

MJR. DYPL. JAN KOBYLAŃSKI. z. 4

## Zagadnienie zniszczeń opóźniających w świetle literatury sowieckiej z 1930 r.

### W s t ę p.

Od początku b. r. na łamach sowieckich pism wojskowych bardzo szeroko omawia się zagadnienie zniszczeń opóźniających („zony zagrażdzenij“). Temat ten stał się modnym. Po raz pierwszy poruszyła to zagadnienie „Wojna i Technika“ (Nr. 1 z 1930 roku) omówieniem poglądów obcych — Polski, Niemiec, Anglii i Francji, wślad za nią umieszczają szereg artykułów pisma „Wojna i Rewolucja“, „Wojennyj Wiestnik“ i „Krasnaja Zwiezda“. Wszystkie te prace dają się ująć w trzy grupy:

1) Artykuły, omawiające zagadnienie zniszczeń opóźniających w państwach obcych.

Poglądy polskie podane są na podstawie omówień kpt. dypl. Tyszyńskiego w zeszytach XII i XVI zadań taktycznych dla podstawowych jednostek broni (wydawnictwo grona profesorów Wyższej Szkoły Wojennej).

Poglądy niemieckie podaje dosłowny przekład artykułu „Neuzeitliche Verwendung von Sperren“ (Militär Wochenblatt).

2) Artykuły oryginalne, omawiające zagadnienia zniszczeń opóźniających z punktu widzenia własnych poglądów i warunków przyszłych walk czerwonej armji.

3) Omówienia rozwiązań konkretnych taktycznych założeń oraz ujęcie z punktu widzenia technicznego.

Szerokie ujęcie i wszechstronne omawianie zniszczeń opóźniających na łamach prasy sowieckiej świadczy o wielkiem zainteresowaniu tą sprawą dowódców czerwonej armji i dążeniu do spopularyzowania wśród wojska podstawowych wiadomości w tym kierunku. Bliższe zapoznanie się z kierunkiem dyskusji

oraz z dotychczasowym jej wynikiem jest dla nas ze wszechmiar ciekawe.

### **Definicja określenia zniszczeń opóźniających.**

„Służba zagrożdzenij“ (przeszkód), jako określenie całości środków, zastosowywanych do zniszczeń opóźniających, nie była do ostatnich czasów kwestjonowana — obecnie spotyka się głosy przeciwko określaniu „przeszkód“ jako „służby“, wychodząc z założenia, że zniszczenia będą wykonywane przez saperów przy ścisłej współpracy z zasadniczymi rodzajami broni, że nie będą to zatem czynności, związane z jakąś nową samodzielną służbą, lecz jedną z czynności „wojskowo-inżynieryjnej techniki“.

Forsowany jest obecnie termin „strefa przeszkód“ („zona zagrożdzenij“), jako lepiej ujmujący przeznaczenie i układ „przeszkód“ w terenie oraz sposób ogniowego ich wzmocnienia przez wojska.

Przeszkody w tych strefach dzielą się na:

czynne — jak np. pola minowe, fugasy, miny przeciwczołgowe, iperyt i t. p.,

biernie — określające wszystkie zniszczenia dokonane dla powstrzymania szybkości ruchu przeciwnika.

### **Podział „stref przeszkód“.**

Z punktu widzenia organizacji i przeznaczenia „strefy przeszkód“ dzielą się na operacyjne i taktyczne.

Operacyjne „strefy przeszkód“ odpowiadają naszym pojęciom zniszczeń opóźniających. Przeznaczenie ich — powstrzymać szybkie rozczłonkowanie i manewr wielkich sił przeciwnika. Z punktu widzenia organizacji „stref przeszkód“ a będzie polegała na zniszczeniu obiektów, umożliwiających przeciwnikowi szybkie wykonywanie jego zadań.

Zniszczeniu podlegać będą: węzły kolejowe i drogowe, ośrodki łączności, większe mosty i przeprawy, magazyny, składy, fabryki i t. p.

Głębokość i szerokość stref dokonywanego zniszczenia zależą od:

a) operacyjnego planu własnego w danym kierunku lub strefie,

b) warunków terenowych i rozmieszczenia obiektów podlegających zniszczeniu,

c) ilości jednostek w dyspozycji do uskutecznienia zniszczeń,

d) środków materialnych i czasu.

Jeżeli tylko środki techniczne i teren zezwolą, należy zawsze dążyć do stworzenia kilku stref zniszczeń, z których każda miałaby głębokość od 5 do 10 klm i leżałaby w odległości od 10 do 20 klm od następnej (rys. 1).



Rys. Nr. 1. Schemat operacyjnych stref przeszkód.

Do organizacji zniszczeń używa się saperów, oddziałów chemicznych, samochodowych, kolejowych, a także kawalerji strategicznej.

Do wzmocnienia odporności dokonanych zniszczeń może być użyte lotnictwo, które swymi systematycznymi napadami w punktach najgłówniejszych może w znacznym stopniu utrudniać przeciwnikowi odbudowę.

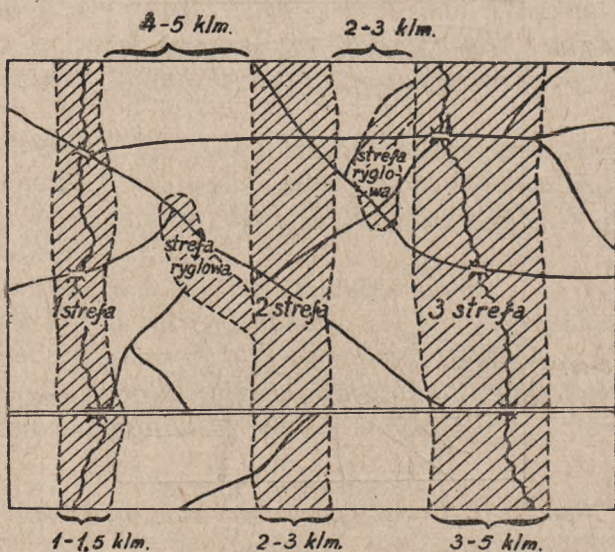
Przeszkody w strefach operacyjnych będą wyłącznie i tylko bierne.

Saperów do przeprowadzenia zniszczeń najlepiej używać na samochodach, zapewniając im w ten sposób ruchliwość, która jest w tych wypadkach niezbędna do podniesienia wydajności ich pracy.

### Taktyczne „strefy przeszkód“.

Przeszkody taktyczne muszą posiadać kilka stref, przyczem głębokość każdej następnej musi być w tym wypadku większą od poprzedniej. Należy dążyć do ograniczenia manewru przeciwnika przez stosowanie „przeszkód ryglowych“, o ile teren oczywiście temu sprzyja (rys. 2).

Należy pamiętać, że odporność „stref przeszkód“ wzrasta przy wzmocnieniu ich przez ogień artylerji i ciężkiej broni maszynowej.



Rys. Nr. 2. Schemat taktycznych stref przeszkód.

Zadaniem „stref przeszkód“ jest zatrzymać środki gąsienicowe i kołowe i zdemoralizować żywą siłę przeciwnika.

W szczególności celem ich jest:

- zabezpieczenie wyjścia wielkiej jednostki na przewidziany planem działań odcinek;
- zabezpieczenie skrzydła w obronie;
- wzmocnienie odporności strefy obronnej i odcinków nieobsadzonych;
- zabezpieczenie organizacji i planu obrony ruchowej;
- zabezpieczenie manewru odwrotowego.

Przeszkody w strefach będą czynne i bierne — przeszkody

te muszą się wzajemnie uzupełniać, np. obok zniszczonego mostu należy minować brody i miejsca dogodne do przeprawy.

Każda ze stref przeszkód musi mieć wyraźnie określone zadanie, np.:

strefa 1-a — zatrzymać tylko czołgi, samochody ciężkie i opancerzone i ciężką artylerię;

strefa 2-a — zatrzymać artylerię polową i cięższe środki kołowe;

strefa 3-a — zatrzymać pozostałe wozy, a także żywą siłę przeciwnika.

Zadania te wskażą dowódcy, prowadzącemu prace w „strefach przeszkód“, najlepsze rozwiązanie z punktu widzenia wykonania technicznego.

### **Charakterystyka terenu z punktu widzenia organizacji „stref przeszkód“.**

Najdogodniejszymi rejonami do organizowania przeszkód są obszary zalesione, poprzerynane jarami, rzekami, posiadające błota i jeziora; najmniej sprzyjającymi są obszary o charakterze stepowym.

W pierwszym wypadku przeszkody bierne będą przeważały, w drugim — odwrotnie — wystąpią na pierwszy plan przeszkody czynne.

W pierwszym wypadku 1 km<sup>2</sup> będzie wymagał około 26—30 kg materiału wybuchowego, w drugim — do wykonania przeszkód o analogicznej odporności potrzeba będzie do 90 kg materiału wybuchowego.

### **Organizacja pracy.**

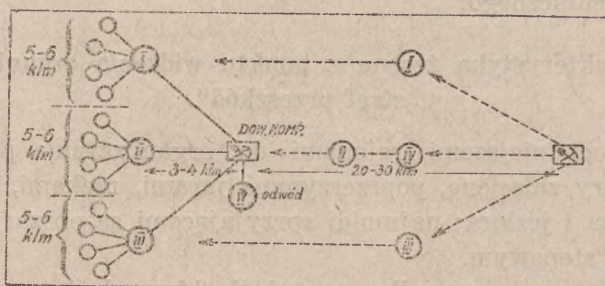
Wynik pracy zależny jest od racjonalnego jej zorganizowania i dlatego niezbędnym jest uskutecznienie przez ostatecznym skryształizowaniem planu prac wywiadu terenu na samochodach lub motocyklach.

Rozporządzalne środki techniczne i materiałowe, ilość oddziałów w dyspozycji, teren, otrzymane zadanie oraz ilość czasu, jakim się dysponuje, tworzą dostateczną podstawę do powzięcia planu ostatecznego, t. j. określenia ilości stref, zadania każdej z nich, ich miejsca w terenie, szczegółów prac do wykonania w poszczególnych strefach (przeszkód biernych i czynnych).

Za podstawę obliczeń należy przyjąć, że jedna zmotoryzowana kompanja saperów w ciągu 10 godzin może zorganizować strefę o froncie 12 — 18 klm, o głębokości 3 — 5 klm, przy zużyciu 3 — 6 tonn materiału wybuchowego, zaś piesza kompanja saperów w tym samym terminie — strefę 10 — 12 klm o głębokości 2 — 3 klm przy zużyciu 2 — 4 tonn materiału wybuchowego (rys. 3).

Dla zmotoryzowania kompanji saperów potrzeba:

- 2 samochody osobowe,
- 23 samochody ciężarowe 1,5-tonnowe,
- 6 motocykli z koszami.



Rys. Nr. 3. Schemat organizacji pracy zmotoryzowanej kompanji saperów.

Szematyczne ujęcie kalkulacji prac 1 kompanji zmotoryzowanej i 1 kompanji pieszej — patrz tabela 1 w wypadku terenu sprzyjającego, tabela 2 — w wypadku terenu o charakterze stepowym.

### Oddziały wykonywające prace w „strefach przeszkód” i kierownictwo.

„Strefy przeszkód” wykonywają oddziały saperskie i chemiczne i dodane do ich dyspozycji oddziały piechoty lub kawalerji; prace te mogą również wykonywać oddziały piechoty czy też kawalerji wraz z przydzielonemi do nich oddziałami saperskimi i chemicznymi.

W wypadku pierwszym odpowiedzialny za całość robót jest dowódca-saper, w drugim — dowódca oddziału piechoty lub ka-

T a b e l a 1.

Kalkulacja robót i materiału dla wykonania przeszkód czynnych i biernych przez 2 kompanje saperów (jedna zmotoryzowana).

Strefa	Charakter przeszkody	Ilość przeszkód	Odporność i siła przeszkody	Materiał			Ilość godzin roboczych	Ilość oddziałów i ogólna ich wydajność	U w a g i
				wybuchowy w kg.	ilość ładunków fugasowych	ilość drzew			
1 strefa: szerokość — 200 klm głębokość — 5 klm	fugasy	140 grup	5—10 szt. po 10—4 kg	2000	1000	—	600	Kompanja saperów zmotoryzowana: 140 ludzi à 10 godz., czyli 1400 godzin rob.	
	zasieki leśne	30	po 20 drzew	—	—	600	150		
	przekopy dróg	16	szer.—2,5 mtr głęb.—1 metr	—	—	—	432		
	barykady w miejscowościach zamiesz.	22	zależne od materiału miejscowego	—	—	—	218		
2 strefa: szerokość — 18 klm głębokość — 7 klm	fugasy	240 grup	jak I. strefy	2000	2000	—	800	Kompanja saperów piesza: 140 ludzi à 10 godzin	
	zasieki leśne	20		—	—	400	200		
	barykady w miejscowościach zamieszkałych	40		—	—	—	400		
3 strefa: szerokość — 18 klm głębokość — 8 klm	fugasy	360 grup	jak I. strefy	8000	1000	—	2000	Dwie kompanje (zmotoryzowana i piesza): 280 ludzi à 10 godzin	
	zasieki leśne	80		—	—	1600	500		
	barykady w miejscowościach zamieszkałych	30		—	—	—	300		

- ogółem 2 kompanje saperów wykonają przeszkody w ciągu 2 dni;
- ponadto 1 kompanja chemiczna, posiadając odpowiednie środki transportowe i 3 tonny stałych gazów bojowych, może zakazić 12 klm<sup>2</sup>.

T a b e l a 2.

Kalkulacja robót i materiału dla wykonania przeszkód czynnych i biernych przez 2 kompanje saperów (1 zmotoryzowana, 1 piesza).

Strefa	Rozmiary strefy	Czas pracy komp. godz.	Charakter przeszkód	Ilość przeszkód	Mater. wybuchowy kg.	Ilość godzin roboczych	Kto wykonywa prace
1.	szero- kość: 16 klm głębo- kość: 2—3 klm	5 1/2	1) fugasy 2) pola minowe 3) przekopy dróg 4) zasieki 5) barykady 6) zniszcz. mostów 7) wysadz. mostów 8) spalanie mostów 9) zagazow. stref	576 14 8 3 16 1 2 1 16	2304 2304 — — 160 — 20 — —	288 219 72 6 48 4 2 1 —	zmotory- zowana kompanja saperów
2.	szero- kość: 12 klm głębo- kość: 3—5 klm	8	1) fugasy 2) pola minowe 3) przekopy dróg 4) barykady 5) zasieki 6) sieć drutu kolczastego	436 16 9 11 14 300	1744 3400 — 340 — 120	218 466 92 64 21 190	1 kom- panja saperów (piesza)
3.	szero- kość: 12 klm głębo- kość: 4—5 klm	4	1) fugasy 2) pola minowe 3) przekopy dróg 4) barykady 5) wysadzenie grobli 6) zagazowanie stref	195 12 12 12 3 8	780 2400 — 120 150 —	65 240 108 36 12 —	zmotory- zowana kompanja saperów.

Prace wykonane w ciągu jednego dnia.

walerji. Jak w pierwszym, tak i w drugim wypadku kierownictwo techniczne musi być powierzone saperowi.

„Strefy przeszkód“ dobrze zorganizowane, wzmocnione planowym ogniem artylerji i piechoty, mogą zatrzymać nietylko pancerne wozy bojowe, artylerję i środki transportowe kołowe, ale i żywą siłę przeciwnika, i dlatego też powinny one w przyszłej wojnie znaleźć jak najszersze zastosowanie.



Zastosowanie tego środka walki wówczas może mieć dobre skutki, jeżeli dowódcy czerwonej armji będą z nim gruntownie zaznajomieni.

Najbliższe zadanie wyższych dowódców w obecnej chwili polegać powinno na studjowaniu „stref przeszkód“, ich organizacji, zastosowania w rozmaitych warunkach nowoczesnej walki.

Autorzy sowieccy dążą do znalezienia doktryny, która byłaby dostosowana do warunków przyszłych walk i do politycznego ich charakteru; to ostatnie spowodowało, że odrzucają oni stanowczo „zniszczenia masowe“, stosowane w czasie wojny światowej, jak np. w okresie cofania się Niemców w roku 1917 na pozycję „Sigfrieda“ i t. p.

---

## Węgle lamp reflektorowych

---

Największa światłość reflektora, mierzona na jego osi, wyraża się następującym przybliżonym wzorem:  $I = eF$ , gdzie  $e$  oznacza jaskrawość źródła światła w świecach na jednostkę jego powierzchni, a  $F$  — rzut powierzchni lustra na płaszczyznę prostopadłą do osi reflektora.

Ze wzoru tego widocznem jest, że światłość reflektorów zwiększa się ze wzrostem średnicy lustra lub też jaskrawości źródła światła.

Należy uważać, że lustro o średnicy 2 metrów jest największem, jakie może być zastosowane w reflektorze. Reflektor dwumetrowy waży około 4500 kg, a wysokość jego wynosi 3,5 m. Transport takiego reflektora przedstawia już duże trudności.

A więc powiększenie światłości reflektora leży jedynie na drodze powiększenia jaskrawości źródła światła, t. j. łuku świetlnego.

W artykule niniejszym rozpatrzemy postępy, jakie na tej drodze osiągnęła technika reflektorów.

W promieniowaniu światła biorą udział wszystkie trzy części łuku: anoda, t. j. elektroda dodatnia, katoda, t. j. elektroda ujemna, i wreszcie łuk właściwy. Współdział tych części łuku w wypromieniowaniu światła zależy od rodzaju elektrod.

Rozróżniamy pod tym względem dwa charakterystyczne rodzaje łuku: 1) łuk pomiędzy elektrodami metalowymi i 2) łuk pomiędzy elektrodami węglowymi.

Pierwszy rodzaj łuku charakteryzuje się tem, że głównem źródłem promieniowania światła jest łuk właściwy, w którym znajduje się metal elektrod w stanie gazowym, przytem łuk zabarwia się stosownie do koloru gazów danego metalu, np. miedź daje łuk o zabarwieniu zielonem.

Elektrody metalowe nie mogą mieć praktycznego zastosowania w technice świetlnej z powodu łatwej topliwości metalu i wskutek tego szybkiego ich spalania.

Łuk pomiędzy elektrodami z czystego węgla ma charakter

odmienny. Tu krater węgla dodatniego wypromieniowuje 85% światła łuku, koniec węgla ujemnego — 10% i łuk właściwy o ciemnym zabarwieniu niebiesko-fioletowym — 5% (rys. 1).

Temperatura krateru węgla dodatniego wynosi około 4200° abs. \*), jaskrawość zaś jego dochodzi do 180 świec na mm<sup>2</sup> \*\*).

Temperatura krateru jest niezależną w szerokich granicach od obciążenia węgla prądem. Tłumaczy się to tem, że jest ona temperaturą parowania węgla przy ciśnieniu atmosferycznem.



Rys. 1.

Przy powiększeniu natężenia prądu wzrasta powierzchnia krateru i wskutek tego gęstość prądu w kraterze pozostaje stałą.

Ponieważ węgiel dodatni spala się prawie dwa razy szybciej od ujemnego, więc, aby osiągnąć jednakową szybkość spalania się obu węgli, dobiera się przekrój węgla dodatniego w stosunku do przekroju węgla ujemnego, jak 9 : 5.

Węgiel dodatni posiada zwykle rdzeń wewnętrzny, który składa się z mieszaniny proszku węglowego, szkła wodnego

\*)  $4200^{\circ} - 273^{\circ} = 3927^{\circ} \text{C.}$

\*\*\*) Mowa tu i w dalszem o świecach Hefnera.

i kwasu borowego. Rdzeń ten bynajmniej nie powiększa jaskrawości łuku, a ma na celu tylko ułatwienie zapalania się łuku i zapewnienie prawidłowości formowania się krateru węgla dodatniego. Temperatura krateru na samym rdzeniu jest nieco niższą, niż na otaczającym go węglu, gdyż rdzeń spala się łatwiej od węgla bez domieszek.

Węgiel ujemny przy większych gęstościach prądu musi być zabezpieczony od rozżarzenia się. W tym celu bywa on zaopatrzony w drut miedziany lub też pokryty powłoką miedzianą, nałożoną galwanicznie; powiększa się w ten sposób znacznie jego przewodność i unika się niepożądanego rozżarzenia.

Miedź, topiąc się, kapie na lustro i roztopia szkło, powodując tworzenie się małych dziurek na powierzchni lustra. Dla zabezpieczenia od tego umieszcza się pod łukiem miseczki metalowe, na które spadają kropelki miedzi.

Przy dużych przekrojach węgla sam rdzeń nie zapewnia w dostatecznym stopniu centryczności krateru i wtedy stosuje się kierowanie łukiem zapomocą pola magnetycznego odpowiednio rozmieszczonych cewek. Jak wiadomo, łuk elektryczny zachowuje się w polu magnetycznym w podobny sposób, jak przewodnik z prądem. Zmieniając kierunek pola magnetycznego, ściągamy łuk w pożądaną stronę.

W wypadku, gdy węgle nie posiadają rdzenia, stosuje się również mechaniczny sposób zapewnienia prawidłowości formowania się krateru, a mianowicie obracanie węgla dodatniego przez silniczki lampy.

Opisane wyżej węgle — bez względu na to, czy mają rdzeń, czy też są bez rdzenia — klasyfikuje się ogólnie, jako *węgle czyste*, gdyż obecność rdzenia nie wpływa na zmianę rozkładu światłości na poszczególne części łuku i nie powiększa jaskrawości krateru w porównaniu z węglami bez rdzenia.

Gęstości prądu, najczęściej stosowane w węglach czystych, wynoszą: w węglu dodatnim — od 0,03 do 0,2 A/mm<sup>2</sup>, w węglu ujemnym — od 0,045 do 1 A/mm<sup>2</sup>.

Należy odróżniać węgle czyste z rdzeniem od tak zwanych *węgli płomiennych*.

Rdzeń tych węgla bywa nasycony fluorkiem wapnia lub sodu, i wtedy łuk zabarwia się na kolor żółto-różowy, względnie

żółty; przy nasyceniu zaś rdzenia fluorkami ceru lub magnezu otrzymuje się światło białe.

Łuk pomiędzy węglami płomiennymi (rys. 2) ma charakter łuku pomiędzy elektrodami metalowymi, gdyż głównym źródłem światłości (85%) jest tutaj luk właściwy, wypełniony gazami domieszek, znajdujących się w rdzeniu węgla.

Po wynalezieniu węgla płomiennych czyniono liczne próby zastosowania ich do reflektorów, jednak w żadnym wypadku nie osiągnięto zwiększenia światłości i donośności reflektora, a to z tej prostej przyczyny, że jaskrawość łuku pomiędzy węglami płomiennymi bynajmniej nie jest większą od jaskrawo-



Rys. 2.

ści łuku pomiędzy węglami czystymi. Pozatem stwierdzono, że stosowanie łuku płomiennego w reflektorze jest szkodliwe, gdyż luk ten posiada dużą powierzchnię świecąca i wskutek tego powiększa się niepotrzebnie rozproszenie reflektora, a więc zmniejsza się jego donośność.

Z powyższych powodów węgle płomienne nie znalazły zastosowania w reflektorach.

Prace niemieckiego inżyniera H. Becka nad zastosowaniem węgla płomiennych do reflektorów doprowadziły go (w roku 1910) do odkrycia zjawiska niezmiernie doniosłego dla techniki reflektorów. Stwierdził on mianowicie, że przy silnym przeciążeniu prądem węgla płomiennych i zastosowaniu środków zabezpieczających łuk od przekroczenia poza czołową powierzchnię

węgla, a więc przy dużym powiększeniu gęstości prądu w kraterze, powstaje głęboki krater, wewnątrz którego bardzo intensywnie świecą gazy domieszek, znajdujących się w rdzeniu węgla. Z węgla ujemnego wychodzi wyraźnie zaznaczona ostra wiązka, sięgająca do krateru węgla dodatniego i jakgdyby wci-



*Rys. 3.*

skająca gazy do zagłębienia krateru. Gazy, wydobywające się z krateru, unoszą się ku górze, formując charakterystyczny język odchylony w kierunku węgla dodatniego (rys. 3).

Dla zabezpieczenia łuku od przekraczania czołowej powierzchni węgla a zarazem dla chłodzenia końców węgla zastosowano



*Rys. 4.*

wał Beck płomień gazu świetlnego lub spirytusu, omywając tym płomieniem końce węgla bezpośrednio przy łuku.

Wtedy gdy obciążenie 150 amp. wymaga przy stosowaniu węgla czystych średnicy węgla dodatniego 36,5 mm, Beck zmniejszył średnicę swego węgla do 16 mm, przez co średnica krateru

zmniejszyła się z 26 do 14 mm, temperatura jego zwiększyła się do 4600° abs., jaskrawość zaś 2½ — 3 razy przekroczyła jaskrawość krateru węgla czystego.

Rys. 4 daje porównanie pomiędzy węglem czystym i Becka dla obciążenia 150 amp.

Pierwotne węgle Becka posiadały tę niedogodność, że wymagały stosowania płomienia gazowego, co było kłopotliwe i, pomimo automatycznych urządzeń zabezpieczających, które otwierały dopływ gazu z chwilą zapalenia się łuku i przerywały po jego zgaszeniu, mogło grozić niebezpieczeństwem wybuchu.

Pozatem węgle te spalały się dosyć szybko.

W dalszym rozwoju lamp z węglami Becka zarzucono stosowanie płomienia gazowego, wzamian czego umieszczono węgiel dodatni w rurce z materiału ogniotrwałego.

W wolnej przestrzeni pomiędzy węglem a rurką gromadzi się dwutlenek węgla, zapobiegający dalszemu spalaniu się węgla.

Jako domieszki do rdzenia, zamiast fluorków, zastosowano tlenki metali trudno parujące, sam węgiel zaś silnie zmiedzowano dla zwiększenia jego przewodności.

Węgiel o średnicy 16 mm przeciążono do 250 amp. i otrzymano temperaturę krateru 5100° abs. przy siedmiokrotnej jaskrawości (1260 świec na mm<sup>2</sup>).

Nowoczesne węgle o dużej jaskrawości łuku będziemy nazywać *węglami intensywnymi*.

Różnią się one charakterystycznie w porównaniu z węglami czystymi swą małą średnicą i dużą gęstością prądu, która waha się od 0,74 do 2,15 amp. na mm<sup>2</sup> w węglu dodatnim i od 1 do 2,15 amp. na mm<sup>2</sup> w węglu ujemnym.

Węgle intensywne nie mogą być stosowane do lamp, przeznaczonych dla węgli czystych; wymagają one lamp specjalnie dla nich skonstruowanych.

Natomiast lampy z węglami intensywnymi mogą być zastosowane do każdego reflektora, pracującego z węglami czystymi, po uskutecznieniu drobnych niezbędnych przeróbek. Temperatura wnętrza latarni reflektora podczas palenia się łuku intensywnego nie przekracza 225° C.

Załączona tabela przedstawia wszystkie dane reflektorów z węglami czystymi i intensywnymi.

Tabela ta uwidacznia różnice pomiędzy dawnymi i nowoczesnymi reflektorami.

DANE TECHNICZNE REFLEKTORÓW																					
LAMPY										LUSTRO					REFLEKTOR (całość)						
RODZAJ WĘGLI	Średnica węgla		Średnica krateru		Prąd	Napięcie	Isc na łuku	Maksymalna światłość $J_{max}$	Całkowity strumień światły $\Phi$	Jednostkowe krateru	Średnica	Odległość ogniskowa	Rozproszenie		Najwyższa średnica obrotowego pola na odległości 1 kilometra	Maksymalna światłość $J_{max}$	Całkowity strumień światły $\Phi$	Zobowiązanie $\frac{J_{max}}{\Phi}$	Sprawność opłycza	Doność reflektora określona matrycją rozpraszania zbadawaną przy obszarze światła w powietrzu na 1 kilometr.	
	Dodatni	Ujemny	m/m	m/m									A	V						Woltów	Świec
WĘGLE CZYSTE (NORMALNE)	18	15	7	8	4,4	350	1800	3200	4700	250	110	3	1,75	61	1500000	1500	12500	47	950	800	
	22	15,2	9,5	30	4,4	1320	6300	11500	9000	350	175	2,5	1,5	52	7500000	5200	18000	45	1900	1800	
	23	16	12	60	4,8	2880	15500	26000	135000	600	250	2,25	1,4	42	27000000	15500	22000	55	3300	2100	
	33	22,3	20	125	5,8	7250	41500	75000	13500	900	420	2,25	1,4	42	60000000	35000	22000	47	4300	2700	
	35,5	18	23	150	7,5	11250	50000	190000	13500	1100	480	2,25	1,4	42	85000000	54000	22000	54	5000	3000	
WĘGLE INTENSYWNE	3	3	2,5	15	4,5	675	4000	12000	40000	250	110	1,6	1	35	6000000	1100	44000	14	1700	1300	
	6	6	5	30	5,5	1650	9000	27000	46000	350	175	1,6	1	35	15000000	4300	44000	15	2500	1800	
	9	8	7	60	60	3600	22000	66000	57000	600	250	1,6	1	35	75000000	21500	44000	23	4500	2800	
	13	11	10,5	125	6,5	8100	65000	195000	75000	900	420	1,6	1	35	170000000	48000	44000	25	6000	3400	
	16	14	13	150	7,5	11250	95000	285000	75000	1100	480	1,6	1	35	250000000	70000	44000	25	6800	3700	
	18,5	15	15	200	90	18000	140000	420000	75000	2000	960	1,2	0,75	26	850000000	135000	79000	32	9500	4800	
	16	14	13	225	90	20000	150000	450000	115000	1100	480	1,6	1	35	560000000	160000	44000	36	8500	4500	
	18,5	15	15	300	100	30000	220000	680000	115000	2000	960	1,2	0,75	26	2000000000	320000	79000	48	11500	5500	

Łuk intensywny wymaga napięcia większego od napięcia łuku zwykłego. Przyczyną tego jest duży spadek napięcia w kraterze wskutek przechodzenia prądu przez obłoczek gazu.

Rozproszenie reflektorów z węglami intensywnymi jest mniejsze z powodu mniejszych wymiarów źródeł światła (krateru).

Różnice światłości reflektorów 110 cm i 2-metrowych przedstawiają poglądowo krzywe światłości na rys. 5.

Reflektor 110 cm z węglami intensywnymi przewyższa swoją światłością i donośnością reflektor 2-metrowy z węglami czystymi.

Reflektor nowoczesny 2-metrowy o światłości 2 miliardów świec jest najświatlejszym reflektorem na świecie.

Z odległości księżyc reflektor ten byłby widzialny na ziemi jako gwiazda 6-jej wielkości.

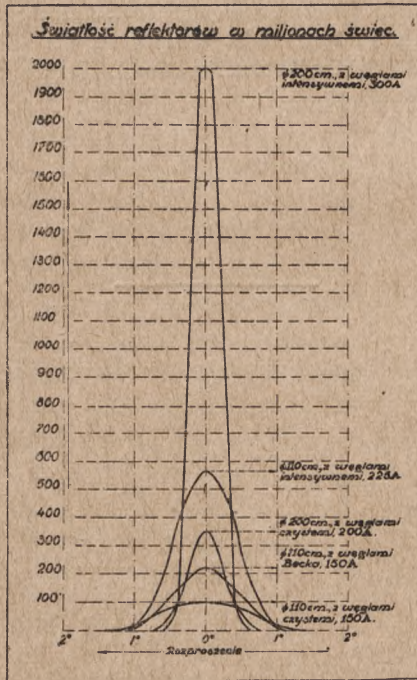
W najnowszych reflektorach zwiększono jeszcze bardziej gęstość prądu, przez co osiągnięto te same światłości przy mniejszej mocy na łuku.

Reflektor 110 cm o średnicach węgla 14 mm (dodatni) i 12 mm (ujemny) daje 560 milionów świec przy 150 amp. i 74 wol-



tach, a reflektor 200 cm o średnicach węgli 16 i 14 mm daje 2000 milionów świec przy 250 amp. i 80 woltach.

Należy podkreślić, że światło reflektora o węglach intensywnych ma bardzo ważną zaletę z punktu widzenia bojowego. Mianowicie, wskutek ogromnej temperatury krateru, światło jego jest białe, zbliżone do słonecznego, i przez to działa na oko ludzkie niezwykle oślepiająco.



Rys. 5.

Ogromny postęp, dokonany w technice reflektorów, streszcza się w istocie swej w odpowiednim doborze węgli i ich przeciążeniu prądem.

Jeżeli zważymy, że temperatura powierzchni słońca wynosi około 6000° abs., a osiągnięto źródło światła o temperaturze 5100 abs., to jaskrawość tego źródła światła zbliża się do jaskrawości powierzchni słońca.

Na innej drodze osiągnięto jeszcze dalsze wyniki. Fizyk O. Lummer otrzymał pod ciśnieniem 22 atmosfer temperaturę

krateru dodatniego  $7700^{\circ}$  abs. i jaskrawość 3240 świec na  $\text{mm}^2$ . Wykonanie jednak latarni reflektorowej, pracującej pod tak dużym ciśnieniem, napotyka na tak poważne trudności, że o zastosowaniu tego łuku do reflektora tymczasem nie może być mowy.

#### LITERATURA:

1. Die neueste Entwicklung der Bogenlicht-Scheinwerfer in Deutschland. Von dr. G. Gehlhoff und Dipl. Ing. F. Thilo. Hachmeister und Thal. Leipzig 1921.

2. Lehrbuch der Technischen Physik. Herausgegeben von dr. G. Gehlhoff. Zweiter Band. Verlag von J. A. Barth. Leipzig 1926.

---

## Wysadzanie kominów fabrycznych.

Jednym z częstych zadań saperów czy to podczas działań wojennych, czy też w czasie pokojowym jest wysadzanie kominów fabrycznych. Robi się to w czasie wojny przy wycofywaniu się z terytorjum przeciwnika, celem zniszczenia korzystnych punktów obserwacyjnych, lub też na terytorjum własnym w celu usunięcia punktów orjentacyjnych, które dopomagałyby przeciwnikowi w korekcie ognia artylerji. W czasie pokojowym zachodzi nieraz konieczność wysadzenia starych kominów fabrycznych, zagrażających bezpieczeństwu ludności. Rozbiórka ręczna często bywa niemożliwa z powodu złego stanu komina, a także ze względu na duże jej koszty.

Niżej podamy parę przykładów wysadzenia kominów fabrycznych, zaczerpniętych z pism zagranicznych (Wojna i Technika, The Royal Engineers Journal, Révue du Génie Militaire).

Regulamin bolszewicki w §§ 256 — 258 i rys. 99 (wzorowany na regulaminie niemieckim) zawiera następujące wskazówki, dotyczące wysadzania kominów fabrycznych. Ładunki należy zakładać do specjalnych otworów, wydrążonych do połowy grubości murów. Ładunki te mają różne wielkości: z tej strony, w którą chcemy zwalić komin, umieszczamy ładunki przeladowane. Ładunki oblicza się według wzoru

$$C = a \beta h^3$$

$C$  — ilość materiału wybuchowego w kilogramach.

$a$  — współczynnik wytrzymałości muru, zależny od grubości i wytrzymałości muru. Autor artykułu „Wysadzanie kominów fabrycznych“ (Wojna i Technika Nr. 2 z r. 1930) bierze regulaminowy współczynnik, stosowany przy wysadzaniu murów = 5 i zwiększa go dla kominów do 6,5.

$\beta$  — współczynnik uszczelnienia, zależny od długości i jakości uszczelnienia. W danym wypadku autor bierze  $\beta = 1$ .

$h$  — jest to linja najmniejszego oporu, wyrażona w metrach; równa jest najkrótszej drodze, prowadzącej od środka ładunku do powierzchni i muru, w której kierunku skierowane jest działanie ładunku.

Przy określaniu wielkości  $h$  należy stosować pewne rozumowanie. Jeżeli kierunek zwalenia się komina jest nam obojętny, to dla wszystkich ładunków wielkość  $h$  będzie jednakowa. W wypadku, kiedy chcemy zwalić komin w pewnym określonym kierunku, wówczas miejsce założenia największego ładunku określa wybrany kierunek.

Praktyczny sposób określania wielkości  $h$  jest następujący:

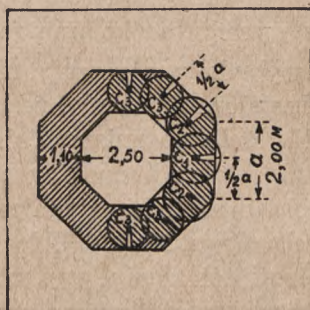
- 1) dla największego ładunku, umieszczonego z tej strony, w którą chcemy zwalić komin, bierzemy  $h_1 = 1,5 h$ ;
- 2) dla ładunków sąsiednich bierzemy  $h^2 = 1,25 h$ ;
- 3) dla pozostałych ładunków  $h_3 = h$ .

W ten sposób wielkość  $h$ , która wynosi połowę grubości ściany komina, zwiększamy dla jednego ładunku o 50% i dla dwóch o 25%. Rozmieszczamy te ładunki z tej strony, w którą chcemy zwalić komin. Otwory na ładunki wydrążamy od strony zewnętrznej komina. Podminować należy połowę obwodu komina. Odległość pomiędzy osiami otworów powinna równać się  $1,5 h$ , to znaczy  $\frac{3}{4}$  grubości ściany komina. Promienie działania ładunków powinny się przecinać.

Rozmieszczenie otworów na zewnętrznej powierzchni komina wykonywa się w sposób następujący: najpierw oznaczamy oś otworu dla ładunku największego z tej strony, w którą chcemy zwalić komin. Następnie od osi największego otworu odkładamy w prawo i w lewo wielkość równą  $2 h$ , to znaczy grubości muru, i otrzymujemy punkty, które oznaczają osie następnych ładunków i t. d. W oznaczonych punktach drążymy prostopadle do pionowej ściany komina otwory do połowy grubości muru. W tym wypadku odległość pomiędzy środkami dwóch ładunków sąsiednich będzie w rzeczywistości wynosiła  $1,5 h$ , czyli  $\frac{3}{4}$  grubości muru.

Gdy komin nie jest okrągły lecz graniasty, należy według regulaminu sowieckiego wprowadzić odpowiednie poprawki. Mając na przykład do wyznaczenia osie otworów na kominie graniastym (rys. Nr. 1), postępujemy w sposób następujący. Widzimy z rysunku, że wewnętrzny promień komina wynosi 1,25 m, grubość muru — 1,1 m, szerokość zewnętrzna grani — 2 m. Znajdujemy  $h = 1,1 : 2 = 0,55$  m, a  $1,5 h = 1,5 \times 0,55 = 0,83$  m. Wyznaczamy oś otworu dla największego ładunku pośrodku grani tej strony, w którą chcemy zwalić komin. W prawo i w le-

wo na sąsiednich dwóch graniach odkładamy od początku grani po  $\frac{1}{4}$  jej szerokości, to znaczy 0,5 m. Ogółem robimy siedem otworów. Drażyc je należy prostopadle do płaszczyzny grani komina. Rzeczywista odległość między środkami ładunków sąsiednich będzie bardzo zbliżona do  $1,5 h$ , czyli  $\frac{3}{4}$  grubości ściany komina.



Rys. 1.

Obliczmy teraz potrzebny materiał do zburzenia komina.

1) Ładunek  $C_1$ :

$$h_1 = 1,5 h = 1,5 \times 0,55 = 0,83$$

$$a = 5 \times 1,3 = 6,5$$

$$\beta = 1$$

$$C_1 = a \beta h_1^3 = 3,7 \text{ kg}$$

2) Ładunek  $C_2$ :

$$h_2 = 1,25 h = 1,25 \times 0,55 = 0,7$$

$$a = 5 \times 1,3 = 6,5$$

$$\beta = 1$$

$$C_2 = a \beta h_2^3 = 2,2 \text{ kg.}$$

3) Ładunek  $C_3$ :

$$h_3 = h = 0,55$$

$$a = 5 \times 1,3 = 6,5$$

$$\beta = 1$$

$$C_3 = a \beta h_3^3 = 1,1 \text{ kg.}$$

(Ładunków tego rodzaju zakładamy — 4).

Ogółem materiału wybuchowego

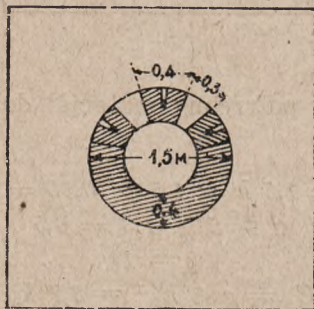
$$C_1 + 2 C_2 + 4 C_3 = 12,5 \text{ kg.}$$

Wysadzony w ten sposób komin podczas samego wybuchu podnosi się trochę do góry, pochyla się w kierunku największe-

go ładunku, przełamuje się mniejwięcej w połowie swej wysokości i pada w kierunku oznaczonym. Rozprysk kawałków cegły w kierunku przeciwnym wynosi około 30 — 40 metrów. Bardzo drobne kawałki mogą lecieć na odległość 150 metrów.

Zgodnie z wyżej wskazanym sposobem pismo sowieckie „Wojna i Technika“ przytacza w Nr. 2 z 1930 r. następujący przykład praktyczny wysadzenia komina fabrycznego.

Komin browaru, wybudowany z cegły, umieszczony nad budynkiem z cegły, zainstalowany był na żelazo-betonowym suficie tego budynku. Należało go zniszczyć bez uszkodzenia budynku, na którym stał, a także budynków sąsiednich. Wysokość komina wynosiła około 15 metrów, średnica = 1,5 metra, grubość ściany = 0,4 metra (rys. Nr. 2). Celem uniknięcia wstrząsu podstawy, na której stał komin, wykonano w dwóch miej-



Rys. 2.

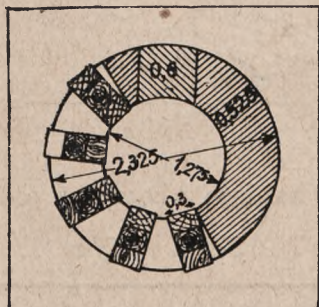
scach otwory o wysokości dwóch cegieł i szerokości 0,3 metra. Nienaruszona część muru między otworami wynosiła 0,4 metra. W tym miejscu, a także na prawo i na lewo od otworów wydrążono otwory na ładunki. Ogółem trzy otwory do połowy grubości ściany komina. Wielkość ładunków została obliczona według podanego wyżej wzoru. Ładunki wysadzono w następującej kolejności: najpierw ładunek między dwoma otworami; komin od tego ładunku nie zawalił się; następnie załadowano i wysadzono pozostałe dwa ładunki. Komin zwałił się w kierunku pożądanym, natomiast budynek pozostał nieuszkodzony.

Wyżej opisany przykład charakteryzują dwie osobliwości: wykonanie otworów celem zmniejszenia wstrząsu podczas wysadzania i kolejne wysadzanie ładunków. Sposób dobry, lecz nieco ryzykowny. Po wysadzeniu ładunku pierwszego, podczas

zakładania pozostałych dwóch ładunków, komin mógł się zawalić na skutek poprzedniego wstrząsu, co mogłoby spowodować nieszczęśliwy wypadek.

Bardzo zbliżony sposób wysadzania kominów fabrycznych podaje pismo angielskie „The Royal Engineers Journal“ w zeszycie wrześnieowym 1928 roku, w artykule pod tytułem „Demolition of Chimney by a Territorial Field Company“.

Należało wysadzić komin starej cegielni, stojącej długo bez użytku. Powalić go trzeba było w określonym kierunku. Wysokość komina wynosiła około 30 m, średnica zewnętrzna —



Rys. 3.

2,325 m, a wewnętrzna — 1,275 m. Jak widzimy, grubość muru wynosiła  $2,325 - 1,275 = 0,525$  m. W kierunku niepożądanym dla zwalania komin posiadał otwór o szerokości 0,6 m. Otwór ten zamurowano cegłą na cemencie. Na długości połowy obwodu komina wyłamano ścianę. Wysokość wyłomu wynosiła 1,725 m. W wyłomie tym ustawiono pięć okrągłych słupków o średnicy 0,225 m, które opierały się o grube sosnowe dyle (rys. Nr. 3), wzmacniając w ten sposób osłabiony przez wyłom mur. Na początku wyłamano mur i ustawiono środkowy słupek, następnie dwa słupki na prawo i na lewo od środkowego, wreszcie dwa skrajne. Po obu stronach skrajnych słupków wydrążono otwory dla ładunków wiertniczych. Pod każdy ze słupków podłożono ładunek materiału wybuchowego. Jako pierwszy został wysadzony ładunek środkowy, następnie dwa najbliższe, prawy i lewy, potem oba skrajne i wreszcie oba wiertnicze. Wybuchy następowały w okresie jednej sekundy jeden po drugim. Ładunki przyłożone do słupków przymocowano od strony wewnętrznej. Wielkość ich była obliczona z takim wyrachowa-

niem, ażeby mogły one przebić słupek i wyrzucić go nazewnątrz. Komin został zwalony w kierunku pożądanym.

W kwietniowym zeszyte 1926 roku francuskiego pisma „Révue du Génie Militaire“ opisana jest praca, związana z wysadzeniem ośmiu kominów starej fabryki od 20 lat beczynnej w okolicy miejscowości Liverdun. Kminy te o wysokości od 30 do 73 m należało powalić w ściśle określonym kierunku. Szkic Nr. 4 przedstawia plan tej miejscowości.



Rys. 4.

Charakterystykę każdego z kominów podaje tabela Nr. 1.

TABELA Nr. 1.

Nr. komin-a	Wysokość	Średnica zewnętrz.	Grubość muru	Stan muru	UWAGI
	w m e t r a c h				
1	73,0	4,4	1,0	B. dobry	Komin wielkiego pieca. Co 6 metrów wzmocniony żelazem 10×100 m/m. Wzmocniony tak, jak komin Nr. 1, co 1,1 mtr. Wzmocnienia między sobą połączone żelazem. Niewzmocniony " " " " " " " " Wewnątrz wzmocniony żelazn. obręczami co 2 mtr.
2	45,0	3,7	1,0	Dobry	
3	48,0	4,6	1,0	"	
4	30,0	2,4	0,6	Słaby	
5	35,0	2,4	0,6	"	
6	45,0	2,2	0,6	"	
7	45,0	2,2	0,6	"	
8	38,0	3,5	0,75	"	

Kminy, oznaczone Nr.Nr. 1, 2, 3, były w takim stanie, że można w nich było wydrążyć otwory na ładunki wiertnicze. Co zaś się tyczy kominów Nr.Nr. 4 — 8, to stan ich nie dawał gwarancji bezpieczeństwa podczas wiercenia otworów. Wobec tego postanowiono je wysadzić zewnątrz ładunkami wydłużonymi.



Regulamin francuski mówi, że na przestrzeni  $\frac{1}{4}$  obwodu kominu od strony, w którą chcemy powalić komin, należy dawać ładunki przeladowane; na następnej  $\frac{1}{4}$  obwodu — normalne, a na pozostałych dwóch ćwierciach — zmniejszone. Podstawowy wzór francuski do obliczania ładunków wiertniczych jest następujący:

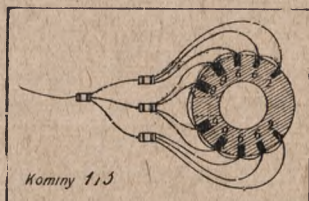
$$C = \frac{3}{4} b \cdot g \cdot h^3$$

$C$  — oznacza materiał wybuchowy w kilogramach,

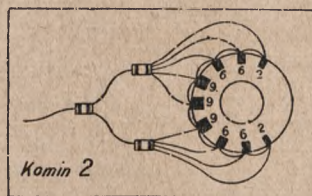
$b$  — współczynnik wytrzymałości muru, w tym wypadku równa się on 4,5,

$g$  — współczynnik uszczelnienia, w tym wypadku równa się  $\frac{7}{4} h$ .

Jeżeli porównamy wzór sowiecki z francuskim, to zobaczymy, że niema w nich dużej różnicy. W iloczynie współczynników wzór sowiecki daje  $5 \times 1,3 \times 1 = 6,5$ , francuski natomiast



Rys. 5.



Rys. 6.

$\frac{3}{4} \times 4,5 \times \frac{7}{4} = 6,0$ . Różnica wynosi zaledwie 0,5, co stanowi 7,7%. Praktycznie różnicy tej nie odczuwa się.

Wzmocnione lub zmniejszone ładunki otrzymuje się drogą odpowiedniego zastosowania współczynnika, który waha się w granicach od 1,5 do 0,25 normalnego ładunku. W ten sposób otrzymujemy (dla kominów Nr.Nr. 1, 2, 3):

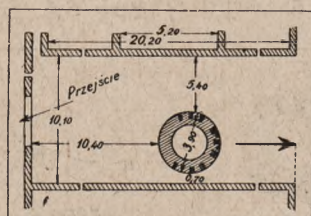
- 1) ładunek normalny —  $6 \times 0,5^3 = 0,750$  kg,
- 2) ładunek przeladowany —  $0,750 \times 1,5 = 1,125$  kg,
- 3) ładunek zmniejszony —  $0,750 \times 0,25 = 0,190$  kg.

Wobec tego, że materiał wybuchowy francuski sprasowany jest w kostki o wadze 0,135 kg, ładunki składały się z 9, 6 i 2 kostek (rys. Nr. Nr. 5 i 6 — liczba przy każdym ładunku oznacza ilość kostek).

Wszystkie ładunki zostały wysadzone jednocześnie przy pomocy lontu wybuchowego. Jak widzimy z rys. 5 i 6, każdy ładunek posiadał własny punkt zapalania, kilka punktów zapala-

nia łączono w grupę, którą zapalał główny przewód. Piętnaście minut przed zapaleniem głównego przewodu podawano sygnał, po którym ludność domów, odległych mniej, niż o 400 metrów, otwierała okna, żeby uniknąć wybuchu szyb. W rezultacie wszystkie trzy kominy upadły w pożądanym kierunku. Komin Nr. 1 i 3 rozpadły się na trzy części i runęły na ziemię. Komin Nr. 2 nachylił się pod kątem sześćdziesięciu stopni, popękał w tych miejscach, gdzie był wzmocniony; padał on jako całość, lecz przy uderzeniu o ziemię rozleciał się na drobne kawałki.

W zeszycie sierpniowym 1926 r. „Révue du Génie Militaire“ opisany jest bardzo ciekawy wypadek wysadzenia komina fabrycznego (rys. 7). Komin ten znajdował się w odległości 5,4 metra od budynku, w którym zmagazynowano parę tysięcy tonn



Rys. 7.

łatwozapalnej siarki. Naokoło komina leżał chaotycznie nagromadzony stary materiał po pożarze. Za kominem w odległości 0,7 metra stał stary mur, który lada chwila mógł się zawalić. Burzenie go było jednak niebezpieczne, gdyż mogło spowodować zawalenie się komina. Przed kominem w odległości 10,4 m znajdował się wysoki mur. Komin o wysokości 40 metrów stał na fundamencie około 3 metrów wysokości. Średnica zewnętrzna komina wynosiła 3,9 m, grubość ściany — 1 metr. Wskutek działania ognia podczas pożaru komin posiadał podłużne rysy. Wobec takiego stanu komina, a także niekorzystnego otoczenia, zostały zastosowane następujące warunki bezpieczeństwa:

- a) podejście do komina zostało oczyszczone z nagromadzonego naokoło materiału;
- b) w murze, znajdującym się w odległości 10 metrów od komina, urządzono przejście o szerokości 3 metrów;
- c) w odległości 100 metrów od komina urządzono punkt obserwacyjny, który zaopatrzone w niwelator. Biały punkt

wierzchołka komina został umieszczony na skrzyżowaniu włósków niwelatora. Przy najmniejszym przesunięciu się tego punktu, podawano przy pomocy trąbki sygnał, na który saperzy, pracujący przy kominie, porzucali robotę i uciekali;

d) komin miał być powalony w kierunku, oznaczonym na rysunku strzałką.

Celem uniknięcia niepożądanych wstrząśnień, otwory do ładunków strzelniczych wykonywano nie ręcznie, lecz przy pomocy świdra pneumatycznego. Podczas świdrowania otworów zauważono, że cegła w murze na głębokości 0,8 metra była w dobrym stanie. Wewnętrzna warstwę około 0,2 m stanowiła przepalona cegła, prawie sproszkowana; wobec tego otwory wiercono tylko na głębokość do 0,4 metra. Do każdego otworu zakładano po dwa 100 gramowe naboje wiertnicze melinitu, a zwierzchu przykrywano otwór kostką zwyczajną o wadze 135 gramów. Ładunków było cztery rodzaje:

a) Od strony, w którą walono komin, założono trzy ładunki przeładowane; wykonano osiem otworów, rozmieszczonych w trzech rzędach. W ten sposób każdy ładunek składał się z 16 kostek wiertniczych i z 8 zwyczajnych. Razem  $(16 \times 100) + (8 \times 135) = 2.680$  kg. Ogółem materiału wybuchowego  $3 \times 2,68 = 8,040$  kg.

b) Obok ładunków przeładowanych umieszczono z każdej strony po dwa ładunki zwyczajne. Każdy z nich składał się z 6 lub z 4 otworów, wobec czego dwa ładunki wynosiły  $(6 \times 200) + (6 \times 135) = 2,010$  kg i dwa —  $(4 \times 200) + (4 \times 135) = 1,340$  kg. Ogółem na 4 ładunki wyszło materiału wybuchowego 6,7 kg.

c) Wreszcie ładunki zmniejszone (rys. Nr. 7), dla których wykonano po dwa otwory. Każdy ładunek składał się z  $(2 \times 200) + (2 \times 135) = 0,67$  kg, co dawało razem — 1,34 kg.

Ogółem wywiercono 50 otworów o ogólnej długości 20 metrów. Materiału wybuchowego zużyto — 16,350 kg.

Po załadowaniu materiału wybuchowego wybuch został spowodowany przy pomocy maszynki elektrycznej z odległości 100 metrów. Po wybuchu komin nie zwałił się, a podniósł się trochę w górę, osiadł na miejscu i rozsypał się.

Oddział w sile 2 oficerów i 14 saperów wykonał tę pracę w przeciągu 8 godzin.

Reasumując powyższe sposoby wysadzania kominów fabrycznych, podajemy trzy sposoby charakterystyczne, które możemy stosować w praktyce:

1) Wysadzanie kominów przy pomocy strzałów wiertniczych. Sposób ten możemy stosować w wypadku dobrego stanu komina. Do pracy musimy oddział zaopatrzyć w specjalne narzędzia do robienia otworów strzelniczych. Duża oszczędność materiału wybuchowego. Duża strata czasu na roboty przygotowawcze.

2) Wysadzanie komina przy pomocy komory minowej, założonej w gruncie pod kominem; stosujemy ten sposób przy średnim stanie komina i w tym wypadku, kiedy warunki lokalne pozwalają nam zburzyć fundament. W porównaniu ze sposobem pierwszym — duża oszczędność na czasie, lecz znacznie większe zużycie materiału wybuchowego.

3) Wolnoprzyłożone ładunki materiału wybuchowego na zewnętrznej stronie komina. Stosujemy ten sposób w wypadku bardzo złego stanu komina. Prace przygotowawcze bardzo małe. Duża oszczędność na czasie, bardzo wielka strata materiału wybuchowego. Jak widzimy, najmniejszą stratę czasu daje sposób trzeci. Jeśli określimy czas, potrzebny do robót przygotowawczych przy sposobie trzecim, jako jednostkę, to ogólny stosunek czasu w sposobie drugim i pierwszym wyrazi się w liczbach 1 : 6 : 12.

Co do ilości materiału wybuchowego, to będzie ona w odwrotnym stosunku. Jeżeli określimy materiał, potrzebny do prac przy sposobie pierwszym, za jednostkę, to ogólny stosunek ilości materiału w sposobie drugim i trzecim możemy wyrazić w liczbach 1 : 12 : 24.

---

# PRZEGLĄD KSIĄŻEK I CZASOPISM.

---

## Uwagi o wojskowych mostach drogowych, używanych podczas wojny 1914 — 1918 roku.

(Kpt. sap. w rezerwie R. Leonardi. Rivista di Artiglieria e Genio. Wrzesień — październik 1929 r.).

Jedną z największych trudności, które zaważyć mogą na szali przebiegu działań wojennych, jest przeprawa przez napotkane rzeki, względnie odbudowa mostów.

Zadanie to nietylko łączy się z utrzymaniem zdobytych pozycji i bezpieczeństwem komunikacyj, ale może często zdecydować o zwycięstwie lub klęsce.

Jasnym jest, że przebieg natarcia zależny jest w dużym stopniu od możliwości przekroczenia napotkanej rzeki lub przeszkody w określonych miejscach i czasie.

Niepowodzenie czynności czysto technicznej, jaką jest budowa mostu, może mieć opłakane skutki i całkowicie zmienić położenie stron walczących.

Warto więc zbadać to zagadnienie, opierając się z jednej strony na istniejących podstawach, z drugiej zaś na doświadczeniach wielkiej wojny.

### I. Uwagi ogólne.

#### 1) W z g l ę d y w o j s k o w e i t e c h n i c z n e.

Jedną z największych trosk dowódcy jest zapewnienie sobie stałości i bezpieczeństwa komunikacyj między wysuniętymi oddziałami a tyłem.

Troska ta jest tem większą, gdy czołowe oddziały oddzielone są od tyłów rzeką, gdyż mogą wówczas mieć miejsce wypadki następujące:

- a) nieprzyjaciel może zniszczyć mosty,
- b) rzeka może przybrać i zniszczyć mosty prowizoryczne,

Należy zdawać sobie sprawę z powyższych względów, zastępując mosty prowizoryczne, wybudowane w pośpiechu w pierwszym okresie działań, przez mosty półstałe lub stałe.

Mosty te muszą odpowiadać warunkom następującym:

- a) budowa ich musi być szybka,
- b) naprawa w razie uszkodzeń — łatwa,
- c) muszą być tak zaprojektowane i wykonane, by były odporne na przybór wody.

Znaczenie ostatniego punktu podkreśla wyraźnie przykład zniszczenia austriackiego mostu na Piawie w czerwcu 1918 roku.

## 2) Z n a c z e n i e c z a s u.

Należy zdawać sobie sprawę z ważności czynnika czasu.

Podczas rozwijania się oddziałów, nawiązywania styczności, podczas szybkich przesunięć ludzi i sprzętu czas zapewnia zaskoczenie, daje zwycięstwo.

W natarciu przez rzekę szybka budowa środków przeprawy, zaczynając od kładek a kończąc na mostach stałych, ma często decydujące znaczenie.

Czas budowy mostu zależy od:

- a) oporu nieprzyjaciela,
- b) szerokości rzeki,
- c) dojazdów,
- d) poziomu wód,
- e) materiału i sprzętu,
- f) typów mostów, jakimi się dysponuje.

Do wyliczonych czynników dodać jeszcze należy czynniki nieprzewidziane, jak: stan pogody, ilość specjalistów i inne, które mogą jednak znacznie opóźnić budowę mostu.

By sprostać nieprzewidzianym utrudnieniom, należy dysponować wyćwiczoną obsługą, kierowaną przez zdolnych, pewnych oficerów, mających specjalne przygotowanie techniczne. Zdolności oficera, praktyka i zręczność żołnierza mogą dać nadspodziewane wyniki.

Najlepszy sprzęt i najbardziej wypróbowane sposoby budowy zawiodą wobec nieumiejętności wykonawców.

Autor rozpatruje pobieżnie zalety żelaznych mostów składanych, przechodzi następnie kolejno typy mostów poszczególnych armij, bada ich główne dodatnie i ujemne strony, porównywa je wreszcie między sobą.

## 3. Z a l e t y s k ł a d a n y c h m o s t ó w ż e l a z n y c h.

Przeprawa na wojnie rozpada się na następujące okresy:

- a) okres pierwszy: przeprawa oddziałów czołowych — budowa kładek, mostów pontonowych i t. d.;
- b) okres drugi: przeprawa dalszych oddziałów i artylerji lekkiej, taborów, artylerji ciężkiej, odwodów — budowa mostów półstałych;
- c) okres trzeci: całkowita odbudowa wszystkich mostów, uszkodzonych przez nieprzyjaciela, i stopniowe wycofywanie materiału, użytego do budowy w okresie drugim.

Mosty drewniane nadają się do budowy w okresie trzecim, w drugim zaś lepiej posługiwać się składanymi mostami żelaznymi, których elementy wykonywane są seryjnie.

Powstają jednak następujące pytania:

- a) jaki typ mostu wybrać?
- b) jak zmontować wybrany typ mostu?

W odpowiedzi na pytanie pierwsze prawie wszystkie armje przyjęły typ mostu o sztywnych przęsłach żelaznych, składanych z poszczególnych elementów.

Francuzi jedynie zastosowali również typ mostu wiszącego.

Co do pytania drugiego: most żelazny może być zbudowany jednym z następujących sposobów:

- 1) z rusztowania;
- 2) przez montaż na brzegu i następnie obrót mostu;
- 3) przez użycie czołowej części pomocniczej;
- 4) sposobem wspornikowym.

Sposób pierwszy, jako zbyt mało wydajny w czasie, należy odrzucić.

Sposób drugi wymaga odpowiednich środków do wykonania obrotu mostu. Środkami temi niezawsze się dysponuje.

Pozostają więc dwa ostatnie sposoby.

Przy użyciu czołowej części pomocniczej most montuje się na brzegu; do czoła jego domontowuje się lżejszą część pomocniczą; całość ustawia się na odpowiednich rolkach; następnie zapomocą kabli, przywiązanych do części czołowej, przeciąga się most na drugą stronę przeszkody, rozmontowuje czołową część pomocniczą i przy pomocy dźwigów hydraulicznych ustawia się most na właściwych przyczółkach.

Budowa wspornikowa może być skutecznie stosowana przy mostach łukowych i wieloprzęsłowych; przy mostach jednoprzęsłowych można ją stosować do rozpiętości 30 m.

Budowę prowadzić można z jednego lub dwóch brzegów.

## II. Typy mostów przyjętych w poszczególnych armjach.

### 1) Mosty francuskie.

W chwili rozpoczęcia wojny Francuzi posiadali jedynie typy mostów o niedużych rozpiętościach, pozwalających na przewóz nieznacznych ciężarów. Marna wykazała ich zdecydowaną niedostateczność.

Dowództwo francuskie wyznaczyło specjalną komisję, która w przeciągu 40 dni przedstawiła projekty nowych mostów.

Przyjęto dwa typy mostów.

#### a) Most systemu Pigeauda.

Jest to most, składany z 5-ciometrowych żelaznych elementów; może on być montowany do rozpiętości 30 m.

Budowę prowadzi się przy pomocy kładki pomocniczej, którą po zmontowaniu mostu rozbiera się.

Później długość końcowych elementów sprowadzono do 2,5 m; most przeto dawał również rozpiętości 17,50 m, 22,50 m, 27,50 m i t. d.

Pierwszy most tego typu zbudowano w grudniu 1914 roku.

Ze względu na małą rozpiętość typ ten okazał się niewystarczającym, dlatego też profesor Pigeaud zmodyfikował go, osiągając rozpiętość 40 m.

#### b) Most systemu Gisclarda.

Most wiszący, zaprojektowany przez ppłk. Gisclarda w r. 1900. Rozpiętość wynosiła 50 — 80 m.

Szemat tego mostu podaje rys. 1.

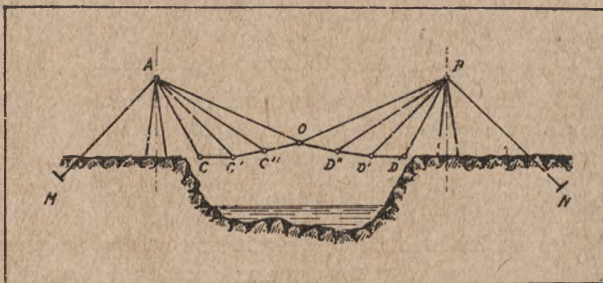
Montaż mostu jest dość prosty, trwa on 7 — 8 dni. Pomost opiera się na poprzecznicach odległych od siebie o 5 m.

Maszty podporowe kabli złożone są z elementów 1,25 m wysokości, wysokość elementu górnego wynosi 1,60 m.

Wysokość masztu zależy od rozpiętości mostu. Strzałka wynosi  $\frac{1}{8}$  rozpiętości.

Dysponując temi typami mostów, armja francuska zadośćuczyniła najtrudniejszym wymaganiom wojny, budując od listopada 1914 do grudnia 1918 roku 5.232 m mostu Pigeauda i 855 m mostu Gisclarda.

Mosty obu typów były montowane przez tych samych oficerów.



Rys. 1.

## 2) Mosty angielskie.

Przed wojną Anglicy nie mieli składanych mostów drogowych.

Wojna, stawiając konkretne wymagania, zmusiła ich do studjów w tym kierunku. Zagadnienie zostało prędko rozwiązane. Anglicy zaprojektowali kilka typów mostów, począwszy od kładek, a kończąc na mostach stałych o dużych rozpiętościach.

Jedną z zasad projektowania mostów angielskich była dążność do przystosowania określonego typu mostu do różnych możliwości.

Z punktu widzenia budowy należy zaznaczyć, że niektóre z mostów budowane były z elementów rur żelaznych. Złącza elementów w węzłach wykonane były przy pomocy specjalnych muf.

Autor, nie zatrzymując się nad dokładnym opisem mostów angielskich, podaje jedynie zestawienie poszczególnych ich typów.

a) Lekki most dla pieszych systemu Inglis: rozpiętość największa 29,26 m.

b) Ciężki most systemu Inglis 6T: rozpiętość największa 43,8 m.

c) Prostokątny most systemu Inglis 11T: rozpiętość największa — 36,57 m.

d) Most serji A dla traktorów 16T, ciągnących działa o 16T na 1 os: rozpiętość największa 25,90 m.

e) Most serji B dla traktorów 14T: rozpiętość największa 18,20 m.

f) Inne mosty wzmocnione serji A i B dla czołgów 30T.

g) Mosty systemu Hopkinsa 75 i 210 stóp.

Pierwszy z tych ostatnich mostów o rozpiętości od 13,70 m do 32 m może wytrzymać przejazd czołga 36T.



Drugi o rozpiętości od 32 m do 59,44 m również wytrzymuje to obciążenie.

Mosty typu Hopkinsa, wykonane w roku 1917, stosowane w najrozmaitszych warunkach, dały doskonałe rezultaty.

Jedną z najbardziej dodatnich stron mostów angielskich, poza ich dużą rozpiętością, jest ich bardzo prędką budowa: od 6 do 12 godzin.

Od lutego do grudnia 1918 roku Anglicy wykonali 1.198 mostów różnych typów, o łącznej długości 8.100 m.

### 3) M o s t y a u s t r j a c k i e.

Austrjacy mieli różne typy mostów drogowych i kolejowych, bardzo szczegółowo opracowane i używane w rozmaitych warunkach.

Typ Roth-Wagnera był często używany przy wielkich rozpiętościach. Montowano go bądź sposobem wspornikowym, bądź też na brzegu i następnie przerzucając.

Typ Kohna, złożony z elementów trójkątnych, mógł być stosowany w różnych okolicznościach.

Rozpiętość mostów drogowych sięgają 66 m, mostów kolejowych — 57 m.

Zależnie od rozpiętości most może być jedno, dwu i trzypiętrowy.

Poza temi typami Austrjacy mieli jeszcze most typu Herberta, którego budowa była, bardzo szybka. Charakterystyczną cechą tego typu jest niezależna od siebie budowa obu kratownic, które po zmontowaniu łączą się między sobą pomostem.

Montowanie kratownic ze względu na zmniejszony ciężar jest bardzo ułatwione.

### 4) M o s t y w ł o s k i e.

Przed wojną armja włoska posiadała mosty drogowe:

a) typu Eiffla,

b) typu Scarelliego (oficjalnie niezatwierdzonego).

Typ Eiffla już na początku wojny był przestarzałym. Nośność jego wynosiła zaledwie 6T, rozpiętość — 21 m.

Przy rozpiętościach większych należało budować podpory pośrednie, co podnosiło koszt i przedłużało czas budowy. Dlatego też ówczesny kapitan Scarelli zaprojektował most o rozpiętości 40 m i nośności 10 T. W okresie wybuchu wojny most ten poddawano próbom. Wojna przyspieszyła pracę nad nim i już w początkach 1916 roku bataljony kolejowe ćwiczyły się w jego budowie, podczas gdy zakłady w Terni i Battaglii rozpoczęły jego wyrób.

Most systemu Scarelliego składa się z dwóch prostych kratownic typu Warrena, połączonych ze sobą górnymi i dolnymi poprzecznkami i tężnikami. Kratownica składa się z równobocznych trójkątów. Długość przeta — 2 m. Ilość prętów kratownicy jest zmienna i zależy od odległości podpór. Ilości te podaje specjalny wykres, łatwy do odczytania nawet dla szeregowych, obeznanych z budową mostu. Pręty mają na końcach otwory, w które wchodzi sworznie podłużnie; połączenie prętów z podłużnicą odbywa się przy pomocy kluczy.

Charakterystyczną cechą mostu jest możliwość jego budowy sposobem wspornikowym.

Montaż mostu rozpoczyna się od budowy prowizorycznej przeciwwagi: na brzegu, poczem rozpoczyna się budowę mostu sposobem wspornikowym, przy użyciu pomocniczego rusztowania, zaczepionego na górze i dole o 3<sup>o</sup> ostatnie poprzecznice.

W ten sposób prowadzi się budowę do rozpiętości 20 m. Przy rozpiętościach ponad 20 m przeciwwagę łączy się z czołem stalowymi linami w celu zmniejszenia drgań i elastycznych odkształceń.

Przy rozpiętościach ponad 30 m należy oprzeć most o podporę pośrednią.

Po zakończeniu budowy rozmontowuje się przeciwwagę i wykańcza pomost.

Most systemu Scarelliego ma dwa typy:

- zwyczajny o nośności 10 T,
- wzmocniony o rozpiętości do 30 m i nośności do 20 T.

**D o d a t n i e i u j e m n e s t r o n y m o s t u.** Ze względu na swoisty sposób budowy, materiał mostu wykorzystany jest do maximum; zmniejsza to tonnaż przewozu. Do zmniejszenia tonnażu przyczynia się również gatunek materiału — niklowa stal, wytrzymałsza o 60% od żelaza; pozwala to na zmniejszenie przekrojów prętów, a co zatem idzie, na zmniejszenie wagi.

Biorąc pod uwagę wagę i wymiary elementów, stwierdzić należy, że można je przewozić po najgorszych drogach i nawet górach.

Z elementów mostu można również montować mosty kilkuprzęsłowe, oparte na podporach pośrednich (belka ciągła).

Ujemne strony mostu są nieznaczące. Jedyne może podkreślić należy zbyt małą wysokość kratownicy przy większych rozpiętościach.

Jak wiadomo, wysokość kratownicy waha się przeciętnie od 1/8 do 1/12 rozpiętości przęsła. Wysokość kratownicy mostu systemu Scarelliego przy rozpiętości 30 m wynosi 1,73 m, co daje tylko 1/17,3; dla rozpiętości 40 m strzałka wynosi 1/23.

Wynika stąd, że przy wielkich rozpiętościach most nie jest zbyt stały i wymaga podczas przeprawy przestrzegania specjalnych zarządzeń.

W praktyce jednak z tego powodu nie było nigdy żadnego wypadku.

Drugą ujemną stroną mostu jest konieczność budowy podpory pośredniej przy rozpiętościach ponad 30 m. Opóźnia to budowę i tak dosyć powolną, trwającą dla rozpiętości większych 2 do 3 dni.

Coprawda można rozpocząć budowę podpory pośredniej jednocześnie z budową mostu.

### *III. Budowa mostów we Włoszech podczas wojny.*

#### 1) T y p y m o s t ó w.

Z powodów, podanych wyżej, najczęściej stosowano most typu Scarelliego.

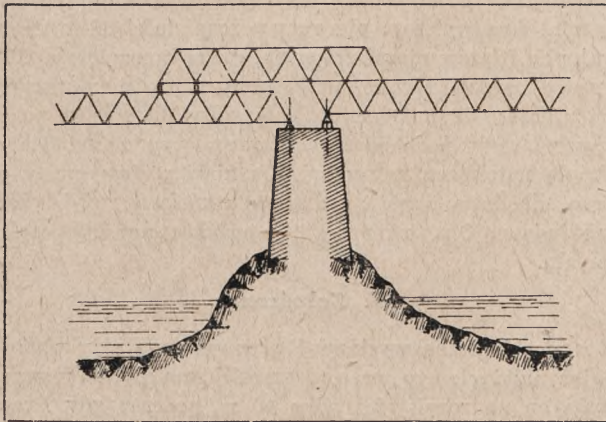
Podczas wojny wybudowano następujące mosty tego typu:

- 2 mosty o rozpiętości 40 m każdy na Judrio w maju 1916 r.,
- 1 most o rozpiętości 26 m na Posina w lipcu 1916 r.,
- 1 most kilkuprzęsłowy na Isonzo,
- 1 most na Vippacco w sierpniu 1916 r.,
- 4 mosty na Isonzo w sierpniu i wrześniu 1917 r.,
- kilka przęseł na Piawie w październiku i listopadzie 1918 r.

Ze względu na warunki budowy tych mostów warto się nad nimi zatrzymać.

## 2) Mosty na Isonzo w przewidywaniu bitwy pod Bainsizza.

Po sforsowaniu przez 2-gą armję rzeki Isonzo między Doblar i Anhovo, przystąpiono do budowy na Isonzo kilku mostów typu Scarelliego, by w najkrótszym czasie skutecznie połączyć obu brzegów.



Rys. 2.

Isonzo ma dno i brzegi skaliste i bardzo wartki prąd; podczas powodzi poziom wody podnosi się o 8 m powyżej poziomu normalnego. Z tych względów mosty pontonowe były nieodpowiednie i należało przystąpić do budowy mostów półstałych, zdolnych do przeprawy artylerji ciężkiej.

Wybudowano więc wzmocniony most Scarelliego o rozpiętości 28 m w miejscu, gdzie dawniej stał most murowany. Budowa jego trwała 48 godzin. Poniżej zmontowano zwykły most Scarelliego o rozpiętości 32 m. Budowę jego przyczółków rozpoczęto jednocześnie z budową mostu. Most ukończono w ciągu 5 dni.

Trzeci most o rozpiętości 40 m wybudowano około Doblar. Budowa trwała 5 dni. Do budowy mostu użyto podpory pośredniej z belek drewnianych.

Wreszcie w Anhovo wybudowano most dwuprzęsłowy o rozpiętości 36 i 22 metrów. Za podporę pośrednią służył obu przęsłom betonowy fi-

lar, dzielący jednocześnie dwumetrowym odstępem oba przęsła. Filar ten zbudowany był na wystającej z wody skale.

Należy zaznaczyć, że przekroczone tu maksymalną rozpiętość przęsła (30 m), dając jednemu z przęseł 36 m. Rozpiętość tę uzyskano, stosując odpowiedni wspornik. Wspornik ten oparto o sąsiednie przęsło, jak wskazuje rys. 2.

### 3) Mosty na Piawie przed bitwą pod Vittorio-Veneto.

Trudności naprawy komunikacji przez Piawę wynikały z następujących przyczyn:

- 1) szerokości przeszkody,
- 2) braku materiału mostowego,
- 3) możliwości powodzi, ze względu na szybki przybór rzeki.

Z powyższych względów zdecydowano budować mosty w miejscach mostów zniszczonych, czyli pod Priulą i pod Vidor - Montebelluną. Most pod Priulą miał dwa wyłomy: pierwszy o rozpiętości 66 m 55 cm między osiami skrajnych filarów niezniszczonych, drugi o rozpiętości 108 m.

Most pod Vidor był również uszkodzony w dwóch miejscach. Uszkodzenia miały łącznie 72 m 30 cm. Ze względu na wysoki poziom mostu ponad poziomem wody pod Vidor zastosowano typ mostu Scarelliego.

Pod Priulą natomiast, ze względu na niski poziom mostu ponad wodą, częściowo odbudowano most z drzewa, częściowo zużytkowano angielskie mosty składane. Oba te rozwiązania podyktowane były częściowo brakiem materiału.

#### IV. Zakończenie.

Jakież wnioski można wyciągnąć z powyższego artykułu?

Oceniając należycie typ mostów włoskich, należy go jeszcze ulepszyć, gdyż pozwala on na rozpiętości tylko 40 m, podczas gdy Francuzi osiągnęli 80 m, a inne armje — 66 m.

Czas budowy mostu Scarelliego jest zbyt długi: 2 — 6 dni.

Włochy posiadają właściwie jeden typ mostu. Ze względu na różnorodne warunki wojny, należałoby, zdaniem autora, dysponować conajmniej trzema typami mostów, pozwalałoby to łatwiej pokonywać napotymane trudności.

Należało skrócić czas budowy mostów, zwłaszcza podczas głównych natarć, oraz osiągnąć rozpiętość 80 m.

Zdaniem autora można byłoby to osiągnąć nawet przy nieznacznym wysiłku.

*Por. Protasewicz.*

KPT. LUCJAN RECLAW.

## Rozwój wojsk łączności w armji niemieckiej.

(C. d.)

---

Jak już poprzednio wspomniano, organizacyjny rozwój formacyj łączności armji niemieckiej podczas wojny światowej w pierwszej fazie, t. j. w latach 1914—1917 nosił charakter okolicznościowy. Znaczy to, że był on dostosowywany sporadycznymi zarządzeniami do potrzeb, które się wyłaniały w trakcie działań wojennych.

Zasady nowej i jednolitej organizacji łączności w drugiej fazie zostały ustanowione zarządzeniem gabinetowym z dnia 18 lipca 1917 r., w myśl którego dotychczasowe wojska telegraficzne zostały przemianowane na wojska łączności (Nachrichtentruppe) i wydzielone z wojsk komunikacyjnych. Zostały one zatem uznane jako samodzielny rodzaj broni, obejmujący wszystkie środki łączności.

Szef Telegrafji Polowej, jako naczelny dowódca formacyj łączności tak polowych, jak i krajowych, został przemianowany na Naczelnego Szefa Łączności (Chef des Nachrichtenwesens), a jego kompetencje rozszerzono na wszystkie rodzaje broni, a więc ostatecznie i na lotnictwo. Reorganizacji uległ również podległy mu sztab, w skład którego weszły: Sztab Generalny wraz z Adjutanturą, Bawarska Sekcja Łącznikowa, Sekcja Środków Łączności, Sekcja Telegrafji Wojennej i Biuro Wywiadu.

Generałowie Wojsk Telegraficznych zostali przemianowani na generałów Łączności (Nachrichtengeneral), a podległe im sztaby zwiększone o Biuro Wywiadu.

Na szczeblu armji, w miejsce Dowódców Wojsk Telefonicznych i Dowódców Wojsk Radjotelegraficznych, utworzono Dowódców Łączności Armji (Armee-Nachrichtenkommandeur,

*Akonach*), ustanawiając przy podległych im sztabach Biuro Wywiadu.

Parki Telefoniczne i Parki Radjotelegraficzne zostały połączone w Parki Łączności Armji (Armee-Nachrichtenpark), w skład których weszły kierownictwo, składnica telefoniczna, składnica radjotelegraficzna, kadra uzupełnień (Mannschaftsdepot), oddział psów meldunkowych (jako ośrodek wyszkoleniowy i komórka uzupełnień) oraz kolumna sprzętowa.

Dowódcy Łączności Armji podporządkowano kompanję telefoniczną armji, kompanję radjotelegraficzną armji i park łączności armji.

Oddziały podsłuchu telefonicznego zostały rozwiązane. Stacje wyposażone w nadajniki weszły narazie w skład dywizyjnych kompanij telefonicznych, a później (w roku 1918) w skład dywizyjnych kompanij radjotelegraficznych. Stacje wyposażone w odbiorniki pozostały narazie jako samodzielne jednostki armji, które dywizjom przydzielano od wypadku do wypadku i dopiero później (w roku 1918) zostały podporządkowane dowódcom korpusu, jako jednostki o stałym przeznaczeniu lokalnym.

Na szczeblu korpusu w miejsca Dowódców Wojsk Telefonicznych i Dowódców Wojsk Radjotelegraficznych utworzono Dowódców Wojsk Łączności (Gruppen-Nachrichtenkommandeur, *Grukonach*), którym podporządkowano korpuśną kompanję telefoniczną i radjotelegraficzną. Jednocześnie skład korpuśnej kompanji telefonicznej został powiększony o jedną samochodową kolumnę sprzętową.

Na szczeblu dywizji z personelu sztabowego oddziału łączności powstał, jako nowy organ kierowniczy, Dowódca Łączności Dywizji (Divisions-Nachrichtenkommandeur, *Divkonach*), któremu podporządkowano dywizyjną kompanję telefoniczną oraz dywizyjną kompanję radjotelegraficzną. Kompanje radjotelegraficzne, które przeważnie zostały dywizjom przydzielone dopiero w połowie 1918 roku, zostały wyposażone w jedną stację dywizyjną, dwie stacje radjotelegraficzne o większej mocy (G-Fuk), trzy stacje radjotelegraficzne o średniej mocy (M-Fuk), dwie stacje radjotelegraficzne o małej mocy (K-Fuk) oraz trzy stacje telegrafu ziemnego.

Szkoła łączności w Namur została przemianowana na Wojskową Szkołę Łączności (Heeres-Nachrichtenschule).

Nowa organizacja polowych formacyj łączności, jak również stały wzrost zapotrzebowania na rezerwy personalne, wpłynęły również na ukształtowanie organizacji krajowych formacyj łączności. Istniejące bowiem telefoniczne i radjotelegraficzne oddziały zapasowe, pomimo ich wewnętrznej rozbudowy, nie były w stanie wywiązać się na dalszą metę ze swego zadania. To też zamiast nich przy każdym okręgu korpuśnym (Generalkommando) został utworzony zapasowy oddział łączności (Nachrichten-Ersatzabteilung), składający się z kadr rekruckich i kompanij zapasowych.

Pod koniec wojny O. de B. obejmował 1 gwardyjski, 21 pruskich i 3 bawarskie zapasowe oddziały łączności.

W roku 1918 przy poszczególnych zapasowych oddziałach łączności zorganizowano korpuśne szkoły łączności, jako ośrodki wyszkoleniowe dla potrzeb formacyj broni oraz korpuśne parki łączności, jako organa zaopatrujące.

Charakter organizacyjny oraz ilość fortecznych kompanij telefonicznych i radjotelegraficznych, jak również stałych stacyj gołębi pocztowych, pozostały bez zmian.

W Ministerjum Wojny wydzielono z Sekcji Wojsk Komunikacyjnych, jako samodzielny organ pracy Sekcję Środków Łączności (Abteilung für Nachrichtenmittel).

W miejsce dotychczasowych organów kierowniczych na czele krajowych formacyj łączności stanął Inspektorat Wojsk Łączności (Inspektion der Nachrichtentruppe, *Inach*), a jako organa, dowodzące bezpośrednio formacjami krajowemi, utworzono siedem Inspektoratów Zapasowych Oddziałów Łączności (*Inachera*).

Reorganizacja objęła również i centralne instytucje techniczne, mianowicie Inspektorowi Wojsk Łączności został podporządkowany Inspektorat Techniczny Łączności (Inspektion der Technischen Abteilungen der Nachrichtentruppen, *Itech-nach*), w skład którego weszły Sekcja Telefoniczna, Sekcja Radjotelegraficzna, Sekcja Telegrafji Ziemnej, Sekcja Sygnalizacji Światlnej, a pozatem Doświadczalne Centrum Łączności.

Były to posunięcia istotnie wielkie, poza któremi należało jednak rozwiązać cały szereg innych zagadnień wyszkolenio-

wych, tak dla własnych potrzeb, jak również i potrzeb formacji broni.

Największe braki w tym kierunku powstały z chwilą przejścia radjotelegrafii lotnictwa wojskowego przez formacje łączności. Bowiern personel dla obsługi radjostacyj płatowcowych, który został przeniesiony z formacji lotniczych do formacji łączności, rzeczywistych potrzeb w tym kierunku nie pokrywał. W następstwie zostały przydzielone z rezerw formacji łączności:

— do polowych eskadr lotniczych: radjostacje naziemne (portowe i sieci bojowej),

— do zapasowych oddziałów lotniczych, Lotniczej Szkoły Radjotelegraficznej i oddziałów lotniczych przy poligonach artyleryjskich: radjotelegraficzne kadry szkolne,

— do szkół obserwatorów: kompanje radjotelegraficzne.

Konieczność ścisłej współpracy pomiędzy lotnikiem i ziemią wymagała należytego przygotowania do tego celu personelu artylerji. W tym też celu istniejące szkoły strzelnicze artylerji otrzymały specjalne kadry szkolne, rekrutujące się z personelu wojsk łączności i składające się z patrolu telefonicznego, patrolu radjotelegraficznego i podręcznego magazynu łączności.

Z chwilą wprowadzenia do użytku armji radjostacyj o falach niegasnących, przewidzianych narazie dla radjokomunikacji pomiędzy wyższemi dowództwami, została powołana (niezależnie od centralnej wojskowej szkoły łączności), jako nowy ośrodek wyszkoleniowy Szkoła Radjotelegraficzna w Namur.

W roku 1918 zorganizowano pozatem w okolicach Namur Poligon Łączności (Nachrichtenübungsgelände), dokąd były skierowywane jednostki łączności, wycofane z linii bojowej, lub też jednostki nowoutworzone, w celu ich uzupełnienia, względnie doszkolenia. Komendantowi tego poligonu zostały podporządkowane: Centralna Szkoła Łączności, Szkoła Radjotelegraficzna, Kurs Podchorążych Rezerwy (aspirantów oficerskich), później również oddziały łączności rezerw armji, przy czern przy jednym z nich została utworzona kompanja szkolna podoficerów.

Dla technicznego doszkolenia personelu łączności, który w krajowych formacjach zapasowych nabywał zaledwie podstawowe wiadomości, została utworzona przy każdej armji Szko-



ła Łączności Armji (Armee-Nachrichtenschule), która podlegała Dowódcy Łączności Armji.

Pozatem dla usprawnienia organizacji uzupełnień personalnych powstały w strefie pozafrontowej zapasowe kadry łączności, stanowiące komórki pośrednie pomiędzy frontem i krajem.

Z ostatnich posunięć organizacyjnych w okresie wojny światowej należy wymienić wcielenie dotychczas samodzielnych Generalów Łączności wraz z ich sztabami do właściwego Dowództwa Frontu, przy jednoczesnem zniesieniu stanowisk oficerów telegrafji, którzy spełniali przy tych dowództwach rolę referentów łączności i utworzenie stałych stanowisk oficerów łączności w dowództwach.

Stanowiska takich oficerów istniały tu i owdzie już przedtem, lecz miały one charakter raczej doświadczalny. W praktyce jednak okazały się one bardzo potrzebne, tak podczas walk pozycyjnych, jak również ruchowych.

Pod koniec wojny światowej rezerwy personalne broni, walczących z nieprzyjacielem bezpośrednio, były na wyczerpaniu, wobec czego w ostatniej chwili postanowiono wycofać możliwie jaknajwiększą ilość wojskowego personelu łączności ze strefy pozafrontowej, zastępując go personelem żeńskim. W tym celu zorganizowano nawet specjalne szkoły łączności dla wyszkolenia personelu żeńskiego w zakresie telefonji, telegrafji i radjotelegrafji. Wysiłki te jednak, wobec zakończenia działań wojennych, spodziewanych rezultatów nie dały.

Reasumując ilościowo wyniki reorganizacji wojsk łączności, przytoczymy tutaj ilościowe stany formacyj łączności, obrazujące najwymowniej ich rozwój w okresie wojny światowej.

W pierwszym okresie wojny światowej w skład całej armji niemieckiej wchodziło:

- 7 etapowych dyrekcji telegrafji,
- 7 kompanij telegraficznych armji,
- 36 dywizyjnych kompanij telefonicznych,
- 8 fortecznych kompanij telefonicznych,
- 2 plutony telefoniczne,
- 7 komend radjotelegraficznych,
- 36 radjostacyj,
- 7 etapowych składnic telefonicznych,

9 zapasowych bataljonów telegraficznych,  
czyli ogółem 119 jednostek.

Pod koniec wojny światowej armja niemiecka posiadała:

52 kompanje telefoniczne armji, wzgl. dowództw frontów,

304 kompanje telefoniczne dywizji, wzgl. grupy operacyjnej,

15 fortecznych kompanij telefonicznych,

337 plutonów telefonicznych,

247 kompanij radjotelegraficznych,

46 stacyj radjotelegraficznych,

250 portowych stacyj telefonicznych,

66 plutonów sygnalizacji świetnej,

1000 gołębników,

272 stacje dla podsłuchu telefonicznego,

8 oddziałów psów meldunkowych,

22 parki łączności,

28 szkół łączności,

25 zapasowych oddziałów łączności,

czyli ogółem 2.672 jednostki.

(C. d. n.)

---

# Nowe problemy radjogonjometrii.

## W s t ę p.

Jak wiadomo, radjogonjometrija w dobie obecnej znajduje następujące zastosowania:

- 1) określenie położenia statków na morzu (radjogonjometrija dla nawigacji morskiej),
- 2) określenie położenia płatowców i statków powietrznych (radjogonjometrija dla nawigacji lotniczej),
- 3) określenie położenia radjostacyj nieprzyjacielskich podczas wojny:
  - a) wywiad radjowy na bliskie dystanse,
  - b) wywiad radjowy na dalekie dystanse.
- 4) badanie rozchodzenia się fal elektromagnetycznych.

Jak widzimy z powyższego zestawienia, radjogonjometrija w jej zastosowaniu praktycznem nadaje się przeważnie dla celów wywiadowczych i jako taka, z punktu widzenia wojskowego, przedstawia ogromne znaczenie.

Nie od rzeczy będzie przypomnieć, że podczas ostatniej wielkiej wojny jedynie dzięki radjogonjometrii angielskiej i francuskiej niszczone Zeppeliny, przeznaczone dla bombardowania Londynu.

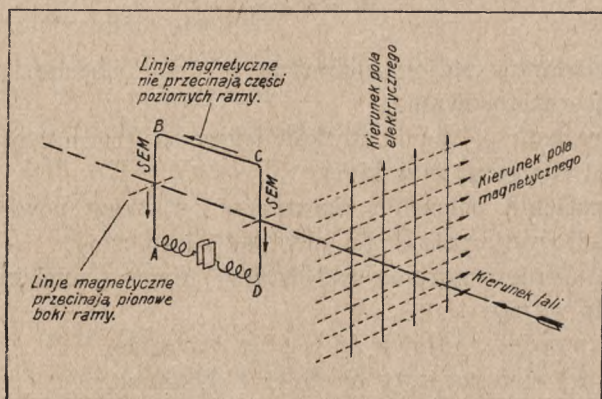
W chwili obecnej, ze względu na zastosowanie fal krótkich, oraz na udoskonalone odbiorniki o dużym zasięgu, w dziedzinie radjogonjometrii powstały nowe problemy: chodzi mianowicie o to, że radjogonjometrija na falach krótkich przy użyciu dotychczasowych systemów nie dawała żadnych rezultatów, zaś radjogonjometrija na falach dłuższych daje dobre rezultaty tylko w dzień, w nocy zaś oraz o zachodzie i wschodzie słońca powstają duże błędy z powodu t. zw. efektu nocnego.

W ostatnich czasach ukazała się praca N. E. Davis'a w Marconi-Review Nr. 21, dotycząca gonjometrów systemu Adcocka, które posiadają ogromne znaczenie dla rozwoju radjogonjometrii na falach długich i krótkich.

Pozwolę sobie w ogólnych zarysach zreferować powyższą pra-

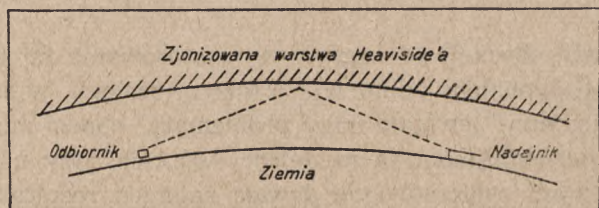
cę, uzupełniając to opisem gonjometru krótkofalowego 10 — 100 metrów.

Jak wiadomo, dokładne działanie radjogonjometrów, stosujących anteny Bellini-Tosi lub też anteny ramowe (a zwykle tylko takie gonjometry używa się obecnie), zależy od następujących warunków:



Rys. 1.

- 1) żeby kierunek promieniowania od stacji nadawczej do odbiorczej przechodził wzdłuż najkrótszej linii na kuli ziemskiej, łączącej powyższe dwa punkty (ortodroma);
- 2) żeby fala, nadchodząca do urządzeń odbiorczych, była normalnie spolaryzowana, t. j., żeby pole elektryczne fali by-



Rys. 2.

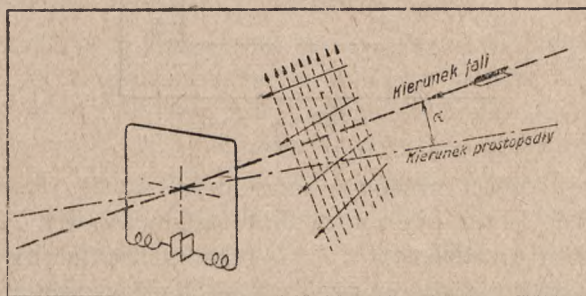
ło prostopadłe, zaś pole magnetyczne równoległe do powierzchni ziemi (rys. 1).

Dokładne próby wykazały, że pierwszy warunek jest zawsze spełniony dla fal o długości powyżej 100 m, jednakże drugi zachodzi jedynie wtedy, gdy na całej drodze między odbiornikiem i nadajnikiem jest dzień. W pozostałych przypadkach, chociaż

promieniowanie odbywa się wzdłuż kierunku prawidłowego, jednak kąt polaryzacji fali oraz kąt padania względem powierzchni ziemi może być zupełnie dowolny i nieokreślony (rys. 2 i 3). Z tych właśnie powodów pomiary w tym czasie są zupełnie niedokładne i nieprawdziwe.

Reasumując, możemy powiedzieć, że wskazania anten ramowych zależą od stopnia polaryzacji fali, jak również od kierunku, z którego fale przychodzą.

Jeżeli fala jest normalnie spolaryzowaną, wtedy wskazania gonjometru zgadzają się z rzeczywistymi kierunkami odbieranych stacyj, gdy jednakże fala jest anormalnie spolaryzowaną, wtedy



Rys. 3.

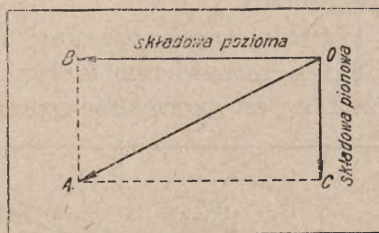
wskazania nie odpowiadają rzeczywistym kierunkom, a noszą charakter zupełnie przypadkowy.

### Historja nowego systemu.

Zjawisko zależności wskazań radjogonjometrów ramowych od stopnia polaryzacji fali zostało jednocześnie zaobserwowane przez Adcocka i T. L. Eckersleya, przy porównaniu rzeczywistych i pozornych kierunków samolotów, nadających za pomocą zwykłych zwieszających się anten płatowcowych. Zjawisko to zostało nazwane „zjawiskiem płatowcowym“.

Początek pracy Adcocka przypada na 1919 rok, w którym Adcock zgłosił patent, opisujący system radjogonjometryczny czuły jedynie na normalnie spolaryzowaną składową (rys. 4) promieniowania, i który z tego powodu nie podlegał wpływom „zjawiska płatowcowego“. W systemie swoim Adcock powrócił do pierwotnej formy anten kierunkowych, t. j. anten pionowych, rozstawionych na właściwej odległości. Jak wiadomo, anteny pio-

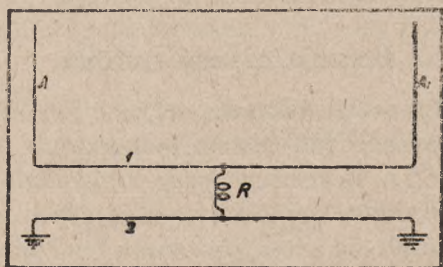
nowe reagują tylko na fale normalnie spolaryzowane, t. j. innymi słowy, przy fali anormalnie spolaryzowanej reagują tylko na składową w kierunku normalnej polaryzacji. Trudność, na którą trafił Adcock, polegała na tem, że przewodnik poziomy, niezbędny dla połączenia anteny pionowej z aparaturą odbiorczą, pochłaniał stosunkowo duże ilości energii fali anormalnie spolaryzowanej i wprowadzał błąd. Z tego powodu Adcock zbudował an-



Rys. 4.

tenę, której części poziome wzajemnie znosiły indukowane w nich prądy przez falę anormalnie spolaryzowaną. Na rys. 5 widzimy takie urządzenie: A, A<sub>1</sub> — przedstawia anteny pionowe, R — stałą cewkę gonjometru, 1 i 2 — doprowadzenia poziome, w których indukowane przez falę prądy znoszą się wzajemnie.

Oczywiście, dla osiągnięcia dobrej równowagi niezbędnem jest, żeby opory uziemień posiadały odpowiednie wielkości; po-



Rys. 5.

nieważ osiągnięcie tego nie było łatwe, przeto, z tego właśnie powodu, system Adcocka nie od razu został zastosowany w praktyce.

T. L. Eckersley kontynuował swoje prace samodzielnie i w roku 1921 ogłosił w Radio Review artykuł, w którym dowiódł ostatecznie, że błąd nocny zależy jedynie od składowych anormalnie

spolaryzowanych w promieniowaniu radjowem. Jedyną rzeczą, niewiadomą w owym czasie, było pytanie, czy dodatkowo do anormalnej polaryzacji nie powstają również błędy na skutek uchylenia się fal od ich prawidłowego kierunku wzdłuż prostej linii na mapie gnomicznej, lub względem t. zw. ortodromy.

W następnym okresie systemy Bellini-Tosi zostały udoskonalone do tego stopnia i tak były praktyczne, że system Adcocka został prawie zapomniany, z wyjątkiem doświadczeń nad rozchodzeniem się fal. Dopiero w roku 1926 Smith Rose i Barfield z Radio Research Board ogłosili swoje spostrzeżenia z gonjometrem Adcocka, urządzonym w ten sposób, że praktycznie reagował jedynie na składową normalnie spolaryzowaną.

W rezultacie tych prac stwierdzono, że w warunkach normalnych nigdy nie zauważono odchylenia się fal od ich właściwego kierunku, a w wyniku tego było jasnym, że każdy system gonjometryczny, który będzie eliminował składową anormalnie spolaryzowaną, będzie również dawał dokładne pomiary w nocy. Niestety, w urządzeniu Smith Rose i Barfield'a wysokie (nad ziemią) umieszczenie gonjometru i ewentualnie aparatury odbiorczej, nie było praktyczne i dopiero niedawno udało się budowę tego systemu posunąć w kierunku umieszczenia gonjometru w bliskości ziemi.

W rezultacie tych prac powstały dwa systemy gonjometrów Marconi-Adcock, jeden na krótkie fale 10 — 100 m i drugi na fale 500 — 1200 m.

Właściwie mówiąc, pierwotnie zbudowano gonjometr na krótkie fale, a to mianowicie dla badania rozchodzenia się fal krótkich.

Badanie rozchodzenia się krótkich fal spowodowało dużo prac poszukiwawczych i laboratoryjnych, mających na celu konstrukcję krótkofalowego radjogonjometru. W rezultacie tych wysiłków, wypracowano typ gonjometru, który może pracować na falach od 10 — 100 m.

Rezultaty otrzymywane na gonjometrach przy falach poniżej 100 m dają bardzo duże błędy, które zależą od:

- 1) odległości między nadajnikiem, a odbiornikiem,
- 2) od pory dnia, kiedy się dokonuje pomiary, t. zn. czy w dzień, czy w nocy. Dokładność pomiarów zależy również od pory roku.

- 3) od wielkości poziomej składowej fali elektromagnetycznej, którą przyjmuje odbiornik.
- 4) od właściwego odbiornika.

Fale krótkie dochodzą do odbiornika 2 drogami: jedną wzdłuż powierzchni ziemi i drugą przez odbicie od warstwy Heaviside'a (rys. 2). Tłumienie fali idącej wzdłuż powierzchni ziemi zależy od długości fali, od rodzaju powierzchni ziemi (morze, łąd stały, góry), oraz od pory dnia i nocy, oraz od pory roku.

Promienie odbite ulegają dużym zmianom, spowodowanym przez promienie słoneczne lub ich nieobecność (w nocy). Oprócz tego promieniowanie może być rozpraszane przez najrozmaitsze zjawiska zachodzące w warstwie Heaviside'a.

Na skutek powyższego aparaty dla radjogonjometrii na falach krótkich mogą być podzielone na 2 grupy:

- 1) grupa użytkująca promienie idące wzdłuż powierzchni ziemi i
- 2) grupa użytkująca promienie odbite od warstwy Heaviside'a.

Dla pracy w pierwszym wypadku można użyć z powodzeniem antenę ramową, powszechnie używaną dotychczas, w drugim wypadku używa się gonjometru systemu Marconi - Adcock, posiadającego 4 anteny otwarte, odpowiednio rozstawione.

### Porównanie systemów.

Antena Marconi - Adcock posiada następujące zalety:

- 1) odbiór poziomej składowej fali elektromagnetycznej jest wyeliminowany, ponieważ poziome elementy anteny są dokładnie ekranowane,
- 2) antena powyższa nadaje się specjalnie dla pracy „w martwym pasie“ (ok. 300 — 600 km od nadajnika), w którym, jak wiadomo, promień bezpośredni jest słaby, a promienie odbite mają niewielką intensywność,
- 3) daje lepsze pomiary niż rama w granicach lub bliskości „pasa martwego“,
- 4) przy pomiarach w bliższej odległości od anteny nadawczej daje zupełnie ścisłe pomiary,
- 5) odbiór kierunkowy według charakterystyki kardioidy jest łatwo osiągalny.

Do wad zaliczyć należy, że wymaga większej przestrzeni, na



której muszą być ustawione 4 maszty dla odbioru według charakterystyki ósemkowej, oraz dodatkowego centralnego masztu, jeżeli wymagany jest odbiór według kardiodoidy.

Antena ramowa natomiast ma te zalety, że:

- 1) daje dokładne pomiary w bliskości stacji nadawczej,
- 2) czasami daje dobre pomiary na dystansach poza „martwym pasem“,
- 3) posiada małe wymiary i może być łatwo przenoszona.

Wady jej są następujące:

- 1) odbiera poziome składowe fali elektromagnetycznej,
- 2) odbiór według kardiodoidy otrzymuje się z trudnością.

Reasumując wady i zalety powyższych 2 systemów, widzimy, że antena Marconi-Adcock nadaje się jako radjogoniometr o małym zasięgu (promienie bezpośrednio wzdłuż powierzchni ziemi) oraz jako goniometr dla dużego zasięgu (dla fali odbitej), oraz bardzo często może dawać dobre pomiary w granicach lub w bliskości pasa martwego, gdzie antena ramowa nie daje żadnych rezultatów. Antena ramowa natomiast nadaje się tylko dla małych zasięgów.

Z powyższego wynika, że antena Marconi-Adcock nadaje się dla radjogonjometriji na dowolne dystanse (z w ł a s z c z a na bardzo duże odległości).

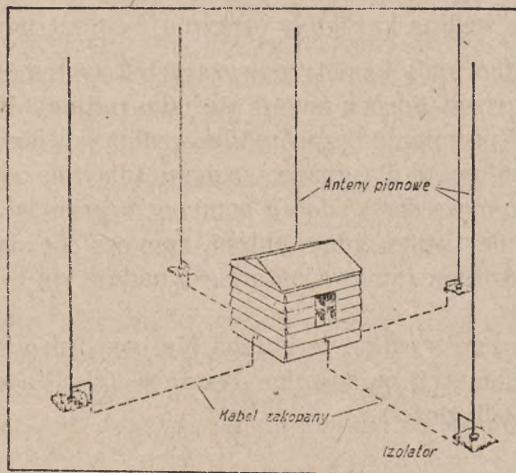
### Opis gonjometru.

Gonjometr krótkofalowy dla fal 10 — 100 m składa się z:

- 1) 5 masztów z rur mosiężnych, 2) 5 podstaw izolacyjnych,
- 3) 4 skrzynek łącznikowych, 4) 5 płyt uziemiających, 5) 4 kabli z ołowiu z izolacją papierową (długość każdego kabla ok. 6 m),
- 6) podwójnej skrzynki radjogonjometrycznej, 7) odbiornika kompletnego z lampami, 8) kompletu cewek na fale 10 — 100 m,
- 9) 3 słuchawek niskoomowych, 10) baterji wysokiego napięcia (120 V), 11) baterji niskiego napięcia (6 V).

O b w ó d a n t e n o w y. Powyższy gonjometr podobny jest do systemu Bellini-Tosi, używanego na dłuższych falach, z tą jednak różnicą, że zamiast 2 anten ramowych, używa się 4 anten pionowych, otwartych, rozstawionych w 4-ch kątach kwadratu, przyczem poziome części, prowadzące do tych anten, są zaekranowane płaszczem ołowianym i zakopane w ziemi (Rys. 6).

W rzeczywistości system ten przedstawia również ramy, umieszczone pod kątem prostym względem siebie, z tą jednak różnicą, że górne części poziome ramy są usunięte, a dolne części są zaekranowane i znajdują się pod ziemią. Wspomniane części poziome doprowadzające łączy się z cewkami stałymi radjogonjometru, które umieszcza się dokładnie w środku systemu antenowego. W ten sposób system antenowy składa się z 2 obwodów umieszczonych prostopadle względem siebie. Północna antena przez zakopany kabel łączy się z cewką stałą gonjometru i przez drugi kabel zakopany z anteną południową. W ten sam sposób



Rys. 6.

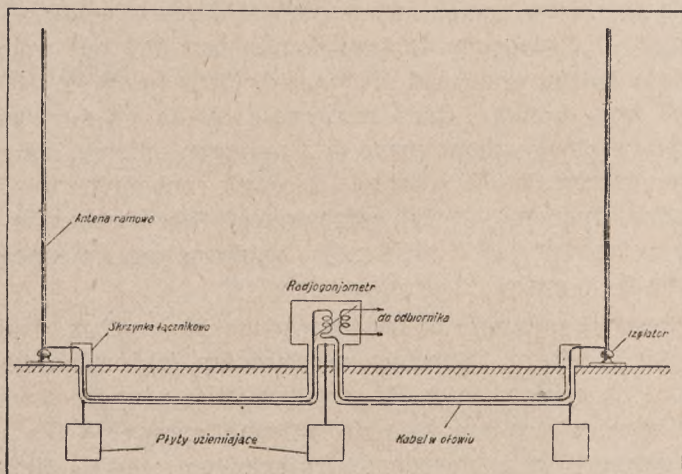
antena wschodnia przez kabel, cewkę stałą i drugi kabel łączy się z anteną zachodnią (rys. 7).

Na rys. 6 i 7 widzimy schematycznie przedstawiony system antenowy. System ten jest aperjodyczny.

**O b w o d y o d b i o r n i k a.** Cewkę ruchomą radjogonjometru nastraja się zapomocą zmiennego kondensatora i sprzęga się z dobrze zaekranowanym krótkofoalowym wzmacniaczem, składającym się z 2-ch lamp ekranowanych, pracujących w układzie wielkiej częstotliwości, następnie idzie lampa detektorowa z reakcją oraz 2 stopnie wzmocnienia małej częstotliwości.

**S z c z e g ó ł o w y o p i s s y s t e m u a n t e n o w e g o.** 4 anteny pionowe składają się każda z 3 rur miedzianych (utrzymywanych w pozycji pionowej zapomocą izolowanych odciągających

czów) i spoczywających na izolowanych podstawach. Wysokość każdej anteny wynosi około 8 m. Kable łączące system antenowy z gonjometrem dochodzą w bliskości każdej anteny do skrzynki łącznikowej, wypełnionej substancją, chroniącą kabel przed wilgocią. Skrzynkę łącznikową zapomocą przewodników łączy się z podstawą anteny, spoczywającą na izolatorze. Powłoki ołowiane kabli w bliskości anteny uziemia się dokładnie zapomocą płyt uziemiających, drugie końce kabli kończą się ekranowanymi wtyczkami, które dokładnie pasują do ekranowanych gniazd, znajdujących się w ekranowanej skrzynce, zawierającej radjogonjometr.



Rys. 7.

Skrzynkę radjogonjometru uziemia się również zapomocą płyty uziemiającej, która powinna być umieszczona jak najbliżej skrzynki radjogonjometru. Długość zakopanych kabli zależy od rozstawienia anten pionowych. To rozstawienie powinno normalnie być takie, żeby długość półfali, którą chcemy odbierać, była większa od rozstawienia każdej pary anteny. Jeżeli rozstawienie jest zbyt duże, to powstaje błąd, który może być skorygowany zapomocą rzeczywistych obserwacji wiadomych stacji. Normalna długość każdego kabla wynosi około 6 m. W ten sposób dla fal poniżej 24 m winna być wprowadzona poprawka. Poprawka ta może osiągnąć 20 stopni w pewnych kierunkach na falach poniżej 14 m.

Jeżeli jest niezbędnem otrzymywanie pomiarów na tych krótkich falach bez poprawki, wtedy anteny muszą być rozstawione na odległości mniejszej niż półfali. Przy skracaniu kabli należy uważać, żeby ich długość była identycznie taka sama.

Dla odbioru według kardioidy używa się dodatkowej anteny otwartej, którą ustawia się w środku kwadratu sformowanego przez 4 anteny. Antenę środkową umieszcza się albo na dachu środkowego budynku, w którym znajduje się aparatura, lub też w jednym z jego rogów.

Radjogonjometr i aparatura odbiorcza winny być umieszczone jak można najbliżej środka kwadratu antenowego. Mały domek dla aparatury winien być zrobiony z drzewa i wszelkie linje telefoniczne prowadzone do tego domku powinny być zakopane względnie umieszczone pod ziemią na odległości około 100 metrów od tego domku. Radjogonjometr składa się z metalowej skrzynki, w której zmontowane są 2 radjogonjometry, 2 kondensatorów zmiennych dla strojenia 2 cewek ruchomych gonjometru, jednej ruchomej cewki sprzęgającej (dla sprzęgania 5-tej anteny z obwodem cewki ruchomej), kondensatora zmiennego dla strojenia 5-ciu anten i 2 przełączników fal.

Pierwszy gonjometr pracuje na falach 10 — 30 m, drugi na falach 30 — 100 m. Zapomocą przełącznika fal, można włączyć jeden z tych gonjometrów. W obwodzie strojeniowym cewki ruchomej gonjometru znajduje się zmienne sprzężenie, dla sprzęgania gonjometru z obwodem strojeniowym siatki pierwszej lampy odbiornika.

Do strojenia 5-tej anteny pionowej służy kondensator zmienny, który zapomocą przełącznika fal może być włączony szeregowo lub równolegle z samoindukcją wymienną, zależnie od żądanej długości fali.

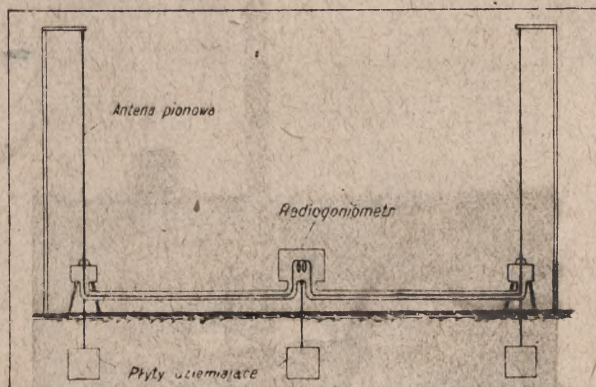
Aparatura radjogonjometru łączy się z odbiornikiem zapomocą krótkiego kabla obołowanego.

O d b i o r n i k składa się z dwóch stopni wzmocnienia wielkiej częstotliwości z dwiema lampami ekranowanymi. Strojonny obwód drugiej lampy ekranowanej sprzężony jest pojemnościowo ze strojonym obwodem siatki lampy detektorowej (z reakcją).

W ten sposób cały system odbiorczy posiada 4 zmienne kondensatory. W małej częstotliwości istnieje jeden stopień wzmoc-

nienia z transformatorem i 2-gi stopień ze sprzężeniem pojemnościowo-oporowym. Cały odbiornik znajduje się w skrzynce metalowej, która dokładnie ekranuje odbiornik i chroni go przed bezpośrednim działaniem fal elektromagnetycznych. Skrzynka odbiornika winna być dokładnie uziemiona. Dla pokrycia całego zasięgu 10 — 100 m używa się 4 kompletów cewek wymiennych. W celu szybkiego odszukania stacji można połączyć bezpośrednio antenę otwartą z obwodem lampy detektorowej.

Po dostrojeniu stacji, wtyczkę antenową łączy się z punktem wejściowym odbiornika i stroi się obwody wielkiej częstotliwości odbiornika. Po skutecznieniu tego odszukuje się stację na gonjometrze, lub jeżeli chcemy odbierać według kardiodoidy, łączymy z gonjometrem antenę otwartą. Wyłącznik z przodu odbior-



Rys. 8.

nika pozwala na jednoczesne wyłączenie baterji wysokiego i niskiego napięcia.

W odbiorniku znajdują się: 2 lampy ekranowe dla wzmocnienia małej częstotliwości, 1 lampa detektorowa, 2 lampy we wzmacniaczu małej częstotliwości.

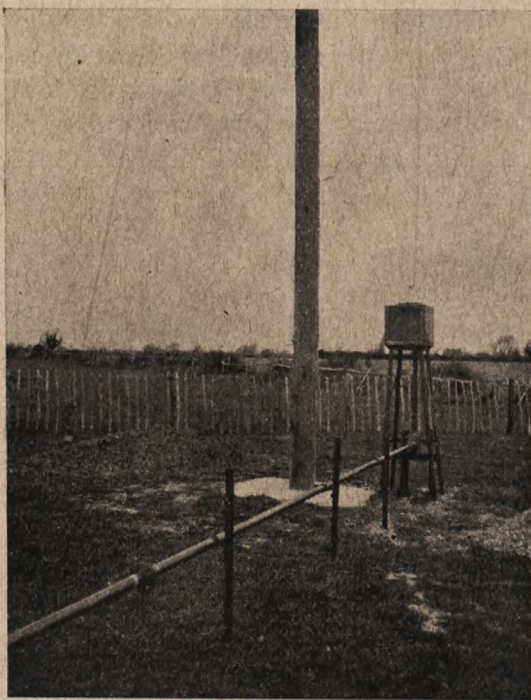
Wszystkie lampy zużywają razem na żarzenie 0,8 A, przy 6 V.

Jak wykazała praktyka, opisany gonjometr krótkofalowy pracuje zupełnie dobrze w bliskości stacji nadawczej oraz daleko poza pasem martwym, a zatem nadaje się dla głębokiego zasięgu. Ze względu jednak na specjalne właściwości krótkich fal dla zakresu 80 — 100 m, daje on dokładność pomiaru rzędu kilku

stopni, poniżej zaś 80 m rzędu kilku lub nawet kilkunastu stopni.

Pod tym względem lepiej się przedstawia gonjometr Adcocka na fale dłuższe, t. j. rzędu 500 — 1200 m. Typ ten został wypracowany specjalnie dla kierowania lotami samolotów, które według międzynarodowych konwencji pracują na falach 900 — 1.000 m.

System antenowy tego gonjometru został skonstruowany w następujący sposób: ustawiono 4 maszty wysokości 21 m (70



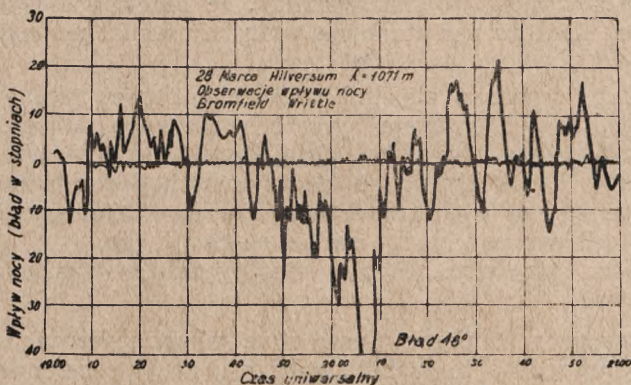
*Rys. 9.*

stóp) w czterech rogach kwadratu o przekątnych długości 100 m (300 stóp); w ten sposób różnica faz w przeciwległych antenach wynosiła  $\frac{1}{10}$  — t. j.  $36^\circ$  przy  $\lambda = 1000$  m. Każda antena kończyła się skrzynką ekranowaną, umieszczoną  $1\frac{1}{2}$  m nad ziemią, dokładnie pod każdą anteną (rys. 8). Doprowadzenie do gonjometru było umieszczone w rurze miedzianej, znajdującej się na odległości 0,6 m nad ziemią. Stosowanie rury zamiast kabla w ziemi zostało spowodowane przez to, że w tym przypadku daleko

trudniej otrzymać symetrię całego układu. Radjogonjometr unieruchomiony został w skrzynce ekranowanej w środku, przy czem skrzynka ta i końce rur ekranujących zostały dokładnie uziemione. Na rys. 9 pokazana jest metoda łączenia anten ze skrzynką końcową.

Cewka ruchoma gonjometru była połączona ze zwykłym odbiornikiem rezonansowym (z lampami ekranowanemi).

W celu stwierdzenia wartości nowego systemu były robione jednoczesne pomiary na stacji gonjometrycznej z anteną Bellini-Tosi oraz na stacji z anteną Adcocka.



Rys. 10.

Na rys. 10 widzimy porównanie nocnych pomiarów zapomocą jednego i drugiego systemu. Jak widać, system Adcocka dawał stale dobry pomiar, gdy tymczasem system Bellini-Tosi dawał błędy  $+20^\circ$  i  $-48^\circ$ , a czasami pomiary wogóle nie były możliwe.

W ten sposób system Adcocka daje gwarantowaną dokładność przy wszelkich najcięższych warunkach  $2^\circ - 3^\circ$ !!

Przy obserwacji lotu samolotu system Bellini-Tosi dawał błąd  $-50^\circ$ , system Adcocka cały czas działał bez zarzutu.

Z powyższych opisów obydwóch systemów (t. j. krótkofalowego i długofalowego gonjometru), widzimy, że zwłaszcza z punktu widzenia wojskowego obydwie te systemy oznaczają duży postęp w radjogonjometrii i otwierają dla radjotechniki wojskowej nowe możliwości.

# WOLNA TRYBUNA.

PPOR. REZ. JERZY BIERNACKI.

## Kilka słów o wykształceniu bojowym w formacjach wojska łączności.

Rozpatrując kolejno poszczególne przedmioty wykształcenia różnych rodzajów wojska, widzimy, że niektóre z nich są im wspólne, niektóre zaś stanowią wyłączny udział pewnych tylko broni.

Jest to zjawisko zupełnie zrozumiałe, gdyż niezależnie od umiejętności obsługiwanego sprzętu właściwego danemu rodzajowi wojska, czyli jego faktycznej broni, wszyscy żołnierze powinni umieć wykonywać pewne czynności, których znajomość decyduje wprost o charakterze żołnierza, odróżniając go zarazem od takiego czy innego fachowca cywilnego.

Chodzi tylko o to, co ten wspólny zakres wykształcenia ma obejmować.

Że wszyscy żołnierze muszą znać musztrę formalną w sztykach zwartych — to jasne; wpływają na to codzienne wymagania życia wojskowego (zbiórki, przemarsze) oraz fakt, że nie tak nie wyrabia karność osobistej i zespołowej, a także świadomości żołnierskiej, jak właśnie ta pozornie niepotrzebna w warunkach dzisiejszej wojny musztra.

Że każdy żołnierz musi umieć używać broni osobistej, która stanowi etatowo przedmiot jego uzbrojenia — to również nie może wzbudzić żadnych zastrzeżeń; ostatecznie, broń nosi się nie od parady.

Ale nasze regulaminy idą w tym kierunku znacznie dalej. Celem zapewnienia jednolitości podstaw wykształcenia całego wojska, nakazują dać żołnierzom wszystkich jego rodzajów wykształcenie wspólne w jeszcze jednej dziedzinie, mianowicie w musztrze bojowej piechoty; tendencja ta przejawia się najsilniej w fakcie istnienia t. zw. kursu unitarnego w Szkole Podchorążych Piechoty dla kandydatów na oficerów wszystkich broni, jednak jest realizowana także choć w mniejszym zakresie i w wykształceniu szeregowych kontyngentu; abstrahując od genezy tej tendencji i nie wdając się w jej ocenę, stwierdzę tylko, że realizacja jej w ostatnim wypadku napotyka w niektórych broniach na zasadnicze trudności i wydaje się być zupełnie niecelowa. Poniżej ograniczę się do rozpatrzenia, jak sprawa ta wygląda w for-



macjach wojska łączności, gdyż stosunki w innych broniach są mi pod tym względem mniej znane.

\* \* \*

Przedewszystkiem trzeba sobie uprzytomnić, że musztra bojowa piechoty opiera się na organizacji drużyn bojowych, co do wartości których zresztą zdania są dziś w całym świecie bardzo podzielone. Następnie, drużyna musi posiadać dwie bronie specjalne: r. k. m. i garłacz. Wreszcie, szeregowi drużyny muszą posiadać dwojakie uzbrojenie: fizyljerskie i grenadjerskie.

Z tego wszystkiego prócz karabinków w formacjach wojska łączności niema nic.

Drużyny bojowe są formowane dorywczo, na czas ćwiczeń, a więc złożone z elementu niezgranego z sobą; nie odpowiadają ani drużynom, tworzonym dla celów służby wewnętrznej, ani drużynom technicznym, a przez identyczną z nimi nazwę — powodują tylko chaos w głowach rekrutów.

Ani r. k. m., ani garłaczy — niema; na ćwiczeniach pozoruje się je w sposób nader prymitywny ( np. przez zawieszenie czapki na lufie karabina), zupełnie nieprzemawiających do wyobraźni żołnierza i wywołujących atmosferę wesołości.

Co się tyczy uzbrojenia osobistego, to sprowadza się ono do karabinków, jednakowego dla wszystkich typu; granaty ręczne są w najlepszym razie pokazywane jako pewnego rodzaju „curiosum“ i wskutek tego nie mogą być traktowane jako przedmiot uzbrojenia. Trzeba dodać, że żołnierz, który sam granatów takich nie rzucał (i to niejednokrotnie), ma bardzo słabe pojęcie o ich użyciu i działaniu. Zaś rzucanie ostrych granatów wymaga odpowiedniej wprawy, na którą w wojsku łączności, przy obecnej organizacji jego wyszkolenia, niema czasu.

Że prowadzone w powyższych warunkach wyszkolenie bojowe nie może dać żadnych wyników, to zdaje się być zupełnie jasne. Przypuśćmy jednak, że warunki te udałoby się zmienić do tego stopnia, iż w rezultacie szeregowiec wojska łączności stałby się naprawdę wyszkolonym piechurzem. Czy miałyby to jakieś praktyczne znaczenie?

Wydaje mi się, że nie, gdyż podobnie, jak formacje pokojowe, tak i formacje wojenne wojska łączności nie posiadają wspomnianego już wyżej sprzętu, niezbędnego do wystąpienia w sztykach piechoty, a w rzeczywistych warunkach bojowych sprzętu tego pozorować przecież nie można.

Idę jednak dalej i przypuszczam, że formacje wojenne wojska łączności sprzęt ten otrzymały. Lecz nasuwa się inna trudność: formacje te składają się z zespołów, dostosowanych do ich właściwych zadań, a bynajmniej nie pokrywających się z drużynami bojowymi. Czy więc ma istnieć dwojaki podział danej jednostki: *do jej właściwych zadań* (zespoły techniczne) i *do*

walki (drużyny bojowe), czy też drużyny bojowe mają być dopiero improwizowane w razie potrzeby, może nawet w obliczu nieprzyjaciela?

Gdzież jednak nieodzowna przy systemie drużynowym specjalizacja personelu i jego wzajemne zgranie się, a wreszcie, czy normalne w warunkach wojennych rozproszenie formacyj i wojska łączności nie będzie bardzo często przeszkodą do sformowania chociażby jednej tylko drużyny?

Przypuśćmy nawet, że wszystkie te trudności zostały pokonane i że wojenne formacje wojska łączności gotowe są w każdej chwili wystąpić w roli mniejszych lub większych zespołów piechoty. Czy jednak takie użycie tych formacyj może być przedmiotem planowych przewidywań?

Musimy sobie uświadomić, że *właściwą bronią żołnierza łączności jest sprzęt łącznościowy*; jego udział w walce przejawia się w postaci obsługiwania tego sprzętu, tak samo, jak np. artylerzysty — w obsługiwananiu działa; to, że działanie tego sprzętu nie jest zabójcze, czy niszczące, niema tu żadnego znaczenia.

Jeżeli bowiem pojęcie udziału w walce rozpatrzyć w perspektywie historycznej, to okaże się, że z biegiem czasu stawało się ono coraz szersze.

Początkowo, udział ten sprowadzał się wyłącznie do walki wręcz, przy pomocy mniej lub więcej doskonałej broni białej czy też podobnej. Później rozszerzył się na obsługę wszelkiego rodzaju broni miotającej pociski (proce, łuki, kusze, katalpuly i t. p.), a potem — broni palnej. Wreszcie w ostatnich czasach objął także szereg czynności pomocniczych, które warunkują celowe użycie narzędzi niszczących i żywej siły, czyli ognia i ruchu. Dziś więc możemy podzielić walczących na dwie grupy:

a) tych, którzy niszczą nieprzyjaciela bezpośrednio, czy to przy pomocy broni białej (bagnet, szabla, lanca), czy też ognia (broni osobistej, maszynowej, artylerji, granatów ręcznych, bomb lotniczych, ewent. min);

b) tych, którzy czynią to pośrednio, *umożliwiając powyższe czynności*.

Trzeba sobie zdać sprawę, że ten pośredni udział w walce niesłusznie określa się jako czynności pomocnicze, a więc o znaczeniu drugorzędnym; z punktu widzenia swej doniosłości dla walki, są one z bezpośrednio niszczaniem nieprzyjaciela całkowicie współrządne, gdwż inaczej byłoby ono, w szerszym znaczeniu, niemożliwe. Najdoskonalsze wojsko współczesne byłoby ciałem bez nerwów, gdyby pozbawić je łączności; nie możnaby marzyć o większych ruchach tego wojska, gdyby nie saperzy drogowi, mostowi i kolejowi; wojsko to nie miałoby co jeść i czym strzelać, gdyby nie kolumny przewozowe, konne i zmoto-

ryzowane; przykładów takich możnaby przytoczyć znacznie więcej<sup>1)</sup>).

Określone więc wyżej czynności pomocnicze są integralną częścią pracy bojowej wojska i nie mogą być uważane za coś, na co można sobie pozwalać tylko w spokojniejszych okolicznościach, a czego trzeba zaniechać w chwili, gdy staje się bardziej gorąco, powołując odnośny personel do bezpośredniego udziału w walce. Takie postawienie sprawy walkę tę zupełnie zdeorganizuje, przekształcając ją w zwykłą bijatykę, której jedynym wynikiem może być chyba drogie sprzedanie swego życia przez poszczególnych żołnierzy lub paniczna ucieczka, boć przecież nie zwycięstwo, czy nawet tylko honorowy i zorganizowany odwrót. W warunkach dzisiejszej zmechanizowanej i skomplikowanej walki, wszelkie wystąpienia, w których jedyna nadzieja zwycięstwa leży w szaleństwie czynu — są naogół zawsze skazane na niepowodzenie, a w każdym razie nie mogą być powodem, aby dostosowywać do nich organizację, uzbrojenie i wyszkolenie wojska.

Z powyższego zdaje się zupełnie niedwuznacznie wynikać, że szkolenie formacyj wojska łączności w szykach bojowych piechoty jest, krótko mówiąc, całkowicie niecelowe.

Nie znaczy to jednak bynajmniej, aby formacje te nie otrzymywały wogóle żadnego wyszkolenia bojowego. Chodzi tylko o to, aby *wyszkolenie to odpowiadało realnym możliwościom bezpośredniego użycia żołnierza łączności w walce*, warunkom wojennym, w jakich ewentualnie będzie praktycznie stosowane oraz posiadanemu przez formacje wojska łączności uzbrojeniu.

Przedewszystkiem więc, trzeba sobie dobrze uświadomić, że żołnierz łączności nie jest przeznaczony do działań zaczepnych z bronią w rękę (byłoby to równie niedorzeczne, jak np. formowanie oddziałów szturmowych z artylerzystów przeciwlotniczych). Nie jest również przeznaczony do bronięcia czegoś, czy kogoś, poza urządzeniami, sprzętem, materiałem i personelem łączności, wreszcie sobą samym; konieczność takiej obrony może mu się nasunąć w razie nagłego przerwania się nieprzyjaciela, dywersji na tyłach, zdrady we własnych szeregach, czy czegoś podobnego.

Warunki wojenne z reguły powodują rozdrobnienie organizacyjnych jednostek wojska łączności (kompanii niższego ty-

---

<sup>1)</sup> Dowodem, że owe czynności pomocnicze są już dziś uważane za równorzędne z czynnościami broni głównych, może być fakt, iż spełniający je personel został we wszystkich wojskach uznany za walczący („kombatanów“).

pu) na szereg oddziałków o różnej wielkości i składzie; oddziały te bądź poruszają się w terenie, pracując często w zupełnym odosobnieniu (zespoły budowlane), bądź też kwaterują w miastach i osiedlach (personel stacyjny).

Uzbrojenie formacji wojska łączności składa się wyłącznie z broni osobistej żołnierzy (karabinek, pistolet, szabla, bagnet) i z natury rzeczy nie może obejmować ogniowej broni zbiorowej (r. k. m., l. k. m., garłacze)<sup>1)</sup>, a tembardziej — towarzyszącej (c. k. m., działka, miotacze i t. p.).

Wobec tego, wyszkolenie bojowe formacji wojska łączności powinno być zasadniczo obronne. A więc żadnych natarć w wielkim stylu, szturmów wzmocnionych pozycyji, zdobywania osiedli i t. p.

Następnie, powinno uwzględniać, poza umiejętnością władania bronią osobistą, walkę w zespołach improwizowanych; w tym wypadku, należałoby zastąpić szyk drużynowy — zwykłym szykiem tyraljerskim, wyrabiając jednocześnie umiejętność indywidualnego wykorzystywania terenu. Specjalny nacisk należałoby położyć na walkę w miejscowościach zamieszkałych, powiedzmy ściślej — na t. zw. walkę uliczną (obrona domów i t. p.), która zwłaszcza personelowi stacyjnemu może się niejednokrotnie nastreczyć.

Wreszcie konieczne jest, aby wyszkolenie żołnierzy formacji wojska łączności we władaniu bronią osobistą dotyczyło wszelkiej broni, w jaką formacje te są wyposażone, t. zn. aby na przykład żołnierz uzbrojony etatowo w karabin i bagnet, umiał walczyć także pistoletem i szablą oraz odwrotnie, gdyż w zamieszaniu, wywołanem zaskoczeniem przez nieprzyjaciela (a z reguły specjalnie ten wypadek będzie wymagał zbrojnego wystąpienia żołnierzy łączności), często wypadnie walczyć każdą będącą pod ręką bronią.

\* \* \*

Krótkoterminowa służba wojskowa powoduje niejednokrotnie poważne trudności w wyszkoleniu kontyngentu. Dlatego też, konieczne jest zastosowanie w niem jak najdalej posuniętej ekonomji czasu, a ta wymaga usunięcia z programu wyszkolenia wszystkiego, co według realnych, opartych na obserwacji rzeczywistości wojennej, przewidywać nie będzie żołnierzowi na wojnie potrzebne. Tembardziej jednak starannie i troskliwie

<sup>1)</sup> Należałoby się jednak zastanowić, czy nie możnaby uzbroić np. podoficerów w duże pistolety samoczynne z kolbą, pozwalające na ciągły ogień większymi serjami, jak np. 9 mm pistolet „parabellum“, z magazynem na 25 naboji. Na niewielkie odległości, pistolet taki może w zupełności zastąpić l. k. m., a nie nastrecza niemal żadnych trudności w noszeniu.

musza być potraktowane te działy wyszkolenia, które decydują o przydatności żołnierza do zadań, jakie wojna przed nim niewątpliwie postawi.

Wydaje mi się, że propozycje moje odpowiadają tej naczelnej zasadzie pokojowego wyszkolenia wojska. Dlatego też sądzę, że realizacja ich, nie rewolucjonizując zbytnio tego wyszkolenia, powinna wpłynąć dodatnio na podniesienie gotowości wojennej formacji naszej broni, tak w zakresie ich właściwych zadań technicznych, jak i ewentualnych — bojowych.

# NA CZASIE.

POR. DYPL. JERZY KURPISZ

## Niemieckie poglądy na taktyczne użycie dywizyjnego oddziału (bataljonu) łączności.

### W s t ę p.

Taktyczne użycie jednostki wojskowej zależy od jej form organizacyjnych. Napozór więc wydawałoby się, iż formy te przesądzają o sposobie taktycznego użycia danej jednostki. Gdy jednak bliżej zastanowić się nad tą kwestją, prędko przyjdziemy do przekonania, że jest właściwie odwrotnie, bowiem taktyka i technika, te dwa ściśle zespalające się czynniki nowoczesnej doktryny wojennej, nadają, odpowiednio do zadań i sposobów użycia, danej jednostce wojska jej formy organizacyjne. Stąd należałoby może wyciągnąć dalszy wniosek, że dla wypełnienia tego samego zadania i tego samego taktycznego użycia nie mogą istnieć dwie różne formy organizacyjne jednej i tej samej jednostki wojskowej. Tymczasem studjowanie organizacji jednostek różnych rodzajów broni poszczególnych wojsk wykazuje, że nawet przy prawie jednakowych ogólnych poglądach na taktyczne użycie danych jednostek, nawet przy bezwzględnie zbliżonych ogólnych ramach organizacyjnych — same te jednostki różnią się często swymi własnymi formami organizacyjnymi w różnych armjach.

Dlatego też nie można dziwić się, że np. przy omawianiu obecnej organizacji piechoty, przy przyjętych ogólnie ramach organizacyjnych pułków i bataljonów, powstaje ożywiona dyskusja na temat, czy najmniejszą samodzielną komórką bojową ma być pluton, czy drużyna.

Podobnie i w organizacji oddziałów łączności różnych armij znajdziemy — pomimo przyjęcia tych samych naogół zasad taktycznego użycia środków łączności, oraz jednakowych prawie ram organizacyjnych (Niemcy, Rosja po 2 kompanje łączności na 1 dywizję piechoty), pewne zasadnicze odchylenia w formach organizacyjnych tych oddziałów. I tak, podczas gdy jako jedno rozwiązanie dla dywizji widzimy: dwie kompanje łączności mieszane, t. j. wyposażone jednocześnie w środki telefoniczne i radiotelegraficzne, jako drugie znajdujemy dwie oddzielne kompanje: jedną telegraficzną (telefoniczną) i drugą radiotelegraficzną.

Przyjęcie na stałe jednej z powyższych organizacji nie powinno wykluczać rozważań nad sposobem taktycznego użycia drugiej. Poza tem w świetle doświadczeń poczynionych z jedną z tych organizacji, wyglądają też bardziej przekonywująco rozważania nad drugą, bo są oparte już na znajomości wad i zalet pierwszej. Wreszcie rozważania te stają się tembardziej ciekawe, gdy wygłasza je specjalista. Kapitan Juppe, znany autor

niemiecki w dziedzinie łączności, ostatnio zabrał głos na temat podany w tytule niniejszego artykułu<sup>1)</sup>). Przed przystąpieniem do omówienia zapatrywań na organizację dywizyjnego oddziału łączności, oraz by łatwiej wyczuć ewentualne różnice w taktycznym oświetleniu tych dwóch organizacji, autor niemiecki przypomina, jakie są zasady użycia obecnych mieszanych kompanij łączności wojska niemieckiego. To daje możliwość stwierdzenia, jakie istnieją odchylenia w najważniejszych sposobach użycia dwóch typów organizacyjnych. Dociekania te z natury rzeczy będą przedewszystkiem dotyczyły spraw taktycznego podziału zadań, systemu rozkazodawstwa i współdziałania środków łączności.

### Ogólne zasady użycia obecnych niemieckich kompanij mieszanych.

Niemiecki regulamin łączności stawia jako zasadę, że zarówno oddziały łączności pułków broni, jak i dowództw dywizyj, składają się z jednostek, które posiadają różnorodne środki łączności<sup>2)</sup>). W ten sposób umożliwia się jednemu dowódcy wykorzystanie różnych środków łączności i ich wymianę, co jest w strefie bojowej szczególnie ważne.

Dlatego też kompanje łączności otrzymują określone zadania, oraz pewną strefę, w której są odpowiedzialne za wszelkie połączenia.

Zadania rozdziela się zwykle w ten sposób, że kompanje pracują: 1) bądź systemem kolejnego przesuwania się, 2) bądź równolegle lub wreszcie 3) uszykowane oddziałami wglęb.

Często jednak — zdaniem kpt. Juppeggo — stosuje się rozwiązanie kompromisowe, które polega na tem, że podczas gdy jedną kompanję używa się dla budowy i obsługi połączeń tyłowych i sieci łączności dowódcy artylerji dywizyjnej, druga zajmuje się budową i obsługą sieci do dowództw piechoty, oraz wydziela ponadto dla dowódcy oddziału (bataljonu) łączności dywizji odwód personelu i sprzętu.

Szkic Nr. 1 przedstawia schemat powyższego rozwiązania.

Zaznaczmy, że etaty personalne dywizyjnego oddziału (bataljonu) łączności nie przewidują w ramach kompanij organizacyjnego podziału na plutony<sup>3)</sup>). Wprawdzie w skład każdej kompanji wchodzi 3 poruczników (ppor.), o których mówi się w nawiasie, iż są dowódcami plutonów, lecz nie są podane składy tych plutonów.

Etaty wymieniają jedynie ilość i jakość poszczególnych jednostek łączności, wchodzących w skład każdej z dwóch kompanij łączności. Są to następujące jednostki: 2 drużyny telefoniczne budowlane, 2 lekkie sekcje telefoniczne, 1 sekcja telefoniczna stacyjna, 1 sekcja podsłuchowa (jedna z kompanij ma więcej tych sekcij), 3 sekcje sygnalizacji świetlnej, 1 średnia, 1 lekka, 2 małe stacje radjotelegraficzne, 4 stacje radiowe odbiorcze, wreszcie jedna z kompanij ma 1 połowy gołębnik (lecz tylko 1 sekcję pod-

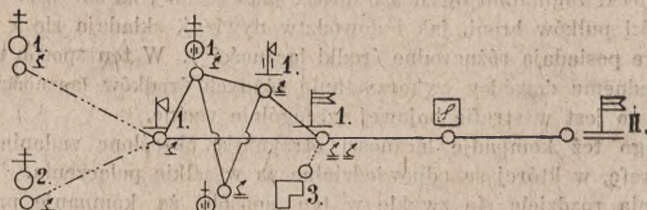
<sup>1)</sup> „Der Funkner“. Nr. 5/6 z 1930 r. Artykuł „Gedanken zum taktischen Einsatz einer in Fernsprech — und Funkkompanie gegliederten Divisions-Nachrichten-Abteilung“.

<sup>2)</sup> Ausbildungsvorschrift für die Nachrichten-Truppe (A. V. N.). Część III.

<sup>3)</sup> Patrz „A. V. N.“ — część III.

słuchową). Dowódca kompanji może nakazać zgóry zestawienie tych jednostek w plutony, przyczem ilość i jakość tych ostatnich uzależniona jest o zamierzonego użycia.

Często jednak dopiero rozwijająca się akcja bojowa, w której poszczególne mniejsze oddziały o różnych środkach łączności współpracują i wzajemnie się uzupełniają, spowoduje, że dowódca kompanji złączy je w plutony łączności i podporządkuje oficerom kompanijnym, którym przekaże troskę o utrzymanie pewnych taktycznie ważnych połączeń, za które też oni będą odpowiedzialni. W ten sposób, zdaniem regulaminu niemieckiego, taktycznie i technicznie wyszkolony oficer będzie dobrze wykorzystany tam, gdzie staje się on niezbędnym dla zapewnienia sprawnego współdziałania środków łączności i gdzie leży punkt ciężkości ich użycia.



Szkiec 1.

(według artykułu kpt. Juppego w *Der Funker* "Nr. 5/6 z 1930r.")

- |  |  |
|--|--|
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

Jak widzimy, konieczność stworzenia punktu ciężkości w określonym, a najdogodniejszym miejscu pola walki, tak jasno podkreślona w niemieckim regulaminie służby polowej, przenosi się również i na zagadnienie taktycznego użycia środków łączności.

Często wreszcie dowódca kompanji łączności — w myśl niemieckiego regulaminu łączności — niezależnie od dokonanego podziału na plutony, będzie zmuszony dysponować bezpośrednio nawet drobnymi oddziałkami (jednostkami łączności).

**Zasady użycia odrębnych kompanij: telegraficznych i radiotelegraficznych.**

Zdaniem kpt. Juppego, wylania się przedewszystkiem zagadnienie, o ile zachowany zostanie obecnie istniejący skład personalny i wyposażenie —



jaki powinien być podział organizacyjny kompanij dla użycia w akcji bojowej w sposób najbardziej praktyczny i możliwy dla sprawnego wykonania zadań.

Zagadnienie to należy rozpatrywać z punktu widzenia zdolności do wykonania prac, oraz rodzaju środków przewozowych (trakcja konna, czy też zmotoryzowana).

Biorąc powyższe punkty widzenia pod uwagę, autor uznaje za jedno z możliwych do przyjęcia rozwiązań podział zarówno kompanij telegraficznej, jak i radjotelegraficznej na 2 plutony o zaprzęgu konnym i 2 plutony zmotoryzowane.

Stwierdza on, że przy ustalaniu form organizacyjnych dla odrębnych kompanij (telegraficznych i radjotelegraficznych) nie istnieją te trudności podziału każdej z nich na plutony, które powstają przy organizacji kompanij mieszanych. Podział ten narzuca się w pierwszym przypadku sam przez się, biorąc pod uwagę cel użycia poszczególnych jednostek.

Przy dotychczasowej organizacji niemieckiej nie można było — zdaniem kpt. Juppego — uniknąć przy rozwijaniu się akcji bojowej zmieszania się tak samych kompanij, jak i poszczególnych plutonów łączności. W ten sposób utarła się zasada — przy dalszem rozwoju operacyj — przeprowadzania nowego rozczłonkowania jednostek łączności, oraz nowego organizowania pracy na całej sieci. Konieczna w związku z tem zwykle zmiana podziału prac wśród kierowników, oraz zmiana zadań wyznaczonych jednostkom, utrudniały i tak niełatwe dowodzenie oddziałami łączności w walce, a jednocześnie zmniejszały sprawność pracy tych oddziałów.

Wskutek tego rzeczywiste dowodzenie — t. j. wydawanie rozkazów przez dowódcę kompanij — było znacznie utrudnione i często dowódca kompanij zmuszony był wydawać rozkazy bezpośrednio poszczególnym mniejszym jednostkom łączności, gdyż podział na plutony, ze względu na niewielką naogół liczbę różnych jednostek łączności, nie opłacał się i nawet nie wydawał się możliwy do urzeczywistnienia, o ile miano zadośćuczynić wszystkim żądaniom, stawianym kompanij.

Szkic 2-gi wskazuje użycie odrębnych kompanij i związany z tem ścisły podział na sieć telefoniczną i radjotelegraficzną, a nie na rejony prac kompanij.

Kpt. Juppe podkreśla, że przy kompanjach odrębnych nie należy się obawiać, że zasada wzajemnego uzupełniania się i wspierania nie znajdzie należytego swego wyrazu przy użyciu poszczególnych środków łączności. Jest to zupełnie słuszne, gdyż nie organizacja, lecz odpowiednie wyszkolenie dowódców spowoduje to współdziałanie.

Pozatem wpłynie na to tradycja oddziałów, zgranie, wytworzone przez odpowiednie ćwiczenia w czasie pokoju i należyte pojęcie „łączność obowiązku“.

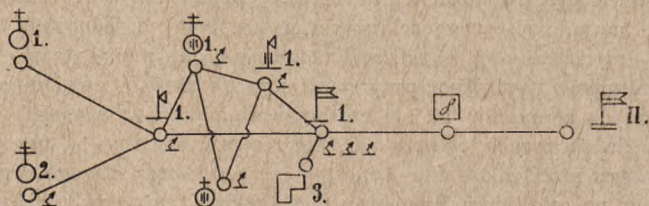
Przy systemie odrębnych kompanij użycie ich następuje nie odpowiednio do zadań danych w ramach całej sieci dywizji, lecz odpowiednio do wyposażenia kompanij.

System ten daje przedewszystkiem bezsprzeczne korzyści służbie radjotelegraficznej. Wszystkie bowiem zadania, które w ramach dywizji mogą

przypaść radjotelegrafji, centralizują się u dowódcy kompanji radjotelegraficznej. Dzięki temu kompanja radjotelegraficzna zdolna jest do wszechstronnego ich wykonania, do rozpoznania stacyj nieprzyjacielskich, do maskowania swych stanowisk, maskowania swej pracy i mylenia przeciwnika.

Co zaś się tyczy wykorzystania sił, będących do dyspozycji, to użycie ich przy organizacji odrębnych kompanij telegraficznych i radjotelegraficznych będzie bardziej oszczędne i racjonalne, niż w przypadku kompanij łączności mieszanych.

Ponadto prace dowódcy kompanij telegraficznej i radjotelegraficznej zostają ujednostajnione dzięki wyodrębnieniu technicznych zadań tych oddziałów. I tak dowódca kompanij telegraficznej zajmować się będzie budową i obsługą połączeń drutowych (kablowych) do dowództw pułków włącznie, podczas gdy dowódca kompanij radjotelegraficznej regulować będzie



Szkiec 2.

(według artykułu kpt. Juppego w „Der Funker” Nr. 5/6 z 1930r.)

Znakowania taktyczne:

patrz szkic Nr. 1.

Znakowania techniczne:

— prace kompanij telegraficznej  
(linie i stacje telegraficzne)

⋅ stacje radjotelegraficzne  
kompanij radjotelegraficznych.

całość ruchu radjowego w obrębie dywizji. To ustalenie zakresu prac rozwiązuje jednocześnie zagadnienie miejsca pobytu tych dowódców w czasie akcji bojowej. W obecnej niemieckiej organizacji mieszanych kompanij łączności dowódcy ich związani byli z rejonem prac swej kompanij, przy czem miejsce ich pobytu zależne było od jednego z wymienionych powyżej sposobów użycia tych kompanij.

Przy organizacji odrębnych kompanij rejonj ich pracy obejmują cały odcinek dywizji, a stąd też dowódcy tych kompanij muszą znajdować się tam, skąd będą mogli wykonawcom przekazywać swoje rozkazy. Dlatego też ich miejsce postoju będzie — zdaniem kpt. Juppego — w zasadzie przy dowódcy dywizyjnego oddziału łączności, czyli przy sztabie dywizji, tej centrali rozkazodawstwa.

Inny sposób podziału zadań odrębnych kompanij, względnie rozmieszczenia ich dowódców spowodowałby jedynie niepotrzebne opóźnienie i utrudnienie budowy połączeń.

Rozwiązanie powyższe nie wyklucza jednak powołania dowódcy kompanij telegraficznej, względnie radjotelegraficznej, w wypadku niezbędnym, do pewnych specjalnych zadań.

Jako przykład podobnego użycia uważa kpt. Juppe marsz ubezpieczo-

ny, gdzie dowódca kompanji telegraficznej należałoby przydzielić do straży przedniej, wychodząc z założenia, iż w razie zetknięcia się z nieprzyjacielem byłaby tam konieczną obecność starszego oficera łączności, któryby mógł na podstawie osobistego wrażenia oraz jako dowódca oddziału łączności, zaangażowanego poniekąd w walce, wydać podstawowe i rozstrzygające rozkazy dla zaczęcia rozbudowy sieci łączności.

Podobną rolę obejmie dowódca kompanji telegraficznej po wyznaczeniu go na dowódcę gros oddziału łączności maszerującego na czele sił głównych dywizji. Z chwilą jednak rozpoczęcia właściwej walki miejsce dowódcy jest znów przy dowództwie dywizji.

Powyżej wspomniano, iż dzięki podziałowi na odrębne kompanje, umożliwiającemu wystawienie zdolnych do pracy plutonów, upraszcza się również wydawanie zadań (rozkazów). Wynika z tego racjonalniejsze użycie oficerów kompanijnych. Przy istnieniu odrębnej kompanji telegraficznej nastąpi bardzo rzadko zmieszanie plutonów tej kompanji. Korzyści więc podobnej organizacji również i w dziedzinie zaopatrzenia (wyżywienia) są bezsporne.

Jeżeli głębiej zanalizować, jakie żądania może otrzymać pluton telegraficzny, można dojść do wniosku, że będą to najczęściej: a) budowa podstawowej linii telefonicznej, b) utrzymywanie połączeń w otoczeniu punktu ciężkości walki, c) budowa sieci dowództw artylerji, d) ustawianie i obsługa większych central (pluton stacyjny), e) utrzymywanie długich połączeń do tyłu, f) budowa linii rokadowych przy wykorzystaniu stałej sieci pocztowej i t. p.

W kompanji radjotelegraficznej, w czasie jej użycia, zachowanie podziału na plutony będzie trudne przede wszystkim ze względów czysto technicznych. Jednak mimo to — zdaniem kpt. Juppego — uda się prawdopodobnie rozdzielić pewne, określone zadania (sieci korespondencyjne) na oficerów tej kompanji (podobnie jak przy użyciu dowódców plutonów kompanji telegraficznej).

Przechodząc z kolei do kwestji zorganizowania współpracy i wzajemnego wspierania się zapomocą różnych środków łączności, należy podkreślić, że rozwiązanie tego zagadnienia wymaga jedynie uregulowania pracy w punktach stałych i stycznych poszczególnych sieci. Punkty te — to ośrodki łączności, wyposażone we wszelkie środki łączności, które znajdują się przy dowództwach. W tym wypadku znajduje zastosowanie postanowienie niemieckiego regulaminu łączności, który poleca podporządkować w ośrodku łączności wszystkie środki łączności jednemu kierownikowi, przyczem wyznaczenie tego kierownika w każdym poszczególnym wypadku powinno nastąpić rozkazem dowódcy dywizyjnego oddziału łączności.

Kpt. Juppe wspomina, że biorąc pod uwagę ogromnie intensywny ruch na stacjach przy dowództwie dywizji, na podstawie wielu przeprowadzonych ćwiczeń, w wojsku niemieckim utarł się zwyczaj wyznaczania jednego ze starszych oficerów do nadzoru i kierowania całokształtem służby teletechnicznej i radjotechnicznej w dowództwie dywizji. Rolę tę przy organizacji odrębnych kompanij mógłby spełniać dowódca kompanji radjote-

legraficznej, któremu by podporządkowano dowódców plutonów stacyjnych telegraficznych i radjotelegraficznych, zatrudnionych przy dowództwie dywizji. Nie wyłączałoby to wpływu dowódcy kompanii telegraficznej na pracę plutonów stacyjnych, lecz jedynie odciążało go celem ułatwienia mu wypełnienia jego innych poważnych zadań. W wypadku przesunięcia się akcji bojowej dowódca kompanii telegraficznej będzie nadal dysponował swemi jednostkami stacyjnymi, użytymi przy dowództwie dywizji.

Dowódca kompanii radjotelegraficznej nadaje się najbardziej na powyżej podane stanowisko, gdyż obowiązki jego w ramach dywizji polegają zasadniczo jedynie na ściśle technicznym zorganizowaniu służby ruchu radjotelegraficznego.

Pozatem, w razie użycia dywizyjnych oddziałów telegraficznych do budowy sieci dowództw artylerji, wskazany jest przydział do sztabu dowódcy artylerji dywizyjnej jednego starszego oficera kompanii telegraficznej, dla zaspokojenia potrzeb dowódcy artylerji dywizyjnej w dziedzinie połączeń. Oficer ten, poza swemi technicznymi zadaniami, pełniłby rolę oficera łącznikowego dowódcy dywizyjnych oddziałów łączności i w tym charakterze miałby obowiązek przekazywać temu ostatniemu wszelkie żądania artylerji.

#### **Użycie odrębnych kompanij telegraficznych i radjotelegraficznych w poszczególnych fazach akcji bojowej.**

##### **O k r e s t r a n s p o r t ó w o p e r a c y j n y c h.**

Na wstępie podkreśla kpt. Juppe, że konieczność użycia wzajemnie się uzupełniających środków łączności spowoduje w poszczególnych wypadkach tworzenie na pewien przeciąg czasu związków mieszanych (telegraficzno-radjotelegraficznych), skupionych z jednostek dywizyjnego oddziału (bataljonu) łączności. Podobnemu sposobowi taktycznego wykorzystania oddziałów łączności w niczem nie przeszkadza organizacja odrębnych kompanij. Tworzenie takich związków nie jest żadną nowością, gdyż znajduje częste zastosowanie przy użyciu głównych rodzajów broni. Regulaminu bowiem służby polowej różnych wojsk uwzględniają konieczność tworzenia, w pewnych określonych sytuacjach bojowych, tak związków mieszanych (kawalerja i piechota), jak i oddziałów wydzielonych (piechota + artylerja + ewentualnie kawalerja, względnie kawalerja + artylerja), będących pod rozkazami jednego dowódcy. Do szeregu sytuacji wymagających zwykle formowania podobnych związków, jak np. marsz bojowy, ubezpieczenie (osłona), opóźnianie, pościg i t. p. należy, gdy mowa jest o odrębnych kompaniach telegraficznych i radjotelegraficznych, doliczyć również i okres transportów operacyjnych. W ostatnim przypadku staje się koniecznem wyposażenie tej części transportów kolejowych dywizji, które pierwsze przybywają do obszaru operacyjnego, w tak dostateczne i różnorodne środki łączności, żeby odpowiednio do położenia i zadań — miały one możność utrzymania należytej łączności. Z drugiej zaś strony dażyć jednak należy do tego, żeby każda z kompanij tworzyła wartą całość ze względów gospodarczych oraz dla ułatwienia kierownictwa.

Dlatego też należy przydzielać w razie potrzeby do jednej lub drugiej

kompanji tylko taką ilość jednostek łączności, która jest niezbędna dla za-  
dośćuczynienia taktycznym wymaganiom. Po ukończeniu transportów wra-  
całyby te związki do ram ustalonych etatami wojennymi.

Do uwag kpt. Juppego dodamy jednak wyjaśnienia, by nie stworzyć  
mylnego pojęcia o możliwościach i sposobie transportów operacyjnych.

Obliczenia bowiem transportów operacyjnych opierają się zasadniczo  
na pewnych typowych pociągach o identycznej ilości osi oraz na podziale  
oddziałów na jednostki transportowe. Jeżeli więc przyjmujemy, że formacje  
łączności dywizji piechoty tworzą jedną jednostkę transportową (1 pociąg  
typowy), to przyśpieszenie przybycia ich na obszar operacyjny może być  
zasadniczo dokonane jedynie przez wyznaczenie tej jednostce transportowej  
wcześniejszej kolejności. Lecz wtedy te kompanje (telegraficzna i radjote-  
legraficzna) przybędą naturalnie razem i w tym samym czasie, wobec  
czego zbędnym byłoby tworzenie związków mieszanych. Jeżeli jednak przy-  
jąć dla transportu tych formacyj większą ilość jednostek transportowych  
(co najmniej naturalnie dwie), to wówczas niezależnie od wyznaczenia  
wcześniejszej kolejności dla transportu jednej z nich, możnaby ją stworzyć  
ad hoc z oddziałów telegraficznych i radjotelegraficznych. Dalsze transpor-  
ty naturalnie byłyby też mieszane.

Biorąc powyższe pod uwagę, dalej uwzględniając zasadniczą niemożli-  
wość „przyczepiania“ dowolnych ilości jednostek łączności do jakiegokolwiek  
jednostki transportowej innego rodzaju broni, wreszcie skład liczbowy nie-  
mieckiego dywizyjnego oddziału łączności (17 oficerów i urzędników, około  
360 szeregowych, 230 koni, 12 samochodów i 51 wozów), należy wnioskować,  
iż kpt. Juppe przewiduje co najmniej dwie jednostki transportowe dla tego  
oddziału. W tym wypadku poprzednie jego rozumowanie jest oczywiście  
słuszne.

#### O k r e s m a r s z u b o j o w e g o .

Dla określenia sposobu uszykowania dywizyjnego oddziału łączności  
w czasie marszu bojowego miarodajnymi są: zadanie dywizji, jej ogólne po-  
łożenie oraz teren. Zadania, jakie w związku z tem otrzyma ten oddział  
łączności, będą zwykle następujące: 1) budowa podstawowej linii telefonicz-  
nej, wraz z urządzeniem na niej określonych central i stacyj, oraz 2) utrzy-  
mywanie zapomocą radja porozumienia z przełożonym dowództwem, sąsia-  
dem, oddziałami ubezpieczającymi i rozpoznawczymi.

Na podstawie tych zadań należałoby obliczyć ilość i rodzaj niezbędnych  
do ich wykonania jednostek łączności. Biorąc ogólnie, kompanja telegraficz-  
na budowałaby podstawową linię telefoniczną wraz z potrzebną ilością sta-  
cyj i central, podczas gdy kompanja radjotelegraficzna utrzymywałaby po-  
wyżej wymienione połączenia.

Uszykowanie dywizyjnego oddziału łączności w razie użycia odrębnych  
i częściowo zmotoryzowanych kompanij powinno przedstawiać się nastę-  
pująco:

a) między oddziałem przednim, a oddziałem głównym straży przed-  
niej — jeden pluton telegraficzny o traktacji konnej buduje podstawową linię  
telefoniczną;

b) między strażą przednią, a czołem gros sił — posuwa się zmotoryzowany pluton mieszany, w składzie: 1 sekcji telegraficznej stacyjnej, 1 ciężkiej drużyny telegraficznej budowlanej i 1 lekkiej stacji radjotelegraficznej;

c) na czele sił głównych maszeruje reszta oddziału łączności o trakcji konnej i wreszcie:

d) reszta zmotoryzowanych jednostek posuwa się skokami w ogonie sił głównych.

Powyższe uszykowanie pozwala na:

a) sprawną i utrzymaną w tempie marszu budowę linii telefonicznej (podstawowej) — na wysokości dowódcy straży przedniej;

b) odciążenie w pracy plutonu budującego tę linię, dzięki uruchamianiu i obsadzaniu kolejnych stacyj telefonicznych na tej linii przez daleko wysuniętą wprzód zmotoryzowaną drużynę telegraficzną, która jednocześnie dostarcza kabel polowy dla plutonu budującego;

c) łatwość urządzenia nowego posterunku bojowego dowódcy dywizji, gdyż pod ręką stale znajdują się zmotoryzowane: 1 sekcja telegraficzna stacyjna i 1 stacja radjotelegraficzna.

Ponadto część zmotoryzowanych jednostek obsadzać będzie na początku te stacje, przy których znajduje się dowództwo dywizji.

Wreszcie jednostki telegraficzne zmotoryzowane mogą być użyte do nadzoru dłuższych połączeń tyłowych, o ile koniecznym będzie ich utrzymanie.

Z tych rozważań wynika — zdaniem kpt. Juppego — odpowiedź, jak należy uszykować w kolumnie marszowej zmotoryzowane części dywizyjnego oddziału łączności.

Posuwająca się na końcu sił głównych kolumna łączności posiadać będzie na początku marszu, łącznie ze zmotoryzowanymi jednostkami, najwyżej 12 wozów, gdyż reszta jest w użyciu.

Jeżeli podstawową linię telefoniczną budują zmotoryzowane jednostki, to kolumna ta (na końcu sił głównych) będzie jeszcze mniejsza.

Posuwanie się tej kolumny w ogonie sił głównych nie jest zresztą konieczne, o ile drogi boczne pozwolą na każdorazowe wysunięcie samochodów naprzód.

Przy marszu dywizji w dwóch kolumnach, obowiązują te same zasady, z tym zastrzeżeniem, że gros sił dywizyjnego oddziału łączności będzie przy tej kolumnie, przy której jest dowódca dywizji.

Dla łączności między kolumnami w czasie marszu, powinno wystarczyć naogół (uwzględniając użycie samochodów osobowych i motocykli), przydzielenie do kolumny bocznej jednego plutonu radjowego, składającego się z jednostek radjowych i sygnalizacji świetlnej.

W tym wypadku budowa połączeń drutowych odbywałaby się w razie potrzeby od kolumny głównej do bocznej.

Widzimy tu pewną sprzeczność z przyjętą naogół u nas zasadą przydzielania kolumnie bocznej oddziału telegraficznego. Dowódca tej kolumny, w zależności od wytworzonej sytuacji, a na podstawie otrzymanego

zadania, określa czas rozpoczęcia przez ten oddział budowy linii telefonicznej do stacyj telefonicznych, wyznaczonych na linii podstawowej kolumny głównej.

Ten sposób użycia wydaje się nam słuszniejszym, mimo pozornej sprzeczności z przyjętą zasadą łączenia „od przełożonego do podwładnego“. Z punktu widzenia bowiem taktycznego kolumna boczna, wykonując zadanie swe zasadniczo na korzyść kolumny głównej, musi zapewnić sobie przede wszystkim własnymi środkami szybkie przesyłanie wiadomości kolumnie głównej, w której ponadto znajduje się dowódca dywizji.

W razie przystąpienia kolumny bocznej do walki, dowódca kolumny niezależnie od natychmiastowego przekazania tej wiadomości najszybszym środkiem łączności, będzie dążył do zapewnienia sobie ciągłej łączności telefonicznej z dowódcą dywizji. Chwila więc zaangażowania się kolumny bocznej do walki będzie dla niej momentem rozpoczęcia budowy linii telefonicznej do najbliższego ośrodka łączności na podstawowej linii telefonicznej kolumny głównej.

Nie kolumna główna, lecz właśnie boczna będzie w możności określić czas rozpoczęcia tej budowy.

Rozpoczęcie budowy od kolumny głównej byłoby zawsze późniejsze, a szczególnie w działaniach straży przednich zysk na czasie odgrywa olbrzymią rolę. Naturalnie w razie rozpoczęcia walki najpierw przez kolumnę główną, nic nie stoi na przeszkodzie, żeby rozpoczęła ona budowę linii telefonicznej do kolumny bocznej, jednak trudności budowy byłyby większe, choćby ze względu na większą trudność wyznaczenia miejsca dokąd budowę należałoby prowadzić.

W takim przypadku oddział telegraficzny, przydzielony do kolumny bocznej, zapewne zostałyby ściągnięty do odvodu dowódcy dywizyjnego oddziału łączności.

#### O k r e s m a r s z u z b l i ż a n i a .

W wojnie ruchowej niepewność i niejasność położenia są cechami charakterystycznymi. W razie braku, lub niedostatecznego, względnie utrudnionego, rozpoznania lotniczego, przeciwnicy przeważnie poznają się bliżej dopiero z chwilą zderzenia się. W ten sposób wynika bój spotkaniowy, który ma miejsce wtedy, gdy obydwaj lub conajmniej jeden z przeciwników znajduje się w marszu.

Inną natomiast formę przyjmą działania wstępne przeciwko przeciwnikowi przygotowanemu do obrony. Działania te mają doprowadzić do nieprzyjaciela możliwie bez strat, na odległość, skąd będzie można nacierać i dzielić się zwykle na: 1) marsz zbliżania, 2) nawiązanie styczności, 3) zaangażowanie się i 4) przyjęcie szyku do natarcia.

Sposób posuwania się dywizji w tym okresie będzie przede wszystkim wynikiem studjum terenu. Nie będzie to jednak posuwanie się w kolumnach marszu ubezpieczonego, lecz tak straże przednie, jak i samo gros dywizji, posuwają się skokami w wycinkach terenowych.

W tym okresie akcji bojowej sprawne funkcjonowanie łączności stano-

wi podstawę dla zapewnienia harmonji działań między strażami przedniemi, a gros sił oraz artylerją.

Kpt. Juppe uważa, że w tym okresie dowódca dywizyjnego oddziału (bataljonu) łączności i dowódcy kompanij powinni ściągnąć rozczłonkowane w czasie marszu ubezpieczonego jednostki i trzymać je możliwie najbliżej czoła, by dla oczekiwanego ich użycia mieć na czas wystarczającą ilość sił do dyspozycji.

Podział na odrębne kompanje również i w tym okresie daje łatwiejsze warunki pracy. Przedewszystkiem przy organizacji mieszanych kompanij łączności koniecznem jest szczegółowe dysponowanie wszystkimi środkami łączności w czasie i przestrzeni oraz odpowiednio do możliwości użycia. Poza tem kompanje odrębne mają dużą zaletę a mianowicie dają większą wydajność pracy. Bowiem już teraz ćwiczenia pokojowe pozwalają osądzić, jak olbrzymie wymagania stawia się łączności drutowej. Tak wielkie wymagania będą mogły być zaspokojone jedynie wtedy, gdy jeden dowódca dysponować będzie wszystkimi jednostkami telegraficznymi. Daleko większą będzie mianowicie zdolność do pracy kompanji telegraficznej, jeżeli, biorąc pod uwagę zasadę, że punkt ciężkości użycia środków łączności leży dopiero na polu samej walki, dowódca będzie oszczędzał tam siły kompanji, gdzie ich użycie doprowadziłoby tylko do przedwczesnego ubytku personelu i materiału, trudnych do zastąpienia.

### O k r e s w a l k i.

Środki łączności użyte w głównych kierunkach operacyjnych danej jednostki wyższego rzędu tworzą bazę, na której, w razie dalszego rozwoju walki, opierają się wszelkiego rodzaju sieci odpowiadające taktycznym potrzebom.

Przy wprowadzeniu w akcję środków łączności decyduje w myśl niemieckiego regulaminu służby polowej<sup>1)</sup> zasada ustalenia punktu ciężkości, podobnie jak i przy użyciu innych rodzajów broni. Z punktu widzenia taktyki łączności utworzenie takiego punktu ma polegać na uruchomieniu w tem miejscu: a) wystarczających i pewnych, a jednocześnie zdolnych do pracy połączeń drutowych i radjowych i b) stworzeniu dostatecznych i zupełnie zdolnych do użycia odwodów, będących w pogotowiu.

Odwody te (telegraficzne i radjotelegraficzne) — zdaniem kpt. Juppego — należałoby w nowej organizacji podporządkować dowódcom kompanij. Tworzenie specjalnego odwodu dowódcy dywizyjnego oddziału łączności spowodowałoby rozbitcie jednolitości użycia i zmniejszenie możliwości najlepszego wykorzystania rozporządzanych sił.

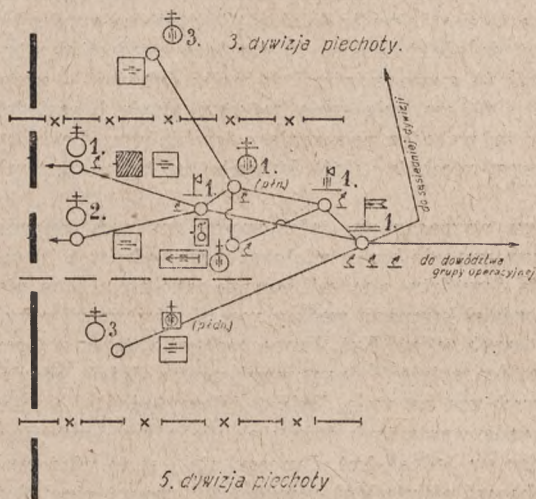
Należy podkreślić, że dowódca może wpłynąć w czasie rozstrzygającego momentu walki na jej przebieg przez wprowadzenie do walki odwodów. Odwód ten — w myśl niemieckiego regulaminu służby polowej — stanowi środek, przy którego pomocy dowódca może przesunąć punkt ciężkości akcji, udzielając tam wsparcia, gdzie może być uzyskane rozstrzygnięcie.

<sup>1)</sup> Patrz „Walka i dowodzenie“ część 1-sza, rozdział 1-szy.



Pozbawianie dowódcy dywizyjnego oddziału łączności według nowej koncepcji, jego odvodu, wydaje się napozór niesłuszne.

Jednak, biorąc pod uwagę inny niż przy istniejącej organizacji podział zadań dowódców kompanij, przy którym każdy z obydwóch dowódców pracuje w ramach całości dywizji — można znaleźć wyjście z sytuacji: wystarczy odpowiednie zastrzeżenie w rozkazie dowódcy dywizyjnego oddziału łączności, żeby w pewnych, przez niego określonych punktach, znalazły się niezbędne siły w odwodzie, gotowe do użycia.



### Szkic 3.

(według artykułu kpt. Juppego w „Der Funker” Nr 5/6 1930.)

Znakowania taktyczne:		Znakowania techniczne:	
—x—x—x—	jak na szkicu Nr 1, ponadto: granica pasa działania dywizji;	▨	odwód dywizji;
— — — — —	granica pasa działania odcinka front (przebieg);	⊠	odwód kompanji telegraficznej.
⊠ (płdn.)	dowódca południowej grupy artylerji do walki bliskiej;	—	prace kompanji telegraficznej (linie i stacje telefoniczne);
⊠	podgrupa artylerji do walki bliskiej;	⚡	stacje radiotelegraficzne kompanji radiotelegraficznej.
⊠	grupa artylerji do walki dalekiej;		

W rozstrzygającym miejscu walki używa się stale siły głównej. Stosownie do tego dowódca dzieli swe oddziały już od początku akcji. W ten sposób każde natarcie otrzymuje swój wyraz, a na jedno z nich przenosi się punkt ciężkości walki. Dla utworzenia tego punktu posiada przedewszystkiem doniosłe znaczenie podział i użycie artylerji.

Od siły tej artylerji, położenia bojowego i terenu zależy — w myśl niemieckiego regulaminu służby polowej — czy może być ona od samego początku walki podzielona na artylerję do walki bliskiej i artylerję do walki dalekiej. Pierwszą z kolei dzieli się stosownie do ugrupowania piechoty.

Gdy więc w ramach dywizji powstają natarcia, to zwykle są też i dwie grupy artylerji do walki bliskiej, jednak zasadniczo nie podległe dowódcom natarć.

Artylerja do walki dalekiej ma za zadanie paraliżowanie działalności artylerji nieprzyjaciela. Grupa więc ta w ręku dowódcy artylerji dywizyjnej stanowi środek, który zapewni pomoc w punkcie ciężkości walki, celem uzyskania powodzenia.

Sieć rozkazodawcza dowództw artylerji — zdaniem kpt. Juppego — musi zawierać następujące połączenia: 1) dowódca artylerji dywizyjnej — grupa artylerji do walki dalekiej, 2) dowódca artylerji dywizyjnej — grupy artylerji do walki bliskiej, 3) dowódca artylerji dywizyjnej — ew. odwoły artylerji, 4) grupa artylerji do walki dalekiej — grupy artylerji do walki bliskiej i 5) ew. połączenie do grup artylerji sąsiednich dywizj. Ponadto do sieci tej wchodzi połączenia z dowództwem dywizji, oraz z dowództwami wspieranej piechoty, ilość których zależy od potrzeb współdziałających broni.

Tym wymaganiom taktycznym powinna odpowiadać sieć artylerji, przyczem w razie braku większej ilości jednostek łączności traktuje się połączenia dowództw artylerji zawsze jako stojące na pierwszym miejscu.

Rozdział kompanij według specjalności ułatwi również wypełnienie tych zasadniczych zadań. Kpt. Juppe podkreśla, że często powstają żądania, ażeby dowódca artylerji dysponował pewną ilością oddziałów łączności, przydzielanych mu na stałe. Były i dalsze żądania, a mianowicie całkowitego podporządkowania tych jednostek rozkazom dowódcy artylerji dywizyjnej.

Zdaniem jednak kpt. Juppego nie jest to właściwe załatwienie sprawy przy obecnej niemieckiej organizacji i ograniczonej ilości posiadanych jednostek.

Wogóle nadzieja posiadania artyleryjskiej kompanii łączności, ze względu na brak personelu i materiału nie może być urzeczywistniona obecnie.

Nie można bowiem odbierać dowódcy dywizyjnego oddziału łączności poważnej części jego sił, gdyż jedynie on może decydować, w jaki sposób zdoła sprostać różnorodnym i licznym wymaganiom. Jedynie elastyczność i umiejętność dysponowania rozporządzalnemi jednostkami oraz ruchliwość tychże umożliwią rozwiązanie wszystkich taktycznych i technicznych zadań.

Znaczenie, jakie posiada sieć dowództw artylerji znajduje swój wyraz w poprzednio już wspomnianem delegowaniu jednego oficera kompanii telegraficznej jako oficera łącznikowego do sztabu dowódcy artylerji dywizyjnej.

#### Rola dowódcy dywizyjnego oddziału (bataljonu) łączności.

Zadania dowódcy oddziału łączności, jako szefa łączności dywizji, w myśl niemieckiego regulaminu łączności polegają głównie na: a) przedkładaniu dowódcy dywizji, względnie szefowi sztabu, wniosków, co do użycia środków łączności odpowiednio do taktycznego położenia, b) na stałym informowaniu sztabu o istniejących połączeniach i rozporządzalnych odwo-

dach łączności i c) na podawaniu propozycji do paragrafu „łączność“ rozkazu operacyjnego. Ponadto wydaje on kompanjom określone zadania i przydziela im rejony prac (w obecnej organizacji).

Przy organizacji odrębnych kompanij musiałyby dowódca dywizyjnego oddziału łączności zorganizować zapomocą specjalnych zarządzeń: a) współpracę i wzajemne wspomaganie się kompanij, b) zazębianie się wojsk łączności (oddziałów dywizyjnych) z oddziałami łączności pułków broni, celem stworzenia zespolonej sieci łączności.

To też dowódca dywizyjnego oddziału łączności musi odznaczać się — w myśl niemieckiego regulaminu łączności — zupełnem taktycznym wyszkoleniem, całkowitem opanowaniem techniki łączności, która poczyniła ogromne postępy, zdolnością szybkiego pobierania decyzji oraz żywą inicjatywą i samodzielnością.

Doceniając rolę tego dowódcy, obecna niemiecka organizacja przewiduje w sztabie oddziału jednego kapitana, jako zastępcę dowódcy oddziału łączności, a jednocześnie jako oficera do specjanych zadań.

#### W n i o s k i.

Oryginalność artykułu kpt. Juppego stanowi to, że omawiana przez niego organizacja dywizyjnego oddziału jest odwrotną do istniejącej obecnie w armji niemieckiej i przyjętej po szeregu lat doświadczeń i ćwiczeń powojennych, w ciągu których można było ją całkowicie przestudjować, tak z dobrej, jak i ze złej strony.

Jeżeli obecnie propaguje się powrót do organizacji odrębnych kompanij (nie można bowiem zapominać, iż w czasie wojny światowej niemiecka dywizja piechoty miała odrębny oddział telegraficzny i oddział radjotelegraficzny), świadczy to wymownie, że obecna organizacja nie odpowiada rzeczywistym potrzebom. Czy jest to wynikiem niewłaściwego ustalenia zasad taktycznego użycia środków łączności? Artykuł kpt. Juppego bynajmniej tego nie stwierdza. Wręcz odwrotnie, w całym swem bardzo ciekawem rozumowaniu podkreśla on niezmiennosc zasad taktycznego użycia środków łączności w obecnej, jak i w proponowanej organizacji oddziałów łączności. I słusznie, gdyż nie zasady taktycznego użycia środków łączności, lecz wcielenie tych zasad w życie przez dowódców jednostek łączności odbywa się inaczej przy zastosowaniu każdej z powyższych dwóch typowych organizacyj.

Zreasumujemy jakie zalety ma organizacja odrębnych kompanij, telegraficznej i radjotelegraficznej. A więc:

- 1) pozwala na łatwe określenie i wydzielenie zadań dla każdej kompanji,
- 2) nie zmusza do wiązania każdej z kompanij z określonym rejonem pracy, lecz przeciwnie każda kompanja pracuje na całym odcinku dywizji,
- 3) ułatwia podział każdej z kompanij i daje możność dysponowania zwartemi pododdziałami łączności, ułatwiając ich zaopatrzenie,
- 4) wyklucza zasadniczo konieczność przeprowadzenia nowego podziału

zadań i reorganizację sieci w razie rozwijania się operacji, dzięki ciągłości pracy w każdej kompanji,

5) upraszcza technikę dowodzenia, każdy bowiem dowódca kompanji dysponuje jednostkami technicznie jednolitemi,

6) daje bezsporne korzyści w służbie ruchu radiotelegraficznego, koncentrując kierownictwo tej służby wyłącznie w rękę dowódcy kompanji radiotelegraficznej,

7) normuje prace dowódców kompanij,

8) pozwala dowódcom kompanij na bliski kontakt z bezpośrednim przełożonym i dowództwem dywizji,

9) nie wyklucza tworzenia na pewien czas związków mieszanych dla spełnienia określonych zadań,

10) stwarza łatwiejsze warunki pracy w każdym z typowych działań bojowych,

11) daje możliwość tworzenia silnych odwodów w ramach każdej kompanji,

12) zmusza każdego dowódcę kompanji do orjentowania się w sytuacji sieci na całym odcinku dywizji, a nie do interesowania się jedynie pewnymi jej fragmentami.

Co do szczegółów budzi pewne wątpliwości proponowane przez kpt. Juppego zmotoryzowanie 2 plutonów w każdej z kompanij. Ten rodzaj trakcji, szczególnie dla oddziałów telegraficznych, nawet przy idealnych drogach sprawiać może wiele kłopotów. Do tempa posuwania się dywizji piechoty zupełnie wystarczają oddziały łączności należycie zaopatrzone w zaprzęgi konne (któreby służyły nie tylko dla przewozu sprzętu, lecz również i personelu). W ten sposób jednostki łączności posiadałyby szybkości posuwania się o jeden stopień wyższą od wojsk, na korzyść których pracują.

Oczywiście jest rzeczą pożądaną, żeby każda kompanja telegraficzna miała pewną ilość samochodów ciężarowych typu lekkiego i zwrotnego w terenie, któreby umożliwiły przewóz sprzętu i ew. personelu, w razie gdyby normalna szybkość trakcji konnej nie wystarczała.

# PRZEGLĄD KSIĄŻEK I CZASOPISM.

## Maskowanie stacji radjotelegraficznych.

Badanin. Wojennyj Wiestnik. Nr. 20/1930.

Maskowanie stacji radjotelegraficznej polowej, według autora, jest jednym z ważniejszych zadań do rozwiązania.

Tak dla obserwacji naziemnej jak i napowietrznej, stację demaskują maszty i namiot z dwukółkami, pozatem dla napowietrznej widoczne są ścieżki, prowadzące od stacji do sztabu. Chodzi więc o zamaskowanie tych obiektów.

Maskowanie masztów specjalnemi sposobami autor uważa za niemożliwe i jako jedyny środek wskazuje na umiejętne wykorzystanie terenu. Najwygodniejszymi miejscami, pod tym względem, dla postawienia stacji radjotelegraficznej będą: zagajnik z rzadko rosnącymi drzewami, poręby, pogorzele leśne, ogrody warzywne. Obecność nasypów, dołów, rowów, płotów, rumowisk, a więc i cieni padających od tych przedmiotów, uważa autor za bardzo pożądaną. Zaleca wybierać teren o różnolitej barwie i nierówny.

W braku wymienionych przedmiotów terenowych należy ziemię skopać, a trawę wykosić niewielkimi kawałkami w postaci plam.

Za najlepsze uważa autor postawienie masztów w pobliżu drzew, ew. wysokich przedmiotów terenowych, których cienie będą pokrywały cienie masztów.

Mając na uwadze obserwację naziemną, należy dążyć, żeby miejsce rozstawienia stacji było zakryte maską naturalną, np. wzniesieniem, lasem. Trzeba również uważać, by maszty nie były widoczne na tle nieba.

By usunąć możliwość zdemaskowania stacji i sztabu przez ścieżki, należy stację umieszczać przy drogach, albo ograniczyć ruch gońców do ścieżki, wytyczonej poza stacją i prowadzącej do istniejącej już drogi, ewentualnie kazać chodzić w różnych kierunkach i nie wydeptywać ścieżek. Ten ostatni sposób można stosować jedynie przy postojach krótszych od 10 godzin.

W razie długiego postoju stacji autor radzi koszenie trawy naokoło stacji, tak żeby luźno rozrzucone miejsca skoszone w kilku miejscach przecinały dróżki; można również, dostosowując miejsce postoju stacji do otaczającego terenu, ścieżki zarzucać chróstem, gałęziami i trawą.

Maskowanie namiotu i dwukółek może pójść w dwóch kierunkach. Jeden kierunek — to zatarcie charakterystycznej konfiguracji z równoczesnym nadaniem podobieństwa co do formy w rzucie i co do barwy do plam, znajdujących się w otaczającym terenie.

Drugi — imitować przedmiot terenowy. Np. na skoszonej łące można imitować stóg siana.

Pierwszy kierunek jest ogólniejszy; może być zastosowany w każdych warunkach, nie wymaga większych ilości materiału i czasu. Autor też tylko temu kierunkowi poświęca dalsze rozważania.

Najczęściej stosuje się w tym celu gałęzie, trawy, słomę, siano i t. p. Wybór któregośkolwiek z materiałów maskujących uzależniony jest od otaczającego terenu, a więc, gałęzie należy stosować w pobliżu lasu, albo zagajnika, słomę — na rżysku i t. d., w terenie plamistym można stosować wszystko, co jest pod ręką.

Jednak narzucenie któregośkolwiek z materiałów maskujących bezpośrednio na namiot i dwukołówki, jeszcze zadania nie spełni, ponieważ nie zatrze charakterystycznej formy. Konieczne jest stosowanie siatek konopnych, a dopiero na siatki układa się, ewentualnie umocowuje, środki maskujące.

Siatki przy przewożeniu winny być tak złożone, by zastosowanie ich wymagało bardzo niewiele czasu (2 robotników — 10 m.).

W celu uniknięcia oblepienia namiotu i dwukołówek przez siatkę należy zastosować podpory i kołki. Materiał maskujący należy ułożyć nad namiotem i dwukołówkami grubszą warstwą i stopniowo rozrzedzać ku brzegom siatki. Daleko lepszy efekt można otrzymać stawiając gałązki pionowo. Ten sposób wymaga jednak dużo czasu, a więc może być stosowany tylko na dłuższych postojach. W celu uniknięcia zapalenia się siatki nad motorem należy w miejscu otworu rury wydechowej siatkę podnieść.

Autor uważa, że wszystkie wyżej wymienione sposoby maskowania nie osiągną jednak celu, jeśli obsługa stacji nie doloży starań, w kierunku maskowania objawów pracy stacji, składających się z ruchu gońców, ew. bliskości koniowiazów, kuchni i t. d.

*Por. Niedziałkowski.*

## Próby komunikacji radiotelefonicznej pomiędzy Korsyką a kontynentem.

G. A. Beauvais. Annales des P. T. T. 1930. Zeszyt Nr. 4.

Próby nawiązania komunikacji telefonicznej pomiędzy Francją (kontynentem), a Korsyką rozpoczęło Laboratoire National de Radioélectricité w maju 1929, na żądanie Min. P. i T.

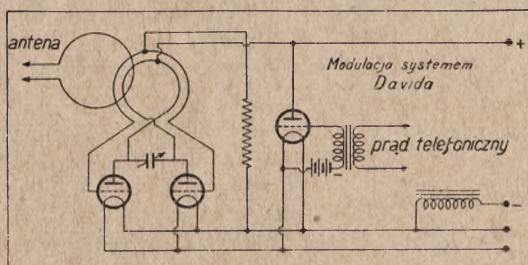
Jedna stacja była na Korsyce, na górze Teghime (600 m), druga na baterji fortu Revère (Nicea, 700 m). Odległość w linii prostej wynosiła ponad 200 km. Prosta łącząca punkty stacyjne przechodzi około 100 m pod poziomem morza, styczne do powierzchni morza są odległe o ok. 15 km od siebie.

Z początku stosowano anteny dipolowe, później antenę długości fali ( $\lambda/2 + \lambda/2$ ) z linią zasilającą o długości  $\lambda/4 + n\lambda/2$  ( $n = 1$  lub  $2$ ).

W końcu zastosowano antenę zębową 7-ramienną z linią zasilającą  $n\lambda/2$ , tak na stacji nadawczej, jak i na odbiorczej.

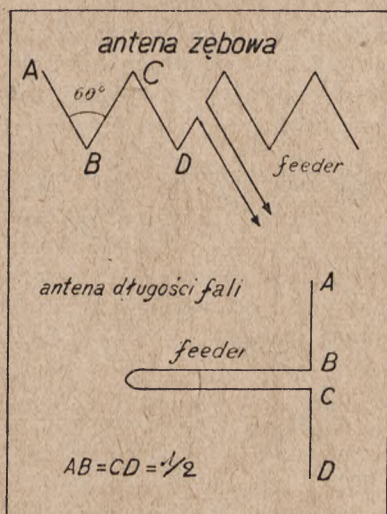
W praktyce zastosowano telefonję duplex przy pomocy 2 fal i 2 par anten.

Fale stosowane były długości 5.30 m i 6.00 m. Nadajnik miał 3 lampy E — 52 i całkowitą moc zasilającą  $500 \text{ V} \times 70 \text{ mA} = 35 \text{ W}$ . Żarzenie 5,5 V. Normalnie odbierano na antenie całofalowej w odległości 1 m od słuchawek. Przejściowe stopniowe *osłabienie odbioru*, zaobserwowane na tych fa-



Rys. 1. Schemat nadajnika krótkofalowego.

lach, było zupełnie różne od fadingu. Zaczynało się np. między godziną 14 a 15, doszło do maximum koło 18-ej, a dobry odbiór wracał o 19 lub 20-ej. Czasem zaczynało się o 14 lub 15, a znikало koło 10-ej. Po zachodzie słońca nigdy nie występowało. Występowało tylko w dni słoneczne, ale nie zawsze, nigdy natomiast w dni pochmurne, w czasie mgły lub deszczu.

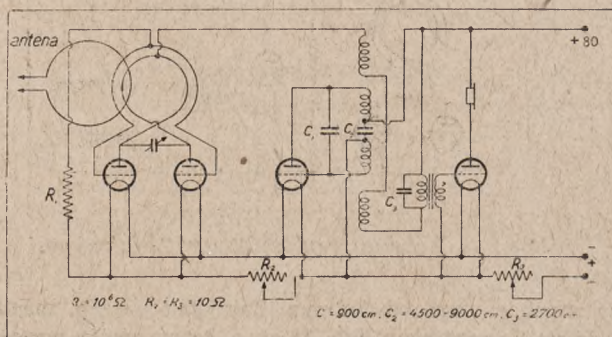


Rys. 2. Schematy anten.

W czasie osłabienia, na antenie długości fali musiano pracować mocą 150 W ( $750 \text{ V} \times 200 \text{ mA}$ , lampy E-4). W dobrych warunkach natomiast osiągnano łączność mocą 6 W ( $120 \text{ V}$ , 50 mA, lampy B 406), a nawet 2,5 W (lampy A — 409).

Mając *obustronnie anteny zębowe*, pracowano zawsze dobrze mocą 35 W. Dla dobrej komunikacji i włączenia się na sieć telefoniczną było wskazane stosować anteny zębowe z reflektorem i moc pierwotną 100 W.

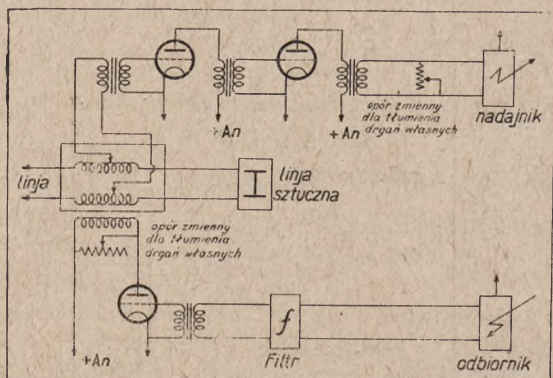
Próby na  $\lambda = 3,75$  m wymagały anteny długości fali i mocy 150 W. Stąd wniosek, że korzystniejsze są fale nieco dłuższe, gdy stacje nie są widzialne.



Rys. 3. Schemat odbiornika.

Wahania siły odbioru dla  $\lambda = 6,00$  m, 5,30 m i 3,75 m były współczesne.

Przeprowadzono też próby na takiej wysokości, aby prosta łącząca stacje nie dotykała morza. Celem było stwierdzenie, czy nie da to oszczędności na mocy oraz czy nie wpłynie na charakter rozchodzenia się fal.



Rys. 4. Schemat połączeń z linią telefoniczną.

Moc była 6 W, lampy B - 406 i modulator A - 409, antena dipol poziomy lub pionowy. W Teghime pracowano na  $\lambda = 6$  m — 35 W, na  $\lambda = 3,75$  m — 150 W, antena długości fali.

Z góry Agel (1100 m) linja powietrzna przechodziła 50 m nad morzem. Odbiór zaczął się psuć o godz. 11-ej, słabł do g. 14-ej, o 15-ej zaczął się poprawiać, a o 16-ej wrócił do normalnej mocy. Te same wahania



zaobserwowano tego dnia w Revère. Odbiór fali 3,75 m był bardzo dobry na antenie dipolowej, ale ulegał tym samym zmianom.

Próby z Peira-Cava (1.450 m, o 20 km na północ od Nicei) były o tyle ciekawe, że na drodze była góra Grimondo (1375 m), zasłaniająca widok. Mimo to, odbiór był przez całą dobę bardzo dobry, mimo burzy i deszczu.

Przez cały czas próbnej korespondencji między Niceą i Korsyką nie zauważono zakłóceń atmosferycznych, wyjąwszy uderzenia piorunów w czasie bliskiej burzy. Wówczas obserwowano trzaski na obu stacjach. Raz w Revère, gdy burza szalała nad stacją, z anteny fali 5-metrowej, wysokości 7 m, przeskakiwały iskry do odbiornika. Równocześnie odbierano bez przeszkód na  $\lambda = 3,75$  m, która miała antenę 5-metrową. Przez cały czas burzy pracowano na telefon, nadając na 5,30 m, odbierając na 3,75 m.

Dla połączenia z siecią telefoniczną stosowano układ zrównoważony z linią sztuczną. W linii odbiorczej był filtr, nie przepuszczający wyższych częstotliwości, wywołanych przez superreakcje.

Wyniki prób wykazały, że połączenie Korsyki z siecią telefoniczną francuską zapomocą fal krótkich jest zupełnie możliwe przy mocy pierwotnej ok. 100 watów. Wymaga ono należytego przepracowania części technicznej.

K. Kr.

# BIBLIOGRAFJA.

Bellona .....	<i>Bell.</i>
Hodowca Gołębi Pocztowych .....	<i>Hod. Goł. P.</i>
Przegląd Artyleryjski .....	<i>Prz. Art.</i>
Przegląd Elektrotechniczny .....	<i>Prz. El.</i>
Przegląd Kawaleryjski .....	<i>Prz. Kaw.</i>
Przegląd Morski .....	<i>Prz. Mor.</i>
Przegląd Piechoty .....	<i>Prz. Piech.</i>
Przegląd Radjotechniczny .....	<i>Prz. Rad.</i>
Przegląd Teletechniczny .....	<i>Prz. Tel.</i>
Przegląd Wojskowy .....	<i>Prz. Wojsk.</i>
Wiadomości i Prace Instytutu Radjotechnicznego ..	<i>Wiad. Inst. Rad.</i>
Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones ...	<i>A. P. T. T.</i>
L'Onde Électrique .....	<i>O. El.</i>
Radioélectricité et QST Français .....	<i>R. QST.</i>
Revue du Génie Militaire .....	<i>R. Génie M.</i>
Vojenské Rozhledy .....	<i>V. Rozhl.</i>
Vojensko-Technické Zprávy .....	<i>V. T. Zpr.</i>
Bolletino Radiotelegrafico del R. Esercito .....	<i>Boll. Rad.</i>
Der Funker .....	<i>Funker</i>
Elektrische Nachrichten-Technik .....	<i>E. N. T.</i>
Europäischer Fernsprechdienst .....	<i>E. Fern.</i>
Heerestechnik .....	<i>Heerestechn.</i>
Militärwissenschaftliche und Technische Mitteilungen	<i>M. Techn. M.</i>
Telegraphen - Praxis .....	<i>Tel. Prax.</i>
Zeitschrift für Fernmeldetechnik .....	<i>Z. f. Fern.</i>
Zeitschrift für Hochfrequenztechnik .....	<i>Z. f. Hochfr.</i>
Experimental Wireless and the Wireless Engineer	<i>Exp. Wir.</i>
Proceedings of the Institute of Radio Engineers ...	<i>Proc. I. R. E.</i>
Wojna i Rewolucja .....	<i>W. Rew.</i>
Wojna i Technika .....	<i>W. Techn.</i>
Wiestnik Elektrotechniki .....	<i>W. Elektr.</i>

Biblijografia z czasopism wojskowych polskich i obcych podawana jest tylko z zakresu taktyki i techniki łączności.

## Radjotechnika.

Badania, dokonane podczas całkowitego zaćmienia słońca 9 maja 1929 (c. d.) J. B. Galle. — O. El. Zeszyt 103/1930.

Urządzenie telemechaniczne dla fal elektromagnetycznych bardzo krótkich. P. Besson. — O. El. Zeszyt 104/1930.

Ostatnie postępy, zrealizowane w budowie komórek foto-elektrycznych. C. Roy — Pochon. — O. El. Zeszyt 104/1930.

Badania nad zanikaniem sygnałów radjostacyj krótkofalowych. A. N. Szczukin. — W. Elektr. Zeszyt 5/1930.

Detektory z tlenkiem miedzi. W. N. Lepeszynskaja. — W. Elektr. Zeszyt 5/1930.

Metoda graficzna obliczania uzwojeń elektromagnesów. — J. Lewiew i M. Cimbalistij. — W. Elektr. Zeszyt 5/1930.

O tłumieniu i selektywności odbiornika regeneracyjnego. E. Anceljo-wicz. — W. Elektr. Zeszyt 5/1930.

O określeniu oporu promieniowania. A. Suzant. — W. Elektr. Zeszyt 5/1930.

Własności przewodników żelaznych przy prądzie zmiennym. E. Kondorski. — W. Elektr. Zeszyt 5/1930.

O mechanizmie drgań w oscylatorach Barkhausena. H. G. Möller. — E. N. T. Zeszyt 8/Tom 7/1930.

O teorii dwóch obwodów sprzężonych. V. Petržicka. — E. N. T. Zeszyt 8/Tom 7/1930.

O jednoczesnych zakłóceniach, występujących w liniach kablowych i antenach odbiorczych. W. Bäumlér. — E. N. T. Zeszyt 8/Tom 7/1930.

Urządzenie, zabezpieczające instalacje elektryczne od wywoływania zakłóceń, przeszkadzających radjofonji. J. Spohn. — Tel. Prax. Zeszyt 16/1930.

Widma boczne i selektywność. G. W. O. H. — Exp. Wir. Tom VII. Sierpień 1930.

Elektrodynamiczne głośniki bez tubowe. R. W. Paul i B. S. Cohen. — Exp. Wir. Tom VII. Sierpień/1930.

Lampy łączone równolegle dla niezniekształconego zasilania oporności indukcyjnej. W. Bagally. — Exp. Wir. Tom VII. Sierpień/1930.

Rozstawienie głośników w dużych salach. A. van Sluifers. — Prz. Rad. Zeszyt 13 — 14/1930.

Wyniki badań nad rozchodzeniem się fal krótkich na obszarze Polski. Prof. D. Sokolcow. — Prz. Rad. Zeszyt 15-16/1930.

O najkorzystniejszych warunkach pracy modulatora dławikowego. Prof. dr. inż. J. Groszkowski. — Prz. Rad. Zeszyt 15 — 16/1930.

Radjo w Ameryce. A. Surchamp — R. QST. Zeszyt 77/1930.

Katody torowane, Inż. J. Ricq. R. QST. Zeszyt 77/1930.

Amplifikacja mikrofonowa w nadajnikach amatorskich. J. Saw. — R. QST. Zeszyt 77/1930.

Głośniki. P. Blanc. — R. QST. Zeszyt 77/1930.

Sprzęt radjowy dla samolotów. G. Etienne. — R. QST. Zeszyt 77/1930.

Pierwszy rzut oka na wystawę Radjową w Berlinie. Kpr. — Funker. Zeszyt 7/8 — 1930.

Odbiornik dalekosiężny o dużej sprawności bez anteny. R. — Funker. Zeszyt 7/8 — 1930.

Prowadzenie okrętów zapomocą kabla i bez kabla. C. Bourgonnier. — Rev. Gén. Él. Zeszyt 1/Tom XXVIII/1930.

Drgania sinusoidalne i relaksacyjne. Dr. B. Van Der Pol. — O. El. Zeszyt 103/1930.

### Różne.

W sprawie niektórych teoryj współczesnych. Gen. Cartier. — R. QST. Zeszyt 77/1930.

Wielka wystawa radjowa w Niemczech. R. QST. Zeszyt 77/1930.

Obecny stan elektryfikacji Francji. Inż. E. Genissieu. — A. P. T. T. Zeszyt 8/1930.

Stan naszych wiadomości współczesnych o nadprzewodnikach. A. Bourtalic. — Rev. Gén. ÉL. Zeszyt 5/Tom XXVIII/1930.

Metody elektryczne do ważenia atomów. L. Bruninghaus. — Rev. Gén. ÉL. Zeszyt 6/Tom XXVIII/1930.

Działalność związku elektrowni polskich w r. 1930. Dyr. M. Kuźmicki. — Prz. El. Zeszyt 13/1930.

Uwagi na temat elektryfikacji kraju. Prof. Chelmoński. — Prz. El. Zeszyt 13/1930.

Rozwój i powstanie elektrowni kresowych. Inż. J. Łukaszewicz. — Prz. El. Zeszyt 13/1930.

Instrukcja dla kontroli urządzeń piorunochronowych. — PNE. 25 --- 1930. Projekt. — Prz. El. Zeszyt 13/1930.

Z praktyki przepięć w sieciach napowietrznych. Inż. B. Witwiński. — Prz. El. Zeszyt 16/1930.

O stroboskopji. Inż. M. Wolanowski. — Prz. El. Zeszyt 16/1930.

Obliczanie przewodów elektrycznych na moc mechaniczną. Inż. J. Łukasiewicz. — Prz. El. Zeszyt 15/1930.

Słownictwo izolatorów wysokiego napięcia. Inż. J. Skowroński. — Prz. El. Zeszyt 15/1930.

Wyższe szkolnictwo techniczne i kształcenie inżynierów w Stanach Zjednoczonych Ameryki. E. F. Petrisch. — E. Fern. Zeszyt 17/1930.

---

# BRON PANCERNA

---

---

Ar. S.

## Nowoczesne szybkoobrotowe silniki Diesela.

---

Dla wszystkich, kto pilnie obserwował olbrzymi postęp techniki w czasach powojennych, szczególnie rozwój środków lokomocji, nie ulegało najmniejszej wątpliwości, że silnik Diesela, znany szerszemu ogółowi pod nazwą silnika ropowego, zostanie w najbliższej przyszłości powołany do odegrania poważnej roli w dziedzinie trakcji drogowej i komunikacji powietrznej. Przewidywania stały się w ciągu ostatnich kilku lat rzeczywistością; silnik Diesela nie tylko znalazł praktyczne zastosowanie dla samochodów i samolotów, lecz stał się nawet poważnym współzawodnikiem silnika benzynowego.

Potrzeby odrodzonego Państwa Polskiego są olbrzymie; nie należy wobec tego się dziwić, że nie posiadamy dotychczas samochodowego lub samolotowego silnika Diesela rodzimej konstrukcji. Społeczeństwo polskie, jednak, powinno być dumne z tego, że konstruktorzy polscy, nie zważając na brak środków pieniężnych, bezwzględnie potrzebnych na przeprowadzenie kosztownych doświadczeń, z zapałem pracują nad rozwiązaniem omawianego zagadnienia.

Na pocieszenie konstruktorów polskich nadmienimy, że tak zasobny w środki pieniężne kraj, jak Anglja, w ciągu dłuższego czasu sceptycznie się przypatrywał pracom i próbom konstruktorów niemieckich; wielkie autorytety techniczne w Anglji oświadczyły nawet przed kilku laty, że rozwój silnika Diesela dla celów trakcji drogowej będzie postępował mniej więcej z taką samą szybkością, jak rozwój silnika benzynowego. Proroctwo okazało się mylnem; dowodem tego jest okoliczność, że w zeszłym roku jedna z fabryk angielskich wypuściła na rynek ciężarówkę z silnikiem Diesela, zbudowanym według patentów niemieckich.

W ciągu ostatnich dwóch lat na łamach technicznych czasopism angielskich często ukazywały się artykuły, pełne ciężkich zarzutów pod adresem fabrykantów i konstruktorów za zbytne lekceważenie prac niemieckich i za danie Niemcom możności prześcignięcia konstruktorów angielskich w dziedzinie budowy szybkoobrotowych silników Diesela.

Było to poniekąd słuszne, szczególnie jeśli się zważy dumę Anglików po rekordach Campbella, s. p. Segrave'a i wygraniu nagrody Schneider'a podczas ostatnich międzynarodowych zawodów lotniczych. Skutki kampanji prasowej nie dały na siebie długo czekać: obecnie cały szereg fabryk an-

gielskich przystąpił do budowy samochodowych silników Diesel'a względnie do prac i doświadczeń w tym kierunku.

Należy, jednak, nawet uwzględniając osiągnięte pomyślne wyniki w omawianej dziedzinie, zwrócić uwagę naszych konstruktorów na kardynalną trudność, związaną z projektowaniem i budową, mianowicie na wybór typu silnika, który już w toku dalszych prac może być ulepszany i udoskonalany. Ostrożność jest konieczna; jedynie gruntowne studja osiągniętych wyników i skupienie uwagi na kierunkach prac konstruktorów zagranicznych wskażą naszym konstruktorom właściwą i najmniej kosztowną drogę do rozwiązania zagadnienia.

Żmudne i kosztowne doświadczenia, w pierwszym rzędzie konstruktorów niemieckich, zostały uwieńczone przed trzema laty wynikami pomyślnymi: samochodowy silnik Diesel'a stał się rzeczywistością. Praktyczna Ameryka w mgnieniu oka zastosowała nowy typ silnika do lotnictwa z wynikiem nadspodziewanie pomyślnym.

Nie należy, jednak, przeceniać znaczenia tych faktów; doświadczalna bowiem praca wre w dalszym ciągu, kierunki jej dają się mniej więcej określić. Spróbujemy zapoznać czytelników z wynikami dokonanych prac, poprzedzając nasze rozważania krótkim wstępem, który uważamy za potrzebny w związku z tem, że praktyczne zastosowanie silników Diesel'a do celów trakcji drogowej i lotnictwa ma za sobą tak krótką przeszłość, że ludzie, stojący zdaleka od projektowania, budowy i pracy przy nich często wykazują zupełną nieznajomość rzeczy i błędne pojęcia o zasadach działania.

Należy nawet przypuszczać, że wielu, oswojonych z cyklem roboczym silnika benzynowego, nie potrafiłoby rzeczowo określić różnicy działania, zalet i wad tych dwóch zupełnie odmiennych typów silnika. W związku z tem zdaje się wskazanem omówić zasadę działania silnika Diesel'a i przeprowadzić porównanie pomiędzy nim i silnikiem benzynowym.

Nie jest to rzeczą łatwą do wykonania w ramach krótkiego artykułu, ponieważ szczegółowe wytłumaczenie podstawowych różnic pomiędzy dwoma typami silnika wymagałoby głębszych rozważań, opartych na prawach termodynamiki.

Nie mając tej możności, odsyłamy interesujących się do dzieła prof. Stefanowicza „Termodynamika techniczna“ tu zaś, omówimy tylko pokrótce przebieg zjawisk, zachodzących z gazami w cylindrze silnika.

Przy ogrzewaniu lub oziębianiu jakiegokolwiek bądź ilości gazu następuje zmiana jego stanu. Stan gazu określają: objętość, prężność i temperatura, które znajdują się w pewnej od siebie zależności.

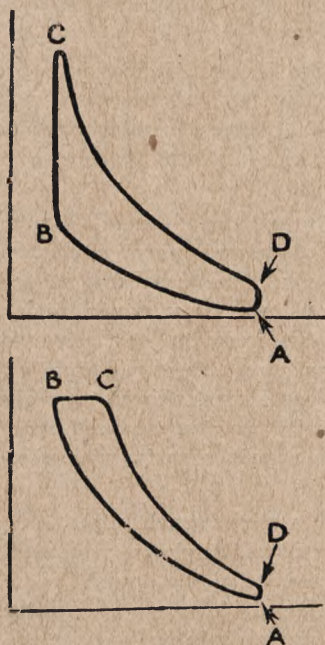
Zmiana stanu gazu w cylindrze silnika polega na tem, że podczas jednego suwa tłoka, gaz zostaje sprężony kosztem energii zewnętrznej, na skutek czego objętość gazu zmniejsza się, temperatura zaś i prężność wzrastają; następnie gaz pobiera znaczną ilość ciepła podczas spalania paliwa i rozpręża się podczas następnego, tak zwanego roboczego suwu tłowa. Podczas tego suwu objętość gazu powiększa się, część pobranego ciepła przetwa-

rza się w energję mechaniczną, następuje spadek temperatury gazu i jego prężności.

Po przejściu wszystkich wspomnianych stanów pośrednich, gazy powracają do stanu pierwotnego i zostają usunięte z cylindra silnika. W ten sposób wszystkie zmiany stanu gazu w cylindrze silnika przedstawiają obieg zamknięty (cykl).

W silnikach spalinowych omówione zmiany stanu uskuteczniają się dwojako w zależności od tego, w jakich warunkach gazy pobierają ciepło płonącego paliwa; w związku z tem stosowane w praktyce obiegi noszą nazwy: obiegu przy stałej objętości (cykl Otto) i obiegu pod stałym ciśnieniem (cykl Diesel'a).

Mówiąc krótko obieg przy stałej objętości charakteryzuje się tem, że sprężona w cylindrze silnika mieszanka wybuchowa spala się tak szybko, że



Rys. 1. Wykresy porównawcze, obrazujące stosunek pomiędzy ciśnieniem i objętością podczas suwów sprężania i pracy (rozprężania) w silnikach benzynowym (u góry) i Diesel'owskim. Krzywe AB przedstawiają wzrost ciśnienia podczas sprężania, BC — ciśnienie w okresie spalania, CD — spadek ciśnienia rozprężających się gazów podczas pracy. D — moment otwarcia zaworu wydechowego. (Płaszczyzna, ograniczona krzywą, jest wykresem pracy silnika).

tłok nie zdąży odbyć znaczniejszej drogi w cylindrze; przeto podczas pobierania ciepła spalania gazy teoretycznie zachowują stałą objętość. Natomiast cechą obiegu pod stałym ciśnieniem jest stopniowe spalanie się w cylindrze; w tym okresie gazy pobierają ciepło płonącego paliwa przy teoretycznie niezmiennem (stałym) ciśnieniu.

Różnicę pomiędzy obiegami przy stałej objętości i pod stałym ciśnieniem można sobie uzmysłowić z wykresów, na których jest zobrazowany związek pomiędzy ciśnieniem i objętością, zachodzący w cylindrze czterosuwowego silnika benzynowego i silnika ciężkiego paliwa podczas suwów sprężania i pracy.

W prostokątnym układzie współrzędnych, odcinki prostej poziomej (osi odciętych) przedstawiają chwilowe objętości gazów w cylindrze (w mtr.<sup>3</sup>), odcinki zaś prostej pionowej (osi rzędnych) — odpowiednie chwilowe ciśnienia (w kgr/cm<sup>2</sup>). Figura wewnątrz prostokątnego układu współrzędnych jest wykresem pracy gazów w cylindrze silnika.

Krzywa AB ilustruje w obydwóch przypadkach wzrost ciśnienia podczas suwu sprężania, odcinek BC — ciśnienia w czasie rozprężania w ciągu suwu roboczego aż do chwili otwarcia zaworu wydechowego w punkcie D wykresu; w tym momencie następuje gwałtowny spadek ciśnienia przed rozpoczęciem suwów opróżniającego i ssącego, nie uwidocznionych na wykresach.

Pomysł zasady pracy silnika Diesel'a należy do Capitaine, który nie zdołał urzeczywistnić go na praktyce; w tym samym kierunku szedł dr. Rudolf Diesel, który pierwszy osiągnął wyniki zadawalające i w roku 1892 zgłosił patent na nowy typ silnika spalinowego.

W roku 1893 rozpoczęto budowę silników Diesel'a średnich rozmiarów, przeznaczonych do pracy na podstawie; w tej postaci zastosowanie silnika do napędu nie nastęczało większych trudności. Palmę pierwszeństwa należy przyznać niemieckiej fabryce M. A. N., która w r. 1895 zbudowała pierwszy udany Diesel dla celów przemysłowych.

Nieco później zastosowano Diesel'e w marynarce wojennej, handlowej i osobowej celem powiększenia nośności użytecznej przy jednoczesnym zmniejszeniu wagi i objętości siłowni okrętowej. Pierwszy okręt motorowy został spuszczonej na wodę w 1912 roku; od tego czasu zastosowanie silnika Diesel'a w okrętownictwie ogromnie się wzmogło; tak, naprzykład, połowa obecnie budowanego na świecie tonażu zostanie wyposażona w silniki Diesel'owskie. Należy nadmienić, że należyte konstrukcyjne rozwiązanie chłodzenia tłoków i zaworów zawsze stanowiło poważną trudność przy budowie silników Diesel'a, przeznaczonych do napędu okrętów większego tonażu.

Można jednak wnioskować, że pomimo wspomnianych niżej, dość poważnych prób silnik ciężkiego paliwa nie znalazł dotychczas szerszego zastosowania dla celów lokomocji lądowej. Prasa techniczna donosiła w swoim czasie, że zakłady Baldwin Locomotive Works zbudowały przy współpracy General Electric Co. lokomotywę elektryczną z silnikiem Diesel'a na zamówienie pewnego amerykańskiego koncernu kolejowego. Pisano również o ukończeniu budowy lokomotywy tegoż typu w Niemczech, wykonanej według projektu pewnego inżyniera rosyjskiego dla obsługi linii kolejowej na takich obszarach Rosji, gdzie stale odczuwany jest brak wody. Inne kraje Europy również podjęły prace i studia w tym kierunku.

Praktyczne urzeczywistnienie omawianej konstrukcji jest, jednak, w znacznym stopniu hamowane trudnością rozwiązania zagadnienia przeniesienia pracy silnika na koła lokomotywy. Napęd elektryczny daje na praktyce wyniki zadawalające, lecz instalacja elektryczna jest zbyt ciężka i kosztowna. W związku z tem czynione są próby zastąpienia napędu elektrycz-



nego hydraulicznym mechanicznym (koła zębate), a nawet pneumatycznym (sprężone powietrze).

W toku prac doświadczalnych, kiedy budowano silniki Diesel'a wszelkich wymiarów, powstał również pomysł zastosowania silnika Diesel'owskiego do samochodu. Gdyby rozwiązanie tego zagadnienia dało się sprowadzić jedynie do zmniejszenia objętości, względnie wielkości cylindrów, w toku dalszych prac napotkanoby tylko na trudność ścisłego odmierzania niezmiernie małych dawek płynnego paliwa, zasilającego cylindry silnika. Jednak w zastosowaniu do samochodu koniecznym było zmniejszenie wagi w stosunku do 1 K. M., co mogło być urzeczywistnione jedynie przy powiększeniu ilości obrotów.

Jak wiadomo, pierwsze silniki Diesel'a ze sprężarkami powietrznymi nie odznaczały się znaczną szybkością. W ciągu dłuższego okresu czasu zaliczano silniki te do kategorii średnio — lub wolno-obrotowych. Oczywiście, na skutek zbyt wielkiej wagi na 1 K. M. nie było mowy o zastosowaniu ich dla celów trakcji drogowej.

Co było wielką szybkością dla Diesel'a z przed dwunastu laty możemy wywnioskować z faktu, że olbrzymie niemieckie łodzie podwodne, budowane w końcu wielkiej wojny, były wyposażone w silniki Diesel'a o szybkości 380 obr./min.; ta „niebezpieczna“ ilość obrotów została zredukowana postanowieniem Traktatu Wersalskiego do 250.

Zdawałoby się, że rozwój szybkoobrotowego silnika Diesel'a został w ten sposób do pewnego stopnia zahamowany, zakres zaś zastosowania ograniczony, szczególnie z uwagi na całkowite opanowanie dziedziny trakcji drogowej i lotnictwa przez silniki benzynowe.

Ostatnia okoliczność może być wytłumaczona jedynie olbrzymim postępem rozwoju silnika benzynowego oraz znacznymi trudnościami, które zniechęcały konstruktorów od stosowania do samochodów silnika Diesel'owskiego.

Można twierdzić, że do 1922 lub 1923 roku nie poczyniono żadnej poważniejszej próby zbudowania silnika Diesel'owskiego dla celów trakcji lądowej.

Kolosalny rozwój automobilizmu w czasach powojennych i związane z nim ogromne zapotrzebowanie na lekkie paliwo, zmusiły niektóre kraje, nieposiadające własnych kopalni ropy, do szukania zastępczych materiałów pędnych i tem samem do ograniczenia importu benzyny.

Francuskie Ministerstwo Wojny poważnie zajęło się problemem zastosowania węgla drzewnego i nawet odpadków drzewnych do napędu silników spalinowych pojazdów mechanicznych. W tym celu silniki samochodowe zaopatrzą się w specjalne, lekkiej konstrukcji gazownice (gazogeneratory).

Niemcy, natomiast, zastosowały do samochodu bezsprężarkowy silnik Diesel'a o powiększonej ilości obrotów.

Już w roku 1924 konstruktorzy niemieccy podnieśli ilość obrotów w silnikach Diesel'a do 800 i nawet do 1000 na minutę.

Obecnie wiele fabryk niemieckich buduje silniki Diesel'a do samocho-

dów ciężarowych, traktorów i autobusów. W wojsku znalazły one również zastosowanie dla czołgów, samochodów pancernych i lokomotywek polowych.

Zdaniem naszym trudno, jednak, spodziewać się, żeby zagadnienie praktycznego zastosowania silnika Diesel'a do samochodów osobowych wkrótce zostało pomyślnie rozwiązane.

Praktyczne rozwiązanie problemu Diesel'a szybkoobrotowego zostało początkowo zrealizowane w Austrii i Niemczech.

W 1922 r. ukazała się wiadomość o zbudowaniu w Austrii przez J. Hindlmeier'a małego Diesel'a samochodowego. Był to model eksperymentalny, ustawiony na ciężarówce, czterocylindrowy, o szybkości 1150 obr/min.

W 1923 r. monachijski inżynier Franz Lang, jeden z pionierów Diesel'a szybkoobrotowego, przywiózł do Ameryki projekt silnika jednocylindrowego, zdatnego do zastosowania na samochodzie.

Celem eksploatacji patentu Lang'a została zawiązana w Ameryce spółka, która nie zdołała swych zamierzeń urzeczywistnić. Wtedy Lang pozyskał kapitały szwajcarskie i sprzedał patent T-wu Acro Co., które obecnie jest kontrolowane przez znaną niemiecką firmę Robert Bosch & Co., Stuttgart.

Według wszelkiego prawdopodobieństwa pierwszym szybkoobrotowym silnikiem Diesel'a, zdatnym do praktycznego zastosowania był Benz, który w 1925 roku ukazał się na wystawie samochodowej w Berlinie. Budowano go, jako dwucylindrowy do ciągników rolniczych oraz jako czterocylindrowy dla ciężarówek.

Był to silnik z tak zwaną przedkomorą spalania. Wymiary czterocylindrowego Benz'a — 126 × 177 mm., moc 31 K. M., przy 800 obr/min., zużycie paliwa — 209 grm. na K. M./godz.; wymiary Benz'a dwucylindrowego — 126 × 200 mm., moc przy 800 obr/min. wynosiła 30 K. M.

W 1926 roku po raz pierwszy podane zostały do wiadomości publicznej szczegóły konstrukcyjne silnika dla samochodu ciężarowego, zbudowanego przez zakłady M. A. N. (Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg). Był to silnik czterocylindrowy o wymiarach 114 × 150 mm., rozwijający 32 K. M. przy 600 obr/min., 42 K. M. przy 800 obr/min. i 50 K. M. przy 1000 obr/min.; maksymalna ilość obrotów wynosiła 1200 na minutę. Waga na 1 K. M. przy 1000 obr/min. nie przekraczała 9,98 kg. Zużycie paliwa przy 800 obr/min. wynosiło 200 grm. na K. M./godz. Wtrysk paliwa uskuteczniiano zapomocą pompki mechanicznej bezpośrednio do komory sprężania.

Przed paru laty niemiecka firma Robert Bosch, znana z konstrukcji instalacyj elektrycznych i przyrządów zapłonowych, zaangażowała się w silnikach Diesel'a, uzyskując wyłączne prawo eksploatacji patentów Franza Lang'a, znajdujących się w posiadaniu szwajcarskiego T-wa Acro.

Łatwo zrozumieć powody, dla których firma Bosch zaangażowała się w tej dziedzinie. Kierownicy firmy dobrze zrozumieli, że wzrastająca popularność silnika Diesel'a w zastosowaniu do samochodu może się przyczy-

nić do zmniejszenia produkcji magneto i świec. W tem przewidywaniu nabyto patenty Lang'a.

Licencję na wyrób silnika odstępuje się fabrykantom silników; sobie zaś firma Bosch zostawiła produkcję pompki paliwowych i wtryskiwaczy. Nie ulega wątpliwości, że przy wyrobionej marce i doskonale wyposażonych warsztatach, nadających się do nowej produkcji, firma Bosch zjedna sobie licznych odbiorców, w pierwszym rzędzie z pośród nabywców licencji na budowę silnika.

Inżynierowie niemieccy również zbudowali silniki ciężkiego paliwa bardzo małych rozmiarów, nadające się do zastosowania w samochodach osobowych i nawet motocyklach.

O ile chodzi o wozy osobowe, można stwierdzić zgodnie z wynikami prób, że oszczędność na paliwie jest niezbyt wielka. Według doniesienia fachowej prasy niemieckiej lekki wóz, zbudowany przez zakłady Dorner w Hannover, był wyposażony w czterosuwowy silnik, chłodzony powietrzem, z ułożeniem cylindrów w kształcie litery V, o wymiarach  $70 \times 100$  mm.; normalna moc silnika wynosiła 4,5 K. M. przy 1400 obr./min., zużycie paliwa — 272 grm. na K. M./godz. Przy tej samej ilości obrotów można było osiągnąć moc 6 K. K., lecz wtedy zużycie paliwa wzrastało, sięgając 300 grm. na K. M./godz.

Należy również wspomnieć o jedynocylindrowym silniku motocyklowym ciężkiego paliwa, o wymiarach  $78 \times 90$  mm., zbudowanym w Austrii przez zakłady Frey & Foscher. Moc silnika — 6 K. M. przy zużyciu paliwa nie przekraczającym 250 grm. na K. M./godz.

Z firm niemieckich, budujących szybkoobrotowe silniki Diesel'a dla celów trakcji drogowej i lotnictwa, należy na osobnym miejscu postawić zakłady Maybach w Friedrichshafen. Nie od rzeczy będzie nadmienić, że zakłady Maybach budowały wszystkie silniki dla Zeppelinów.

Sześciocylindrowy silnik Maybach ciężkiego paliwa, przeznaczony do napędu wozów motorowych na kolejach, rozwija 120—130 K. M. przy 1300 obr./min. Jest to jeden z nielicznych okazów szybkoobrotowych silników Diesel'a dla celów trakcji drogowej z wdmuchiwaniami dawki paliwa za pomocą powietrza, czerpanego ze sprężarki.

O ile się nie mylimy, w 1924 r. we Francji firma Peugeot zbudowała według pomysłu Tartrais pierwszy szybkoobrotowy silnik Diesel'a, oparty na zasadzie dwusuwu.

Z prac angielskich zasługuje na wymienienie silnik szybkoobrotowy ciężkiego paliwa konstrukcji zakładów William Beardmore & Co., stosowany do napędu wozów kolejowych.

Jest to silnik ośmiocylindrowy o wymiarach  $210 \times 395$  mm., rozwijający 172 K. M. przy 700 obr./min. i 224 K. M. przy 1000 obr./min. Zużycie paliwa jest rekordowo małe, wynosi bowiem tylko 166 grm. na K. M./godz., co należy zawdzięczać pomysłowej konstrukcji aparatury zasilającej.

Konstruktorzy amerykańscy również usilnie pracowali nad rozwiązaniem konstrukcji Diesel'a szybkoobrotowego; szczególnie interesujące są

pomysły firm The Sperry Gyroscope Co. i The Maedler Engine Corporation, które nie znalazły jednak praktycznego zastosowania.

Trzeba przyznać, że zastosowanie silnika Diesel'a do samochodu było wcale niełatwym zadaniem dla konstruktorów, należało bowiem pokonać cały szereg poważnych trudności, aby stworzyć silnik, dorównujący pod każdym względem nowoczesnym, doprowadzonym do szczytu perfekcji, silnikom benzynowym.

Znany wszystkim silnik benzynowy zasilany jest podczas suwu ssącego tłoka mieszkanką wybuchową, składającą się z rozpylonej benzyny i powietrza; do wykonania tej czynności służy karburator, który jest charakterystyczną częścią składową silnika benzynowego. W silniku Diesel'a natomiast zasysa się z zewnątrz do cylindrów jedynie czyste powietrze bez domieszki paliwa w jakiegokolwiek postaci.

Podczas następnego suwu tłoka (w kierunku górnego martwego punktu) w obydwu typach silnika zawartość cylindra zostaje sprężona kosztem energii zewnętrznej. W silnikach benzynowych sprężanie nie może przekraczać pewnej określonej granicy.

Zawartość cylindra zostaje podczas sprężania w znacznym stopniu ogrzana. Ponieważ, jak wspomnieliśmy powyżej, cylinder silnika benzynowego jest napełniany mieszkanką wybuchową, należy obawiać się przy zbyt wysokim sprężaniu jej samozapłonu.

Dopiero, prawie w górnym martwym punkcie, po osiągnięciu przez mieszkankę, ściśle określonej doświadczeniem, końcowej prężności, skutecznia się w silniku benzynowym zapalenie zapomocą iskry elektrycznej.

Wręcz odmienny jest przebieg zjawisk w silniku Diesel'a. Prężność wessanego z zewnątrz powietrza, nie zawierającego domieszki paliwa, może być zwiększona podczas suwu sprężania bardzo znacznie (do 35—36 atm.).

Przed dojściem tłoka do górnego martwego punktu, dawka paliwa, dokładnie rozpylona pod działaniem sprężonego do 60 atm., dopływającego z osobnej sprężarki powietrza, zostaje wdmuchnięta przez otwór specjalnej dyszy do komory sprężania cylindra.

Ciepło powietrza ogrzanego podczas sprężania do 590—600° C., zostaje wykorzystane celem doprowadzenia wdmuchniętej dawki do temperatury zapłonięcia. Zapalenie mieszanki następuje samoczynnie bez pośrednictwa iskry elektrycznej; dawka spala się przy teoretycznie stałym ciśnieniu, nie wybuchając gwałtownie.

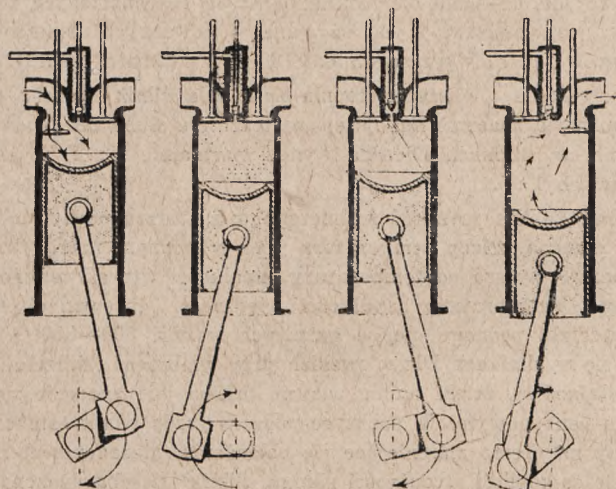
Okres zasilania paliwem trwa w przybliżeniu w ciągu jednej dziesiątej części skoku tłoka i zaczyna się podczas suwu sprężającego, to jest przed dojściem tłoka do górnego martwego punktu. Po zakończeniu spalania, jeszcze podczas suwu roboczego, zostaje otwarty zawór wydechowy i rozprężone gazy (spaliny), zostają usunięte na zewnątrz w czasie następnego suwu tłoka w kierunku górnego martwego punktu. Obieg jest wówczas zakończony.

W streszczeniu, różnice pomiędzy Diesel'em czterosuwowym i silnikiem benzynowym są następujące:

1. zamiast dawki paliwa, składającego się z rozpylonej benzyny i powietrza, do cylindra zostaje wessana pewna ilość otaczającego silnik powietrza;

2. podczas suwu sprężania powietrze zostaje ściśnięte nie do  $\frac{1}{4}$  lub  $\frac{1}{5}$ , lecz do  $\frac{1}{12}$  i nawet do  $\frac{1}{16}$  pierwotnej objętości;

3. wtrysk dawki paliwa uskutecznia się w końcu suwu sprężania. Na skutek wysokiej prędkości temperatura powietrza w cylindrze zostaje podniesiona do takiego stopnia, że paliwo zapala się samoczynnie z chwilą rozpoczęcia wtrysku.



Rys. 2. Kolejność pracy w czterosuwowym silniku Diesela: A — ssanie (zawór wlotowy otwarty, do cylindra wchodzi czyste powietrze); B — sprężanie (zawory zamknięte wessane powietrze zostaje sprężone); C — praca (wtryskiwacz działa, paliwo jest wtryskiwane do cylindra, zapłon następuje samoczynnie); D — wydech (zawór wydechowy otwarty).

Z powyższego wnioskujemy, że konstrukcję silnika Diesela cechuje obecność: zaworu wlotowego (dla powietrza), zaworu wydechowego (dla spalin), wtryskiwacza, zasilającego komorę wybuchową przez otwór dyszy rozpylonem paliwem, oraz osobnej sprężarki, napędzanej od silnika i dostarczającej sprężonego powietrza w chwili wdmuchiwania dawki, natomiast karburator, świece, magneto lub inny przyrząd do zapalania są zbędne. Można w związku z tem uważać silnik Diesela za jednostkę samowystarczającą.

Silnik ciężkiego paliwa (Diesel), który obecnie znalazł zastosowanie dla celów trakcji drogowej i lotnictwa, różni się od wyżej opisanego brakiem sprężarki, dostarczającej sprężonego powietrza w chwili wdmuchiwania dawki. Zasilanie paliwem odbywa się w tym przypadku zapomocą p o m p k i h y d r a u l i c z n e j, napędzanej od silnika i doprowa-

dzającej dawkę pod wysokim ciśnieniem wprost do dyszy wtryskiwacza, umieszczonego w głowicy poziomo, pionowo lub pochyło. Ten sposób zasilańia znany jest pod nazwą „wtrysku strumieniowego“.

Z powyższego wnioskujemy, że pomiędzy Diesel'em przemysłowym a Diesel'em samochodowym istnieje poważna różnica. Niejednokrotnie w czasopiśmie technicznych, szczególnie angielskich, podnoszono zasadniczą kwestję, że silniki spalinowe ciężkiego paliwa stosowane dla celów trakcji drogowej zupełnie mylnie nazywane są Diesel'ami.

Nazwa ta jednakże, nie patrząc na poważne, wskazane powyżej, różnice konstrukcyjne, uzyskała dla silnika pojazdów mechanicznych ciężkiego paliwa prawo obywatelstwa i jest używana w poważnych dziełach wybitnych fachowców (patrz wyszczególnienie dzieł w końcu artykułu).

Celem uzyskania większego stopnia sprężania silnik Diesel'a posiada komorę wybuchową znacznie mniejszej objętości, niż silnik benzynowy. Stopień sprężania w silnikach Diesel'a wynosi normalnie 1 : 15, w silnikach zaś benzynowych 1 : 5.

W silniku Diesel'a prężność ściśniętego w cylindrze powietrza powinna być tak znaczna, ażeby temperatura jego w górnym martwym punkcie była znacznie wyższa od temperatury zapalności wtryskiwanego materiału pędnego. Temperatura zapalności większości stosowanych w charakterze materiału pędnego olejów gazowych wynosi 300—350° C. Spalanie odbywa się w silnikach Diesel'owskich przy większym ciśnieniu, a więc z lepszą wydajnością, dzięki czemu zużycie paliwa jest znacznie mniejsze, niż w silniku benzynowym. W praktyce podczas jazdy silnik samochodowy jest narażony na często zmieniające się obciążenia, nieraz nawet nie wykorzystuje się całkowitej wydajności silnika. Silnik Diesel'a doskonale pracuje w warunkach zmiennego lub częściowego obciążenia, p r z y j e c n o c z e s n e m w y d a t n e m z m n i e j s z e n i u r o z c h o d u p a l i w a.

Według danych znanej szwajcarskiej fabryki Saurer 5-tonowa ciężarówka z silnikiem benzynowym zużywa na 1000 klm. 30—35 kg. benzyny; natomiast ciężarówka tej samej nośności z silnikiem Diesel'a spala tylko 20—23 kg. oleju gazowego na 100 klm. Ta oszczędność, spowodowana różnicą wagi dwóch różnych odmian paliwa, potęguje się oszczędnością, uzyskiwaną przez różnicę cen ropy i benzyny (benzyna 82 zł., ropa 30 zł. za 100 ltr.).

Silnik Diesel'a z zasady swej konstrukcji nie może pracować na łatwopalnych, szybko parujących paliwach; do spalania w Diesel'ach nadają się jedynie tańsze oleje ciężkie. Oleje te są znacznie mniej łatwopalne w porównaniu z benzyną, nie wymagają wobec tego tak wielkiej ostrożności w użyciu, oraz specjalnych kosztownych urządzeń, zabezpieczających od pożaru w składach.

Wspomniane powyżej zalety były oczywiście bodźcem do długotrwałej pracy doświadczałnej, w wyniku której po pokonaniu wielu trudności powstał szybkoobrotowy Diesel samochodowy.

Głównym czynnikiem, utrudniającym pracę silnika ciężkiego paliwa

na dużych obrotach, jest niezmiernie mały okres czasu, którym się dysponuje na dokładne rozpylenie dawki paliwa i zmieszanie jej ze sprężonym w cylindrze powietrzem.

W czterosurowym silniku benzynowym na dokonanie tej czynności mamy do dyspozycji pełny obrót wału korbowego ( $360^\circ$ ). W silniku Diesel'a tej czynności dokonuje się zaledwie w ciągu  $30\text{--}35^\circ$  obrotu wału korbowego, ponieważ zetknięcie się dawki paliwa z wessanym i sprężonym w cylindrze czystym powietrzem następuje w bezpośrednim sąsiedztwie górnego martwego punktu.

Biorąc dla przykładu czterosurowy silnik benzynowy, pracujący z szybkością 3000 obr/min. łatwo możemy obliczyć, że czasokres przygotowawczy przed zapłonem mieszanki wybuchowej wyniesie  $\frac{1}{50}$  sekundy. W silniku Diesel'a, pracującym trzykrotnie wolniej (1000 obr/min.), ten sam okres czasu wyniesie zaledwie 0,006 sekundy. Różnica jak widzimy, kolosalna.

Zaprojektowanie i budowa sprawnie działającej aparatury wtryskującej wcale nie jest, jak zobaczymy, rzeczą łatwą. Jeżeli bowiem rozpylanie dawki zostanie uskutecznione zbyt dokładnie, odbije się to fatalnie na przebiegu spalania, ponieważ główna masa powietrza w komorze wybuchowej nie będzie nasycona cząsteczkami paliwa. Spalanie zostanie umiejscowione i będzie się odbywać normalnie tylko przy dyszy wtryskiwacza. Odwrotnie, jeśli przenikanie cząsteczek paliwa w masę sprężonego powietrza będzie zbyt energiczne, cząsteczki będą się odbijać od ścianek komory wybuchowej, — normalne spalanie zostanie uniemożliwione.

Każdy strumień paliwa, wytryskujący z otworów dyszy składa się z pewnej ilości kuleczek; powinny one posiadać określony zasięg w komorze wybuchowej, określoną ilość powietrza dookoła siebie, oraz „strefa“ jednego strumienia nie powinna zawadzać o „strefy“ innych, tryskających z otworów dyszy, strumieni, aby nie nastąpiło ogołocenie cząsteczek jakiegokolwiek bądź strumienia z niezbędnego dla spalania tlenu.

Według opinii niektórych konstruktorów jest rzeczą wątpliwą, aby wywołanie silnych wirów w cylindrze silnika ciężkiego paliwa przyczyniło się do polepszenia przebiegu spalania. Nie negując całkowicie znaczenia wirowania, konstruktorzy ci twierdzą, że zbyt silne wiry albo prowadzą do łączenia się cząsteczek paliwa z poszczególnych strumieni, uniemożliwiają tym pierwszym pochwycenie należytej ilości powietrza, albo przyczyniają się do rozbijania cząsteczek paliwa o ścianki komory spalania.

Natomiast zwolennicy wirowania (Ricardo, Hesselman i inni), kładą nań specjalny nacisk i twierdzą, że szybkie i całkowite spalanie jest w głównej mierze uzależnione od utworzenia w komorze spalania niezmiernie szybkiego wzajemnego ruchu pomiędzy kropelkami płynnego paliwa i powietrzem. Daje się to osiągnąć z najlepszym skutkiem, wytwarzając planowy jednokierunkowy ruch powietrza w kierunku stycznej do wewnętrznego obwodu cylindra i wtryskując paliwo wpoprzek strumienia powietrznego. Dodatni wpływ wirowania szczególnie ujawnia się w wypadku bardzo subtelnego rozpylenia dawki: dokładna atomizacja dawki niewątpliwie sprzyja przebiegowi spalania, lecz siła przenikania drobin paliwa w masę

sprężonego w cylindrze powietrza zostaje w tym przypadku znacznie osłabiona.

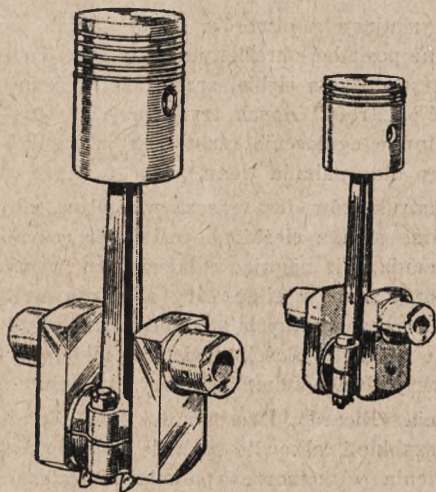
Według twierdzenia Ricardo, zastosowanie opisanego sposobu wirowania daje możliwość wykorzystania dla procesu spalania blisko 80% tlenu, zawartego w cylindrze, oraz osiągnięcie średniego ciśnienia indykatorowego w granicach od 9,5 do przeszło 10 atm.



*Rys. 3. Wiry wytwarzane w silniku „M. A. N.” przez mimośrodkowe umieszczenie wtryskiwaczy.*

Znaczne trudności konstrukcyjne związane były również: ze zmniejszeniem wagi silnika w stosunku do jednego konia mechanicznego, zgodnie z wymogami trakcji drogowej, z usunięciem swoistego hałasu silnika Diesel'owskiego oraz zapewnieniem bezwonnego i bezdymnego wydechu, przy najmniej znośnego podczas jazdy w mieście.

Waga silnika w stosunku do jednego konia mechanicznego osiągnęła ostatnio w niektórych konstrukcjach mniej 7,5 kg., co w porównaniu z silnikiem benzynowym daje różnicę na korzyść tego ostatniego tylko od 1,4



*Rys. 4. Porównawcze wielkości zespołów tłoka, korbowodu i korby silników benzynowego i Diesel'owskiego jednakowej mocy. Tłok Diesel'a — żeliwny, silnika benzynowego — aluminiowy.*

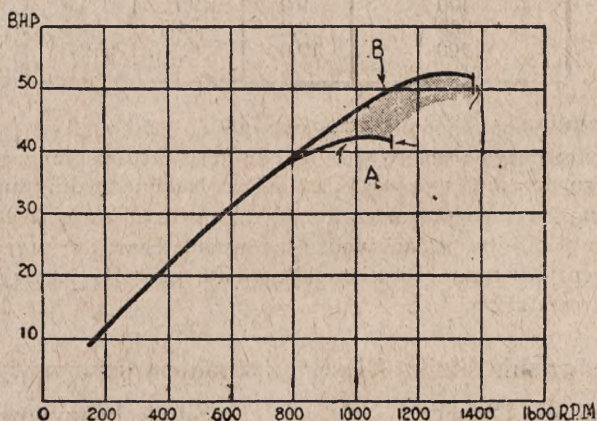
do 1,8 kg. na 1 K. M. Waga 7,5 kg. jest nader mała szczególnie jeśli przypomnimy, że np. samochód wyścigowy Panhard-Levassor o mocy 70 K. M. (wyścig Paryż—Berlin w 1901 r.), ważył 14 kg. na 1 K. M.

Stosowanie w silnikach Diesel'owskich bardzo wysokiego stopnia sprężania zmusza do znacznie solidniejszej konstrukcji wszystkich części pracujących, wskutek czego waga silnika Diesel'a w porównaniu z wagą silni-



ka benzynowego (jednakowej mocy) wypadnie w przybliżeniu o jakieś 15—20% większa. Na rys. Nr. 4 uwidoczniła jest porównawcza różnica zespołów tłoka, korbowa i korby Diesel'owskiego i benzynowego silników jednakowej mocy. Zespół Diesel'owski posiada tłok żeliwny, zespół silnika benzynowego-aluminjowy.

W związku ze wzmagającą się popularnością szybkoobrotowych silników ciężkiego paliwa, metalurgia wykazuje coraz większe zainteresowanie nimi, czyniąc pomysłne próby zastąpienia żeliwnych i stalowych zmienno-zwrotnie poruszających się części takimiż ze stopów lekkich. W tym przypadku powtarza się historia rozwoju silnika benzynowego. Ilość obrotów silnika benzynowego nie mogła być powiększona ze względu na obecność w silniku ciężkich tłoków i korbowa — stopniowe zastąpienie tych czę-



Rys. 5. Wykres, obrazujący powiększenie mocy silnika ciężkiego paliwa przez zastąpienie tłoka żeliwnego i korbowa stalowego tłokiem aluminjowym i korbowodem duraluminjowym.

ści przez coraz lepsze umożliwiło zwiększenie ilości obrotów silnika w prostym stosunku do zmniejszenia wagi. Jednocześnie ze zwiększeniem mocy silnika zmniejszała się jego waga i pojemność.

Tą samą ewolucję daje się dziś zaobserwować w szybkoobrotowych silnikach ciężkiego paliwa. Żeliwne tłoki i stalowe korbowa zastąpione zostają zespołami z aluminium i duraluminium, dzięki czemu ilość obrotów może być powiększona o blisko 25%, moc zaś silnika na hamulcu wzrasta niewiele w tym samym stosunku (patrz wykres). W ten sposób daje się osiągnąć szybkie zbliżenie silnika Diesel'owskiego do silnika benzynowego.

Należy jednak przyjąć pod uwagę, że rozwiązanie techniczne zagadnienia nie decyduje jeszcze o jego sile gospodarczej. W danym wypadku nie można dążyć do zmniejszenia wagi kosztem zbyt wysokiej ceny silnika. Biorąc za podstawę obliczenia koszt 1 kg. wagi silnika, należy wszechstronnie zbadać, czy uzyskane zmniejszenie wagi w dostatecznym

stopniu kompensuje nakład pieniężny, który powstaje skutkiem zastosowania stosunkowo drogich materiałów dla karteru, tłoków, korbowodów i t. d.

Co się tyczy spalin, niżej podany ich skład chemiczny daje najlepszy dowód, że obawa zatrucia powietrza jest nieuzasadniona.

Olej gazowy o ciężarze właściwym 0,876 (przy 15° C.), wartości opałowej 10892—10192 cpl./1 kg. (granice górna i dolna), dał następujące zestawienie:

Ilość obrotów silnika	CO <sub>2</sub> %	O <sub>2</sub> %	CO%
400	9.0	9.7	0.3
800	9.2	7.6	0.2
1.200	10.0	6.2	0.0

Temperatura — 22°C. Barometr — 740.

Z przytoczonego rozbioru widzimy, że przy 1200 obr./min. spaliny zupełnie nie zawierają tlenu węgla, natomiast badanie spalin współczesnego silnika benzynowego wykazało zawartość CO w ilości około 3%.

Podane poniżej w postaci tablicy porównanie charakterystycznych cech silników benzynowego i Diesel'owskiego daje możliwość łatwiejszej oceny zalet tego ostatniego.

## Porównanie silnika Diesel'a z silnikiem benzynowym.

### Silnik Diesel'a.

Wydajność cieplna (przy całkowitem obciążeniu): 30—34%.

Różnorodność materiałów pędnych, nadających się do spalania, jest bardzo rozległa. Silnik pracuje sprawnie na różnorodnych olejach ciężkich, oddzielonych od ropy naftowej, ubocznych produktach destylacji węgla kamiennego, olejach roślinnych i t. p. Wszystkie te paliwa odznaczają się wysoką temperaturą zapłonu. Obecnie cena tych paliw jest w przybliżeniu trzykrotnie mniejsza niż cena benzyny.

Zasilanie cylindra paliwem odbywa się zapomocą pompki mechanicznej, ściśle w chwili maksymalnej prędkości w cylindrze; zapalenie dawki paliwa uskutecznia się samo-

### Silnik benzynowy.

Wydajność cieplna (przy całkowitem obciążeniu): 20 — 23%.

Pracuje tylko na benzynie, której jakość nie może być zmieniana w granicach dowolnych. Temperatura zapłonu benzyny jest bardzo niska, benzyna jest wobec tego niebezpieczna w magazynowaniu i użyciu. UWAGA: Ostatnio znalazły zastosowanie mieszanki różnego rodzaju, których cena jednak nie jest albo wcale, albo bardzo mała niższa od ceny benzyny.

Zasilanie cylindra paliwem. Cylindry silnika są zasilane mieszanką wybuchową (rozpylona benzyna z powietrzem), zapomocą dość skomplikowanego i kapryśnego przyrzą-

czynnie za pośrednictwem ciepła sprężonego w cylindrze powietrza. Paliwo nie marnuje się bezużytecznie. Wydajność przy częściowym obciążeniu silnika nie spada tak znacznie, jak w innych silnikach cieplnych.

**Stopień sprężania** może być zupełnie bezpiecznie doprowadzony do 16 do 1, nawet wyżej. Zostaje ograniczony jedynie z obawy zbytniego nagrzania i zbyt wielkich naprężeń części pracujących. Wydajność cieplna jest w ścisłym związku z wysokim stopniem sprężania.

**Dawkowanie (podział) mieszanki** w wielocylindrowych silnikach dokładne i równomierne.

**Średni moment obrotowy.** Stosunkowo długi okres spalania i rozprężania się gazów przyczynia się do polepszenia niezmienności momentu obrotowego na małych obrotach.

**Rozruch** nawet w dnie chłodne następuje w ciągu od  $\frac{1}{2}$  do 1 minuty. Nie traci się czasu na rozgrzanie silnika. Niezwłocznie po rozruchu można udać się w drogę z pełnym ładunkiem.

**Bezpieczeństwo przeciwpożarowe.** Całkowite dla pojazdów, dla składu materiału pędnego oraz przy transportowaniu większych ilości paliwa.

**Spalanie.** Całkowite, powodujące wysoką wydajność cieplną. Rozszedzenie smaru w karterze silnika, jak również mieszanie się paliwa ze smarem cylindrów nie mają miejsca. Spaliny prawie nie zawierają tlenku węgla (0,13—0,19%).

du — karburatora. Marnowanie paliwa, szczególnie przy częściowym obciążeniu silnika, jest nieuniknione. Zapalanie zapomocą iskry elektrycznej od magneto lub innego skomplikowanego przyrządu elektrycznego.

**Stopień sprężania** jest ściśle ograniczony; z obawy samozapłonu mieszanki przyjęta w praktyce granica jest około 5 do 1; jedynie idealnie gładka powierzchnia komory sprężania, utrudniająca tworzenie się osadów węglowych, pozwala na podniesienie stopnia sprężania do około 5,5 do 1.

**Dawkowanie (podział) mieszanki** szczególnie w silnikach wielocylindrowych nastęca znaczne trudności, nierównomierność jest nieunikniona.

**Średni moment obrotowy** na małych obrotach gorszy i zmienny ze względu na gwałtowny wybuch dawki mieszanki i szybki spadek ciśnienia rozprężających się gazów.

**Rozruch** w dnie chłodne jest utrudniony. Można wyruszyć w drogę dopiero po należytem rozgrzaniu się silnika, co, oczywiście, powoduje stratę czasu.

**Bezpieczeństwo przeciwpożarowe.** Niema żadnego — ani dla pojazdu, ani w składach benzyny, ani przy jej transportowaniu. W składach niezbędne są kosztowne urządzenia przeciwpożarowe.

**Spalanie.** Niezupełne (niedoskonałe). Nadmiar paliwa zawsze powoduje rozrzedzenie smaru w karterze, niedostateczne smarowanie cylindrów, twarde osady węglowe w komorze sprężania i na tłoku, a w związku z tem zmniejszenie wydaj-

Ciężar właściwy paliwa około 0,870 — 0,880. Cięższe paliwo daje możliwość przebycia większej drogi (10 — 15%) na jednym litrze materiału pędnego.

ności cieplnej. Spaliny zawierają znaczny odsetek szkodliwego dla zdrowia tlenku węgla (do 3%).

Ciężar właściwy benzyny około 0,730, t. j. różnica wagi in minus o 150 gr. na jednym litrze w porównaniu z olejem gazowym. Potrzebny jest większy zbiornik dla tej samej ilości masowej paliwa.

Nie należy, jednak zapominać, że obok zalet, stawiających silnik Diesel'a wyżej silnika benzynowego, posiada on również pewne wady. Najważniejszą wadą jest niemożliwość rozruszenia silnika ręką; przyczyną tego, oczywiście, jest stosowanie w Diesel'u wysokiego sprężania, z którym nierozzerwalnie związana jest wysoka wydajność cieplna. Fakt ten zmusza konstruktorów do stosowania dość potężnych przyrządów pomocniczych, ułatwiających rozruch i obracanie wału silnika tak, żeby ciepło, wytworzone w chwili kompresji, okazało się dostatecznie intensywnem dla zapalania mieszanki sprężonego powietrza i rozpylonego paliwa. W dalszym ciągu silnik, oczywiście, będzie wykonywać zapalenie samoczynnie. Do rozruchu silnika wystarcza zazwyczaj 5 — 6 obrotów wału korbowego.

Jako rozrusznik najchętniej dotychczas stosowano dość potężny silnik elektryczny o mocy 6 K. M., jednostkę bądź co bądź ciężką, potrzebującą 120 amp. przy 24 voltach napięcia w ciągu kilkunastu sekund jego pracy; oczywiście było to związane z ustawieniem na podwoziu ciężkiego akumulatora (patrz dalej rys. Nr. 6).

Rozruszniki elektryczne działają bardzo sprawnie, są, jednak, zbyt drogie i przedstawiają martwą, nieużyteczną wagę, bezcelowo obciążającą podwozie. W związku z tem ostatnio czynione są próby zastąpienia rozruszników elektrycznych pneumatycznymi i mechanicznymi, które nie obciążają podwozia i są mniej kosztowne.

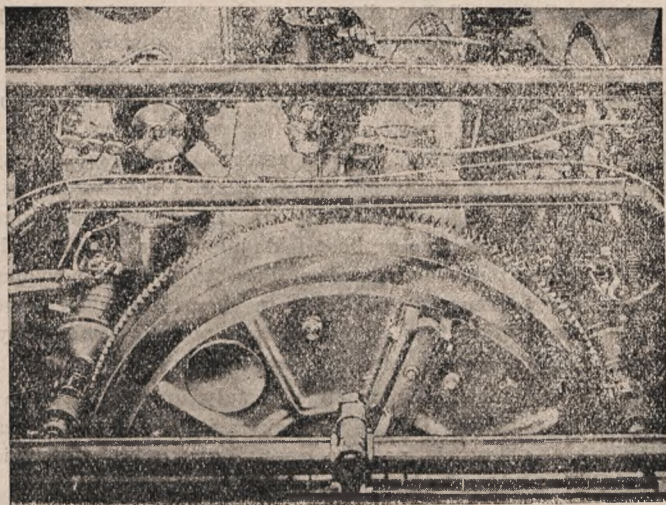
Inna wada — większy nakład pieniężny, związany z nabyciem samochodu z silnikiem Diesel'a.

Nowoczesne samochodowe silniki Diesel'a, oczywiście, bardzo się różnią pomysłami konstrukcyjnymi i budową. Naogół biorąc, wśród konstruktorów szybkoobrotowych silników Diesel'a dla celów trakcji drogowej czterosuw zyskał więcej zwolenników, niż dwusuw, sądzono bowiem, że pierwszy skuteczniej ułatwi osiągnięcie głównego celu — powiększenie ilości obrotów. Tem nie mniej szukano rozwiązania z zastosowaniem dwusuwu.

Pierwsze pomysły w tym kierunku wyniki zostały osiągnięte w 1926 r. przez André Attendu przy budowie dwusuwowego silnika Diesel'owskiego dla Amerykańskiej Marynarki. W Europie w tym samym czasie Tartrais skonstruował dwusuwowy Diesel samochodowy, który został wykonany przez znaną francuską fabrykę Peugeot. W Ameryce został zbudowany dla autobusów dwusuwowy silnik Diesel'owski przez zakłady Maedler. Czyniono również próby z wynikiem pomyślnym w Niemczech (Junkers).

Pod względem konstrukcyjnym dwusuwowy silnik Dieselaowski znacznie się różni od normalnego dwusuwowego silnika benzynowego. Przykładem może być wyżej wspomniana konstrukcja Attendu, w której każdy cylinder silnika był wyposażony w dwa wlotowe i dwa wydechowe zawory, prócz dwóch okien wydechowych w ściankach cylindra, otwieranych i zamykanych poruszającym się tłokiem.

Ponadto każdy dwutaktowy silnik Dieselaowski powinien być wyposażony w przedmuchiującą pompę powietrzną, która wtłacza do cylindra powietrze z naciśnieniem około 0,2 atm. po zakończeniu obiegu; w ten sposób całkowicie usuwa się spaliny z cylindra i zapobiega się marnowaniu paliwa, co jest nieuniknione przy mieszaniu się spalin ze świeżą dawką w dwusuwowym silniku benzynowym i ma za skutek zmniejszenie wydajności i ilości obrotów.



Rys. 6. Rozrusznik do silnika Diesela.

Porównując w obecnym stanie rzeczy, z punktu widzenia konstrukcyjnego, Diesela czter- i dwusuwowe, przychodzimy do wniosku, że zastosowanie normalnego dwusuwu dodatnio wpływa na uproszczenie budowy, bowiem w dwusuwie otrzymujemy impuls roboczy (wybuch) na każdy obrót wału korbowego, a w związku z tem w silniku dwusuwowym (w porównaniu z czterosuwowym jednakowej mocy), średnica cylindra i wymiary wszystkich innych części będą odpowiednio mniejsze, co z kolei przyczynia się do obniżenia wagi silnika. Ta okoliczność ma znaczenie niepoślednie i można sądzić, że Dieselaowskie silniki przyszłości będą budowane na zasadzie dwusuwu.

W nowoczesnych konstrukcjach samochodowych silników Dieselaowskich już ujawniła się tendencja do normalizacji wymiarów cylindrów; moż-

liwia to budowę silników różnej żądanej mocy bez zwiększenia kosztów produkcji, zwyczajnie zmniejszając lub zwiększając ilość cylindrów.

Aczkolwiek początkowo budowano modele dwu- i czterocylindrowe, model sześciocylindrowy staje się obecnie coraz więcej popularnym dla celów trakcji drogowej, doświadczenie bowiem wykazało, że w silniku sześciocylindrowym dopływ paliwa odznacza się większą równomiernością.

Dotychczas normalna ilość obrotów samochodowego silnika Diesel'owskiego nie przewyższała 1300 — 1400 na minutę; w ostatnich konstrukcjach ilość obrotów została podniesiona do 3000 obrotów na minutę.

Przedtem nim przystąpimy do szczegółowego opisu typowych konstrukcyj samochodowego silnika Diesel'owskiego, uważamy za wskazane zapoznać czytelników z budową pompki paliwowej oraz wtryskiwacza, jako aparatów najbardziej charakterystycznych w silniku Diesel'owskim.

Pompka zasilająca silnik paliwem została doprowadzona do precyzji i niezawodności działania dopiero po długoletnich studjach i szeregu żmudnych doświadczeń.

Jak ciężkie zadanie mieli konstruktorzy do rozwiązania, można sobie łatwo uzmysłowić jeżeli weźmiemy pod uwagę stawiane pomce wymagania techniczne, a mianowicie: pompka powinna być lekka, nie zajmująca dużo miejsca, nie potrzebująca specjalnej uwagi i niezawodną w działaniu częścią składową mechanizmu, który ma za zadanie samoczynnie zasiląć odpowiedni cylinder silnika drobną, dokładnie odmierzoną i w odpowiedniej chwili doprowadzoną dawką paliwa. Ponadto pompka powinna pracować przy wysokim ciśnieniu i szybkości, niedopuszczając do przeciekania i kapania paliwa. Oprócz tego części składowe pompki powinny być łatwo dostępne, cena zaś przyrzędu nie może być zbyt wysoka.

Wszystkie wspomniane wymagania zostały urzeczywistnione w wielu odmianach stosowanych obecnie pompek zasilających. Szczególnem rozpowszechnieniem cieszy się pompka znanej niemieckiej fabryki Robert Bosch; poniżej podajemy opis jej budowy i sposobu działania.

Pompka paliwowa Boscha jest pompką tłokową składającą się z zespołu elementów zasilających jednakowej konstrukcji; ilość tych elementów odpowiada ilości cylindrów silnika; każdy element, doprowadzający paliwo, obsługuje jeden tylko cylinder; zespół elementów (2, 4 lub 6) umieszcza się we wspólnej skrzynce.

Na rysunku Nr. 7 uwidoczniiona jest w przekroju podłużnym pompka paliwowa silnika czterocylindrowego, składająca się z zespołu czterech elementów zasilających (I, II, III, IV). Następny rysunek Nr. 7a podaje poprzeczny przekrój jednego elementu zasilającego.

Każdy element zasilający pompy (106) składa się z małego cylindra i tłoczka o średnicy od 6 do 10 mm., poruszanego zapomocą popychacza, opierającego się rolkową piętą o garb wału napędzanego od silnika.

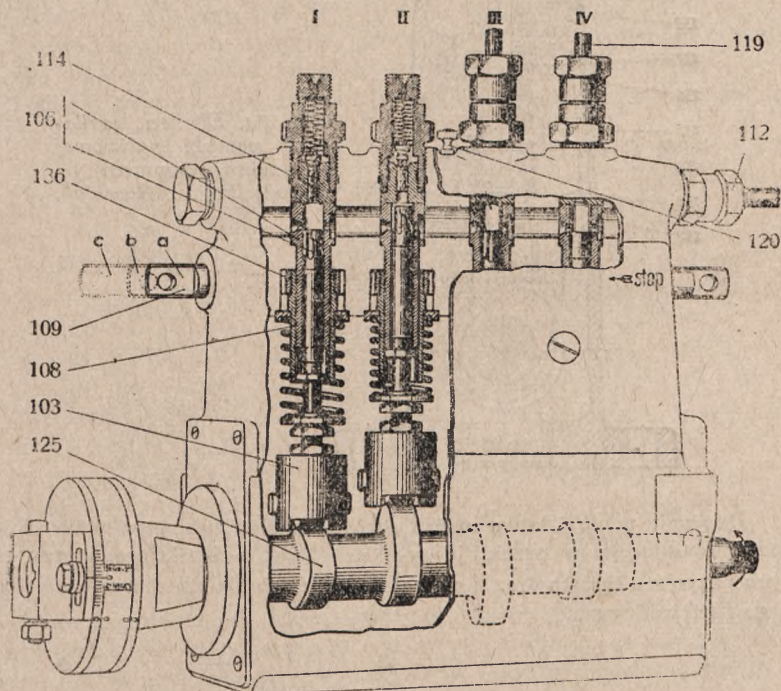
Górna część cylindra każdego elementu zasilającego pompki łączy się z odpowiednim cylindrem silnika zapomocą zaworu tłocznego (114), przyciskanego do gniazda sprężyną, oraz przewodu tłocznego (119).

Górna część skrzynki pompki mieści komorę ssawną, zasilaną paliwem

z nieco wyżej ustawionego zbiornika przez rurkę (112); przy najniższej pozycji tłoczka, komora ssawna ma bezpośrednie połączenie z komorą tłoczną cylindra pompki przez dwa małe otwory (okienka).

Skok tłoczka w cylindrze każdego elementu zasilającego jest w czasie pracy niezmienny (10 mm), ruch tłoczka tylko zmienno-zwrotny — w górę i na dół.

Wierzch kadłuba tłoczka ma kształt osobliwy: częściowo obtoczony, u dołu posiada średnicę mniejszą od średnicy cylindra pompki; górna natomiast część jest dopasowana do cylindra pompki i posiada na bocznej

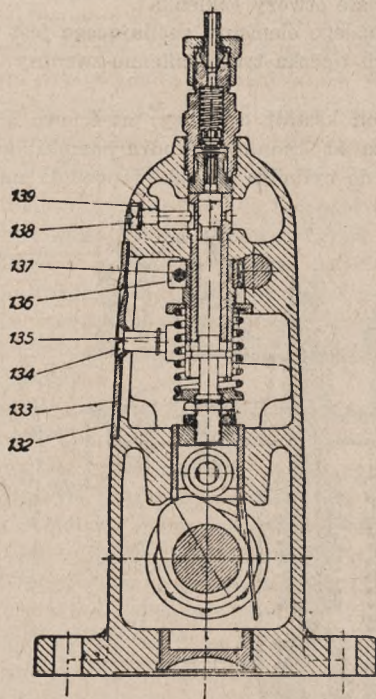


Rys. 7. Pompka paliwowa silnika czterocylindrowego konstrukcji zakładów B. Bosch (przekrój podłużny).

powierzchni występ o spiralnej krawędzi (ślimacznice), zadaniem którego jest regulowanie ilości wtryskiwanego paliwa lub całkowite wstrzymanie dopływu tegoż. Górna płaszczyna (a) tłoczka kieruje początkiem zasilania, zakończeniem zaś występ o spiralnej krawędzi (b). Koniec zasilania nastąpi, oczywiście, przy mniejszej dawce wcześniej, przy większej zaś później.

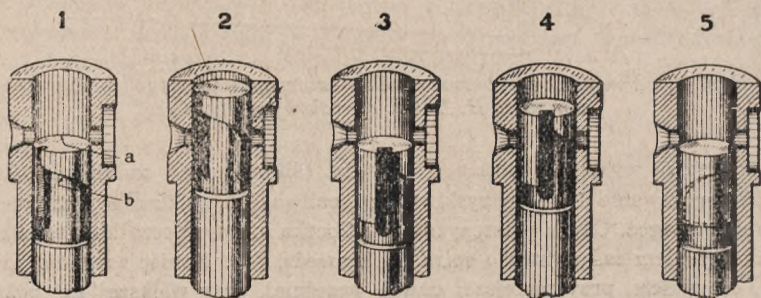
Zmiana chwili zakończenia zasilania, a przeto wielkości dawki uskutecznia się przez obracanie tłoczka pompki w cylindrze. Tę czynność spełnia łuska (108), otaczająca cylinder pompki; łuskę zaopatrzoną u góry w wieńiec zębaty (136), można obracać za pomocą uzębionego drążka (109). U dołu łuska posiada dwa podłużne, położone naprzeciwko siebie wycięcia,

w których ślizga się przymocowana do tłoczka poprzecznicą; w ten sposób ruch obrotowy łuski zostaje przekazany na tłoczek.



Rys. 7a. Element zasila-  
jący pompki paliwowej  
w przekroju poprzecznym  
(konstrukcja Bosch'a).

Działanie pompki łatwo można sobie uzmysłwić z rysunku Nr. 8 i 9, przedstawiającego w przekroju cylinder elementu zasilającego przy różnych pozycjach tłoczka oraz z szematu współdziałania tłoczka, zaworu tłoczowego i wtryskiwacza.



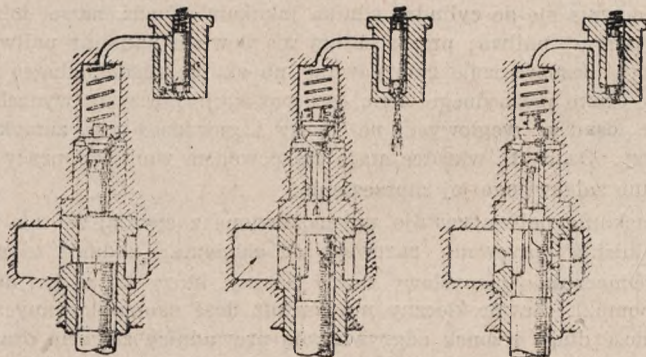
Rys. 8. Przekrój cylindra pompki paliwowej przy różnych pozycjach tłoczka.

Przy najniższej pozycji tłoczka (1) obydwa boczne okienka (otwory) cylindra pompki są otwarte, — paliwo ma wolny dostęp do cylindra. Pod-



czas biegu tłoczka do góry (suw tłoczący) pewna ilość paliwa zostaje zpowrotem wypchnięta do komory ssawnej; trwa to do chwili zamknięcia tłoczkiem obydwu bocznych otworów (okienek) cylindra. Paliwo znajduje się więc już pod ciśnieniem i pompka zaczyna zasilanie, kierując dawkę przez zawór tłoczny i przewód rurowy do dyszy<sup>1)</sup> wtryskującej odpowiedniego cylindra.

Zasilanie trwa nieprzerwanie dopóki kadłub tłoczka podczas suwu do góry zakrywa boczne okienko cylindra. Koniec zasilania następuje z chwilą ustawienia się występu tłoczka, o krawędzi spiralnej, w takiej pozycji, że prawe okienko zasysające cylindra zostanie otwarte. W tym momencie nastąpi bezpośrednie połączenie komory tłocznej cylindra z komorą ssawną za pośrednictwem widocznego na rysunku pionowego wyżłobienia na lewej połowie tłoczka. Wobec tego paliwo, znajdujące się w komorze tłocznej, przy dalszem posuwaniu się tłoczka do góry zostanie



Rys. 9. Schemat współdziałania tłoczka, zaworu tłoczego i wtryskiwacza pompki paliwowej Bosch'a.

wtłoczone zpowrotem do komory ssawnej; dopływ paliwa ustaje. W pozycjach maksymalnego dopływu (1 i 2) występ tłoczka o krawędzi spiralnej wcale nie otwiera, podczas suwu tłoczącego, prawego okienka ssawnego cylindra pompki.

Zgodnie z wyżej powiedzianem, zmniejszenie dopływu paliwa następuje przy obracaniu tłoczka pompki naprawo, co skutecznia się posuwaniem dźwążka regulującego (109) w lewo. Wtedy osiąga się ten skutek, że występ tłoczka o krawędzi spiralnej odsłania prawe okienko cylindra przed zakończeniem suwu tłoczego (pozycje 3 i 4), w przybliżeniu w jego połowie; jest to normalna pozycja tłoczka pompki przy pełnym obciążeniu silnika.

Przy dalszem obracaniu tłoczka wprawo, aż do krańcowej pozycji, pionowe wyżłobienie tłoczka znajdzie się nawprost prawego okienka ssawnego cylindra; wtedy w ciągu całego suwu tłoczego komora ssaw-

<sup>1)</sup> Według innej terminologii — „rozpylacz“.

na będzie miała połączenie z komorą tłoczną cylindra pompki i dopływu paliwa nie będzie wcale (pozycja 5).

Największy dopływ paliwa ma miejsce wtedy, kiedy występ tłoczka o krawędzi spiralnej odsłania prawe okienko ssawne dopiero po przebyciu przez tłoczek całego skoku (pozycje 1 i 2). Ta pozycja tłoczka może być z pożytkiem wykorzystana jedynie podczas rozruchu tych silników, u których nadmiar paliwa jest czynnikiem sprzyjającym rozruchowi.

Ciśnienie w cylindrze pompki spada z chwilą odsłonięcia przez występ tłoczka o spiralnej krawędzi prawego okienka ssawnego. Pod działaniem ciśnienia w przewodzie rurowym oraz pod naciskiem sprężyny zawór tłoczny (114) jest przyciśnięty do swego gniazda i staje się zaporą pomiędzy przewodem rurowym i cylindrem pompki do chwili następnego suwu tłoczącego.

Jest rzeczą doniosłej wagi, aby przez dyszę poza dawką ściśle określoną nie dostała się do cylindra silnika jakakolwiek bądź, nawet minimalna doza (porcja) paliwa; przesączający się bowiem nadmiar paliwa nie tylko zostaje bezużytecznie zmarnowany na skutek niedokładnego spalania, wobec braku niezbędnego tlenu, lecz powoduje nieczysty wydech i powstawanie osadów węglowych na dyszy i gnieździe igły, zamykającej otwór dyszy. Osady te wkrótce stają się powodem wadliwej pracy wtryskiwacza lub całkowitego jej zaprzestania.

Przeciekanie paliwa zostaje uniemożliwione z chwilą, że tak powiemy, „uwolnienia“ przewodu rurowego od ciśnienia; zadanie to spełnia prosty i jednocześnie pomysłowy zawór tłoczny, który się mieści nad cylindrem pompki. Zawór tłoczny ma kształt dość skomplikowany: dolna część — dość długi trzonek odgrywa rolę przewodnicy zaworu, oraz mieści w sobie kanały dla wtłaczania dawki; górna część ma postać grzybka ze stożkowatymi brzegami, u dołu do grzybka przylega cylindryczny czopek w rodzaju tłoczka. Grzybek zaworowy jest mocno przyciśnięty do gniazda zapomocą sprężyny (rys. 10).

Podczas suwu tłoczącego pompki, pod działaniem ciśnienia w jej cylindrze, zawór tłoczny podnosi się, i dawka paliwa zostaje wtłoczona przez wydrążone w trzonku zaworu kanały, skąd przedostaje się do przewodu rurowego. Uniesiony w górę zawór tłoczny utrzymuje się w tej pozycji przez cały okres suwu tłoczącego pompy dzięki jednakowemu ciśnieniu w jej cylindrze i przewodzie rurowym.

W chwili zakończenia dopływu paliwa ciśnienie w cylindrze pompki momentalnie spada; wtenczas pod działaniem sprężyny i ciśnienia w przewodzie rurowym grzybek zaworu tłocznego opada na gniazdo i szczelnie do niego przylega.

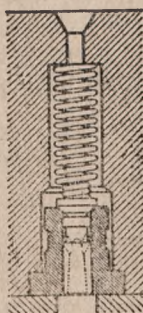
Ponieważ, jednak, przy zamykaniu się zaworu najpierw zsuwa się do tuleji, mieszczącej trzonek (obsady zaworu), czopek grzybka, przeto objętość przewodu rurowego zwiększa się o wielkość przesunięcia się czopka. Tak nieznaczne powiększenie objętości przewodu rurowego okazuje się, jednak, zupełnie wystarczającym dla obniżenia ciśnienia w przewodzie, biorąc praktycznie, do zera („uwolnienia“ przewodu z ciśnienia), dzięki

czemu zawór iglasty wtryskiwacza niezwłocznie się zamyka, zapobiegając przeciekaniu paliwa do komory wybuchowej silnika.

Przytoczone poniżej liczby ułatwią czytelnikowi uzmysłowienie wielkości czasokresów wtrysku i dawek paliwa.

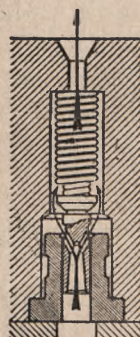
Przypuśćmy, że silnik pracuje z szybkością 1200 obr/min. i rozwija 45 K. M., zużycie zaś paliwa wynosi 220 gr. na KM./godz. W ciągu jednej godziny silnik zużyje 10 kg. oleju gazowego. W ciągu jednej sekundy zużycie paliwa wyniesie  $10000:3600 = 2,8$  gr.

Wał korbowy silnika robi  $1200:60 = 20$  obr/sek.; w czterosuwowym silniku czterocylindrowym powstanie w tym czasie 40 wybuchów. Zużycie paliwa na każdy wybuch wyniesie wtedy  $2,8:40 = 0,07$  gr. Taka minimalna dawka zostaje wtrysnięta do cylindra podczas jednego obrotu przy całkowitem (pełnym) obciążeniu silnika.



zamknięty

Rys. 10. Zawór tłoczny pompki paliwowej (konstrukcja Bosch'a).



otwarty

Przy mocy silnika 10 K. M. dawka wtryskiwanego paliwa będzie jeszcze mniejsza, około 0,02 gr. W pierwszym przypadku (45 K. M.) wielkość dawki odpowiada kropelce o szerokości 4,5 mm., w drugim (10 K. M.) — kropelce o szerokości 2,8 mm. Tak drobna dawka powinna być wtrysnięta w pierwszym przypadku (45 K. M.) w okresie czasu, odpowiadającym  $30^\circ$  obrotu korby, w drugim przypadku (10 K. M.) —  $10^\circ$  tegoż obrotu. Okres czasu, którym dysponujemy na wtrysk, wynosi przy mocy 45 K. M. i 1200 obr. min.  $\frac{1}{240}$  sekundy, przy pomocy 10 K. M. — tylko  $\frac{1}{720}$  sekundy; przy biegu jałowym czasokres wtrysku wyniesie zaledwie tyśiączną część sekundy.

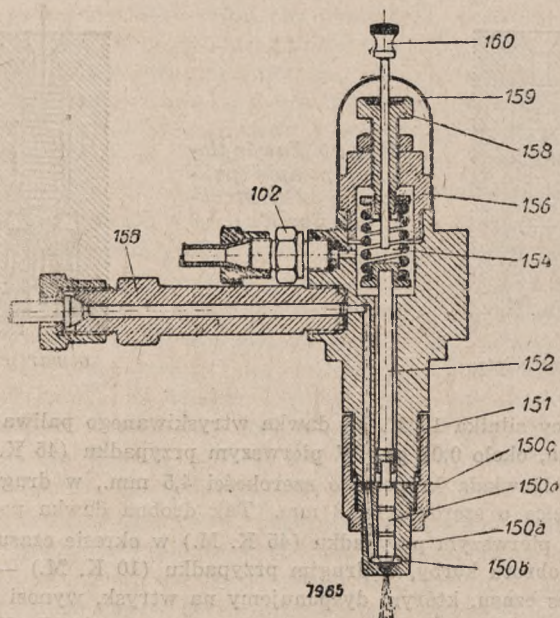
Dokładność, która powinna cechować proces wtrysku, może być jeszcze dobitniej podkreślona, jeżeli dodać, że ta minimalna ilość paliwa powinna być wtrysnięta w ściśle określonym momencie, niezbyt wcześnie oraz niezbyt późno. Dokładność momentu wtrysku powinna zatem być ściśle zachowana we wszystkich czterech cylindrach: przesunięcie bowiem początku wtrysku w jakimkolwiek bądź cylindrze tylko o  $2^\circ$  obrotu korby dotkliwie odbije się na przebiegu procesu wtrysku, stanowiąc przy małym okresie czasu poważną różnicę, dochodzącą aż do  $\frac{1}{15}$  całego czasokresu.

Potwierdzeniem podanego przykładu mogą być wyniki doświadczalnych prac przeprowadzonych przez znanych fachowców w Kings College

w Londynie. Przy bardzo skrupulatnych pomiarach zostało ustalone, że wielkości dawek, wtrysniętych w czasie jednego obiegu do komory sprężania silnika nieobciążonego i obciążonego wynosiły, odpowiednio, około 0,0091 grm. i 0,0454 grm.

Doświadczenia przeprowadzono z silnikiem dwusuwowym o skali obrotów od 400 do 1200 na minutę, a więc tak minimalne dawki musiały być wtrysnięte od 400 do 1200 razy na minutę.

Konstrukcja wtryskiwacza i dyszy (rozpylającej) uwidocznione są w przekroju na rysunkach Nr. Nr. 11 i 12. Wtryskiwacz składa się zasadniczo z kadłuba (obsady), w którym umieszczone są części pomocnicze mechanizmu i właściwej dyszy, podlegającej wymianie i przymocowanej do kadłuba zapomocą specjalnej złączki (151).



Rys. 4. Przekrój wtryskiwacza Bosch'a.

Wzdłuż osi kadłuba wywiercony jest kanał, mieszczący sworzeń (trzonek) tłoczny (152), nad którym znajduje się w dość obszernej komorze sprężyna (154). Napięcie sprężyny i przeto nacisk na otwór dyszy daje się regulować zapomocą śruby (158).

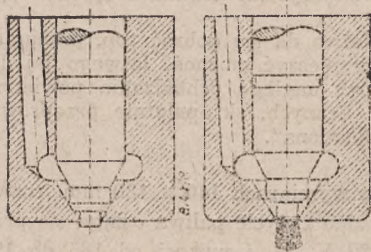
Z kadłubem wtryskiwacza połączony jest króciec (166), doprowadzający paliwo. Paliwo przedostaje się do pionowego kanału w kadłubie wtryskiwacza i wyżłobienia pierścieniowego (150 c) w kadłubie dyszy. Króciec (162) łączący się z komorą ssawną pompki, służy do powrotnego odprowadzania paliwa, które przedostało się ponad sworzeń tłoczny (152) wtryskiwacza.

Właściwa dysza składa się z kadłuba (150 a) i igły<sup>1)</sup> (150 d), na którą naciska pod działaniem sprężyny (154) sworzeń tłoczny (152). Dolny koniec igły szczelnie zamyka otwór dyszy przy opadaniu igły na stożkowane gniazdo (patrz. rys. 11).

Z górnego pierścieniowego wyżłobienia (150 c) paliwo przedostaje się przez trzy ukośnie położone kanały dyszy do dolnego wyżłobienia pierścieniowego (150 b) nad gniazdem igły.

Podczas dopływu dawki paliwa z pompki, ciśnienie w dolnej komorze pierścieniowej podnosi się, powodując podniesienie igły z gniazda. Końcowy czopek igły odsłania otwór i zostaje jakby nad nim zawieszony (patrz powiększony rysunek dyszy). Paliwo, wytryskując przez okrągłą szczelinę i uderzając z siłą w ostre krawędzie igły i także brzegi otworu dyszy zostaje dokładnie rozpylone. Dysza powinna być dobrze ochładzana.

Dla przewodów rurowych, doprowadzających paliwo, używa się zazwyczaj rurek stalowych o średnicy wewnętrznej 3 mm. i grubości ścianek 1,5 mm. Przewody, doprowadzające paliwo do pierwszego i ostatniego cylindrów silnika sześciocylindrowego, są, oczywiście, dłuższe od przewodów



zamknięty

otwarty

Rys. 12. Rozpylacz (dusza rozpylająca) wtryskiwacza z czopkiem uszczelniającym (konstrukcja Bosch'a).

drugiego i piątego cylindrów, przewody zaś trzeciego i czwartego cylindrów są najkrótsze. Wobec tego, celem zabezpieczenia równomierności ciśnienia we wszystkich wtryskiwaczach dłuższe przewody rurowe mają przekrój znacznie większy niż przewody krótsze.

Zaznaczyliśmy powyżej, że znana niemiecka firma Maybach jest jedyną, która stosuje w szybkoobrotowym samochodowym silniku Diesela stary wypróbowany sposób rozpylania dawki paliwa zapomocą powietrza, czerpanego z osobnej sprężarki. Ten konstrukcyjny konserwyzm zasługuje na szczególne wyróżnienie, ponieważ większość zwolenników silnika ciężkiego paliwa uznaje w danym przypadku ten sposób za niewłaściwy. Warto przytoczyć na tem miejscu dowody, wysuwane przez zakład Maybach na usprawiedliwienie swego niezmiennego stanowiska.

Omawiając powyższe zagadnienie firma pisze:

„Przy budowie silnika Diesela, dającego się zastosować dla celów lokomocji mechanicznej, należy stanowczo odsunąć się od wszystkiego, co dotychczas zostało dokonane i zwrócić uwagę na koniecz-

<sup>1)</sup> Zaworu.

ność zdecydowanego zmniejszenia ciężaru na 1 K. M. Nadto należy zabezpieczyć silnikowi jaknajwiększą elastyczność, dorównywującą elastyczności w nowoczesnych silnikach samochodowych: innemi słowy, silnik Diesel'a powinien posiadać zdolność oszczędnej i niezawodnej pracy przy każdym obciążeniu i szybkości. Dla pojazdu mechanicznego należy również dysponować znaczną siłą pociągową na ruszenie z miejsca.

Wymagania te dadzą się urzeczywistnić w drodze specjalnego rozwiązania. Jest rzeczą zupełnie zrozumiałą, że jedynie doskonała regulacja wtrysku powietrza i paliwa może się przyczynić do osiągnięcia pożądanego stopnia elastyczności. Nie da się to, jednak, uskutecznić w drodze mechanicznego odmierzania płynnego paliwa w dawkach niezmiernie małych, doprowadzonych na dużych obrotach, cechujących wielocylindrowy silnik pojazdu.

Dla dokładnego rozpylania tak drobnych dawek należy uciec się do ciśnień kilkuset atmosfer oraz zastosowania tak małych otworów wtryskowych, że mechaniczne wykonanie ich związane jest z ogromnemi trudnościami.

Wszystko wyżej powiedziane zostało stwierdzone na praktyce. W ten sposób zostaliśmy przekonani o konieczności stosowania wtrysku zapomocą powietrza, jedynego sposobu, który może zapewnić należytą regulację, cechę charakterystyczną silnika Maybach ciężkiego paliwa.

Co się zaś tyczy sprężarki, łatwo da się dobrać typ, pracujący niezawodnie. Należy, jednak, zabezpieczyć możność łatwego jej dozorowania. Podkreślamy, że obawa nagłego ochładzania powietrza w cylindrze zgodnie z wynikami licznych, skrupulatnie przeprowadzonych doświadczeń jest nieuzasadniona“.

Sześciocylindrowy silnik Maybach o wymiarach 140 x 180 mm. rozwija 150 K. M. przy 1300 obr/min. Minimalne zużycie paliwa osiąga się przy całkowitem obciążeniu o wydajności 120 K. M. i wynosi od 185 do 190 grm .na K. M./godz.; zużycie smaru — 0,3 kg. na godz. Waga silnika razem ze sprężarką i przewodami wydechowemi — 1260 kg.

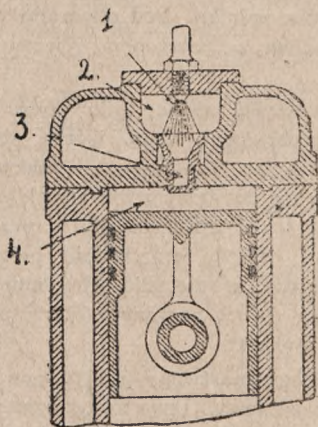
W zależności od konstrukcji głowic, względnie komór sprężania cylindrów, nowoczesne, bezsprężarkowe silniki Diesel'a mogą być podzielone na trzy główne grupy.

- a) silniki o głowicy z przedkomorą spalania, umieszczoną poosiowo lub mimoosiowo (względem osi cylindra),
- b) silniki o głowicy do bezpośredniego wtryskiwania paliwa,
- c) silniki o głowicy z zasobnikiem powietrza, połączonym z komorą sprężania lejkowatym przewodem (system „Acro“).

Pierwsze patenty na silnik ciężkiego paliwa z tak zwaną przedkomorą spalania zostały uzyskane już w 1909 roku i znalazły zastosowanie w budowie silników do ciągników i dla celów przemysłowych. Dopiero, jednak, w r. 1923 silnik ciężkiego paliwa z przedkomorą spalania został zastosowany do samochodu przez jedną z fabryk niemieckich (Daimler - Benz).

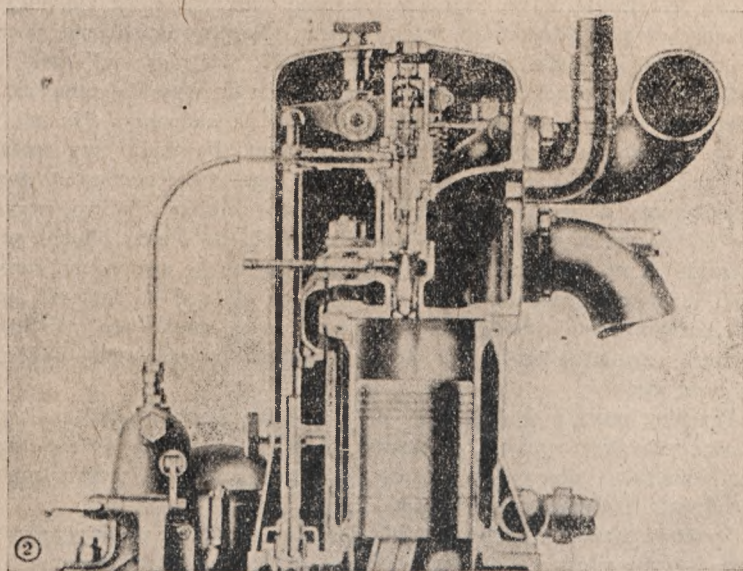
Przekrój głowicy silnika tego typu uwidoczniiony jest na rysunkach Nr. 13 i 14. Przedkomora spalania, o kształcie owalnym i objętości, wynoszącej od 25 do 30% całej przestrzeni sprężania, mieści się w głowicy cylindra na jego osi nad samym tłokiem i jest całkowicie zamknięta. Mały otwór pewnego rodzaju miedzianego palnika-rozpylacza, znajdującego się

w dnie przedkomory, stanowi jedyne połączenie z komorą sprężania cylindra.



Rys. 13. Schematyczny przekrój głowicy silnika Daimler-Benz. 1. Strumień paliwa, 2. Przedkomora, 3. Rozpylacz, 4. Komora sprężania.

W bocznej ściankę przedkomory cylindra wbudowany jest mały ogrzewacz elektryczny, składający się z uzwojenia żarowego na trzonku z materiału izolacyjnego.



Rys. 14. Przekrój głowicy silnika Daimler-Benz (moment wtrysku do przedkomory).

Ogrzewacze, umożliwiające rozruch zimnego silnika, są połączone przewodnikami z akumulatorem.

Palnik-rozpylacz ma kształt małego okrągłego korka z miedzi, termicznie obrobionej specjalnym sposobem; górna, stożkowata część palnika jest zaopatrzona w kilka małych okrągłych otworów, które nie są jednak kanałami, przewierconymi nawskroś kadłuba palnika. Pod otworami w kadłubie znajduje się małe wgłębienie z denkiem, zaopatrzonym w jeden mały otwór dla przepływu gazów.

Dookoła przedkomory znajdują się koszulki wodne; tylko dolna część przedkomory, mieszcząca palnik, nie jest chłodzona wodą. Górną, stożkowatą część palnika okala przestrzeń izolacyjna, zapobiegająca oddawaniu ciepła ściankom głowicy i przyczyniająca się do utrzymania stałej temperatury palnika. Palnik-rozpylacz, szematycznie uwidoczniiony w przekroju na rysunku Nr. 13 jest najważniejszą częścią konstrukcji, pełni bowiem trzy funkcje: dokładnie rozpyla dawkę, skutecznia wirowanie cząsteczek paliwa oraz poczęści przyczyna się do ich zapalania. Sama przedkomora odgrywa rolę pewnego rodzaju sprężarki.

Podczas suwu tłoka w kierunku dolnego martwego punktu powietrze zostaje wessane do cylindra przez zawór wlotowy. Przy następnym suwie tłoka w kierunku odwrotnym, powietrze w cylindrze zostaje sprężone do około 35 atm. W chwili, gdy korba nie dosięga górnego martwego punktu o jakieś 10°, pompka zaczyna wtryskiwać paliwo przez dyszę wtryskiwacza, umieszczonego pionowo ponad przedkomorą na osi cylindra.

Nie jest rzeczą łatwą zupełnie dokładnie opisać przebieg zjawisk, zachodzących w przedkomorze podczas spalania. Najprawdopodobniej początkowo zapala się i spala tylko część (25 — 30%) wtryskiwanej dawki; następuje to po zetknięciu się paliwa z nagrzanem do wysokiej temperatury powietrzem, wtłoczonym przez otwór palnika do przedkomory; ciśnienie gazów w przedkomorze szybko wzrasta do 40 atm. Powstała przy spalaniu nadwyżka ciśnienia powoduje gwałtowny przepływ płonących gazów z przedkomory do wnętrza cylindra przez otwór palnika. Paliwo, wtryskiwane w dalszym ciągu do przedkomory, zamienia się z pary olejnej, przez pobieranie ciepła z gorących spalin, na gaz (mieszanę spalonych i niespalonych cząsteczek paliwa), który, przedostając się pod ciśnieniem przez otwór palnika, zostaje dokładnie zmieszany z masą sprężonego w cylindrze powietrza i spala się tak szybko, że silnik jest w stanie osiągnąć dość znaczną ilość obrotów.

Przebieg procesu spalania jest nieco podobny do całokształtu zjawisk, zachodzących przy wyrobie z mazutu lub oleju parafinowego świetlnego gazu olejnego. Opisany proces spalania znany jest pod nazwą metody „przepływu“ (Durchstromverfahren).

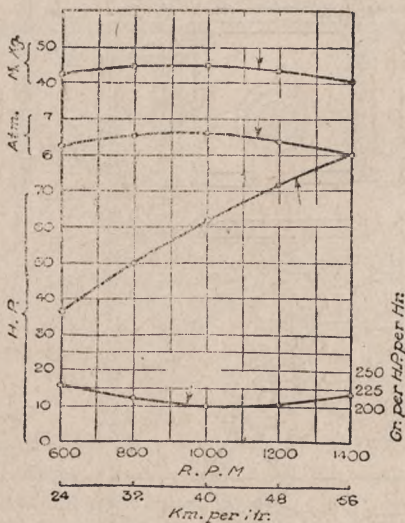
Spalanie mieszanki w Diesel'u nie posiada charakteru gwałtownego wybuchu, jaki ma miejsce w silniku benzynowym, bowiem okres spalania trwa, w przybliżeniu, w ciągu jednej dziesiątej części roboczego suwu tłoka. Jest to okres „stałego ciśnienia“, sprzyjający uzyskaniu dość znacznego i, w przybliżeniu, równomiernego momentu obrotowego dla rozległej skali obrotów silnika oraz częściowo przyczyniający się do powiększenia wydajności cieplnej.



Okres spalania trwa w ciągu suwu roboczego do chwili otwarcia zaworu wydechowego, co następuje na  $45^\circ$  przed dojściem korby do dolnego martwego punktu. Suw wydechowy niczem się nie różni od takiegoż suwu w silniku benzynowym.

W zachowaniu się pod obciążeniem silnik Diesel'a nieco przypomina maszynę parową. Przy mechanicznej uprawie ziemi często się zdarza, że pług natrafia na twardą warstwę gruntu; silnik zaczyna wtedy zmniejszać obroty, moment zaś obrotowy jednocześnie wzrasta.

Doświadczenia, przeprowadzone z 60-konnym silnikiem Diesel'a dały wyniki następujące: przy 500 obr/min. moment obrotowy wynosił 58,5 kgm., przy 500 obr/min. — 65,8 kgm., przy 400 obr/min. — 62,9 kgm. i tylko przy 300 obr/min. spadł do 54,2 kgm. Pracujący w takich samych warunkach, silnik benzynowy stanąłby, gdyby sprzęgło nie zostało wyłączone.



Rys. 15.

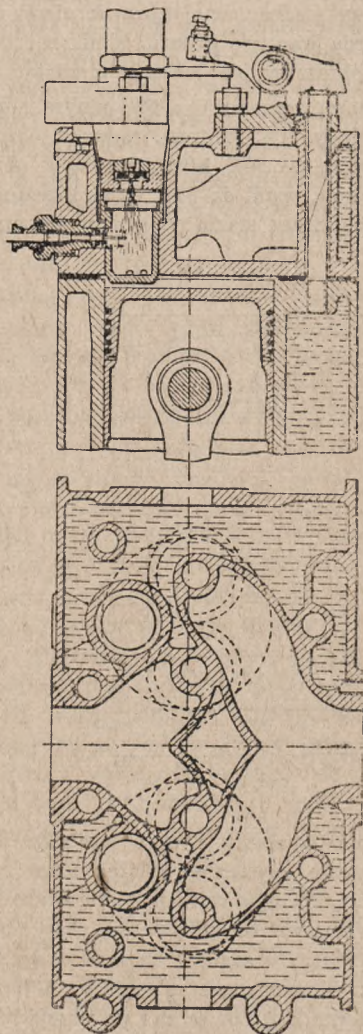
Nacisk na tłok przy spalaniu wynosi w silniku Daimler - Benz około 42 atm. Średnie ciśnienie użyteczne podczas suwu roboczego osiąga 6,5 atm. przy 1300 obr/min. Temperatura powietrza przy końcu sprężania wynosi  $500^\circ\text{C}$ . Wtryskiwanie paliwa odbywa się przy stosunkowo niewielkim ciśnieniu w pompie (około 70 atm.) i trwa w ciągu  $35^\circ$  obrotu wału korbowego; początek wtryskiwania ma miejsce na  $10^\circ$  przed dojściem korby do górnego martwego punktu, koniec zaś po przejściu przez korbę  $25^\circ$  poza górny martwy punkt.

Charakterystyka silnika: cylindrów — sześć; średnica cylindra — 105 mm., skok tłoka — 165 mm.; pojemność cylindrów — 8,572 litr.; moc — 70 K. M. przy 1300 obr/min.; waga w stosunku do 1 K. M. — 9,26 kg.

Na rysunku 15 górna krzywa wykresu przedstawia moment obrotowy opisanego silnika w kgm.; niżej położone krzywe obrazują kolejno śred-

nie ciśnienie użyteczne w atm., moc w K. M. oraz zużycie paliwa w grm. na K. M./godz.

Zgodnie z wykresem, zużycie paliwa przy 600 obr/min. jest nieco tyko większe, niż przy 1300 obr/min., podczas gdy w silniku benzynowym zużycie paliwa na małych obrotach jest bardzo znaczne; minimalne zużycie,



Rys. 16. Głowica silnika Deutz'a (u góry — przekrój poprzeczny; u dołu przekrój głowicy w planie).

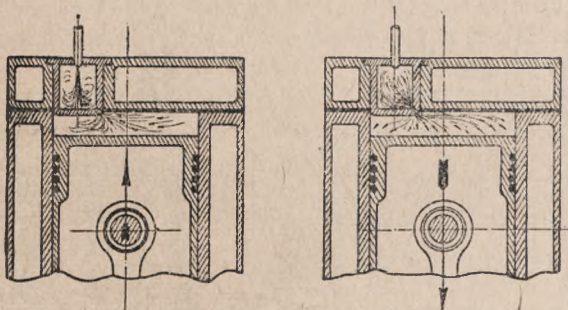
jak widzimy, stanowi przy szybkości 1000 — 1100 obr/min. 200 grm. na K. M./godz.

Zasługuje na uwagę, że krzywa momentu obrotowego mało odbiega od prostej; wielkości momentu obrotowego przy 600 i 1300 obr/min. są jednakowe. Tak znaczna wielkość momentu obrotowego na małych obrotach

jest czynnikiem, sprzyjającym do uzyskania znacznej średniej szybkości podczas jazdy.

Przykład mimoosiowego umieszczenia przedkomory spalania mamy na rysunkach Nr. 16, przedstawiających w przekrojach głowicę silnika szwajcarskiej fabryki samochodów Berna, zbudowanego według patentu znanej niemieckiej fabryki Deutz.

Przedkomora o kształcie małego cylindra jest umieszczona w głowicy na boku, równoległe do osi cylindra silnika. Z konstrukcyjnego punktu widzenia taki sposób umieszczenia przedkomory jest znacznie korzystniejszy, daje bowiem możliwość nieskrępowanego wyzyskania zwolnionego w głowicy miejsca dla zaworów wlotowego i wydechowego i nadania im należytej średnicy.



*Rys. 17. Schemat głowicy silnika Deutz z przedkomorą spalania. Lewa strona: koniec sprężania, powietrze jest wciskane do przedkomory, do której zostaje wtrysknięte paliwo. Prawa strona: w przedkomorze nastąpił zapłon, gorące gazy z siłą wyrzucają resztki paliwa do komory sprężania.*

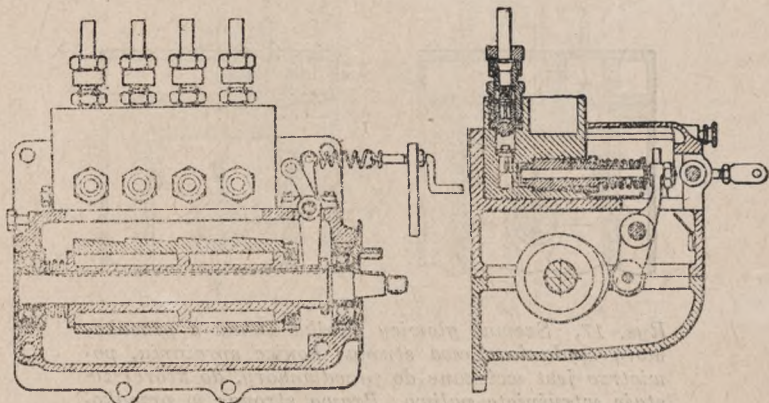
Ten sposób umieszczenia przedkomory również przyczynia się do znacznego jej uniezależnienia od szybkości silnika pod względem termicznym. W wypadku, bowiem, poosiowego umieszczenia przedkomory pomiędzy zaworami, istnieje obawa zbytniego jej nagrzania na dużych obrotach. Jeżeli w celu przeciwdziałania temu głowica będzie nadto ochładzana, powstanie niebezpieczeństwo zbytniego obniżenia temperatury przedkomory, a zatem wadliwego zapłonu i dymienia. Poza to otworki w dolnej części przedkomory skierowane są prawie poziomo, dzięki czemu każda cząsteczka paliwa, wyrzucona przez gazy z przedkomory, odbywa dłuższą drogę, między tłokiem i głowicą nie należy się więc obawiać zbytniego zbliżenia cząstek paliwa do stosunkowo chłodnych ścianek cylindra (rys. 17).

Fabryka Deutz buduje dwa modele Diesel'i lekkich: 4-cylindrowy i 6-cylindrowy o średnicy cylindra 115 mm. i skoku tłoka 170 mm. Przy 1250 obr./min. silnik czterocylindrowy rozwija 55 K. M., sześciocylindrowy — 85 K. M. Waga na 1 K. M. podana jest w tablicy niżej; w silniku samochodowym ciężar na 1 K. M. został doprowadzony, dzięki zastosowaniu stopów lekkich, do 9 kg.

Budowa pompki paliwowej, uwidocznionej na rysunkach Nr. 18 i 18a w przekrojach podłużnym i poprzecznym, różni się konstrukcyjnie od opisanej powyżej pompki Bosch'a; w pompce Deutz'a odmierzanie dawki, a zatem regulacja silnika, uskutecznia się zapomocą zmiany skoku tłoczków.

Tłoczki pompki, położone poziomo, sterowane są za pośrednictwem dźwigni z rolkami na końcach, podnoszonymi zapomocą garbików. Garbiki o zmiennym profilu, osadzone na cylindrze wału napędowego mogą się na nim przesuwac. W ten sposób zmienia się bardzo łatwo skok tłoczków.

Stałe przesuwanie garbików wzdłuż wału prowadzi do odkształcenia profilu tychże i względnie szybkiego zużycia; w związku z tem nie można zaliczyć te konstrukcyjne rozwiązanie do udanych. Zużycie paliwa w silniku Deutz'a wynosi około 200 grm. na K. M./godz.



Rys. 18. Pompka paliwowa Deutz'a w przekroju podłużnym i poprzecznym.

Należy nadmienić, że w silnikach z przedkomorą dokładne zmieszanie wtrysniętego paliwa z powietrzem, konieczne dla dobrego spalania, następuje wskutek wirowania, bez określonego kierunku, spowodowanego gwałtownym przedostawaniem się cząstek niespalonego paliwa i gorących spalin z przedkomory do komory sprężania.

W tym przypadku wzajemny ruch paliwa i powietrza ma charakter chaotycznego wirowania, jak w komorze sprężania zwykłego silnika Diesel'owskiego ze sprężarką powietrzną. Kształty komór sprężania silnika z przedkomorą i Diesel'a również są podobne do siebie.

W przeciwieństwie do normalnego Diesel'a (sprężarkowego) silnik z przedkomorą odznacza się tą zaletą, że temperatura powietrza, stykającego się z paliwem, jest znacznie wyższa od temperatury powietrza, wdmuchiwanego ze sprężarki.

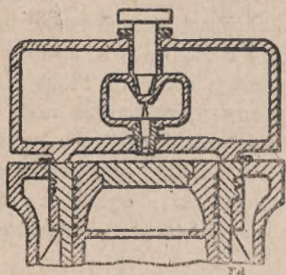
W związku z tem, że rozdrobnienie paliwa zostaje uskutecznione nadzwyczaj dokładnie w czasie mieszania się z powietrzem, t. j. w okresie burzliwego przepływu mieszanki do komory sprężania, nie zachodzi potrzeba dokładnego rozpylania paliwa podczas wtrysku. W wyniku tego ciśnienie

w pompce paliwowej jest stosunkowo niewielkie, znacznie mniejsze, niż w silnikach z wtryskiem bezpośrednim.

Porównując konstrukcje Benz'a i Deutz'a należy zaznaczyć, że obydwie firmy nie przywiązują wagi do intensywnego ruchu powietrza z komory sprężania do przedkomory w okresie wtrysku. Natomiast procesy rozdrabniania, dawki paliwa zasadniczo się różnią w obydwóch systemach.

W konstrukcji Benz'a proces rozpylania uwarunkowany jest tem, ażeby stożkowy strumień paliwa uderzał o ścianki lejka, stanowiącego górną część rozżarzonego palnika-rozpylacza. W dalszym ciągu rozpylanie zostaje spotęgowane przedostawaniem się cząstek paliwa przez małe otworki w denku palnika. W związku z tem konstrukcja przedkomory Benz'a jest dość skomplikowana.

Deutz, natomiast, wtryskuje paliwo wąskim strumieniem, który nie powinien uderzać o boczne ścianki przedkomory, lecz w jej denko. Rozpylanie uskutecznia się głównie w czasie przedostawania się cząstek paliwa do komory sprężania przez małe boczne otworki w dolnej części przedkomory. Konstrukcja przedkomory Deutz'a wyróżnia się jak widzimy niezwykłą prostotą.



Rys. 19. Schematyczny przekrój głowicy silnika Koerting.

Całkiem inaczej rozwiązują powyższe zagadnienie niemieckie zakłady „B-cia Koerting“ w Hannover, również stosujące w budowanych przez nich silnikach Diesela przedkomorę spalania (patrz szemat rys. Nr. 19).

Przedkomora silnika Koerting'a w kształcie krótkiego cylindra jest chłodzona wodą ze wszystkich stron. Względnie długi wąski przewód, również chłodzony wodą, łączy przedkomorę z komorą sprężania.

Wtryskiwacz głęboko wchodzi do przedkomory i znajduje się w pobliżu górnego końca przewodu łączącego przedkomorę z komorą sprężania.

Paliwo wtryskiwane jest wąskim strumieniem, pod stosunkowo niewielkim ciśnieniem, bezpośrednio na ścianki wspomnianego przewodu.

Chwila wtrysku jest tak obliczona, że sprężone ponad tłokiem i nagrzane do wysokiej temperatury powietrze, przepływając ze znaczną szybkością z komory sprężania do przedkomory, spotyka się w przewodzie z cząsteczkami wtrysniętego paliwa. To ostatnie, odbijając się od ścianek przewodu zostają rozpylone pod działaniem powietrznego prądu.

W przewodzie tworzy się mieszanek, która zapełnia przedkomorę i tam też się zapala podczas suwu sprężania z chwila podniesienia się temperatury do należytego poziomu. W następstwie wzrostu ciśnienia, powodują-

cego szybki wypływ gorących gazów z przedkomory resztki paliwa zostają rozpylone i spalane w komorze sprężania.

Silnik Koertinga jednakowo dobrze pracuje na paliwie różnego rodzaju. Jest to dowodem, że mamy w tym przypadku przykład wzorowego samozapłonu.

Koerting buduje silnik 6-cylindrowy o wymiarach  $130 \times 180$  mm., rozwijający 90 K. M. przy 1200 obr./min.

Nie ulega wątpliwości, że pomysł zastosowania przedkomory spalania wielce się przyczynił do urzeczywistnienia budowy szybkoobrotowego Diesela. Zgodnie, jednak, z opinią wybitnych fachowców (Ricardo i innych) silniki z zamkniętą przedkomorą spalania i palnikiem — rozpylaczem skazane są na wymarcie.

Opisana konstrukcja, aczkolwiek mocna i prosta w obsłudze, odznacza się w pracy mniejszą wydajnością w porównaniu z innymi wskutek straty ciepła, powstającej podczas przepływu paliwa i powietrza przy wysokiej temperaturze i wielkiej szybkości przez małe otwory palnika, stanowiącego przepone (zaporę) pomiędzy przedkomorą i wnętrzem cylindra.

Do następnej grupy należą silniki, pracujące na zasadzie bezpośredniego wtryskiwania; w tym przypadku dawka paliwa zostaje wprowadzona wprost do komory sprężania pomiędzy denkiem tłoka i dolną częścią głowicy. Strumień paliwa, wtryskiwany przez bardzo małe otworki powinien posiadać w celu dokładnego rozpylania i możliwie lepszego nasycania masy sprężonego w cylindrze powietrza znaczną szybkość początkową. Daje się to uskutecznić przez zastosowanie bardzo wysokich ciśnień, wynoszących normalnie od 280 do 315 atm., w niektórych konstrukcjach nawet do 700 atm.

Wzorami tej grupy mogą służyć, silniki fabryki M. A. N. (Maschinenfabrik Augsburg - Nürnberg) i zakładów Krupp'a.

Osobliwością konstrukcji silnika M. A. N. jest umieszczenie dwóch poziomych przeciwległych dysz (patrz rysunek Nr. 3). Dzięki temu strumienie rozpylonego paliwa przechodzą, mijając się, ponad rozgrzanym denkiem tłoka, nie zbliżając się zbyt do chłodzonych wodą ścianek i głowicy cylindra; nadto osiąga się silne wirowanie, sprzyjające szybkiemu i dokładnemu spalaniu.

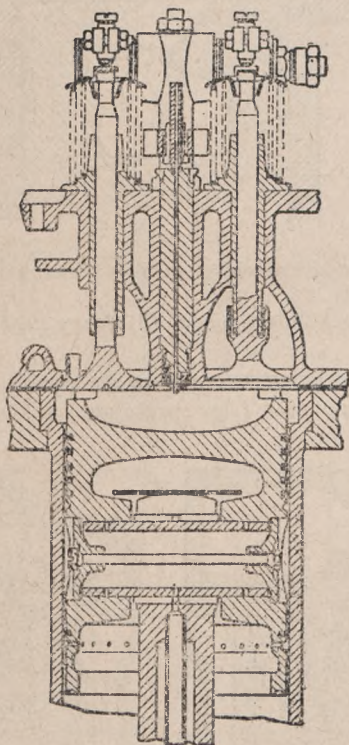
W silnikach Krupp'a wtryskiwacz jest umieszczony w głowicy pomiędzy zaworami na osi cylindra. Denko tłoka jest wklęsłe, dzięki czemu w środkowej części utrzymuje się temperatura wyższa od temperatury ścianek cylindra i głowicy. Wobec tego wtryskiwane pionowo paliwo natrafia na najgorętszą warstwę powietrza w cylindrze.

Zasługuje również na uwagę widoczna na rysunku Nr. 20 osłona końca trzonka zaworu wydechowego, zabezpieczająca go od zbytowego nagrzania przez spaliny. Górna część grzybka zaworu wlotowego zaopatrzona jest w specjalną przegrodę-osłonę, która, zmieniając kierunek dopływającego powietrza, przyczynia się do wzmocnienia wirowania.

Trzecia grupa obejmuje silniki z zasobnikiem powietrza wewnątrz lub zewnątrz cylindra, połączonym z właściwą komorą sprężania lejkowatym

przewodem. Zasobnik powietrza jest do pewnego stopnia przedkomorą spalania, z tą jednak różnicą, że jest to przedkomora otwarta nie posiadająca żadnego palnika — rozpylacza.

Pomysł tej konstrukcji należy do monachijskiego inżyniera Lang'a; po nabyciu patentu przez szwajcarską firmę Acro silnik ten otrzymał nazwę Acro - motoru i przed kilku laty był poddany gruntownym próbom z wynikiem wielce obiecującym w zakładach znanej niemieckiej firmy Robert Bosch, która obecnie kontroluje firmę Acro. Dziś znaczna ilość fabryk bu-

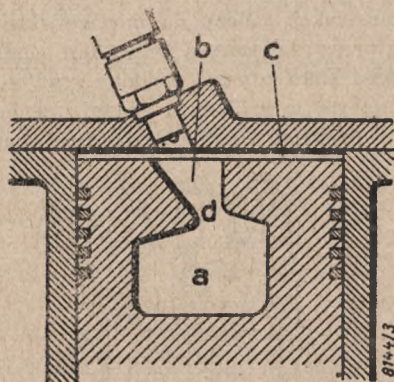


*Rys. 20. Przekrój głowicy silnika Krupp'a.*

duje samochodowe silniki Diesel'a według systemu Acro (Saurer w Szwajcarii, Aveling and Porter i Dorman w Anglii, Wegner w Polsce, oraz wielu innych).

Silnik systemu Acro, należy do bezsprężarkowych Dieseli z bezpośrednim rozpylaniem strumieniowym; osobliwość konstrukcji polega na tem, że w przeciwieństwie do innych systemów, gdzie dawkę paliwa doprowadza się do głównej masy powietrza w cylindrze, w silniku Acro powietrze samoczynnie doprowadza się do paliwa, aż do chwili zakończenia spalania. Jest to tak zwany sposób „odwrotnego przepływu“ (Rückstromverfahren). Praktyczne urzeczywistnienie polega na zastosowaniu komory sprężania

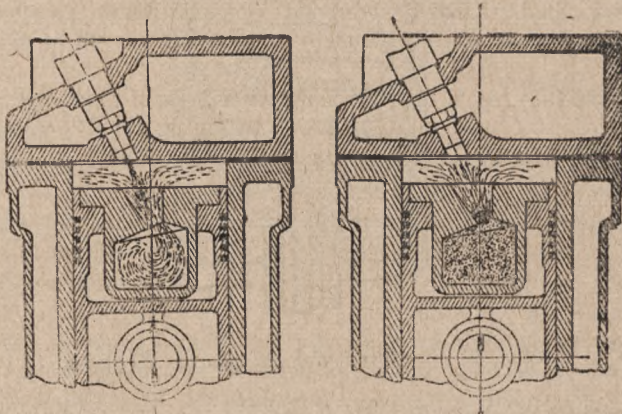
osobliwej konstrukcji, uwidocznionej szematycznie na rysunku Nr. 21 i składającej się z trzech części: zasobnika powietrza (a) i gardzieli (b) w kadłubie tłoka, oraz komory (c) pomiędzy denkami tłoka i głowicą cylindra



Rys. 21. Szemat uwidoczniający zasadę budowy silnika „Acro“.

o wysokości od 1 do 3 mm.; ujście (d) łączy zasobnik z gardzielą (lejką).

Wtryskiwanie dawki paliwa zaczyna się prawie w chwili dojścia tłoka do górnego martwego punktu (suw sprężający) w kierunku przepływu przez



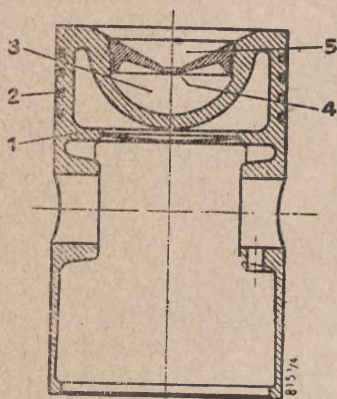
Rys. 22. Szemat głowicy silnika „Acro“ z zasobnikiem powietrza w kadłubie tłoka, uwidoczniający zasadę działania silnika. Lewa strona: koniec sprężenia i początek wtrysku. Prawa strona: doptyw powietrza z zasobnika podczas spalania.

gardziel sprężonego powietrza do zasobnika. Dzięki bardzo małej odległości pomiędzy denkami tłoka i głowicy prawie cała masa powietrza (70%) zostaje wtłoczona do zasobnika (rys. 22).



Powstający w gardzieli, podczas przepływu, silny prąd powietrza sprzyja dokładnemu mieszaniu się cząstek rozpylonej dawki z powietrzem i szybkemu ich nagraniu do temperatury zapłonu. Aczkolwiek podczas zapłonu płomień, oczywiście, przenika do górnej części zasobnika, główną strefą spalania pozostaje gardziel (lejek). Podczas suwu roboczego pojemność komory nad tłokiem szybko się powiększa, ciśnienie w niej i gardzieli spada, natomiast w zasobniku nadal panuje większe ciśnienie na skutek hamującego działania ujścia (d). Różnica ciśnienia powoduje zmianę kierunku prądu powietrza i materiał pędny, wtryskiwany w dalszym ciągu, po minięciu przez tłok górnego martwego punktu, otrzymuje niezbędny do spalania tlen dzięki dopływowi powietrza z zasobnika.

Spaliny nie zakłócają przebiegu spalania, gdyż zostają pochwycone szybko zsuwającym się na dół tłokiem; wobec tego nie może powstawać mieszanie się powietrza ze spalinami.



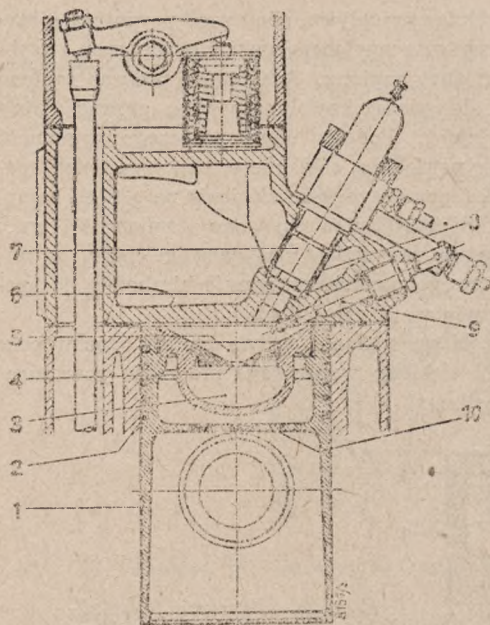
Rys. 23. Przekrój tłoka silnika „Acro“ z zasobnikiem powietrza wewnątrz kadłuba.

Szybkość wypływającego z zasobnika powietrza jest w przybliżeniu proporcjonalna do szybkości tłoka. Przy zmianie ilości obrotów zmienia się prawie w odpowiednim stosunku szybkość prądu powietrza. Na większych obrotach spalanie odbywa się również szybciej. Dokładne spalanie jest zapewnione dzięki samoczynnemu dostosowywaniu dopływu powietrza do zmiany ilości obrotów i obciążenia silnika.

Na rys. 23 i 24 uwidocznione jest w przekroju konstrukcyjne wykonanie głowicy i tłoka silnika Acro z wewnętrznym zasobnikiem powietrza. Cyfry na rysunku oznaczają: 1 — tłok, 3 — zasobnik, 4 — ujście, 5 — gardziel, 6 — wtryskiwacz, 9 — ogrzewacz. Rys. 24 przedstawia w przekroju tłok silnika Acro. Cyfry 1, 3, 4 i 5 odpowiadają nazwom poprzedniego rysunku.

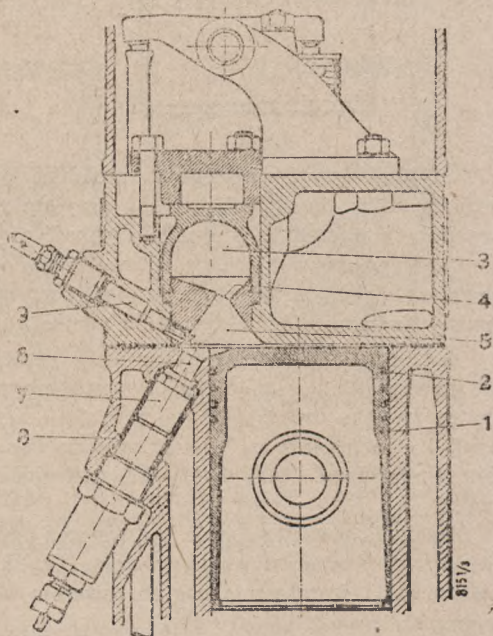
Zasobnik powietrza może być również umieszczony w głowicy cylindra, najwygodniej mimoosiowo (patrz rys. Nr. 25), celem uzyskania możliwości zastosowania dostatecznie dużych zaworów wlotowych względnie wydechowych.

Zewnętrzny zasobnik powietrza znalazł zastosowanie do silników szyb-

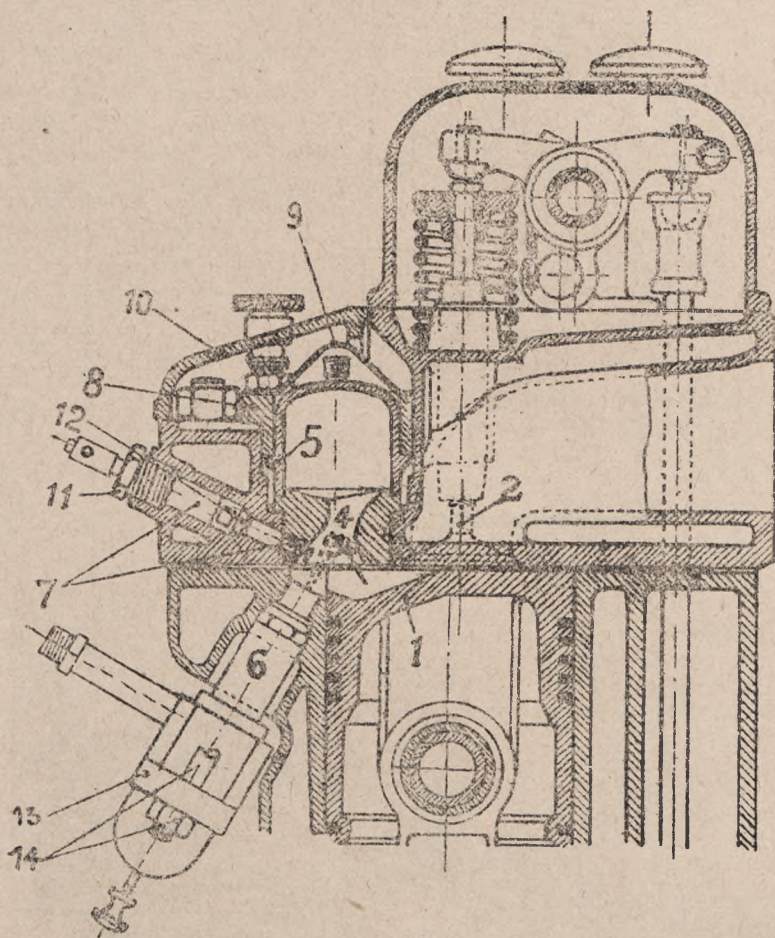


Rys. 24. Głowica silnika „Acro“ z zasobnikiem powietrza w kadłubie tłoka. Przekrój poprzeczny). 1 — tłok, 2 — ścianka cylindra, 3 — zasobnik, 4 — otwór (wyjście), 5 — gardziel, 6 — wytryskiwacz, 9 — ogrzewacz elektryczny.

Rys. 25. Głowica silnika „Acro“ z zewnętrznym (mimoosiowym) zasobnikiem powietrza (przekrój poprzeczny). Znakowanie jak na rysunku Nr. 24.



koobrotowych samochodów ciężarowych. Na rysunku Nr. 26 uwidoczniiona jest w przekroju górna część cylindra silnika znanej szwajcarskiej fabryki Saurer. Zasobnik powietrza (5) w postaci kopulastej wkładki stalowej, niechłodzonej wodą, jest połączony z wnętrzem cylindra za pomocą gardzieli (3) z ujściem (4). Temperatura zasobnika podczas pracy silnika nie przekracza  $400^{\circ}\text{C}$ , t. jest nie wiele wyższa od temperatury przy końcu sprężania

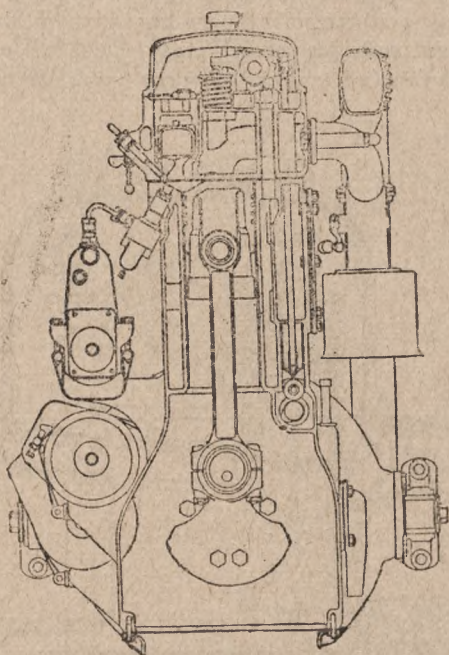


Rys. 26. Głowica silnika Saurer w przekroju poprzecznym.

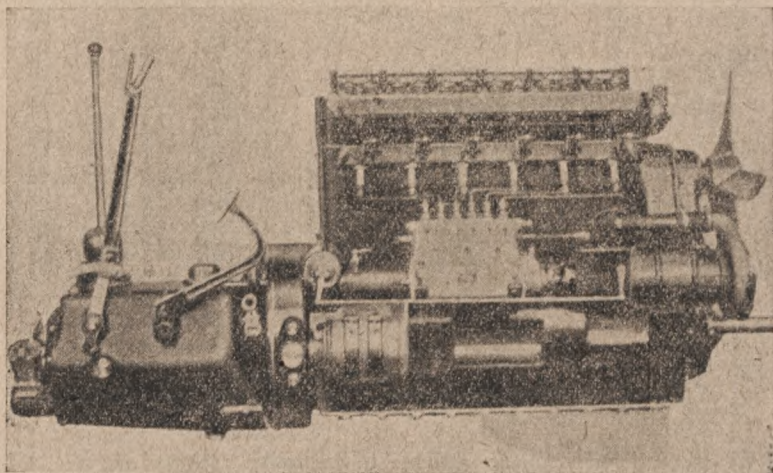
( $500^{\circ}\text{C}$ ), co jest dowodem, że spalanie w zasobniku odbywać się nie może. Temperatura w gardzieli (lejku), który jest głównym miejscem (strefą) spalania, wynosi około  $1700^{\circ}\text{C}$ .

Stopień sprężania — 15,5:1; ciśnienie przy końcu sprężania wynosi teoretycznie 35 atm., praktycznie — 30 atm. Ciśnienie podczas spalania

wynosi przy normalnem ustawieniu momentu wtryskiwania dawki 36 — 38 atm.



*Rys. 26a. Silnik Saurer w przekroju poprzecznym.*

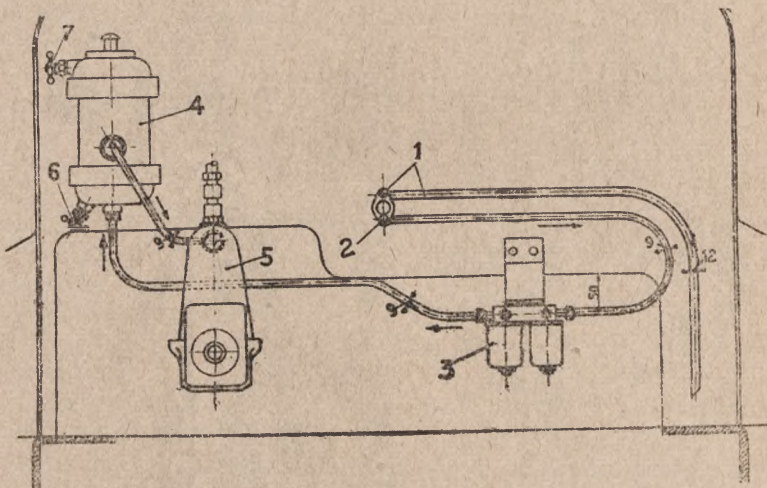


*Rys. 26b. Sześciocylindrowy samochodowy silnik Saurer.*

Silnik Saurer - Diesel do 7/8 tonowej ciężarówki — sześciocylindrowy o wymiarach: skok tłoka i średnica cylindra —  $150 \times 110$  mm., pojemność

cylindrów 8,550 cm<sup>3</sup>; moc silnika przy 1600 obr/min. wynosi 80 — 85 K. M. Skala obrotów podczas pracy jest bardzo rozległa, od 300 do 1800 na minutę. Cylindry są odlane w jednym bloku razem z karterem; głowica odejmowana. Cylindry zaopatrzone są w stalowe wymienne szlifowane łuski. Zawory górne, poruszane zapomocą popychaczy i dźwigni wahadłowych od wału garbikowego w karterze. Wały korbowy i garbikowy na siedmiu łożyskach rolkowych. Tłoki ze stopu lekkiego. Zużycie paliwa przy rozległej skali obciążenia 220 grm. na K. M./godzinę (rys. 26a, 26b, 26c).

Uruchomienie zimnego silnika uskutecznia się zapomocą ogrzewaczy elektrycznych, zasilanych prądem z akumulatora o napięciu około 2 volt i pojemności 80 amp/godzin.; w warunkach normalnych do uruchomienia służy rozrusznik elektryczny Bosch'a o mocy 6 K. M.



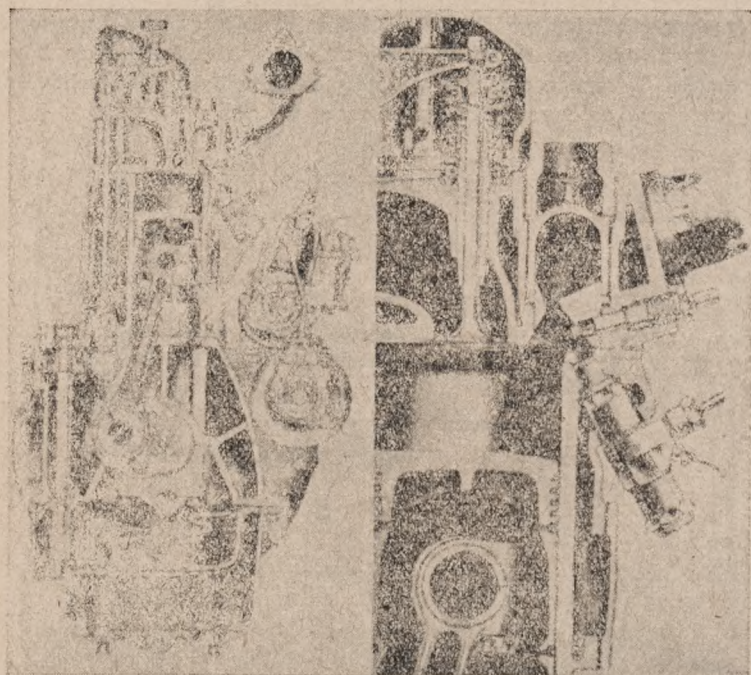
Rys. 26c. Schemat dopływu paliwa ciężarówki Saurer.

Jako dowód elastyczności i dobrego „zrywu“ możemy przytoczyć następujące dane, otrzymane podczas prób: ciężarówka z silnikiem Saurer-Diesel rusza z miejsca z pełnym ładunkiem (3½ tony) na trzecim biegu; minimalna szybkość na bezpośredniej przekładni wynosi około 6,5 klm/godz., co odpowiada szybkości piechura; przyśpieszenie jest niezwykle elastyczne, bowiem szybkość pojazdu może być w ciągu 62 sekund podniesiona z 10 do 40 klm/godz.

Dopływ paliwa w silnikach Diesel'owskich zazwyczaj odbywa się pod własnym ciężarem ze zbiornika, umieszczonego na przedniej desce lub pod siedzeniem kierowcy do elektromagnetycznej pompy, która doprowadza paliwo pod ciśnieniem 0,1 atm. do pomki paliwowej; zastosowanie elektromagnetycznej pompy pomocniczej jest konieczne ze względu na to, że przy małej ilości paliwa w zbiorniku system dopływu pod własnym ciężarem nie sprostałby zadaniu.

Podany szemat (patrz rys. Nr. 26c) daje pojęcie o aparaturze zasilającej, stosowanej przez fabrykę Saurer. Najpierw paliwo dostaje się ze zbiornika do elektromagnetycznej pompy (3), napędzanej od ogniwa akumulatorowego o napięciu 12 volt, następnie wtlacza się do przesącznika (4) w którym paliwo zostaje oczyszczone z domieszek organicznych oraz wody.

Przesącznik (4) spełnia jeszcze jedną wielce doniosłą funkcję, a mianowicie gruntownie oczyszcza paliwo z pęcherzyków powietrza, które w większej lub mniejszej ilości zostaje domieszane do paliwa szczególnie pod-



*Rys 27. Silnik samochodowy angielskiej firmy A. E. C. (Associated Equipment Company). Lewa strona: przekrój poprzeczny cylindra. Prawa strona: przekrój poprzeczny głowicy z zasobnikiem mimoosiowym. Skala obrotów silnika od 300 do 3000.*

czas jazdy na skutek wstrząsów. Dopiero po oczyszczeniu z pęcherzyków powietrza, które stoją na przeszkodzie do sprawnego wtryskiwania, paliwo dostaje się do pompy zasilającej (5).

Dzięki prostocie i pomysłowości konstrukcji system Acro znalazł obecnie szerokie rozpowszechnienie, szczególnie w Anglii, gdzie „przedkometra“, energicznie zwalczana przez Ricardo, nie cieszy się popularnością.

System Acro, w formie nieco zmienionej, konstrukcyjnie zbliżonej do Saurer'a ostatnio znalazł zastosowanie w budowie szybkoobrotowego bez-

sprężarkowego silnika Diesel'owskiego angielskich zakładów Associated Equipment Company. (A. E. C.).

Charakterystyczne dane silnika: sześciocyldrowy monoblok o średnicy cylindrów 110 m/m, skoku tłoka 142 m/m i ogólnej pojemności 8,1 ltr., stopień sprężania — 15,5 : 1, ciśnienie w komorze sprężania przed zapłonem — 36 ctm., maksymalny nacisk na tłok podczas spalania — 59 kg/cm<sup>2</sup>. Moc silnika — 95 K. M. przy 2000 obr./min. Głowice cylindrów odejmowalne, każda służy pokrywą trzech cylindrów.

Budowa zasobnika powietrza i gardzieli, mieszczących się w głowicy, uwidoczniona na rys. 27, prawie niczem się nie różni od konstrukcji Sauer'owskiej (patrz rys. 26).

Rozrząd górny; sterowanie zaworów skuteczniejszą się zapomocą popychaczy i dźwigniów wahadłowych. Do zaworów użyto stali krzemochromowej.

Tłoki wykonane są z termicznie obrabionego stopu „Y“; sworznie tłokowe o niezwykle dużej średnicy (40 mm) — wydrążone. Korbowody o profilu dwuteowym ze stali chromo-niklowej.

Wał korbowy, oparty jest na siedmiu łożyskach. Smarowanie typu mieszanego: panewki smarowane są pod ciśnieniem; wał rozrządowy, tłoki i sworznie tłokowe — rozbryzgiwaniem.

Pompka paliwowa Bosch'a, nieco zmieniona w szczegółach konstrukcyjnych celem dostosowania jej do maksymalnej dopuszczalnej ilości obrotów silnika, wynoszącej 3000 na minutę (minimum ilości obrotów — 300). Paliwo jest tłoczne do pompki paliwowej ze zbiornika pod ciśnieniem 0,2 kg/cm<sup>2</sup>.

Silnik jest wyposażony w pompkę chłodzącą, prądnicę oraz pompę próżniową, wprawiającą w ruch mechanizm pneumatycznych serwo-hamulców podwozia.

Ogólna waga silnika z akcesorjami i kołem rozpedowem wynosi około 613 kg., co daje około 6,35 kg. na 1 K. M. mocy.

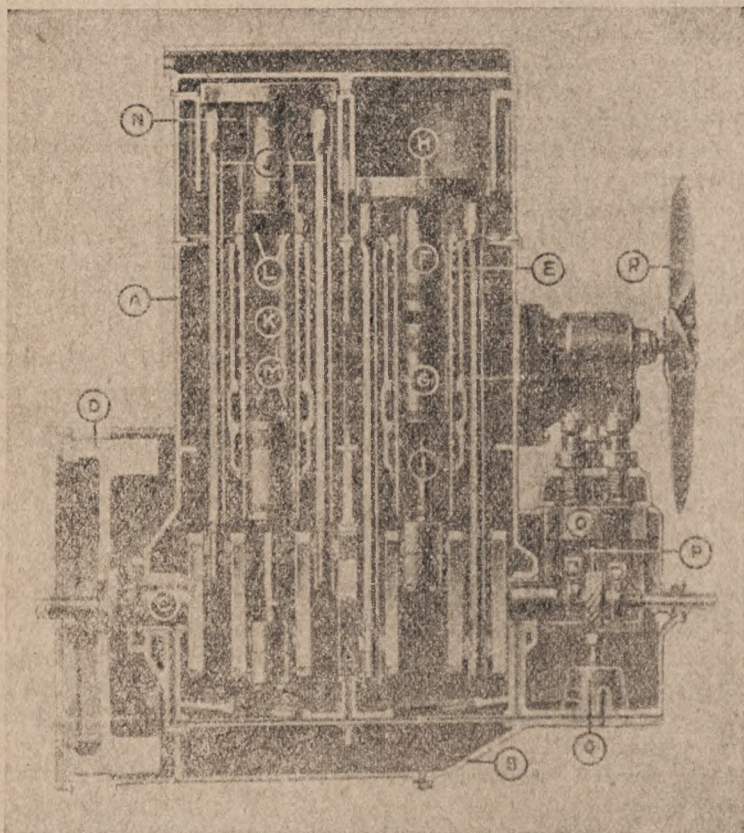
Silnik A. E. C. jest dowodem niezwykłych postępów w rozwoju szybkoobrotowych silników typu Diesel'owskiego. Sto silników A. E. C. już jest w budowie; z tej ilości sześć zostanie ustawione na normalnych podwoziach autobusów londyńskich.

Należy również wspomnieć o dwusuwowym silniku Diesel'a z przeciwbieżnymi tłokami, który, aczkolwiek nie jest nowością, pociąga jednak konstruktorów i w ostatnim stadium swego rozwoju dla celów trakcji drogowej stanowi zresztą osobną grupę. W tych silnikach stosuje się zazwyczaj system „bezpośredniego“ wtryskiwania paliwa pod ciśnieniem od 320 do 700 atm. wprost do przestrzeni pomiędzy przeciwbieżnymi tłokami.

W tej grupie ze wszechmiar zasługuje na uwagę, uwidoczony na szeregu rysunków, dwucylindrowy dwusuwowy silnik konstrukcji prof. Junkers'a, odznaczający się pomysłowością i prostotą, bowiem nie posiada ani zaworów, ani mechanizmu rozrządowego. Dobrze wyważenie sił masowych również należy uznać za zaletę tego silnika; zużycie paliwa, jak wykazały wyniki licznych prób, nie jest większe, niż w silniku czterosuwowym. Silnik Junkers'a, o średnicy cylindrów 80 mm. i skoku tłoka 300 mm. rozwija

przy 1100 — 1200 obr./min. 45 K. M. i waży 460 kg. (10,2 kg na jednostkę użytecznej mocy); zużycie paliwa wynosi 190 — 210 grm. na K. M./godzin.

Zasługuje na uwagę, że konstrukcją Junkers'a wielce się zainteresowały fabryki francuskie. Compagnie Lilloise des Moteurs, należąca do koncernu Peugeot, po nabyciu licencji i gruntownych próbach wypuściła na ry-



Rys. 28. Przekrój podłużny dwucylindrowego silnika Peugeot — Junkers z przeciwbieżnymi tłokami.

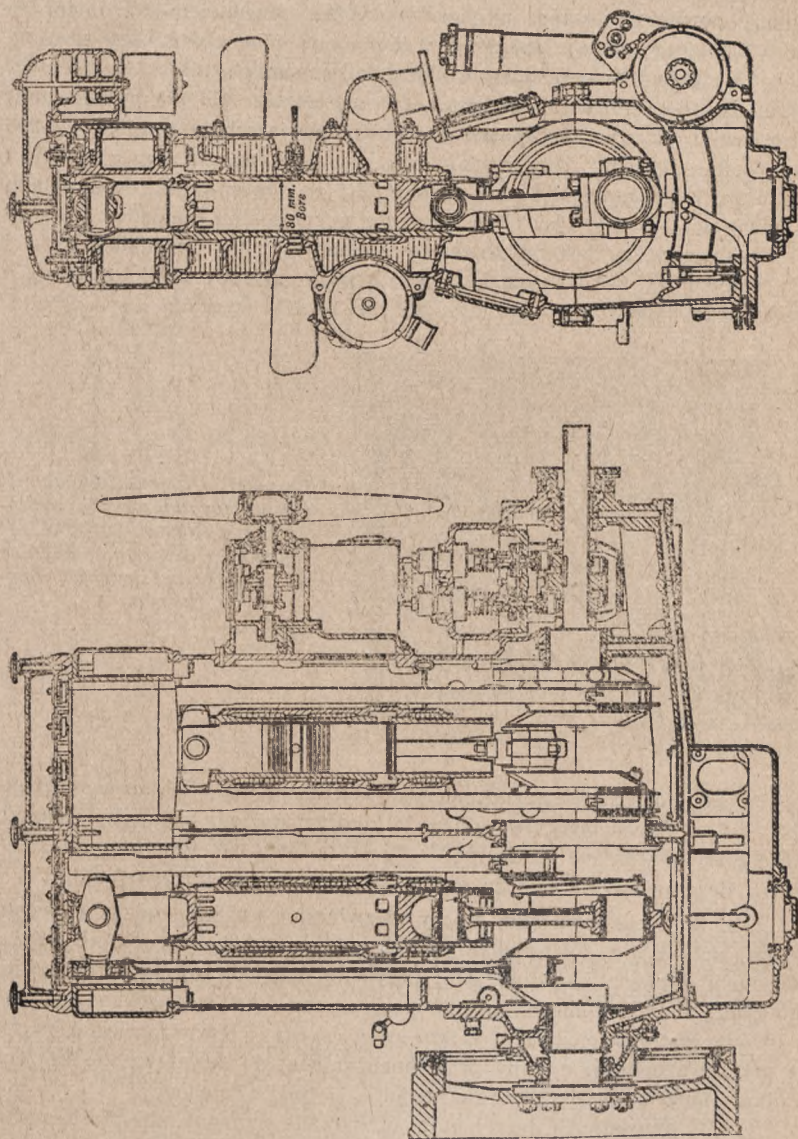
nek seryjny silnik o wspomnianej charakterystyce, który ustawiają na podwoziach fabryki Laffly, Peugeot, Somua i Zèbre.

Z początkiem roku bieżącego największe towarzystwo eksploatacji autobusów w Londynie wypuściło na miasto tytułem próby trzy pojazdy z silnikiem systemu Junkers'a.

Zapoznajmy się bliżej z budową i sposobem działania silnika Junkers'a (patrz rys. 28, 28a, 28b, 29, 30, 31, 32).



Na rysunku Nr. 28 widzimy, że wewnątrz każdego cylindra (E) umieszczone są dwa tłoki: górny (F) i dolny (G). Tłok dolny (G) jest wprawiany w ruch zapomocą normalnego korbowodu (I), połączonego ze środ-



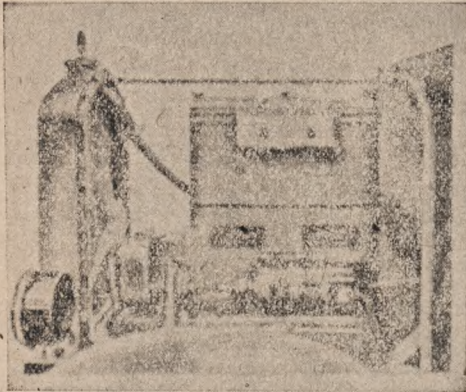
Rys. 28a. Dwucylindrowy samochodowy silnik Junkers'a z przeciwbieżnymi tłokami w przekroju podłużnym i poprzecznym.

kową korbą wału korbowego (C). Tłok górny (F) jest połączony z wałem korbowym za pośrednictwem poprzecznej dźwigni (N) i dwóch zmienno-zwrotnie poruszających się ciągół (korbowodów) (J), opierających się na

korbach wału korbowego, które ustawione są względem korby środkowej pod kątem  $180^\circ$ . Okna rozrządzące są wycięte w ściankach cylindrów.

Przez niezasłonięte tłokiem górnym okna wlotowe (L) cylinder jest zasilany powietrzem, które najpierw dokładnie przedmuchiwa cylinder ze spalin, następnie zostaje sprężone w komorze spalania pomiędzy tłokami. Okna (M) ponad tłokiem dolnym służą do usuwania spalin z wnętrza cylindra. Do tłoka górnego jest przymocowany nurnik (H) pompy przedmuchiującej i ssącej z zewnątrz powietrze; powierzchnia nurnika —  $216 \text{ cm}^2$ , skok — 15 cm. Pompka paliwowa jest ustawiona w przedniej części silnika za wentylatorem. Wtryskiwacze (K) są umocowane z boku bloku cylindrowego, otwory dysz skierowane są w przestrzeń pomiędzy tłokami.

Przebieg pracy jest uwidoczniony szematycznie na rysunkach A, B i C; (rysunku Nr. 29). Rysunek D przedstawia szkicowo całokształt części współpracujących jednego cylindra. Na rys. A tłoki znajdują się w najbliż-



*Rys. 28b. Dwucylindrowy silnik samochodowy z przeciwbieżnymi tłokami 30/45 K. M. wyrobu Compagnie Lilloise de moteurs (licencja Junkers'a.*

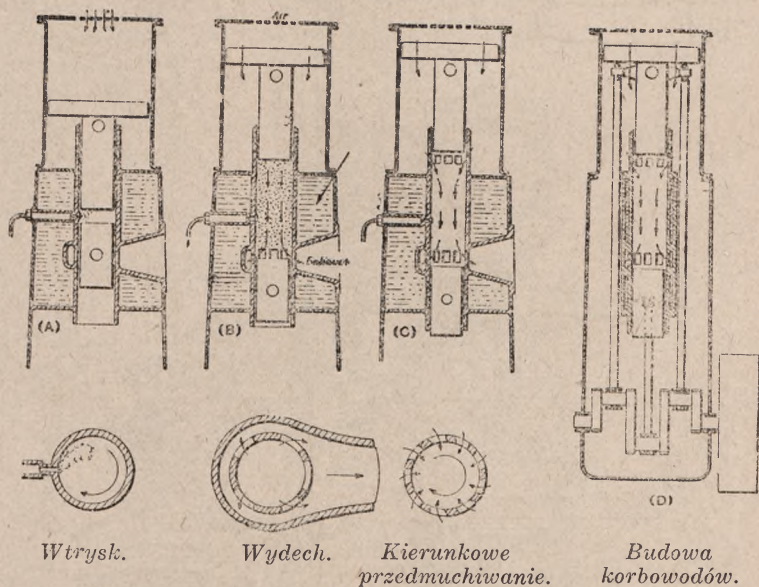
szej od siebie odległości, nurnik pompy powietrznej jest w najniższym punkcie. Jest to chwila wtrysku paliwa do komory spalania pomiędzy tłokami, które ścisnęły wessane powietrze do 32 — 36 atm. W tym samym czasie świeca doza powietrza jest zasysana do pompy przedmuchiującej.

Rys. B przedstawia stan rzeczy niezwłocznie po rozpoczęciu wydechu. Spaliny sphywają nadół wskutek pewnej różnicy w konstrukcji korb tłoków górnego i dolnego, umożliwiającą przyspieszenie odsłonięcia okien wydechowych. W tym momencie nurnik pompy przedmuchiującej znajduje się w pobliżu górnego martwego punktu swego skoku, i powietrze jest zmuszone przejść z cylindra pompy przedmuchiującej do zewnętrznego karteru silnika, który w ten sposób stale znajduje się pod ciśnieniem.

Rys. C przedstawia dalszy etap, mianowicie moment odsłonięcia przez tłok górny okien wlotowych. Ciśnienie w cylindrze po poprzedzającym otwarciu okien wydechowych już spadło prawie do atmosferycznego, przeto powietrze przedmuchiujące, znajdujące się pod ciśnieniem w karterze, dostaje się ze znaczną szybkością do wnętrza cylindra, wypychając przed sobą resztki spalin.

Okna wlotowe (patrz szemat) są ukształtowane tak, że strumienie, zapalnającego cylinder, powietrza płyną w kierunku stycznej do obwodu cylindra; dzięki temu cała masa powietrza w cylindrze znajduje się w stanie silnego ruchu obrotowego. Wirowanie nie tylko przyczynia się do dokładnego przedmuchiwania cylindra ze spalin, lecz również posiada doniosłe znaczenie dla procesu spalania. W związku z tem, że okna wydechowe zasłaniają się tłokiem nieco wcześniej, od wlotowych, w chwili ich zamknięcia w cylindrze powstaje ciśnienie wyższe od atmosferycznego.

Dalszy etap, — sprężanie powietrza w cylindrze, — uwidoczniony jest w końcowem stadium na, poprzednio omówionym, szkicowym rysunku A.



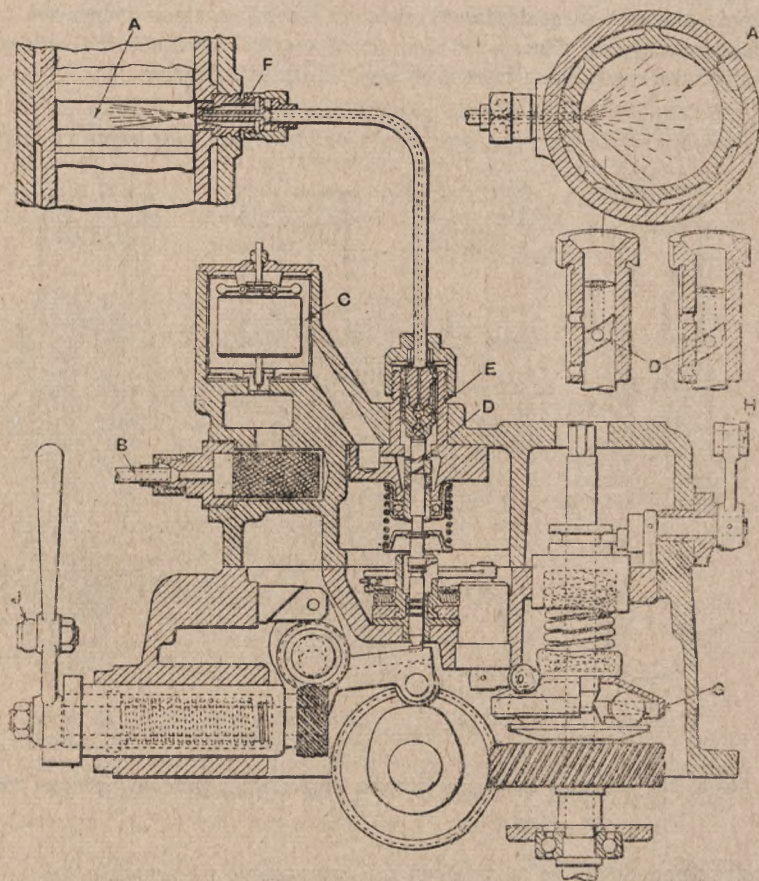
Rys. 29. Szemat działania silnika Junkers'a z przeciwbieżnymi tłokami.

Należy nadmienić, że ze względu na przesuwanie się dolnego tłoka włąb karteru oraz wtłaczania doń powietrza, w istocie powietrze niema przejścia przez karter, gdyż prowadziłoby to z natury rzeczy do nadmiernego zużycia oliwy.

Wirująca masa powietrza spotyka znikomą opór ze strony gładkiej powierzchni cylindra i tłoków; zatem ruch obrotowy powietrza trwa podczas całego suwu sprężania i w chwili wtrysku paliwa do komory spalania. Paliwo splywa ze zbiornika przez przewód rurowy B (patrz rys. 30) i sącznik do komory pływakowej. Pompka wtłacza paliwo przez podwójny zawór wsteczny E do wtryskiwacza F.

Konstrukcja wtryskiwacza uwidoczniiona jest na rysunku 31. Zewnętrzna obsada L, stożkowo ukształtowana wewnątrz, jest zaopatrzona u dołu

w mały otwór. Paliwo dopływa przez środkowy kanał do dwóch wąskich lamanych kanalików, przylegających do stożka obsady L. W ten sposób dwa strumienie uderzają razem w otwór obsady L i tworzą za ujściem dyszy płaski wachlarz drobnych kropelek (szkie A, rys. 30). Płaszczyzna rozpylonych cząsteczek tworzy niewielki kąt w stosunku do poprzecznej prze-



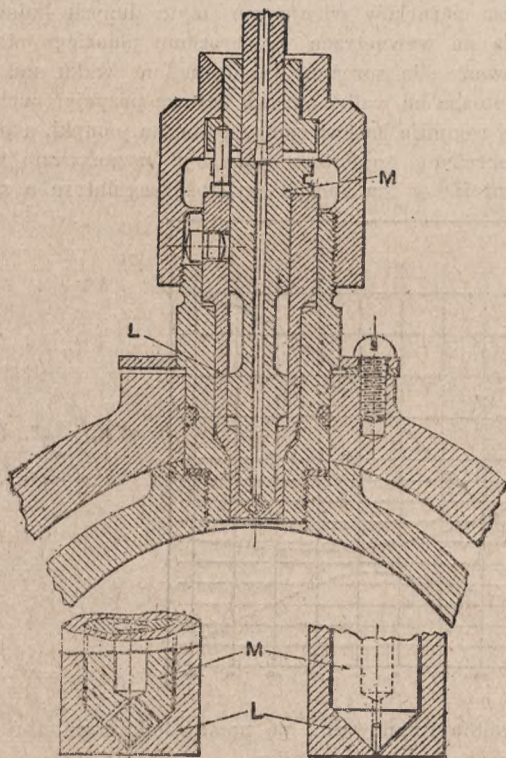
Rys. 30. Pompka paliwowa i regulacja dopływu paliwa w silniku Junkers'a.

kroju cylindra, dzięki czemu cząsteczki paliwa równomiernie mieszają się z wirującym powietrzem.

Tłoczek pompki paliwowej jest przyciskany sprężyną do popychacza, poruszanego zapomocą poprzecznej dźwigni z rolką, która z kolei jest wprawiana w ruch za pośrednictwem garbika, osadzonego na wale korbowym silnika. Poprzeczna dźwignia, poruszająca popychacz, jest mimośrodowo połączona z dźwignią J, która może być ustawiona dwojako: w jednej pozycji

pompka działa i silnik pracuje; w drugiej — rolka dźwigni poprzecznej nie ma styczności z garbikiem, silnik nie pracuje. Jeżeli przy nieczynnym silniku poruszać dźwignię J tam i zpowrotem, pompka, przewód rurowy i wtryskiwacz są zasilane paliwem przed rozruchem.

Sposób działania pompki można łatwo sobie uzmysłwić z powiększonego przekroju tłoczka (rys. 30-D). Paliwo sływa z komory pływakowej w kierunku dwóch otworów wywierconych w ścianie cylindra pompki. Tłoczek pompki jest wydrążony do skośnie wyciętego w nim wyżłobienia.



Rys. 31. Konstrukcja wtryskiwacza silnika Junkersa'a.

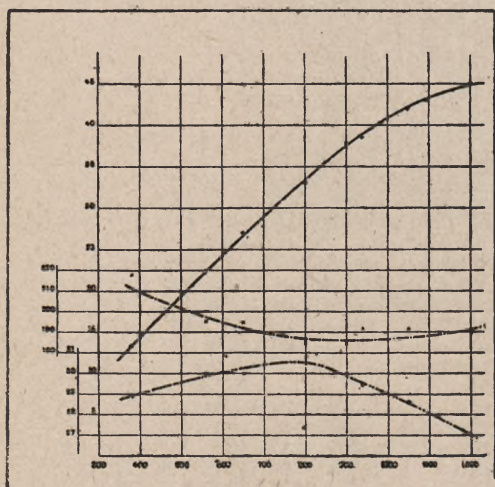
W czasie biegu tłoczek w górę paliwo zasila cylinder pompki do tej chwili, dopóki skośne wyżłobienie tłoczka nie znajdzie się naprzeciwko jakiegokolwiek bądź z otworów, wyciętych w ścianie cylindra pompki; wtedy dopływ paliwa ustaje.

Przy dostatecznie wielkiej szybkości tłoczka dolny brzeg wyżłobienia mija dolny otwór ścianki cylindra pompki; jest to właśnie moment utworzenia się ciśnienia w aparaturze zasilającej i początek wtrysku. Dopływ paliwa trwa do chwili ustawienia się w jednej płaszczyźnie górnego brzegu wyżłobienia z górnym otworem ścianki cylindra pompki. Zarzysy brzegów wyżłobienia oraz kąt obrotu tłoczka względem osi tegoż określają momen-

ty początku i zakończenia wtrysku. Kąt obrotu tłoczka ma, oczywiście, związek z pozycją (nastawieniem) regulatora.

Regulator, umocowany na pionowym wałku, jest napędzany zapomocą helikoidalnych kół zębatach od wału korbowego; między innymi wałek napędowy regulatora służy jednocześnie do napędu pompki oliwnej. Konstrukcja regulatora odśrodkowego, jak to widać z rysunku, jest bardzo prosta: zamiast ciężarków wirujących użyto dużych kulek łożyskowych, które naciskają na wewnętrzną powierzchnię płaskiego stożka; działanie nacisku równoważy siła sprężyny, osadzonej na wałku nad stożkiem. Pionowa pozycja stożka na wałku określa kątową pozycję (odchylenie) dźwigni, która z kolei reguluje kątową pozycję tłoczka pompki, a przeto i wtrysk.

Napięcie sprężyny regulatora może być bezpośrednio regulowane zapomocą dźwigni H; w ten sposób szybkość regulatora a zatem i silnika,



Rys. 32. Wykres mocy i zużycia paliwa silnika Peugeot - Junkers 2PJ80.

może być dowolnie regulowana; po nastawieniu regulator reguluje szybkość stosownie do obciążenia silnika.

Na wykresie (patrz rys. 32) uwidocznione są: moment obrotowy w kgm. (krzywa dolna), zużycie paliwa w grm. na K. M./godz. i moc silnika w K. M.

Spalanie w silniku z przeciwbieżnymi tłokami odbywa się z wielu względów korzystniej. Bezspornie dogodnym czynnikiem jest brak zaworów, szczególnie rozżarzonego zaworu wydechowego, co przyczynia się do uzyskania niższej średniej temperatury powietrza przy początku sprężania i stosownie wyższej wydajności objętościowej. Brak pokryw cylindrowych z obszernymi powierzchniami tychże, chłodzonymi wodą, jest również czynnikiem zapobiegającym stratom ciepła. Sprawne przedmuchiwanie, które wynika z prostoty kształtu cylindra i jednokierunkowego przepływu gazów, daje możliwość korzystnego zastosowania dwusuwu.

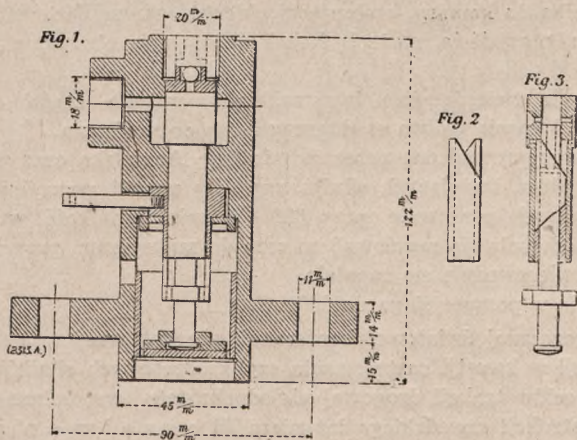
Ostatnio prasa techniczna przyniosła wiadomość o zastosowaniu silnika Junkers'a przez znaną firmę włoską Ansaldo do napędu lokomotywy. Kon-

struktura zasługuje na uwagę ze względu na to, że w przeciwieństwie do stosowanych dawniej sposobów (mechanicznego, elektrycznego lub pneumatycznego) przenoszenie pracy silnika na koła prowadzące lokomotywy odbywa się bezpośrednio.

Opisana powyżej pompka Junkers'a jest przyrządem „wysokiej klasy”, dla wyrobu którego niezbędne są specjalne obrabiarki i precyzyjne narzędzia pomiarowe.

Ostatnio w różnych krajach kilka fabryk podjęło się budowy pompek paliwowych.

W dążeniu do uprzystępnienia produkcji pompki paliwowej wysokiego ciśnienia zwykłym, dobrze wyposażonym warsztatom fabrycznym, angielska firma Benes wypuściła na rynek nowy model, odznaczający się prostotą i pomysłowością konstrukcji.



Rys. 33. Pompka paliwowa wysokiego ciśnienia systemu Benes.

Jeden element zasilający uwidoczniony jest na rys. Nr. 33. Pompka dla silnika wielocylindrowego, identyczna w konstrukcji i zasadzie działania, jest zespołem pojedynczych elementów zasilających, odpowiadających ilości cylindrów, umieszczonym w stalowej skrzynce.

Otwór, doprowadzający paliwo ze zbiornika, znajduje się z boku po lewej stronie (rys. 33, fig. 1); otwór, łączący się z przewodem rurowym — u góry elementu zasilającego (rys. 33, fig. 1).

Nurnik (tłoczek), uwidoczniony osobno (rys. 33, fig. 3), pracuje w umocowanej na stałe tuleji, obtoczonej w górnej części w kształcie podwójnej ślimacznicy (rys. 33, fig. 2). Na tę tuleję osadzono jeszcze dwie, przyczem tuleja zewnętrzna może być obracana za pośrednictwem wystającego nazewnątrz drążka i posiada u spodu rozwidlenie, w którym porusza się poprzecznica, przymocowana do nurnika (rys. 33, fig. 1 i fig. 3). W ten sposób przy obracaniu tuleji zewnętrznej obraca się również nurnik, nie tracąc zdolności poruszania się w górę i na dół.

Tarczka na dolnym końcu nurnika jest złączona z tłokiem, który odgrywa rolę popychacza i zapewnia należyte prowadzenie nurnika. Przy otworze do wtłaczania paliwa umieszczony jest zawór kulkowy.

Kształt okienek w tuleji środkowej jest uwidoczniiony na rys. 33, fig. 3.

Sam nurnik jest częściowo wydrążony i posiada w górnej części dość długi poosiowy kanał okrągły, łączący się z poprzecznym kanałem, przewierconym przez nurnik pod kątem  $90^\circ$  do jego osi.

Aby zrozumieć działanie pomпки przypuścmy, że przestrzeń ponad nurnikiem jest zapelniona paliwem, wessanym podczas suwu nurnika nadół; w czasie suwu nurnika w górę zasilanie zacznie się z chwilą zamknięcia przez nurnik okienek ssawnych.

W pewnej chwili, zależnej od pozycji poprzecznego kanału nurnika względem ślimacznicy, otwórki kanału poprzecznego miną wierzchołek ślimacznicy. Wtedy zasilanie ustaje, ponieważ paliwo, znajdujące się nad nurnikiem, zamiast przechodzić do zaworu tłocznego, zacznie spływać przez kanały nurnika do komory, otaczającej okienka ssawne. Moment zakończenia wtrysku, oczywiście, może być zmieniany przez obracanie tuleji zewnętrznej.

Zgodnie z twierdzeniem konstruktorów, zużycie części składowych pomпки oraz kapanie paliwa są doprowadzone do minimum.

Próby, przeprowadzone przez Admiralicję Angielską oraz przez jedną ze znanych firm, budujących silniki, wypadły naogół pomyślnie: pomпка zupełnie sprawnie pracowała przy 600 obr./min., wielkość wtryskiwanej dawki łatwo dawała się regulować od zera do maksimum, przyczem rozpylona dawka niezawodnie się zapalała.

Ciśnienie w pomponce sięga do 300 atm.

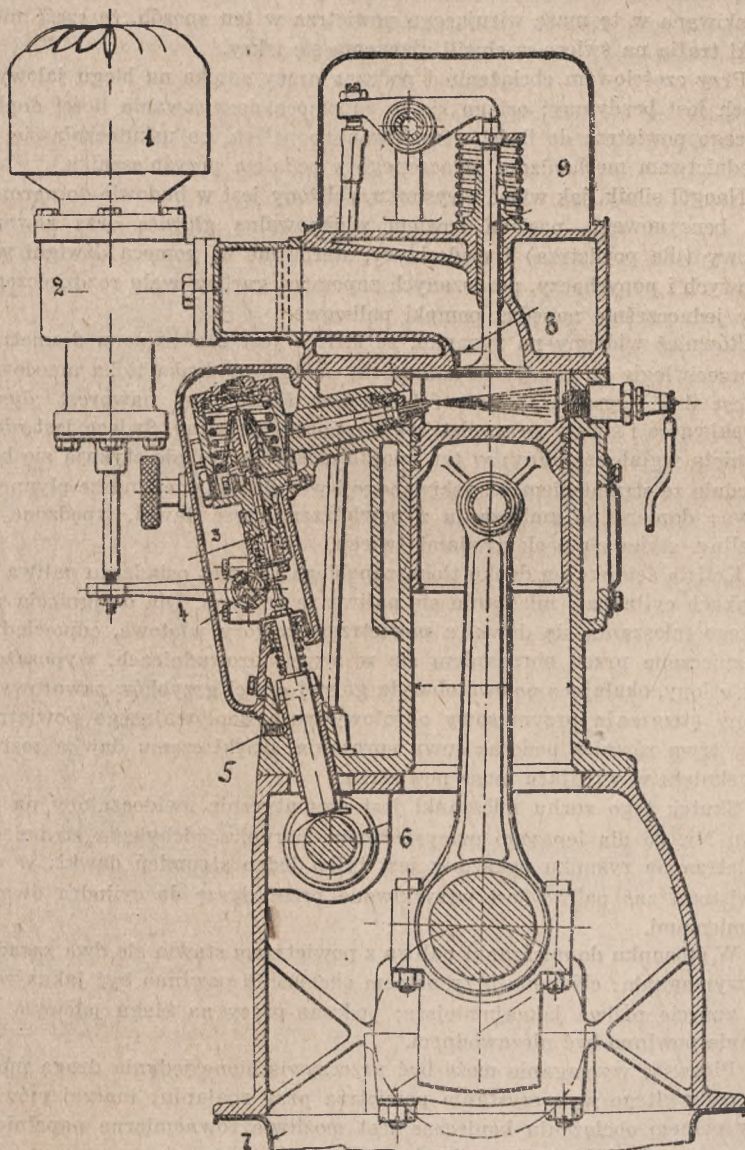
Na tegorocznej światowej konferencji energetycznej w Berlinie, podczas dyskusji w kwestji zastosowania szybkoobrotowych silników ciężkiego paliwa dla celów trakcji drogowej niejednokrotnie wspomniano o nowym silniku konstrukcji szwedzkiego inżyniera H e s s e l m a n' a.

Głównymi osobliwościami konstrukcji silnika są: niskie ciśnienie sprężania, zdolność pracy na olejach ciężkich, zapalenie mieszanki zapomocą iskry elektrycznej i zachowanie wagi silnika benzynowego.

Silnik Hesselmana, zbudowany w Stockholmie, był poddany gruntownym próbom na hamulcu i podczas jazdy z wynikiem zadawalającym, wykazał bowiem w porównaniu z silnikiem benzynowym tego samego litrażu oszczędność w zużyciu paliwa od 20 do 25%; przy uwzględnieniu różnicy cen benzyny i oleju gazowego oszczędność wyniesie 68%.

Wyniki zadawalające zostały również osiągnięte po próbach doświadczalnych silników tego samego typu, zbudowanych w Grazer Wagenfabrik (Austria) i w warsztatach angielskiej fabryki Leyland Motors Ltd. Na rysunku Nr. 34 uwidoczniiony jest cylinder silnika w przekroju przez pompkę paliwową. Na szczególną uwagę zasługują: oryginalna konstrukcja górnej części tłoka, umieszczenie świecy i dyszy wtryskiwacza, napęd i regulacja pompek paliwowych oraz sposób dostosowania ilości powietrza do wielkości dawki paliwa.





Rys. 34. Silnik Hesselmana'a (przekrój przez pompkę paliwową). 1. filtr powietrza. 2. niewidoczny w przekroju mechanizm, regulujący dopływ powietrza. 3. tłoczek pompki paliwowej. 4. mechanizm regulujący dopływ paliwa. 5. popychacz pompki. 6. wał rozrządczy 7. stalowy karter-zbiornik oleju. 8. osłona zaworu wlotowego, sprzyjająca powstawaniu wirowania. 9. zawór wlotowy.

Paliwo jest wtryskiwane za pośrednictwem pompek, zasilających każdy cylinder osobno; dzięki wirowaniu powietrza dookoła osi cylindra osiąga się dokładne mieszanie cząstek dawki z powietrzem. Dawka paliwa jest wtryskiwana w tę masę wirującego powietrza w ten sposób, że część mieszanki trafia na świecę w chwili zjawienia się iskry.

Przy częściowem obciążeniu i podczas pracy silnika na biegu jałowym wydech jest bezdymny; osiąga się to zapomocą dostosowania ilości dopływającego powietrza do ilości wtryskiwanego paliwa, co uskutecznia się za pośrednictwem mechanizmu połączonego z pedałem przyśpiesznika.

Naogół silnik, jak widać z rysunku, zbliżony jest w budowie do normalnego benzynowego, posiada bowiem zdejmowalną głowicę oraz zawory, wlotowy (dla powietrza) i wydechowy, sterowane za pomocą dźwigni wahadłowych i popychaczy, poruszanych zapomocą garbów wału rozdzielczego, który jednocześnie napędza pompki paliwowe.

Również widzimy na rysunku, że świeca jest umieszczona diametralnie przeciwległe do dyszy wtryskiwacza; na brzegu denka tłoka umocowana jest dość wysoka, kolistą ścianką; w ściance tej nawprost dyszy wtryskiwacza i świecy są wycięte dwie pionowe szczeliny. Świeca jest nieco odsunięta wgląd szczeliny; w ten sposób elektrody jej nie stykają się bezpośrednio ze strumieniem wtryskiwanego i wirującego w cylindrze płynnego paliwa; dopiero po zmieszaniu z powietrzem część dawki, wpędzona do szczeliny, styka się z elektrodami świecy.

Kolistą ścianką na denku tłoka zapobiega również osiadaniu paliwa na ściankach cylindra i mieszaniu się paliwa ze smarem. Dla osiągnięcia należytego mieszania się dawki z powietrzem zawory wlotowe, odpowiednio zabezpieczone przed obracaniem się w swych prowadnicach, wyposażone są w osłony, okalające połowę obwodu górnej części grzybków zaworowych. Osłony stwarzają przymusowy obrotowy ruch dopływającego powietrza, który trwa również podczas suwu sprężania, dzięki czemu dawka zostaje wtrysknięta w wirującą masę powietrza.

Skutek tego ruchu mieszanki jest szematycznie uwidoczony na rysunku Nr. 35 dla lepszego uzmysłowienia kierunku odchylenia strumienia powietrza na rysunku pokazany jest tylko jeden strumień dawki; w rzeczywistości zaś paliwo jest wtryskiwane przez dyszę do cylindra dwoma strumieniami.

W stosunku do mieszanki paliwa z powietrzem stawia się dwa zasadnicze wymagania: ciśnienie przy pełnem obciążeniu powinno być jaknajwyższe, zużycie paliwa jaknajmniejsze; podczas pracy na biegu jałowym zapalanie powinno być niezawodnem.

Pierwsze wymaganie może być urzeczywistnione jedynie drogą możliwie całkowitego wykorzystania powietrza przy spalaniu; inaczej mówiąc, przy pełnem obciążeniu konieczne jest możliwie równomierne napełnienie komory sprężania rozpyloną dawką paliwa.

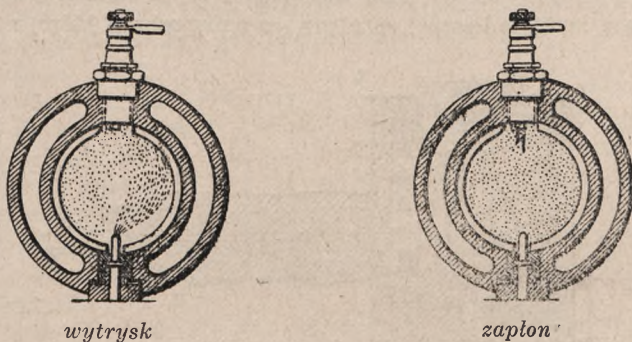
Da się to uskutecznić przez dostosowanie szybkości wtryskiwania dawki do szybkości wirowania zasysanego do cylindra powietrza; w tym przypadku ładunek mieszanki wypełnia całą komorę sprężania.

Natomiast podczas pracy bez obciążenia osiągnięcie niezawodnego za-

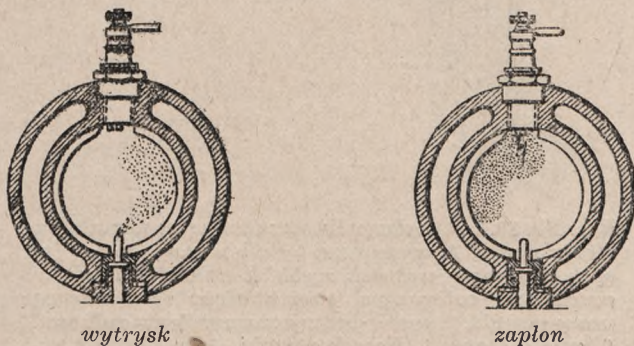
plonu okazało się niemożliwym w wypadku równomiernego napełniania komory wybuchowej małą ilością rozpylonego paliwa. Wobec tego podczas pracy luzem tylko część komory sprężania (wybuchowej) zostaje napełniona oparami paliwa, które zostają uniesione wirującym powietrzem w kierunku świecy i zapalone.

Dopływ zasysanego do cylindra powietrza, uprzednio oczyszczonego w przesączniku reguluje się zapomocą zaworu (przepustnicy), trzonek

*Pod obciążeniem.*



*Na biegu jałowym.*



*Rys. 35. Szematy dopływu paliwa do cylindra silnika Hesselmana'a.*

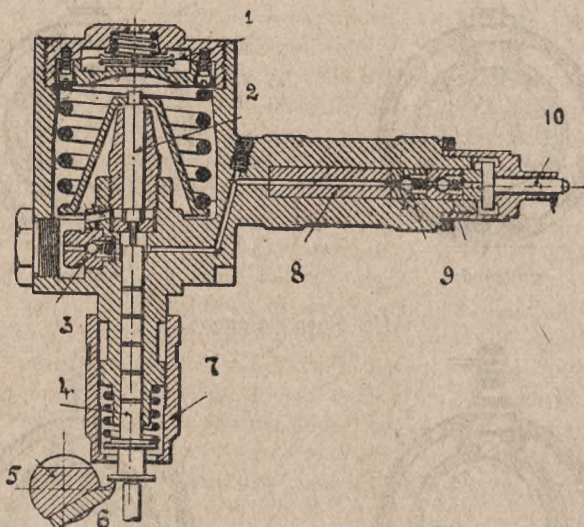
którego (której) jest sterowany zapomocą dźwigni, połączonej z wałkiem, regulującym skok ssący tłoczków pompek paliwowych.

Przy nieznacznym obciążeniu, gdy skok tłoczka jest niewielki, — dopływ powietrza zostaje przymknięty. Przy pełnym obciążeniu, gdy skok tłoczka pompy jest największy, przepustnica powietrza zostaje otwarta; sprężyna zapewnia stosowne przymykanie przepustnicy w zależności od stopnia obciążenia silnika.

Szczególnie ciekawą jest konstrukcja pompki paliwowej, połączonej z wtryskiwaczem w łatwo dającą się zdemontować jednostkę.

Przekrój pompki uwidoczony jest na rysunku Nr. 36. Przedewszyst-

kiem zygzakowata linja kanału, doprowadzającego paliwo, pozwoliła na uzyskanie minimalnej odległości pomiędzy osią dyszy i dolnym końcem tłoczka; przeto znacznie obniżona w wysokości pompa stała się dogodną dla wbudowania w odlew cylindrowy. Tłoczki pompy wykonują suw tłoczący za pośrednictwem popychaczy, podnoszonych garbikami wału rozdzielczego, znajdującego się w karterze, i z powrotem do nich przyciskanych zapomocą sprężyn. Podczas suwu tłoczącego trzonek tłoczka ściska znajdującą się w komorze tłocznej sprężynę, przy rozprężeniu której następuje



Rys. Nr. 36. Pompa paliwowa i wtryskiwacz silnika Hesselman'a. 1. membrana-tłumik drgań, powstających w pompce wskutek szybkich zmian ciśnienia w przewodzie paliwowym, zapewniająca równomierną pracę pompy. 2. zawór-przerwywacz zasilania paliwem. 3. zawór ssący. 4. tłoczek pompy. 5. mechanizm regulujący dopływ paliwa. 6. występ-kciuk do podnoszenia tłoczka pompy. 7. pochwa nakręcana na dolną część kadłuba pompy, umożliwiająca przerwanie zasilania danego cylindra oraz przegląd, a nawet demontaż danej pompy bez zmiany układu rozrządczego pozostałych cylindrów. 8. przewód paliwowy. 9. sprężone zawory. 10. rozpylacz.

suw ssący tłoczka. Górna część popychaczy jest wyposażona w kapturki zapobiegające przeciekaniu i mieszaniu się paliwa ze smarem w dolnej części karteru.

Paliwo, doprowadzone przez zawór ssący (lewa strona rys. 36), jest następnie wtłaczane do zygzakowatego kanału i stąd przez dwa sprężone zawory tłoczne do wtryskiwacza. Zawory — ssący i dwa wsteczne tłoczne — składają się z zahartowanych kulek stalowych, spoczywających

na szlifowanych gniazdach stożkowych; sprężyny zaworów są dobrane stosownie do pożądanego ciśnienia otwarcia.

Regulacja dopływu paliwa uskutecznia się ograniczeniem skoku ssawnego pompy zapomocą małego występu na wspomnianym powyżej, połączonym z pedałem przyspiesznika wałem, regulującym dopływ powietrza do cylindra, oraz zapomocą zaworu-przerywacza zasilania, który zostaje podniesiony trzonkiem popychającym w górę w chwili, gdy tłoczek pompki kończy swój bieg (skok tłoczący). Przy podniesionym zaworze ciśnienie w kanale zasilającym gwałtownie spada i wtryskiwanie paliwa niezwłocznie ustaje.

Zawór-przerywacz jest przyciśnięty do gniazda tak mocną sprężyną, że nie otworzy się nawet przy największym ciśnieniu w pompce; jedynie tłoczek pompki może podnieść zawór przy końcu swego skoku.

Szybka przerwa wtłaczania paliwa następuje przy zgóry określonej pozycji tłoczka dla tego lub innego obciążenia silnika; przesączenie się paliwa przez wtryskiwacze jest wykluczone. Przed wprowadzeniem do pompki paliwo, oczywiście, zostaje przepuszczone przez sącznik oraz oczyszczone z pecherzyków powietrza.

Paliwo jest wtryskiwane do komory wybuchowej dwoma strumieniami, każdy pod kątem  $30^\circ$  do osi wtryskiwacza. Jeden strumień paliwa, wtrysknięty w kierunku wirowania wessanego do cylindra powietrza, zostaje porwany bezpośrednio do świecy, drugi natomiast miesza się z powietrzem i przepływa w oddaleniu od niej i zapala się katalitycznie.

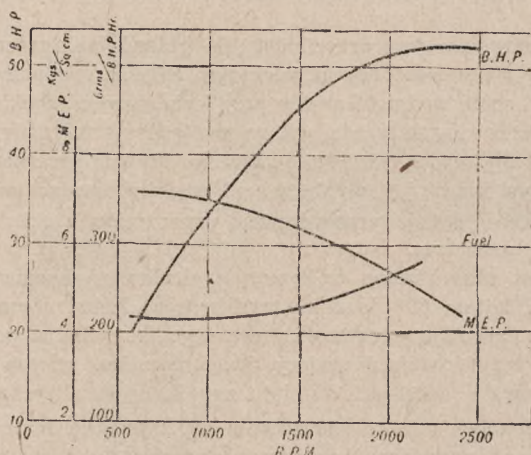
Rozruch zimnego silnika uskutecznia się zapomocą małej elektromagnetycznej pompy napędzanej prądem z akumulatora i zasilającej silnik kilkoma kroplami benzyny. Po rozruchu na benzynie, pompa zasilająca zaczyna niezwłocznie dostarczać ciężkie paliwo; w dalszym ciągu silnik może być rozruszany zapomocą rozrusznika lub zwykłej korby ręcznej.

Doświadczalny czterocylindrowy silnik Hesselman'a o średnicy cylindra, 100 mm. i skoku tłoka 136 mm. sprawnie zapalał na biegu jałowym, pracując z szybkością poniżej 500 obr/min.; następnie silnik był obciążony i bardzo spokojnie pracował przy 2400 obr/min: Podczas prób używano paliwa o ciężarze gatunkowym 0,856, 0,876, 0,871 i wartości cieplnej (opałowej) 10890—10190, 10900—10200 i 10760—10060 cal/1 kg. (granice górna i dolna). Wykres daje w postaci krzywych charakterystykę silnika Hesselman'a w zależności od ilości obrotów; na wykresie uwidocznione są: zużycie paliwa w gram. na K. M. godzinę, średnie użyteczne ciśnienie w  $\text{kg}/\text{cm}^2$  oraz moc na hamulcu (patrz rys. 37).

W szybkoobrotowym, wysokoprężnym silniku Diesel'owskiego typu przy ciśnieniu w końcu sprężenia  $40 \text{ kg}/\text{cm}^2$ , oraz przy możliwym maksymalnym ciśnieniu podczas spalania  $60 \text{ kg}/\text{cm}^2$ , otrzymuje się średnie użyteczne ciśnienie  $7,2 \text{ kg}/\text{cm}^2$  i wydajność cieplną od 30 do 33%. W silniku nisko-prężnym Hesselman'a, pracującym o kompresji  $7 \text{ kg}/\text{cm}^2$  i  $30 \text{ kg}/\text{cm}^2$  maksymalnego ciśnienia podczas spalania, uzyskuje się również średnie użyteczne ciśnienie  $7,2 \text{ kg}/\text{cm}^2$  przy wydajności cieplnej 30%. Aczkolwiek wynik ten jest niewątpliwie ciekawy i zadawalający, uważne badanie konstrukcji Hesselman'a nasuwa pewne uwagi krytyczne.

Przedewszystkiem nie można go zaliczyć do kategorii stuprocentowych Diesel'ów, stosowanych obecnie dla celów trakcji drogowej, ze względu na te „kilka kropel benzyny“, które ułatwiają rozruch zimnego silnika. Właściwym celem konstruktorów Diesel'ów samochodowych jest całkowite wykluczenie benzyny z użytku jako materiału łatwopalnego. Dziś, kiedy już została stwierdzona na eksperymentalnych silnikach Diesel'owskich z wtryskiwaniem bezpośrednim możliwość rozruchu zimnego silnika ręką bez udziału elektrycznych ogrzewaczy, obecność nawet minimalnej ilości benzyny na podwoziu z silnikiem ciężkiego paliwa należy uznać za przeżytek i krok wstecz.

Zwolennicy konstrukcji Hesselman'a twierdzą, że rozruch silnika mo-



Rys. 37. Wykres pracy silnika Hesselman'a  
*B. M. P.* = *K. M.* na hamulcu, (krzywa mocy),  
*M. E. P.* = średnie ciśnienie indykatorowe w  $\text{kg}/\text{cm}^2$ .  
*Fuel* = zużycie paliwa w  $\text{gm.}$  na *K. M.*/godz.  
*R. P. M.* = ilość obrotów na minutę.

że być uskuteczniiony bez pomocy benzyny, że korzystanie z benzyny zapewnia bezdymny rozruch w każdych warunkach.

Nawet przy uwzględnieniu tego twierdzenia uderzającą jest okoliczność stosowania podczas prób z wynikiem pomyślnym tylko trzech odmian ciężkiego paliwa.

Jedną z największych zalet silnika Diesel'a jest samoczynny zapłon zapomocą ciepła, uzyskanego dzięki wysokiemu stopniowi sprężania, przyczyniającego się do powiększenia wydajności cieplnej silnika.

Silnik Hesselman'a posiada normalny system zapalania (magneto i świece). Nie możemy uznać tego za zaletę, gdyż statystyka wykazuje, że 33 1/3% przerw w pracy silnika benzynowego, a przeto i zatrzymań w podróży, spowodowane jest wadliwym działaniem przyrządów zapalania i karburacji. Zgodnie z twierdzeniem poważnych producentów (Bosch, Deutz) pompka paliwowa i wtryskiwacz nowoczesnych szybkoobrotowych

silników Diesel'a, zastępujące system zapalania i karburacji, pracują znacznie sprawniej od magneto i karburatorów najlepszej konstrukcji.

Rzut oka na wykres również nasuwa pewne wątpliwości. Zużycie paliwa, przy pełnym obciążeniu silnika wynosi około 260 gr. na K. M./godz.; natomiast opisane wyżej szybkoobrotowe silniki Diesel'owskie zużywają w tych samych warunkach 210 — 220 grm. na K. M./godz. Godne uwagi jest również i to, że krzywa, obrazująca zużycie paliwa szybko się wznosi po osiągnięciu przez silnik szybkości powyżej 1000 obr./min. (rys. 37).

Mimo powyższych zastrzeżeń należy przyznać, że konstrukcja Heselman'a jest niezmiernie ciekawa, szczególnie ze względu na możliwość pracy na dużych obrotach i zachowanie w stosunku do 1 K. M. wagi zwykłego silnika benzynowego.

Jeszcze raz należy podkreślić, że rozruch silników ciężkiego paliwa na benzynie nie może być żadną miarą usprawiedliwiony; poniższe dwa przykłady dadzą pojęcie czytelnikowi, że rozruch zimnego silnika może być skuteczniony zapomocą urządzeń bardzo nieskomplikowanych, znacznie prostszych i tańszych niż rozruszniki elektryczne (patrz rys. 6).

Pierwszym przykładem rozwiązania tego zagadnienia może służyć konstrukcja silnika angielskiej firmy „Lister“.

Komora sprężania, uwidoczniona w przekroju na rys. Nr. 38 i 39, umieszczona jest w zdejmowanej głowicy i składa się z dwóch kulistych komór: pomocniczej i głównej.

Pomocnicza komora może być na czas rozruchu wyłączona zapomocą ręcznie wprawianego w ruch zaworu (kranu), dzięki czemu zostaje zwiększona prężność oraz temperatura powietrza sprężanego w jednej tylko komorze (mniejszej objętości) do takiego stopnia, że zapłon niezawodnie nastąpi.

Po kilku wybuchach i ogrzaniu się komory sprężania, zawór rozruchowy zostaje cofnięty (wykręcony); obydwie komory, stanowiące komorę sprężania, biorą udział w pracy.

Kierunek i kształt wąskiego przewodu, łączącego obydwie komory oraz ich wzajemne rozmiary sprzyjają wirowaniu, koniecznemu dla dokładnego spalania. Oczywiście, z chwilą włączenia komory pomocniczej po rozruchu maksymalne ciśnienie w łącznej komorze sprężania będzie znacznie mniejsze.

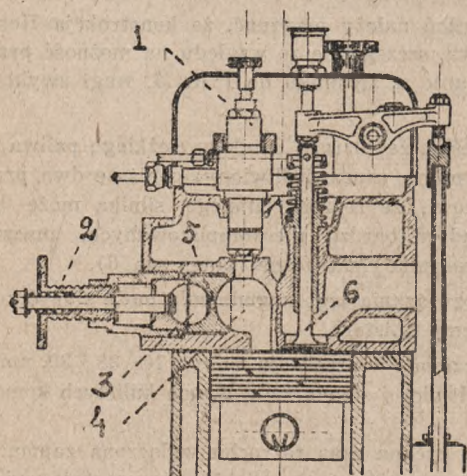
Drugim przykładem może być sposób rozruchu, stosowany w silniku Ganz-Jendrassik, oparty na wykorzystaniu znanego zjawiska fizycznego, a mianowicie, że w warunkach idealnych możliwy wzrost temperatury gazów, ogrzewających się w zamkniętym naczyniu pod ciśnieniem, staje się największym wtedy, gdy w naczyniu, do którego spływają gazy, zostaje poprzednio stworzona próżnia.

Może to być określone wzorem  $T_1 = T_0 C_p$ , gdzie  $T_0$  jest początkową temperaturą gazu w skali bezwzględnej,  $T_1$  — końcową temperaturą w tej samej skali,  $C_p$  i  $C_v$  — ciepło właściwe gazu pod stałym ciśnieniem i przy stałej objętości.

Dla powietrza, jak wiadomo z fizyki,  $C_p/C_v = 1,4$ . Biorąc dla przykła-

du  $T_0 = 0^\circ\text{C} = 273^\circ$  bezwzgl., otrzymujemy, że  $T_1 = 1,4 \cdot 273^\circ = 382^\circ$  bezwzgl.  $= 110^\circ\text{C}$ , a więc przyrost temperatury bardzo pokaźny, nieosiągalny, oczywiście, na praktyce, lecz wystarczający do zapewnienia zapłonu dawki wtrysniętej w końcu suwu sprężania.

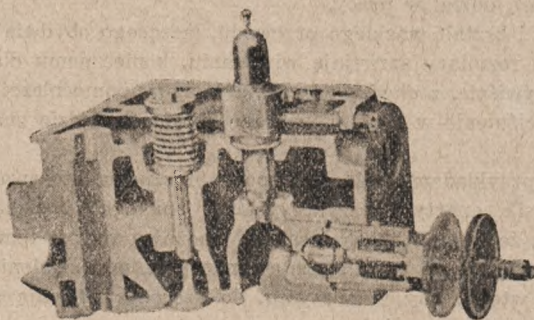
Konstrukcyjne wykorzystanie opisanego zjawiska polega na zastoso-



Rys. 38. Przekrój górnej części silnika Lister. 1—wtryskiwacz, 2—zawór (kran) rozruchowy, 3—komora pomocnicza, 4—komora główna, 5—przewód łączący komory, 6—zawór wlotowy.

waniu pomocniczego zespołu garbików wału rozrządczego, który, będąc włączony przy rozruchu, otwiera zawory wlotowe nie z początkiem suwu ssania, lecz przy jego zakończeniu.

W cylindrze powstaje wówczas, w pierwszym okresie suwu ssania



Rys. 39. Przekrój głowicy angielskiego Silnika Lister.

próżnia, znikająca przy otwarciu zaworów wlotowych; szybkość zasysania w znacznym stopniu wzrasta wraz z następującym na skutek tego znacznym przyrostem temperatury w końcu suwu sprężania.

Zgodnie z twierdzeniem konstruktora, po upływie około  $1\frac{1}{2}$  minut pracy silnika na biegu jałowym temperatura sprężania staje się wystarczająco

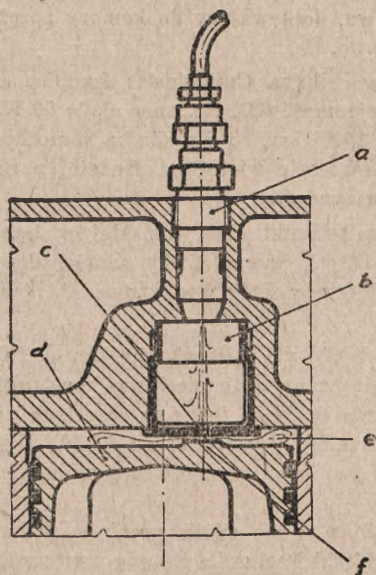


wysoka dla włączenia stałego systemu rozrządczego i pracy silnika pod obciążeniem.

Silnik Ganz-Jendrassik jest również interesujący ze względu na to, że sama zasada działania jego przedkomory różni się od opisanych powyżej.

Różnica polega na tem, że dawka, wtryskiwana w postaci dużego, zleńka stożkowatego strumienia, jest kierowana wprost do otworu w dnie przedkomory.

Wtrysk zaczyna się bezpośrednio przed dojściem tłoka do górnego martwego punktu; część paliwa, dostająca się przez otwór w dnie przedkomory do komory sprężania, z siłą uderza w płaski występ tłoka (patrz rys. 40) i, odbijając się od niego, rozpyla się w komorze sprężania, nie zbliżając się do jej ścianek.



Rys. 40. Przekrój głowicy silnika Ganz Jendrassik. a — wtryskiwacz, b — przedkomora, c — otwór w dnie przedkomory, d — tłok, e — komora sprężania, f — płaski występ tłoka.

Reszta paliwa częściowo spala się w przedkomorze, częściowo zaś zostaje wypchnięta pod wpływem wzrostu ciśnienia w przedkomorze do komory sprężania wraz ze spalinami, gdzie następuje zmieszanie z powietrzem i zakończenie spalania, które nie mogło być zakończone w przedkomorze z powodu braku dostatecznej ilości tlenu.

Różnica ciśnień w przedkomorze i komorze sprężania jest względnie niewielka z uwagi na znaczną średnicę otworu łączącego.

Stopecień sprężania wynosi 12,4 : 1. Ciężar jednostkowy wynosi 13,5 kg. przy mocy 110 K. M. i 1000 obr/min.

Z amerykańskich konstrukcyj silników samochodowych typu Diesel'a, zasługuje na uwagę doświadczalny silnik firmy Cummins Engine Company, która od roku 1925 prowadzi próby w kierunku zastosowania Diesel'a do samochodu osobowego.

W końcu marca roku zeszłego samochód osobowy, wyposażony w sil-

nik Cummins'a osiągnął na torze wyścigowym w Daytona Beach rekordową dla tego typu pojazdów szybkość 125,9 klm./godz. Jest to wynik wielce obiecujący, szczególnie ze względu na to, że został on osiągnięty przez se-ryjny silnik na wozie doświadczalnym, nie budowanym specjalnie do rekor-dów torowych.

Przedtem ten sam wóz dokonał rajdu długodystansowego (4474 klm.) ze średnią szybkością 51,5 klm./godz.; koszt paliwa, zużytego na przebytej trasie, wynosił 69,44 zł., t. j. 1,55 groszy za kilometr. Silnik jest wyposażo-ny w zasobnik powietrza, umieszczony w kadłubie tłoka, tak, że powietrze, wypływające z zasobnika po minięciu przez tłok górnego martwego punktu natychmiast natrafia na strumień paliwa, dopływający do komory spręża-nia z wtryskiwacza, ustawionego poosowo.

Charakterystyka czterocylindrowego silnika Cummins'a: średnica cy-lindra 114 mm., skok tłoka 152 mm., pojemność 6,25 ltr., moc około 50 KM. przy 1200 obr/min., waga na 1 K. M. 16,65 kg., co dla silnika samochodu osobowego jest oczywiście za dużo, 3½-krotnie więcej od średniej normy ustalonej dla nowoczesnych silników benzynowych.

Niewątpliwie największą zdobyczą techniki amerykańskiej w latach ostatnich jest silnik lotniczy Packard-Diesel, znanej firmy samochodowej w Detroit, która od 1918 roku buduje lotnicze silniki benzynowe, chłodzone wodą.

Powziąwszy zamiar przystąpić do budowy lotniczych silników ciężkie-go paliwa firma Packard zwróciła się do znanego niemieckiego konstrukto-ra dr. Dörner'a, powierzając jednocześnie tę pracę jednemu ze swych naj-lepszych inżynierów, wielce utalentowanemu konstruktorowi L. M. Wool-son'owi. Tak więc silnik Packard-Diesel jest owocem współpracy tych dwóch ludzi.

Samoloty różnych typów, wyposażone w ten silnik, przebyły podczas próbnych lotów przeszło 400.000 klm. Silniki Packard'a zostały wprowadzo-ne na samoloty komunikacyjne, budowane przez zakłady Forda.

Lekki szybkoobrotowy silnik ciężkiego paliwa z wielu powodów stano-wi niezmiernie cenną zdobycz dla lotnictwa.

Pierwszym powodem, przemawiającym za wprowadzeniem silnika cięż-kiego paliwa do lotnictwa jest możność zastosowania paliwa nie tak niebez-piecznego pod względem pożarowym jak benzyna; drugim zaś powodem to, że ciężkie paliwo jest znacznie tańsze od benzyny lotniczej.

Wielkie amerykańskie koncerny, dostarczające materiały pędne, już opracowały plan zaopatrzenia wszystkich lotnisk w olej gazowy.

Podczas lotu dokonanego 9 marca r. z. przez ś. p. Woolson'a w towa-rzystwie pilota na trasie Detroit — Miami (około 2000 klm.) z szybkością około 200 klm./godz. wydatek na zużyte ciężkie paliwo wynosił około 75,25 zł., czyli 3,76 gr. na kilometr lotu.

Jest to, niewątpliwie, rekord taniaści, pozwalający przewidywać, że, być może, już w najbliższej przyszłości samolot z silnikiem ciężkiego pali-wa stanie się groźnym współzawodnikiem innych środków lokomocji.

Warto przypomnieć na tem miejscu, że zużycie paliwa w Diesel'ach

(w grm. na K. M./godz.) jest znacznie mniejsze, niż w silnikach benzynowych, jak to widzieliśmy powyżej. Dla silników lotniczych benzynowych można liczyć okrągło od 220 do 250 grm. na K. M./godz., natomiast w Diesel'ach zużycie paliwa wynosi od 180 do 210 grm. na K. M./godz.

Oprócz tego ciężkie paliwo zajmuje objętościowo około 16% mniej miejsca, niż taka sama wagowa ilość benzyny; jest to, oczywiście czynnik niepośledniej wagi w tym przypadku, gdy chodzi o zwiększenie długości lotu bez lądowania.

Nie należy zapominać, że zaletą silnika ciężkiego paliwa, o której zazwyczaj się zapomina, jest niewrażliwość na zmiany temperatury w związku z tem, że karburator z całą dość skomplikowaną aparaturą podgrzewającą i regulującą dopływ powietrza, w silniku Diesel'a nie istnieje.

Następnie zasługuje na podkreślenie jeszcze jeden czynnik, a mianowicie: możliwość usunięcia magneta, które niejednokrotnie dotkliwie przeszkadzało pilotom w nawiązaniu radjołączności i często ulega uszkodzeniom.

Nawiązując do teoretycznej oceny silników Diesel'owskich należy wspomnieć, że badania, prowadzone w ciągu lat ostatnich przez H. R. Ricardo w Anglii oraz prof. H. Junkers'a w Niemczech, dowiodły, że dla wszystkich szybkoobrotowych silników wtryskowych o liczbie obrotów do 2000 na minutę obieg pod stałym ciśnieniem powinien być zarzucony, czasokres zaś wtrysku tak skrócony, że wskaza (wykres indykatorowy) zostaje bardzo zbliżona do wskazy silnika o stałej objętości.

Do zmiany poglądów i postępowania przyczyniły się również praktyczne trudności, na jakie natrafiono przy próbach wtrysku rozpylonego strumienia cieczy (paliwa) do komory sprężania, napełnionej mocno sprężonym powietrzem (minimum w dwójnasób w porównaniu ze stopniem sprężania w silniku benzynowym).

Strumień rozpylonej cieczy nie przenika z pożądaną szybkością i siłą do masy powietrza, zgęszczonego w komorze sprężania i przez to nie nasycą ją należycie. W wyniku spalanie jest niezupełne, silnik dymi i szybko się zanieczyszcza, nie będąc w stanie, oczywiście, dać należytej wydajności.

Próbowano zaradzić złemu przez powiększenie ciśnienia wtrysku, doprowadzając go do 600 — 700 kg/cm<sup>2</sup>, lecz nie na wiele to się przydało.

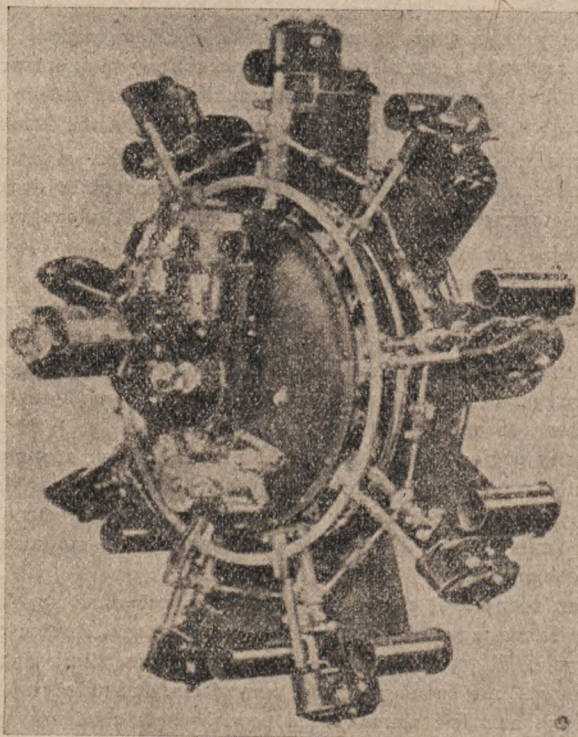
W miarę powiększenia ciśnienia w trysku strumień rozpraszał się coraz więcej, tracąc energię kinetyczną. Jak to wykazały zgodne wyniki doświadczeń różnych badaczy, powiększenie ciśnienia wtrysku, stawało się od pewnej granicy bezcelowem.

Niepowodzenia w tym kierunku skłoniły badaczy do zastosowania w komorze sprężania t. zw. wirowania. Wyszli oni tu z założenia, że o ile strumień nie posiada zdolności dosięgu wszystkich cząstek powietrza w komorze sprężania, to być może poszczególne cząstki powietrza zdołają osiągnąć kontakt z poszczególnymi cząstkami wtrysniętego ciekłego paliwa, jeżeli podczas wirowania będą obijać się wzajemnie o siebie.

Tak więc zrezygnowano z doprowadzenia cieczy do powietrza, a natomiast postanowiono doprowadzać powietrze do rozpylonej cieczy. W praktyce uzyskano wyniki pomyślne.

Zasada ta znalazła zastosowanie w omawianym silniku lotniczym Packard'a.

Poprzednie rozważania dotyczyły, że tak powiemy, termodynamicznej budowy silnika. Powstaje teraz pytanie, w jaki sposób zostało rozwiązane zagadnienie praktycznie, w drodze czysto mechanicznej. Należy bowiem pamiętać, że w Diesel'ach może powstać w pewnych okolicznościach, szczególnie w wypadku niezapalenia się dawki paliwa, wzrost ciśnienia, sięgający około  $120 \text{ kg/cm}^2$ , t. j. w przybliżeniu trzykrotnie większy od tegoż w silniku benzynowym. Zjawisko to ma miejsce z tego powodu, że niespalone



*Rys. 41. Ogólny widok silnika lotniczego Packard - Diesel.*

cząsteczki cieczy osiadają na ściankach komory, a nie wydostają się nazewnątrz, jak mieszanka benzynowa.

Utalentowany konstruktor Packard'a wywiązał się z trudnego zadania znakomicie: w dążeniu do zmniejszenia ciężaru jednostkowego stworzył konstrukcję elastyczną, szczegóły której są niezwykle interesujące.

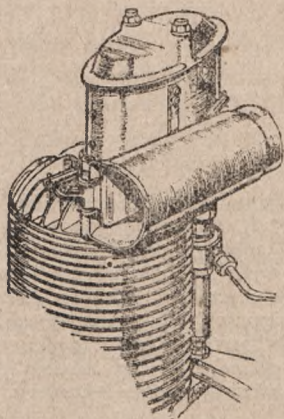
Czterosuwowy silnik Packard-Diesel posiada dziewięć ustawionych w kształcie gwiazdy cylindrów, chłodzonych powietrzem, o średnicy cylindra  $4\frac{13}{16}$ " (122,24 mm.), skoku tłoka 6" (152,41 mm.). Silnik ten rozwija

225 K. M. przy 1950 obr./min. Ogólna pojemność cylindrów silnika wynosi 16,06 ltr. (Rys. 41).

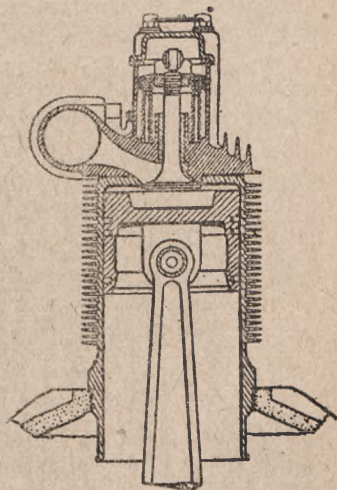
Ciężar jednostkowy jest sprowadzony do minimum, wynosi bowiem tylko około 1,03 kg. na 1 K. M. i jest bardzo zbliżony do ciężaru silników benzynowych, mniej więcej tegoż litrażu i mocy, chłodzonych powietrzem (na przykład Renault 250 K. M.).

Średnica zewnętrzna silnika jest nieco większa od 1,15 mtr.

Konstrukcja rozrządu jest niezwykle pomysłowa. Każdy cylinder posiada tylko jeden zawór, który jednocześnie jest wlotowym i wydechowym, ochładzanym znakomicie podczas zasysania powietrza.



Rys. 42. Ogólny widok górnej części cylindra silnika Packard. Na rys. uwidoczniona jest rura, przez którą napływa powietrze i przez którą wychodzą spaliny.



Rys. 43. Przekrój górnej części cylindra silnika Packard - Diesel z pokazaniem drogi jaką napływa do cylindra powietrze i wychodzą spaliny, jednego zaworu wlotowego i wydechowego oraz charakterystycznego wgłębienia w tłoku.

Takie rozwiązanie niewątpliwie przyczynia się do uproszczenia mechanizmu rozrządczego.

Zawory są sterowane za pomocą dźwigni i wahadełek; sprężyny zaworowe są rozmieszczone dookoła trzonka zaworu w postaci wieńca.

Silnik nie posiada przewodów wlotowych i wydechowych; każdy cylinder wyposażony jest u góry w krótką spłaszczoną wlotowo-wydechową rurę (patrz rys. 42), skierowaną otworem w stronę prądu powietrza, powstającego od obracania się śmigła; przez tę rurę dopływa powietrze z zewnątrz oraz usuwane są spaliny.

Rura wlotowo-wydechowa połączona jest z komorą sprężania dwukiełkowym przewodem, zwężonym w środkowej części i umieszczonym w kierunku stycznej do obwodu cylindra. (rys. 43).

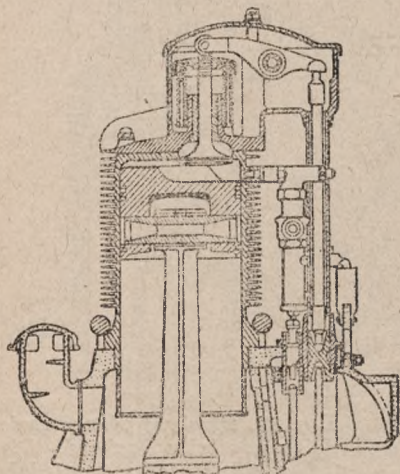
Konstrukcja ta powoduje powstawanie takich wirów powietrznych, że cała masa wessanego powietrza wykonywuje pełny obrót przy szybkości 1800 obr./min. w ciągu krótkiego czasokresu spalania.

Osobliwy kształt tłoka z wgłębieniem w denku (rys. 44) przyczynia się do spętogowania wirowania w końcu sprężania wskutek gwałtownego zderzenia mieszanki z wgłębieniem tłoka.

Tłok wyposażony jest w dwa umieszczone obok siebie pierścienie uszczelniające i jeden pierścień-zgarniacz, znajdujący się pod sworzniem tłokowym.

Cylindry, wyposażone w żeberka chłodzące, są bardzo lekkie, każdy waży bowiem tylko 17,5 kg.

Stopień sprężania — 16 : 1.



*Rys. 44. Przekrój cylindra silnika Packard-Diesel, z częścią karteru. Na rysunku zostały uwidocznione występy-oparcia po bokach cylindra oraz przekroje stalowych obrczy (krążki nad występami), przyciskających cylindry do karteru. Jak widać na rysunku, cylinder dolną częścią jest wpuszczony w otwór karteru.*

Temperatura w chwili rozpoczęcia spalania wynosi około 550° C., t. j. jest znacznie wyższa od temperatury, potrzebnej do wywołania zapłonu dawki.

Dażenie do utrzymania lekkiej, w całości, konstrukcji, wytrzymałej normalnie podczas wybuchu ciśnienie, wynoszące 85 kg/cm<sup>2</sup>, jak to zaznaczyliśmy, powyżej, wymagało zupełnie nowych pomysłów konstrukcyjnych.

Największą, jednak, osobliwością silnika Packard-Diesel jest, bezwarunkowo, połączenie cylindrów z aluminiowym karterem.

W dotychczas znanych silnikach do zmcowań tego rodzaju używane są śruby szpilkowe, wkręcane w korpus karteru i przechodzące górną częścią przez otwory w kołnierzach cylindrów. Kołnierze przyciskane są do karteru naśrubkami. Przy takiej konstrukcji, podczas pracy silnika, karter poddany jest działaniu sił, starających się go rozerwać.

Ciśnienia, jakie powstają w cylindrach silnika „Packard“ są tak znaczne, że, aby zabezpieczyć karter silnika od rozerwania wypadłoby go budować albo ze stali albo ze stopu lekkiego, stosując znaczną grubość ścianek.

i jedna i druga konstrukcja dałaby w wyniku wielką wagę silnika, co jest dla silnika lotniczego rzeczą nader niewskazaną.

Konstruktor Packarda rozwiązał to zagadnienie niezwykle oryginalnie i pomysłowo.

Zaopatrzył on, mianowicie, cylindry w pewnego rodzaju występy po bokach, w niewielkiej odległości od dolnego końca cylindra.

Na wystęпах tych cylinder, opuszczony dolną częścią w otwór karteru, opiera się na górnej ściance (pokrywie) karteru.

Dolna płaszczyzna występow jest, ze zrozumiałych powodów, poziomą, górna, natomiast posiada pewnego rodzaju wyżłobienie, w którą wchodzi stalowa, o wielkiej wytrzymałości obręcz, z mocującą, zamiast śrub, cylindry z karterem.

Przy montażu stalowa obręcz, składająca się z trzech części zostaje ściągnięta, zapomocą trzech ściągaczy, tak silnie, że cylindry zupełnie szczelnie przylegają do karteru.

Podczas pracy silnika, dzięki takiej konstrukcji, karter nie podlega zupełnie rozciąganiu, które całkowicie przejmuje obręcz stalowa.

Karter, o cienkich ściankach, wykonany ze stopu lekkiego nie wytrzymałby z pewnością rozciągającego działania wybuchów w cylindrach, uległby rozerwaniu, a cały silnik zniszczeniu.

Opisana konstrukcja jest więc nader elastyczna, niema równej ani podobnej sobie i stwierdza dobitnie, że zerwanie z ustalonymi pojęciami i rozwiązaniami konstrukcyjnymi może dać nadzwyczajne wyniki.

Ta przewodnia myśl zachowania elastyczności i lekkości pobudziła konstruktora do zaniechania budowy mocnego lecz ciężkiego wału korbowego i w Packardzie widzimy wał lekki z przeciwwagami nietworzącymi całości z wałem lecz osadzonemi na nim elastycznie. W ten sposób amortyzują one gwałtowne uderzenia i naprężenia, jakie otrzymuje wał w chwili wybuchu mieszanki.

Czop śmigła jest, również, elastycznie połączony z wałem korbowym zapomocą gumowych poduszek-amortyzatorów.

Na zakończenie, kilka słów o zasilaniu cylindrów paliwem.

Każdy cylinder Packard'a posiada osobną pompkę, połączoną z wtryskiwaczem. Skok tłoczka pompki jest zmienny.

Silnik przestaje pracować po doprowadzeniu skoku tłoczka pompki do minimum.

Zastosowanie oddzielnych pompek należy uważać za rozwiązanie zupełnie racjonalne, w wypadku bowiem zastosowania jednej tylko pompki dla wszystkich cylindrów z rozdzielaczem paliwa powstałyby, szczególnie na skutek niejednakowej długości przewodów rurowych, różnice w wielkości dawek, otrzymywanych przez poszczególne cylindry.

Wielkość dawek zmieniałaby się zależnie od ilości obrotów.

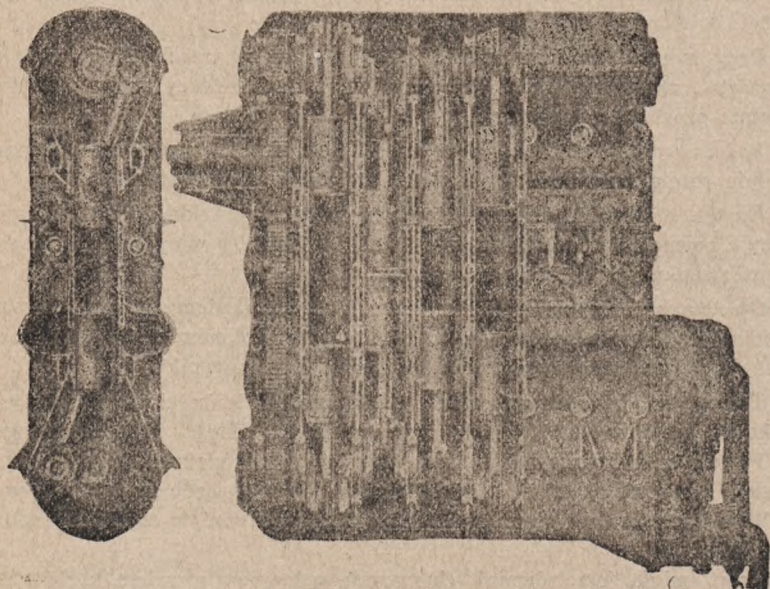
Wtrysk paliwa odbywa się pod ciśnieniem około 422 atm.

Bez względu na wysoki stopień sprężania stosowanie rozrusznika bezwładnościowego dało wyniki zadawalające. Przy bardzo niskiej temperaturze

rze powietrza (poniżej 0° C.) stosuje się przy rozruchu elektryczne ogrzewacze.

W Anglii Diesel'e lotnicze budowane są przez zakłady William Beardmore & Co. Są one podobne do wyżej wspomnianych silników tejże firmy, stosowanych do napędu wozów kolejowych; różnica polega na zastąpieniu odlewów stalowych, w miarę możliwości odlewami ze stopów lekkich oraz na powiększeniu ilości obrotów.

Dane charakterystyczne ośmiocylindrowego silnika lotniczego Beardmore'a o szeregowym układzie cylindrów są następujące: średnica cylindra — 8¼" (209,56 mm), skok tłoka — 12" (304,81 mm), pojemność wszystkich cylindrów — 84,04 ltr., ilość obrotów na minutę — 1000, średnia szybkość



Rys. 45. Silnik lotniczy Junkers'a model S. L. 1.

tłoka — 610 mtr/min., stopień sprężania 12,25 : 1, moc silnika — 650 K. M., ciężar na 1 K. M. — 3,13 kg., średnie ciśnienie indykatorowe — 7.1 kg/cm<sup>2</sup>.

Zużycie paliwa jest bardzo małe, od 159 do 181 gr. na K. M./godz.

W 1929 r. na wystawie lotniczej w Londynie ukazał się Diesel lotniczy, przeznaczony dla wodnopłatowców, zbudowany przez znaną angielską fabrykę Sunbeam. Silnik ten posiadał sześć cylindrów (120 × 130 mm.), ważył 197,3 kg. i rozwijał 100 K. M. przy 1500 obr/min.

We Włoszech zbudowano dwusuwowy Diesel lotniczy według projektu Garuffa o układzie cylindrów w kształcie litery V lub szeregowym; próby wypadły, podobno, zadawalniająco.

W Niemczech prof. Hugo Junkers zbudował Diesel lotniczy o tłokach przeciwbieżnych o zasadach działania podobnych do opisanego powyżej. Ce-



lem zmniejszenia wagi zastosowano zamiast jednego dwa wały korbowe; powietrza do przedmuchiwania dostarcza turbosprężarka (kompresor) (patrz rys. 45). Próbné loty wypadły nadzwyczaj pomyślnie. Konstrukcja silnika jest nader pomysłowa, jak to widać na fotografii.

Silnik ten (model S. L. 1, sześciocyldrowy, dwusuwowy) charakteryzuje się następującymi danymi: tłoków — 12, średnica cylindra — 120 mm., skok tłoka 210 mm, ogólna pojemność cylindrów — 28,5 ltr., ilość obrotów na minutę — 1500, średnia szybkość tłoka — 628 mtr/min., stopień sprężania — 14 : 1, moc silnika — 600 K. M., ciężar na 1 K. M. mocy — 1,4 kg., średnie ciśnienie indykatorowe — 6,4 kg/cm<sup>2</sup>, zużycie paliwa od 164 do 181 gr. na K. M./godz.

Nie posiadamy żadnych wiadomości, dotyczących rozwoju Diesel'i lotniczych we Francji. Nie jest to bynajmniej dowodem, że ten kraj nie żywi dla nich zainteresowania; brak wiadomości należy raczej wytłumaczyć tem, że dla wszystkiego, co posiada znaczenie wojenne, cenzura jest tam wyjątkowo surowa.

Dobre wyniki uzyskane przy zastosowaniu do silników Diesel'owskich turbosprężarek (kompresorów) dla zasilania cylindrów dodatkowem powietrzem nakazują poświęcić im nieco uwagi.

Objętość cylindrów silników spalinowych nie może być, jak wiadomo, całkowicie wyzyskana podczas ssania z powodu oporu, napotykanego przez gazy w przewodach wlotowych i otworach wpustowych. Napelnienie cylindrów sięga tylko około 80%, ciśnienie w cylindrach podczas ssania jest nieco niższe od atmosferycznego.

W silnikach szybkoobrotowych wydajność tłoka, jako pompy powietrznej, jest znacznie gorsza. Jest rzeczą oczywistą, że im więcej powietrza wraz z odpowiednio większą dawką paliwa zostanie wessane do cylindra, tem większe będzie ciśnienie robocze i moc uzyskana w cylindrze.

Dodatkowy dopływ powietrza powinien, jednak, ulec ograniczeniu w związku ze wzrostem temperatury spalania.

W normalnych bezsprężarkowych silnikach Diesel'owskich zaleca się również dodatkowy dopływ powietrza, nieprzekraczający jednak 10% normalnego, celem uniknięcia zbyt wysokiej temperatury spalania.

Stosowanie turbosprężarek (kompresorów) ma szczególne znaczenie podczas pracy silnika na znacznej wysokości lub przy wysokiej temperaturze. Silnik, pracujący na wysokości 1200 mtr. daje tylko 85% jego normalnej mocy, przy zastosowaniu zaś turbosprężarki (kompresora) moc zostaje podniesiona do 100%, co nabiera szczególnego znaczenia dla silników lotniczych.

Próby czynione z zastosowaniem turbosprężarek (kompresorów) w silnikach samochodów ciężarowych dały wyniki nadzwyczaj dobre, dzięki bowiem elastyczności pracy silnika unikano w znacznej mierze zmiany przekładni. Wóz z silnikiem wyposażonym w turbosprężarkę (kompresor) i dwuprzekładniową tylko skrzynkę biegów pracował zupełnie zadawalająco.

Prócz tego próby na hamulcu wykazały możliwość powiększenia mocy silnika o 100% i zmniejszenie zużycia paliwa o 20 gr. K. M./godz. Jest rze-

czą zrozumiała, że znaczny nadmiar powietrza łącznie z wysoką temperaturą w końcu sprężania stwarzają bardzo korzystne warunki dla dokładnego spalania.

Pośpiech w zastosowaniu silników Diesel'owskich nabrał tak zawrotnego tempa, że budowano nawet motocykle z silnikami Diesel'a (austriacka firma Frey & Fosher). Należy to uważać za pewnego rodzaju curiosum, bowiem silnik motocyklowy, pracujący na benzynie lub mieszance spirytusowej, nie jest pod względem zużycia paliwa zbyt drobi w eksploatacji i uzyskiwanie tu oszczędności wydaje się, conajmniej przesadą.

W przytoczonej powyżej tablicy, porównującej silnik Diesel'a z silnikiem benzynowym, zostało zaznaczone, że do napędu silnika Diesel'a nadają się różnorodne gatunki paliwa płynnego. Wobec tego warto rozważyć niektóre czynniki, które powinny być uwzględnione w tym stanie rzeczy.

Dotychczas, jak wiadomo, nie istniało osobnego zapotrzebowania na oleje pędne dla pojazdów mechanicznych; w związku z tem, nie czyniono wysiłków stworzenia specjalnego gatunku paliwa; konsument posługiwał się materiałem pędnym korzystnie nadającym się w praktyce do spalania.

Oleje pędne, używane dla silników samochodowych, odpowiadały i jeszcze dziś odpowiadają pod względem swych właściwości olejom pędnym, oddawna używanym dla silników Diesel'owskich statków oceanicznych i przedsiębiorstw przemysłowych. Dla tych silników, jak wiadomo, ilość dymu podczas wydechu, zapach spalin oraz hałas podczas pracy na biegu jałowym nigdy nie miały znaczenia i nie stanowiły przedmiotu specjalnych studjów.

Dziś, jednak, w miarę wzrostu zastosowania silnika Diesel'owskiego do celów trakcji drogowej oraz ze względu na często zachodzącą potrzebę rozruchu silników w zamkniętym garażu wspomniane czynniki muszą być wzięte pod uwagę i nie ulega wątpliwości, że z czasem, przy zgodnej współpracy producenta i konsumenta, ukaże się na rynku standartowy (znormalizowany) gatunek oleju pędnego dla silników Diesel'owskich.

Z ciężkich węglowodorów obecnie używa się do spalania w silnikach Diesel'a oleju gazowego lub innych, zbliżonych destylatów.

Ropa, wydobyta wprost z szybu, nie nadaje się do spalania ze względu na zbyt niski punkt zapłonu oraz znaczną ilość domieszek organicznych.

Ciężar właściwy oleju gazowego przy 150° C — 0,84 — 0,9, temperatura zapłonicia 65 — 70° C — temperatura zapalności — nie wyżej 350° C, zawartość wody — nie więcej 1%, domieszek organicznych — żadnych, minimalna wartość opałowa — 9900/10600 cpl. 1 kg. (granice dolna i górna), lepkość — nie wyżej 2 stopni przy 20° C według Engler'a, rozpuszczalność całkowita w zwykłej benzynie. Zawartość asfaltu jest niepożądana ze względu na możliwość tworzenia się osadów węglowych na tłokach i zaworach wydechowych. Obecność siarki, jak wykazało doświadczenie, nie odgrywa żadnej roli.

Niejednokrotnie wypowiedziano opinie, że w miarę wzrostu zapotrzebowania na olej pędny dla silników Diesel'owskich producenci podniosą cenę

paliwa i, że wówczas dzisiejsze obliczenia oszczędnościowe w znacznym stopniu straciłyby rację bytu.

Licząc się nawet z możliwą zwyżką ceny paliwa, należy, z uwagi na przydatność dla Diesel'ów wielu odmian oleju pędnego, podać w wątpliwość, ażeby wszystkie one naraz zdrożały.

Wiemy również, że silniki Diesel'owskie okrętów oceanicznych zużywają ogromne ilości paliwa ciekłego. W ciągu doby jeden taki okręt zużyje paliwa znacznie więcej, niż 5-tonowa ciężarówka w ciągu 9-ciu lat z dziennym kursem 225 klm.

Wobec takiej proporcji stosunkowo nieznaczna ilość oleju pędnego, która może być zużyta w ciągu najbliższych lat kilku dla celów komunikacji drogowej, nie spowoduje prawdopodobnie gwałtownej zwyżki ceny tego paliwa.

Nie od rzeczy, również, będzie tu nadmienić, że prace nad upłynnieniem węgla, usilnie prowadzone w Anglii i Niemczech, mają dla Polski, jako kraju bogatego w węgiel, znaczenie niepoślednie; warto, już dziś nad tem poważnie pomyśleć, mając na celu uzyskanie z tego źródła dobrego i względnie taniego paliwa płynnego.

Biorąc pod uwagę, że budowa małego szybkoobrotowego silnika Diesel'a napotyka obecnie na poważne trudności techniczne, można wywnioskować, że szybkoobrotowy silnik Diesel'a znajdzie początkowo zastosowanie tylko w lotnictwie i ciężkiej trakcji drogowej, natomiast silniki lekkich pojazdów mechanicznych o małym litrażu i mocy przez stosunkowo dłuższy okres czasu nadal będą pędzone benzyną.

Nawet, wychodząc z założenia, że idealny szybkoobrotowy silnik Diesel'a małej mocy powstanie jutro, łatwo możemy sobie uzmysłowić, że na amortyzację wielu milionów, włożonych w silniki benzynowe, potrzebny jest dłuższy okres czasu i wszystkie walory silnika Diesel'a są chwilowo niczem wobec wszechpotężnej kalkulacji handlowej.

Rozważania powyższe nie uprawniają jednak do pominięcia wielkich korzyści, jakie daje zastąpienie benzyny olejem gazowym lub innym ciężkim destylatem.

Przedewszystkiem unika się straty, powstającej wskutek parowania zmagazynowanego paliwa lekkiego, która, okrągło licząc, wynosi co najmniej 10% zużycia; następnie, zgodnie z wyżej powiedzianem, unika się niebezpieczeństwa pożaru.

Ostatni czynnik nabiera szczególnego znaczenia podczas działań wojennych. Paliwa ciekłe stały się tak żywotnym czynnikiem w toku operacji wojennych, że, z chwilą rozpoczęcia działań wojennych przeciwnik przede wszystkim będzie usiłował zniszczyć składy paliwa ciekłego. Oczywiście, będzie to znacznie utrudnione przy zastosowaniu do napędu pojazdów wojskowych paliwa ciężkiego.

Najważniejszą jednak rzeczą w czasie działań wojennych, rzeczą stojącą wyżej bezwartościowych wtedy względów oszczędnościowych, będzie ochrona życia wyćwiczonej załogi czołgów, samochodów pancernych i samolotów. W związku ze zmniejszeniem niebezpieczeństwa pożaru i wybuchu

da się to skutecznie urzeczywistnić przez zastosowanie w wozach bojowych silników Diesel'owskich. Z tych powodów studja nad rozwojem szybkoobrotowych silników Diesel'owskich powinny znajdować się pod specjalną opieką władz wojskowych.

---

Wykaz dzieł, omawiających budowę i działanie szybkoobrotowych silników Diesel'a.

Prof. M. Seiliger. Kompressorlose Dieselmotoren. (Wydawnictwo Julius Springer, Berlin).

Dr. A. E. Thiemann. Fahrzeug Dieselmotoren. (Wydawnictwo Richard Carl Schmidt & Co, Berlin).

Dr. Ing. Friedrich Sass. Kompressorlose Dieselmotoren. (Wydawnictwo Julius Springer, Berlin).

Prof. Dr. Ing. Föppl, Prof. Dr. Ing. Strombeck und Prof. Dr.-Techn. L. Eberman. Schnellaufende Dieselmotoren. Beschreibungen, Erfahrungen, Berechnung, Konstruktion und Betrieb. 1928.

Prof. W. Sinieuckij. Bezkompessornyje Dizela. 1928.

---