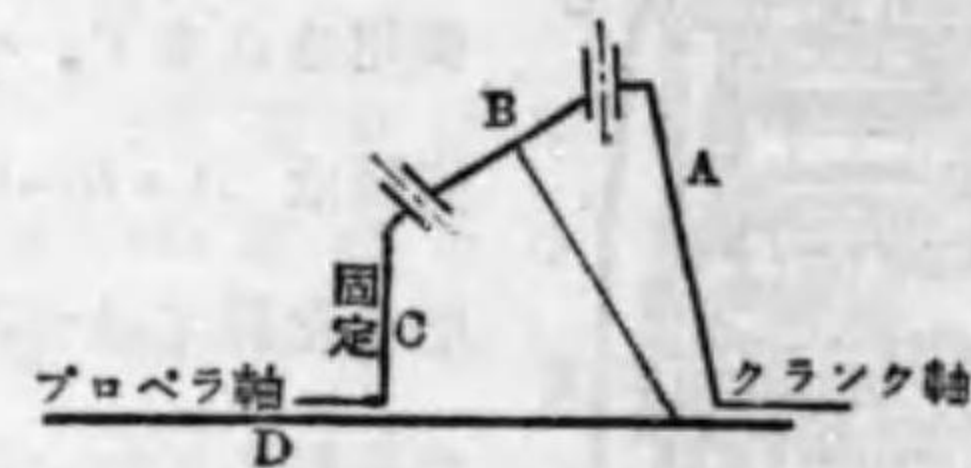
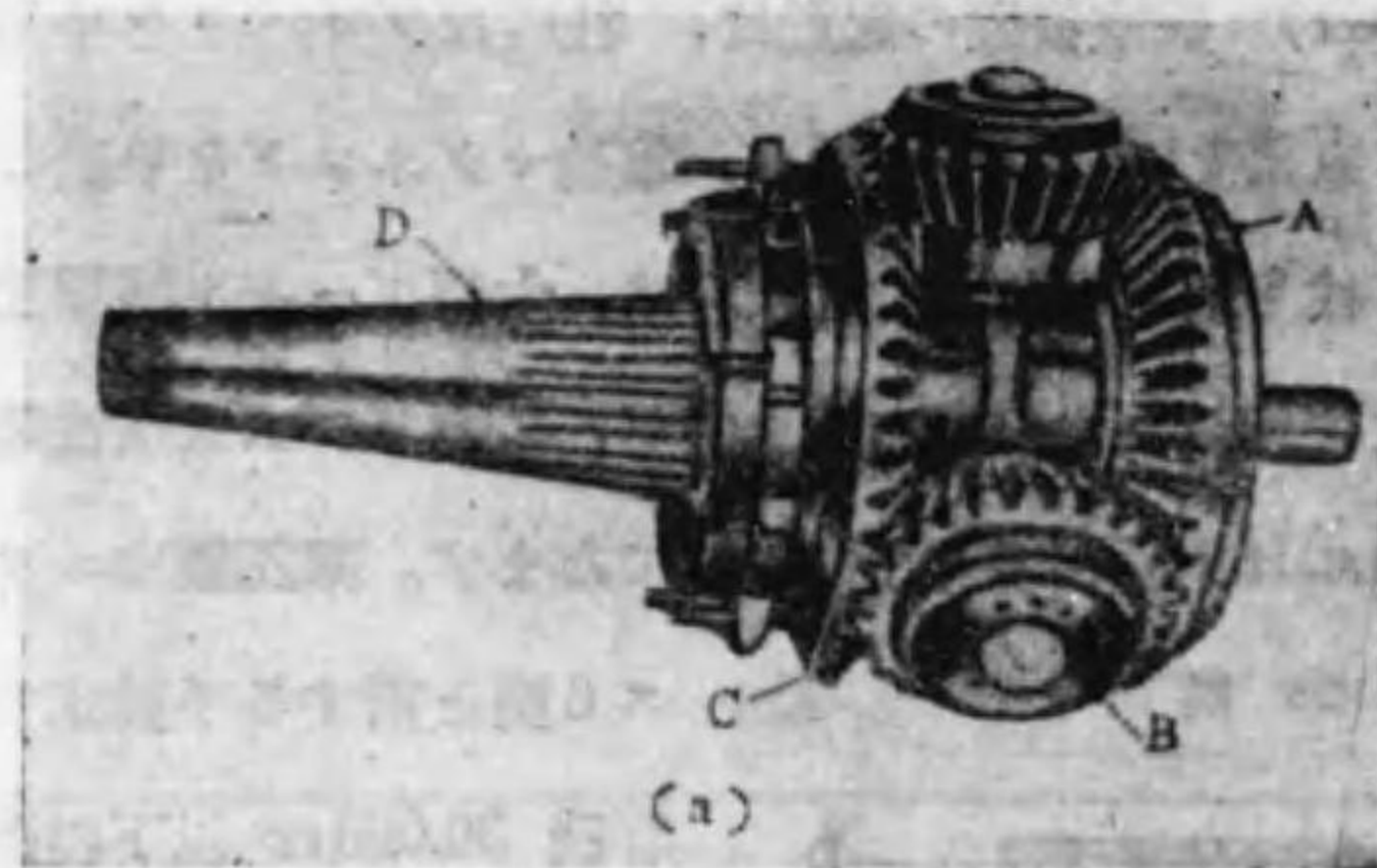


$F \rightarrow E \rightarrow D \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow G \rightarrow I \rightarrow K \rightarrow L \rightarrow N$

(2) 減速器 (Reduction gear) 機關の重量及び形體の割合に比べて、出来るだけ大なる出力を得んとするために、益々高速回転のものが出現します。一方、プロペラの先端速度は音波の速度を限度とするから、両者が互に十分その性能を發揮するために、中間に減速装置を設けます。この減速装置には、平齒車式 (Spur gear), 差動傘齒車式 (Bevel differential gear), 惑星齒車式 (Planetary gear) の別があります。第29圖

第 29 圖



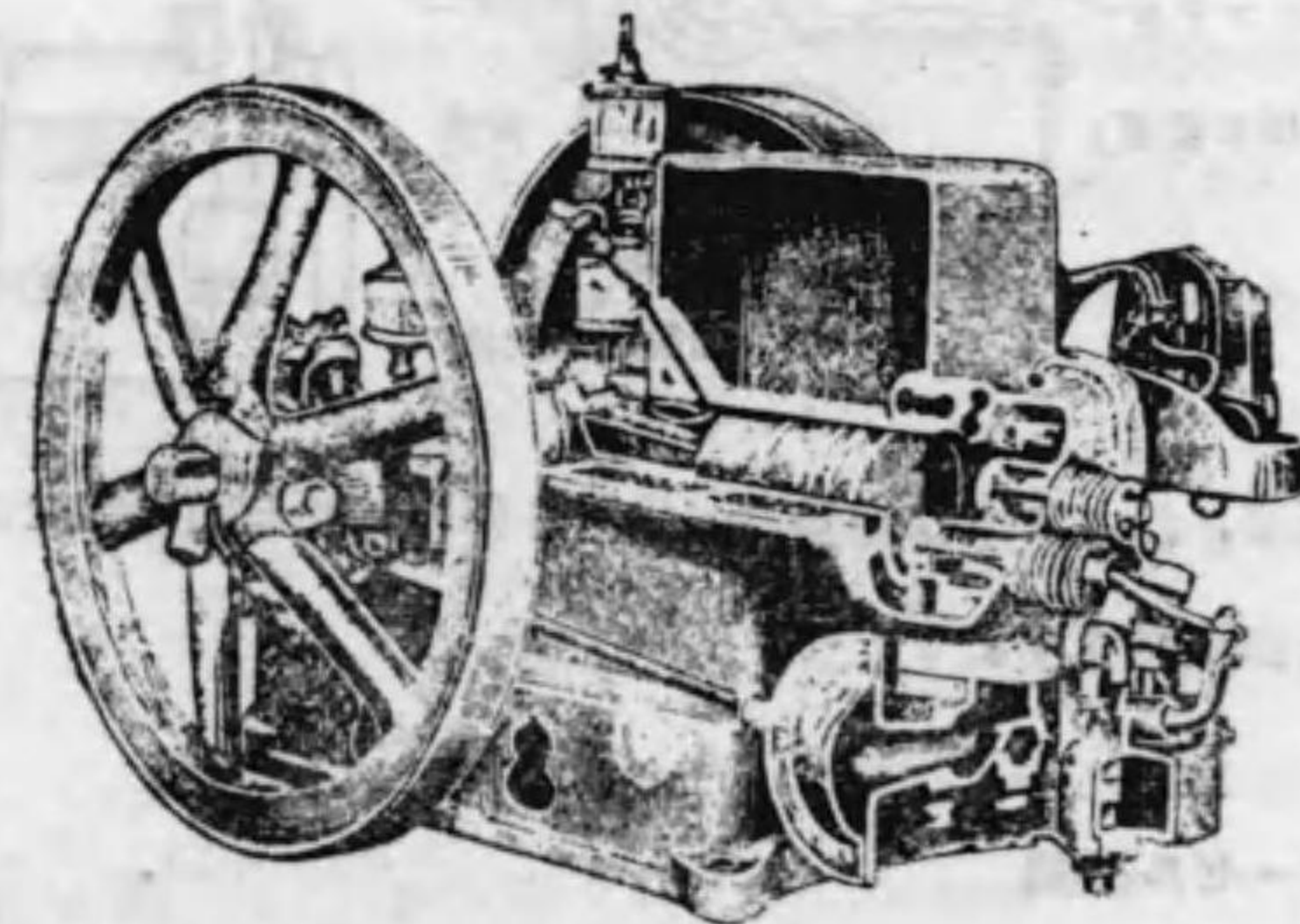
はプリストルジュビタ機關に使用するファルマン型減速器 (Farman reduction gear) で、5個の傘齒車より成り、クランク軸とプロペラ軸とは一直線上にあるから、星型機關には特に歓迎されてゐます。大齒車 A は、クランク軸に固定して回転せられ、C は多數のボルトを以てケースに固定されてゐるから回転しない。プロペラ軸 D は C の中央を貫き、その先端に直角に着いてゐる3本の軸には各々小齒車 B が着いてをり、A の回転は B の軸及齒車を回転しますから結局プロペラ軸 D を回転する事になります。

10. 農業用石油機關

石油機關 (Petroleum engine) は、主として燈油を燃料とし、わが國には農業用土木用などの小動力用に用ひられてゐます。

第30圖は、最近著しい發達を遂げた農業用石油機關 (Farm oil engine) の1例で、同機關はその用途の性質上、つぎの3條件を必要とします。

第 30 圖

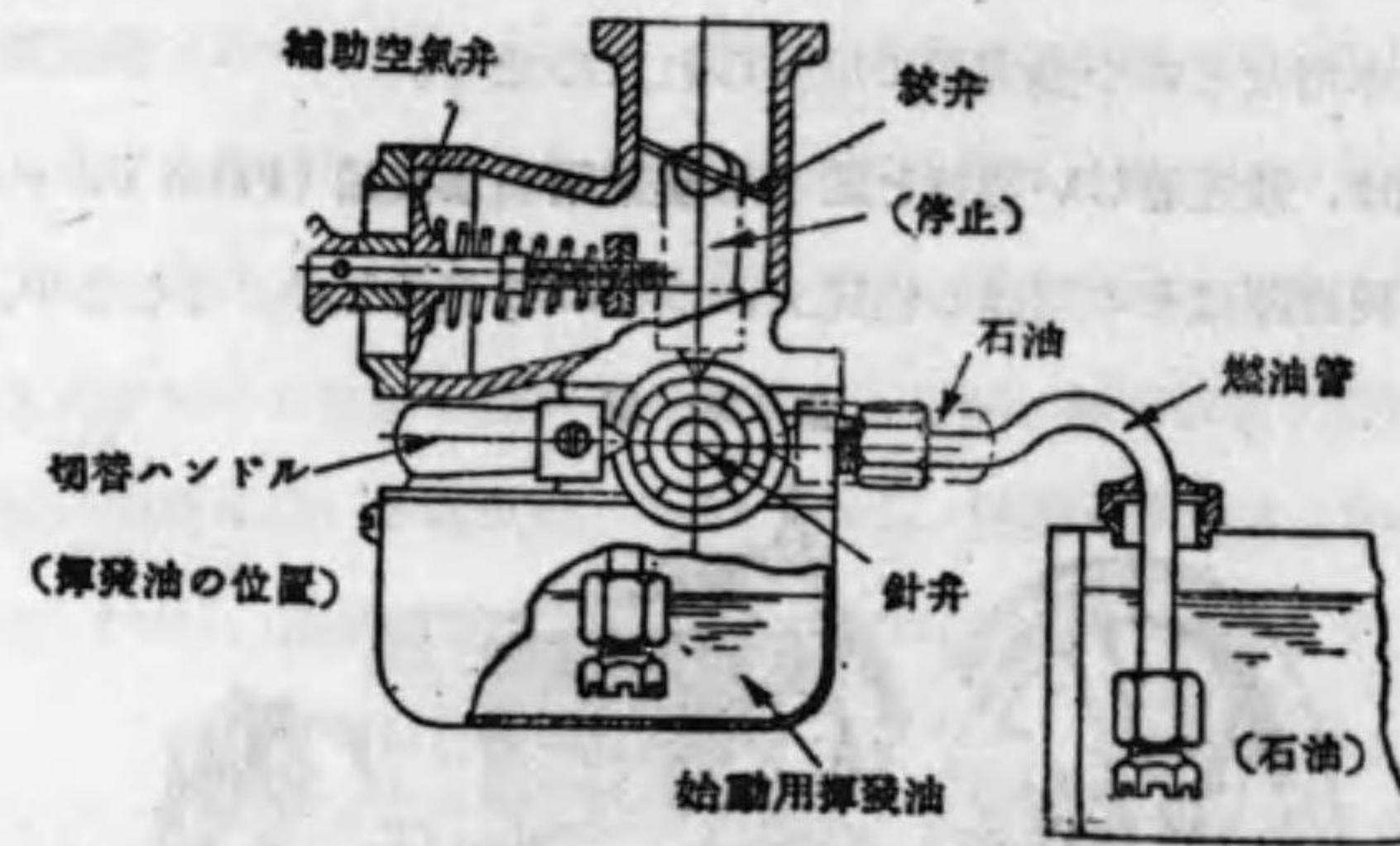


1. 始動その他の取扱が容易なこと
 2. 素人でも分解組立が出来る位、その構造の簡単なこと
 3. 使用期間が短いから、燃料消費量の問題よりも、價格の低廉なこと
- 次に、この農業用石油機關は、すべて4サイクル機關であり、單氣筒沸騰式冷却法により、潤滑としては視滴式の油壺と、グリースカップを使用し、氣化器も極めて單純な構造ですが、始動時には揮發油を使用し、運轉後燈油に切り換へるやうになつてゐます。

氣筒蓋には1對の吸氣、廢氣兩弁を有し、廢氣弁は半速のカム軸で驅動されるけれども、吸氣弁は氣筒内の眞空により自動的に開くのだから、機關の容積効率が小さい。調速機には絞弁による變量式が、着火装置には高壓マグネット電氣法が使用されてゐます。また燃料消費量は 260~330 g/HP_h で、その熱効率は 25~19% に當ります。

第31圖はクボタ石油機關の氣化器をなすもので、切換へハンドルを圖のや

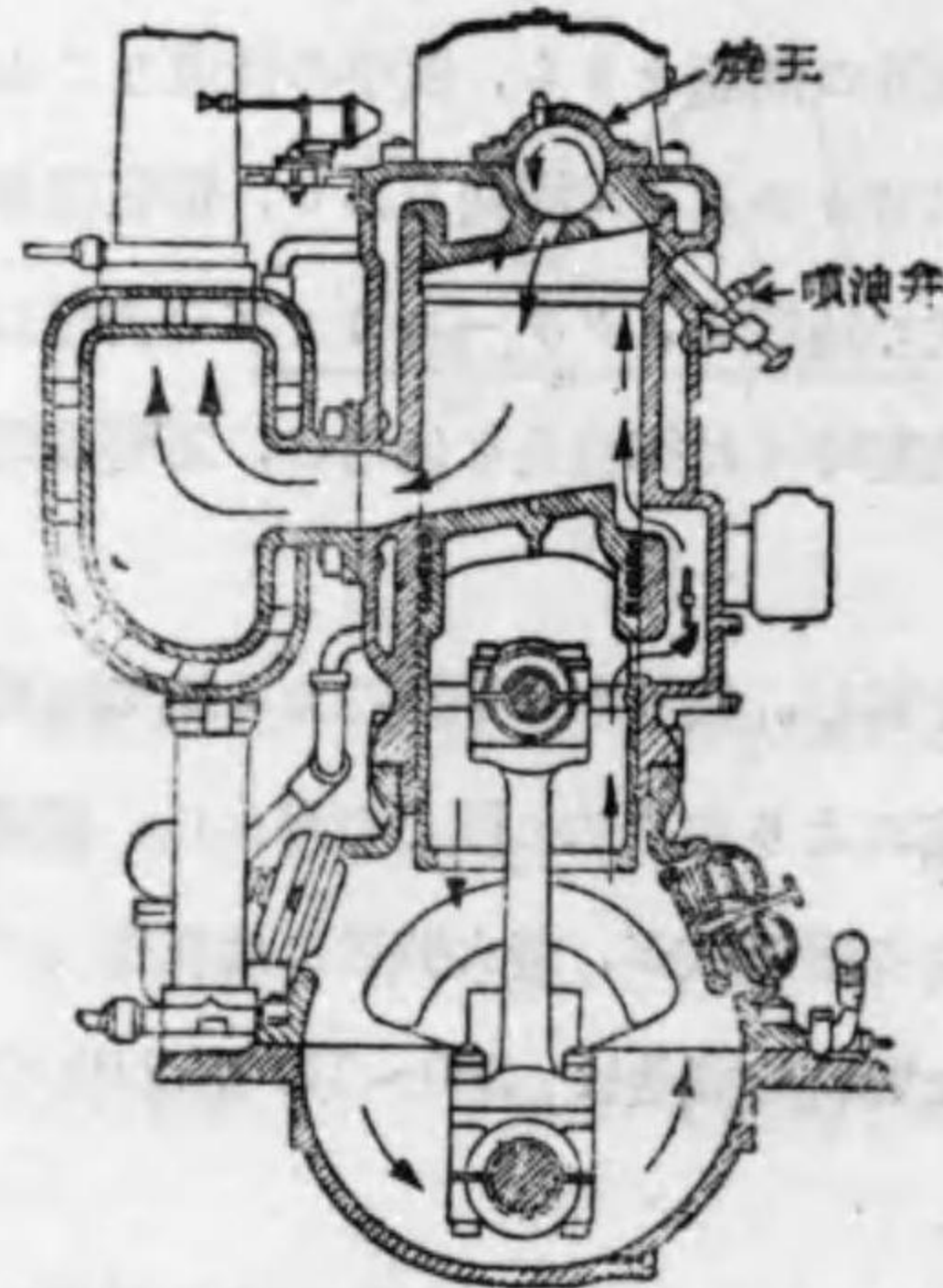
第 31 圖



うに左に倒せば、針弁よりは揮發油が供給され、これを右に倒せば石油に切り換へることが出来ます。

11. セミ・デーゼル機関

普通セミ・デーゼル機関 (Semi diesel engine) といはれるものは、焼玉機関のことで。



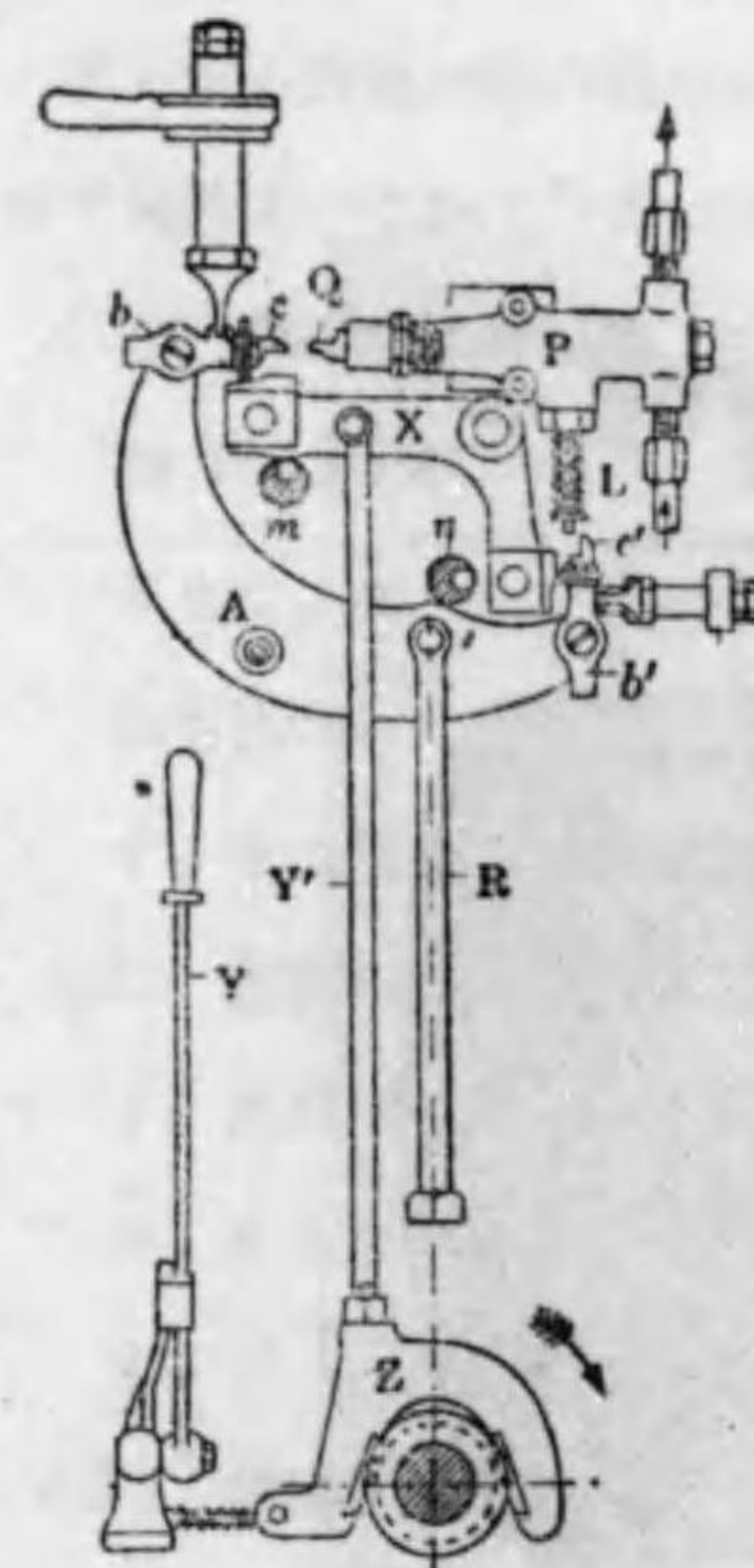
初め漁船や曳船などの小型船用機関は、電気着火の4サイクル石油機関でしたが、その後軽油を使用する焼玉式2サイクル機関 (2 Cycle hot bulb engine) となり、更に現今では重油を用いる焼玉式が使用されるようになり、國産式として優秀なものが製作されるようになりました。

これは氣筒の頂部にいはゆる焼玉 (Hot bulb) を備へ、空氣は

この中で 10~14 氣壓の壓力に壓縮され、またピストンが上方思案點に達する 15° 前に燃油は燒玉の内面に向つて噴射せられ、これが空氣の壓縮熱と、燒玉の壁熱のために蒸發し、爆發的に燃焼を起すのであります。

以前には注水式燒玉機関といふものが用ひられましたが、現今ではその缺點を補つた無注水式が使用されてゐます。第32圖がそれで、燒玉の下半部を水套で圍繞し、上半部のみが大氣へ露出してゐます。機関が全負荷の時、燒玉の熱し方が丁度これに適當するやうに設計されてゐますから、輕負荷の時は冷えすぎる傾きがあるので、これを防ぐために空氣孔内にある弁によつて空氣の送量を減するやうになつてゐます。

第 33 圖



つぎに船用機関の大型のものは自己逆轉装置を備へてゐます。第33圖はこれを示すもので、Q は順轉用、L は逆轉用の燃油ポンププランジャ (Plunger) です。いま偏心桿 R の上下によつて弓狀片が A を中心に揺れますから、c 或は c' がプランジャに作用するのですが逆轉ハンドル Y の位置によつてベルクランク X の傾きを變じて、cQ を對峙せしめ、Lc' の嚙合を斷つか或はこれを反對にします。さすれば、順轉中は逆轉用燃油ポンプは働かないこととなります。

逆轉させんとするには、機關を徐轉させ、ハンドル Y を動かすと Y' が押し上げられて、cQ の嚙合が破れ、Lc' が對峙して、下

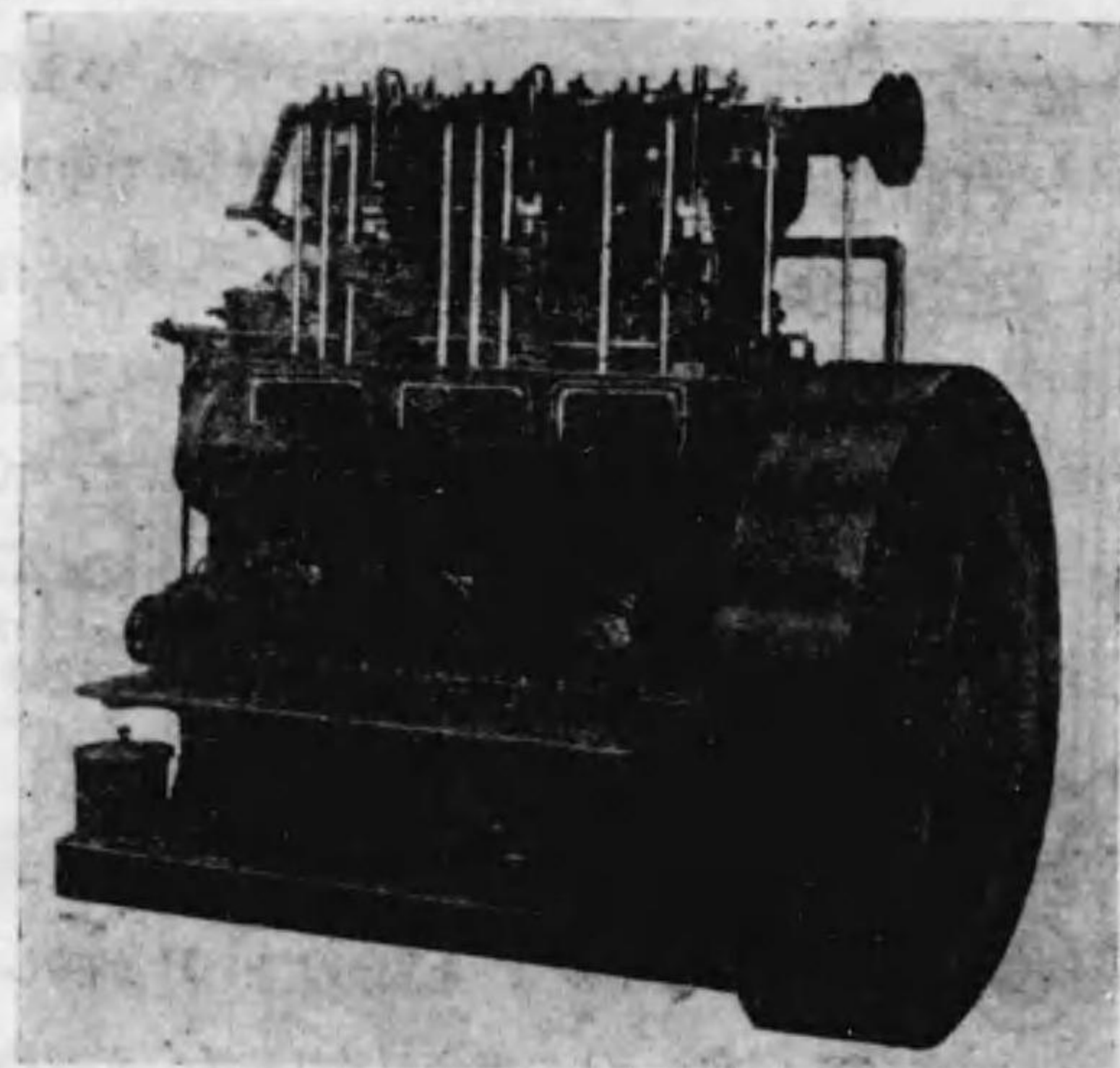
方思案點附近で燃油を噴射します。よつて壓縮行程の終らぬ中に、早期着火を起して、機關が逆轉するから、この時手早く逆轉ハンドルを元に戻せば、再び順轉用プランジャが動いて、機關は逆廻轉をつづけるのであります。

第三章 デーゼル機関

1. デーゼル機関の發達

デーゼル機関 (Diesel engine) は、1893年にドイツ人、ルドルフ・デーゼル (Dr. Rudolf Diesel) の創意に成るもので、重油を燃料とする最も経済的な機関です。その特徴とするところは、気筒内に充された空気を断熱的に強く壓縮 (22~40 atm) すれば、その温度は燃料油の發火點以上の高温 (500°C 以上) に昇騰します。この中に、燃料油を噴射霧化して自己發火 (Self ignition) せしめるものです。

第 34 圖



この機関は、發明の初期に當つて、大陸において發電用などに使用されただけでしたが、大戦中に潜水艦に採用されてから、その優秀性が確認せられたのです。大戦後における發達は目ざましく、船用、發電用、及び一般工場

用原動機としては勿論、最近では航空發動機としても重用されるやうになりました。

わが國におけるデーゼル機関の製作は、大正 7~8 年に始まり、昭和時代に入るや、模倣を超えて世界に誇る独自の國産品を製作するに至り、新造船にも割合によく使用され、陸上においては水道、下水ポンプの應急用原動機として、或は機業家、新聞社、鑛山などの自家發電用に用ひられてゐます。
第 34 圖は新潟鐵工場製作のデーゼル機関で 100 (HP). 4 サイクル, 360 rev/min 無氣噴油のものです。(無氣噴油は 344 頁参照)

2. デーゼル機関の優秀性

デーゼル機関が他の燃料機関よりも優れてゐることは非常に多いが、その中で特筆すべき點はつぎの通りです。

- (1) 熱効率において 熱機関中にあつて最高です。即ち燃料消費は、大型 160 g/HP.h, 小型 200 g/HP.h 程度で、この熱効率は 40~33% に當ります。これは揮發油機関の 25% 内外に比べて遙かに優れて居り、しかも燃料の市價は揮發油の 1/3~1/4 ですから、運轉費は 1/5 で済みます。また潤滑油消費量も、大型 2g/HP.h, 小型 4g/HP.h 程度です。
- (2) 燃料の損失について 運轉の前後における燃料の損失がないことです。蒸汽機関では運轉の數時間前から、汽罐に點火して蒸汽の昇騰を行ひ、また運轉停止後汽罐中に残つた多量の熱は、そのまま無駄になります。デーゼル機関は、この損失がないので短時間の運轉に有効です。
- (3) 運轉始動について 大型機関でも、數分間にして全負荷運轉が出來ますから、非常用としては最も適してゐます。冷却状態からの急激なる全負荷運轉は初めは憂慮されてゐましたが、實驗に徴すれば、その安全性はもはや確實なものとなりました。
- (4) 運轉費について 大型と小型との 1 馬力當りの運轉費には大差がな

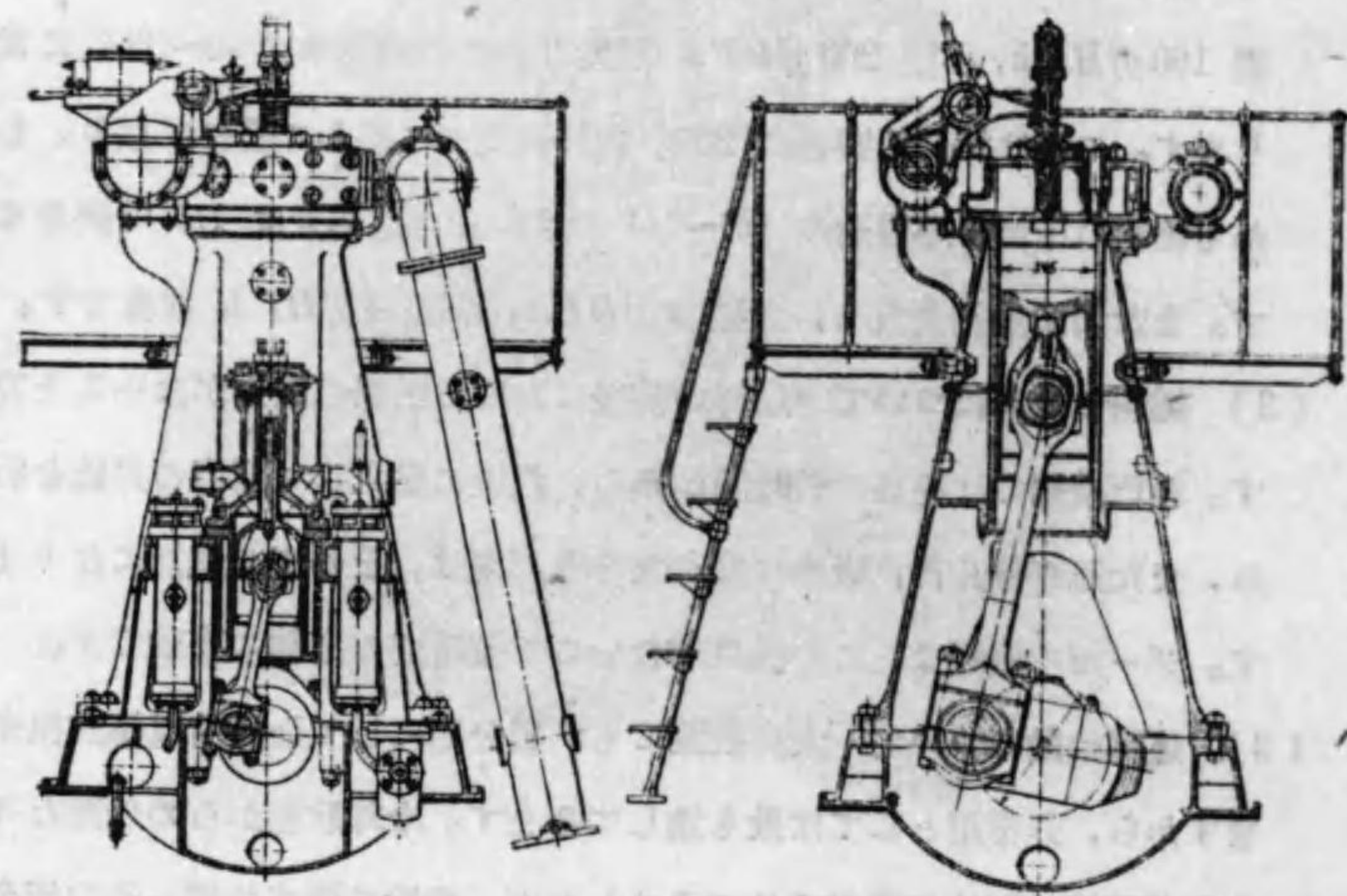
い。即ち、大きな機関を1臺運轉する代りに、その半分のものを2臺運轉しても差支へなく、従つてこの場合に、全體の負荷が半分以下になつたなら1臺の運轉を中止して残りの一臺の負荷を上げることが出来ます。

(5) 其の他の優れた點 (A)取扱の巧拙によつて燃料消費量が左右されない。(B)瓦斯發生装置や煙突が不要だから狭い場所でもよい。(C)重油は揮發油に比べて火氣が安全であり、石炭に比べて貯藏に便であり、煤煙や焚殻が出ないから清潔であります。

3. デーゼル機関の種別

デーゼル機関も、その用途やサイクルによつて、つぎのやうな種別があります。(第35圖は空氣噴油式デーゼル機関)。

第 35 圖



(1) 用途 陸用と船用のほか自動車用、軌道車用、航空機用などが作られます。後者は毎分 1,000~2,000 回轉の高速デーゼル機関であり、

各馬力當りの重量は、大體つぎのやうになつてゐます。

1. 陸用	200~230 kg
2. 船用	60~100 kg
3. 自動車用	8~10 kg
4. 航空機用	1.0~1.5 kg

(2) 作働 他の内燃機関のやうに、主に單働型 (Single acting-type) ですが、出力の増大を計るために、大型のものは複働型 (Double acting type) を使用してゐます。この複働型といふのは、蒸気機関の場合のやうに、鏢型のピストンと、クロスヘッドを使用し、ピストンの内部には通水して冷却を圖るものです。

(3) 速度 陸用は毎分 400~500 回轉で、大型の船用は 80~110 位です。そのピストン速度は 4~5 m/sec に當りますが、自動車や航空機用は毎分 1,000~2,000 回轉で、その速度も 10m/sec 以上です。

(4) サイクル 4サイクルと、2サイクルも共に使用されますが、前者は高速回轉に適し、1,000 馬力以下のものに用ひ、後者は大型機関に用ひられます。船用には、2サイクルは逆轉が容易であるといふ點はあるが、4サイクルは熱効率がよい。

(5) 噴油法 もとは壓縮された氣筒内の空氣中に燃油を噴射するために、更に高壓の空氣を使つたが、その後燃油自身に高い壓力 (280~400 kg/cm²) を與へ、これを小さい噴射孔から噴射霧化することに成功してから、今日は殆んどこの式を用ひてゐます。これを無氣噴油式 (Airless injection type) といひ、これに對して前者を空氣噴油式 (Air or Blest injection type) といつてゐます。

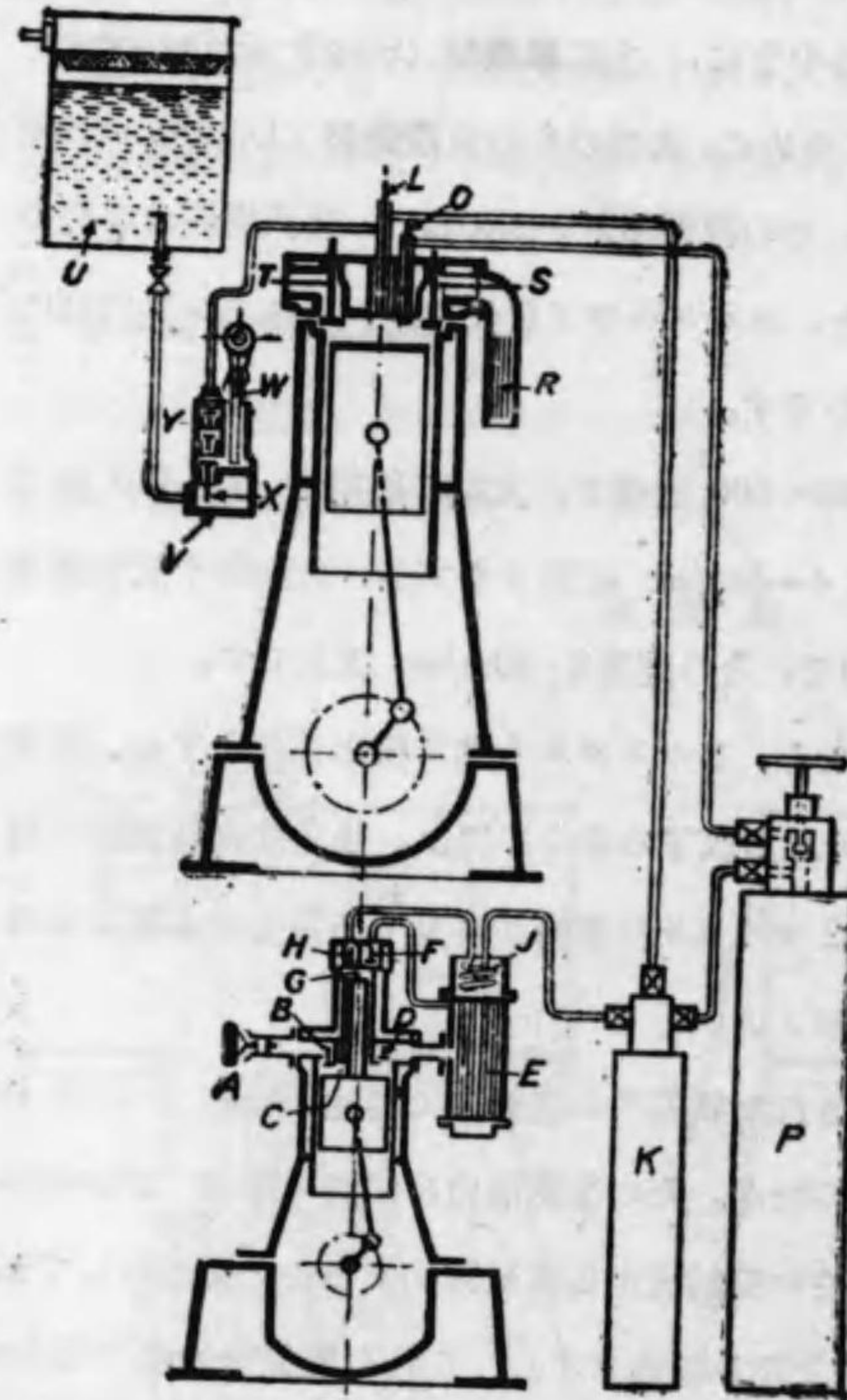
4. 空氣噴油式機関

空氣噴油式機関 (Air injection engine) とは、前述の通り壓縮空氣を利

用して重油を霧化し、これを気筒内に噴射するもので、この式は霧化が完全に行はれます。

第36圖は、單働型4サイクル機關の主要部の構造を示したもので、空気は2段に壓縮されます。即ち空氣壓縮機の吸込口(A)より吸込まれた空気は、

第 36 圖



- A. 壓縮吸込口
- B. 低壓吸込弁
- C. 低壓氣筒
- D. 低壓吐出弁
- E. 低壓冷却器
- F. 高壓吸込弁
- G. 高壓氣筒
- H. 高壓吐出弁
- J. 高壓冷却器
- K. 噴射空氣溜
- L. 燃料弁
- P. 始動空氣溜
- Q. 始動弁
- R. 空氣吸込管
- S. 空氣吸込弁
- T. 吐出弁
- U. 燃料タンク
- V. 燃料ポンプ
- W. 燃料ポンプ・プランジャ
- X. 燃料ポンプ吸込弁
- Y. 燃料ポンプ吐出弁

まず低壓氣筒 (C) 内で壓力 10kg/cm^2 位まで壓縮せられ、低壓冷却器 (E) に導かれて十分冷却されます。

壓縮された空気は、高壓吸込弁 (F) を経て高壓氣筒 (G) に吸込まれここで噴射に必要な壓力までに壓縮せられ、高壓冷却器 (J) を経て噴射空氣溜 (K) 及び始動空氣溜 (P) に貯へられます。機關の燃燒に要する空氣は、空氣吸込管 (R) より氣筒に吸込まれ、廢氣は吐出弁 (T) から吐出されます。

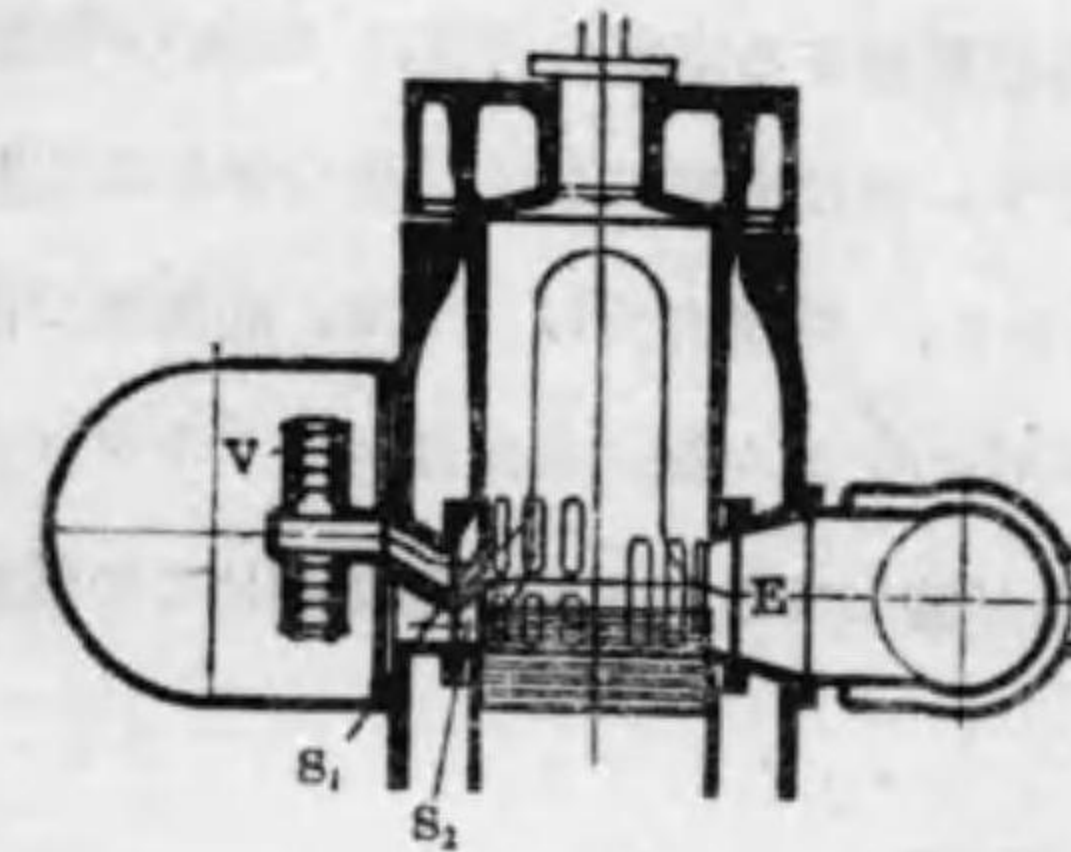
ついで重油は、燃料タンク (U) より、燃料ポンプ (V) に入り、プランジャ (W) の作用に伴

つて噴射ノズル (L) に送られ、ノズルの開くと共に壓搾空氣により噴射霧化されるのです。

5. 2サイクル機關の掃除作用

第37圖は、ズルツァー機關の掃除作用 (Scavenging) を示すものです。掃除空氣は、別に備へてある送風機から大氣壓以上 $0.1\sim 0.2\text{kg/cm}^2$ の壓力を以て供給されます。

第 37 圖



掃除孔 (Scavenging port) は、 $S_1 S_2$ の2段に分れて居り、ピストンの下降行程の終り近くにおいて、上位の掃除孔 (S_1) がまづ開くが、この時氣筒内の瓦斯壓力が掃除用の空氣壓より高いために弁 (V) は閉塞のままになつて

て開かず、瓦斯の逆流を防ぐやうに出来てゐます。その中に廢氣孔 (Exhaust port) の (E) が開き、つぎに下位の掃除孔 S_2 も開き、給氣、廢氣の兩作用と相俟つて、掃除作用が行はるものです。

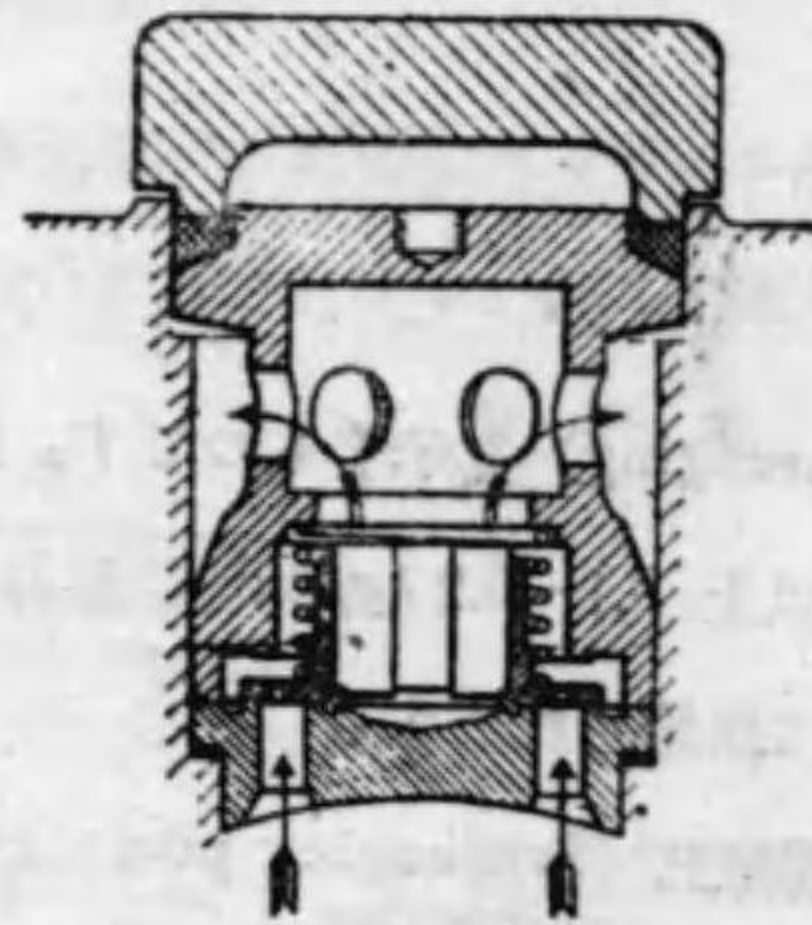
ピストンの上昇行程につれて廢氣孔 (E) が閉ぢても掃除孔 (S_1) はまだ閉ぢないで、十分の掃除を行ふことが出来ます。また掃除孔が上向になつてゐるのは、換氣作用を有効にするためであります。

6. 空氣壓縮機

空氣壓縮機 (Air compressor) には堅型、横型、傾斜型の如く、外形には種々ありますが、いづれもピストンまたはプランジャ・ポンプ (Piston or plunger pump) で、堅型が多い。

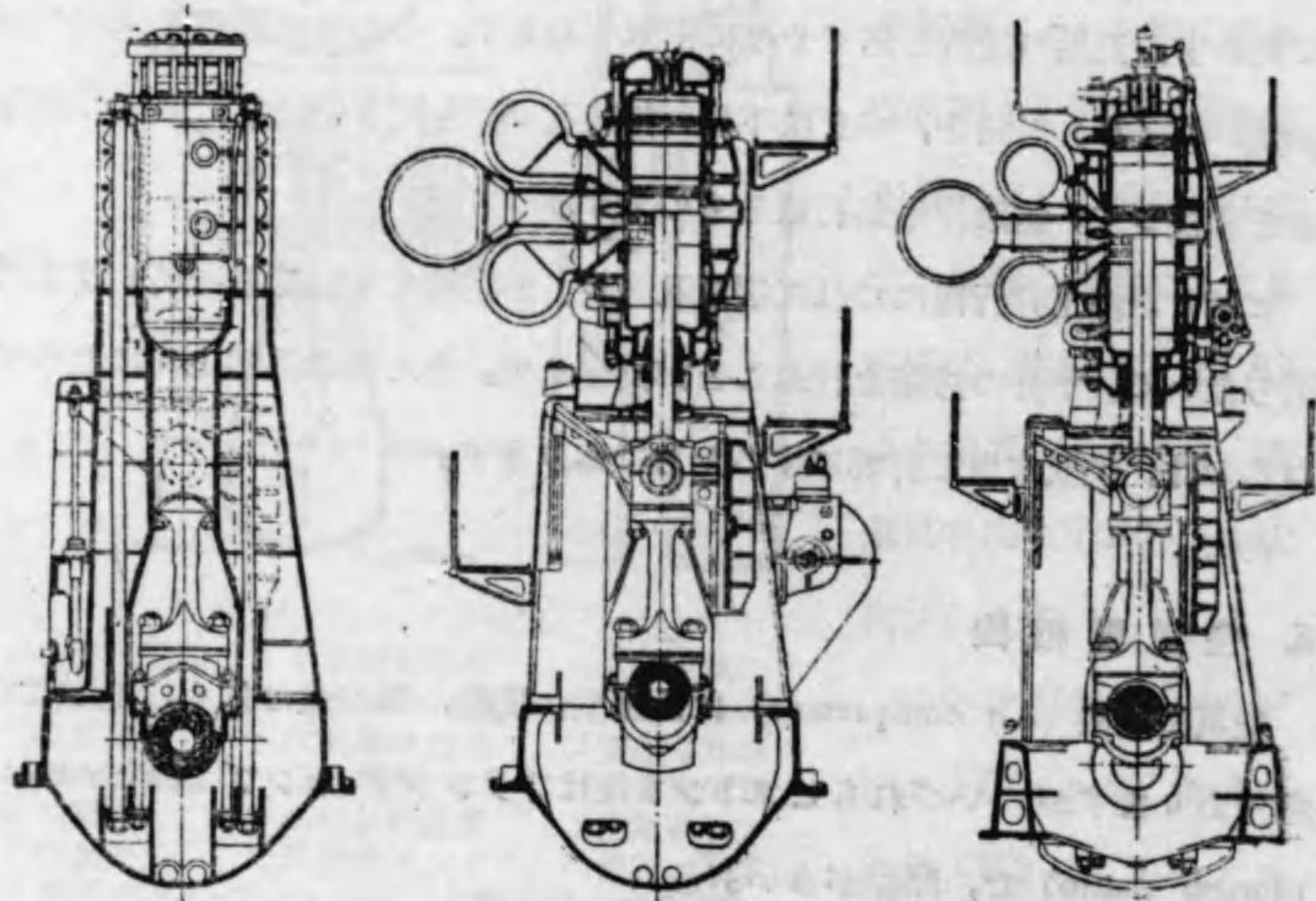
噴射空氣の壓力は、機關の全負荷の場合には $60\sim 70\text{kg/cm}^2$ が必要であり、

第 38 圖



無負荷の場合には、 40 kg/cm^2 以上のです。壓縮機は低壓のものは2段壓縮で、大型のものは3~4段壓縮です。氣筒には水套を設けて、これを冷却するほか、各段の間には中間冷却器を設けて壓縮空氣をこれに導き、冷却せしめます。ピストン速度は 3m/sec 程度であり、弁を通過する空氣の速度は 30m/sec 程度です。弁は弁座に強く叩きつけられる關係上、その揚程を出来るだけ小さくとり、低壓弁では 3 mm 、高壓弁では 1.5 mm が多い。そしてこれが材料にはニッケル鋼、またはニッケルクロム鋼などを用ひ、熱處理の後に研磨仕上が施してあります。第38圖はこの低壓用の吐出弁です。

第 39 圖

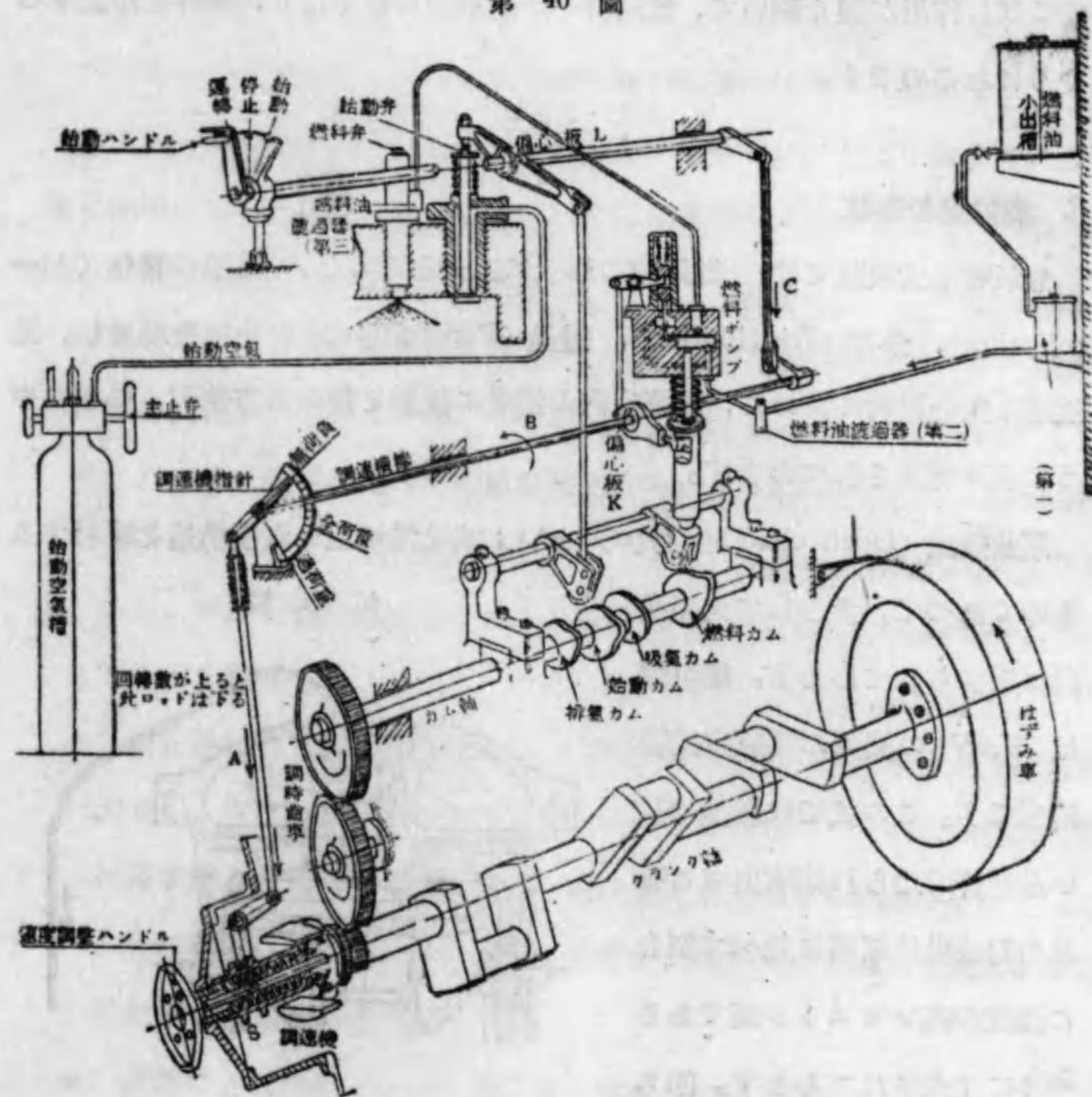


7. 無氣噴油式機關

前にも一言した通り、無氣噴油式機關 (Solid injection engine) とは、壓縮空氣を用ひず、重油自身に高壓を與へ、これを氣筒内に噴射するものでその構造はごく簡単ですが、熱効率は高く、故障の原因も少いので廣く用ひられてゐます。

第39圖はその組立圖を示したものです。第40圖はその作働の説明圖で、今機關の回轉數が増して调速機の錘が開けば、スリーブ(S)が左に動き、縦棒(A)は矢印のやうに下に引かれて、调速橫棒Bは左廻りをします。か

第 40 圖



うして *B* にキーで止めた偏心板の働きによつて燃油ポンプのこぼし作用 (Spill) を早めます。

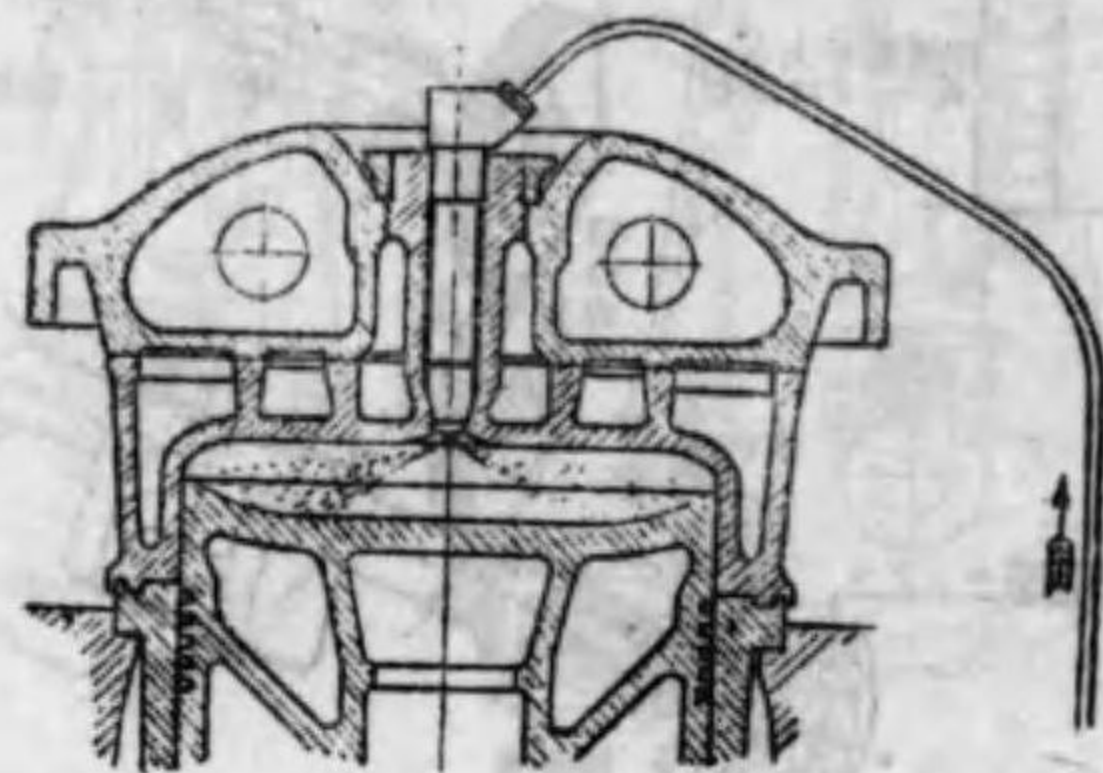
ポンプは極めて精巧につくられ、微妙な働きをします。また噴油孔は直径 $0.2 \sim 0.5 \text{ mm}$ といふやうに甚だ微細に出来てゐますから、燃油中に包まれる塵埃でも故障の原因となります。故にこれを避けるためには、圖のやうに油槽の出口と、ポンプの入口及び燃油弁の入口と、3段に濾過器を備へてゐます。

運轉を停止するには、始動ハンドを停止の位置に直せば、縦棒 (*C*) の下向移動によつて調速横棒を矢印 (*B*) の方向に廻すこととなり、燃料ポンプのこぼし作用が強くなり、燃油弁へは油を送らなくなり、運轉を停止するやうになるのです。

8. 燃焼室の形状

無気噴油式機関では、燃焼室の形状に工夫をこらし、燃油の霧化 (Atomization), 分布 (Distribution), 透過 (Penetration) の作用を助成し、又迅速な完全燃焼のために、燃焼室内の空氣に流動を與へる方法が、つぎのやうに種々考慮されてゐます。

開放室式 (Open chamber type) といふ式は燃焼室へ直接燃油を噴射するものであつて、主として大型機関に用ひられてゐます。第41圖は *MAN* の機関の開放室式燃焼室です。この式では燃油は長い送油管で送られ其噴出する噴油の到達點は氣筒に比べて割合に温度の高いピストン面であるやうに工夫されてゐます。即ち



第 41 圖

ピストンの頂部を半球型またその他の形状につくり、ピストン壁を以て燃焼室の大部分を圍むやうにしたものが多い。

なほこのほかに燃焼室式 (Pre-combustion type), 空氣室式 (Air Chamber type) などがあります。

9. 電氣着火式燃料噴射機関

高速デーゼル機関の發達は、その構造が次第にガソリン機関のそれに接近し、ついに兩者の特徴を取り入れて、これを折衷した電氣着火式燃料噴射機関 (Fuel injection engine with spark ignition) なるものが出来て、その將來性が期待されてゐます。

ペンタ・ヘツセルマン (Penta Hesselman) 機関はその代表的なものゝ1つですが、この式の燃料はガソリンに限らず瓦斯油、デーゼル油などの劣等油を使用して、これを燃料噴射ポンプを以て氣筒内或は吸氣管内に噴射し、これに電氣着火をするものであります。

吸氣作用の完了後噴射するものを後期噴油式といひ、完了前になすものを前期噴射式といつてゐますが、この機関の利點を挙げると、つぎの通りです。

イ. ガソリン機関に比べて一層壓縮比を高め、熱効率をあげることが出来、また一面にはデーゼル機関のやうに $15 \sim 16$ といふ高壓縮比を要しないから、平均有効壓力が高くなり、氣筒の大きさに比して出力を増大することが出来ます。

ロ. 氣化器付2サイクル機関には、掃除作用に伴つて燃料の素通り損失が大きく、實用性が薄弱ですが、本式はこれを回避して平均有効壓力と燃料消費率とを氣化器付4サイクル機関並にまで高められます。

ハ. 輕負荷運轉の場合には空氣量を変せず、燃料だけを減じて熱効率の上昇を期することが出来ます。

ニ. 氣筒ごとに燃油ポンプを備へて、供給が自由です。

用語解説 X

- (1) **軽油 (Light oil)** 石油の原油を蒸溜する際、揮発油、燈油の次に溜出する油。比重は 0.83~0.90 で、燈用、發動機燃料、輕機械油に用ひられます。
- (2) **重油 (Heavy oil)** 石油原油の比較的蒸溜しやすい部分を除いて得られる殘油で、比重は 0.88 以上、用途は燃料、減摩油、アンプアルトなど。
- (3) (4) **定容比熱、定壓比熱** 瓦斯 1 kg を一定容積の元に於て熱するとき、其温度 1°C の上昇に要する熱量を定容比熱といひ、同じく一定壓力の元に於て 1°C 上昇させるに要する熱量を定壓比熱といひます。 $\frac{C_p}{C_v}$ の値は瓦斯によつて一定の値を有し、普通の瓦斯に於ては大抵 1.1~1.4 位の値をとります。又 C_p 、 C_v の値は温度により多少變りますが、こゝでは一定として計算します。
- (5) **分溜 (Fractional distillation)** 原油から石油製品をつくる時の如く、一般に脱水法を施した後蒸溜釜に入れて加熱し、沸點の低いものから順次氣化させ、更にこれを冷却装置に導いて液化させ、適宜に幾つかの成分に分けることです。
- (6) **發熱量 (Calorific value or Heating value)** 燃料 1 kg が燃焼によつて發生する熱量を kcal で表したものをその燃料の發熱量といひます。
- (7) **乾溜 (Dry distillation)** 石炭瓦斯の製造などに用ひる方法で、複雑な組成をもつ物質を、空氣に接觸せしめずに強熱して、揮發性の化合物をとり出す事です。
- (8) **オクタン價 (Octane value)** 氣筒中のガソリンがその燃焼の終り頃、異常な高速の燃焼焔を生じ局部的の高温高壓を生じて音を發生する事があります。之をノッキングといひ之を起さない程度を表す價の事をガソリンのオクタン價と言ひます。之を測定するにはガソリンの反ノック性と同程度の反ノック性を有する、イソオクタン標準混合物中のイソオクタンの%で表します。
- (9) **g/HP-h** とは 1 時間 1 馬力當りの瓦數を表す記號です。
- (10) **冷却 (Cooling)** 内燃機關の氣筒内の燃焼瓦斯の最高温度は 2000 度以上に達しますので、材料をこの高温から守るために、氣筒とか、ピストンとかを直接冷却するのです。
- (11) **起動マグネット (Starting magneto)** これは發電子を手動ハンドルを以て回轉するもので、1 本の高壓電線を適宜の氣筒の着火栓に繼ぐのです。

昭和十五年十月十日印刷

昭和十五年十月十八日發行



書籍 機械工學全講與付

定價金參圓

五千部限り

特價金貳圓四拾錢

監修者 吉 本 勇

東京工學教育研究會 代表者

編著者 佐 藤 榮 祐

發行者 土 田 朝 二
東京市芝區巴町五八印刷者 渡 邊 丑 之 助
東京市芝區愛宕町二ノ一四

發 行 所

東京市芝區巴町五十八番地

國民圖書協會

電話芝(43)四四一四番

振替東京八四一二〇番

(愛宕印刷株式會社印行)

終