

lować w szerokich granicach i podczas ruchu; masy wirujące są małe (niema więc obawy skreślenia wału przy nagłym zatrzymaniu silnika). Całość może być zmontowana pod dachem i w stosunkowo niewielkim pomieszczeniu. Natomiast moc silnika jak i poprzednio zostaje stracona. Do uruchomienia całego urządzenia potrzebny jest silnik pomocniczy, najlepiej elektryczny, który automatycznie wyłącza się z chwilą "zaskoczenia" silnika badanego*

3. *Dynamometr elektryczny* jest również dokładny, jak dynamometr hydrauliczny, oprócz tego daje cały szereg dalszych korzyści: odpada kosztowna i kłopotliwa (mrozy), instalacja wodna, obsługa jest prostsza, nie wymaga instalacji rozrusznika (dynamometr służy jako rozrusznik). Dynamometr elektryczny jest w użyciu bardzo dogodny i czysty i pozwala na zużytkowanie mocy próbowanego silnika, co może mieć znaczenie przy codziennych próbach większej ilości silników.

4. *Dynamometr — prądnica* również pozwala wykorzystać moc silników i służyć może jako rozrusznik. Natomiast dokładność pomiaru jest mniejsza i zależy od dokładności przyrządów elektrotechnicznych, jak amperomierz, woltomierz, watomierz, oprócz tego wymaga wycechowania prądnicy i posługiwania się krzywą (sprawności użytecznej), która z biegiem czasu i ze zmianą warunków zewnętrznych (np, zmiany napięcia we wzbudnicy) może ulegać zmianie.

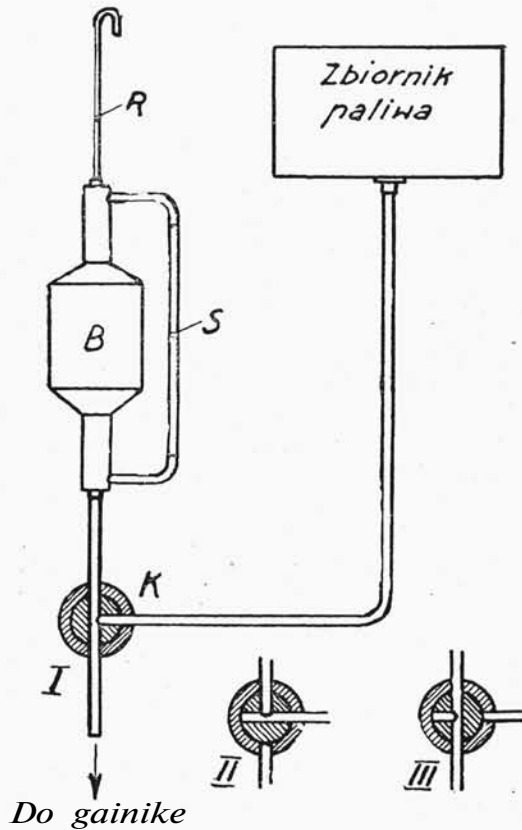
Stosuje się rzadko.

XIV. POMIARY ZUŻYCIA PALIWA

Zużycie paliwa przez silnik lotniczy określa się w gramach na 1 KM_e godz.

/.. Pomiar zapomocą butli pomiarowej.

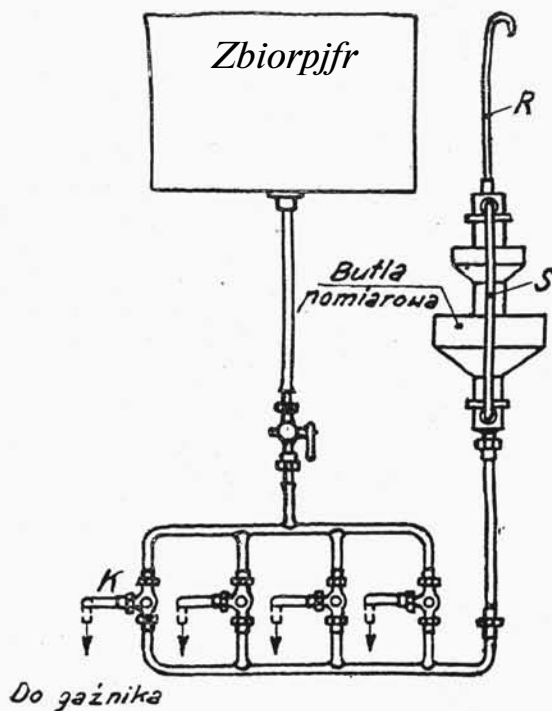
Schemat urządzenia do pomiaru zużycia paliwa przedstawia rys. 48. Na każdym przewodzie, doprowadzającym paliwo do gaźnika, umieszcza się kran trójdrogowy *K*, łączący przewód z naczyniem *B* o znanej pojemności, t; zw. butlą pomiarową. Przy położeniu I kranu mamy zasilanie gaźnika paliwem ze zbiornika przy równoczesnym napełnianiu butli pomiarowej *B*, położenie II kranu odpowiada napełnianiu butli przy równoczesnym odcięciu dopły -



Rys. 48.

wu paliwa do gaźnika, położenie III odpowiada zasilaniu gaźnika z butli pomiarowej (pomiar).

Poziom paliwa w butli pomiarowej widoczny jest w rurce szklanej S. Butle pomiarowe należy zaopatrzyć w ciekłą rurkę i?, zabezpieczającą od przelania się paliwa. Jeżeli ilość butli pomiarowych jest równa ilości gaźników, wtedy pomiar zużycia paliwa może być uskuteczniiony we wszystkich gaźnikach prawie równocześnie.

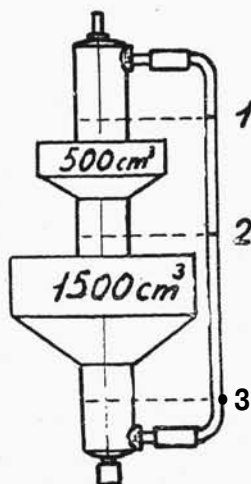


Rys. 49.

Najlepiej jest wykonać go jak następuje: operując kranem trój drogowym, sprowadza się we wszystkich butlach pomiarowych poziom paliwa nieco ponad górną kreską, od której rozpoczynamy pomiar- Następnie ustawia się kurek trój-

drogowy przy pierwszej butli w położenie III (pomiar) i w chwili, gdy poziom paliwa zrówna się z górną kreską, uruchamia się chronometr (stoper), poczem operacja powtarza się kolejno z następnymi butlami. Następnie w miarę jak poziom paliwa zrówna się z dolną kreską, odpowiadającą zakończeniu pomiaru, kolejno zatrzymuje się chronometry.

Jeżeli butla pomiarowa jest jedn? i chcemy wykonać pomiar zużycia paliwa dla każdego gaźnika oddzielnie, to wtedy zapomocą pewne-



Rys. 50. Butla pomiarowa

go układu kranów trój drogowych (rys. 49) (których jest tyle co gaźników) mierzymy koiejno zużycie paliwa na każdy gaźnik.

Cały pomiar w tym wypadku trwa dłużej.

Objętość butli pomiarowych winna być tak dobrana, aby pomiar trwał 1 ½ 3 minut. Krótszy pomiar byłby zamało dokładny, dłuższy jest niepożądany ze względu na trudność utrzymania obrotów i mocy silnika na stałym poziomie

przez czas dłuższy. Przy obecnie stosowanych silnikach i paliwach czas powyższy odpowiada objętości butli 0,5 — 2 litrów.

Kształt butli winien być taki, aby odczyt poziomu paliwa odbywał się w części przewężonej i, gdyż wtedy popełniony błąd odpowiada mniejszej objętości paliwa. Z drugiej strony przekrój przewężenia nie może być zbyt mały, gdyż poziom paliwa w rurce opadałby zbyt szybko, co utrudniałoby prawidłowy odczyt,

Przykład butli pomiarowej, przedstawia rys. 50.

Posiada ona po trzy przewężenia, pozwalające używać ją jako butlę półlitrową (zawartość między podziałkami 1 — 2), półtoralitrową (podziałka 2 — 3) i dwulitrową (podziałka 1 — 3),

Zużycie paliwa na jednostkę mocy oblicza się według następującego wzoru;

$$B = \frac{V \cdot T \cdot 3600}{t_{sek} \cdot N_e} \text{ gr/KMe godz.} \quad (71)$$

gdzie:

B — zużycie paliwa w gr/KMe godz,

V — objętość w cm^3 butli pomiarowej, zasilającej* jeden gaźnik,

$\gamma_{\rho c}$ — ciężar właściwy paliwa w gr/cm^3 przy temperaturze pomiaru,

i — ilość gaźników w silniku.

t_{sek} — czas zużycia $V \text{ cm}^3$ paliwa w sekundach,

N_e — moc rzeczywista silnika w KM.

Niech np, moc silnika podczas pomiaru $N_e = 380 \text{ KM}$, ilość gaźników $i = 4$, ciężar właściwy paliwa podczas pomiaru $\gamma_{\rho c} = 0,715$, objętość butli pomiarowej $V = 500 \text{ cm}^3$, czas pomiaru $t_{sek} = 57$, wtedy:

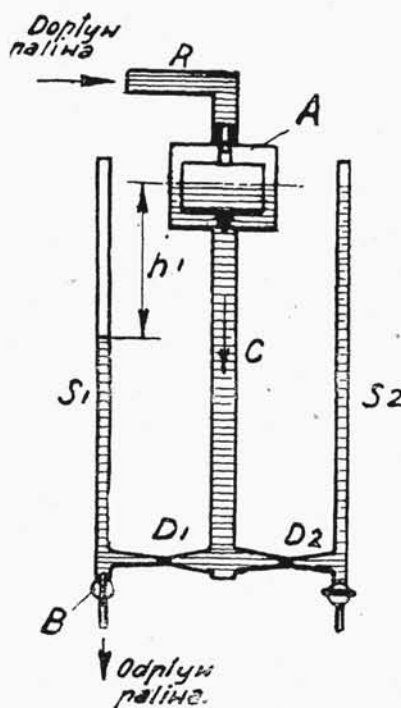
$$B = \frac{500 \cdot 4 \cdot 0,715 \cdot 3600}{57 \cdot 380} = 237 \text{ gr/KMe godz}$$

Należy zawsze pamiętać, że pomiar zużycia paliwa i pomiar mocy winien odbywać się jednocześnie,

//. Pomiar zapomocą „flowmetru”.

Stosowanie butli pomiarowych pozwala określić zużycie paliwa w ciągu pewnego czasu. Jeżeli podczas pomiaru moc silnika ulega wahaniom, dokładne określenie zużycia paliwa na jednostkę mocy staje się niemożliwym.

Unika się powyższej niedogodności, mierząc zużycie paliwa zapomocą „flowmetru” w litrach na godzinę w każdej chwili,



Rys. 51.

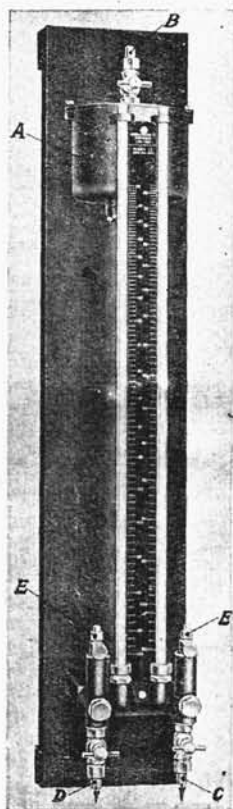
Schemat budowy „flowmetru” pokazany jest na rys. 51.

Paliwo dopływa rurką R i jest utrzymywane na stałym poziomie zapomocą zbiorniczka pływakowego A . Ze zbiornika przechodzi paliwo rurką C przez dysze D_1 i D_2 do rurek szklanych S_1 i S_2 .

Gdy otworzymy kran B , to w rurkach C i S_T powstanie różnica poziomów h_r .

Ilość Q paliwa, przepływająca w danej chwili przez kran B , zależna jest od różnicy poziomów h_r oraz od przekroju i kształtu dyszy JD_x i wyraża się wzorem:

$$Q = c \cdot \sqrt{2gh_1} \quad \dots \quad (72)$$



Rys. 52. „Flowm&tr”.

gdzie:

Q — ilość paliwa wypływająca z „flowmetru”, w litrach na jednostkę czasu.

c — stała zależna od przekroju i kształtu dyszy oraz gatunku paliwa,

g — przyspieszenie ziemskie $= 9,81 \text{ m/sec}^2$,

h_x — różnica poziomów.

Cechuje się „flowmetr”, oznaczając na skali, umieszczonej obok rurek szklanych, poziom paliwa w rurkach S_1 i S_2 przy różnych wydatkach paliwa w litrach na godzinę (rys, 52).

Wyznaczona w ten sposób skala odpowiada pewnemu gatunkowi paliwa.

Na rys. 52 pokazany jest „flowmetr”, który posiada dwie skale: lewa wycechowana jest na wydajność od 32 ltr./godz. do 123 ltr./godz., prawa zaś od 60 ltr./godz./do 210 ltr./godz.

Rurką R wchodzi paliwo do zbiornika pływakowego A . Rurkami D i C paliwo odpływa do gaźników. Kraniki E służą do usunięcia powietrza, znajdującego się w rurkach.

Przy ustawieniu należy zwrócić uwagę na dokładne pionowe położenie „flowmetru”.

Przy dobrze wykonanych i wycechowanych „flowmetrach” błąd pomiaru nie przekracza 1%.

Zużycie paliwa na jednostkę mocy oblicza się przy pomocy „flowmetru” według następującego wzoru:

$$B = 0,0001 \cdot T \cdot \frac{1000}{g \cdot c \cdot h_x} \quad \text{gr / K M e g o d z .} \quad (73)$$

gdzie:

0 — ilość paliwa, przepływająca w chwili pomiaru mocy, w litrach na godzinę, odczytana na skali „flowmetru”.

T/c — ciężar właściwy w gr/cm^3 przy temperaturze pomiaru.

N_e — moc rzeczywista silnika w KM,

Niech np. moc silnika podczas pomiaru będzie $N_e = 250$ KM, ilość paliwa odczytana w chwili pomiaru mocy na skali „flowmetru”

$Q = 82$ ltr./godz., ciężar właściwy paliwa podczas pomiaru $\gamma_{OC} = 0,720$, wtedy

$$5 = \frac{82 \cdot 0,720 \cdot 1000}{25} = 236 \text{ gr/KMe godz.}$$

Winno się zawsze pamiętać, że odczyt na skali „flowmetru” należy wykonywać jednocześnie z pomiarem mocy silnika.

Przy próbach odbiorczych silników, posiadających po kilka gaźników z osobnym dopływem paliwa, *należy* mierzyć zużycie w każdym gaźniku z osobna. Mierzenie przeciętnego zużycia jest niewystarczające, gdyż może się zdarzyć, że pomimo, iż *zużycie* wypadnie w granicach dozwolonych, regulacja gaźników będzie wadliwa, i jeden z nich będzie dawał mieszankę ubogą, a drugi — bogatą.

W cylindrach, zasilanych przez gaźnik z ubogą mieszanką, może nastąpić przepalenie się zaworów wylotowych.

Równocześnie z pomiarem zużycia paliwa *należy* wykonać pomiar mocy silnika. Ilość obrotów silnika musi być *przez* cały czas trwania pomiaru stała (z dokładnością 10 obr./min.).

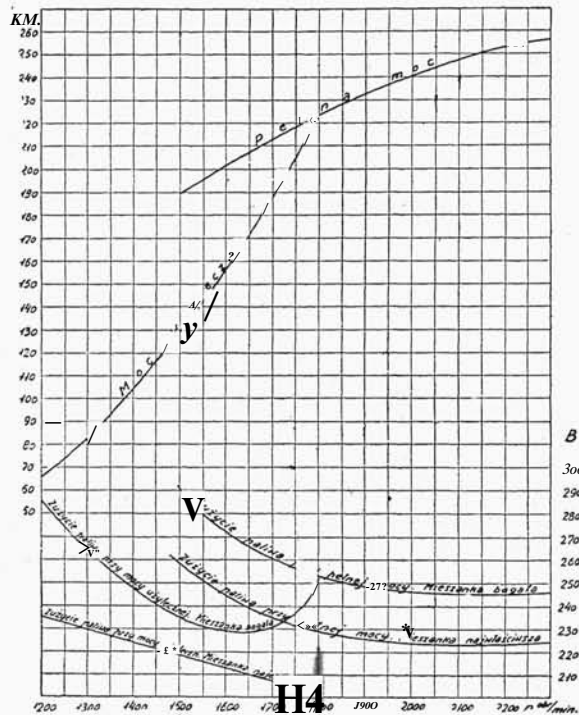
Zużycie paliwa na jednostkę mocy zmienia się wraz z obciążeniem silnika.

Odpowiednie krzywe zużycia paliwa dla silnika Wright — Whirlwind 200 KM przedstawia rys. 53.

Widać z niego, że zużycie paliwa przy mocy użytkowej (mieszanka bogata) wypada najmniejsze przy obrotach, na których silnik najdłużej i najczęściej pracuje.

Przy mniejszych i większych obrotach zużycie paliwa wzrasta.

Gaźniki należy tak regulować, aby zużycie paliwa przy mocy *użytecznej** zawierało się w granicach między krzywami zużycia paliwa przy mieszance bogatej i mieszance najekonomiczniejszej.



Rys. 53. Wykresy mocy i zużycia paliwa silnika Wright — Whirlwind 200 KM.

Przy stosowaniu lekkiej benzyny o ciężarze właściwym $\gamma_{\text{ben}} = 0,720$ jako normalne zużycie paliwa dla silników lotniczych należy uważać:

$$B = 220 \text{ f } 245 \text{ (250) gr/KM}_e \text{ godz.}$$

OKREŚLENIE CIĘŻARU WŁAŚCIWEGO PALIWA

Ciężar właściwy paliwa wyraża się wagą w kilogramach jednego litra paliwa (co liczbowo odpowiada wadze 1 cm^3 w gramach), przy $+ 15^\circ \text{ C}$ i mierzy się zapomocą areometru (rys, 54). Na skali S odczytuje się ciężar właściwy, a na termometrze rtęciowym T temperaturę paliwa.



Rys. 54. Areometr.

Aby umożliwić porównanie dwóch pomiarów, wykonanych przy różnych temperaturach, sprowadza się ciężar właściwy do temperatury $+ 15^\circ \text{ C}$ według wzoru:

$$\gamma_{15^\circ \text{C}} = \gamma_{t^\circ \text{C}} \cdot [1 + \alpha \cdot (t - 15)] \quad . \quad . \quad . \quad (74)$$

gdzie:

$\gamma_{15^\circ \text{C}}$ — ciężar właściwy przy $+ 15^\circ \text{ C}$.

$\gamma_{t^\circ \text{C}}$ — ciężar właściwy przy temperaturze $t^\circ \text{ C}$.

t — temperatura paliwa w stopniach C.

- a — objętościowy współczynnik rozszerzalności paliwa; dla benzyny: $a = 0,00082$ -f $0,0009$ *zależnie* od jej gątku.

Ciężar właściwy benzyny dla różnych temperatur obliczony ze wzoru:

$$\gamma_{tMe} = \gamma_{10C} \cdot [1 + 0,00085 \cdot (t - 15)]$$

przedstawia rys. 55,

Niech np. pomiar ciężaru właściwego benzyny wykonywany jest przy $t = -10^{\circ} \text{C}$. Otrzymano $\gamma_{-10C} = 0,735$. Na wykresie znajdujemy punkt A, którego spórzędne są odpowiednio: -10°C i $0,735$. Dalej, znajdujemy punkt B przecięcia się linii ciężaru właściwego, przechodzącej przez punkt A, z linią C — D, odpowiadającej $t = +15^{\circ} \text{C}$. Odcięta punktu B jest to ciężar właściwy benzyny przy $+15^{\circ} \text{C}$, w danym przykładzie $\gamma_{15C} = 0,7195$.

BŁĘDY PRZY POMIARACH ZUŻYCIA PALIWA .

- Błąd przy pomiarze mocy N_e dla pro- bierni wahadłowej nie przekracza zwykle 3 %.
- Błąd przy pomiarze czasu t_{sek} nie przekracza 1%. Jest tem mniejszy, im dłużej trwa pomiar.
- Błąd w określeniu objętości butli po- miarowej V^* nie przekracza zwykle 0,2%.
- Błąd w określeniu ciężaru właściwego paliwa nie przekracza zwykle 0,3%.

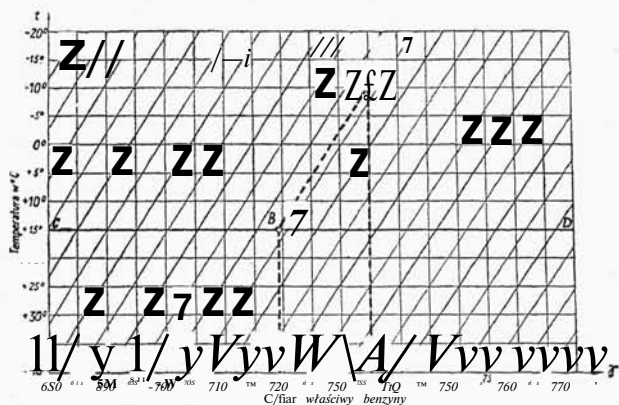
Ażeby znaleźć przybliżony błąd wypadko- wy, należy od algebraicznej sumy błędów w od- czytach objętości butli (V) i ciężaru właściwego (T) odjąć algebraiczną sumę błędów w określe- niu mocy (N_e) i czasu (t_{sek}) w ten sposób naj- większy możliwy błąd może wynosić: $A = 0,2\%$

+ 0,3% - (- 3% - 1%) = + 4,5%, co przy zużyciu paliwa 250 gr/ KM* godz. nie przekracza 11,25 gr/KM, godz.

XV. PRÓBY ODBIORCZE SILNIKÓW LOTNICZYCH NA PROBIERNIACH STAŁYCH

Próba odbiorcza silnika lotniczego na próbni polega na:

1. Dla każdego silnika;
 - a) pomiary mocy normalnej i maksymalnej przy odpowiedniej liczbie obr./min. silnika,



Rys. 55. Redukcja ciężaru właściwego benzyny do temperatury niornakiej: $t = +15^{\circ}\text{C}$.

- b) pomiarze zużycia paliwa w gr/KMe
i godz. dla tych mocy,
c) pomiarze zużycia smaru w gr/KMe
i godz. dla tych mocy,
d) sprawdzeniu właściwego działania silnika i akcesoryj.
2. Dla jednego silnika wybranego z pewnej serii: jak dla pkt 1, pod c i d oraz
e) wyznaczenia krzywych mocy pełnej i użytecznej,