive Firemen)

1. 石炭消費量の價格は鐵道の諸費用中最も多額なるものなり、機關車及び其附屬物の修繕費、機關手、火夫等の現業員の給料一切の供給品等の總費用中の約50%を占む、故に石炭の節約は鐵道經費に對して重大なる關係を有す、火夫は須く燃料の節約に意を用ひざるべからず。

2. 火夫は時刻に遅れず出勤し發車の時火床が適當の厚さを保つ様出發前に充分火力を強むるを要す。

3. 火夫は第一に汽罐内の水量火の状態及蒸氣壓に注意するを要す、火は其行ふべき仕事に應じて之を強むべし。

4. 石炭塊は小さく碎かざるべからず。

5. 空しく發車信號を待つことなく發車に必要な排汽に堪えしむ爲め前以て火床を適當になし置くべし、斯くするには一時に石炭一二杯を加ふるに止むるを要す、又ブローアーを吹かせ若し黒煙を防ぐ必要ある時

は火口を閉づべし。

6. 發車するに當り堆火を生せしむることなく火床の全面に炎々たる様燃燒せしむべし。多量の石炭を一時にくべる時は火を冷却せしむる故注意すべし。

7. 煙突より發する黒煙は大に旅客に迷惑を及ぼすのみならず又建築物家屋等を汚損す。故に煤煙の減少を計るは重要なことなり。

8. 構内の運轉特に入替へに従事する火夫は煤煙を減少するが爲め必要の場合にはブローアーを使用し且つ火口を閉づることを怠るべからず。

9. 特に火の子の飛ばざる様注意すべし。火の子飛びて家屋を焼きたる例往々あり。

10. 火及び灰承は鐵橋建築物及倉庫の附近并にポイントに於て之を掃除すべからず。

11. 活火を灰承より線路上に拋棄せざる様注意すべし。若し線路上に投げたる時は水にて消すべし。

12. 運轉終りたる毎に火を薄くし汽罐に水を満たすべし。

13. 石炭一杯をくべる毎に速に火口を閉づるときは

石炭を節約し火室飯及び管の壽命を長くし且つ溶滓の形成を防止する利益あり。

14. 火を厚く焚くときは機關車の蒸氣の發生を不良ならしむるものなれば火を薄く焚くことを練習すべし。

15. 石炭を節約するには機關手と火夫！協力するを要す。機關を閉塞せんとするに當り火を加ふべからず。

16. 列車の命令を受くべき場合停車の命令を受くべき場合停車場に於ける停車句配等を斟酌して焚火を適當にすべし。

17. 若し蒸氣壓力の一定せざることあらば火夫は石炭又は機關車を非難するを常とすれども之は焚火の不適當なるに依ること多し。

18. 適當の時に於て敏速に適當の行動を爲す様其判斷を誤らざる心掛肝要なり。

19. 機關車の働き烈しき時は一層多量の蒸氣を要するものなれば其需要に應じて石炭投入の度數を調整すべし。

20. 旅客列車を牽引して停車場構内に入るに先き立

ち煤煙の客車の周圍に流洩するを避けんが爲めには閉塞する前に充分の火力を作り置くことを要す。

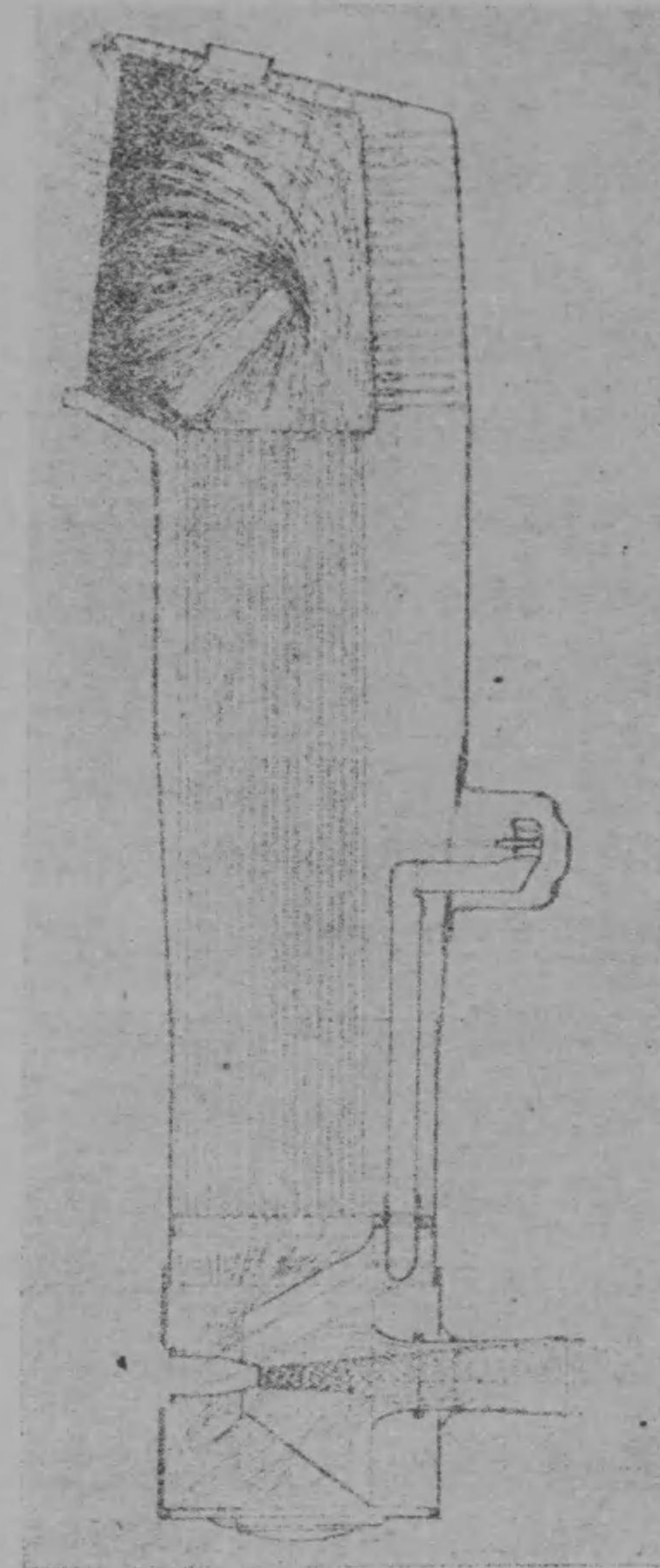
21. 火夫は牽引の困難なる箇所調和器閉塞地點に對し豫め其準備を爲し得る様線路を熟知すべし。

22. 燃燒の不完全は火室を等閑にし火床を振動することを怠り火室に灰及溶滓體を堆積し煙室及び火室の漏泄網に塊の附着、フロントエンドに於ける蒸氣の漏洩及管の閉塞より起ること屢々なり、此等は何れも石炭の消費を多くするものなれば注意すべし。

23. 蒸氣を働かしめざる場合に自然通風のみにて不充分なる時はブローアーを用ひて通風を助くべし。

24. 火夫は甲板及び通路の外に搖ぎ出んとする石炭をコールスペースに入れ返し墜落せざる様注意すべし。

25. 第四十七圖は汽罐、煙室及火室の堅縦斷面即ち汽罐を中央よりに長く切斷して半分を示せるものにして汽罐、火室の内部及び火床に火の燃燒する状態並熱したる瓦斯が焰管を通過して煙室に至り煙突より逸去する有様を示せるものなり、之に依り通風及び燃燒の



第四十七圖 機關車の汽罐の縦斷面

有様を會得するを要す。

26. 火口より進入する冷き空氣は火室の溫度を減殺し且焰管汽罐飯を損傷す。故に自然通風にては常に不充分なるを以てブローアーを用ひ之を補ふを可とす。蓋しブローアーは其効力エキゾーストに及ばずと雖も之と同様の作用を火力に及ぼし且つ機關車が蒸氣を作る要なき時火力振興の助けをなすものなればなり。

27. 煤煙の害を減せん爲め特に停車場其他に停車中煤煙の停車場に流曳する防止せんにはブローアーを使用すべし。

28. 給水管を以て汽罐に水を供給する場合には突入する蒸氣が大速力を以て接續管に入る所の水を打撃し汽罐のチェックに於て壓力に打勝つに足る動量を之に與ふるに依りて水を運ぶ。故に唧筒を以て汽罐に給水する場合の如く水は冷ならざるを以て管及び火室飯を害し其壽命を短縮することなし。蓋し冷水は汽罐内に入るに直に熱湯と混合せずして底部に至り之に接觸する管及び飯を冷却するに由り火室の下部に於て管及び飯の收縮を來たし之に相當して緊張するが故に繼目及

び管の漏洩を招くに至ればなり。

29. 運轉を始むるに當り徐々に火を焚き蒸氣壓の起生をなして迅速に失せざらしめんには靜にブローアーを使用すべし。飯及び管が蒸氣壓の爲めに急速に膨脹するときは損害を蒙ることあるべければなり。

30. 水をグラスに見えざる程充滿するは燃料經濟にあらず。斯くするときは汽笛に濕蒸氣を受けて摩耗面の滑油を洗ひ去り、瓣汽笛及びパッシングの壽命を短縮す。

31. 通常停車場を發車するに當りてはインゼクターをして働きを爲さしめざるを可とす。何となれば機關車が長切斷を以て働く場合には多量の蒸氣を使用するものにして此等に當り若し水を注加するときは最大壓力を保つこと困難なればなり。

32. レゾアース、リゾアーは列車の出發したる後加速度を出さしむる爲め成る可く最短の切斷に之を懸け置き情況の許すに従ひ漸次之を進めて懸け置くべし。

33. 遅れたる停車場發車時間を急速に回復せんとする勿れ。火夫に火力を強むる機會を與へよ。

34. 石炭の經濟を圖るには機關手と火夫と協力するを最も緊要とす、而て機關手は出来る丈け火夫を幫助する様汽罐に給水すべし。

35. 機關車を空轉せしむるときは往々にして火を損じ石炭を空費するのみならず、軌條、輪鐵、及機械の摩損を招くが故に適當の時に於て車輪下に撒砂すべし。

36. 機關車の保持の良しからざるは機關車に於ける石炭取扱の宜しからざるに基くこと尠からざるを以て之に注意すべし。

37. 入換用機關車は其行ふ勤務の性質上適當の注意を加ふるに於ては常に安全瓣の進出を避くるを得べし。

38. 終端驛にある機關車及び入換に従事する機關車は食事中は常に空氣唧筒に使用する蒸氣を塞ぐこと肝要なり。

第四編 燃料試験法 (Fuel Analysis).

第一章 石炭の分析 (The Analysis of Coal).

如何に石炭の分析が正確なるも試験品適當ならざるときは其價值は小なるものとなる。故に試験品を選ぶには石炭を細く碎き其碎片を方々より少し宛集め之をよく混合して其中より取るべきなり。蓋し偶然誤差 (Accidental error) は一回の偶然誤差を實驗の回數の平方根にて除したるものとなる。故に一の試験品の偶然誤差を3% なりとするときは百の試験品を混じて取り出したる試験品に就ては偶然誤差は 0.3% となる。

石炭の分析はアルチメートアナリシス (Ultimate analysis) とプロクシメートアナリシス (Proximate analysis) とに分つアルチメートアナリシスに於ては化學元素特に炭素、水素、窒素、酸素に分析す。此等の元素に分析するのみにしてそれが如何に石炭中に於て化合せるやは示さず。此分析方法は科學的に價值あるも

のと雖も工業上に應用すること尠し。

プロクシメートアナリシスに於ては工業上重要な物理的性質に従ひ石炭の成分を水分、揮發物灰分等に分類す。此分析方法は廣く行はるゝ重要なものなり

此等二の分析方法は固體燃料液體燃料ピート (Peat) 褐炭、有煙炭、無煙炭コークス、タール、等に僅の變形なをして應用するを得。

プロクシメートアナリシス (Proximate Analysis)

此分析法にては水分 (Moisture) 揮發物 (Volatile matter) 固形炭素 (Fixed carbon) 及び灰分 (Ash) に分解す。硫黄も分析報告書中に書く事あれど別に定むるを常とす水分及び灰分なる語を解釋するには困難を感せず。揮發物及び固形炭素は説明を要す。若し石炭を赤熱する時は熱は石炭の一部を分解す此分解したる石炭の一部は黒き煙として出で一部は固體のコークスとして残る若しタール或は石油を斯くの如く扱ふときは物質の一部分は煙として出づ石炭の場合に於て揮發物は熱の分解作用に依りてのみ形成せらる。熱を加へたるとき失はるゝものは總て揮發物と稱す。此時坩堝の中に

残りたる者は灰分及び大部分炭素より成れる物質とより成る其殘物より灰分を除きたる者を固形炭素と云ふ揮發物及び固形炭素として報告せられ居るパーセンテージは分析の状態に依り異なる。水分及び灰分も方法の異なるに従ひ變化する傾向あり。故に分析者が其結果を比較せんが爲めには同一の方法を用ふること極めて大切なり。1899年に米國化學會 (American Chemical Society) は一般に標準とせられ居る分析方法に就き精細なる研究をなせり。1910年に米國化學會及米國材料試験學會 (American Society for Testing Materials) の合同委員會は此等の方法に關し考究をなせり。以下に述ぶる所は其報告書の内容をも含む。

試験品を選ぶには次の表にて示せる條件に適する様にすべし。

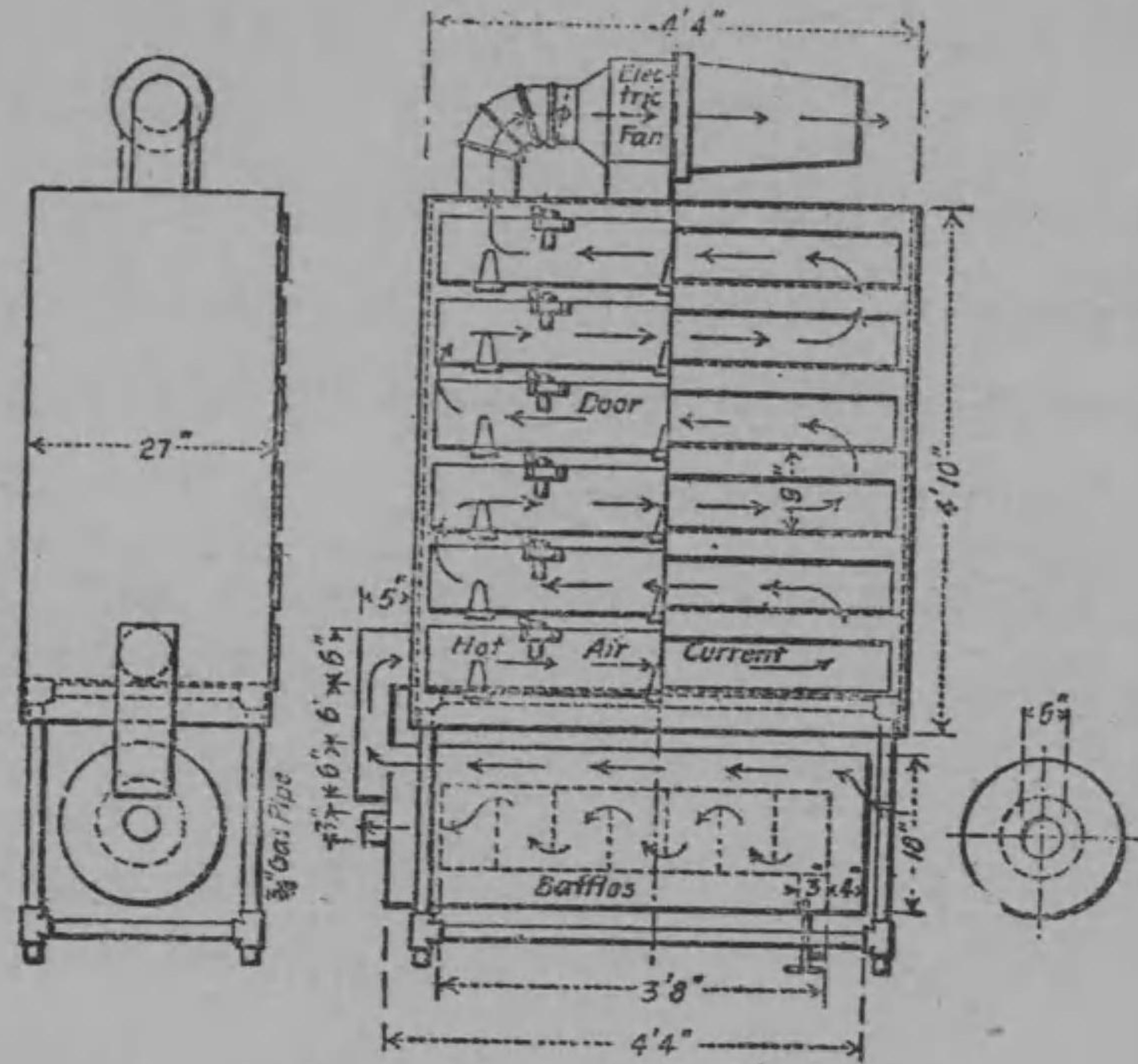
最大不純物の大きさ	試験品の最小重量
$\frac{1}{2}$ 吋	75封度
$\frac{3}{8}$ 吋	30封度
$\frac{1}{4}$ 吋	9封度
$\frac{3}{16}$ 吋乃至 $\frac{1}{8}$ 吋	5封度

1/2 吋

3乃至5封度

風乾し (Air-drying).

試験せんとする石炭濡れ居る時は之を粉にする時よく混ぜず、又空氣中に於て急速に重量を變ず、故に標準分析をなさんとする時は試験品を風乾しする事必要なり、之は錫の鍋の上に薄く擴げ暖き室に二十四時間



第四十八圖石炭を風乾しする置裝

或は必要なる時はそれ以上置きて重量が略變せざる様にする所に依りて爲すを得、急ぐ時は華氏 100 度を越さるる火に掛け強制通風を行ひて乾かすを得、第四十八圖に示すは此圖にしてブンゼン燈にて熱し小なる電氣扇風機にて通風を附く、此處置に於て減じたる重量を風乾し損失 (Air-drying loss) として報告す、石炭は此風乾しに於て徐々に變化す、故に必要なるより永く空氣に曝さるるをよしとす、實驗に依るに攝氏 35 度に於て八日間に酸素 0.15% 乃至 0.7% を吸収するが如し、

分析用の試験品を碎くこと、貯ふること (Grinding and Preserving the Sample for Analysis).

空氣中にて重量が急速に變らざる程度に風乾ししたる石炭の試験品は 50 瓦乃至 60 瓦位の粉を得るやうに碎き其中より 1 瓦の試験品を取り出すべし、取出したる 1 瓦の石炭粉は元の石炭の代表物なり、分くべき石炭の量を定むるには次表によるべし、

石炭の大きメツシ (mesh) 分くべき最小量

2

8300 瓦

4	110 瓦
8	120 瓦
10	55 瓦
20	3 瓦

12メッシュに碎くには手にても又試験品を損する虞れなき如何なる種類の破碎機にてもなすを得。されど細に碎くときは試験品を損せざる様注意を要す。細に碎きたる石炭は急速に空氣中より酸素を吸収して水を出すが故なり。此反應の性質は正確に知られざるも發熱量に著しき影響を與ふると知らる。此變化は細に碎く間に試験品が暑くなるときは其速度を早む。此故に圓板形グラインダー (Dise grinder) を用ひ然も細密なる注意をなすべし。之は速に碎くと雖も板が暑くなりて屢々石炭の蒸溜を起しタール様の臭氣を發す。若し圓板形グラインダーを用ふるときは板を必要なるよりも近くに置き石炭を徐々に供給すべし。石炭を粉にするに最もよき方法はジャーミル (Jar mill) を用ふることなり。それは蓋ある壺より成りその $\frac{1}{3}$ を燧石の小石にて滿し1分間に50乃至75回轉す。其小石は石炭を粉に

碎く、自らは殆ど粉にならず石炭を壺中に永く置くに従ひ愈石炭は細くなり欲する細さにする事容易なり。壺の大きと小石の直徑とは材料の硬度及び塊炭の大きに依りて異なる。若し塊炭の直徑が小石の直徑の $\frac{1}{2}$ 位なる時は塊炭中の或ものは小石との衝突により角なき球狀になるのみにして碎かれず。若し石炭を10或は12メッシュ (Mesh) のふるひにてふるひ直徑³或は1吋の小石を入れたる内徑8吋の壺に入る、ときは石炭が壺の體積の $\frac{1}{3}$ より多からざるときは試験を適當に碎くを得。碎くこと終りたる時はふるひに掛くれば小石は残る。石炭は60メッシュ (Mesh) のふるひにてふるひ之れを通らざる者は別に再び碎き80メッシュのふるひにてふるひ通りたるものを前のものに加ふ。60メッシュのふるひを通したる石炭は充分細にして試験品1瓦を以て全試験品の代表となすに足る。石炭をそれ以上細になすは水分を失ひ酸素を吸収するに依る誤差大になる故不可なり。

此細に碎きたる試験品は全體を壺に入れ而て50瓦のみを護膜の栓を有する口廣き瓶に入る。瓶は半分のみ

満し試験品を取り出す時瓶を振り又回轉して内容物を混ざる様にすべし、パイライト (Pyrite) 及びスレート (Slate) は瓶の底に溜る傾向あり、故に試験品を取り出す前に振って混ざることゝ怠るべからず。

細密なる注意をなして蓄へたる石炭と雖も時と共に變化す、實驗に依るに三年間の蓄積に依り石炭は發熱量の 0.5 乃至 5% を失ふ、故に石炭を貯ふるには特に空氣の流通せざる様にするに肝要なり。

水分 (Moisture).

石炭中の水分を決定する事は石炭その物が熱及び空氣に遇ふ時に變化する故複雑なり、1899年の米國化學委員會にて推奨したる方法は石炭1瓦を白金坩堝に入れ攝氏 104 乃至 107 度にて一時乾燥し然る後乾燥器 (Desiccator) に入れて冷却し蓋を附して重量を測定するにあり。

石炭中の水分を測定することに關する誤差は種々の研究者に依りて研究せられたり、彼等の結論に依れば最も正しき結果は濃硫酸の存在に於て2日間或はそれ以上眞空内にて乾燥することに依りて得らる、前に述

べたる攝氏 101 乃至 107 度にて1時間熱する方法にては水分は眞空方法に於ける水分の略 $\frac{1}{2}$ なり、尙時間永く熱するときは見掛け上の水分は多少上ると雖も眞空方法に依りて得たるよりも少なり、若し石炭を1時間熱し絶えず乾燥せる空氣を流通せしむるときは、略眞空方法にて得たる結果と一致す。

米國鑛業會にて標準と定められたる方法は60メツシの石炭1瓦を $2\frac{1}{2}$ 時 $\times\frac{13}{14}$ 時の坩堝に入れ攝氏 105 度にて1時間熱し乾燥せる空氣を流通せしむるにあり、坩堝を次に火より下し蓋をして硫酸を入れたる乾燥器中にて冷却す、減じたる重量に100を掛けたるものが水分のパーセンテージなり、坩堝を熱する容器は銅にて造り壁を二重にす、内と外との壁の間には重量にてグリセリン 45 水55の割合の溶液を満す、此溶液は沸點攝氏 105 度なり、空氣は硫酸の中を通して乾燥し又グリセリンの中に上げたる銅の管を通して豫め熱し之れを乾燥室の中に入る、褐炭は乾燥せる炭酸瓦斯又は窒素にて乾燥す。

揮發物 (Volatile Matter).

揮發物の決定に對しては絶對的方法を定むる能はず。此揮發物の大部分は石炭の分解に依りて生ずるものにして熱する度合最大温度焰の性質、坩堝の大き及び他の状態に依りて異なる。故に標準方法にては出来るだけ正確に状態を定むること必要なり。

米國化學會が1899年に定めたる方法は次の如し。新しく乾かさゝる粉の石炭1瓦を重量40瓦或は30瓦の白金坩堝に入れ蓋を確實にす。ブンゼンバーナー (Bunsen burner) の焰を充分にして七分間熱す。坩堝は白金五徳にて支へ底はバーナーの頭より6乃至8糎上に置く。焰は高さ2糎にすべし。揮發物を求むるには此時見出されたる損失 (loss) より水分の%を引けばよし。

其後多くの研究者が研究したる結果を總合すれば次の如し。石炭の同一試験品より得たる揮發物の%は温度及び熱する割合に依りて變化す。之は焰の高さにて充分限定する能はず。20糎の瓦斯の焰にては瓦斯の壓力が水柱にて1吋より1½吋に變化するときに温度は攝氏760度より890度變じ之に依りて測定したる揮發物

は2%の變化を生ず。バーナー (Burner) の種類及び大きさは結果に0.3乃至1.5%影響す。磨きたる坩堝は熱くなりて鼠色のものよりも凡そ1%多くの揮發物を生ず。天然瓦斯を用ふる實驗場にては石炭瓦斯を用ふるよりも著しく低き揮發物を得る傾向あるを以て次の注意をなすを要す。(1) 瓦斯は水柱1吋よりも小ならざる壓力にてバーナー (Burner) に供給すべきこと。(2) 自然瓦斯バーナーは多量の空氣を供給すべきこと(3) 瓦斯と空氣とは焰の内部に短き圓錐形が生ずる様に調整すべきこと。(4) 坩堝は白金の五徳の上に置きよく磨くべきこと。

石炭分析に關する米國委員會が1912年に揮發物決定に對して選びたる二箇の方法は次の如し。

揮發物測定に對しては蓋ある10瓦の白金坩堝を用ふ。其中に石炭1瓦を入れて攝氏950度に7分間保つ。坩堝は床上に置かずして白金五徳上に置くべし。1瓦の石炭を容量凡そ2立方糎(直徑3糎高35糎)の白金坩堝に入れ蓋を施しミーカーバーナー (Meker burner) の第四番目の大きさのものにて焰の高さを15糎にして熱すべ

し、温度は攝氏 900 度乃至 950 度に保つべし、クロム酸カリウム (Potassium chromate K_2CrO_4) の熔くるは攝氏 940 度なるを以て之にて温度を知るを得。

灰分 (Ash).

石炭の灰分は完全なる燃焼をなしたる後に残る殘物として一般に定義せらる、米國化學會の 1890 年の方法は次の如し。

水分の測定に用ひたる粉の石炭を坩堝に入れ蓋を開け傾斜さして初めは低き焰にて炭素がなくなるまで燃す、灰分を燃えざる炭素に對して檢するにはそれをアルコールにて濕す。

灰分の測定に伴ふ誤差はパール (Parr) に依りて細密に研究せられたり、彼れの説に依れば炭酸カルシウム ($CaCO_3$) の分解は攝氏 900 度にて急速に又 600 度にて生ずるが故に之を含む石炭に於て含まれ居る炭酸カルシウムを定むるには特に注意を用ひざるべからず、炭酸カルシウムは普通 0.2 乃至 2% 位石炭に含まれまた稀には 10% 以上を含むものもあり、硫酸第一鐵又は第二鐵は新しき石炭には數十分の一乃至百分の一あり

て此量は實驗用の粉の石炭にては急速に増加す、石灰分多き石炭にては此種の硫酸鹽は硫化鐵と同じく燃焼の爲めに硫酸カルシウムとなるものならん。

1913 年の米國石炭分析委員會の灰分を定むることに關する報告は次の如し。

新しく計りたるものか又は水分の測定に用ひたる 1 瓦の石炭を坩堝の中に入れ櫻紅色の温度即ち攝氏 700 度乃至 750 度に 20 分乃至 30 分間保ちて炭素を全部燃さしむ、之れを乾燥器内にて冷却し重量を量る。

灰分の或物は熔融點に達してクリンカー (Clinker) を形成す灰分の主要なる成分は硅砂及びアルミナ (Alumina) にして此等は融解點高く色白し、酸化鐵は灰分に赤き色を附しアルミナ、シリカ等の融解點を著しく低くす、故に赤き灰は融解點低くクリンカーを生じ易きを示し白き灰は融解點高きことを示す、此法則は石灰石を含む石炭には適用せず、石灰石は色を與ふることなくして融解點を低くするが故なり、されど石灰石を含む場合には鐵をも含みて赤き色を呈すること多し。

固形炭素 (Fixed Carbon).

固形炭素は水分揮發物及び灰分の重量を加べ此和を始の試験品の重量より引きて得。固形炭素と灰分との%を加へたるものは石炭より得らるべきコークスの量を示す。コークスの性質は揮發物を測定したる後に残りたるものを檢することに依りて知るを得。

硫黄 (Sulphur).

硫黄の含有量を測ることは通常プロクシメートアナリシス (Proximate analysis) の一部とせらる。されど硫黄は別に測定して水分、揮發物、固形炭素及び灰分を加へたる 100 % 中には加へざるを常とす。硫黄は通常硫化鐵 (FeS_2) として石炭中に含有さるれど其一部は炭素化合物と結合し又一部は遊離硫黄となり又屢々硫酸カルシウム或は硫酸鐵となりて存在す。通常此等異なる形の硫黄を區別せず。硫黄を可溶性硫酸鹽になす試薬を以て石炭を處理し其硫酸鹽を硫酸バリウムとして沈澱せしめそれより硫黄の量を計算す。

石炭中の硫黄を測定するにはエシュカの方法

(The Eschka method) アトキンソンの方法 (The

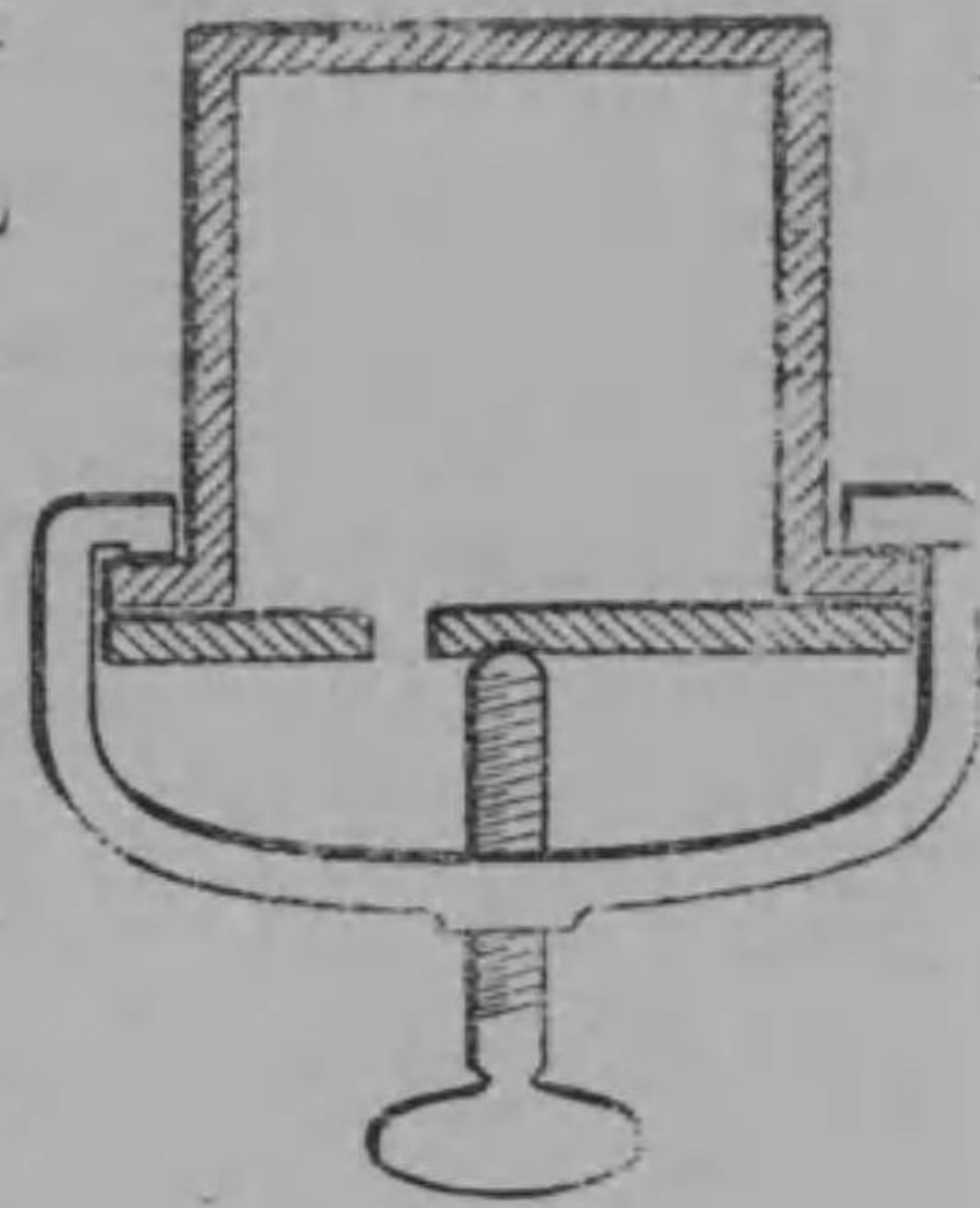
Atkinson method) 等もあれど最も速になし得て然も最も信用するに足るものは過酸化ナトリウム熔融法 (The Peroxide Fusion Method) なり。

過酸化ナトリウム熔融法 (The Peroxide Fusion Method).

石炭を過酸化ナトリウム熔融に依りて分解することはパール (Parr) に依りて提出せられ其反應はズンドシュトローム (Sundstrom) に依りて硫黄の測定に採用せられ之を後にペノック (Pennock) モルトン (Morton) パール (Parr) 等が改良したるものなり。

乾燥せる可燃物を過酸化ナトリウムと適當の割合に混合し熱したる鐵線にて發火せしむるときは物質は熔融して硫黄は最初如何なる化合状態にあるも可溶性の硫酸ナトリウムに變ずるものなり。若し割合適當ならざる時は烈しく火花を散らす故反應は密閉器中にてなすを要す。此燃燒せしむる器は鋼又は眞鍮の坩堝にして穴をあけたる蓋を有し又第四十九圖の如くクランプ (Clamp) を付せるものをよしとす。黒炭 0.7 瓦に對し過酸化ナトリウム凡そ 16 瓦を要す。然るにコークス或

は無煙炭の同量即ち 0.7 瓦に對しては過酸化ナトリウム凡そ 12 瓦をよしとす。此填物を混合し蓋をクランプし而て坩堝を水を入れたる鍋の中の支への上に置き其下半を水中に入れ然も水が底の周りを充分に循環する様にす。鐵線を赤熱して穴より蓋の中に入れ



第四十九圖過酸化ナトリウム熔融に用ふる坩堝

火を附く。若し反應適當に進む時は、焰は穴より殆ど出です。されど割合正しからざる時は著しく火花を出す故實驗者は鐵線を入るゝ時は坩堝より腕の長さの距離に居らざるべからず。若し最初の爆發が餘りに激しき時は更に過酸化ナトリウムを加ふべし。若し之に反し坩堝の蓋の内側に煤附きて燃焼不完全なる時は次に試むる時に過酸化ナトリウムの量を減すべし。コークスは灰分多き場合等發火し難き時はアクセレレーター (accelerator) を加ふべし。パールが推奨せる熔融混合物は過酸化ナトリウム 10 瓦鹽化カリウム 0.5 瓦ベンゾ

イツクアシッド (Benzoic acid) 0.5 瓦なり。

熔融したる物質を冷却し之を 300 立方糎のビーカー (Beaker) に移しそれに 200 立方糎の蒸溜水の湯を加へ而て時々振動しつゝ、半時間乃至四十五分間置くべし漏過し而て溶解せざる物質はデカンテーション (Decantation) にて洗ふこと數回にして不溶物を漏過器 (Filter) に移し更に五回洗ひよく振りて混合せしむべし。斯くして漏過液を凡そ 250 立方に糎になし濃鹽酸にて僅に酸性を帶ばしむ。ビーカーを火に移し沸騰せしめて絶えず振りつゝ、ピペット (Pipet) より 10% の鹽化バリウムの溶液 10 立方にを加へて可溶性硫酸鹽を沈澱せしむ十五分間沸騰を續け而て尠くも二時間沸騰點近くの温度に置く。之を灰なき漏過紙にて漏過し 1 リットル中に鹽酸 1 立方糎を含む湯にて洗ふ。硫酸バリウムの沈澱を含む漏過紙を沈澱が飛ばざる様に折りて重量を測りたる白金坩堝にに入れ空氣を充分與へて熱す。紙が最初徐々に煙る様にすべし。然る後温度を約攝氏 925 度にて重量を變せざるに至る迄熱して重量を測る。

アルチメートアナリシス (Ultimate Analysis).

炭素と水素 (Carbon and Hydrogen).

石炭及びコークス中の炭素及び水素は有機化合物のアルチメートアナリシスに於けると同じく乾燥せる純粹なる酸素を送りて燃焼せしめ依て生ずる炭酸瓦斯及び水を吸収せしむることに依りて定むるを得。此分析は六ヶ敷くして一般の方法に経験なき者は試むべからず。若し熟練せざる分析者が斯くの如き分析を試むる必要ある時は先づ砂糖ベンゾイツク酸等簡單なる化合物に就て好結果を得る様に練習すべし。

窒素 (Nitrogen)

石炭中にある窒素の%を知る主要なる價値はそれが石炭中のアムモニアの量を與ふると考へらるゝにあり蓋し石炭がアムモニアを分解して窒素を生ずるなり。通常窒素が石炭の中にて如何なる形にあるやは區別せず。窒素の全量はキールダール (Kjeldahl) の方法によりて最もよく定める次に述ぶるは此方法なり。

試験用石炭 1 瓦を 3 立方厘の濃硫酸及び 0.6 瓦の水銀と共に沸點し石炭の粉が總て酸化し溶液が殆ど無色なるに至らしむ。沸騰は溶液が葉色になりたる後尠く

も二時間持續せしめ然る後過マンガン酸カリウム ($KMnO_4$) の結晶を少し宛入れ綠色を呈せしむ。冷却せしめたる後冷水にて約 20 立方厘に薄む。1 リットルに付き $K_2S_4O_{10}$ 瓦の硫化カリウム (K_2S) の溶液 25 立方厘を加へて水銀を沈澱せしめ又グラニューラ—亞鉛 (granular zinc) 1.0 瓦及び眞鍮 1 瓦位の大きさのバラフィンを加ふ。水酸化ナトリウム (NaOH) の飽和溶液を充分 (通常 80 乃至 100 立方厘) 加へて溶液をアルカリ性となしてフトスコを直に冷却器 (condenser) に接続す。アムモニア (NH_3) を蒸溜し之を指示薬を加へたる標準硫酸溶液にて定量す。

燐 (Phosphorus).

燐は金屬と直接に接觸する燃料に於てのみ測定す。石炭又はコークスの中の燐を定量するには試験品 6.52 瓦をマツフルファーネース (Muffle furnace) にて焼きて灰となす。其灰に炭酸ナトリウムを灰の重量の 4 倍乃至 6 倍及び 0.2 瓦の硝酸ナトリウムを混じり高温度にて熔融せしむ。熔融せる物質は水に溶し酸性にして蒸溜乾燥せしむ。殘物を鹽酸にて取り出し而て通常の

方法即ち重量に依るか又はヘルマンガネート (Permanganate) の黄色き沈澱となして燐を定量す。

酸素 (Oxygen).

石炭中の酸素を定量する直接の方法無し、アルチメートアナリシス (Ultimate analysis) に於ては炭素、水素、窒素、硫黄及び灰分の%の和を100%より引きたるものを酸素の%と稱す。故に他の成分の測定に依る誤差は總て酸素%の数字に影響す。故に其正確の度合は最も少なるものと云ふべきなり。

分析を報告する方法 (Methods of Reporting Analyses).

分析は通常風乾し、たる試験品に就てなす。此形の試験品は最も變化し難き故なり。故に分析者に依りて得らる、数字は此形に於ける石炭のものなり。分析者は風乾しに於て失はれたる水分を計算して受け取りたる石炭として分析を計算するやも知れず。又水分を總て除きて水分なき石炭として報告するやも知れず。又水分及び灰分を計算に依りて除き水分及び灰分なき石炭として報告するやも知れず。

水分及び灰分及び灰の炭酸鹽中にある炭酸瓦斯を除

きて眞の石炭を計算する爲めに種々の企てが試みられたりと雖も斯くの如き更正は之を應用すること難くして工業上に於ては屢々用ふる能はず。通常風乾しの損失 (Air-drying loss) と風乾ししたる石炭の分析とを報告す。それが分析者に依りて實際に得らる、数字にして又それに依りて他の者を計算するを得る故なり。次に示すは某石炭の分析にして報告書の形式を示す。

石炭の%成分

プロクシメートアナリシス (Proximate analysis)	風乾したるもの (Air-dried)	受取りたるもの (As received)	水分なきものとして計算せるもの (Calculated Moisture-free)	水分及び灰分なきものとして計算せるもの (Calculated Moisture and ash-free)
水分 (Moisture)	1.07	3.94
揮發物 (Volatile matter)	34.55	33.55	34.93	37.13
固形炭素 (Fixed Carbon)	58.51	55.81	59.14	62.87
灰分 (Ash)	5.87	5.70	5.93	
	100.0)	100.00	100.00	100.00

アルチメート アナリシス (Ultimate analysis)	〃	〃	〃	〃
水素	5.16	5.33	5.69	5.41
炭素	79.52	77.21	80.38	85.44
窒素	1.41	1.37	1.43	1.52
酸素	6.97	9.35	6.09	6.48
硫黄	1.07	1.07	1.08	1.15
灰分	5.87	5.70	5.93	
	100.00	100.00	100.00	100.00
風乾し損失 (Air-drying loss)	2.99

結果の精度 (Accuracy of Results).

分析に依る誤差よりも試験品に基く誤差の方大なり
1913年の米國石炭分析委員會にて見積れる認容誤差は
次の如し。

	甲分析者%	乙分析者の%
水分 ³ %以下	0.2	0.3
水分 ⁵ %以上	0.3	0.5
揮發物、黒炭	0.5	1.0
揮發物褐炭	1.0	2.0

炭酸鹽無き灰分	0.2	0.3
炭酸鹽ある灰分	0.3	0.5
12%の灰分	0.5	1.0
石炭中の硫黄	0.05	0.1
コークス中の硫黄	0.03	0.05

最も大なる誤差は揮發物に就て起る、アルチメート
アナリシス (Ultimate analysis) に於ては誤差は水素は
0.05% 以内炭素は 0.3% 窒素は 0.03% 硫黄は 0.05%
なり。

粘板岩及び硫化鐵 (Slate and Pyrites).

コールウォッシング (Coal-washing) に依りて機械的に
離し得る粘板岩及び硫化鐵の量を定むること屢々必要
なり、之には比重 1.35 の鹽化カルシウムの溶液又は
比重 2.0 の鹽化亞鉛の溶液を用ふ方よしとす。

第二章 液體燃料 (Liquid Fuels).

最も多く用ふる液體燃料は粗製又は半精製の石油なり、コールタールは次に重要なるものにしてアルコールは將來に於て重要なるものになるべし、此等の燃料は蒸氣若は壓縮空氣に依りてフアーネースに吹き入れて霧狀になして燃焼せしむ注意すべき主要なる點は貯藏に危険なること及び熱量等なり、

試験品 (Sampling)

液體燃料の代表的試験を選ぶ主要なる困難は油のタンクの底又はタールのタンクの表面に水の層があるに依る、試験用の油を取り出すにはタンクより絶えず細流となして容器に流出せしめ之れをよく混合して其中より少量の試験品を出すべきなり、若し小なるタンクより試験品を取り出す場合には小なる硝子管を垂直にタンクの中に入れ其下端を底に附かしむれば成分の割合そのタンクに於けると同一なる試験品を取り出すを得硝子管の上端を拇指にて閉ぢて液柱を取り出せば之は縦斷面に於ける成分を示す而て同一の水平面上にて

は成分は同一なりと考へらるゝが故なり、若しタンクが大なる場合には硝子管の代りに錫管を用ふ、

發熱量 (Heating Value).

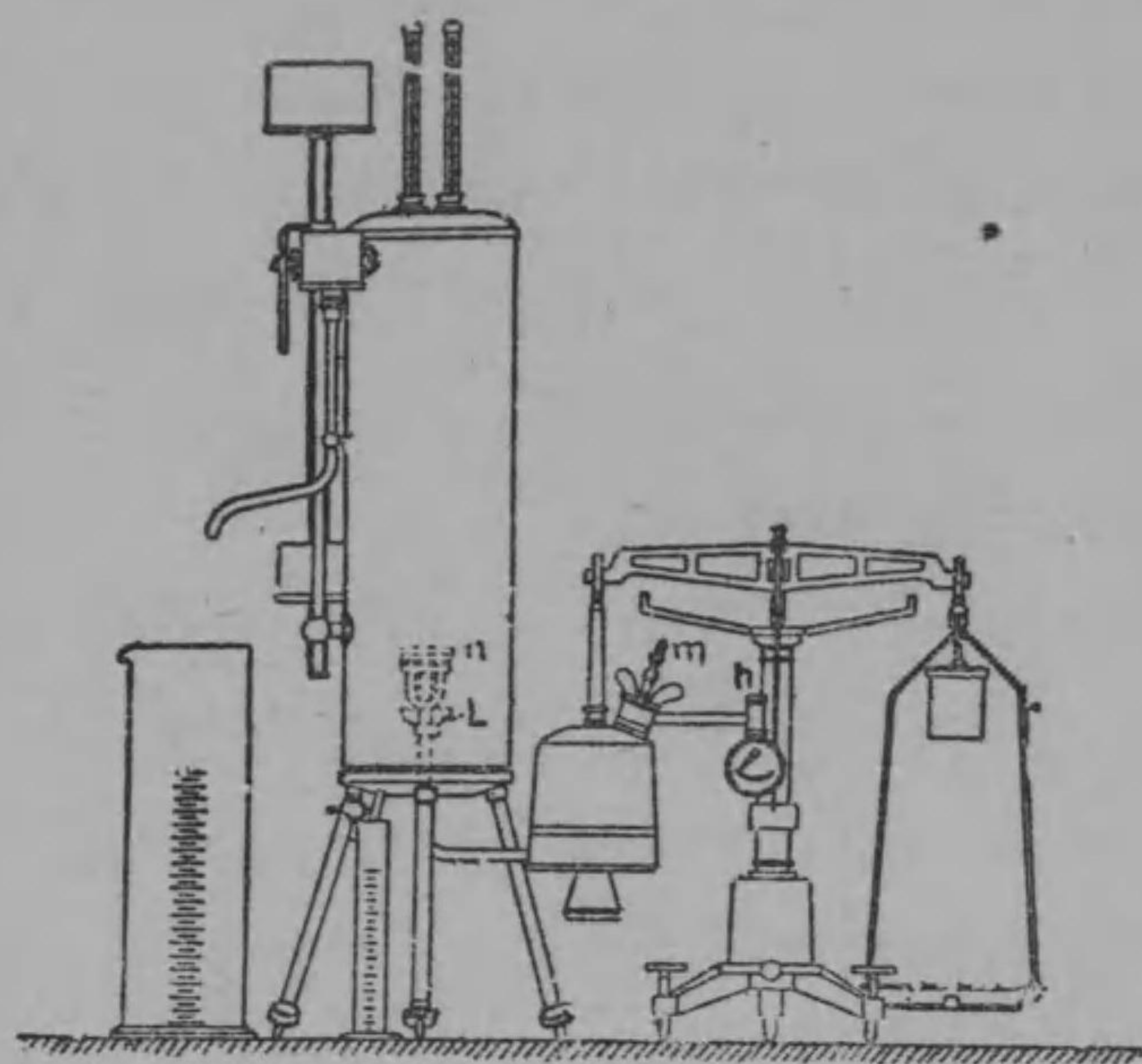
液體燃料の發熱量は熱量計 (Calorimeter) にて測り可なり、液體燃料を燃焼せしむるに就て多少困難あり燃焼の間に總の化合物が非常に急速に揮發してその蒸氣が焰の層より外に破れ出て完全なる燃焼をせざるが故なり、燃焼の不完全なるは熱量計を開けば臭に依り又蓋の内側に煤の存在せるに依り見出すを得、ガソリン又はアルコール等の揮發性液體にありては熱量計中にて揮發の大なると試験品の重量を正確に量り難きとに依り困難は一層大なり、

揮發性少き液體例へばタール及び重油等にありてはボム熱量計 (Bomb calorimeter) にて直に測るを得、而て25氣壓の酸素を用ふる時は燃焼完全なり、油の上に少量の砂糖若はベンゾイツク酸 (Benzoic acid) を置きて燃焼を發せしむるをよしとす、此砂糖又はベンゾイツク酸は0.25瓦位が適當なり、更に揮發性なる液體は薄き壁を有する容量、凡そ0.5立方厘の壁薄きバルブ

(Bulb) の中に入る。

油の發熱量は又パール熱量計 (Parr calorimeter) にても測るを得。油の重量は凡そ 0.5 瓦になし過酸化ナトリウム (Na_2O_2) 10 瓦と鹽素酸カリウム (KClO_3) 1 瓦とを填む。又ペンゾイック酸 0.2 瓦を用ふるがよし。

爆發する虞れある油に對してはジャンカーの熱量計 (Junkers Calorimeter) を用ふるをよしとす。第五十圖に示せるランプは 150 乃至 200 立方厘の油を要す。ランプに火を附くるにはコップ L にアルコールを満しバーナーヘッド (Burner head) n を熱す。アルコールが殆ど燃え盡したる時 m に接続したるハンドポンプ (Hand pump) にて空氣壓を液體に加ふ。油はバーナー (Burner) に上り蒸發してアルコールの焰にては發火す。ポンプは接続して働かしめ、青色の焰が生ずるに及びてポンプの結合をとく。水を熱量計に流し込みたる後にランプを入れコンバッションスペース (Combustion space) の中央に置く。釣合に達したる時天秤皿の重量を調整し天秤を零にして實驗を始む。油の定量通常 5 瓦或は 10 瓦が燃焼したる後實驗を中止し温度の上昇と



第五十圖油の發熱量を測るジャンカーの熱量計
(Junkers' calorimeter for heating value of oils)

熱せられたる水の重量とより燃料の發熱量を計算す。

比重 (Specific Gravity).

石油の比重はしよりも小にして通常ポイメのスケール (Baumé scale) の水より輕き液體に對するものにて計る。タール (Tar) は通常水より重し。而て其比重は直に報告す。若し材料が充分多量にして粘着力餘り大ならざる時は、比重はハイドロメータースピンドル

(Hydrometer spindle) にて略定むるを得。更に正確を要する場合又試験品少量なる場合はピクノメーター (Pycnometer) 若はウエストフアールバランス (Westphal balance) を用ひざるべからず。水より輕き液體に對するポイメスケール (Baumé scale) とそれに相應する比重との比較は附録の表にあり。

水分 (Moisture).

石油中の水を定量する種々の方法はアレン (Allen) 及びジャコブ (Jacobs) に依りて精密に研究せられたりその方法は一はナトリウムを水に作用せしめて發成する水素の量を測定する方法にして他の方法は蒸溜方法にして水に飽和したるトルエン (Toluene) 或はキシレン (Xylene) を加へ又は加へずして蒸溜す。不熟練なるものに對しては後者の方良好なる結果を與ふ。其方法はタール並に重油に對しても用ひらる。トルエン (Toluene) を加ふるときは物質の粘着力を減じ又泡立つ危険を少にす。トルエンの代りにキシレン (Xylene) 又は沸點攝氏 117 度乃至 150 度の石油ベンゼンを用ふるも可なり。此稀薄液 (Diluent) は最初水にて振り後靜にし

て澄ましめ試験品中の水を溶解せざる様にするを要す凡そ 100 瓦の試験品を量り尠くも 500 立方糎の蒸溜フラスコに入れ之に大約 100 立方糎の稀薄液 (Diluent) を入る。試験品の粘着力非常に大なる場合には、200 立方糎の稀薄液に入る。蒸溜は始め徐々に蒸溜したる水は目盛りしたるシリンダーに入れ體積を直に讀むアレン (Allen) 及びジャコブ (Jacobs) に依れば此方法は 100 立方糎のベンゼン及び油に對して水 0.033 瓦迄正確なり。

タール中の氷を定量するには同様なる方法を用ふ。蒸溜は蒸氣中の寒暖計が攝氏 20.5 度に達する迄續く蒸溜の先立ちて 25 立方糎のベンゼンを分割漏過器に入るゝときは油と水とを巧に分くるを得。

プロクシメートアナリシス (Proximate Analysis). 石炭分析の時に於ける如きプロクシメートアナリシスを液體燃料に對してなすことは稀れなり。液體燃料は揮發物非常に多くして分析が無意義なる故なり。灰分は浮游せる泥狀物を示しレタールの場合は固形炭素はタール中の遊離炭素の量を示す。揮發物の測定に對して

は石炭の場合の標準方法に依る但し此場合には泡立たざる様になる迄徐々に坩堝を熱する様にせざる可らず

浮游せる固體 (Suspended Solids).

浮游せる固體は粗製石油の場合には通常泥狀物にてタールの場合には所謂固形炭素をなせるコークスの細粉にして之を取り除くには漏過又オッシング (Washing) に依る。油又はタールは最初 30 乃至 40 メツシ (mesh) のふるひに混入物を取り除く、5 瓦又は 10 瓦の試験品を純ベンゼン又はトルエン (Toluene) にて薄め容易に漏過さるゝ様にす。溶液は重量を計りたる重き漏過紙にて漏過す。漏過紙を攝氏 105 度にて乾燥せしむ。重量の増加は浮游固體なり。

揮發點 (Flash Point).

油の揮發點とは油が可燃燒蒸氣となりて空氣と速に混合するに至る温度を云ふ。揮發點は油を熱する度合 (Rate of heating) 其上の空氣の體積空氣が取り除かるゝ遲速等に依る。結果を有價値ならしめんには状態を精密に限定せざるべからず。不幸にして標準方法なしケロシン油 (Kerosene o.l) にては其數字は重要なり

舊式の容器は開口コップなり、現今にては密閉コップを用ひ最もよきはアーベルコップ (The Abel cup) 及び其變化物なり、之は直徑 2 吋の眞鍮コップにて成る。油壺は寒暖計及びスライディングドア (Sliding door) を有せる眞鍮の蓋にて掩はる。スプリングに手を觸るれば小なるランプが瞬間的焰を有して油の上の空氣中に低めらる。之を繰り返すときは温度上昇して爆發を示す焰生ず。

第三章 瓦斯分析 (Gas Analysis).

瓦斯の代表的試験品を選ぶことは多くの場合に於て分析其物よりも更に困難なり、若し主路 (Main) を流るゝ瓦斯が其断面及び長さにつきて成分同一なる時は問題は管に依りて分析用の試験品を導くことになる、然らざる場合は問題は遙に複雑なり、

瓦斯は研究すべき作用の起る點に出来る丈け近き處にて集め以て空氣又は瓦斯等の漏るゝこと及び固體の沈澱或は第二の反應に基く誤差を小にせざるべからず瓦斯は直管内にては不規則なる波動寧ろ渦卷状になりて進む、而て其速力は中心に於て最も大にして壁に近き處に於ては最も小なり、波動は管の曲り角枝道等にて異り其最大速度も變せらる、ファーネースより出づる瓦斯の温度もフリユー (Flue) の断面に依りて異り通常速力最大なる所にて温度最高にして壁に近き處にて温度最も低し、

一般に略平均速度及び平均温度なる點より試験品を取り出すをよしとす、されど代表的瞬間試験品を取り

出し得る點を見出すこと能はず、故に或時間にわたりて試験品を集むること必要なり、斯くするときは多量の瓦斯流入する故確率 (Probability) の理に依り試験は一層代表的のものとなる、故に少量の瓦斯は成分一樣なるものより取り出したる時に於のみ代表的試験品と見做さる、燈用瓦斯にては瓦斯タンクに蓄ふる間に擴散等に依りて成分一樣になると雖も煙突内の瓦斯等に於ては成分は一樣ならず、煙突の瓦斯等にては一時間若は六時間以上に涉りて集むるをよしとす、

試験品を集むる管は瓦斯と作用して化學成分を變ずる如きものを用ふべからず、鐵及び一般に金屬は高温度に於て用ふべからず、鐵は華氏 400 度にて炭酸瓦斯と速に反應して酸化炭素と酸化鐵とを生ず、鐵は又酸素と容易に反應す、酸化鐵は低温にて水素と反應して水を生ず、表面粗き管は觸煤の作用をなしてアムモニア又は炭化水素を低赤熱にして生ず、

試験品を集むる最もよき材料は硝子又は水晶なり、此等の管は石綿にて包みて鐵管の中に入る、硝子は攝氏 400 度即ち華氏 110 度にて柔くなり始め赤熱して冷

すときは割るゝに至る。熔融したる水晶は膨脹係數小なるが故に温度の變化にて割るゝことなし。水晶は攝氏1100度即ち約華氏2000度にて柔くなることなくよく堪ふ。されど永く熱に曝すときは結晶を生じて脆くなる缺點あり。

第五十一圖に示す管を用ふるときは試験品を集むるに都合よし。それは直徑同一にして長さ異なる硝子管の



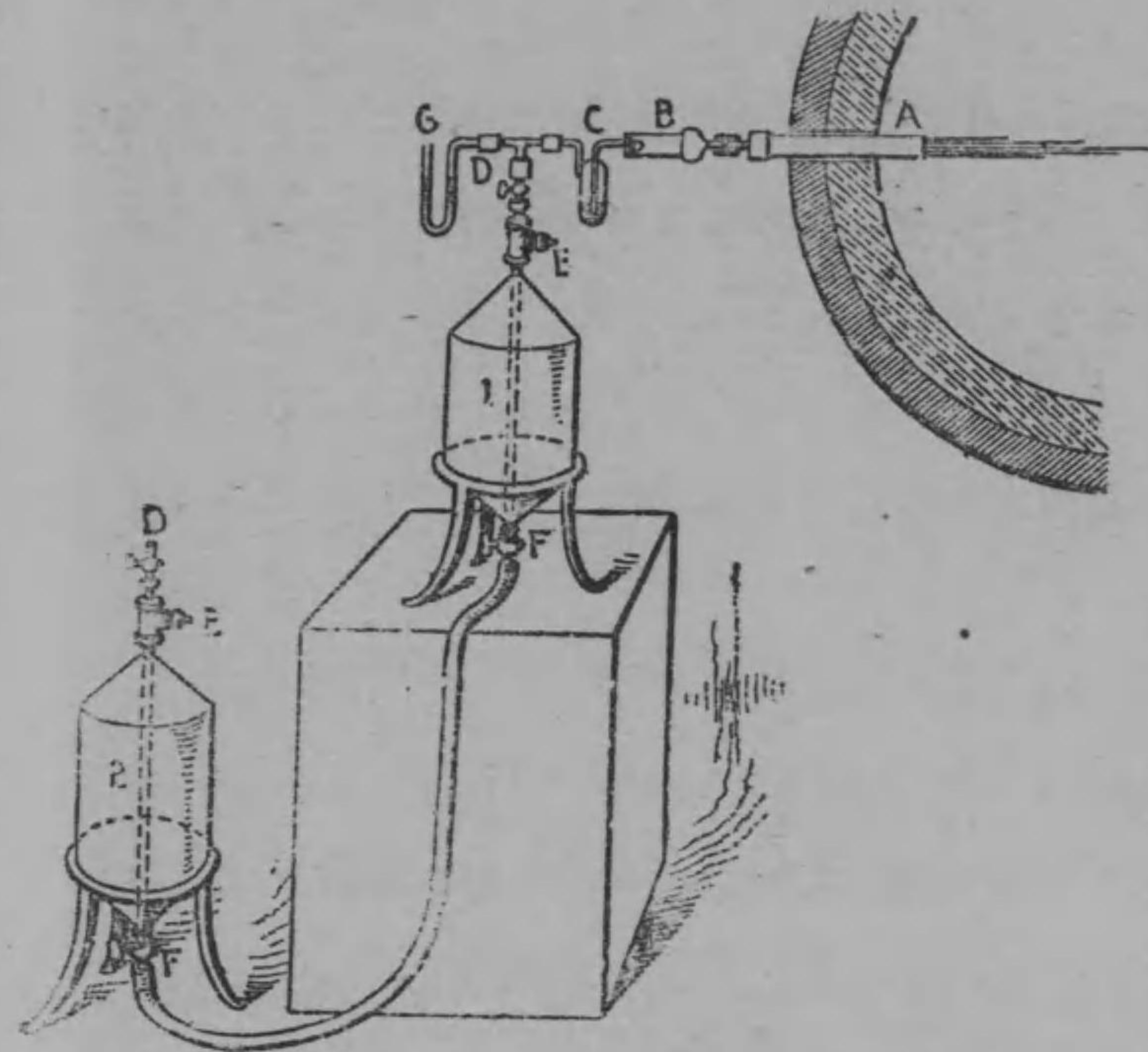
第五十一圖瓦斯を集る管

束にて成り最も短き硝子管より短き鐵管に之れを挿入す。而してセメントにて之を固む。

アスピレーター (Aspirators).

アスピレーターの普通のもは瓶或はタンクより成り最初は水を満し置き之が流出して瓦斯と置換さる。重きパラフィン油の膜 (Film) をアスピレーターの瓶の水の上に置いて瓦斯と水との作用を防ぐことあり。

屢々試験品を引き入るゝ場合には第五十二圖の如きアスピレータータンク (Aspirator tank) を用ふ。タンク



第五十二圖フリューより瓦斯を集るアスピレーター

(Apparatus for aspirating a sample of gas from a flue).

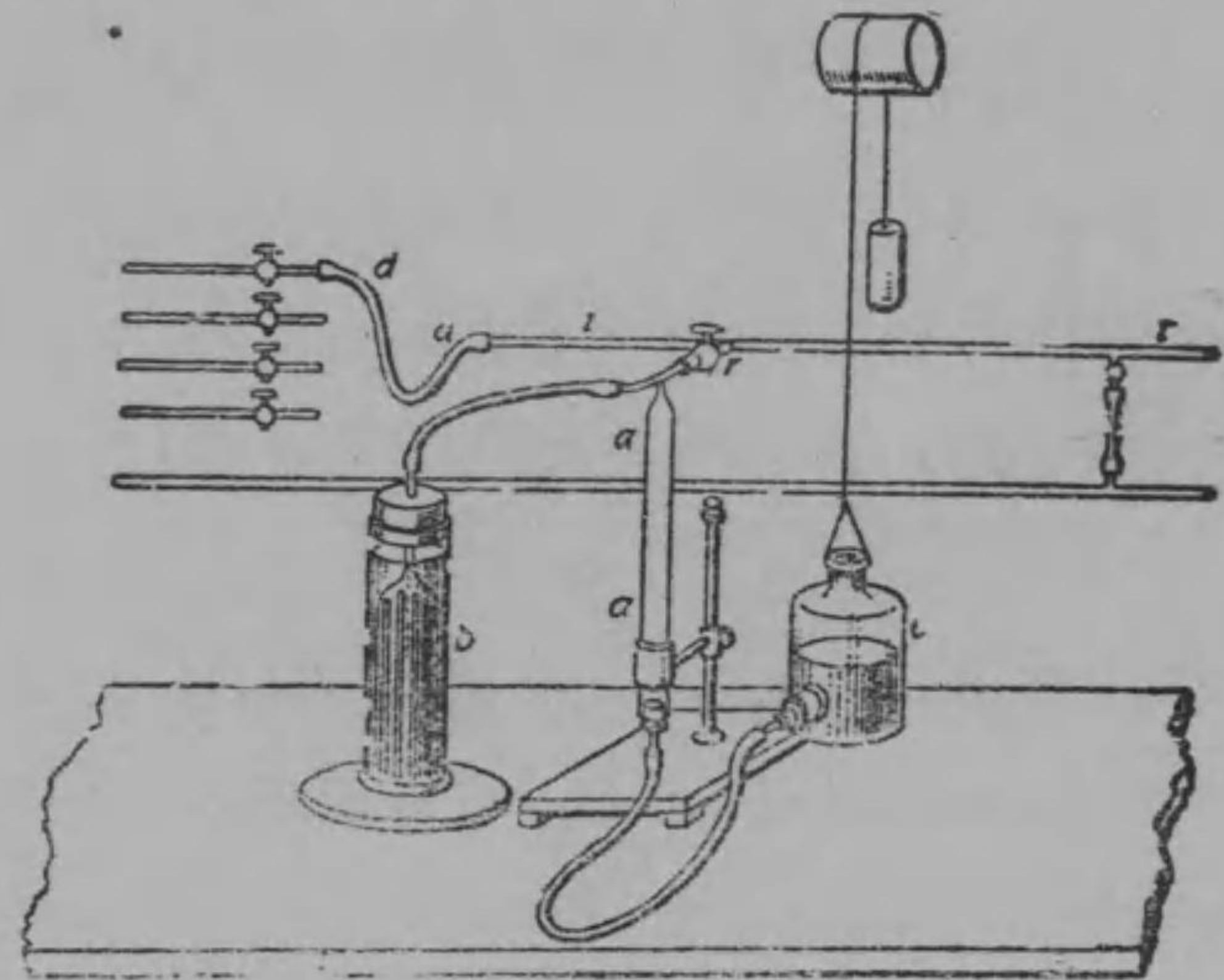
クの容量は約一立方呎にして圓筒部分は直徑2吋高さ12吋にして圓錐部分は各々高さ6吋なり。之れは鐵 (Galvanized iron) にて作る。D及びEは瓦斯コックなり

第四章 工業瓦斯分析用器具

(Apparatus for Technical Gas Analysis).

シユレージングロランド器具 (Schlösing and Rollands Apparatus)

速に瓦斯分析をなす器具中の最初のものにして装置簡単な構造は第五十三圖に示す如く圖の左上に見ゆる



第五十三圖 シユレージングロランド器具

(Schlösing and Rolland's Apparatus).

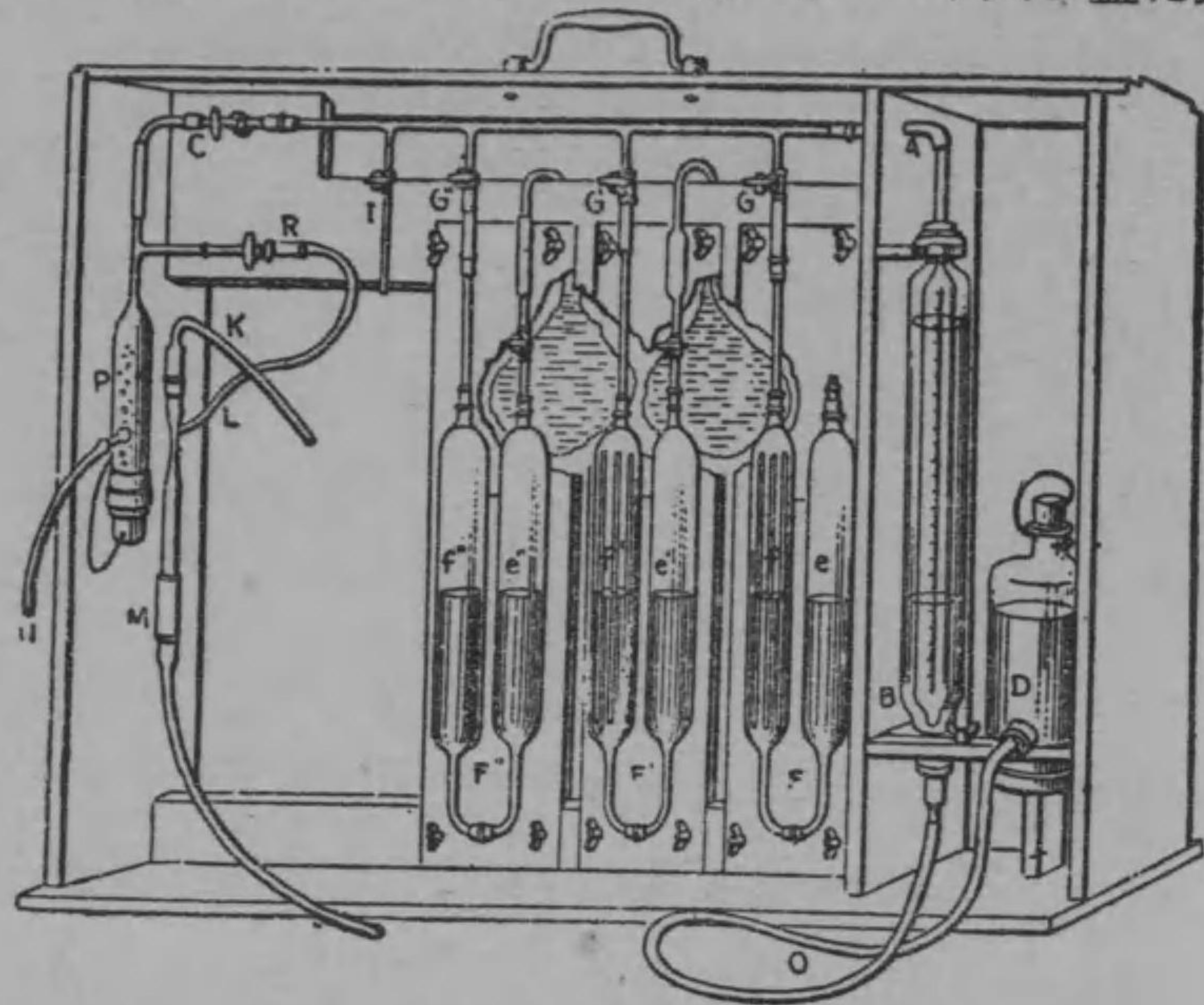
は四本の直径小なる鉛管にして護膜管は *d* 此等の一つ

をアスピレーター (Aspirator) に附着せる銅管 *t* と接続す。ビュレット (Burette) *a* は頭が殆ど毛細管なる丁字形にて成り其片腕はコック (Cock) *r* より瓦斯源に又他はピペレット (Pipette) *b* に接続す。*a* と *b* の間の護膜管にはクランプ (Clamp) を附するを要す。試験用の瓦斯を引き入るゝにはコック *r* を開き水準瓶 (Levelling bottle) *c* を上げて水をビュレットに満し *r* に達せしむ前にビュレットにありたる瓦斯は今パイプ *t* にあり而て其中を絶えず流るゝ瓦斯に依りて吹き拂はる。然る後瓶を下げて瓦斯を目盛 100 の下に至らしむ。アスピレーターを止め護膜管 *d* をはづし *r* を再び開きて瓶を上げビュレット中の水のレベルを 100 に至らしめ同時に水準瓶の水面と一致せしむ。ビュレットは其時に大氣の壓力にて瓦斯の 100 體積を含む。次に瓦斯を苛性加里を満し且つ吸収面を増す爲めに硝子管を含む吸収ピペット *b* に入れ戻す。ビュレット中の體積を前後に讀めば其體積の減りは炭酸瓦斯 (CO_2) なり。

オルサツト器 (Orsat's Apparatus)

オルサツトアパラタツスの原形は第五十四圖に示す

如し、ビベットは右より左に至る順にて苛性加里アルカリパイロガレート (Alkaline pyrogallate) 及び鹽化銅



第五十四圖オルサットアパラタツス原形

(Orsat apparatus Original form).

(Cuprous chloride) を含む。コック I は白金毛細管の接続に用ふ。其毛細管の中には炭水素化合物を空気と混じて又必要なる場合に水素も加へて燃す。P は塵漏し器なりオルサットアパラタツスのアレンモーイエル (Allenmoyer) は簡單にして耐久力強し。

オルサットビュレット (Orsat burettes) を扱ふ方法は次の如し、ビュレットの水を瓦斯にて飽和せしむ。次に瓦斯を箱の R に突出せる細管の端よりビュレットに入る。如何なる場合にもビュレットは瓦斯にて満す其瓦斯は然る後第四の細管の腕より外氣に排出す。ビュレットの中にある瓦斯の外細管に凡そ 1 立方寸の體積あれど之は全く考へに入れず。瓦斯を苛性加里のビベットに入れて炭酸瓦斯を定量し次にパイロガレートを入れたる第二のビベットに入れて酸素を定量し次に鹽化銅を満したる第三のビベットに瓦斯を入れて酸化炭素 (CO) を定量す。

此器は多く煙の分析に用ひ其目的に對しては充分正確なり。細管中の瓦斯が試薬と接觸せざることに基く誤差は各の瓦斯に對して 0.1 立方寸よりは殆ど大ならず。

第五編 煙と風通

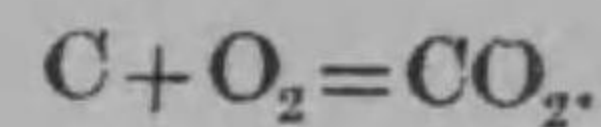
第一章 煙及其の分析

(Smoke and its Analysis).

煙突より出づる瓦斯の化成度分を知ることはファーンエースの効率 (Efficiency) を支配するに大に助けとなる不必要なる空気を多く入れざる様にせざるべからず瓦斯燃料を用ふる場合にも此一般的原理は應用されるれど計算煩雜なり、故に本章に於ては固體若は液體の燃焼に依りて生ずる瓦斯の研究に限る。

炭酸瓦斯の形成 (Formation of Carbon Dioxide).

空氣は酸素の21容積と窒素及び他の少量の瓦斯の79容積より成る、酸素が炭素と化合する時は炭酸瓦斯を生成す、炭酸瓦斯は高温度に於ける炭素若は他の還元劑に觸るゝに非ざれば安定なり、此反應を化學方程式にて表せば



即ち一容積の炭酸瓦斯が一容積の酸素より生ず、故に冷却後の煙の體積は燃焼に要したる空氣の量と同一

なり、

一容積の酸素が一容積の炭酸瓦斯を生ずる故炭素の燃焼に依りて生ずる煙の最もよき成分は炭酸瓦斯21%と窒素79%となり、實際に於ては之は不可能なり、赤熱せる炭素の炭酸瓦斯に對する強き還元作用が酸化炭素(CO)を生じ之は高温度ある間に遊離酸素と接觸するに非ざれば再び酸化せられざるが故なり、故に實際に於ては空氣の過量を必要とす、炭酸瓦斯の體積が酸素の體積と同一なる事實より炭素の燃焼に依りて炭酸瓦斯を生じたる煙はCO₂+O₂ 21%とN₂79%とを含む。

石炭の水素が煙の分成に及ぼす影響 (Effect of Hydrogen of Coal on Composition of Chimney Gases).

上に述べたる簡單なる關係は、炭素のみが燃焼したる場合に成立す、此關係はコークスの燃焼したる場合に極めてよく満足され又無煙炭の場合にも殆ど成立す若し燃料が有煙炭、石油、及び瓦斯燃料の如く可成りの水素を含むときは酸素の一部は燃焼の結果水蒸氣となりてファーンエースより逃れ出づ、若し此瓦斯を分析に集むる時は水蒸氣の一部は凝結す、此試験用の瓦斯

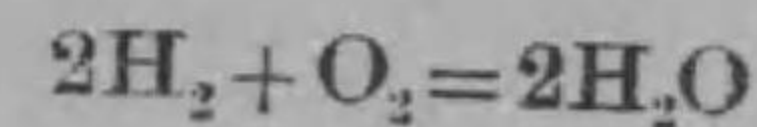
を水の上に蓄ふる時はそれは水蒸氣を以て飽和す、故に其體積は煙突内にて得たる水蒸氣の量には無關係になり結果は燃焼に依りて生じたる水蒸氣が全部凝結して瓦斯分析器中にありたる水蒸氣にて飽和されたと同一になる、

空氣の酸の一部が燃料の水素と化合して水蒸氣となり凝結して水となるも酸素と共にありたる窒素は瓦斯として残るが故に、煙中の窒素の%は空氣中に於ける79%より大なり體積の變化は容易に計算するを得分析の結果窒素(N₂)81%なりと假定す、100立方呎の空氣は79立方呎の窒素を含有す、其の窒素は今や煙の81%なり、故に瓦斯の體積は

$$\frac{79}{0.81} = 0.975$$

即ち同温同壓に於て最初の空氣の體積の97.5%なり之より100容積の空氣中の21容積の酸素の2.52容積が水素と化合して水になりたるを知る、

形成せられたる水蒸氣の體積がそれを生じたる酸素の體積の倍なることは



なる化學方程式に依りて示さる、

此場合に於ける水素は石炭中に含まれ居りしものにて炭素と等しく固體と考へらる、

酸化炭素及び不完全なる燃焼の生成物 (Carbon Monoxide and Products of Incomplete Combustion).

酸化炭素、水素或は炭化水素の存在は不完全なる燃焼の兆候にして燃焼完全なる場合に發生すべかりし熱の損失を示す、

C 1 封度がCO₂になる時の發熱量 14600B.T.U.

C 1 封度がCOになる時の發熱量 4450B.T.U.

炭素が燃焼してCOになるときは完全なる燃焼に依りて生ずる熱量の僅に30%を發成するに過ぎざれば煙中に此瓦斯が多量に存在すれば不經濟なるは論を待たず

酸化炭素は空氣の供給不充分なる時に炭素が燃焼して生ずるとは屢々唱導せらるゝ所なり、されど之は一面の眞理なり、火床の温度高き時は空氣の供給を制限するも酸化炭素を生じ難きが故なり、若し煙中に存する遊離酸素の量3%以下なる時は不完全なる燃焼生成物を生ずる事普通なり、されど遊離酸素の量3%より遙

に多くして尙酸化炭素及び不完全なる燃燒瓦斯を生ずるは例外なり、之はファーンエースの設計上の缺陷か然らざれば火夫の不注意を示す、揮發物多き石炭を燃すファーンエースは燃燒室 (Combustion Chamber) を廣くして石炭より出でたる瓦斯が空氣と混する時間を與へ冷却面に觸れて冷えざる中に完全なる燃燒をなす様にせざるべからず、無煙炭に對して設計せられたるファーンエースは左程大なる燃燒室を有せず、故に有煙炭に用ふる時は結果良好ならず、

酸化炭素の定量は幾分困難にして不注意なる分析者は酸化炭素無き場合にも酸化炭素の分數%を報告することあり、之に反し水素は少量なるときは發見せられざる傾向あり、

煙中に煤の存在するは必ずしき燃燒せざる瓦斯の多量なるを示すものには非ず、粉狀のタール及び炭素は瓦斯よりも燃燒遙に徐々にして發火點高きが故に燃燒を逃れ勝ちなるなり、

空氣の體積と煙の體積 (Volume of Air and of Chimney Gases).

石炭1封度の燃燒に用ひられたる空氣の體積及び煙の體積は煙の分析より計算するを得、其方法は空氣の窒素は體積變化せずしてファーンエースを通過し而て煙中の窒素は總て空氣より來るとなす假定に基く、此假定は實際に於て正し、石炭より來る窒素は少量にしてそれに依る誤差は無視して可なるが故なり、

燃燒する炭素の重量と煙の體積との關係を求むること又必要なり、1封度の炭素は燃燒してCO₂になるに華氏60度氣壓32吋に於て32.1立方呎の酸素を要し而て32.1立方呎の炭酸瓦斯を生ず、

次に瓦斯分析を假定せん

CO₂.....8.5%

O₂..... 9.8%

N₂81.7%

窒素の%が79より大なるは石炭中の水素と空氣の酸素と化合して生じたる水蒸氣が凝結したるに依る、空氣の100容積に對する此等の瓦斯の體積は%を表はす數に

$$\frac{79}{81.7} = 0.966$$

なる項を掛くことに依りて求めらる

$$8.5 \times 0.966 = 8.2 \dots \text{CO}_2$$

$$9.8 \times 0.966 = 9.5 \dots \text{O}_2$$

$$81.7 \times 0.966 = 78.8 \dots \text{N}_2$$

96.5

蒸氣として消えたる O₂.....3.5 蒸氣は7.0

100.0

炭素1封度を燃焼せしむる空氣の體積は得られたり

1封度の炭素を燃すには.....O₂32.1立方呎

生ずるCO₂ 32.1立方呎

$$\text{過量の酸素} \dots \frac{32.1 \times 9.5}{8.2} = 37.2$$

$$\text{水蒸氣を生じたる酸素} \frac{32.1 \times 3.5}{8.2} = 13.7$$

炭素1封度に對する酸素の全量 83.0 立方呎

$$\text{伴へる窒素} \frac{79}{21} \times 83.0 = 312.0 \text{ 立方呎}$$

相應する空氣の量 395.0 立方呎

空氣の過量は

$$\frac{\text{用ひたる酸素}}{\text{要したる酸素}} = \frac{32.1 + 37.2 + 13.7}{32.1 + 13.7} = \frac{83.0}{45.8} = 1.8$$

なる比にて定まる

炭酸瓦斯の體積はそれを生じたる酸素の體積と同一にして水蒸氣の體積（凝結せずして標準温度に冷したりと假定す）は之を形成したる酸素の體積の2倍なるを以て煙の體積は上記の數字より求めらる、

上例に於て炭素1封度より生じたる煙の體積は

$$\text{CO}_2 \dots \dots \dots 32.1 \text{ 立方呎}$$

$$\text{H}_2\text{O 蒸氣} 2 \times 13.7 \dots \dots \dots 27.4 \text{ 立方呎}$$

$$\text{O}_2 \dots \dots \dots 37.2 \text{ 立方呎}$$

$$\text{N}_2 \dots \dots \dots 312.0 \text{ 立方呎}$$

$$\text{煙の全體積} \dots \dots \dots 408.7 \text{ 立方呎}$$

煙中の熱の損失 (Loss of Heat in Chimney Gases).

煙に依りて持ち去らるゝ熱量は體積に温度の高さ及び比熱を掛けたるものなり、ホルボルン (Holborn) 及びヘンニング (Henning) に基きて定壓に於て立方呎に付き又立方封度に付きて計算したる比熱の表は附録にあり、酸素窒素等永久瓦斯の比熱は體積に付きては等し重量に付きては等しからず、

煙の温度を華氏 600 度と假定し上記の場合に於て炭素1封度に對する熱量の損失は次の如く計算するを得

瓦斯が熱せらるゝ温度 $(600 - 60) = 540$

表中の華氏 600 度に對する比熱を用ふ、

CO₂ 中の熱損失、 $32.1 \times 0.9253 \times 540 = 439 \text{ B.T.U.}$

水蒸氣中の熱損失 $27.4 \times 0.0221 \times 540 = 328 \text{ B.T.U.}$

O₂ 中の熱損失 37.2 }
 N₂ 中の熱損失 312 } $349.2 \times 0.0177 \times 540 = \frac{3340 \text{ B.T.U.}}{4107}$

乾燥せる石炭封 1 度に對する熱損失

$$= \frac{\text{炭素封 1 度に對する熱損失} \times \text{石炭中の炭素の}\%}{10}$$

石炭中の水分は火に掛くる時は蒸發す、而て燃燒完全なる時はスタック (Stack) なりスチームとして逃る火中に於て如何なる分解作用が起るやを調ぶるは不必要なり、最初の狀態及び最後の狀態のみが必要なり、

石炭の酸素は石炭の水素と化合して水を形成し過量の水素即ち有效水素が空氣中の酸素と化合して水を作り石炭の炭素の總てが空氣中の酸素と化合して炭酸瓦斯となる者を見做して充分正確なる結果を得、水素と酸素との此化合に依りて生ずる水蒸氣の體積はアルチメートアナリシス (Ultimate analysis) に依りてのみ正確に計算し得らる、幸に其量は小にして石炭の種類に

依りて一定せり、斯くして生ぜる水の重量を時として
 化合水 (Combined water) と云ひ次の如くとりて可なり

無煙炭に對しては 2.5%

黒炭に對しては 6.0% 乃至 10.0%

又石炭の灰分中に酸素を吸収し SO₂ 或は CO₂ を出す
 變化あれども此種の計算には省略して可なり、

煙中の熱損失の計算を説明する問題

石炭		煙の平均成分	
水分	9.3%	CO ₂	9.6%
揮發物	31.7%	O ₂	9.0%
固形炭素	53.7%		
灰分	5.3%	N ₂	81.4%
	<u>100.0</u>		<u>100.0</u>

1 封度に對する B.T.U. 12456

全炭素の% 71.6

逃るゝ瓦斯の温度 華氏 720 度

入る空氣の温度 華氏 70 度

比較湿度 75%

ファーネスに入る乾燥せる空氣 100 容積に對する

煙の體積

$$\text{乗すべき項} = \frac{79}{81.4} = 0.97$$

$$9.6 \times 0.97 = 9.3 \quad \text{CO}_2$$

$$9.0 \times 0.97 = 8.7 \quad \text{O}_2$$

$$81.4 \times 0.97 = 79.0 \quad \text{N}_2$$

$$\hline 97.0$$

H₂Oを作りて消え失せたる酸素 $\frac{3.0}{100.0}$

生じたるH₂Oは6.0

炭素1封度より出づる煙の體積

1封度の炭素は32.1立方呎のCO₂を生ず

$$\text{乗すべき項} = \frac{2.1}{9.3} = 3.45$$

$$9.3 \times 3.45 = 32.1 \text{ 立方呎 } \text{CO}_2$$

$$6.0 \times 3.45 = 20.7 \text{ 立方呎 } \text{H}_2\text{O 蒸氣}$$

$$8.7 \times 3.45 = 30.0 \text{ 立方呎 } \text{O}_2$$

$$79.0 \times 3.45 = 272.5 \text{ 立方呎 } \text{N}_2$$

燃燒に要する空氣の體積 $100 \times 3.45 = 345$ 立方呎 燃燒
に要する空氣中の水分

70度に於て飽和の75%は空氣1立方呎に付き

$$0.75 \times 0.026 = 0.019 \text{ 立方呎}$$

C1封度につき空氣中のH₂O蒸氣は

$$345 \times 0.019 = 6.56 \text{ 立方呎}$$

瓦斯は70度より720度まで華氏650度熱せらる

$$\text{CO}_2 \text{ 中の熱損失 } (32.1 \times 650 \times 0.0253) = 529$$

$$\text{H}_2\text{O 中の熱損失 } (20.7 + 6.6) \times 650 \times 0.0221 = 392$$

$$\text{O}_2 + \text{N}_2 \text{ 中の熱損失 } (30.0 + 272.2) \times 650 \times 0.0177 = 3440$$

I封度のCの燃燒にて瓦斯中に失はれたるB.T.U. 4361

I封度の石炭の燃燒にて瓦斯中に失はれたるB.T.U.

$$4361 \times 0.716 = 3122$$

石炭中の水分9.3% = 1石炭1封度につき 0.093 封度

石炭中の化合水 (combined water) 6.0%

$$= \text{石炭1封度につき } 0.060 \text{ 封度}$$

石炭中の全水量 = 石炭1封度につき 0.153 封度

1封度の水を華氏70度の蒸氣にするに要する熱量

$$= 1067 \text{ B.T.U.}$$

0.153 封度の水を華氏70度の蒸氣にするに要する熱量

$$= 0.153 \times 1067 = 163 \text{ B.T.U.}$$

0.153 封度の水蒸氣を70度より720度に上ぐるに要す

$$\text{る熱量 } = 0.153 \times 650 \times 0.4673 = 46 \text{ B.T.U.}$$

石炭中の水の中に失はれたる全熱量 = 209 B.T.U.

石炭 1 封度に付き瓦斯中に失はれたる熱量
= 3122 B.T.U.

石炭 1 封度に付き水の中に失はれたる熱量
= 209 B.T.U.

石炭 1 封度の燃焼に依りて失はれたる全熱量
= 3331 B.T.U.

失はれたる熱量の $\% = \frac{3331}{12456} = 26.7\%$

煙の分析の説明 (Interpretation of Analysis of chimney Gases).

上述せる事項の結論は次の如し、

炭酸瓦斯 酸化炭素或は炭化水素なくして CO_2 煙突内の $\%$ が大になる程ファーンエースの効率は大になる燃料がコークス又は無煙炭なる時は炭燃瓦斯と酸素との $\%$ の和は 2.95 乃至 20.8 なり、若し燃料が黒炭の場合には炭酸瓦斯と酸素との和は 19% に下り而て若し燃料が油又は瓦斯ならば数字は更に小になる、通常炭酸瓦斯の $\%$ と酸素の $\%$ とは等し、設備良好なる所にては C O_2 と O_2 との比は 2 と 1 位なり、液體燃料及び瓦斯燃料に

於ては CO_2 の割合は更に大なり、

炭酸瓦斯として報告せらるゝ中には石炭の硫黄より生ずる少量の SO_2 を含む、此量は通常 1% の數百分の一なり、

酸素 固體燃料を通常のグレートにて燃焼せしむる場合には空氣の過量を送ること必要なり、此過量は出来る丈け少にすべきなり、

酸化炭素及び不完全なる燃焼生成物、此等は煙突内に全くあらざる様にせざるべからず、其存在は燃料の浪費を示す、分析を注意するに非ざれば誤に依りて 0.2% の酸化炭素を報告し易し、

窒素 窒素は空氣中に體積にて 79% あり、而て煙中には尠くも同一% 存在す、有煙炭にありては其% は 81% に達し油或は瓦斯燃料にありては更に大なり窒素の% は他の瓦斯が入りて煙の體積が大になりたる時にのみ 79% より小になるを得、酸化炭素の形成は此結果を生ず、酸化炭素はそれを生じたる酸素の體積の二倍の體積を占むるが故なり、されど煙突内の酸化炭素の量は少量なるを以て此種の現象を生せず、

煙中の熱の損失 熱の損失は瓦斯の温度及び體積に依る、それは一般に炭酸瓦斯と酸素との%の比較に依りて示さる、酸素の%大にして炭酸瓦斯の%小なれば熱の損失は大なり、蒸汽罐に於ては此損失は15乃至45%なり、

定壓に於ける瓦斯の平均比熱華氏60度壓力水銀柱30時にて一立方呎當り B.T.U. にて表したるもの、

温度華氏	炭酸瓦斯	水 蒸 氣	窒素酸素及び他の二原子瓦斯
200	0.0237	0.0220	0.0174
400	0.0246	0.0220	0.0175
600	0.0253	0.0221	0.0177
800	0.0261	0.0222	0.0178
1000	0.0263	0.0224	0.0180
1200	0.0275	0.0226	0.0181
1400	0.0282	0.0229	0.0183
1600	0.0287	0.0232	0.0184
1800	0.0292	0.0236	0.0186
2000	0.0298	0.0240	0.0187
2200	0.0302	0.0245	0.0189
2400	0.0316	0.0250	0.0190
2600	0.0309	0.0256	0.0192
2800	0.0312	0.0263	0.0194
3000	0.0314	0.0270	0.0196

定壓に於ける瓦斯の平均比熱一呎當り B.T.U. にて表したるもの

温度華氏	炭酸瓦斯	水 蒸 氣	窒 素
200°F	0.2067	0.4653	0.2365
400°F	0.2143	0.4657	0.2386
600°F	0.2216	0.4673	0.2407
800°F	0.2285	0.4698	0.2428
1000°F	0.2348	0.4735	0.2449
1200°F	0.2406	0.4782	0.2470
1400°F	0.2462	0.4841	0.2491
1600°F	0.2512	0.4910	0.2512
1800°F	0.2559	0.4990	0.2534
2000°F	0.2601	0.5081	0.2555
2200°F	0.2638	0.5182	0.2576
2400°F	0.2670	0.5294	0.2597
2600°F	0.2698	0.5420	0.2618
2800°F	0.2722	0.5557	0.2639
3000°F	0.2742	0.5702	0.2660

水蒸氣が飽和したる時空氣一立方呎中にある水蒸氣の體積

温 度 華 氏	水蒸氣立方呎
0°F	0.001
12°F	0.002
22°F	0.004
32°F	0.006
42°F	0.009
52°F	0.013
62°F	0.019
72°F	0.027
82°F	0.038
92°F	0.053
102°F	0.073

水より輕き液體に對するボイメスケール (Baume Scale) と比重との比較

度盛ボイ メ	比 重	度盛ボイ メ	比 重	度盛ボイ メ	比 重
10	1.0000	36	0.8133	62	0.7290
11	0.9920	37	0.8383	63	0.7253
12	0.9859	38	0.8333	64	0.7216
13	0.9790	39	0.8234	65	0.7179
14	0.9722	40	0.8235	66	0.7142
15	0.9655	41	0.8187	67	0.7106
16	0.9589	42	0.8139	68	0.7070
17	0.9523	43	0.8092	69	0.7035
18	0.9459	44	0.8045	70	0.7000
19	0.9395	45	0.8000	71	0.6990
20	0.9333	46	0.7954	72	0.6953
21	0.9271	47	0.7909	73	0.6923
22	0.9210	48	0.7865	74	0.6889
23	0.9150	49	0.7821	75	0.6823
24	0.9090	50	0.7777	76	0.6823
25	0.9032	51	0.7734	77	0.6789
26	0.8974	52	0.7692	78	0.6756
27	0.8917	53	0.7650	79	0.6722
28	0.8860	54	0.7608	80	0.6666
29	0.8805	55	0.7567	81	0.6656
30	0.8750	56	0.7526	82	0.6619
31	0.8695	57	0.7483	83	0.6583
32	0.8641	58	0.7446	84	0.6547
33	0.8588	59	0.7407	85	0.6511
34	0.8536	60	0.7368	90	0.6363
35	0.8484	61	0.7329	95	0.6222

第二章 煙の検査と燃焼方法の調整

(The Examination of the Waste Gases,
and Control of the Combustion Process.)

煙を出さず経済的に完全に燃焼せしむる三条件

1. 燃焼室 (Combustion chamber) に送る空気を十分に過量ならしめざること、
2. 燃焼室の温度を充分高くすること、
3. 燃焼室にて空気と揮発性炭水素化合物とを完全に混合せしむること、

煙なきことは燃焼最も完全なることを絶對的に保證するものに非ず、此煙の無きは非常に過量なる空気を送りたる結果なるやも知れざるが故なり、故に煙突より出づる瓦斯を規則的に検査して燃焼が如何なる状態にあるやを検査すること必要なり、此検査は次の諸點に依るべし、

1. 色及び外觀、
2. 通風及び温度、

3. 化學成分。

煙の色及び外觀 (Colour and Appearance of The Waste Gases).

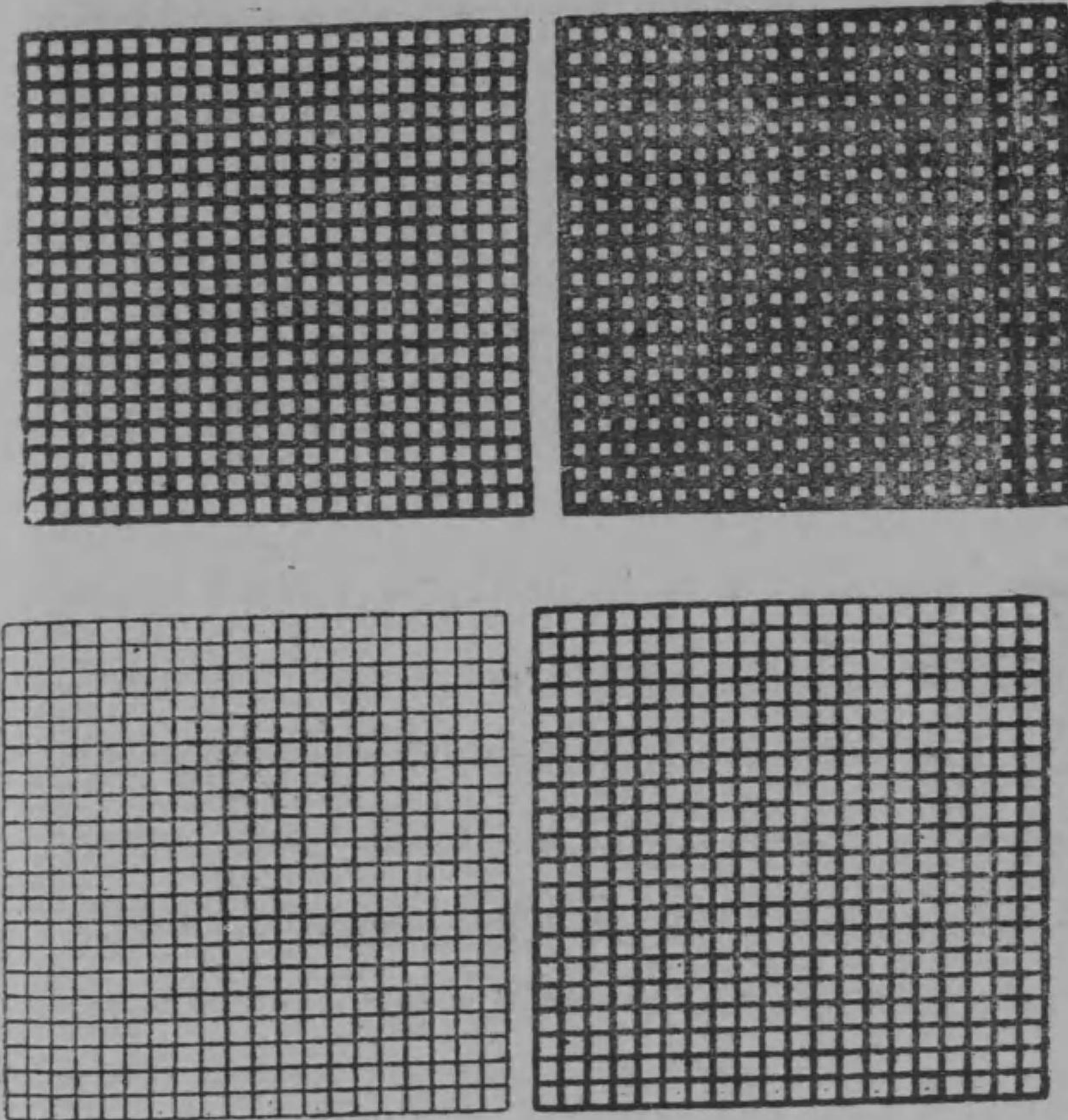
完全なる燃焼をなすときは瓦斯は焰の状態にある時に透明なり、空氣の供給不十分なる時は燃料を投入したる後サイトホール (Sight hole) より見るときは瓦斯不透明なるか或は煙にて滿るべし、此時空氣を入るときは空間は忽ち清かになり向側の煉瓦を明に見得て色は輝ける赤色若は赤白色になる、色硝子を用ひずしてファーンエースを適當に觀察する事は困難なり、最もよき硝子は董青色なり、此硝子にて焰を見たる時若し燃焼不完全ならば暗色の瓦斯の流れに分けて見ゆ、されど燃焼完全なる時はファーンエースの内部及び燃料は鼠色に見えて色薄く、青硝子を透る光線を出す温度にあるに非ざれば煙なき燃焼は保證せられず。

燃焼の方法は斯くして非常によく識別するを得、不完全なる燃焼を示す暗色は燃焼完全になるときは消失す。

煙の識別 (The Estimation of Smoke).

技師は屢々煙の色を正確に識別すること必要なり、之には第五十五圖に示す標準に依るをよしとす〇は白色にして第5は黒色なり、他の者は次に示す如し。

第 1 黒線の厚さ1耗 隙間の幅9耗



第 五 十 五 圖

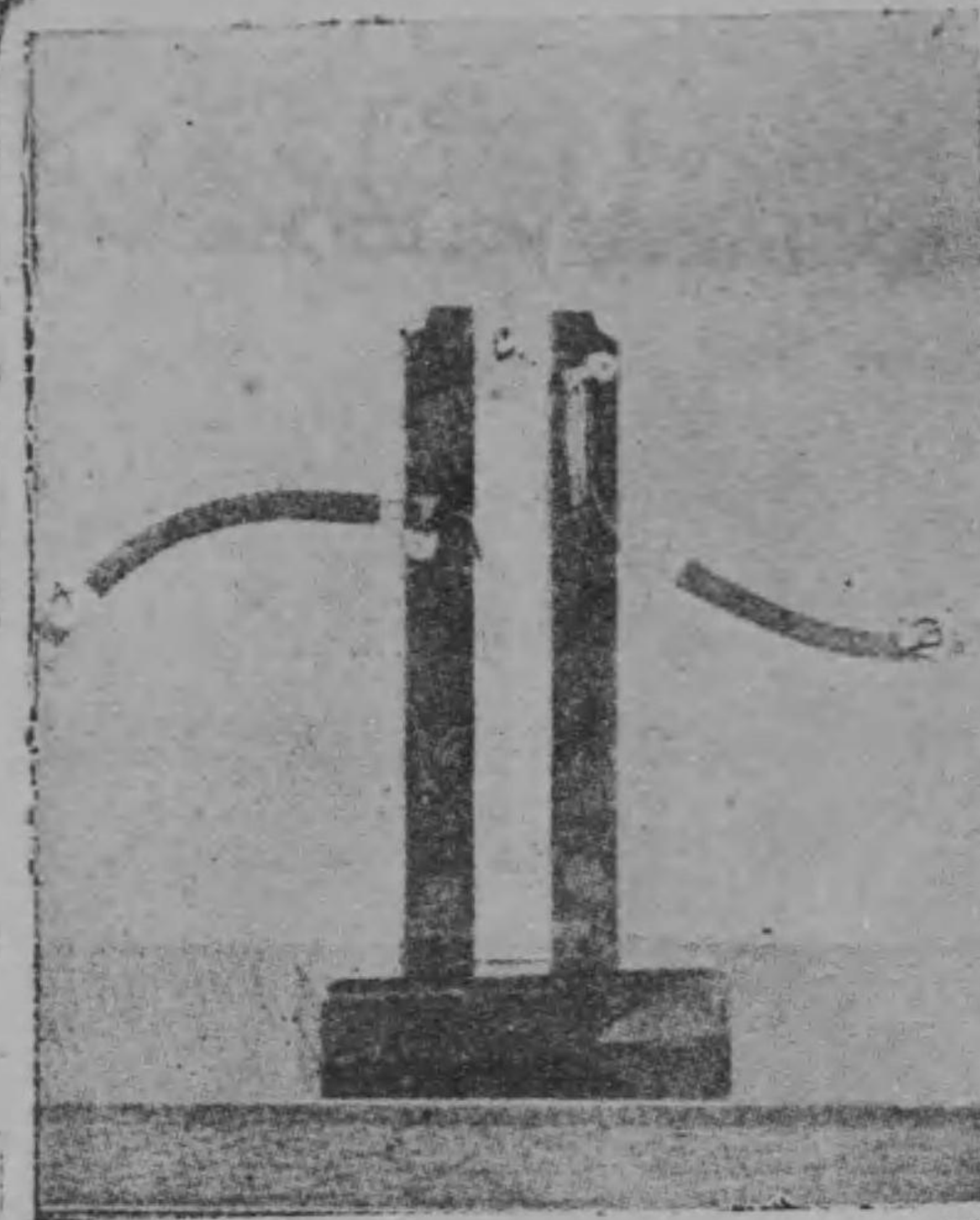
第 2	"	"	2.3"	7.7
第 3			3.7"	6.3
第 4	"	"	5.5"	4.5"

カードは黒線に依りて分たれたる若干の低き正方形より成る、目より5(呎)の距離に置くときは一樣なる色に見ゆ、此カードを煙突の頂上に置いて見るときは煙の色を非常に正確に見るを得、

カードを尠くも8吋平方にせざるべからず、第五十五圖は其縮圖なり、

通風と温度 (Draught and Temperature).

此等の測定はメインフリユー (Main-flue) が煙突に合する附近の測定穴より測定するをよしとす、第五十六圖に示すは通風力を測定するゲージにしてU字管は高さ6 $\frac{1}{2}$ 吋、ガラスの内径は $\frac{1}{8}$ 吋なり、半分水或は他の輕き液體にて満す、Uチューブ(U tube)の後のスケール (Scale) を滑らして零を更正するを得、測定は水より輕き液體例へばエーテル或はアルコール等を用ひたる方正確なり、されど觀察の結果を水柱の高さに換算せざるべからず、觀察したる液柱の差を h とし其比重



第五十六圖通風測定器
(Draught Measurements Gauge).

を C とせば明に其通風力を水柱にて表したるものは $C \times h$ なり、

又ボイラー又はフリユーの中の通風の速力を測定する様に仕組みたるものあり、之をアネモメーター

(Anemometer) と云ふ

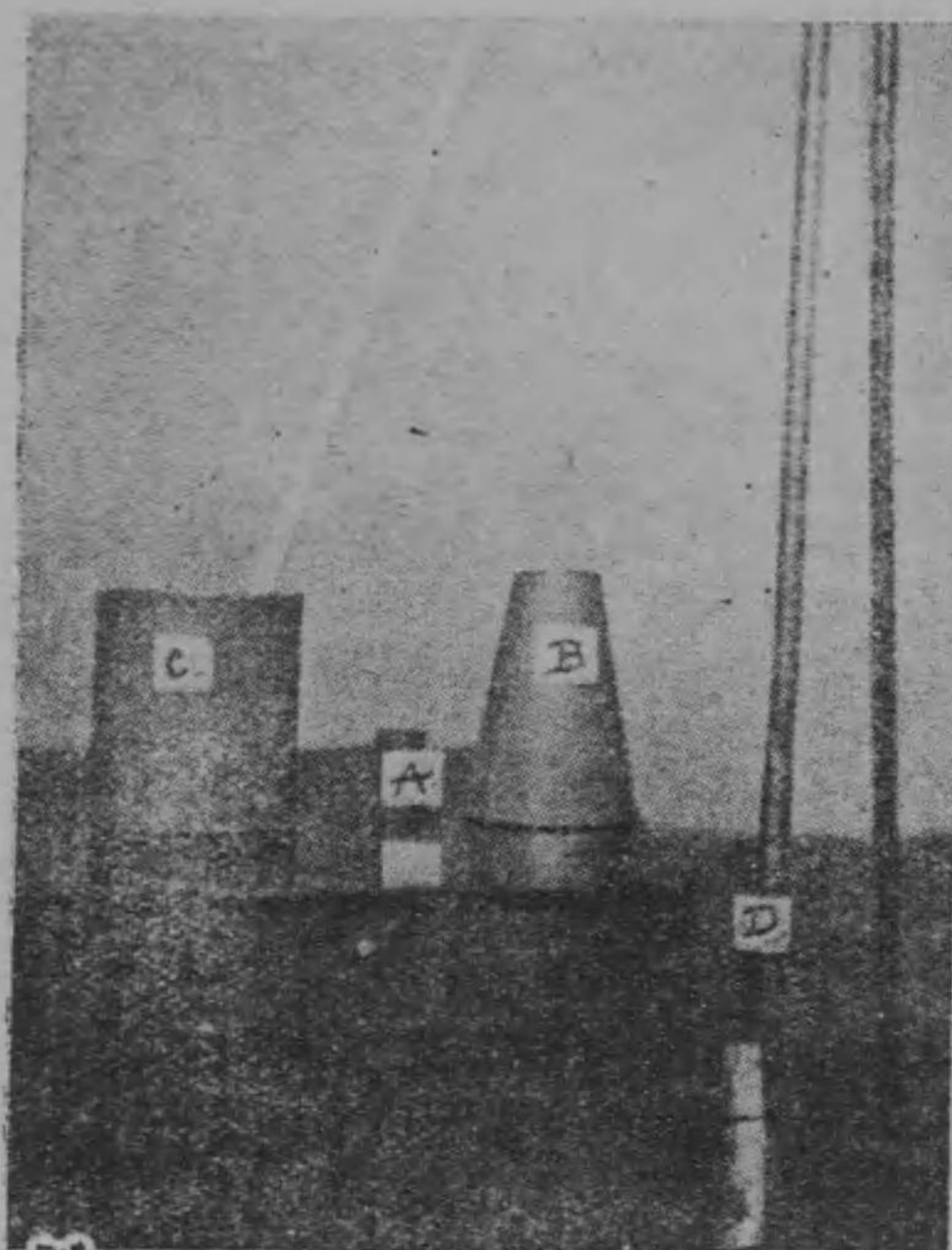
燃料の燃焼を完

全ならしめんにはファーネースのドアを閉ちてダムバーを充分開きたる時に通風力は水柱にて $\frac{1}{4}$ 吋無からざるべからず……排出する瓦斯の温度の低きは通風の缺陷に基くこと多く、ボイラーの通風は通常 $\frac{1}{2}$ 吋位なり

温度の測定は通常の水銀寒暖計にて攝氏 300 度迄なすを得、或は特殊の水銀寒暖計を用ふるときは攝氏 530 度迄測定するを得、それ以上はウォーターパイロメー

ター (Water Pyrometer) 又は電氣パイロメーターを用ふ、寒暖計は尠くも十分間フリユー (Flue) 中に置くを要す、目盛を速に讀むにはオイルランプ (Oil lamp) 又は蠟燭を適當とす。

水銀高温計は高價なるが故に通常工場にて用ふるにはウォーターパイロメーター (Water pyrometer) の方



第五十七圖フリユーガスの測定を温定するウォーターパイロメーター

(Water Pyrometer for Testing the Temperature of Flue-Gases)

よし、第五十七圖に於てAは鍛鐵にして長さ18吋直徑1吋なり、Bは錫製の容器にして水118立方糎を入るCは堅き鉛製のコップにして直徑2 $\frac{1}{2}$ 吋高さ3吋其體積は236立方糎なりDはAを支ふるものなり、

之を用ふるには

先づAをDに載せてフリユーの測定穴に入れて温度を計る、此位置に尠くも十分間置くを要す、其間にコップに118立方糎の清水を入れ攝氏50度迄讀み得る而て1度の $\frac{1}{2}$ 迄目盛したる寒暖計にて其清水の温度を測定す、之に鍛鐵Aをコップの中に入れ之を動かして一分後に温度を測定し、又半分後に温度を測定し其温度同一なる時は測定を終る、而て次の公式に依て計算す

$$T = t + \frac{p^1(t^1 - t^0)}{pc}$$

こゝにT=フリユー即ち鐵片の温度

t^0 =前のコップ中の水の温度

t^1 =實驗後のコップ中の水の温度

p =鐵片の重量

c =鐵の比熱

p^1 =コップ中の水の重量+コップの水當量

コップの水當量はコップの重量に鉛の比熱 0.035 を掛くればよし、

$\frac{p^1}{pc}$ なる項は測定器によりて定まれる定數なるを以て之を x にて表はす、 x は通常25又は50なり、然る時

は $T = t + x(t^1 - t^0)$

高温度の測定には x は50より小ならざるを要す、圖に示せるウォーターパイロメーターにて鐵片の重量は46.1瓦コップの水當量は18.00瓦にして、コップ118立方糎の水を入れたる時は x は25.9又コップ200立方糎の水を用ひたる時は x は41.5となる、其他電氣高温計等種々あり、

ヒラー(Hiller)に依ればランカシヤイヤボイラーが完全なる燃焼をなしたる時の温度は次の如し、

ボイラーファーンエースの温度

攝氏1.535度 華氏 2.800度

ブリッチの後6呎の温度

攝氏 980度 華氏 1800度

ファイアチューブの端の温度

攝氏 535度 華氏 1000度

メインフリユーへの出口の温度

攝氏 340度 華氏 650度

煙突の下の温度 攝氏 150度 華氏 300度

エコノマイザーにて給水を熱するときは温度は凡そ華氏 250度減せられる、

煙の化學成分 (Chemical Composition of the Waste Gases).

オルサット式瓦斯試験器 (The Orsat Gas-Testing Apparatus).

煙突中にある酸化炭素(CO) 酸素(O) 炭酸瓦斯(CO₂)を集めて試験する装置にして構造は第五十八圖の如くなり、苛性曹達に炭酸瓦斯をピロガリツク酸に酸素を鹽化銅(Cu₂Cl₂)に酸化炭素を吸収せしむるものにして其溶液の濃さは次の如し、

苛性加里 (Caustic potash KOH) 比重 1.20 の溶液を用ふ、苛性加里23瓦を水 140 立方糎中に溶解せしめたるものを用ふればよし、此溶液をコルク栓の瓶に蓄へ置くときは炭酸瓦斯を吸収す、

ピロガリツク酸(Pyrogallic acid) 20瓦のピロガリツク酸を比重 1.20 の苛性曹達溶液 150 立方糎に溶したるものを用ふ、

アムモニア鹽化銅 (Ammoniacal cuprous chloride). 250 瓦の鹽化アムモニウムを 750 立方糎の水に溶解し而て 200 瓦の鹽化銅(Cu₂Cl₂)を之に入れたるものを用