MATERIAŁY DO PRAC KULTURALNO-OŚWIATOWYCH

Seria VII. Wiedza praktyczna
/technika, handel, rolnictwo, medycyna itp./

Nr. 6

Inż. Mieczysław Rzechuła

HISTORIA ROZWOJU LOTNICTWA

Cz. III-cia - Silniki

1943

Polska Y.M.C.A.

Materiały do prac kulturalno-oświatowych mają służyć pomocą w realizacji programu akcji kulturalno-oświatowej w Ogniskach Polskiej Y.M.C.A.

Nakreślone w nich luźno programy nie są bynajmniej niewzruszalnym szablonem, choćby z uwagi na to, że rozumnie prowadzona akcja o tym charakterze nie może być ujęta w żadne ścisłe, narzucone, ujednostajnione dla wszystkich środowisk, formy.

Załączone przy okazji zbiory poezyj i piosenek nie oznaczają bynajmniej, że tylko te czy też wszystkie one, powinny być w danej chwili recytowane czy śpiewane.

Referaty, ani co do ich formy, ani co do objętości, nie mają narzucać konieczności o d c z y t y w a n i a ich pełnej, niezmienionej treści.

Pragniemy przez rozsyłanie tych materiałów zastąpić choć w małej części tak poważnie dający się odczuwać brak książki polskiej, tego koniecznego źródła i narzędzia przy opracowywaniu tematów odczytów i pogadanek, pragniemy podsuwać jedynie myśli do dalszego ich rozpracowywania przez powołanych do pracy w terenie oświatowców.

Na ich to inteligencji, umiejętności prowadzenia pracy kulturalno-oświatowej, dobrym wyczuciu poziomu i potrzeb środowisk w których pracują, spoczywa ciężar przystosowywania i ram i treści, które jako materiał w zarysie od nas otrzymują.

W związku z tym, starać się będziemy zawsze :

a) aby materiały przez nas dostarczane były przede wszystkim raczej na poziomie nieco wyższym niż poziom środowisk, dla których w większości są one przeznaczone - łatwiej bowiem zawsze treść popularyzować niż poziom jej podnosić.

b) aby materiały były możliwie jak najobszerniejsze, tak aby można było z nich czerpać, wybierać i przerabiać w miarę faktycznych potrzeb środowiska, czasu, okoliczności i t.p.

Chcielibyśmy, aby w ten sposób, biorąc do ręki nasze materiały, nasi pracownicy oświatowi w terenie znaleźli w nich tę pożyteczną pomoc, którą dać im pragniemy.

Polska Y.M.C.A.

M A T E R I A Ł Y D O P R A C K U L T U R A L N O - O Ś W I A T O W Y C H

Seria VII. Wiedza Praktyczna (technika, handel, rolnictwo, medycyna itp.)

Nr 6. Historia Rozwoju Lotnictwa - Część III - Silniki

Inż. Mieczysław Rzechuła.

Spis rozdziałów.

Poza tekstem osiem tablic .

-----oooOooo-----

1942

Polska Y.M.C.A.

I. SILNIKI W LOTNICTWIE.

Obserwując wspaniały rozwój lotnictwa jaki się odbywa przed naszymi oczyma, stosunkowo mało poświęca się uwagi silnikom jakie są wbudowane w kadłuby samolotów. Przyczyniają się one w dużej mierze do tak podziwianych wyczynów w locie. Rozwój budowy silników, dokonany w ciągu ostatnich kilkunastu lat, jest nie tylko owocem wytężonej pracy umysłów konstruktorów pracujących w salach biur rysunkowych wielkich fabryk nowoczesnych. Przyczyniły się też do tego rozwoju mozolne prace w laboratoriach doświadczalnych fabryk i hut, produkujących materiały potrzebne do budowy silników. Również prace w laboratoriach chemicznych nad nowymi materiałami do napędu silników oraz nad udoskonaleniem materiałów, służących do ich smarowania, przyczyniły się też w dużej mierze do tego postępu.

Patrząc na silniki nowoczesnych samolotów, widzi się przy porównaniu ich z fotografiami lub modelami silników z przed lat kilkunastu, jak duży postęp dokonała ludzkość w ciągu tego krótkiego czasu. Rzuca się on w oczy nawet laikowi.

Silniki, stosowane w lotnictwie, były różnego rodzaju. Rozwijające się lotnictwo stosowało do swych modeli silniki najbardziej nadające się jakie się pojawiały na rynku światowym. Po wynalezieniu silnika parowego zastąpiono nim wysiłek rąk ludzkich, potrzebnych do wprawiania w ruch śmigieł zamocowanych na balonach (patrz Historia lotnictwa, Cz.I). Niedługo cieszył się jednak ten silnik parowy powodzeniem. Liczne katastrofy, spowodowane obecnością ognia, potrzebnego do jego pracy, obok nie bardzo szczelnych powłok balonowych, wypełnionych bardzo łatwym do zapalenia się wodorem, zmusiły konstruktorów do zamiany silnika parowego na silnik elektryczny z chwilą jego pojawienia się. Niebezpieczeństwo pożarów zostało z tą chwilą bardzo zmniejszone. Silnik elektryczny jednak znów miał inne duże wady. Do napędu jego trzeba mieć źródło energii elektrycznej zdolnej do jego uruchomienia. Źródłem energii silników elektrycznych zamontowanych na balonach, były baterie czyli zespoły złożone z szeregu akumulatorów. Akumulatory, posiadające zdolność gromadzenia pewnej ilości energii elektrycznej w zależności od ich wielkości, po nabiciu ich energią elektryczną w elektrowniach, załączone następnie do silników uruchamiały je w czasie lotu nagromadzoną uprzednio energią elektryczną i w ten sposób wprawiały w ruch śmigło. Dużą wadą tych wówczas stosowanych akumulatorów był ich znaczny ciężar, ponieważ płyty znajdujące się wewnątrz ich wykonywane były z ołowiu, metalu bardzo ciężkiego. Również zdolność nagromadzania energii elektrycznej była ograniczona wielkością tych płyt ołowianych i przeważnie pozwalała na przebywanie nie wielkich odległości. Wadą silnika elektrycznego jest jego ciężar stosunkowo duży nawet jeszcze w dzisiejszych czasach.

I tak normalną drogą postępu techniki silnik elektryczny ustąpił ...nów miejsca silnikowi spalinowemu lub jak inni go nazywają wybuchowemu. ...pierwszych latach swego pojawienia się zastosowane zostały one na po...ładach sterowców a na początku obecnego wieku również konstruktorzy sa...olotów skorzystali z ich zalet. Silniki ówczesne posiadały moce nie-

wielkie dochodzące do kilkunastu koni mechanicznych czyli były wielkości silników obecnych małych samochodów. Ciężar ich był też dość duży, jednak zaczął znacznie maleć w późniejszych modelach specjalnie opracowywanych na zastosowanie ich w lotnictwie. Moc silników w ciągu trzydziestu paru lat zaledwie skoczyła z mocy kilkunastu-konnej do mocy ponad 2000 KM, którą posiadają współczesne silniki lotnicze. Ażeby zrozumieć i poznać prace silnika spalinowego trzeba zaznajomić się z jego budową oraz częściami, z których się on składa.

II. CZĘSCI SILNIKA SPALINOWEGO.

(Tablica II i III)

Na rysunku obok zamieszczonym przedstawiony jest schematycznie przekrój silnika spalinowego czteroaktowego, która to nazwa będzie później wytłumaczona.

Silnik spalinowy więc powyższego typu składa się :

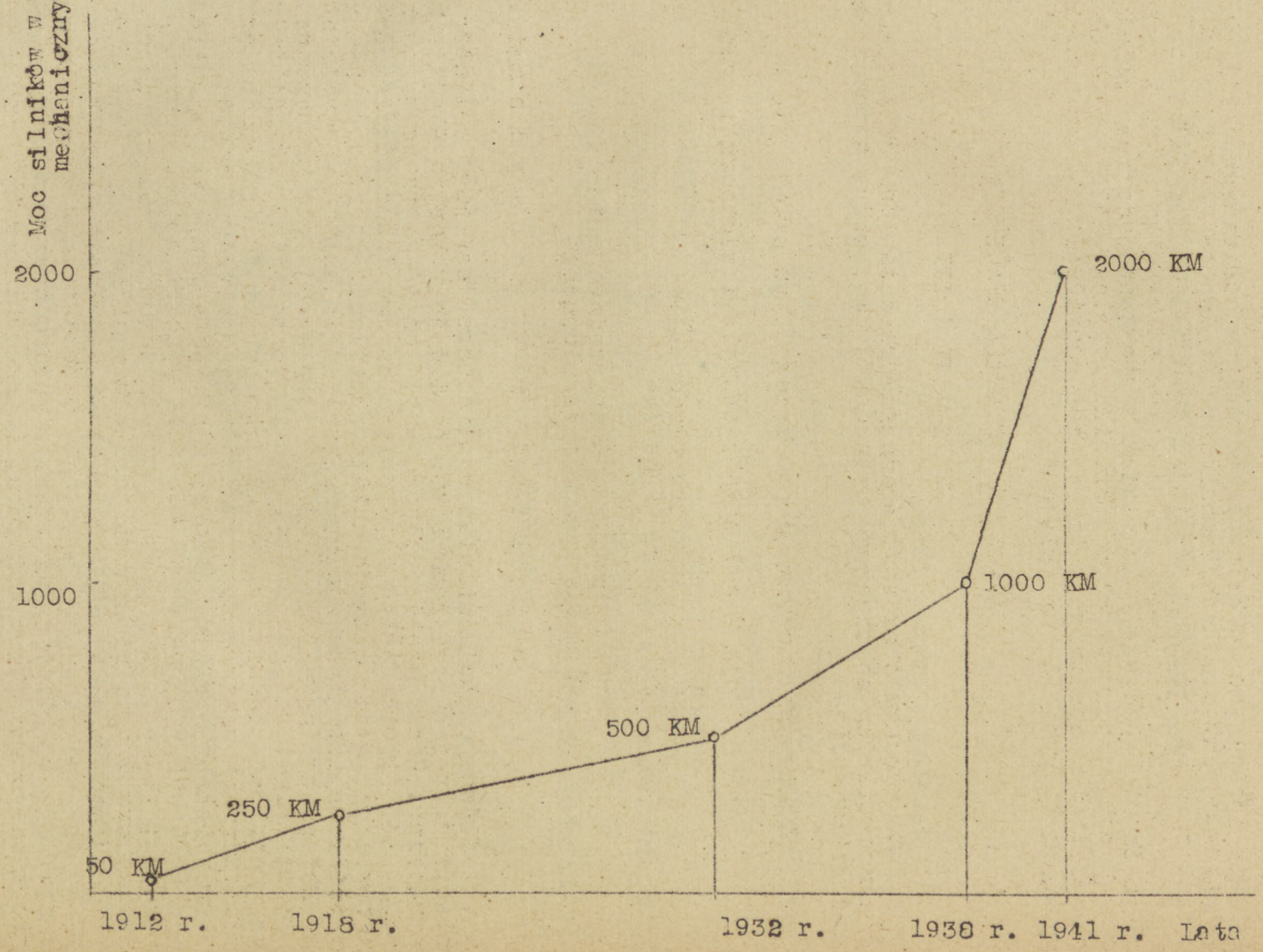
a) Z cylindra z wentylami wlotowym i wylotowym,
b) tłoku,
c) łącznika tłokowego,
d) wału korbowego,
e) kartoru ,
f) urządzenia rozrządczego i
g) urządzenia zasilającego

a. C y l i n d e r z w e n t y l a m i .

Główną częścią silnika spalinowego jest jego cylinder. Jest to walec z jednej strony zamknięty, posiadający bardzo gładkie ściany wewnętrzne. Górna część cylindra czyli część tworząca jego zamknięcie, nazywa się głowicą cylindra. Posiada on dwa lub cztery otwory okrągłe. Otwory te zasłonięte są normalnie wentylami, które posiadają specjalnie wykształcone sprężyny zdolne do utrzymania wentyla przy ścianie cylindra. Ściana cylindra jest w tym miejscu specjalnie precyzyjnie wyrobiona w formie t.zw. gniazda wentyla. Gniazdo to ściśle odpowiada swym kształtem wentylowi a w szczególności jego części dolnej, zwanej grzybkiem wentyla. Grzybek wentyla spoczywając w tym gnieździe i będąc jeszcze do niego przyciskany sprężyną, tworzy z nim połączenie tak szczelne, że ani mieszanka ani gaz spalinowy nie może przezeń uciec. Wentyle są dwóch rodzajów: jeden wentyl jest wentylem wlotowym czyli dopuszczającym lub zamykającym dopływ mieszanki, jaka służy do napędu silnika. Drugi wentyl zwany wylotowym służy do otwierania i zamykania wylotu przez który uchodzą do rur wydechowych a następnie w powietrze, gazy spalinowe, powstałe po spaleniu w cylindrze mieszanki. Bardzo często stosuje się po dwa wentyle każdego rodzaju w każdym cylindrze silnika czyli po dwa wentyle wlotowe i po dwa wylotowe. Daje się to w tym celu, ażeby zwiększyć przekrój wlotu i wylotu gazów do tego stopnia, żeby mogły one w dostatecznie wielkiej ilości przedostać się do cylindra lub ujść z niego z pewną szybkością, określoną jako najlepszą.

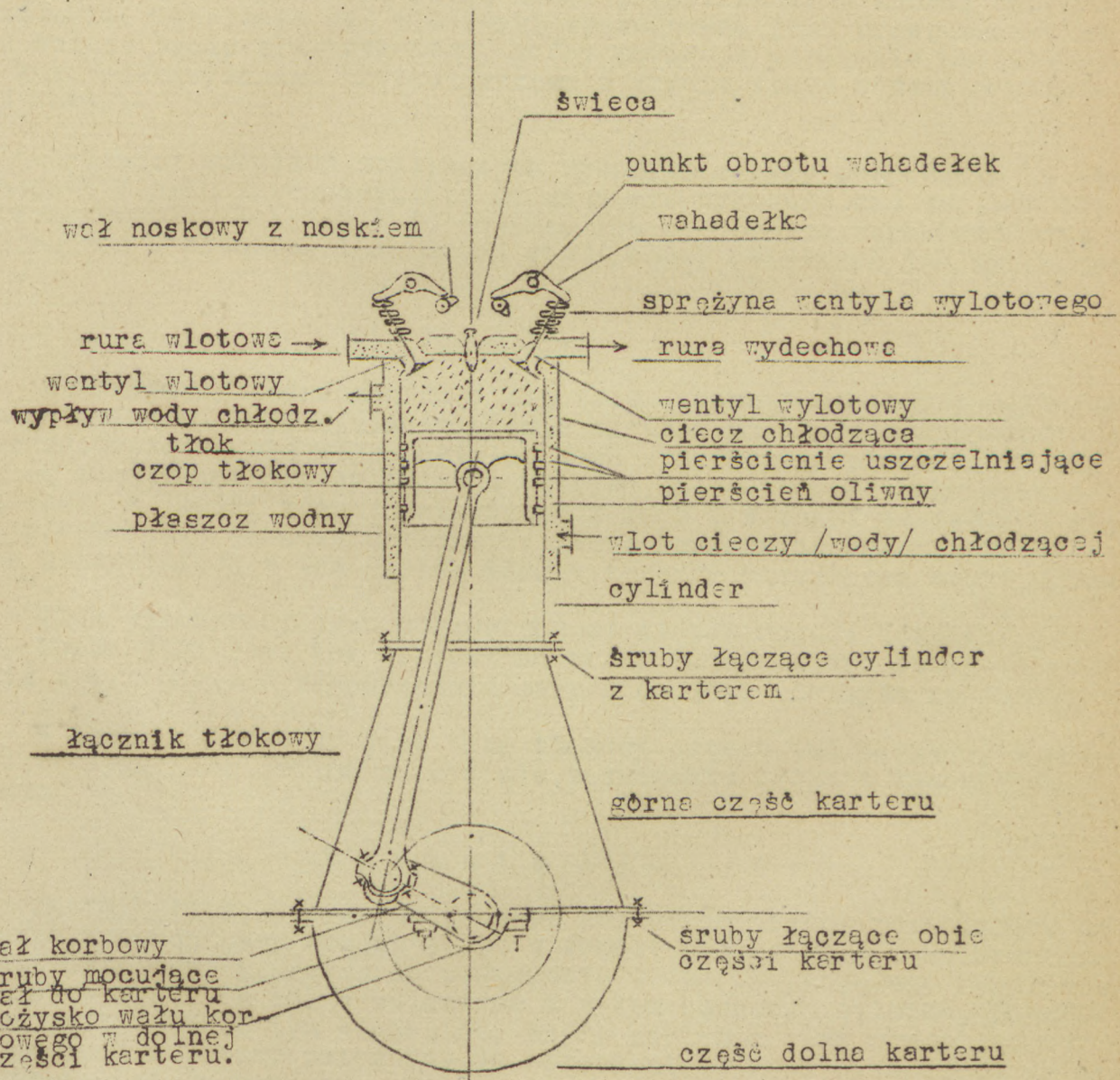
Wykres wzrostu mocy silników od roku 1912 do roku 1941 używanych w lotnictwie.

Tablica 4



Tablica II.

Schematyczny przekrój silnika spalinowego chłodzonego wodą.



Oznaczenie:

ciecz chłodząca cylinder

opuszczające gazy spalinowe cylinder

Uwaga. Na rysunku podano dwa wały noskowe dla przejrzystości rysunku.

W głowicy cylindra znajduje się również otwór gwintowany, w który wkręca się tak zwaną świecę elektryczną. Świeca elektryczna jest wykonana z materiałów izolacyjnych czyli nie przepuszczających prądu elektrycznego. Przez całą długość świecy przechodzą przewody metalowe, zakończone końcówkami, zwanymi elektrodami świecy. Po wkręceniu świecy do cylindra, elektrody te znajdują się w przestrzeni, w której następuje spalenie. Zapalenie się mieszanki spowodowane jest przepuszczeniem przez świecę prądu elektrycznego, który powoduje powstanie na elektrodach łuku elektrycznego krótkotrwałego w formie iskry w ściśle określonej chwili.

Cylindry silników spalinowych wykonywane były poprzednio ze stali, obecnie w celu zaoszczędzenia na ciężarze wykonuje się je jako odlewy z materiałów lekkich a do wnętrza ich po obróbce wprasowuje się tylko tuleje z wysokowartościowych stali, ażeby zwiększyć ich wytrzymałość.

b) T ł o k.

Wewnątrz cylindra znajduje się tłok, tworząc niejako drugie dno ruchome cylindra. W celu uszczelnienia tłoka t.zn. w celu uniemożliwienia przedostawania się mieszanki lub gazu spalinowego przez szczeliny jakie są między ścianką cylindra a tłokiem, na obwodzie tłoka wykonane są rowki w ilości różnej przeważnie 3 do 5. W rowki te zakłada się t.zw. pierścienie tłokowe sprężyste, które napierając na ścianki cylindra uszczelniają w ten sposób tłok a zarazem przestrzeń w cylindrze.

Tłok wykonywany jest całkowicie ze stopów metali lekkich, jako odlew. Forma jego jest tak opracowana przez konstruktora, ażeby dobrze chodził w cylindrze a równocześnie żeby waga jego nie była za duża.

W tłoku zamocowany jest czop tłokowy często też nazywany sworzniem tłokowym. Czop ten ma za zadanie połączenie tłoka z łącznikiem tłokowym.

c) Ł ą c z n i k t ł o k o w y.

Łącznik tłokowy przypomina swym kształtem drążek, posiadający na obu swych końcach uszy, wykształcone w formie pierścieni, z których jeden jest dzielony. Służy on do połączenia tłoka, odbywającego ruch prostolinijny w górę i w dół w cylindrze z wałem korbowym silnika. Łącznik tłokowy jest właśnie tym elementem, który zamienia ruch prostoliniowy tłoka na ruch obrotowy, potrzebny do wprawienia w ruch osadzonego na wale korbowym śmigła samolotu. Wykonywany on jest z materiałów o dużej wytrzymałości, przeważnie ze stali z dodatkiem pewnych pierwiastków chemicznych podnoszących jej wytrzymałość.

d) W a ł k o r b o w y.

Mieszanka spalinowa w czasie spalenia wykonuje pewną pracę, widoczną jako przesuwanie tłoka. Praca ta jest uzależniona od warunków

w jakich się spalanie odbywa, od składu mieszanki, od materiałów wchodzących w jej skład oraz od wielu, wielu jeszcze innych czynników. Dzięki elementom pośredniczącym jak tłok i łącznik jego, praca ta przenosi się na wał korbowy, na którym osadzone jest śmigło. Obracając się wał zmusza do obrotu śmigło i dzięki temu powstaje siła t.zw. siła ciągu śmigła potrzebna do lotu samolotu.

Wał korbowy osadzony jest na czopach czyli częściach swoich cylindrycznych w łożyskach doskonale dopasowanych do nich ze względu na ciężką i odpowiedzialną ich pracę. Łożyska wału korbowego znajdują się w karterze silnika, który niejako zespala wszystkie części razem i można powiedzieć tworzy fundament jego. Wał korbowy posiada pewną ilość wykorbień w zależności od ilości cylindrów. N.p. wał silnika jednocylindrowego będzie posiadać tylko jedno wykorbienie, a wał 6-cio cylindrowego sześć wykorbień itd. Reguła ta odnosi się tylko do silników, których cylindry są ustawione jeden za drugim, ponieważ przy systemie n.p. ustawienia cylindrów w gwiazdę ilość wykorbień jest inna i wynosi dla pojedyńczej gwiazdy jedno wykorbienie a dla podwójnej tylko dwa, mimo że ilość cylindrów w pierwszym wypadku może wynosić 9 cylindrów, zaś w drugim 18. Do sprawy tej wrócimy przy omawianiu, w częściach dalszych budowy silników gwiaździstych.

Wał korbowy wykonany jest z najlepszych gatunków wysokowartościowych stali jakimi współczesna technika dysponuje. Obróbka ich jest bardzo precyzyjna z dokładnościami przewyższającymi 1/1000 mm. Dokładność ta wymaga specjalnych maszyn obróbczych, narzędzi oraz przyrządów sprawdzających czy wał po obróbce ściśle odpowiada swymi wymiarami rysunkom konstruktora.

c) K a r t e r.

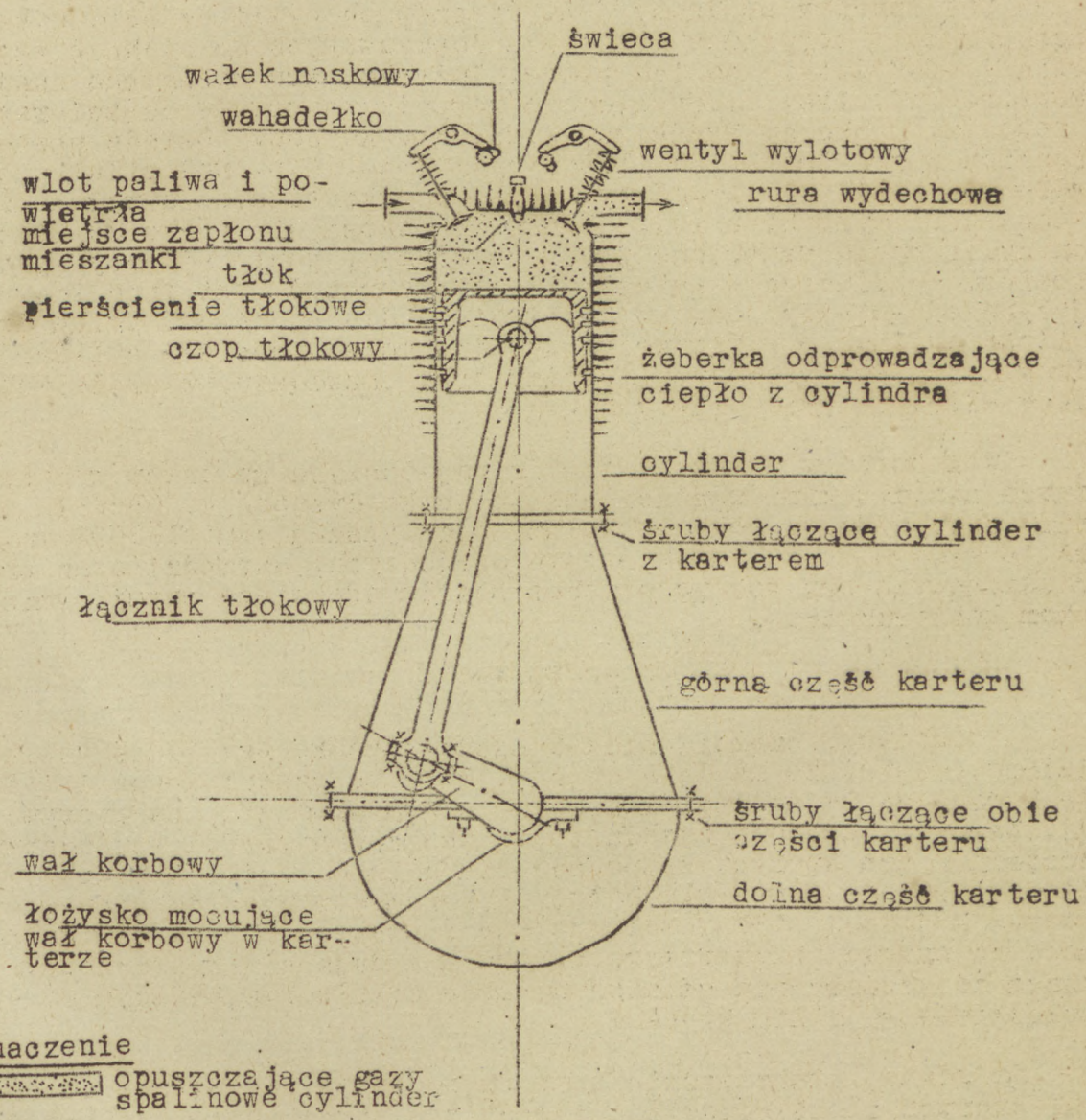
Podstawową częścią silnika jest jego karter. Jest to skrzynka dzielona przeważnie na dwie części. Obie te części górna i dolna są ześrubowane razem szeregiem śrub na całym obwodzie, na którym się stykają. Wewnątrz karteru znajduje się wał korbowy. Wał ten uchwycony jest w łożyska w ten sposób, że po zdjęciu dolnej części karteru wał pozostaje zawieszony na panewkach łożysk, przymocowanych do górnej części karteru. Z jednej strony wał wystaje z karteru, by na nim można było zamocować śmigło. Na karterze z boku znajdują się wystające części, służące do zawieszenia silnika na żożu silnikowym, będącym na samolocie i połączenia go z nim śrubami.

Na górnej płaszczyźnie karteru znajduje się szereg otworów kolistych, których ilość odpowiada ilości cylindrów, jakie posiada dany silnik. Na obwodzie każdego otworu znajduje się szereg śrub kołkowych, służących do przymocowania cylindrów do karteru. Otwory w karterze pozwalają na połączenie tłoka, znajdującego się w cylindrze, z wałem korbowym przy pomocy łącznika.

Dolna część karteru napełniona jest pewną ilością smaru, który

Tablica III.

Schematyczny przekrój silnika spalinowego chłodzonego powietrzem.



Uwaga. Na rysunku podano dwa wały noskowe dla przejrzystości rysunku.

ścieka w czasie pracy silnika z części ruchomych jego, jak wału, łącznika i tłoka, do których dochodzi on specjalnymi kanałami pod ciśnieniem w celu pokonania oporów napotykanych na tej drodze. Ciśnienie smaru wywołane jest przy pomocy pompki smarowniczej, włączonej w obwód tych kanałów przetłaczających smar. Obieg smaru jest zamknięty czyli pompka smarownicza wypompowuje smar z dolnej części karteru i wtłacza go do przewodów. Smar przeciśnąwszy się przez szczeliny, spotykane na swej drodze, wydostaje się w pewnej ilości na zewnątrz obiegu i ścieka następnie on na dno karteru. Ponieważ w czasie swej drogi smar zostaje zanieczyszczony a częściowo nawet spalony na gorących częściach silnika, w obieg jego włączone są filtry, przez które przechodząc, oczyszcza się. Smar nie tylko spełnia rolę smarowania części, lecz również, stykając się z częściami nagrzanymi wskutek tarcia się powierzchni styku części pracujących, odprowadza z nich ciepło. Również wał korbowy rozbryzguje smar na dno tłoka w czasie swego obrotu i w ten sposób częściowo go ochładza. Wskutek tych czynności chłodniczych, smar po swym obiegu w silniku jest bardzo nagrzany. Przed wprowadzeniem go ponownym do kanalików smarowniczych należy smar ochłodzić. Odbywa się to w chłodnicy smaru. Pompka względnie pompki oliwne, ponieważ normalnie stosuje się ich dwie, wbudowane są w dolną część karteru. Również w karterze wbudowane są korpusy filtrów oczyszczających smar.

f) U r z ą d z e n i a r o z r z ą d c z e.

W celu umożliwienia pracy silnika muszą wentyle wlotowe i wylotowe otwierać się i zamykać ściśle w pewnych okresach, regulując przez to przepływ mieszanki lub gazu spalinowego. Jest to warunek konieczny do dobrej pracy silnika. Jeżeli się zważy, że otwieranie się wentyla, przepuszczenie mieszanki oraz ponowne zamknięcie się jego odbywa się w czasie nie wiele dłuższym od 1/100 sekundy, to wtedy dopiero można sobie uświadomić jak precyzyjny musi być ruch wentyli. Ruch ten uzależniony jest od położenia tłoka w cylindrze, a więc też od położenia wału korbowego t.zn., że przy pewnym położeniu tłoka muszą być zamknięte oba wentyle a znów przy ruchu tłoka wzdłuż pewnej drogi w cylindrze musi być jeden z tych wentyli otwarty a drugi zamknięty aż do pewnego momentu, w którym znów owe położenia się zmienią czyli pierwszy poprzednio otwarty przymknie swe gniazdo wentylowe a drugi otworzy je. Ażeby te ruchy się odbywały ściśle muszą być one regulowane. Regulacja ich odbywa się automatycznie przy pomocy szeregu elementów pośredniczących.

Całość urządzenia otrzymuje napęd z wału silnika. W tym celu na wale korbowym są zamocowane koła zębate zazębiające się z kołami zębatymi umieszczonymi na drugim wałku pośrednio lub bezpośrednio t.zn. przy pomocy jeszcze jednego wałka czy bez jego pomocy. Na tym drugim wałku tak napędzanym, a którego ilość obrotów jest o połowę mniejsza od ilości obrotów wału korbowego, znajdują się t.zw. noski przedstawione na Tablicy II i III. Noski te, obracając się razem z wałkiem za pomocą przylegających do nich dźwigienek w pewnych momentach napierają na wystającą część wentyla z cylindra. Nosek napierając na dźwigienkę dzięki swej wystającej części, podnosi ją a drugim jej końcem wtłacza

wentyl do środka cylindra powodując tym samym jego otwarcie. Od kształtu jego zależy więc czy otwarcie będzie dłuższe czy krótsze, raptowne czy wolne będzie podnoszenie się czy opuszczanie wentyla. Ilość nosków jest taka jaka jest ilość wentyli czyli do każdego wentyla przynależy jeden nosek regulujący ruch jego. Wał posiadający powyżej wspomniane noski wzdłuż swojej rozpiętości nazywa się wałem noskowym.

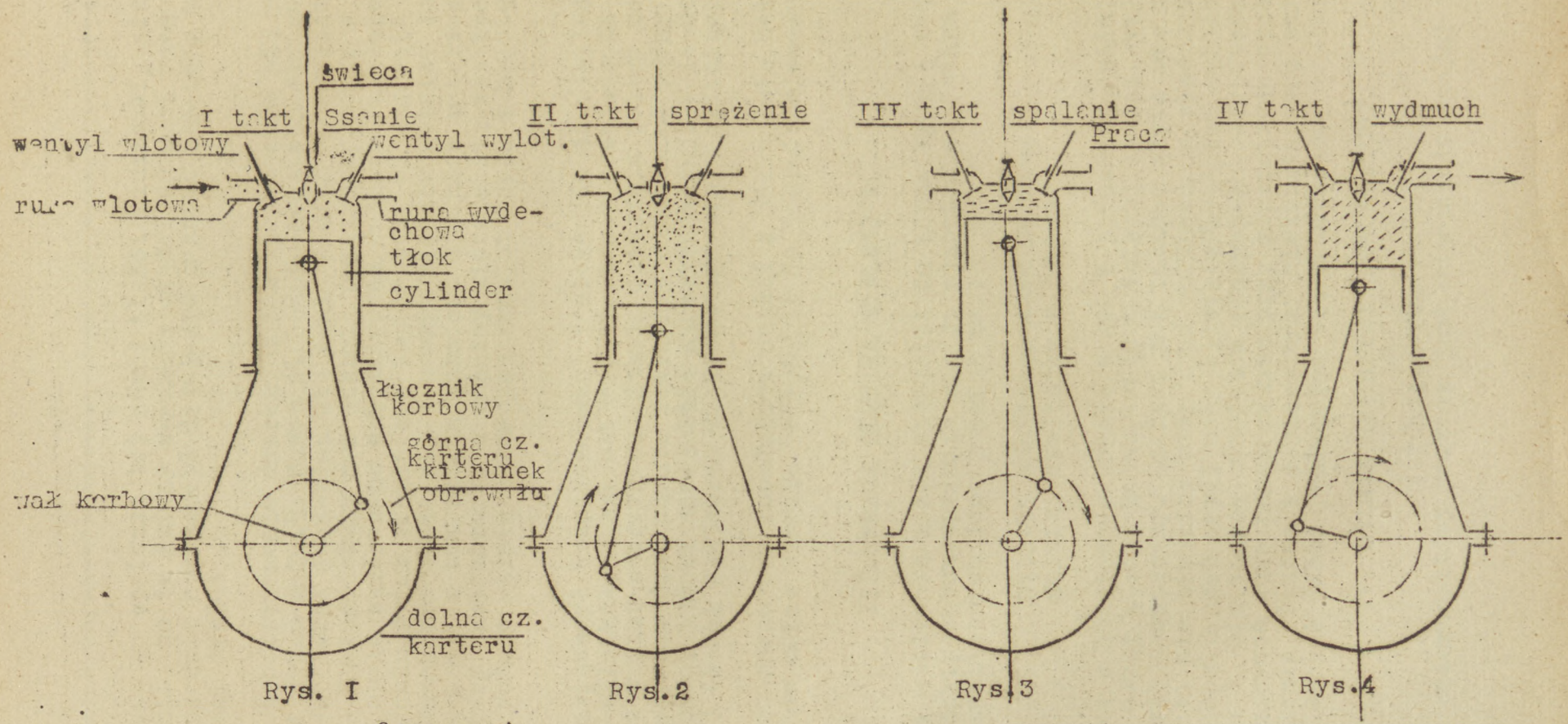
g) U r z ą d z e n i a z a s i l a j ą c e.

W celu uruchomienia silnika należy do przestrzeni w cylindrze w pewnym momencie umożliwić zassanie mieszanki. Mieszanką nazywamy przygotowany odpowiednio materiał pędny silnika. Do napędu silników spalinowych w lotnictwie przeważnie używa się specjalnych mieszanek i materiałów palnych, dawniej stosowano czystą benzynę. Ażeby spalić jakiś materiał trzeba mieć pewną ilość tlenu, gazu niezbędnie potrzebnego do palenia. Ponieważ normalnie nie rozporządza się czystym tlenem lecz otaczającym nas powietrzem zawierającym około 21 % czystego tlenu, trzeba więc uprzystępnić dopływ większej ilości powietrza żeby zawarty tlen w tej objętości wystarczył do palenia. Ażeby dobrze spalić materiał trzeba paleniu zapewnić takie warunki aby tlen czy powietrze zawierającego, miało dostęp do każdej cząstki spalanego materiału. Ponieważ w cylindrze w bardzo krótkim czasie, bo w setnych częściach sekundy ma się spalić pewna ilość mieszanki trzeba więc stworzyć jak najlepsze ku temu warunki. Pierwszym warunkiem jest dostarczenie mieszance ani nie za małej, ani nie za wielkiej ilości powietrza. Drugim warunkiem jest odpowiednie przygotowanie mieszanki i powietrza przed momentem spalenia. Trzeba poprostu wymieszać mieszankę z tym powietrzem tak ażeby każda cząsteczka mieszanki była w strefie powietrza potrzebnego do jej spalenia. Odbywa się to przez rozdrobnienie mieszanki, -płynu, w drobniutkie kropelki w pewnej ilości powietrza, tak dalece żeby tlen w momencie spalania mógł się połączyć z każdą cząsteczką spalaną. Oprócz tych warunków jest jeszcze szereg innych, które umożliwiają dobre spalanie mieszanki, przez co podwyższają wartość silnika, jednak ze względu na ograniczony zakres referatu nie będą one tu wymieniane.

Przygotowanie mieszanki odbywa się w przyrządzie pomocniczym silnika t.zw. gaźniku. Znany jest powszechnie rozpylacz, którym rozpyla się n.p. wodę kolońską, otóż we flaszce tkwi cienka rureczka. Jeden jej koniec jest zanurzony w płynie, drugi zaś wystaje na zewnątrz flaszki. Jeżeli ten drugi koniec wolny rurki znajdzie się w strumieniu silnym powietrza płynącego prostopadle do niej, to można zauważyć podniesienie się poziomu cieczy w rurce a następnie nawet ujście na zewnątrz, gdzie strumienie powietrza rozpylają ciecz w drobne kropelki. Na tej zasadzie polega działanie gaźników. Strumień powietrza zasysany przez tłok podczas jego ruchu w dół powoduje rozpylanie się wypływającej mieszanki z cienkiej rurki. Mieszanka rozpyla się i do cylindra nie dochodzi już czyste powietrze lecz z zawieszonymi w nim kropelkami materiału pędnego. Gaźnik jest jedną z najdelikatniejszych części silnika, zawiera cały szereg urządzeń umożliwiających jego dobre działanie w najrozmaitszych warunkach jak np. w czasie lotów na rozmaitych wysokościach gdzie skład powietrza jest inny (zawartość tlenu maleje czyli trzeba

Tablica IV.

Schematyczne przedstawienie pracy silnika 4-ro taktowego



Rys. I Rys. 2 Rys. 3 Rys. 4

Oznaczenie

świeża mieszanka paliwowa z powietrzem

sprężona " " "

spalona " " "

gaz spalinowy

więcej powietrza do spalenia tej samej ilości mieszanki, niż na powierzchni ziemi), na te zmiany warunków częściowo musi reagować gaźnik. Chcąc dokładnie rozpatrzyć działanie gaźnika trzebaby mu poświęcić osobny długi wykład.

W celu zabezpieczenia dobrego działania stosuje się przeważnie więcej aniżeli jeden gaźnik. Dużym niebezpieczeństwem dla gaźników są ich pożary spowodowane dostaniem się ognia w sferę rozpylonego materiału pędnego. Dlatego ażeby móc stłumić powstający pożar w zarodku, na gaźniki są stale skierowane automatyczne gaśnice działające w ten sposób, że w razie podniesienia się temperatury w otoczeniu gaźnika ponad pewną normę, przetapia się w pewnym miejscu gaśnicy łatwo płynny metal i uruchamia w ten sposób gaśnice. Strumień materiału dławiącego ogień, który jest zawarty w gaśnicy kieruje się wówczas w stronę gaźników i ratuje silnik a zarazem samolot razem z pilotem od zniszczenia.

Ażeby zwiększyć bezpieczeństwo i niezawodność zasilania materiałem pędnym silników, konstruktorzy niemieccy zastosowali do pewnych typów silników pompki wstrzykowe. Zasada działania polega na tym, że do cylindra zasypane jest czyste powietrze a materiał pędny jest wstrzykiwany przy pomocy pompki specjalnie skonstruowanej, w ilości ściśle odpowiadającej ilości powietrza znajdującego się w cylindrze.

Tak więc poznawszy zasadnicze części z jakich się każdy silnik spalinowy składa można obecnie przystąpić do dokładniejszego poznania jego pracy.

III. PRACA SILNIKA SPALINOWEGO.

Silniki spalinowe można podzielić na różne typy i rodzaje w zależności pod jakim kątem widzenia się je rozpatruje. Jednym z podziałów silników spalinowych jest podział na :

Silniki spalinowe 4-ro taktowe
Silniki spalinowe 2-taktowe

Ponieważ w lotnictwie prawie w 100 % przeważają silniki pierwszego rodzaju czyli 4-ro taktowe, więc w dalszej części wykład przeważnie im będzie poświęcony. Silniki 2-u taktowe używa się w lotnictwie jako silniki nie wielkiej mocy , bo obliczające się z siłą około kilkunastu koni mechanicznych czyli mocy silników średnich automobilowych. Stosuje się je do nie dużych samolotów zwanych motoszybowcami, na których można przebywać duże przestrzenie przy korzystnych prądach powietrznych bez działania silnika i dopiero przy niekorzystnych warunkach atmosferycznych lecieć dalej posługując się silnikiem.

IV. SILNIK SPALINOWY 4-RO TAKTOWY.

(Tablica IV.)

Silnik czterotaktowy nazwany jest od rodzaju swojej pracy. Naz-

wa ta wywodzi się z tego, że co czwarty ruch tłoka następuje okres jego pracy.

Jak już poniżej było podane, tłok porusza się w cylindrze raz do góry, drugi raz w dół. Ruch tłoka od najwyższego punktu w cylindrze, na jaki się on może wznieść, zwany górnym martwym punktem, do najniższego punktu zwanego dolnym martwym punktem, nazywamy jednym taktem pracy silnika t.zn., że przy obrocie wału korbowego o kąt 360° następuje opuszczenie się tłoka w dół oraz podniesienie się do swego pierwotnego położenia górnego dzięki połączeniu, jakie daje łącznik tłokowy. Silnik więc w tym czasie wykonuje dwa takty.

Ażeby dobrze zrozumieć pracę silnika trzeba rozpatrzyć kolejno wszystkie cztery takty i zanalizować co się przy każdym z nich dzieje.

a) P i e r w s z y t a k t p r a c y.

(Tablica IV. rys. I.)

Tłok silnika ze swojego górnego położenia w martwym punkcie opuszcza się w dół. Powietrze zawarte w niewielkiej ilości między dnem tłoka a głowicą cylindra czyli zawarte w t.zw. przestrzeni szkodliwej rozprężą się, ponieważ ilość jego narazie się nie zwiększa, a objętość cylindra rośnie w miarę posuwania się tłoka w dół. Zmniejsza się wówczas ciśnienie poniżej ciśnienia atmosferycznego, jakie panuje koło nas i powstaje wskutek tego pewna różnica ciśnienia. W pewnej chwili otwiera się wentyl wlotowy. Wskutek powstałej różnicy ciśnień następuje wlot mieszanki pomieszanej już z odpowiednią ilością powietrza w gaźniku, do cylindra. Wlot ten odbywa się w czasie całego suwu tłoka w dół i teoretycznie w chwili zmiany kierunku tłoka t.zn. kiedy tłok przechodzi dolny martwy punkt i zaczyna się kierować w górę zamyka się wentyl wlotowy i kończy się suw pierwszy zwany suwem ssania.

b) D r u g i t a k t s p r ę ż e n i a.

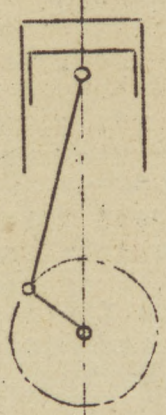
(Tablica IV. rys. 2.)

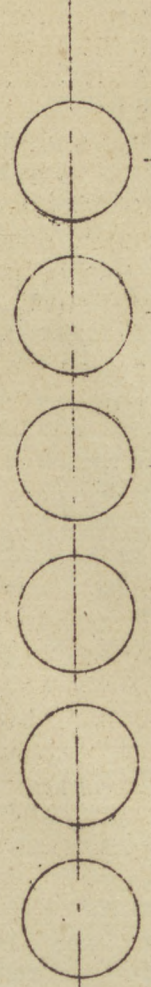
Mieszanina materiału paliwowego i powietrza nagromadzona w przestrzeni zawartej w cylindrze nad tłokiem, znajduje się w dokładnie uszczelnionej komorze bez możliwości ujścia z niej. Tłok podnosi się w górę po przejściu swego martwego dolnego punktu. Powoduje to zmniejszanie się objętości komory cylindra a ilość gazu pozostaje niezmieniona czyli następuje wzrost ciśnienia, gaz się więc sprężą aż do objętości minimalnej komory cylindra t.zn. objętości jaką tworzy cylinder z tłokiem, znajdującym się w górnym jego punkcie martwym. W czasie więc ruchu tłoka do góry w cylindrze następuje sprężenie się gazu i stąd nazywa się ten takt, taktem sprężenia.

Tablica V.

Kolejność zapłonów dla różnych typów silników.

Silnik 6-cio cylindrowy rzędowy

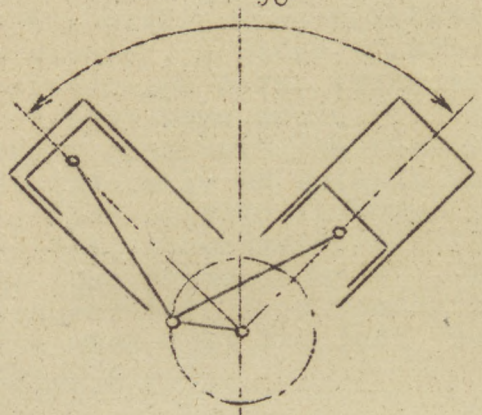


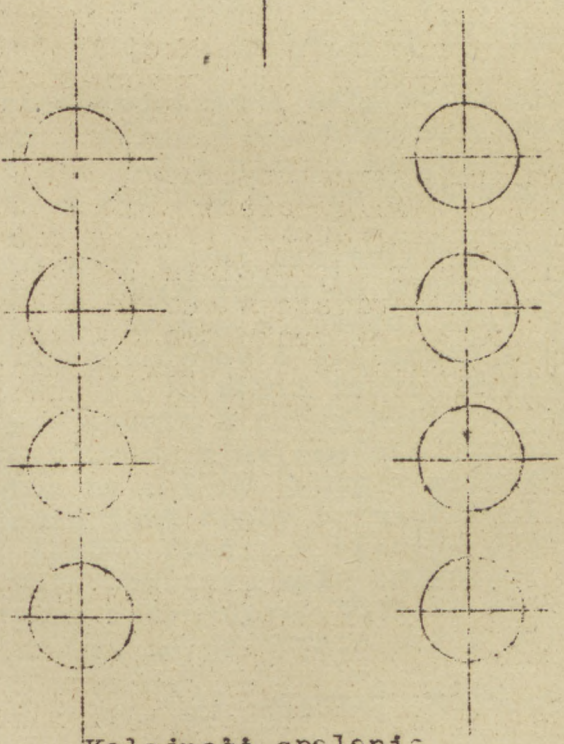


Kolejność spalania:
1-5-3-6-2-4

Fig.1

Silnik 8-mio cylindrowy

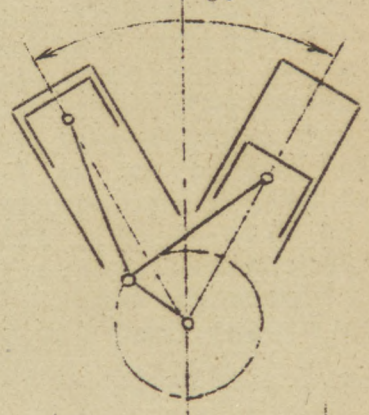


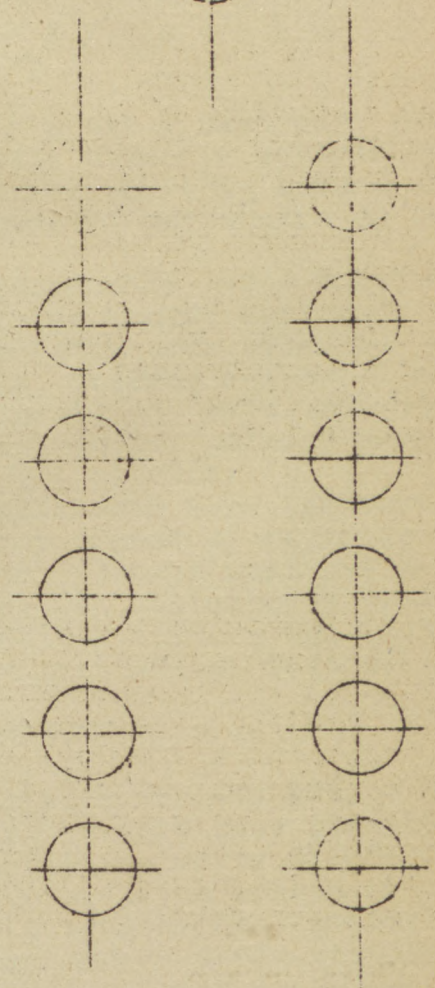


Kolejność spalania
1-5-3-7-4-8-2-6

Fig.2

Silnik 12-to cylindrowy





Kolejność spalania:
1-7-5-11-3-9-6-12-2-8-4-10

Fig.3

c) T r z e c i t a k t s p a l a n i a

c z y l i t a k t p r a c y.
(Tablica IV. rys.3.)

Z chwilą mijania górnego punktu martwego przez tłok następuje zapłon czyli iskra elektryczna przelatuje między elektrodami świecy, umieszczonej w głowicy, a które to końcówki elektrod umieszczone są w przestrzeni sprężonego gazu. Iskra ta powoduje zapalenie się gazu. Spalając się gaz powiększa swoją objętość bardzo znacznie; powoduje to raptowny wzrost ciśnienia jak również wzrost temperatury. Gaz spalinowy wywołuje duże siły na ścianki cylindra i na dno tłoku. Ponieważ tłok jest jedyną częścią ruchomą, którą gaz spalinowy może przesuwać, więc w czasie opuszczania się tłoku w dół siła ta cały czas działa na niego. Gaz rozprężając się, wykonuje pracę, przesuwając tłok w dół a równocześnie przy pomocy łącznika tłokowego uruchamia wał korbowy. Tak więc fakt ten jest jedynym z czterech taktów silnika, taktem pracy .

d) C z w a r t y t a k t w y d m u c h u.
(Tablica IV. Rys. 4)

Tłok przechodzi znów swój dolny martwy punkt i następuje posuwanie się jego w górę. W momencie tym następuje otwarcie wentyla wylotowego. Gaz znajdując ujście kieruje się przez powstałą szparę pomiędzy grzybkiem wentyla a jego gniazdem i uchodzi nazewnątrz do rur wydechowych .

Ruch do góry tłoka przyśpiesza też opuszczanie gazów spalinowych. W chwili dojścia tłoka do górnego martwego punktu następuje zamknięcie się wentyla wylotowego. Jest to ostatni takt wydmuchu.

Tak więc przedstawia się praca silnika, opisana możliwie jak najprościej. Po tym ostatnim takcie wydechu następuje znów takt pierwszy cyklu t.zn. ssania a potem następne, w kolejności podanej powyżej i co cztery takty zjawiska się powtarzają w silniku.

Tak więc na cztery takty w silniku spalinowym 4-ro taktowym jest tylko jeden takt pracy t.zn. III-ci. Trzy pozostałe są taktami nie dającymi żadnej pracy. W silniku jedno-cylindrowym musi być zamocowane na wale korbowym koło zamachowe o ścisle obliczonych wymiarach t.zn. wadze i średnicy. Koło to nagromadza w sobie pewną ilość energii, potrzebną na przebycie przez silnik tych trzech taktów.

V. SILNIKI WIELOCYLINDROWE .

Moc silników można powiększyć, zwiększając wymiary ich, a głównie wymiary ich cylindrów. Jest to sposób zwiększania mocy silnika bardzo nieekonomiczny a w zastosowaniu do lotnictwa wręcz niemożliwy, gdzie chodzi równocześnie o budowę silników o wielkich mocach dochodzących obecnie do 2000 koni mechanicznych, a równocześnie chodzi o niewielkie wymiary silnika ze względu na duże opory, jakie stawia on w czasie lotu, jak również o jaknajmniejszy jego ciężar .

Budowa silników, odpowiadających powyższym warunkom t.zn.

1. Duża moc
2. niewielkie wymiary
3. minimalna waga

poszła w innym kierunku. Silnik bowoczesny posiada szereg cylindrów, tłoków i innych elementów, które są jednak połączone na wspólnym karterze. Praca więc poszczególnych cylindrów skupia się na jeden wał. Odpada więc duża ilość elementów wspólnych i przez co ciężar się znacznie zmniejsza. Takty pracy w ten sposób się ustala dla poszczególnych cylindrów, że gdy n.p. w jednym następuje takt pracy, to w drugim następuje takt ssania a w trzecim wydmuch itd. Odpada więc przy tych kombinacjach stosowanie koła zamachowego, elementu posiadającego znaczną wagę w stosunku do całkowitego ciężaru silnika.

Sposoby łączenia poszczególnych cylindrów w jeden silnik są różne. Rozróżniamy więc :

1) Silniki I-no rzędowe
2) " II-u rzędowe
3) " III-rzędowe
4) " ułożone w literę H
5) " gwiaździste

a) S i l n i k i j e d n o - r z ę d o w e .

(Tablica V. fig. I.)

Silniki tego typu budowane są w ten sposób, że cylindry ułożone są jeden za drugim w jednym rzędzie na karterze czyli powierzchnia czołowa silnika odpowiada jak gdyby jednemu silnikowi, stojącemu na przodzie. Pod cylindrami umieszczony jest wał korbowy. Ilość cylindrów waha się od 2-ch do 8-miu t.zn. spotyka się silniki 2-u, 4-ro, 6-cio i 8-mio cylindrowe. Kolejność zapłonów dla tego rodzaju silników podana jest na tabeli V. fig.1.

W lotnictwie słabosilnikowym stosowane są motory 2-u cylindrowe. Normalnie jednak spotyka się przeważnie w lotnictwie silniki rzędowe 4-ro lub 6-cio cylindrowe. Moc takich silników waha się przeważnie od 100 do 300 koni mechanicznych . Stosowane są one przeważnie do niewielkich samolotów szkolnych lub sportowych .

b) S i l n i k i d w u r z ę d o w e .

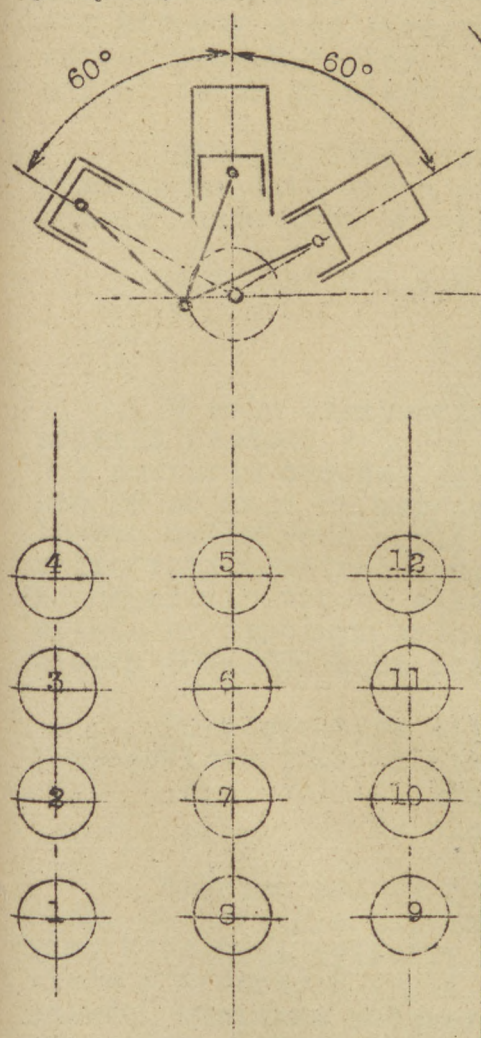
(Tablica V. fig. 2 i 3.)

Przy dalszym powiększaniu mocy silnika trudno jest stosować powiększenie ilości cylindrów ustalając kilkanaście w jeden rząd. Silnik wydłużyłby się bardzo i spowodowałoby to różne trudności konstrukcyjne. Powiększanie mocy silników powoduje się, łącząc silniki rzędowe ze sobą w dwa szeregi, jednak nie osobno na dwóch wałach korbo-

Tablica VI.

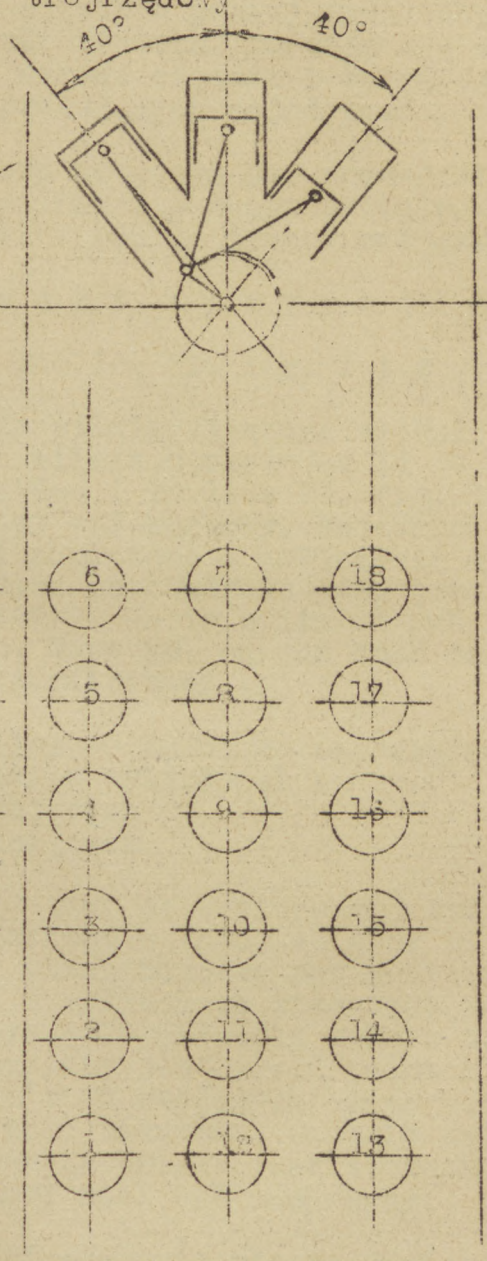
Kolejność zapłonów dla różnych typów silników.

Silnik 12-to cylindrowy trójrzędowy



Kolejność zapłonów
5-9-3-7-11-4-8-12-2-6-10
Fig. I

Silnik 18-to cylindrowy trójrzędowy



Kolejność zapłonów
1-7-5-11-3-6-12-2-8-4-10
Fig. 2

Silnik 24-ro cylindrowy typu H.

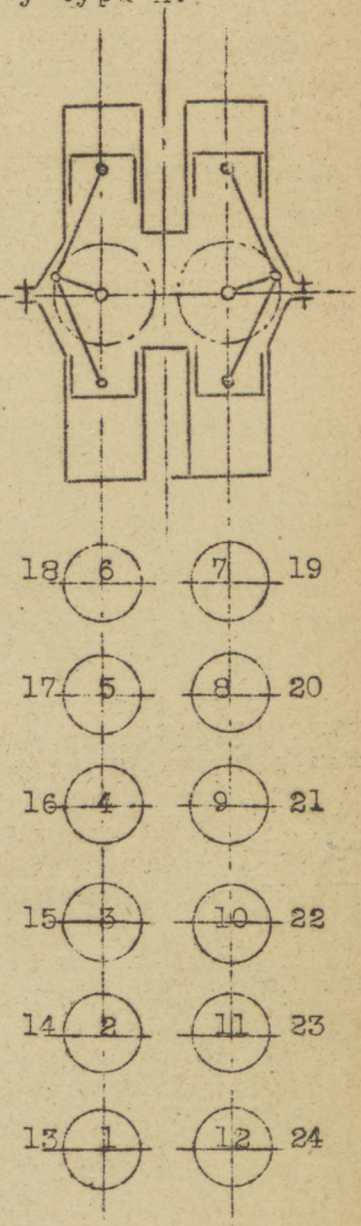


Fig. 3

wych ,lecz na jednym wspólnym, pochylając tylko silniki (t.zn. ich cylindry) obu rzędów w stosunku do siebie o pewien kąt .

Daje to podwojenie mocy silnika a powierzchnia czołowa jest mniejsza aniżeli dwóch silników pracujących oddzielnie. Odpada jeden wał korbowy oraz skrzynka karteru. Dostaje się więc w tej kombinacji wzrost mocy 2-krotny a wzrost ciężaru i oporu czołowego znacznie mniejszy od dwóch silników pracujących pojedyńczo .

Silniki dwurzędowe budowane są, przeważnie 12-to cylindrowe, jako połączenie dwóch silników - 6-cio cylindrowych. Kolejność zapłonów dla tego typu silników podana jest w załączonej tablicy V.fig.2 i 3.

c) S i l n i k i t r z y r z ę d o w e .

(Tablica VI. fig. 1 i 2 .)

W celu otrzymania silnika jeszcze większej mocy łączy się trzy silniki rzędowe w jeden silnik,nachylając je do siebie w ten sposób, jak pokazują odnośne szkice (Tablica VI. fig. 1 i 2.). Wszystkie cylindry pracują na wspólny wał korbowy. Budowane one są jako silniki 12-sto cylindrowe czyli zbudowane z połączenia trzech silników 4-ro cylindrowych, umieszczonych obok siebie oraz jako 18-sto cylindrowe z połączenia trzech silników 6-cio cylindrowych rzędowych razem obok siebie na wspólnym wale. Moce ich są już dość duże,obracają się w granicach 800-1200 koni mechanicznych .

Powyższe typy silników budowane są jeszcze w dwóch rodzajach a mianowicie jako silniki o cylindrach :

1. stojących
2. wiszących

Różnica polega na tym, że w pierwszej kategorii silników stojących, na karterze umieszczone są stojące obok siebie cylindry. W drugiej kategorii cylindry wiszą niejako pod karterem. Zastosowanie silników odwróconych czyli o cylindrach wiszących,ma jedną bardzo dużą zaletę, ponieważ zwiększa pole widzenia pilota t.zn. w samolocie gdzie przeważnie silnik umieszczony jest przed pilotem wystające do góry cylindry w silniku o cylindrach stojących, zasłaniają widok pilotowi i zmniejszają jego t.zw. pole widzenia. Opuścić silnika w dół zanadto nie można, ponieważ średnica śmigła jest stosunkowo duża i pewien odstęp końca śmigła od ziemi musi być zachowany.

Stąd widać, że umieszczenie nie na karterze ale pod karterem owych cylindrów powiększa znacznie pole widzenia pilota bez potrzeby opuszczania silnika w dół. W ten sposób budowane są silniki nowoczesne, przeważnie jako jednorzędowe i dwurzędowe .

d) S i l n i k i b u d o w a n e w l i t e r ę H.

(Tablica VI, fig. 3.)

Powiększanie mocy silników doprowadziło konstruktorów do dalszej kombinacji ustawiania silników rządowych. Otóż ustawili oni cztery silniki rządowe w ten sposób, że na karterze dwa rzędy cylindrów są umocowane jako stojące a drugie dwa rzędy jako wiszące pod karterem. W tym wypadku są dwa wały korbowe, przy końcu silnika razem ze sobą połączone przy pomocy zazębiających się ze sobą kół zębatych i na zewnątrz z karteru wychodzi już tylko jeden wał, na którym zamocowane jest śmigło. W ten sposób budowane są silniki największych mocy przy rządowym ustawieniu cylindrów. Moc takich silników wynosi około 2000 koni mechanicznych.

e) S i l n i k i g w i a z d z i s t e.

(Tablica VII.)

Ten typ budowy silnika obecnie jest stosowany najczęściej. Zasada polega na tym, że na skrzynce karteru zawierającej pojedyńczo wykorbiony wał zamocowane są cylindry w ilości 7-miu lub 9-ciu sztuk w formie gwiazdy. Umieszczone one są w ten sposób, że patrząc się na silnik z boku widzi się wszystkie cylindry w jednej płaszczyźnie. Na pojedyńczo wykorbionym wale korbowym zamocowany jest jeden główny łącznik tłokowy, do którego przyłączone są inne już mniejsze łączniki poszczególnych tłoków.

Ażeby powiększyć moc silnika bez zbytniego powiększenia jego wymiarów ustawia się dwa takie gwiaździste silniki jeden za drugim, łącząc je na wspólnym karterze. Patrząc się na tak zbudowany silnik z boku widzi się więc cylindry nie leżące w jednym rzędzie, lecz w dwóch równoległych do siebie płaszczyznach. Patrząc się zaś z przodu na silnik widzi się wszystkie cylindry pierwszego i drugiego rzędu, ponieważ drugi silnik jest skręcony tak, żeby osie drugiego wchodziły w miejsca wolne cylindrów pierwszego rzędu. Taki typ silnika nosi nazwę silnika podwójnego gwiaździstego.

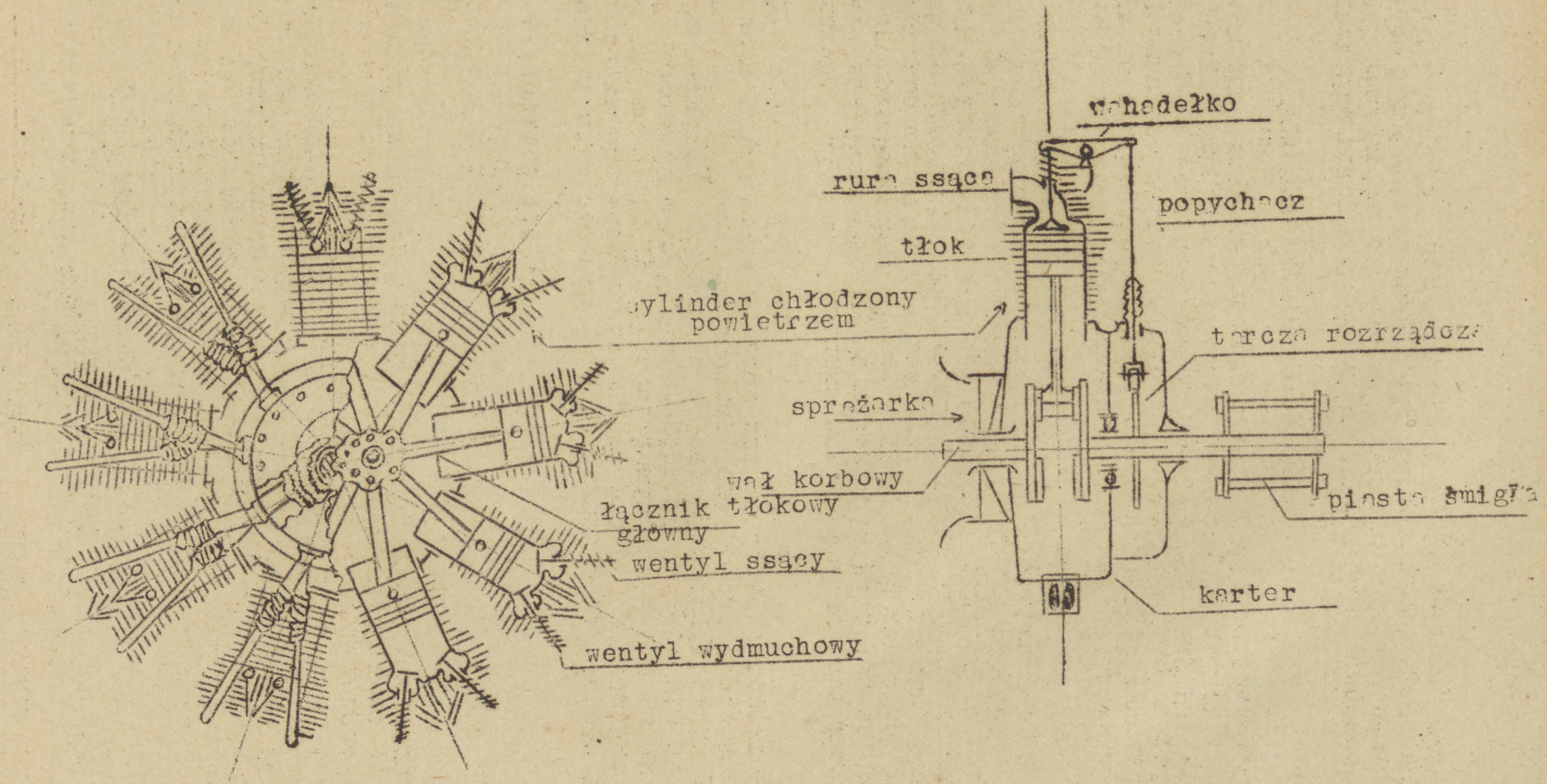
Taka konstrukcja silników dopuszcza do otrzymania silnika o największych mocach, które dla dzisiejszych silników tego typu wynoszą ponad 2000 koni mechanicznych. Silniki takie posiadają 18-ście cylindrów. Waga ich jest bardzo niska, bo wynosi mniej niż 1/2 kg. /KM/(Pół kilograma wagi silnika przypada na jednego konia mechanicznego). Waga więc silnika, posiadającego 2000 koni mechanicznych obraca się poniżej 1000kg.

VI. CHŁODZENIE SILNIKÓW.

W czasie 3-go taktu pracy silnika następuje zapłon sprężonej mieszanki. W czasie spalania, które się odbywa w postaci wybuchu, wywiązuje się duża ilość ciepła. Gdyby tego ciepła nie odprowadzać nazewnątrz silnika czyli nie chłodzić jego, doprowadziłoby się części do tego sta-

Tablica VII.

Szkic silnika gwiaździstego 9-cio cylindrowego.



nu rozgrzania, że silnik uległby kompletnemu zniszczeniu, pamiętając o tym, że wytrzymałość materiałów gwałtownie maleje ze wzrostem temperatury. Ażeby zachować w dobrym stanie części silnika, należy odprowadzić gros tego ciepła, dopuszczając tylko nagrzanie się silnika do pewnej temperatury, ustalonej drogą prób dla każdego typu silnika. Termoelementy czyli aparaty wskazujące temperatury, zamocowane są w miejscach, gdzie może najprędzej zajść wzrost temperatury i wyniki ich podawane są na zegarach, umieszczonych na tablicy, znajdującej się przed pilotem w jego kabinie samolotu. Pilot stara się mieć silnik nagrzany do temperatury, gwarantującej dobrą pracę jego bez narażenia silnika na zniszczenie.

Każda część silnika, narażona na wpływ wysokiej temperatury, pochodzącej od spalania mieszanki w cylindrze, ulega, jak to normalnie wszystkim wiadomo, zmianom objętościowym i co się z tym wiąże zmianom ich wymiarów. Konstruktor projektując części, z góry przewiduje te odkształcenia i projektuje je tak ażeby w podwyższonej temperaturze po ich odkształceniu najlepiej ze sobą współpracowały.

Są dwa sposoby odprowadzania ciepła z silnika i w zależności od tych sposobów można podzielić silniki na dwa typy:

a) Silniki chłodzone cieczami
b) " " powietrzem

a) S i l n i k i c h ł o d z o n e c i e c z a m i.

(Tablica II.)

W celu odprowadzania ciepła możliwie jak najintensywniej z części najwięcej podlegających wzrostowi temperatury czyli z górnej części cylindra, ta partia cylindra jest otoczona przez drugi cylinder mający średnicę większą od średnicy właściwego cylindra; oba te cylindry są między sobą uszczelnione. W tę przestrzeń zamkniętą posiadającą tylko dwa otwory doprowadza się stale w czasie pracy silnika ciecz, która ogrzewając się zabiera część ciepła ze sobą. Otwory w cylindrze chłodniczym służą właśnie do wprowadzania i odprowadzania cieczy. Ilość cieczy, przepływającej w jednostce czasu i temperaturę cieczy wypływającej, dobiera się w ten sposób, ażeby dopuścić tylko pewną temperaturę nagrzania silnika. Nadmierną ilość odprowadza się przy pomocy krążącej w okół silnika cieczy. Jako cieczy chłodzącej używano dawniej przeważnie wody. Woda jednak posiada dużą wadę a mianowicie w zależności od miejsc, z których się ją czerpie, posiada ona zanieczyszczenia gołym okiem nie widoczne. W wodzie są rozpuszczone rozmaite sole w większym lub mniejszym procencie. Przy przepływie około cylindra woda się podgrzewa, jednak równocześnie osadza się powłoka na powierzchni zewnętrznej cylindra, stykającej się z wodą. Powłokę tę tworzą właśnie wydzielone sole z wody. Powłoka, której grubość rośnie w miarę czasu przepływu wody, jest warstwą trudno przepuszczającą ciepło ze środka cylindra. Woda przepływająca w obec tego odbiera mniej ciepła i temperatura cy-

lindra i części w nim się znajdujących podwyższa się i może zajść zniszczenie przedwczesne silnika. Ażeby tego uniknąć można stosować destylowaną wodę nie posiadającą już żadnych zanieczyszczeń jednak obecnie w lotnictwie prawie że wyeliminowano wodę jako ciecz chłodzącą, ponieważ technika przygotowała już inne ciecze, posiadające własności chłodnicze wybitnie górujące nad własnościami wody zwyczajnej.

Drugą wadą wody jest łatwość zamarzania jej w zimie, co w pewnych wypadkach może uszkodzić silnik. Wadę tę jednak można zmniejszyć, dolewając do wody pewną ilość spirytusu. Wówczas punkt zamarzania wody z 0 stopni obniża się znacznie poniżej tej temperatury.

Obecnie do chłodzenia silników używa się przeważnie dwóch cieczy, które są wyrabiane przez przemysł chemiczny :

1. Etylo-glykol i
2. Preston

Ciecz chłodząca krąży w około cylindra i przez przewody wskutek działania pomp. Ponieważ ciecz powraca z cylindra nagrzaną, to przed ponownym wprowadzeniem jej do przewodów trzeba ją oziębić. Ochładzanie cieczy odbywa się w t.zw. chłodnicach wody. Chłodnica składa się z szeregu cienkich segmentów n.p. rurek wystawionych na silny podmuch wiatru, który opływając rurki, ochładza segmenty razem z przepływającą przez nie wodą względnie inną cieczą chłodzącą silnik. Chłodnice w dawniejszych samolotach zamocowane były przeważnie na zewnątrz kadłuba. Jednak taka wystająca chłodnica stawiała duży opór w locie samolotu i znacznie zmniejszała jego szybkość. Na niektórych samolotach wykonywane były chłodnice chowane t.zn. pilot chcąc zwiększyć szybkość samolotu lub widząc, że silnik posiada niższą temperaturę niż przepisana, mógł przy pomocy dźwigień schować chłodnicę w kadłub. Dzisiejsze samoloty mają przeważnie chłodnice tak skonstruowane, że nie wystają one nadmiernie z obrysu samolotu a strugi powietrza są kierowane na nie specjalnymi kanałami.

Ogólnymi wadami jednak chłodzenia silników cieczami jest:

1. Duży wzrost na ciężarze silnika wskutek dodatkowych urządzeń chłodnicy, przewodów, pomp wodnych i płaszczy otaczających cylindry. Również sam ciężar cieczy chłodzącej jest znaczny.

2. Dla samolotów bojowych posiadających silniki chłodzone cieczami istnieje niebezpieczeństwo utraty cieczy wskutek uszkodzeń powstałych od kul nieprzyjacielskich. Otworami powstałymi od kul ciecz spływa a silnik pozbawiony możliwości chłodzenia nadmiernie się nagrzewa i niszczy.

Biorąc pod uwagę te powyższe wady chłodzenia cieczami i inne jeszcze tu nie wymienione, konstruktorzy skierowali swoje wysiłki na inny sposób chłodzenia a mianowicie chłodzenia silników strugami prze-

pływającego w locie powietrza .

b) S i l n i k i c h ł o d z o n e p o w i e t r z e m.

(Tablica III.)

Ażeby jak najintensywniej chłodzić silnik a zwłaszcza jego cylinder, należy go tak umieścić żeby strugi powietrza mogły przepływać wokoło jego ścian rozgrzanych, część ciepła zabrać ze sobą i ujść z drugiej strony .

Wystawia się silnik na zewnątrz kadłuba lub specjalnymi kanałami doprowadza się powietrze na silnik. Pierwszy sposób odnosi się do silników gwiaździstych, których cylindry wystają z kadłuba, stawiając przez to duży opór w locie, dodaje się dodatkowe pierścienie szerokie wykonane z blachy . Pierścienie te otaczają z zewnątrz silnik zmniejszają opór stawiany strug powietrza przez wystające cylindry i równocześnie odpowiednio kierują te strugi na cylindry .

Zasadniczym szczegółem odróżniającym te dwa sposoby chłodzenia t.zn. cieczami i powietrzem jest budowa cylindrów. W pierwszym wypadku cylinder otacza płaszcz wodny i zawarta w nim woda. W systemie drugim cylinder posiada szereg żeberek, których wielkość rośnie ku górze. Żeberka te są wykonywane w tym celu, żeby powiększyć powierzchnię styku cylindra z przesuwającymi się strugami powietrza, żeby one łatwiej się nagrzały od nich i wskutek tego więcej odprowadzały ciepła. Żeberka te powiększają się ku górze w tym celu, żeby stworzyć lepsze warunki odprowadzania ciepła z tych miejsc, które podlegają największym nagrzaniom. W cylindrze zaś właśnie najwięcej na nagrzanie jest narażona jego głowica. Żeberka są bardzo cienkie żeby nie nagromadzały w sobie za dużo ciepła, lecz je szybko oddawały .

Wszystkie silniki gwiaździste są chłodzone powietrzem i właśnie wskutek tej budowy wykazują rekordowe wagi, bo jak wspomnieliśmy wynoszące poniżej 1/2 kilograma na jednego konia mechanicznego czyli zawartość nie spotykaną w innych typach silników .

c) C h ł o d z e n i e i n n y c h c z ę ś c i s i l n i k a.

Chłodzenie silnika nie tylko polega na chłodzeniu jego cylindra. W cylindrze porusza się tłok. Dno tłoka jest również narażone na wysoką temperaturę spalania w czasie taktu pracy podobnie jak ścianki cylindra, jednak znajduje się ono w daleko gorszej sytuacji od nich, ponieważ są wielkie trudności z jego chłodzeniem. Chłodzenie tłoka polega na odprowadzaniu pewnej ilości ciepła przy pomocy pierścieni uszczelniających, które stykając się ze ściankami cylindra, są w możności odprowadzić z tłoka pewną ilość ciepła. Ponieważ samo to chłodzenie jest nie wystarczające, pomaga w tym łącznik i wał korbowy, które przechodząc swój dolny martwy punkt, porywają cząsteczki smaru zawartego w dolnej części karteru i rozbryzgują je po dolne ścianki tłoka. Smar posiadając

w chwili zetknięcia się z tłokiem temperaturą niższą, nagrzewa się od niego i odbierając mu część ciepła, ochładza go. Rozgrzany smar spływa następnie do karteru.

Bardzo ważnymi elementami w silniku są jego wentyle wlotowe i wylotowe, szczególnie narażone na wysoką temperaturę, panującą w komorze spalinowej. W czasie następnym po wybuchu taktu gorące gazy spalinowe, ulatując do rur wydmuchowych przechodzą około wentyla wylotowego, pogarszając jego sytuację. Wentylów tych nie można w żaden sposób chłodzić z zewnątrz wskutek braku możliwości doprowadzenia cieczy lub powietrza w celu chłodzenia ich. Ażeby ochładzać wentyle, wierci się je i do wnętrza ich daje się specjalną sól, która rozpuszczając się, pochłania wielkie ilości ciepła z korpusu wentyla, w ten sposób ochładza go. Mimo jednak takich sposobów chłodniczych żywot wentyli a w szczególności wentyla wylotowego jest bardzo krótki i tylko wymiana ich w porę zabezpiecza prawidłowy chód silnika.

VII. PALIWA.

Jako paliwo przed laty była używana jedynie czysta benzyna. Jest to produkt otrzymywany przez destylację ropy naftowej, z której przy pewnej temperaturze benzyna ulatnia się i następnie skrapla się w specjalnych naczyniach. W zależności od pochodzenia ropy naftowej otrzymuje się tą drogą lepszą lub gorszą benzynę. Najlepszą benzynę otrzymuje się z pokładów ropy naftowej z wyspy Borneo. Najgorsza benzyna pochodzi z pokładów znajdujących się w Małopolsce.

W miarę rozwoju techniki budowy silników, trzeba było podwyższyć i zalety paliwa, ażeby wykorzystać wielkie zalety nowoczesnych silników. W tym celu chemicy drogą prób polepszyli własności benzyny tworząc t.zw. mieszanki paliwowe. Mieszanka paliwowa składa się z szeregu materiałów palnych jak przede wszystkim benzol i eter propylowy. W Polsce w lotnictwie używano najczęściej dwa gatunki mieszanek :

a) Mieszanka " BAB " zawierająca 75 części benzyny, 15 części alkoholu i 10 części benzolu.
b) Mieszanka " BEC " zawierająca 60 części benzyny i 40 części eteru propylowego.
Eter propylowy otrzymuje się z kartofli .

W zależności od typu silnika stosuje się do napędu różne mieszanki, podane przez fabrykę produkującą je. Fabryka podczas prób silnika bada go, zasilając różnymi mieszankami i najlepiej nadającą się mieszankę poleca odbiorcom silnika.

Do spalenia jednego grama czystej benzyny potrzeba 15 gramów powietrza. Ponieważ jeden litr powietrza waży 1,225 grama przy temperaturze 15° C, czyli ilość powietrza potrzebna do spalenia 1 grama benzyny podana w litrach wynosi 15/1,225 = 12,245 litra .

VIII. LOTY NA WYSOKOŚCIACH ..

Skład powietrza,otaczającego nas,jest zmienny. Ilość tlenu maleje w miarę odległości od ziemi. Ponieważ tlen jest gazem potrzebnym do spalenia mieszanki w cylindrze silnika więc zmniejszenie się ilości tego składnika w powietrzu,zasysanym przez silnik,odbija się ujemnie na jego pracy. Dzieje się to w miarę unoszenia się samolotu. Silnik, pobierający pewną ilość powietrza a z nim pewną ilość tlenu po spaleniu mieszanki w cylindrze jako efekt końcowy daje pracę na wale korbowym. Jeżeli jednak z taką samą ilością powietrza będzie się dostawać mniejsza ilość tlenu,pogorszy się spalanie mieszanki i moc silnika zacznie spadać. Ten fakt zachodzi w silniku w miarę oddalania się od ziemi. Pomiary wykonane w czasie lotu potwierdzają to. Silnik,który na samolocie zamontowany,posiada na ziemi moc n.p. 100 koni mechanicznych, bez dodatkowych urządzeń na podanych poniżej wysokościach wykazuje następujące moce :

0 / poziom ziemi / m.	100	koni mech.
1000 m.	88	" "
2000 m.	78	" "
3000 m.	69	" "
4000 m.	60	" "
5000 m.	53	" "

Straty mocy w silnikach wyrównują się sprężarkami. Są to aparaty, których celem jest dostarczanie większej ilości powietrza niż sam silnik mógłby wciągnąć w czasie taktu ssania. Sprężarka, inaczej zwana kompresorem, zapewnia dostarczanie takich ilości powietrza, żeby tlen w nim zawarty wystarczył na zupełne spalenie mieszanki.

Jak wielka jest praca silnika lotniczego,niech posłuży podany poniżej przykład. Silnik spalinowy gwiaździsty " Gnome-Rhône 14 NA " typ N. 21 o mocy 1000 koni mechanicznych. Posiada on 14 cylindrów o pojemności jednego cylindra równej 2,5 litra co czyni w sumie dla wszystkich cylindrów pojemność równą 38 litrów. Ilość obrotów silnika wynosi 2400 na minutę .

Silnik powyższego typu potrzebuje w ciągu jednej sekundy:

1. Paliwa pędnego	0,1 litra
2. Powietrza do spalenia paliwa	700 litrów
3. Smaru	0,01 litra

Co się dzieje w czasie tego okresu (jednej sekundy)w silniku:

1. Ilość obrotów wału korbowego	40
2. " " sprężarki	ponad 400
3. " zapłonów w cylindrach	500
4. " wybuchów w cylindrach	500
5. " skoków wentyli	500

Z tych paru danych można się zorientować jak pracuje silnik

w ciągu tak krótkiego czasu jak jedna sekunda .

Sprężarka posiada w korpusie przymocowanym do kartcru silnika wał, na którym osadzone jest koło ze specjalnymi łopatkami. Wał łącznie z kołem posiada bardzo dużą ilość obrotów, bo wynoszącą 25000 obrotów na minutę. Obracając się koło wciąga specjalnymi kanałami powietrze z otoczenia i wtłacza je do cylindra .

IX. REDUKTORY .

W celu obniżenia ciężaru przypadającego na jednego konia mech. można podwyższyć ilość obrotów. Ze wzrostem ilości obrotów maleją wymiary cylindra ,co za tym idzie i innych części silnika przy zachowaniu tej samej mocy. Jednak ilość obrotów wału korbowego jest ograniczona ilością konieczną obrotów osadzonego na nim śmigła. Maksymalna ilość obrotów śmigła, przy których ono będzie najlepiej pracowało zależy od rozmaitych danych jego i waha się około 2000-2400 obrotów na minutę. Ażeby zwiększyć ponad tę wartość ilość obrotów silnika, trzeba stosować reduktory czyli urządzenia do redukowania czyli zmniejszania ilości tych obrotów dla napędu śmigła. Działanie reduktora polega na ogólnej zasadzie zmiany ilości obrotów przy pomocy zazębiających się kół zębatych o różnych średnicach osadzonych na wale pędnym i na wale napędzanym. Otóż w urządzeniu tym na wale korbowym,obracającym się n.p. z ilością 4000 obrotów na minutę osadza się koło zębate małe,zazębiające się, z większym od niego osadzonym na wale, na którym równocześnie osadzone jest śmigło. Średnica kółka większego do mniejszego ma się tak jak ilość obrotów wału korbowego silnika do ilości obrotów przy których śmigło najlepiej pracuje czyli n.p. 4000 : 2400. Wówczas zmniejsza się ilość obrotów silnika i otrzymuje się potrzebną ilość obrotów. Urządzenie reduktora jest bardzo skomplikowane lecz zasada jest prosta. Wszystkie silniki nowoczesne o bardzo wielkich mocach posiadają powyższe urządzenie .

X. ZUŻYCIE PALIWA I SMARU.

Silnik spalinowy normalnie zużywa około 250 gramów paliwa na jednego konia mech. w ciągu jednej godziny t.zn. że silnik o mocy 1000 koni mech. zużywa około 250 kilogramów w przeciągu godziny .

Ilość smaru potrzebna wynosi około 1/10-1/15 części zużycia paliwa t.zn. w powyższym przykładzie wynosi ta ilość 25-17 kilogramów na godzinę .

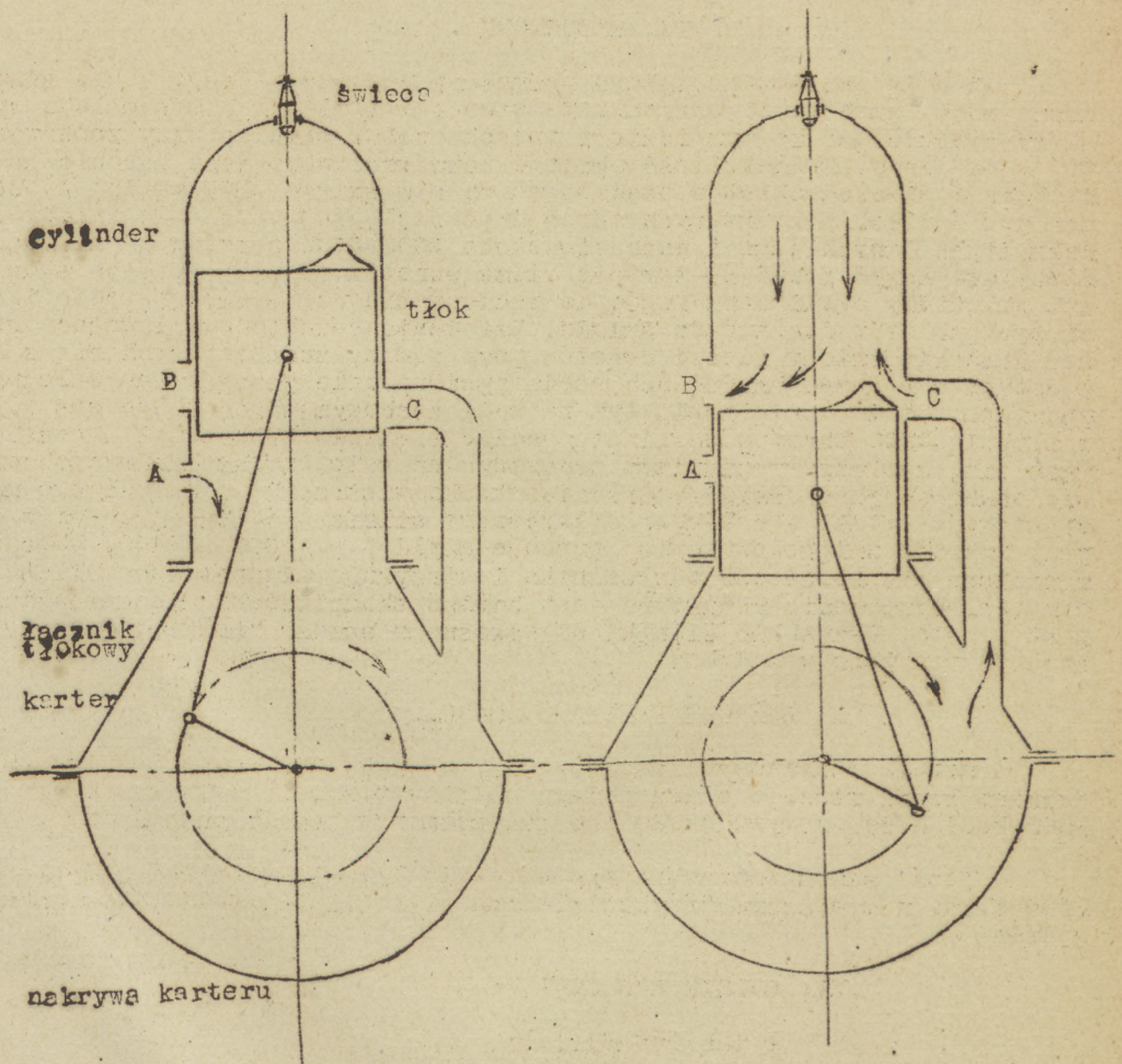
XI. SILNIK 2-U TAKTOWY .

(Tablica VIII.)

Zasada działania jego jest różna od działania silnika 4-ro taktowego jak również jego budowa wykazuje parę szczegółów odróżniających go od silnika tamtego typu. Pierwszym szczegółem odróżniającym go jest

Tablica VIII.

Schemat silnika spalinowego 2-u taktowego.



Rys.1 rys.2

A. Otwór wlotowy mieszanki do karteru
B. Otwór wylotowy spalin
C. Otwór wlotowy mieszanki do cylindra.

brak wentyli w głowicy cylindra. Cylinder posiada zamiast nich dwa rzędy otworów w samym cylindrze tylko w części dolnej. Oba te rzędy umieszczone są po przeciwnych stronach cylindra na przeciw siebie, lecz na różnych wysokościach. Jeden szereg otworów to otwory wlotowe, drugi wylotowe. Otwory wylotowe są położone wyżej nieco od otworów wlotowych. Jeżeli tłok porusza się w dół, wówczas pod koniec swej drogi zbliżając się do swego martwego punktu dolnego, otwiera najpierw otwory wylotowe, leżące wyżej a następnie posuwając się jeszcze w dół, otwiera otwory wlotowe. Otwory wylotowe w cylindrze są połączone z rurami wylotowymi, przez które gazy spalinowe uchodzą w otaczające nas powietrze. Otwory wlotowe są połączone kanałem z wnętrzem karteru. Paliwo napędzające silnik po wymieszaniu się z powietrzem w gaźniku, dostaje się następnie do karteru przez otwór zamykany wentylem. W czasie ruchu tłoka w dół powyższy wentyl jest zamknięty. Jeszcze jednym szczegółem w silniku 2-u taktowym jest specjalnie wykształcony tłok. Posiada on dno swoje wykształcone w postaci grzebienia, którego kierunek jest równoległy mniej więcej do otworów, czyli jak gdyby je rozgradzał.

a) P i e r w s z y t a k t.

(Tablica VIII rys. 2.)

Po spaleniu się paliwa w cylindrze i po powstaniu gazów spalinowych posiadających duże ciśnienie, tłok zaczyna posuwać się w dół i energia gazów spalinowych przenosi ruch przy pomocy pośrednich elementów silnika na wał. Zbliżając się do swego martwego punktu dolnego, otwiera otwory wylotowe. Sprężone gazy, znajdując wolny przelot, uchodzą przez otwory. Jednak tłok posuwa się dalej, sprężając powietrze i paliwo znajdujące się w karterze. W pewnej chwili otwiera tłok leżące niżej otwory wlotowe. Wtedy następuje wlot mieszanki lekko sprężonej w karterze do cylindra. Występ, znajdujący się na dnie tłoka, kieruje w odpowiedni sposób wlatującą mieszankę do cylindra. Odpowiednie skierowanie mieszanki jest potrzebne w celu usunięcia możliwie dokładnego gazów spalinowych ażeby one nie pozostawiały w cylindrze i nie zajmowały niepotrzebnie miejsca, które musi być zajęte mieszanką świeżą. Ruch ten mieszanki nazywa się opłukiwaniem cylindra. W czasie opłukiwania gazy dalej opuszczają cylinder a tłok dochodzi do dolnego swego martwego punktu. W pierwszym więc takcie silnika 2-u taktowego odbywa się przemiana energii zawartej w mieszance na pracę na wale korbowym a pod koniec tego taktu następuje wylot gazów spalinowych i w końcu wlot świeżej mieszanki.

b) D r u g i t a k t.

(Tablica VIII rys. I.)

Początek drugiego taktu rozpoczyna się z chwilą minięcia przez tłok dolnego martwego punktu i rozpoczęcia przez tłok ruchu powrotnego do góry. W niedługim czasie po opuszczeniu martwego punktu tłok zamyka otwory wlotowe mieszanki i zaraz też i otwory leżące wyżej wylo-

towe. Mieszanka została od tej chwili zamknięta w cylindrze i spowodu dalszego ruchu tłoka zostaje w miarę jego postępu do góry, sprężona. W chwili mijania górnego martwego punktu następuje zapłon sprężonej mieszanki paliwowej i wybuch co, jak wiadomo już, powoduje nagły wzrost ciśnienia. Gdy tłok mija górny martwy punkt, rozpoczyna się I-szy znów takt cyklu już następnego.

W ten sposób odbywa się praca w silniku 2-u taktowym przedstawiona w sposób najprostszy. Na pierwszy rzut oka zdawałoby się, że ten silnik przewyższa swoimi zaletami silnik 4-ro taktowy. Posiada konstrukcję prostszą, nie posiada wentyli a co najważniejsze ma takt pracy nie co czwarty lecz co drugi więc teoretycznie powinien silnik tych samych wymiarów 2-u taktowy posiadać moc dwa razy większą, niż silnik 4-ro taktowy, mający co czwarty takt, takt pracy. Jednak silnik 2-u taktowy posiada tak duże wady n.p. spowodowane częściową ucieczką mieszanki przez otwory wylotowe w chwili zasysania jej do cylindra, następnie w silniku dwutaktowym mieszanka posiada stosunkowo wysoką temperaturę w chwili wlotu do karteru, bo około + 80° C, to zaś powoduje, że mniej mieszanki dostaje się do cylindra. Obniża to tak bardzo sprawność silnika, że nie może on konkurować z silnikiem 4-ro taktowym.

XII. DANE SŁUŻĄCE DO OKREŚLANIA SILNIKÓW.

1. <u>Moc silnika</u>: wielkość ta jest podawana w koniach mechanicznych. Normalnie w gazetach i książkach określa się wielkość skrótem K.M. czasami H.P.

Praca I K.M. jest to praca, potrzebna na podniesienie 75 kilogramów na wysokość I metra w ciągu I sekundy.

2. <u>Średnica cylindra</u>: podawana przeważnie w milimetrach, określa średnicę przekroju jego.

3. <u>Pojemność cylindra</u>: jest to pojemność cylindra w momencie, gdy tłok stoi w dolnym martwym punkcie.

4. <u>Pojemność szkodliwa</u>: jest to pojemność cylindra w momencie, gdy tłok znajduje się w górnym martwym punkcie.

5. <u>Stosunek sprężania</u> lub <u>stopień sprężania</u> jest to wartość wynikła z podzielenia pojemności cylindra przez pojemność jego szkodliwą.

6. <u>Ilość obrotów</u>: podaje się zawsze ilość obrotów, jaką silnik wykonuje w ciągu I minuty. Dla skrócenia pisania po liczbie określającej tę wartość podaje się skrót oznaczenia obr./min.

7. <u>Zużycie paliwa i smaru</u>: podaje się zawsze ilość tych materiałów, potrzebnych do napędu silnika, przypadająca na jednego konia mech. w gramach w ciągu jednej godziny, co wyraża się skrótem gr/KHgodz.

Te wielkości najczęściej używane są do określania silnika.

XIII. ZAKOŃCZENIE .

Silniki spalinowe, panujące niepodzielnie od lat przeszło 30-u w lotnictwie, znajdują już bardzo poważnego konkurenta. Są to rakiety. Od szeregu już lat wynalazcy czynią z nimi liczne próby i wiele już istnień ludzkich życie straciło, ginąc w straszliwych okolicznościach w płomieniach. Nic jednak ludzi nie pohamuje w postępie techniki. Na miejsce ofiar przychodzą inni i dalej prowadzą dzieło poprzedników aż do całkowitej realizacji.

Może już wkrótce na niebie ukażą się samoloty pędzone rakietami. Pędzić one będą po niebie, znacząc swą drogę świetlistym ogonem ognia a ludzkość znów postąpi w rozwoju techniki naprzód. A może też kiedyś spełni się sen ludzkości, lotów międzyplanetarnych, sen, o którym śni od tak wielu lat .

W lutym br. doniosły gazety, że dwaj inżynierowie włoscy Bernardi i Pedace odbyli pierwszy lot próbny na samolocie bez śmigła typu Caproni-Campini. Przelecieli oni 300 km. w ciągu 2 godzin 30 minut. Tajemnica strzeże jeszcze plany napędu tego samolotu, choć zasada jest znana. Powietrze wciągane z przodu samolotu wchodzi do specjalnego urządzenia i jest następnie wyrzucone ze wzmożoną siłą w tył. Tyle podały gazety .

Widać jest z tego, że ludzie pracują dalej nad udoskonaleniem lotów i nie wiadomo co "jutro" da ludzkości .

---oOo---

Nr. Wyd. 48

Grudzień 1942.

Polska Y.M.C.A.