

PRZEMYSŁ CHEMICZNY

MIESIĘCZNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM POLSKIEGO PRZEMYSŁU CHEMICZNEGO, WYDAWANY STARANIEM STOWARZYSZENIA „CHEMICZNY INSTYTUT BADAWCZY“ I POLSKIEGO TOWARZYSTWA CHEMICZNEGO Z ZASIŁKIEM WYDZIAŁU NAUKI MINISTERSTWA WYZNAŃ RELIGIJNYCH I OŚWIECENIA PUBLICZNEGO

NR. 11—12.

LWÓW, LISTOPAD — GRUDZIEŃ 1926.

ROCZNIK X.

REDAKTOR: PROF. DR KAZIMIERZ KLING

TREŚĆ Nr. 11—12: K. Taylor i W. Iwanowski: Spirytusowe mieszanki napędowe, str. 181.—
Tadeusz Kuczyński: Równanie izotermy adsorpcji, str. 207. — Ze spraw organizacyjnych, gospodarczych i handlowych, str. 218.

K. TAYLOR i W. IWANOWSKI.

SPIRYTUSOWE MIESZANKI NAPĘDOWE ¹⁾.

Zagadnienie dostarczenia dobrego i taniego paliwa płynnego do silników wewnętrznego spalania stało się w czasach dzisiejszych troską bardzo poważną dla wielu państw. Wpłynął na to, z jednej strony olbrzymi rozwój zastosowania silnika spalinowego, jaki obserwujemy od czasów wojny światowej, z drugiej strony stosunkowo mały wzrost wydobycia ropy naftowej.

Produkcja tej ostatniej wzrasta w ostatnich latach znacznie wolniej niż ilość czynnych silników. Rezultatem tego coraz bardziej wzrastający głód ropy, a szczególnie lekkich produktów jej destylacji, t. j. wszelkiego rodzaju benzyn.

Tereny, obfitujące w źródła ropy, stały się dziś obiektami, o które walczą nie tylko poszczególne koncerny naftowe, ale i rządy.

Obliczenia geologów stwierdzają, że zapasy ropy są tak ograniczone, iż przy dzisiejszej konsumpcji wyczerpanie ich jest kwestją kilkunastu do kilkudziesięciu lat ²⁾. Dlatego ludzkość musi już dziś pracować nad zdobyciem paliwa, któreby mogło w odpowiedniej chwili zastąpić produkty naftowe.

¹⁾ Praca ta ukazuje się równocześnie w „Przemysle Rolnym“. (Przyp. Red.)

²⁾ H. Gliwic. Podstawy ekonomiki światowej. T. I, str. 258.

Zagadnienie to wypłynęło na porządek dzienny najwcześniej we Francji i w Niemczech, t. j. w tych krajach europejskich, które przy dużym rozwoju automobilizmu, lotnictwa i mechanicznej uprawy roli, nie posiadają własnych źródeł ropy naftowej.

Jednak do r. 1914, t. j. do czasów wojny światowej, stosunki układały się w ten sposób, że żadne paliwo nie mogło wytrzymać konkurencji z benzyną. Z powodu wykrywania coraz to nowych źródeł ropy, ceny benzyny w stosunku do jej wartości jako paliwa, utrzymywały się na bardzo niskim poziomie. Rządy państw nie zdawały sobie dostatecznie sprawy ze znaczenia silnika spalinowego do celów obrony narodowej, zaś zagadnienie utrzymania czynnego bilansu handlowego nie występowało w tak ostrej formie, jak to dziś obserwujemy.

Wojna światowa zmieniła całkowicie oblicze świata. Wykazała również, jak wielkie znaczenie posiada silnik spalinowy do celów wojennych. Rozwój jego poszedł w tempie przyspieszonym. Pomijając już Stany Zjednoczone A. P., gdzie jeden samochód wypada dziś na każde 6 mieszkańców ¹⁾, (w poszczególnych stanach na 2,5 — 3 mieszkańców), wspomnijmy tylko o Francji, gdzie liczba samochodów z niespełna 250.000 w r. 1922, wzrosła do ²⁾ cyfry 700.000 w r. 1925. Niemniejszy rozwój automobilizmu obserwujemy w Niemczech i Angji. Jeżeli porównamy cyfry, dotyczące krajów europejskich, z ilością samochodów w Stanach Zjednoczonych A. P., gdzie notabene ilość ta wciąż wzrasta, jeżeli uwzględnimy cały szereg państw europejskich o znikomej ilości samochodów, to możemy stwierdzić stanowczo, że Europa jest jeszcze daleka od stanu nasycenia rynku silnikiem spalinowym i że dzisiejsze tempo jego rozwoju nie prędko zostanie osłabione.

I dlatego musimy już dziś myśleć o zastąpieniu benzyny przez inne paliwo, ażeby nie nadszedł moment, kiedy miliard koni mechanicznych, pędzących z szybkością 40—100 km na godzinę, mógłby zamrzeć w bezruchu, a olbrzymie bogactwa, nagromadzone w milionach silników, nie stały się bezwartościowym szmelcem.

Najbliższym materiałem zastępczym benzyny są bezwzględnie produkty przerobu węgla na tej lub innej drodze. W tym kierunku od czasu wojny światowej zrobiono już dużo. Lecz i to źródło energii i paliwa płynnego, jakim może być węgiel, posiada te same słabe strony, co i ropa: jest wyczerpalny i nie przez wszystkie państwa posiadany.

Nieograniczonym źródłem energii na ziemi jest energia słoneczna i świat roślinny, za pomocą którego człowiek tę energję czerpie. Dlatego też technika dla zastąpienia paliwa mineralnego, jakim jest benzyna, musiała się zwrócić

¹⁾ Motorwagen. Juli 1926.

²⁾ M. Rotstein. Przemysł Rolny. Nr. 4, 1926.

ku produktom pochodzenia roślinnego, które stanowią źródło energii, wyczerpalne jedynie z zamarciem słońca.

Znaczenie dla celów napędowych będą miały produkty destylacji drzewa, oleje roślinne (w krajach południowych) i spirytus. Szczególnie ten ostatni posiada wszelkie cechy, które go stawiają w pierwszym rzędzie jako produkt zastępujący benzynę.

Przedewszystkiem możemy go otrzymać z całego szeregu roślin, zawierających węglowodany, głównie cukry i skrobię, a więc produktów, rosnących w każdym klimacie i dających dobre plony nawet na ziemiach niezbyt urodzajnych. Surowce do tworzenia węglowodanów w roślinie, jak dwutlenek węgla i woda, zawarte są w przyrodzie w dostatecznej ilości, a energia słoneczna magazynuje się jako ukryta energia chemiczna węglowodanów. Najlepsze rezultaty pod względem nagromadzenia energii otrzymujemy przy uprawie buraków cukrowych i kartofli. Charakterystyczne są cyfry, otrzymane z prób, przeprowadzanych na doświadczalnej fermie Ford'a, uprawianej traktorami, pędzonymi spirytusem. Obliczono, że zbiór ziemniaków z 1 ha wystarczy do mechanicznej uprawy tegoż ha przez lat 100¹⁾, czyli, innymi słowy, zaledwie 1% zbiorów idzie na uprawę mechaniczną, gdy tymczasem te same cyfry, przy użyciu jako siły pociągowej konia lub wołu, wynoszą 20%. Widzimy więc, że uprawa mechaniczna ma wielką przewagę nad dotychczasową, tembardziej, że przy obecnym stanie rozwoju fabrykacji sztucznych nawozów, mierzwa bydłęca przestała być jedynym materiałem nawozowym.

Ekonomiczność spirytusu sprawiła, że we wszystkich krajach, które rozwiązują kwestję zastąpienia benzyny innym paliwem płynnym, spirytus stanął na pierwszym miejscu.

Jednak sam spirytus nie odpowiada wszystkim wymaganiom, stawianym dla paliwa do silników wewnętrznego spalania. Przedewszystkiem niska wartość kaloryczna (6080 Kal/kg lub 4940 Kal/ltr dla spirytusu przy 10500 Kal/kg i 7725 Kal/ltr dla benzyny) i wysoki punkt zapłonu, sprawiają w zwykłym silniku benzynowym trudny rozruch i małą jego moc. Dla usunięcia tych własności, powodujących małą wartość spirytusu jako paliwa, poddajemy go karburyzowaniu przez dodanie składników o dużej wartości kalorycznej oraz innych o niskim punkcie zapłonu, przez co obniżamy zapłon całej mieszaniny.

W ten sposób powstał we Francji t. zw. „Carburant National“, w Niemczech „Reichskraftstoff“, „Monopolin“, w Czechosłowacji „Dynalcol“ i t. p.

Przy rozpatrywaniu dotychczasowych prac nad otrzymaniem mieszanki spirytusowej dla celów napędowych, możemy rozróżnić dwa kierunki: 1) fran-

¹⁾ Zeitschr. für Spiritusind. Nr. 8, 1925 r., lub Technika Gorzelnicza, Nr. 4, 1925 r.

cuski, gdzie środkami karburacyjnymi są destylaty ropy naftowej, i 2) niemiecki, stosujący jako nawęglacze przeważnie destylaty smoły węglowej.

Dwa te odmienne kierunki wynikają z różnych warunków gospodarczych, w jakich znajdują się Francja i Niemcy. „Paliwo narodowe“ musi być przygotowane z produktów krajowych, dostępnych w dużej ilości. Dlatego Niemcy, posiadając nadmiar koksowni i wykupując znaczną część produkcji Śląska polskiego, mają tak wielkie ilości benzoli, że mogą ich dostateczną ilość poświęcić do celów napędowych, bez szkody dla innych gałęzi przemysłu. Ilość koksowni we Francji jest niedostateczna. Musi ona sprowadzać koks z zagranicy dla potrzeb własnego przemysłu metalurgicznego. Stąd też niewielka produkcja benzoli, jako produktu ubocznego. Jeżeli przyjmiemy pod uwagę, że konsumpcja benzyny wynosi dziś we Francji około 11,500.000 *hl*¹⁾, to staje się oczywiste, że gdyby Francja stosowała jako nawęglacz benzol, musiałaby go importować z Niemiec lub Anglii.

Ogólnie możemy powiedzieć, że w krajach, które nie posiadają dostatecznie rozwiniętego przemysłu koksowniczego, nawęglaczami spirytusu będą destylaty ropy naftowej. Tą drogą poszła Francja, a w przyszłości pójdą Włochy, Hiszpania, Węgry, kraje Skandynawskie i państwa Bałtyckie.

W krajach o wysoko rozwiniętym przemyśle suchej destylacji węgla, część benzoli będzie użyta do celów napędowych i łącznie z produktami ropowymi służyć będzie do nawęglania spirytusu. Tą drogą poszły Niemcy Czechosłowacja, a w przyszłości zapewne pójdzie i Angja.

Zagadnienie „paliwa narodowego“ przyspieszyło jednocześnie rozwiązanie otrzymania alkoholu absolutnego. Z doświadczeń nad mieszaniną alkoholu z benzyną stwierdzono, że mieszanina taka jest nietrwałą w niskich temperaturach i przytem trwałość zmniejsza się ze wzrostem zawartości wody w alkoholu i punktem wrzenia benzyny. Im słabsza i cięższa benzyna, tem łatwiej następuje rozdzielenie się mieszaniny na 2 lub więcej warstw. Jeżeli do doświadczenia użyjemy alkoholu absolutnego lub bliskiego do absolutnego (99°,8), to przekonamy się, że nawet mieszaniny z naftą są trwałe w dostatecznie niskich temperaturach. Dlatego we Francji, która do karburacji używa produktów ropowych, opracowano najwcześniej metodę otrzymywania alkoholu absolutnego, którego produkcja dzienna wynosi już dziś około 2.000 *hl*.

Polska pod względem zaopatrzenia w paliwo płynne znajduje się w pomyslniejszych warunkach, niż sąsiednie wielkie mocarstwa. Posiadając własne źródła ropy naftowej oraz znacznie rozwinięty przemysł koksowniczy, Polska w chwili obecnej paliwo płynne eksportuje. Nie możemy się jednak łudzić, że stosunki obecne będą trwałe. Ilość czynnych samochodów i traktorów

¹⁾ Le regime actuel de l'alcool de M. Callerot. Paris. Au Siège de la Société, 1924.

zwiększa się stale, a szybszemu rozwojowi w tym kierunku stoi na przeszkodzie jedynie obecny stan ekonomiczny kraju. Ponieważ produkcja ropy w Polsce ma nawet tendencję zniżkową, więc i u nas nadejdzie czas, kiedy dzisiejszy nadmiar benzyny zmieni się na niedomiar.

Co do produkcji spirytusu, to Polska jest w wyjątkowo korzystnych warunkach. Każda z trzech połaci Polski porozbiorowej miała wysoce rozwinięty przemysł spirytusowy, który tylko nieznaczną część swej produkcji (skąpą połowę) mógł umieścić na rynku krajowym. Reszta była produktem eksportowym, wywożonym w głąb kraju zaborczego. Zabór rosyjski dostarczał spirytusu dla głębi Rosji, Galicja dla Austrii, Wielkopolska dla Niemiec. Po powstaniu Polski niepodległej, te wszystkie zrzeszone dzielnice okazały się w stanie potencjalnej nadprodukcji spirytusu, którego nigdzie nie można było umieścić, gdyż po wojnie zaszły wypadki, zmieniające całkowicie koniunkturę rynku spirytusowego.

Przedewszystkiem kraje, które spożywały spirytus polski, wzmogły u siebie jego produkcję i pokryły swoje zapotrzebowanie (Niemcy), inne rynki odpadły ze względów politycznych (Rosja sowiecka) i wogóle, wskutek zubożenia powojennego, nastąpił spadek spożycia spirytusu tak konsumpcyjnego, jak i technicznego. Niemniej do zmniejszenia spożycia wszechświatowego przyczyniła się polityka prohibicyjna w Stanach Zjednoczonych A. P. oraz w niektórych państwach skandynawskich.

Dla przemysłu spirytusowego Polski, liczącego przed wojną 2.430 gorzelni rolniczych, 47 gorzelni przemysłowych i 15 drożdżowni, o produkcji około 2,500.000 *hl*¹⁾ spirytusu 100%, możność umieszczenia tej produkcji spadła do minimum. Zakreślony kontygent wypędu na r. 1925/26 wynosi 586.000 *hl*²⁾. Ponieważ ilość czynnych gorzelni wynosi obecnie 1.314, więc średni wypęd dzienny, przy 200 dniach kampanji wyniesie 223 *l*, gdy tymczasem przed wojną cyfra ta wynosiła 515 litrów.

Z zestawienia tych faktów stanie się jasnym dążenie przemysłu spirytusowego Polski, do wynalezienia nowego rynku zbytu, dla utrzymania produkcji spirytusu w Rzeczypospolitej, chociażby na wysokości przedwojennej.

Z punktu widzenia ekonomiki państwowej, produkcja spirytusu jest gałęzią przemysłu wzbogacającą kraj. Gorzelnictwo przerabia jedynie węglowodany, których niewyczerpane źródło mamy w dwutlenku węgla i energii słonecznej. Wszystko, co w ziemiaku nie jest węglowodanem, jako wywar przechodzi przez oborę i w postaci gnoju wraca do ziemi. Stąd stała intensyfikacja gleby w gospodarstwach ziemniaczanych.

¹⁾ Zastosowanie spirytusu do celów technicznych. Modrzejewski, Butkiewicz i Grabiański. Wydawnictwo D. P. M. S. 1925 r., str. 7.

²⁾ Sprawozdanie Dyrekcji P. M. S. od 1 grudnia 1925 r. do 31 sierpnia 1926 r.

Jednym z niewielu szerokich ujęć dla alkoholu jest użycie go w silnikach spalinowych, specjalnie w silnikach szybkobieźnych, gdzie cechy takie, jak sprawność silnika, czystość spalania i t. p. są na pierwszym planie. Te są wymagania samochodów, traktorów, silników lotniczych etc.

Szereg instytucji, związanych z przemysłem spirytusowym z jednej strony, a spoglądających cokolwiek dalej w przyszłość ekonomicznego rozwoju Rzeczypospolitej z drugiej strony, zainicjował organizację prób, mających na celu wypracowanie dla Polski typu paliwa płynnego o podłożu spirytusowym, nadającego się do pędzenia lekkich przenośnych motorów.

Inicjatywa wyszła od Komitetu Popierania Technicznych Zastosowań Spirytusu przy Sekcji Przemysłowej Polskiego Towarzystwa Chemicznego. Akcję tę poparły przedewszystkiem Dyrekcja Państwowego Monopolu Spirytusowego, Naczelna Organizacja Przemysłu Gorzełń Rolniczych w Polsce i oddzielne przedsiębiorstwa przemysłowe, jak firma „Akwawit“ z Poznania i Sieleckie Zakłady Chemiczne.

Praktycznego przeprowadzenia studjów i badań podjęli się pp. profesorowie Politechniki Warszawskiej: K. Taylor, kierownik Zakładu Silników Spalinowych i W. Iwanowski, kierownik Zakładu Technologji Fermentacji i Produktów Spożywczych. Bezpośrednie wykonywanie czynności technicznych z próbami związanych, wykonanie prób laboratoryjnych i cała strona gospodarcza, spoczywała na barkach inż.-chemika P. Wojcieszaka.

Po prowizorycznem rozplanowaniu roboty, została zapewniona nieoszacowana wprost współpraca Centralnych Warsztatów Samochodowych M. S. Wojsk. w osobach naczelnika C. W. S. inż. majora K. Meyera i inż. T. Paszewskiego.

Współpraca C. W. S. M. S. Wojsk. zapewniła możliwość korzystania ze stacji doświadczalnej silników oraz z materiału maszynowego dla prób stacyjnych i raidowych.

Nie możemy również pominąć przychylnego stosunku i zrozumienia sprawy ze strony przedstawicielstw poszczególnych firm samochodowych. Korzystaliśmy z łaskawej pomocy p. dyr. Cz. Łącznego, przedstawiciela firmy „Unic“, inż. M. Rotsteina, przedstawiciela firmy „Chrysler, Rochet et Schneider i Delahaye“, oraz firmy „Laurin i Klement“ w osobie p. dyr. inż. Reynego.

Ogólne wymagania od mieszanin napędowych i ich skład łącznie z temi wymaganiami.

Przy opracowaniu typu mieszanek wychodziliśmy z założeń, że:

- 1) Przygotowujemy mieszanekę z produktów krajowych (samowystarczalność).

2) Mieszanka ma się nadawać do pędzenia silników, przystosowanych do benzyny, bez żadnych zasadniczych w nich przeróbek.

3) Mieszanka zawiera możliwie duży procent alkoholu.

Własności, jakie powinna mieć dobra mieszanka napędowa, muszą być takie jak i benzyny, które ją stawiają wysoko w szeregu różnego rodzaju paliw płynnych. W miarę możliwości powinny być usunięte te własności benzyny, które stanowią jej wady.

Warunkami, stanowiącymi o dużej wartości mieszanki jako paliwa do silników spalania wewnętrznego, są:

I. Całkowite spalanie bez kopcicia i dymu; ma to duże znaczenie przede wszystkim dla ruchu miejskiego, gdzie na małych przestrzeniach kursują setki samochodów, zanieczyszczając w razie kopcienia w znacznym stopniu atmosferę miejską; wyzyskanie termiczne paliwa jest wtedy gorsze, gdyż wydzielony kopeć stanowi niespalony węgiel, który ponadto zanieczyszcza przewody i części silnika (zarzucanie świec).

II. Duża i tania wartość kaloryczna; w celu podniesienia wartości kalorycznej spirytusu stosuje się nawęglacze o dużym cieple spalania. Pomimo, że *W. K.* mieszanki jest o 15—18% mniejsza, niż *W. K.* benzyny, jednak otrzymana moc na silniku pędzonym mieszanką, nie różni się znacznie od mocy przy pędzeniu benzyną (ok. 2—3%). Ponieważ wyzyskanie termiczne jest lepsze w mieszance niż w benzynie, więc zużycie na jednostkę czasu mieszanki i benzyny jest prawie jednakowe. Jest to w związku z t. zw. możliwością większego sprężania w cylindrze bez obawy przedwczesnego zapalenia się gazu: (P dla benzyny = 4—6 atmosfer. P dla spirytusu = 14 atmosfer).

III. Niski punkt zapłonu; od niego zależy łatwość rozruchu t. j. puszczanie zimnego silnika w ruch. Ponieważ w mieszance oprócz spirytusu, który posiada punkt zapłonu znacznie wyższy od lekkiej benzyny, są składniki o zapłonie jeszcze trudniejszym, więc dla łatwości rozruchu dodajmy niewielki procent eteru, który znakomicie obniża zapłon całej mieszaniny.

IV. Jednolitość w szerokich granicach temperatur; mieszanka składająca się z całego szeregu składników o różnych charakterach chemicznych, (alkohole, etery, węglowodory aromatyczne, alifatyczne i t. d.) nie jest z natury rzeczy mieszaniną trwałą i przy zmianie warunków może nastąpić jej rozdzielenie na 2 lub więcej warstw. Jednym z tych warunków jest niska temperatura i dlatego składniki mieszanki należy dobierać w takich stosunkach, ażeby jej jednolitość była zachowana przy oziębianiu nawet do -30°C .

V. Ze względów skarbowych należy dbać o dokładne skażenie spirytusu, tak, ażeby z mieszaniny nie można było go wydzielić w stanie zdatnym do picia nawet dla mało wybrednych gustów.

Scharakteryzujemy teraz poszczególne składniki, wchodzące w skład mieszanek, jako paliwa w silniku spalinowym. Składniki te możemy podzielić na 4 grupy:

1. nawęglające t. j. podnoszące wartość kaloryczną spirytusu;
2. homogenizujące, t. j. powodujące trwałość i jednolitość mieszanki przy niskich temperaturach;
3. zapłaniające, dzięki obecności których mieszanka daje łatwy rozruch silnika i
4. potaniające, t. j. składniki o dużej wartości kalorycznej lecz o niskiej cenie, ergo — obniżające cenę mieszanki.

Do pierwszej grupy należą: benzyna ciężka i lekka, nafta, benzol, solwent-nafta, — do drugiej: benzol, solwent-nafta i eter, — do trzeciej: lekka benzyna i benzol, — wreszcie grupę czwartą stanowią nafta, ciężka benzyna i solwent-nafta.

O zaletach benzyny jako paliwa nie będziemy wspominać, gdyż są dostatecznie znane. Wadą benzyny jest niemożliwość dużego sprężenia wessanego gazu bez obawy przedwczesnego samozapalenia się. Sprężenie to wynosi ok. 5 atm. Dzięki temu mamy niewielki współczynnik termicznego wykorzystania paliwa, który dla benzyny wynosi 20—24%. Również spalanie benzyny nie bywa kompletne i dlatego wydech przy stosowaniu nieznacznego nadmiaru powietrza zawiera dużo sadzy.

Najważniejszym składnikiem mieszanki jest spirytus zawarty w ilości 50% objętościowo. Możemy powiedzieć że stałe charakteryzujące benzynę i stanowiące o jej zaletach, dla spirytusu stanowią o jego wadach i odwrotnie. Spirytus posiada trudny zapłon i małą wartość kaloryczną, dopuszcza natomiast duże sprężenie w cylindrze bez obawy przedwczesnego zapłonu (sam spirytus do 14 atm.), przytym spala się całkowicie nawet przy niewielkim nadmiarze powietrza, co jest skutkiem zawartości tlenu związanego chemicznie. Współczynnik sprawności (wydajności termicznej) wynosi ok. 30%.

Ponieważ produkty ropowe rozpuszczają się w spirytusie o mocy 96° naogół w ilości ograniczonej, więc we Francji coraz bardziej wchodzi w użycie spirytus 99,7—99,8 Tr., czyli prawie absolutny. Sądząc według dzisiejszych postępów, jakie zrobiła technika w kierunku wytwarzania alkoholu 100%, możemy twierdzić, że w przyszłości produktem handlowym będzie spirytus absolutny, jak dziś jest 92° lub 96 stopniowy.

Benzol, używany jako paliwo, zastępuje w zupełności benzynę. Posiada wysoką wartość kaloryczną i daje łatwy rozruch z powodu niskiego punktu zapłonu (-8°C), jednak spalanie gazów jest gorsze niż przy benzynie, dzięki pierścieniowej budowie i małej zawartości wodoru (7,7% w benzolu i 16% w benzynie). Silniki pędzone samym benzolem wydzielają dużo kopcia

i zarzucają często świece, powodując niedokładności i przerwy w działaniu. Pozatym czysty benzol ma bardzo wysoki punkt krzepnięcia i już poniżej 6°C zastyga na krystaliczną masę. W mieszaninie ze spirytusem wszystkie te wady znikają, natomiast działa on w wysokim stopniu homogenizująco, t. j. przeciwdziała wydzieleniu się produktów naftowych z mieszaniny przy oziębieniu jej do niskich temperatur.

Te same wady i zalety posiada solwent-nafta, składająca się przeważnie z o- i p-ksyloli. Ma wysoki punkt zapłonu (ok. 40°C) i działa homogenizująco 1,2 razy słabiej, niż benzol. Jest doskonałym denaturantem dzięki obecności w niej pirydyn, pozostałych jako zanieczyszczenia technicznego produktu, jak również niską ceną wpływa na ogólną cenę mieszanki.

Cięższe destylaty ropy naftowej stanowią składniki obniżające cenę mieszanki oraz podwyższające jej wartość kaloryczną. Rozpuszczają się w spirytusie w ilości ograniczonej i dlatego ich mieszaniny są bardzo nietrwałe w niskich temperaturach. Po zastąpieniu spirytusu 96 stopniowego absolutnym, będziemy mogli przygotowywać trwałe mieszaniny z dużą ilością nawet takiego składnika, jakim jest nafta.

Naftalina stanowi środek denaturujący, zaś w ilości 3—4% spalanie jest kompletne. Rozpuszczona w większej ilości (do 10%) spala się niezupełnie i powoduje zatykanie się dysz w karburatorze. Otwiera się więc szerokie pole do fabrykacji jej hydropochodnych. Wtedy wielkie ilości naftaliny będą mogły być zużyte, jako paliwo w silnikach.

W celu wydatnego obniżenia punktu zapłonu i dla łatwości rozruchu silnika pędzonego mieszanką dodajemy eteru w ilości 5—8%. Ten niewielki dodatek eteru działa bardzo skutecznie, nawet przy mieszankach zawierających do 85% produktów o trudnym zapłonie (50% alkoholu, 25% nafty, 10% solwent-nafty), a przytym jest on bardzo silnym środkiem homogenizującym. Działa w przybliżeniu 2 razy silniej niż benzol, t. zn. że 1 cm^3 eteru dodany do pewnej objętości mieszanki obniża jej punkt zmętnienia (temperatura rozdziału mieszanki na 2 warstwy) o dwukrotną ilość stopni w stosunku do 1 cm^3 benzolu, dodanego do tej samej objętości identycznej mieszaniny.

Mając do wyboru wszystkie wyżej wymienione składniki, których produkcja krajowa jest znaczna, możemy przygotować cały szereg mieszanek, zawsze o przeważającej zawartości spirytusu i różnych, zmiennych zawartościach reszty składników.

Składników o wysokiej cenie dodajemy ilości konieczne, zaś składników tanich ilości możliwe. Zawartość tych ostatnich jest z góry ograniczona ze względu na konieczność otrzymywania mieszanki o wymienionych już własnościach charakteryzujących dobre paliwo.

Powyżej podajemy tabelę stałych fizycznych składników, wchodzących w skład mieszanek.

T A B E L A I.

| 1. Nazwa składnika: | Alkoh. 96 ⁰ | Benzyna | Lakbenz. | Nafta | Benzol | Solv.-naft. | Eter |
|---------------------------------|------------------------|-------------|-------------|------------------|----------|-------------|---------------|
| 2. Wzór chemiczny: | C_2H_5OH | C_7H_{16} | C_9H_{20} | wyższe węglowod. | C_6H_6 | C_8H_{10} | $(C_2H_5)_2O$ |
| 3. Ciężar wł. 15°C | 0,812 | 0,730—40 | 0,780—90 | 0,827 | 0,871 | 0,891 | 0,724 |
| 4. Punkt zapłonu w stopn. C | 18 | ok. 40 | ok. 25 | ok. 40 | —8 | 39 | — |
| 5. Punkt wrzenia przy 76 cm Hg. | 79 | 69—98 | 130—206 | 180—300 | 81 | 138 | 37 |
| 6. Punkt krzep. | —114 | ok. —97 | ok. —32 | — | 6 | ok. —30 | 117 |
| Wart. na 1 kg | 6083 | 10500 | 10350 | 10300 | 9460 | 9540 | 7900 |
| Kalor. na 1 ltr | 4940 | 7725 | 8125 | 8520 | 8250 | 8500 | 5730 |
| Cena za kg | 58 | 100 | 71,7 | 52 | 110 | 60 | 94 |
| w gro- „ ltr | 47 | 73,5 | 56,3 | 43 | 95,8 | 53,5 | 68 |
| szach „ | 10000 Kal. | 95,5 | 69,3 | 50,5 | 116 | 63 | 118,5 |

Metodyka badań.

Główne badanie laboratoryjne polegało na oznaczeniu t. zw. punktu zmętnienia. Wiemy że produkty ropowe rozpuszczają się nawet w spirytusie 96⁰ w ilości dość ograniczonej. Rozpuszczalność ta zmniejsza się wraz ze spadkiem temperatury, wzrostem ciężaru właściwego odpowiedniego destylatu ropy naftowej i z zawartością wody w alkoholu.

Podajemy poniżej tabelę rozpuszczalności benzyny i nafty w różnych gatunkach spirytusu, według doświadczeń wykonanych w laboratorium Sp. Akc. „Technika Gorzelnicza“ przez inż. K. Hryniowicza¹⁾.

T A B E L A II.

Rozpuszczalność w procentach.

| Gatunek destylatu ropy naftowej | w III gatunku końcowym o mocy 89 ⁰ Tr. | | w III gatun. początkowym o mocy 96 ⁰ Tr. | | w II gatun. początkowym o mocy 96 ⁰ Tr. | |
|---------------------------------|---|----------|---|----------|--|----------|
| | przy 14°C | przy 0°C | przy 14°C | przy 0°C | przy 14°C | przy 0°C |
| Nafta o c. w. 0,815—0, 820 | 3 | — | 8 | — | 9 | — |
| Benzyna o c. w. 0,760 | 11,5 | — | 29 | — | 33 | 27 |
| Benzyna o c. w. 0,730 | 22 | — | 71 | — | 75 | 60 |
| Benzyna o c. w. 0,692 | — | — | — | — | 85 | 69 |

¹⁾ „Technika Gorzelnicza“ Nr. 2, 1926 r.

Z powyższej tabeli widzimy, że benzyny lżejsze rozpuszczają się w spirytusie o mocy 96° dość dobrze. Natomiast rozpuszczalność nafty jest bardzo ograniczona.

Dla naszych celów wygodniej będzie oznaczać, zamiast rozpuszczalności tych produktów w procentach, przy odpowiedniej temperaturze, t. zw. punkt zmętnienia, t. j. temperaturę, przy której mieszanina o odpowiednim składzie zaczyna mętnieć i rozdzielać się na 2 lub więcej warstw.

Dla celów napędowych musimy przygotowywać mieszanki, których punkt zmętnienia leży poniżej -30°C . Jest to konieczne z tych względów, że mieszanka powinna wytrzymywać najniższe temperatury zimowe (dla Polski ok. -20°C), a oprócz tego trzeba ją uodpornić na ewentualne nawodnienie, w związku z hygroskopijnością mieszanki i możliwą zawartością wody w poszczególnych składnikach. Przez dodanie nieznacznych ilości wody, punkt zmętnienia wydatnie się podwyższa i dlatego temperatura -30°C , przy której mieszanka zacznie mętnieć, da nam dopiero pewność stosowania jej we wszystkich okolicznościach (niska temperatura, częste przelewanie mieszanki i t. p.). Dla miesięcy letnich o średniej temperaturze $+10^{\circ}\text{C}$ możemy, wymagany punkt zmętnienia, podwyższyć do -15°C względnie do -10°C .

Porównyując liczby zawarte w tabeli II widzimy, że mieszanina możliwa do pędzenia silnika, a więc dostatecznie nawęglona (60 części benzyny na 100 cz. alk.), ma punkt trwałości 0°C . Stąd wnioskujemy, że nie możemy stosować jedynego nawęglacza-benzyny, a dopiero z całego ich szeregu otrzymujemy mieszankę tanią i dostatecznej trwałości.

Benzol w spirytusie o mocy 96° Tr., rozpuszcza się w każdym stonku, a oprócz tego wpływa swoją obecnością na rozpuszczalność produktów naftowych. Jest więc jednocześnie karburantem i homogenizantem. Doświadczalnie stwierdzamy, że węglowodory aromatyczne mają ogólnie własności homogenizujące. Benzol, solwent-nafta, składająca się przeważnie z ksylioli, naftalina i inne, nie tylko same rozpuszczają się dobrze w spirytusie, ale swą obecnością wpływają, że mieszanka z zawartością benzyny obniża swój punkt trwałości do -40°C i niżej.

Do takiej mieszaniny mamy możliwość dodawania produktów ropowych o wyższym ciężarze właściwym i własnościach wybitnie dehomogenizujących, ale o znacznie niższej cenie. W grę tu wchodzi przedewszystkiem ciężka benzyna t. zw. lakowa (c. w. 0,790 i punkt wrzenia $150-180^{\circ}\text{C}$), a dla mieszanek niezbyt trwałych — nafta (c. w. 0,820 i punkt wrzenia $180-300^{\circ}\text{C}$).

Po szeregu próbnych doświadczeń przygotowaliśmy szereg mieszanek o stałej zawartości spirytusu (50%) i zmiennych zawartościach pozostałych składników, t. j. benzyny, benzolu, solwent-nafty i ciężkiej benzyny, które podaliśmy szczegółowszemu badaniu.

Przedewszystkiem zbadano punkt zmętnienia. Do probówek grubościennych nalewano ok. 15 cm^3 mieszanki i wstawiano do oziębiającej mieszaniny lodu z solą kuchenną. Za pomocą tej mieszaniny oziębiliśmy płyn w probówkach do -18 względnie -19°C . Jeżeli po zanurzeniu termometru i zamieszaniu płyn mętniał, wówczas wyjmowano probówkę z lodu i energicznie mieszając termometrem zauważano temperaturę, przy której płyn robi się klarowny. Był to poszukiwany punkt zmętnienia.

Faktycznie punkt zmętnienia jest temperaturą, przy której mieszanina zaczyna mętnieć, lecz doświadczenie wykazało, że różnica między temi temperaturami jest dostatecznie mała, żeby jej nie uwzględniać.

Opierając się na doświadczeniach francuskich i niemieckich przyjęliśmy zawartość alkoholu we wszystkich mieszankach 50% objętościowo. Próby na silnikach wykazały, że rzeczywiście zwiększenie zawartości alkoholu np. do 60% obniżało ich moc, jak również zwiększało zużycie paliwa na koniogodzinę.

Pierwsza serja mieszanek zbadana na trwałość w niskich temperaturach dała rezultaty zadowalniające. Żadna z mieszanek oziębiona do temperatury -19°C nie rozdzielała się na poszczególne warstwy. Punkt zmętnienia tych mieszanek leży poniżej -19°C . Za pomocą innej metody, oznaczyliśmy, że ich zmętnienie pojawia się w temperaturach od -30 do -50°C . Jest to trwałość mieszanin bezeterowych, a ponieważ dla łatwości rozruchu dodajemy zawsze pewien procent eteru, więc rzeczywista ich trwałość znacznie się zwiększy, gdyż eter posiada wysoką siłę homogenizacyjną.

W poniższej tabeli podajemy krótką charakterystykę pierwszej serji mieszanek.

T A B E L A III.

| Symbol mieszanki | Objętościowy skład mieszanki w procencie | | | | | Punkt zmętnienia | Wartość kalor. | |
|------------------|--|--------|---------|-------------|----------|--|----------------|---------|
| | Alk. | Benzol | Benzyna | Solv.-naft. | Lakbenz. | | na 1 ltr | na 1 kg |
| A. | 50 | 15 | 10 | 10 | 15 | W -19°C wszystkie jeszcze klarowne | 6764 | 8310 |
| B. | 50 | 15 | 15 | 10 | 10 | | 6748 | 8310 |
| C. | 50 | 10 | 15 | 15 | 10 | | 6761 | 8316 |
| D. | 50 | 10 | 10 | 15 | 15 | | 6777 | 8315 |
| E. | 50 | 10 | 20 | 10 | 10 | | 6725 | 8354 |

Z powyższymi mieszankami zrobiliśmy próby na trwałość przy dodawaniu wody. Trwałość będzie się dodatnie zmniejszać i niewielki dodatek wody podnosi znacznie temperaturę, przy której następuje podział na dwie warstwy. Otrzymaliśmy następujące wyniki:

T A B E L A IV.

| Symbol mieszanki | Ilość cm^3 wody dodanej na 50 cm^3 mieszanki do 1-ego zmętnienia | Temperatura przy której płyn zaczyna mętnieć | Na 100 cm^3 mieszanki dolano wody cm^3 |
|------------------|--|--|--|
| A. | 1,2 | 19°C | 2,4 |
| B. | 1,4 | 18 „ | 2,8 |
| C. | 1,1 | 18 „ | 2,2 |
| D. | 1,0 | 18 „ | 2,0 |
| E. | 1,0 | 18 „ | 2,0 |
| Monopolina | 1,0 | 29 „ | 2,0 |

Z drugiej strony zrobiono następujące doświadczenie. Do 50 cm^3 mieszanki, zawierającej jednakowe ilości alkoholu (96° Tr.) i ciężkiej benzyny, dolewano po 1 cm^3 benzolu, solwent-nafty lub eteru i oznaczano zmieniony punkt zmętnienia. Otrzymaliśmy następujące wyniki.

T A B E L A V.

50 cm^3 mieszanki o składzie 50% alkoholu i 50% lakbenzyny.

| Ilość cm^3 dodanego benzolu | Punkt zmętnienia w stop. | Zmiana punktu zmętnienia na 1 cm^3 benzolu, dolanego do 100 cm^3 miesz. | D e t t o | | |
|-------------------------------|--------------------------|---|-------------------|------|------|
| | | | I | II | III |
| 0,0 | 28,0C | — | 0,0 | 28,5 | — |
| 0,5 | 26,0 „ | 1,94°C | 0,5 | 26,7 | 1,89 |
| 1,0 | 24,2 „ | 1,92 „ | 1,0 | 24,8 | 1,91 |
| 2,0 | 20,5 „ | 1,92 „ | 2,0 | 21,3 | 1,82 |
| 3,0 | 17,5 „ | 1,59 „ | 3,0 | 17,9 | 1,80 |
| 4,0 | 14,5 „ | 1,62 „ | 4,0 | 14,8 | 1,67 |
| 5,0 | 11,2 „ | 1,81 „ | 6,0 | 8,8 | 1,68 |
| 6,0 | 8,2 „ | 1,80 „ | 8,0 | 3,0 | 1,68 |
| 8,0 | 2,5 „ | 1,82 „ | 9,0 | 0,2 | 1,66 |
| 9,0 | —1,0 „ | 2,06 „ | 11,0 | —5,2 | 1,65 |
| średnio | | | średnio | | |
| | | | 1,82°C | | |
| | | | 1,72 | | |

Do otrzymanej mieszanki, zawierającej 25 cm^3 alkoholu, 25 cm^3 ciężkiej benzyny i 1 cm^3 benzolu, dolewamy 0,8 cm^3 wody, przyczym punkt trwałości podnosi się do 29°C. Zupełnie analogiczne próby wykonano z solwent-naftą i eterem. Z otrzymanych cyfr wyliczamy, że obniżenie punktu zmętnienia przy dodaniu 1 cm^3 homogenizanta do 100 cm^3 mieszanki wynosi średnio :

| | |
|---------------------------|--------|
| dla benzolu | 1,77°C |
| „ solwent-nafty | 1,57 „ |
| „ eteru | 3,16 „ |

oraz, że 1 cm^3 wody dodany do 100 cm^3 mieszanki podwyższa jej punkt zmętnienia o 26,0 25,4 22,6 średnio o 24,7 C. Stosunki siły homogenizacyjnej eteru, solwent-nafty i benzolu będą się przedstawiały następująco:

Siła homogenizacyjna:

| Solwent-nafty | Benzolu | Eteru |
|---------------|---------|-------|
| 100 | 112,5 | 201 |
| 89 | 100 | 179 |
| 50 | 56 | 100 |

Eter działa więc 2 razy silniej homogenizująco niż solwent-nafta i 1,8 razy niż benzol.

Znając średnie obniżenie punktu zmętnienia na 1 cm^3 wody, dodanej do 100 cm^3 mieszanki, możemy w przybliżeniu obliczyć z tabeli IV trwałość pierwszej serji mieszanek. Otrzymaliśmy następujące cyfry:

T A B E L A VI.

| Symbol mieszanki | Ilość cm wody dodanej na 100 cm mieszanki do 1-ego zmętnienia | Temper. | Spadek punktu zmętnienia dla odpowiedniej ilości wody | Obliczony punkt zmętnienia |
|------------------|---|---------|---|----------------------------|
| A. | 2,4 | 19 | 59,5 | —40,5 |
| B. | 2,8 | 18 | 69,0 | —51,0 |
| C. | 2,2 | 18 | 54,5 | —36,5 |
| D. | 2,0 | 18 | 49,5 | —31,5 |
| E. | 2,0 | 18 | 49,5 | —31,5 |
| Monopolina | 2,0 | 29 | 49,5 | —20,5 |

Widzimy, że trwałość powyższych mieszanek jest bardzo znaczna. Po dodaniu pewnego procentu eteru zwiększy się jeszcze bardziej. Możemy wtedy przygotowywać mieszanki nawet na spirytusie 92° Tr. z dodatkiem 10% eteru. Trwałość ich nie jest dostateczną w miesiącach zimowych, jednak w miesiącach letnich użycie ich w silnikach jest możliwe. Poniższa tabela podaje punkty zmętnienia oznaczone i obliczone dla mieszanek na 92° spirytusie z dodatkiem 10% eteru.

T A B E L A VII.

| Symbol mieszanki | Punkt zmętnienia | | Różnica |
|------------------|------------------------|-----------|---------|
| | oznaczony | obliczony | |
| A. | —15°C | —20°C | 5 |
| B. | w —15 „ jeszcze trwała | —30 „ | — |
| C. | —11 „ | —10 „ | —1 |
| D. | — 7 „ | — 2 „ | —5 |
| E. | — 4 „ | — 2 „ | —2 |

Otrzymawszy tak dobre wyniki na trwałość dla mieszanek A. B. i t. d. które wytrzymują oziębienie do -30°C , nawet bez dodania eteru, przygotowaliśmy próbki z wyższymi destylatami ropy naftowej, mianowicie z naftą. Nafta posiada wybitną siłę dehomogenizacyjną. Tabela I wskazuje, że nawet w alkoholu 96^o rozpuszczalność jej w 0°C jest praktycznie równa zeru. Wobec tego trwałość mieszanin z naftą będzie znacznie niższą, jak to wskazuje niniejsza tablica.

T A B E L A VIII.

| Symbol mieszkanki | Skład objętościowy w procencie (bez eteru) | | | | | | Punkt zmętnienia | | | |
|-----------------------|--|-------|---------|--------|------------------------------------|------------|------------------|---------------------|-------------------|------------------------------|
| | Alk. | Nafta | Benzyna | | $\text{C}^{\circ}\text{H}^{\circ}$ | Solw.-naf. | Eter | oznaczony bez eteru | obliczony z eteru | |
| | | | lekka | ciężka | | | | | | |
| Naf. — 1 | 50 | 10 | 10 | — | 15 | 15 | 8 | -14° w | -15° | -39° |
| | | | | | | | | | jeszcze trwałe | |
| Naf. — 2 | 50 | 15 | 10 | — | 15 | 10 | 8 | 0 | — | -25° |
| Naf. — 3 | 50 | 20 | 5 | — | 15 | 10 | 8 | 14 | — | -8° — -13° |
| Naf. — 4 | 50 | 15 | 10 | 10 | 15 | — | 8 | 12 | -12° | -14° |
| Naf. — 5 | 50 | 15 | — | 10 | 15 | 10 | 8 | 12 | -8° | -13° |
| Ciężko benzynowa — I | 50 | — | — | 25 | 10 | 15 | 8 | -14° w | -18° | -38° |
| | | | | | | | | | jeszcze trwałe | |
| Ciężko benzynowa — II | 50 | — | — | 50 | — | — | 8 | 28 | 3 | 3 |

Trwałość tych mieszanek z większą zawartością nafty, jest niedostateczną dla użycia ich w miesiącach zimowych nawet z zawartością 8% eteru. W miesiącach letnich możemy stosować je bez obawy, tembardziej, że w silniku dają efekty podobne do innych mieszanek, a nawet trochę lepsze.

Z tabel VII i VIII widzimy, że punkty zmętnienia obliczone i oznaczone różnią się o kilka stopni. Przyczyna leży prawdopodobnie w tym, że oznaczony spadek trwałości na 1 cm dolanej wody, tyczył się tylko jednej mieszanki o składzie 50% alkoholu i 50% lakbenzyny. Dla mieszanek o innym składzie otrzymamy spadek trwałości prawdopodobnie nieznacznie się różniący.

Dla charakterystyki paliwa płynnego ważnym jest również zachowanie się jego podczas destylacji. Paliwo powinno destylować w niezbyt szerokich granicach temperatur, gdyż w przeciwnym wypadku miałoby to wpływ na karburację. Karburator nie podawałby do cylindra mieszaniny całkowicie zgazowanej, co działałoby ujemnie na pracę tłoka, powodując nierównomierne zapalanie się mieszaniny.

Pomimo że w skład mieszanki wchodzi destylaty o punkcie wrzenia od 37°C (eter) do 300°C (nafta), jednak z powodu tworzenia się całego

szeregu mieszanin eutektycznych różnych składników mieszaniny z alkoholem, cała mieszanina destyluje w bardzo wąskich granicach. Destylacja na bardzo dokładnym aparacie wykazała, że po wyczerpaniu się jednego ze składników tworzy się inna mieszanina eutektyczna o innej ilości składników, której punkt wrzenia różni się bardzo nieznacznie. Jest to własność mieszaniki bardzo dodatnia, która powoduje elastyczny bieg motoru (brak przewlekłych zapłonów), co w próbach silnikowych zostało całkowicie potwierdzone. Destylacje wykazały, że od 80 do 90% całej mieszaniny przechodzi w granicach od 65—85°C, gdy tymczasem mieszanina tych samych składników bez alkoholu wre w bardzo szerokich granicach z powodu niemożności tworzenia mieszanin eutektycznych.

Co do punktu zapłonu, to ustalono jedynie, że punkt ten jest niższy niż dla mieszaniki benzolowo-alkoholowej (50% alkoholu i 50% benzolu). Mieszanika o tym składzie została wielokrotnie wypróbowana w wielu krajach, jak również i w Polsce, i wykazała dobry rozruch silnika. Przygotowując mieszaniki o niższym punkcie zapłonu możemy z góry przewidzieć łatwy rozruch. Nasze mieszaniki muszą dawać zapłon w bardzo niskiej temperaturze ze względu na zawartość eteru, jednak mając do dyspozycji przyrząd Abel'a, służący do określenia punktu zapłonu nafty, nie mogliśmy go dokładnie oznaczyć.

Interesowało nas również pytanie zabezpieczenia interesów fiskalnych, a mianowicie sprawa możliwości wydzielania z mieszanek pitnego spirytusu. W tym celu przeprowadziliśmy próby ze wszystkimi mieszanikami. Próby polegały na rozdestylowaniu mieszaniki samej i na wydzieleniu z mieszaniki wodą frakcji alkoholowej i rozdestylowaniu takowej. I w jednym i w drugim przypadku, nawet przy stosowaniu deflegmatorów, otrzymywało się destylaty, zupełnie nienadające się do picia (o smaku piekącym).

Wartości kaloryczne mieszaniki zostały obliczone teoretycznie z ich składu. Są one słuszne, gdyż mieszanika nie stanowi żadnego związku chemicznego poszczególnych składników, a ciepło ich zmieszania się jest bardzo małe.

Po skalkulowaniu ceny mieszaniki za 1 litr i 1 kg przystąpiliśmy do wypróbowania ich w różnego typu silnikach.

Próby silnikowe.

Punktem zasadniczym przy opracowywaniu naszego paliwa, była możliwość stosowania jego w dotychczasowych silnikach samochodowych bez żadnych zasadniczych w nich zmian konstrukcyjnych. Po pierwszych próbach silnikowych okazały się konieczne pewne zmiany, jednak są one tak nieznaczne, że dają się skutecznie minimalnym kosztem i zachodem.

Najważniejszą zmianą w silniku jest zwiększenie otworu dyszy w karburatorze. Jest to zrozumiałe ze względu na konieczność większego dopływu

TABELA IX.
Charakterystyka mieszanek.

| Symbol mieszanek | Skład objętościowy w proc. (bez eteru) | | | | | | Ciepota 15°C | Punkt zmięknienia | Punkt zapłonu | Wart. kaloryczna | | Cena w groszach | | |
|----------------------|--|-------------------------------|-------------|---------|------------|-------|--------------|-------------------|-----------------------------|------------------|--------|-----------------|--------|-------|
| | Alk. | C ₆ H ₆ | Solv. naft. | Benzyna | Lakbenzyna | Nafta | | | | Eter | 1 litr | 1 kg | 1 litr | 1 kg |
| A-2 | 50 | 15 | 10 | 10 | 15 | — | 7,5 | 0,810 | | 6492 | 8015 | 62.15 | 76.80 | 95.80 |
| B-2 | 50 | 15 | 10 | 15 | 10 | — | 5,0 | 0,810 | | 6491 | 8016 | 62.82 | 77.53 | 96.80 |
| C-2 | 50 | 10 | 15 | 15 | 10 | — | 5,0 | 0,812 | | 6501 | 8004 | 58.26 | 71.80 | 89.70 |
| D-2 | 50 | 10 | 15 | 10 | 15 | — | 7,5 | 0,812 | | 6503 | 8004 | 57.68 | 71.10 | 88.80 |
| E-2 | 50 | 10 | 10 | 20 | 10 | — | 5,0 | 0,804 | | 6465 | 8044 | 59.20 | 73.60 | 91.60 |
| F-2 | 50 | 15 | 15 | 10 | 10 | — | 7,5 | 0,817 | | 6509 | 7980 | 59.62 | 73.00 | 91.50 |
| G-2 | 50 | 10 | 10 | 15 | 15 | — | 5,0 | 0,807 | | 6484 | 8040 | 58.40 | 72.50 | 90.20 |
| H-2 | 50 | 20 | 5 | 10 | 15 | — | 7,5 | 0,809 | | 6479 | 8002 | 61.62 | 76.10 | 95.20 |
| O-2 | 60 | 10 | 10 | 10 | 10 | — | 7,5 | 0,801 | | 6189 | 7727 | 56.94 | 71.10 | 92.00 |
| Naf-1 | 50 | 15 | 15 | 10 | — | 10 | 8,0 | 0,820 | | 6541 | 7978 | 58.32 | 71.20 | 89.20 |
| Naf-2 | 50 | 15 | 10 | 10 | — | 15 | 8,0 | 0,816 | | 6542 | 8017 | 57.83 | 70.80 | 88.40 |
| Naf-3 | 50 | 15 | 10 | 5 | — | 20 | 8,0 | 0,820 | -8°C | 6579 | 8020 | 56.42 | 68.80 | 85.80 |
| Naf-4 | 50 | 15 | — | 10 | 10 | 15 | 8,0 | 0,806 | -12°C | 6508 | 8072 | 58.10 | 72.10 | 89.30 |
| Naf-5 | 50 | 15 | 10 | — | 10 | 15 | 8,0 | 0,821 | -8°C | 6580 | 8019 | 56.25 | 68.60 | 85.60 |
| L. benzy- nowa I | 50 | 10 | 15 | — | 25 | — | 8,0 | 0,817 | w -20° jeszcze trwała | 6535 | 8002 | 56.15 | 68.70 | 86.10 |
| L. benzy- nowa II | 50 | — | — | — | 50 | — | 8,0 | 0,793 | +3°C | 6463 | 8147 | 52.87 | 66.60 | 81.60 |
| Benzyna | — | — | — | — | — | — | — | 0,730-40 | -97° | 7725 | 10500 | 73.5 | 100.00 | 95.50 |

P o n i z e j - 4° C

mieszanki, jako paliwa o mniejszej wartości kalorycznej. Pomimo że wartość kaloryczna mieszanki jest mniejsza od *W. K.* benzyny o ok. 15%, to jednak średnicę dyszy powiększamy zaledwie o 3—4% czyli licząc na przekrój o 6—8%.

Jest to w związku z wielokrotnie już wspomnianą możliwością większego sprężania w cylindrze, bez obawy przedwczesnego zapalenia się gazu. Z tego też względu ustawiamy magneto silnika na wcześniejszy zapłon. Ponieważ ciężar właściwy mieszanki wynosi ok. 0,8 (benzyna 0,730—0,750), więc zaleca się w pewnych wypadkach obciążenie pływaka w karburatorze, szczególnie wtedy, gdy nie można dobrać b. dokładnie dyszki z odpowiednim otworem dla mieszanki.

Próby silnikowe możemy podzielić na:

1. próby stacyjne
2. „ szosowe i raidowe.

Próby na silnikach stacyjnych wykonane w Centralnych Warsztatach Samochodowych M. S. Wojsk.

Wykonywano je w ten sposób, że zbiornik zasilający motor paliwem, posiadał szkło wodowskazowe z podziałkami. Po nalaniu do zbiornika mieszanki, puszczaaliśmy silnik w ruch, obciążając go maksymalnie, względnie do $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$ lub $\frac{1}{4}$ normalnego obciążenia, i obliczaliśmy czas w przeciągu jakiego silnik zużywał pewną określoną ilość paliwa. Stąd wyliczaliśmy zużycie paliwa na konio-godzinę.

Moc silnika przenosiliśmy na hamulec Prony'ego albo na prądnicę prądu stałego (dynamometr). Wytworzony prąd zamieniany był na ciepło w oporniku elektrolitycznym (roztwór Na_2CO_3). Znając długość ramienia hamulca albo ramienia prądnicy, na którym zawieszaliśmy odpowiedni ciężar, oraz mierząc ilość obrotów, mogliśmy wyliczyć otrzymywaną moc według wzoru:

$$N = 0,001396 Q \cdot l \cdot n \cdot KM.$$

Q — obciążenie ramienia w *kg.*

l — długość ramienia w metrach.

n — ilość obrotów na minutę.

Wypróbowane silniki możemy podzielić na 2 grupy, które możemy określić jako:

1. typ francuski o niskim współczynniku sprężania i
2. typ amerykański o współczynniku wyższym.

Z rezultatów otrzymanych wynika, że silniki o wyższym sprężaniu dają lepsze rezultaty co do wydajności pracy z jednostki kalorycznej mieszanki, aniżeli silniki o niższym sprężaniu. Różnice na korzyść benzyny dla silników francuskich (Renault) wynoszą od 10—20%, t. j. że objętościowo zużycie mieszanki jest o tyle % większe, gdy tymczasem w silnikach „Dodge“ i „Ford“ spożycie benzyny jest prawie takie same jak i spożycie mieszanki.

Charakterystycznym jest wynik otrzymany na silniku „Ford“ przy różnych obciążeniach. Zużycie objętościowe mieszanki przy pełnym obciążeniu jest o 5—7% większe niż benzyny, gdy tymczasem przy niepełnych obciążeniach nawet od 4—12% mniejsze.

Ponieważ silnik w biegu obciążony jest stale mniej aniżeli wynosi jego moc maksymalna, którą to silnik wydobywa jedynie przy dużej szybkości i złych drogach, więc też przypuszczalne zużycie mieszanki w samochodach powinno być nie większe niż benzyny. Doświadczenia szosowe i raidowe potwierdziły te przypuszczenia najzupełniej.

Niżej podane tablice przedstawiają wyniki otrzymane z prób na motorach stojących.

Próby na silniku „Renault“ I. o mocy 31 KM. Karburator „Zenith“.

Moc przenoszona na wędzidło Prony'ego o ramieniu 1,2 m.

Obciążenie ramienia 10 kg.

| Symbol mieszanki | Średnica dyszy | Ilość obrotów na min. | Czas biegu motoru na 5,31 lt. | Zużycie miesz. w litr. na godzinę | Różnica w procentach | | | |
|------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------------------|----------------------|--------|--------|------|
| | | | | | w zużyciu miesz. | w mocy | ogólna | |
| Benzyna | 1,10 mm | 1580—600 | 27 min. | 11,8 | — | — | — | |
| A—1 | 1,25 „ | — | — | 15,1 | 27,7 | — | — | |
| A—1 | 1,20 „ | — | — | 14,9 | 24,8 | — | — | |
| A—2 | 1,20 „ | — | — | 13,55 | 14,4 | — | — | |
| A—2 | 1,15 „ (ciężarek na pływaku) | — | — | 13,75 | 15,2 | — | — | |
| A—3 | 1,10 „ | — | — | 14,4 | 21,6 | — | — | |
| B—1 | 1,10 „ | — | 22,25 | 14,2 | 20,2 | — | — | |
| B—2 | 1,10 „ | — | 23,7 | 13,8 | 15,5 | — | — | |
| B—3 | 1,10 „ | — | 23,15 | 13,7 | 15,0 | — | — | |
| C—1 | 1,15 „ | 1530—40 | 24,20 | 13,1 | 10,8 | 4,0 | 14,8 | |
| C—2 | 1,15 „ | 1550—60 | 23,56 | 13,35 | 12,4 | 2,3 | 14,7 | |
| C—3 | 1,15 „ | 1500—20 | 23,15 | 13,75 | 15,2 | 5,6 | 20,8 | |
| D—1 | 1,15 „ | 1520—40 | 24,15 | 13,15 | 11,2 | 4,0 | 15,9 | |
| D—2 | 1,15 „ | 1550—60 | 24,35 | 12,95 | 9,7 | 2,3 | 12,0 | |
| D—3 | 1,15 „ | 1510—20 | 23,24 | 13,65 | 12,6 | 5,0 | 17,6 | |
| E—1 | 1,15 „ | 1520—30 | 22,32 | 14,1 | 13,2 | 4,2 | 17,4 | |
| E—2 | 1,15 „ | 1530—40 | 23,47 | 13,43 | 13,5 | 4,0 | 17,5 | |
| O—2 | 1,17 „ | 1540 | 22,32 | 14,1 | 13,2 | 3,3 | 16,5 | |
| O—3 | 1,15 „ | — | 21,5 | 15,0 | 27,8 | — | — | |
| alk. 92° | B—2 | 1,15 „ | 1480—500 | 24,7 | 13,3 | 12,3 | 6,7 | 19,0 |
| | C—2 | 1,15 „ | 1470—80 | 23,47 | 13,43 | 13,4 | 7,2 | 20,6 |
| | D—2 | 1,17 „ | 1540—60 | 22,55 | 13,95 | 18,0 | 3,0 | 21,0 |

W czasie prób wyjaśniło się, że: 1. mieszanki oznaczone Nr. 1 nie zawierające eteru posiadają trudny zapłon. Zimny silnik dawał b. trudny rozruch, natomiast silnik rozgrzany zapalał mieszaninę gazową dość łatwo. Najlepszymi okazały się mieszanki zawierające od 5—7,5% eteru oznaczone w tablicy Nr. 2. Posiadają one wszystkie dobry rozruch i dają przy najwyższych obrotach stosunkowo najmniejsze zużycie. Mieszanki oznaczone Nr. 3, zawierające 15% eteru, zostały również odrzucone, gdyż dawały większe zużycie przy słabszych obrotach. Ponieważ eter jest niezbyt tanim (nie tańszym od mieszanki), więc dodawaliśmy jedynie ilości konieczne do poprawienia p. zapłonu, a więc i rozruchu (od 5—10%).

Silnik „Ford“ o mocy 14—22 KM. Karburator „Ford“ obciążenie ramienia hamulca = 6,5 kg.

| Symbol mieszanki | Ilość obrotów na min. | Zużycie mieszanki na godz. | Różnica w procentach | | |
|------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------|------------|--------|
| | | | w zużyciu | w obrotach | ogólna |
| Benzyna | 1240 | 9,35 | — | — | — |
| C—2 | 1270 | 9,45 | 0,9 | —2,5 | — 1,6 |
| D—2 | 1335 | 8,78 | —6,1 | —8,0 | —14,1 |

Wyniki niecisłe z tej przyczyny, że przy pędzeniu benzyną silnik nie był dotarty. Docierając się dawał coraz lepsze wyniki; stąd dla mieszanki C—2 wynik o 3,4% lepszy niż dla benzyny. Różnica na korzyść mieszanki D—2 wynosi aż 14%.

Próby na silniku „Renault“ I. o mocy 31 KM. Karburator „Zenith“.

Moc elektryczna wytworzona w prądnicę prądu stałego obracanej silnikiem, gubiona w oporniku elektrolitycznym.

Obciążenie ramienia o długości 1 m = 14 kg.

| Symbol mieszanki | Ilość obrotów na minutę, przekładnia 1,6 | Zużycie na 1 godzinę w litrach | Różnice w procentach przy użyciu mieszanki zamiast benzyny | | |
|------------------|--|--------------------------------|--|------------|--------|
| | | | w zużyciu | w obrotach | ogólne |
| Benzyna | 945 (dysza 1,10) | 13,3 | — | — | — |
| A—2 | 911 | 14,35 | 8,0 | 4,0 | 12,0 |

| Symbol mieszanki | Ilość obrotów na minutę, przekładnia 1,6 | Zużycie na 1 godzinę w litrach | Różnice w procentach przy użyciu mieszanki zamiast benzyny | | |
|-----------------------------|--|--------------------------------|--|------------|--------|
| | | | w zużyciu | w obrotach | ogólne |
| A-2 (3% naftaliny) | 909 | 14,30 | 7,8 | 4,2 | 12,0 |
| B-2 | 905 | 14,14 | 6,4 | 4,4 | 10,8 |
| C-2 | 909 | 14,45 | 8,6 | 4,0 | 12,6 |
| D-2 | 908 | 14,4 | 8,2 | 4,1 | 12,3 |
| E-2 | 906 | 14,3 | 7,3 | 4,4 | 11,8 |
| F-2 | 905 | 14,30 | 7,8 | 4,4 | 12,2 |
| G-2 | 910 | 14,30 | 7,6 | 3,9 | 11,5 |
| B-2 | 909 | 14,45 | 8,5 | 4,3 | 12,8 |
| 50% alkoholu i 50% C_6H_6 | 920 | 13,70 | 2,8 | 2,8 | 5,6 |
| 60% alkoholu i 40% benzolu | 902 | 13,75 | 3,6 | 5,2 | 8,8 |
| Monopolina | 912 (dysza 1,20) | 15,85 | 4,0 | 19,2 | 23,2 |

Silnik „Renault“ II. Próby na różnych obciążeniach.

Pełne obciążenie $P = 14 \text{ kg}$.

| | | | | | |
|----------------------|------|-------|------|-----|------|
| Benzyna (dysza 1,10) | 1018 | 13,8 | — | — | — |
| D-2 | 1015 | 17,4 | 25,9 | 0,3 | 26,2 |
| Lakbenzynowa | 1016 | 17,13 | 24,2 | 0,2 | 24,6 |
| Naf-1 | 1012 | 17,68 | 27,8 | 0,6 | 28,4 |
| Naf-2 | 1016 | 17,4 | 25,7 | 0,2 | 25,9 |
| Naf-3 | 1015 | 17,1 | 24,2 | 0,3 | 24,7 |

Obciążenie 0,75 $P = 10,5 \text{ kg}$.

| | | | | | |
|--------------|------|-------|------|-----|------|
| Benzyna | 1035 | 11,8 | — | — | — |
| D-2 | 1025 | 15,0 | 27,7 | 1,0 | 28,8 |
| L. benz. II. | 1030 | 14,55 | 24,0 | 0,5 | 24,5 |
| Naf-1 | 1028 | 15,4 | 30,5 | 0,7 | 31,2 |
| Naf-2 | 1030 | 15,15 | 28,3 | 0,5 | 28,8 |
| Naf-3 | 1017 | 14,20 | 20,5 | 1,8 | 22,3 |

Obciążenie 0,5 $P = 7 \text{ kg}$.

| | | | | | |
|---------|------|------|------|-----|------|
| Benzyna | 1035 | 9,64 | — | — | — |
| D-2 | 1032 | 11,8 | 22,6 | 0,3 | 22,9 |

| Symbol mieszanki | Ilość obrotów na minutę, przekładnia 1,6 | Zużycie na 1 godzinę w litrach | Różnice w procentach przy użyciu mieszanki zamiast benzyny | | |
|------------------|--|--------------------------------|--|------------|--------|
| | | | w zużyciu | w obrotach | ogólne |
| L. benz. II. | 1030 | 11,4 | 18,3 | 0,5 | 18,8 |
| Naf—1 | 1035 | 11,95 | 24,1 | — | 24,1 |
| Naf—2 | 1034 | 11,22 | 16,5 | — | 16,5 |
| Naf—3 | 1015 | 11,2 | 17,0 | 2,0 | 19,0 |

Obciążenie 0,25 $P = 3,5$ kg.

| | | | | | |
|--------------|------|------|------|------|------|
| Benzyna | 1035 | 7,47 | — | — | — |
| D—2 | 1040 | 9,66 | 29,6 | —0,5 | 29,1 |
| L. benz. II. | 1032 | 9,33 | 24,6 | 0,3 | 24,9 |
| Naf—1 | — | — | — | — | — |
| Naf—2 | 1035 | 9,10 | 21,4 | — | 21,4 |
| Naf—3 | 1023 | 8,95 | 19,9 | 1,2 | 21,1 |

Silnik „Dodge“. Moc silnika 22—30 KM. Karburator „Dodge“.

Pełne obciążenie $P = 14$ kg.

| | | | | | |
|---------|------|-------|--------|------|--------|
| Benzyna | 1526 | 17,2 | — | — | — |
| D—2 | 1538 | 16,2 | —6,15 | —1,0 | —7,15 |
| A—2 | 1534 | 15,48 | —10,35 | —0,5 | —10,85 |
| Naf—3 | 1528 | 15,55 | —10,0 | — | —10,0 |

Obciążenie 0,75 $P = 10,5$ kg.

| | | | | | |
|---------|------|------|-------|------|-------|
| Benzyna | 1530 | 12,7 | — | — | — |
| D—2 | 1545 | 12,2 | —4,15 | —1,0 | —5,15 |

Obciążenie 0,5 $P = 7,0$ kg.

| | | | | | |
|---------|------|------|------|------|------|
| Benzyna | 1540 | 9,72 | — | — | — |
| D—2 | 1567 | 9,77 | 0,72 | —0,8 | —0,0 |

Obciążenie 0,25 $P = 3,5$ kg.

| | | | | | |
|---------|------|------|------|-----|------|
| Benzyna | 1570 | 8,5 | — | — | — |
| D—2 | 1555 | 7,74 | —9,0 | 1,0 | —8,0 |

Silnik „Ford“. Moc 12—22 KM. Karburator „Ford“.

Pełne obciążenie $P = 6 \text{ kg}$.

| Symbol mieszanki | Ilość obrotów na minutę, przekładnia 1,6 | Zużycie na 1 godzinę w litrach | Różnice w procentach przy użyciu mieszanki zamiast benzyny | | |
|------------------|--|--------------------------------|--|------------|--------|
| | | | w zużyciu | w obrotach | ogólne |
| Benzyna | 1275 | 8,85 | — | — | — |
| D—2 | 1340 | 9,43 | 6,6 | —1,5 | 5,1 |
| Naf—3 | 1273 | 9,5 | 7,35 | — | 7,35 |
| Naf—5 | 1315 | 9,64 | 8,90 | —1,4 | 7,60 |

Obciążenie 0,666 $P = 4 \text{ kg}$.

| | | | | | |
|---------|------|------|-------|---|-------|
| Benzyna | 1343 | 9,0 | — | — | — |
| Naf—3 | 1340 | 7,89 | —12,1 | — | —12,1 |

Obciążenie 0,333 $P = 2 \text{ kg}$.

| | | | | | |
|---------|------|------|-------|-----|-------|
| Benzyna | 1412 | 6,2 | — | — | — |
| Naf—3 | 1395 | 5,87 | —5,35 | 1,2 | —4,15 |

Próby szosowe i raidowe.

Można je podzielić na dwie grupy:

1. Krótkodystansowe, dla których średnia długość drogi wynosiła od 10 do 22 *km*.

2. Długodystansowe, dla których długość drogi wahała się od 100 *km* do 1000 *km*.

Próby długodystansowe dały możliwość wypróbowania mieszanki pod względem nośności, elastyczności biegu, łatwości rozruchu, pokonywania wzniesień, grzania oraz zakapcania silnika i ogólnego bezpieczeństwa jazdy na długich dystansach. Nie dały one za to bezwzględnego porównania ilościowego zużycia mieszanki, a benzyny, gdyż droga odwrotna, podczas której pędzono silnik benzyną, posiadała zwykle inne warunki zarówno co do poziomu (np. raid z Warszawy do Zakopanego i zpowrotem), jak i warunków atmosferycznych.

W celu otrzymania dokładnych wyników porównawczych co do ilościowego zużycia, zrobione były próby na krótkich dystansach z niewielką ilością mieszanki i benzyny.

Paliwo wlewano albo do zasysacza próżniowego t. zw. mamki (Chrysler, Laurin i Klement, Dodge), albo do zbiornika, umieszczonego nad karburator.

torem (Citroën, Unic) w ilości ściśle wymierzonej (1,0 lub 1,2 litra) i uruchamiano silnik puszczając odrazu samochód w ruch. Po wypaleniu wszystkiej benzyny napełniano zbiornik tą samą ilością paliwa i wracano tą samą drogą. Ilość kilometrów przejechanych w obie strony to była średnia droga przejechana na 2,0—2,4 *l* benzyny. Następnie robiono z tego samego miejsca analogiczną próbę na mieszance. Ponieważ drogi przejechane były zupełnie identyczne (jednakowy spadek i stan szosy), zaś warunki atmosferyczne w tak krótkim czasie nie zmieniały się zupełnie, więc stosunek odwrotności przejechanych kilometrów da nam stosunek zużycia benzyny do mieszanki.

Próby takie wykazały, że ilościowe zużycie mieszanki jest albo równe, albo mniejsze, niż przy pędzeniu benzyną.

Niżej podajemy wyniki z raidów krótko- i długodystansowych.

Wyniki z raidów.

a) długodystansowych.

| Marka samochodu | Miejscowość | Kilometr. | Zużycie benzyny w litr. na 100 <i>km</i> | Zużycie mieszanki w litr. na 100 <i>km</i> |
|-----------------|---|-----------|--|--|
| CWS. | Warszawa — Kartuzy — Puck — Gdynia — Wejherowo — Grudziądz — Chełmża — Rypin — Sierpce | 1070 | — | 23,5 |
| Ford. | Warszawa — Kielce — Zakopane — Morskie Oko — Nowy Targ — Lipnica — Chabówka — Kraków — Jedlińsk (samochód b. obciążony i ciężkie warunki terenowe) | 840 | — | 20,0 |
| CWS. | Warszawa — Kielce — Pińczów — Jędrzejów — Kraków — Zakopane — Morskie Oko — Jędrzejów — Kielce | 730 | — | 21,8 |
| CWS. | Warszawa — Noworadomsk — Warszawa | 400 | — | 23,0 |
| Minerwa | Warszawa — Wyszaków — Ostrów Łomżyński | 105 | — | 18,0 |
| | Ostrów Łomżyński — Warszawa | 105 | 19,0 | — |