

isothermic process is not yet sufficiently well worked out to be applied in this case. In another method (formerly called method A) one observes the changes of the temperature of the block in comparison with the constant temperature of the thermostat. In this method the temperature of the block depends not only upon the heat emission but also upon the construction of the calorimeter (constant K). Thus, the intensity of the heat emission in a given moment which is very sensitive to temperature, in this case is considerably influenced by the construction of the apparatus. For the total heat, however, which is finally obtained these influences do not play any role. The last and the most frequently used adiabatic method is the method based on keeping equal the temperature of the block and that of the thermostat. The temperature of the block, however, in this case changes also, but it depends only upon the heat effect, evolved in the investigated process. The total heat and the dependence of the intensity of the heat emission upon the time are here determined by the heat effect itself.

The heat emission was investigated by the both last methods for duralumin blocks quenched from 450°C and 510°C, the ageing beginning at about 20°C. or 26°C. Fig. 1 represents the rise of the temperature of the blocks in case of the adiabatic method. Fig. 2 gives the diagram of intensity of the heat emission as calculated by means of formulae (2) and (1) of our former publication for both methods of measurement for blocks quenched from 510°C. In this figure a very pronounced influence of the small temperature difference of about 6° upon the intensity of the emission can be noticed. After having obtained in the usual way the approximating curves corresponding to the formula (3) one can draw the diagram of the heat emitted as a function of time. This is shown in the figure 3, the total heat being about 1.85 cal per gram.

Similar measurements have been carried out for blocks quenched from 450°, the corresponding curves being given in fig. 1 (dotted lines), 4 and 5. For the total heat one obtains the value 1.20 ± 0.05 cal per gram. The fact that the total heat measured by different methods and for ageing at different temperatures depends only upon the temperature of the quenching, the differences for the various methods lying within the limits of the experimental error should be emphasised. In the table the different numerical values obtained in our measurements are given. Slightly too

large value (1.85) in the case 3 is due to unusually intensive heat emission of the block which made the discrepancies between the temperatures of the block and of the thermostat greater than the usual $\pm 0.002^\circ$. As it may be observed the intensity of the heat emission is greatly influenced by the temperature, the whole process being markedly accelerated even by a small raise of temperature. Then decline of the emission is also much quicker. The general aspect of these effects seems to support the conception according to which the diffusion plays the main role in the ageing at room temperature.

Explanation of the figures and table.

Fig. 1. The temperature of the block as a function of time in adiabatic method; block quenched from 510°C (full lines) and from 450°C (dotted lines).

Fig. 2. The intensity of heat emission of the block quenched from 510°C, Curve I—method A, initial temperature 22°C. Curve II—adiabatic method, initial temperature 20.2°C. Curve III—adiabatic method, initial temperature 26.0°C.

Fig. 3. Heat emitted as a function of time for the block quenched from 510°C.

Fig. 4. The same as figure 2, but for quenching from 450°C and initial temperatures: 20.5°C; 20.4°C and 26.0°C. respectively.

Fig. 5. The same as fig. 3 but for quenching from 450°C.

Table: Second column—temperature of quenching.

Third	„	—initial temperature.
Forth	„	—method of measurement.
Fifth	„	—time (τ_m) corresponding to the maximum of the intensity of the heat emission.
Sixth	„	—maximal increase of temperature per hour.
Seventh	„	—total heat in calories per gram.
Eighth	„	—two constants of the empirical formula (3) of the former publication.

Warszawa 1937.

Chemical Research Institute, Department of Metallurgy and Institute of Metallurgy and Metallography, Warsaw Polytechnic.

Prof. Dr Tadeusz Urbański.

ZAGADNIENIE PALIWA CIEKŁEGO NA TLE II-GO ŚWIATOWEGO KONGRESU NAFTOWEGO W PARYŻU (14—19 CZERWCA 1937 R.)¹⁾

Les combustibles liquides. II. Congrès International du Pétrole à Paris 14—19 juin 1937.
Nadeszło 24 Stycznia 1938

W końcu czerwca 1937 r. odbył się w Paryżu II. Światowy Kongres Naftowy, w którym miałem możność wziąć udział w związku z referowaniem swej pracy O nitrowaniu

¹⁾ Odczyt wygłoszony na posiedzeniu Polskiego Towarzystwa Chemicznego i Towarzystwa Wojskowo-Technicznego dnia 16 grudnia 1937.

węglowodorów parafinowych dwutlenkiem azotu, wykonanej wspólnie z inż. Słoniem.

Zjazd był wyjątkowo liczny: brało w nim udział blisko 1500 uczestników, którzy zgłosili ok. 400 referatów²⁾.

²⁾ Sprawozdanie ogólne z Kongresu podał Prof. Dr S. Pilat: Przegląd chem. 1.313 (1937).

Polska była reprezentowana bardzo okazale. Na czele delegacji stał prof. Dr P i l a t jako jej przewodniczący. Delegacja polska była wyróżniona przez powołanie prof. P i l a t a na jednego z 12 wiceprzewodniczących Kongresu. Nie potrzebuje dodawać że do objęcia godności wiceprzewodniczących powołano wyłącznie najwybitniejszych naukowców.

Na Kongresie szeroko były reprezentowane działy, omawiające zagadnienia paliwa ciekłego, a więc prace w dziedzinie spalania się i wybuchów mieszanek gazowych, również zagadnienia chemiczno-technologiczne otrzymywania paliwa ciekłego.

Obydwe te dziedziny: technologiczna—przyrządzania paliwa i fizyko-chemiczna—zastosowania, tworzą pewną całość olbrzymiego już obecnie zagadnienia: paliwa ciekłego, tym bardziej ważnego, że na nim opiera się cała wszechświatna dziś motoryzacja.

Oczywiście tak wielkie zagadnienie nie mogło być całkowicie wyczerpane w referatach jednego Kongresu. Nie mniej referaty te tworzyły pewną całość, którą będę usiłował tu przedstawić.

Statystyka.

Wielką liczbę referatów poświęcono stronie ekonomicznej zagadnienia i statystyce. Zagadnienia te były rozpatrywane przede wszystkim pod kątem widzenia obawy wyczerpywania się światowych złóż naftowych i obliczeń ilości ropy, jaka będzie potrzebna w niedalekiej przyszłości.

Bardzo ciekawą statystykę, opracowaną przez Ligę Narodów przytoczył F. R y u s s e n. W sprawozdaniach Ligi Narodów w r. 1931 ropa naftowa była umieszczona razem z paliwem. Poświęcono jej zaledwie kilkanaście wierszy. W r. 1933 ropie naftowej poświęcono specjalny rozdział który szczególnie powiększył się w r. 1934 przy czym odnotowano zwiększenie zastosowania statków motorowych, a w r. 1935 wprowadzenie w życie produkcji węglowodorów naftowych z węgla kamiennego. W r. 1936 odnotowano olbrzymi wzrost liczby pojazdów mechanicznych, szczególnie samochodów turystycznych (np. we Francji z 885 000 w r. 1929 liczba ta wzrosła do 1 713 000 w r. 1935).

Wydatne zwiększenie produkcji naftowej w czasie od 1920 do 1929 r. (o 100%) tłumaczy się częściowo odkryciem nowych kopalni i nowych sposobów przerobu (kraking zwiększył o 50% ilość wydobywanej benzyny).

Produkcja i zużycie światowe (w milionach beczek) materiałów pędnych, smarów i t. p. wynosi:

	produkcja	zużycie	nadwyżka produkcji
1931	1 432	1 417	15
1935	1 691	1 593	98
	(225 543 000 ton)		

O' R o u r k e (U. S. A.) zadaje sobie pytanie, czy zapasów ropy wystarczy na długo do pokrycia coraz wzrastającego zapotrzebowania na benzynę.

Według obliczeń American Petroleum Institute za 25 lat Stany Zjednoczone będą potrzebowały powyżej miliarda beczek ropy naftowej rocznie.

Oto dane statystyczne:

	silników	produkcja ropy
1900	8 000	63 000 000 beczek
1920	9 000 000	443 000 000 „
1925	20 000 000	763 000 000 „
1930	26 500 000	898 000 000 „

Według obliczeń:

1940	29 200 000	1 099 000 000 „
1950	33 900 000	1 110 000 000 „
1960	37 100 000	1 070 000 000 „

Stany Zjednoczone utrzymują w rezerwie w składach 545 000 000 beczek, czyli ilość potrzebną obecnie na 6 miesięcy.

Autor uważa, że zapotrzebowanie to można będzie pokryć przez zastosowanie najlepszych sposobów przerobu ropy (np. kraking i uwodornienie), przez wydobywanie gazu ziemnego oraz rozmaite udoskonalone metody wydobywania ropy.

Poszukiwania geologiczne.

Intensywne poszukiwania nowych źródeł ropy naftowej prowadzą nie tylko kraje, które już posiadają ropę naftową, jak Stany Zjednoczone, różne kraje Ameryki Południowej, Kanada, Indie Holenderskie, Polska i inne, lecz również kraje w których ropy jeszcze nie znaleziono.

Godne zanotowania są prace wykonywane w Niemczech. Według referatu prof. A. B e n t z a z Berlina, rząd niemiecki od r. 1934 popiera prace poszukiwawcze udzielając kredytu, który podlega zwrotowi, w razie możliwości eksploatacji szybu.

Przez trzy lata (1934—1937) wywiercono ogółem 200 szybów (ogólna głębokość 166 000 m). Znaleziono tą drogą 9 nowych terenów naftowych, a mianowicie: 5—w Hannoverze-Brunświku, 1—w Schleswig-Holsztynie a 3—w dolinie Renu.

Podobnie rozszerza się wydobywanie ropy naftowej w Austrii.

Francja poszukuje ropy naftowej w okolicach Pirenejów oraz w Wogezach, w których istnieją źródła gazu ziemnego.

Poza tym francuzi prowadzą badania geologiczne w Kolonjach: Maroku, Tunisie (w Tunisie znaleziono w r. 1936 obfite źródło mokrego gazu ziemnego) i Afryce Podzwrotnikowej, w której ostatnio znaleziono złoża naftowe.

Poszukiwania ropy naftowej prowadzone są również w Anglii i Australii.

Nowoczesne metody otrzymywania benzyny z ropy.

Niezależnie od poszukiwań geologów, chemicy kierują swe wysiłki przede wszystkim ku racjonalizacji metod przerobu ropy naftowej. Rozpocznę tu od powołania się na dane, które przytoczył wybitny chemik rosyjski prof. I p a t i e w, pracujący obecnie w Stanach Zjednoczonych Am. Półn. w Universal Oil Products Co.

Stany Zjednoczone szeroko stosują metody krakingowe, których celem jest otrzymywanie benzyny z produktów ciężkich. Wprowadzenie w życie metod krakingowych było koniecznością, wobec olbrzymiego i wciąż wzrastającego zapotrzebowania na benzynę. W chwili obecnej 50% całej benzyny, wytwarzanej w Stanach Zjednoczonych wytwarza się właśnie metodą krakingową, przy czym jakość tej benzyny jest wysoka—własności przeciwstukowe są lepsze, niż zwykłej benzyny destylacyjnej.

Przy stosowaniu krakingu wytwarza się zarazem poważną ilość gazów, które zawierają znaczne ilości (przeciętnie 16%) olefin. Stany Zjednoczone produkują rocznie 300 000 000 000 stóp sześciennych gazu, zawierającego

50 000 000 000 stóp sześciennych olefin. Powstało zagadnienie wykorzystania gazu z krakingu, a nadewszystko olefin do przeróbki na benzynę.

Jak wiadomo olefiny podlegają łatwo reakcjom, szczególnie polimeryzacji. Stany Zjednoczone stosują tę właśnie metodę przerobu olefin. Otrzymują jednak drogą polimeryzacji termicznej mieszaninę: naftenów, węglowodorów aromatycznych i parafinowych i wysokocząsteczkowych olefin. Mieszanka ta ma skład zmienny.

Badania Ipatiewa polegają na opracowaniu kontaktowych metod przerobu olefin. Zastosowanie kontaktów, dobranych w sposób odpowiedni, umożliwia przerób olefin w dowolnie obranym kierunku.

Następujący opis Ipatiewa pozwoli zorientować się w przewadze metod kontaktowych.

Węglowodory mogą podlegać następującym reakcjom: izomeryzacja, cyklizacja, polimeryzacja, depolimeryzacja uwodornienie.

Reakcji tych można dokonywać sposobami albo termicznymi, albo też kontaktowymi. Zależnie od rodzaju kontaktu możemy kierować reakcję w dowolny sposób. Naprzykład:

a) Alkohol etylowy w 500° podlega pirolizie na H_2 , CO , aldehydy, CH_4 , itp.

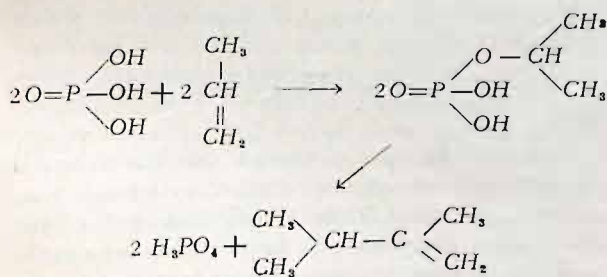
b) W obecności pewnych metali lub ich tlenków możemy dokonać selekcji tych reakcji, prowadząc ich bieg w dowolnym kierunku.

Tak więc pewne metale (Zn , Fe , $Cu+Zn$) dają aldehydy, tlenek glinu—etylen, glin—dwuolefiny.

Olefiny pochodzące z krakingu można spolimeryzować pod ciśnieniem w wysokiej temperaturze. Metodę tę stosuje się właśnie w Stanach Zjednoczonych. Daje ona produkt (benzynę) stanowiącą mieszaninę różnych substancji.

Obecność kwasu fosforowego jako katalizatora, w 200—230° przy 10—15 atm wywołuje natomiast powstawanie benzyny o bardzo wysokiej liczbie oktanowej (ok. 100). Składa się ona przeważnie z wysokocząsteczkowych olefin. Propen daje tu np. dwu-, trój- i cztero-propen.

Oto schemat reakcji według Ipatiewa:



Podobne reakcje można wykonywać łącząc albo dwie jednakowe cząsteczki węglowodorów, albo dwie rozmaite cząsteczki.

Tą drogą możnaby było przerobić olefiny z gazów krakingowych U. S. A. rocznie na 1 000 000 000 galonów wysokooktanowej benzyny, o liczbie oktanowej 81.

Ilość ta jest bardzo duża jeżeli weźmiemy pod uwagę, że całkowita produkcja benzyny z destylacji i krakingu wynosiła w r. 1936 w U. S. A. 20 000 000 000 galonów o liczbie oktanowej 65.

Pozostałe gazy niespolimeryzowane—przeważnie parafiny—można następnie poddać kontaktowemu odwodornieniu i otrzymać tą drogą olefiny, które dalej nadają się do polimeryzacji.

Katalityczne metody nie ograniczają się jednak do otrzymywania benzyny: polimeryzacja może posunąć się dalej i może prowadzić do olejów smarowych o dużej lepkości.

Paliwo syntetyczne.

Poszukiwania nowych źródeł ropy i zastosowanie udoskonalonych metod jej przerobu—metod wybitnie chemicznych—nie może oczywiście wyczerpać całkowicie zagadnienia przeciwdziałania brakom ropy. W latach ostatnich wyłoniło się wielkie zagadnienie wytwarzania paliwa syntetycznego z węgla kamiennego i brunatnego. Zagadnieniu temu, jako jednemu z najciekawszych problemów poświęcono jedno posiedzenie specjalne.

Posiedzenie zajął ogólnym referatem *O syntetycznych materiałach pędnych i olejach* Dr. M. Pier, Szef Oddziału Badawczego Wysokich Ciśnień I. G. Farbenindustrie w Ludwigshafen.

Metody katalitycznego uwodornienia pod ciśnieniem stosują w wielkiej skali Niemcy i Anglia do węgla brunatnego i kamiennego, Stany Zjednoczone zaś do olejów. W budowie są fabryki we Włoszech.

Metoda syntezy benzyny według Fischera i Tropscha stosowana jest w Niemczech; w budowie jest odpowiednia instalacja we Francji.

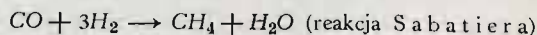
Z pośród węglowodorów naftowych są znane: benzyna, olej gazowy i nafta, oleje smarne, parafina, oleje do spalania. Zawartość wodoru jest rozmaita. Dla wartościowych produktów leży w granicach 14—18 g H na 100 g węglowodoru.

Zazwyczaj olej gazowy i oleje smarne są tym bardziej wartościowe im większa jest w nich zawartość wodoru. Wobec tego benzyna tym mniej wymaga rafinowania, im więcej zawiera wodoru. Jednak własności pędne są od zawartości wodoru zależne w ten sposób, że są tym lepsze im wyższa jest zawartość węglowodorów ubogich w wodor, więc np. aromatycznych, naftenów i olefin. W produktach parafinowych polepszenie tych własności zachodzi w miarę rozgałęzienia łańcuchów.

Paliwu ciekłemu stawiane są co raz większe wymagania. Gdy więc dawniej wymagano od benzyny samochodowej liczby oktanowej ok. 60, to obecnie wymaga się liczby wyższej. Podobne wymagania stawia się paliwu lotniczemu.

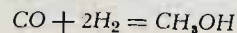
Oleje maszynowe, odpowiadające wysokim wymaganiom wydobywa się również z węglowodorów bogatych w wodor. Można je otrzymać bezpośrednio z węgla a szczególnie węgla brunatnego lub jego smoły, drogą katalitycznego uwodornienia.

Pierwsze prace technologiczne nad uwodornieniem CO na metan pod ciśnieniem:



wykonano już przed wojną.

Od r. 1923 wykonano na skalę techniczną syntezę metanolu w sposób podobny:



W tym samym czasie Franz Fischer opracował w Mühlheim metodę otrzymywania pod ciśnieniem syntetycznego oleju.

A) W 1925 r. Fischer i Tropsch opracowali metodę otrzymywania z gazu wodnego ciekłych węglowodorów pod ciśnieniem atmosferycznym w obecności kontaktu.

Reakcja odbywa się w 200°. Gazy oczyszcza się od substancji zatrzymujących kontakt—przede wszystkim od

siarki. Substancję wyjściową, np. koks, utlenia się naprzód parą wodną na CO. Otrzymany gaz wodny zawiera CO i H_2 w stosunku 1:2. Reakcja tworzenia się węglowodoru zachodzi z wydzielaniem ciepła. Część ciepła reakcji zużywa się na wytworzenie pary wodnej.

Otrzymuje się produkty o charakterze parafinowo-olefinowym z przewagą łańcuchów prostych (normalnych), odznaczające się wysokim stopniem czystości. Ciekła część produktów składa się z benzyny. Olej gazowy syntetyczny zawiera parafinę.

Cechą metody Fischera—Tropscha jest to, że wychodząc z różnych surowców węglowych otrzymujemy jeden i ten sam produkt przejściowy — gaz wodny — z którego wytwarza się jeden i ten sam produkt ostateczny (przy zachowaniu jednakowych warunków pracy).

B) Opierając się na badaniach Bergiusa z r. 1913, w których wykazał on możliwość przyłączenia wodoru pod ciśnieniem przez węgiel, I. G. Farbenindustrie zaczęła z początkiem r. 1925 stosowanie tej metody przy użyciu kontaktu odpornego na zatrucie.

Katalityczne uwodornienie pod ciśnieniem pozwala na otrzymanie wszelkich produktów węglowodorowych przy małym zużyciu surowca: węgla kamiennego, brunatnego lub asfaltu.

Stosowanie nadmiaru wodoru zapobiega powstawaniu węglowodorów ubogich w wodór.

Celowe jest przejście węgla lub oleju ciężkiego w benzynę w dwóch etapach. W stadium I. przerabia się nieczyste surowce w ten sposób, że otrzymuje się olej średni z pomocą katalizatora ciekłego; olej średni w etapie II. przerabia się następnie ze stałym kontaktem w gotowy produkt (benzynę). To stadium II. wyróżnia się wielką wydajnością i wysokim działaniem rafinacyjnym, dzięki dużemu stężeniu kontaktu.

Silnie działający kontakt daje benzynę o dobrej liczbie oktanowej.

W chwili obecnej opracowuje się metodę stosowania stałego kontaktu w stadium I. reakcji.

Katalityczne uwodornienie pod ciśnieniem można również zastosować do udoskonalenia benzyny otrzymywanej np. przy metodach krakingowych. Tak więc ostatnio udało się przez kraking oleju gazowego w obecności kontaktu otrzymać benzynę o wysokiej liczbie oktanowej z lepszą niż przy zwykłych krakingowych metodach wydajnością.

Ten sam autor—Dr. M. Pier—podał referat O kontakcie do uwodornienia ciśnieniowego.

Masa kontaktowa w kawałkach jest znacznie skuteczniejsza niż silnie rozdrobiona (stosowana dawniej). Kontakt pracuje w temperaturze 400—500° i ciśnieniu 200 atm.

Oto kilka przykładów, w których podaje własności paliwa ciekłego, otrzymywanego z różnych surowców i w rozmaitych warunkach.

Benzyna ze smoly koksowniczej.

	Przed uwodornieniem	Po I stadium uwodornienia	Po II stad. uwodornienia
Cieężar właściwy .	1,045	0,980	0,855
Temp. wrzenia .	200-325	195-325	185-295
Zawartość fenoli %	8	5	0,1
„ siarki %	0,5	0,2	0,05
Liczba anilinowa	-30	-15	40

Benzyna z węgla kamiennego

przy użyciu różnych kontaktów w rozmaitej temperaturze

	I kontakt silnie uwodarniający	II mieszana kilku kontaktów	III
Cieężar właściwy .	0,731	0,745	0,808
Skład: zawartość			
% parafin . .	50	37	11
% naftenów .	45	52	39
% węglowodorów aromat.	4	10	48
% olefin . .	1	1	2
Liczba oktanowa	68	76	85

Widoczna jest tu możliwość prowadzenia reakcji przez odpowiedni dobór kontaktów, w dowolnym kierunku, a więc ku tworzeniu głównie węglowodorów parafinowych, czy naftenowych, czy też aromatycznych.

Wpływ ciśnienia na rodzaj otrzymywanego paliwa podaje następująca tablica:

Ciśnienie:	250 atm.		600 atm.
Kontakt:	slabo uwodarniający	silnie uwodarniający	
Cieężar właściwy . .	0,888	0,856	0,829
Temp. wrzenia . . .	190-305	196-300	196-215
Zawartość fenoli % .	0,2	0,1	ślady
„ siarki % .	0,03	0,02	0,01
Liczba anilinowa . .	25	47	65

Uwodornienie smoly pierwotnej z węgla brunatnego:

	Przed uwodornieniem	Po uwodornieniu
Cieężar właściwy	0,918	0,828
Temp. wrzenia:		
destyluje % do 200° . .	0	11,2
„ % „ 350° . .	51,2	63,1
pozostaje % ponad 350° .	47,8	35,6
Zawartość fenoli % . . .	7	0,2
Liczba anilinowa	8	56

Na temat uwodornienia znajdujemy też szereg referatów innych autorów.

Tak więc King i Cawley przedstawiają wyniki prac nad uwodornieniem smoly i olejów, wykonanych w angielskiej Fuel Research Station. Uwodornienie smoly odbywa się również w dwóch stadiach. Kontakt składa się z tlenku molibdenu (w postaci ziarnistej). Jest on bardziej czynny niż kontakt z Al_2O_3 . Autor opisuje aparaturę półfabryczną do przeróbki 900—1800 kg smoly lub oleju na godzinę.

O uwodornieniu pozostałości z krakingu i otrzymywaniu tą drogą benzyny lotniczej referował J. C. Vlugter z Amsterdamu. Autor przedstawia wyniki uzyskane w Laboratorium firmy Royal Dutch Shell na aparaturze półfabrycznej. Uwodornienia pozostałości z ropy dokonywuje się pod ciśnieniem w dwu etapach. W pierwszym etapie otrzymuje się olej gazowy, a prócz tego niewielkie ilości gazu i pozostałości jako produkt uboczny. Uwodornienie odbywa się tu w fazie ciekłej w obecności kontaktu silnie rozproszonego, domieszanego w ilości ok. 0,02%. Ciśnienie wynosi 270 kg, temperatura 470—475°. W projekcie są doświadczenia nad kontaktem w większych kawałkach. Utworzony olej

gazowy podlega następnie uwodornieniu drogą przepuszczania go w fazie gazowej nad kontaktem (etap II). Tutaj reakcja przebiega w ok. 400° przy 200 kg ciśnienia.

Uzyskano następujące wyniki praktyczne: z pozostałości krakingowej ropy z Iraku otrzymano 80% wag. (100% obj.) benzyny o liczbie oktanowej 66—69, albo 75% wag. (104% obj.) benzyny lotniczej (l. okt. 70). Po dodaniu czteroetylku Pb l. okt. wynosiła 85. Autorzy podają schematy urządzeń do uwodorniania.

Podobny temat—mianowicie uwodornienie pierwotnej smoly węglowej omawiał Shingo Ando (Japonia). Uwodornienie tej smoly pod ciśnieniem w obecności kontaktu, zawierającego molibden wykonywano w autoklawie pojemności 5 l.

C. L. Brown i E. J. Gohr ze *Standard Oil Development Co* zgłosili dwa referaty.

W jednym z nich omawiają uwodornienie olefin, głównie dwuizobutenu, wykonywane od roku w fabryce w Baton-Rouge. Stosując ciśnienie 200 kg otrzymują izo-oktan, stanowiący jedno z najlepszych paliw o słabej własności detonacyjnej.

W innym referacie autorzy opisują uwodornienie w względnie niskiej temperaturze, w obecności nowego kontaktu umożliwiającego uwodornienie selektywne i osiągnięcie przy domieszce czteroetylku ołowiu liczby oktanowej nadzwyczaj wysokiej—ok. 100. Poprzednia metoda polegała na uwodornieniu bez kontaktu, lecz w wysokiej temperaturze. Otrzymywano wtedy paliwo głównie aromatyczne lub hydroaromatyczne o liczbie oktanowej 81—87. Paliwo to dodaje się do benzyny naturalnej.

O uwodornieniu gazoliny w krakowaniu referowali Kosuke Udo i Haruki Fujimoto.

Interesujące referaty o uwodornieniu węglowodorów bez kontaktu zgłosił Andrée Leopold. Wydajność zależy od ciśnienia, temperatury i stosunku węglowodoru do wodoru.

Prof. Candea i Marschall przedstawili referat o doświadczeniach nad uwodornieniem ropy naftowej rumuńskiej. Doświadczenie autorzy wykonali w autoklawie, z MoS_3 jako substancją kontaktową. Jak się okazuje, przebieg uwodornienia zależy nie tylko od ciśnienia i temperatury, ale również od rodzaju węglowodoru, przeznaczonego do uwodornienia. Najlepsze warunki w obecności MoS_3 autorzy ustalili na 300—350° i 200—300 atm. W tych warunkach po jednej godzinie reakcji otrzymuje się benzynę (150°) z wydajnością 50%. Przy tym zawartość węglowodorów aromatycznych i naftenów wzrasta, zaś olefin zmniejsza się. Tą drogą niskowartościowe frakcje można przeprowadzić w wysokowartościową benzynę oraz gaz.

Paliwo „zastępcze”.

Dotychczas była mowa o metodach wytwarzania paliwa w krajach posiadających ropę naftową bądź też węgiel kamienny, albo brunatny. Jak radzą sobie kraje, które nie posiadają tych surowców, lub posiadają je w ilości niedostatecznej, albo nawet znikomej? Zagadnieniem tym zajmuje się na terenie międzynarodowym stały komitet: *Comité International Permanent du Carbone Carburant* (skrót. C. I. P. C. C.), powołany przez kraje pozbawione źródeł ropy naftowej. Przykładem takiego kraju mogą być Włochy.

Obszerny referat o paliwie zastępczym we Włoszech

przedstawił S. de Capitani di Vimercale. Zobrazował on na wstępie prace organizacyjne na terenie międzynarodowym. Znamienne są słowa, którymi autor rozpoczyna swój referat: „Stały Komitet Międzynarodowy Paliwa powstał na tle dążeń krajów pozbawionych źródeł naftowych do uniezależnienia się w zaopatrzeniu w paliwo, nawet w razie wojny. Doświadczenie zdobyte w czasie wielkiej wojny europejskiej wskazało na konieczność przygotowywania już w czasie pokoju takiej organizacji technicznej, która mogłaby w razie wojny zużytkować wszystkie krajowe źródła paliwa stałego, ciekłego i gazowego”. Ze szczerością rzadko spotykaną na terenie międzynarodowym mówi tu autor o przygotowaniach międzynarodowych, pod kątem widzenia wojennym. Stały Komitet o którym mowa, powstał na skutek uchwały I. Międzynarodowego Kongresu Paliwa, który odbył się w Brukseli w r. 1930. W Kongresie tym brali udział przedstawiciele 38 narodów. W czasie obrad uchwalono kontynuowanie prac przez stworzenie stałego Komitetu, który byłby łącznikiem prac, dokonanych w różnych krajach.

II. Kongres odbył się w Mediolanie w r. 1932 z udziałem 27 narodów, III.—w Rzymie we wrześniu 1937 r. Poza Kongresami odbywają się roczne posiedzenia Komitetu.

W pracach swych Komitet Paliwa utrzymuje ścisłą łączność ze stałym Komitetem Międzynarodowym Drewna. Komitet ten, z siedzibą w Wiedniu, zajmuje się racjonalizacją zużycia drewna pod różnymi postaciami. Wreszcie ostatnio Komitet Paliwa nawiązał łączność z różnymi Instytucjami Naftowymi.

Autor przytacza dalej prawo włoskie z 21. X. 1936, które daje definicję „paliwa narodowego”. Mogą to być:

- produkty pochodzące z lupków bitumicznych, lignitu, torfu itd. przez destylację lub uwodornienie, albo też z ropy naftowej, pochodzącej z koncesji włoskiej w Albanii, albo z krakingu lub uwodornienia olejów, pochodzących z roślin uprawianych we Włoszech i ich koloniach.
- węglowodory aromatyczne z węgla krajowego, lignitu lub torfu.
- węglowodory syntetyczne z surowców krajowych,
- mieszaniny powyższych substancji,
- gazy palne naturalne lub sztuczne, z wyjątkiem gazu miejskiego i acetyleny,
- drewno i inne produkty roślinne, węgiel drzewny, półkoks z węgla brunatnego.

Zastosowanie tych rodzajów paliwa jest następujące:

Do silników Diesla stosuje się olej ciężki z wapniaków bitumicznych Sycylii albo mieszaninę alkoholu etylowego z olejem rycynowym. Szeroko stosuje się również gaz generatorowy, otrzymywany z drewna lub węgla drzewnego.

Złóża wapniaków bitumicznych w Sycylii są, praktycznie biorąc, niewyczerpalne—obliczają je na 500 miliardów ton. Przy zawartości 5% asfaltu będzie go 25 miliardów ton. Poza tym są złoża w Raguzie, Abruzzach i Lacjum.

Włochy budują dwie fabryki do uwodorniania w Livorno i Bari, obliczone na 120 000 t benzyny każda. Służyć mają do uwodornienia ropy i produktów krakingowych, jak również węgla kamiennego i brunatnego, celem otrzymania: benzyny, olejów ciężkich, parafiny i smarów.

Ostatecznie autor oblicza pokrycie całkowite zapotrzebowania rocznego 600 000 ton paliwa w sposób następujący:

- 1) 390 000 ton olejów mineralnych: (100 000 t z wapieniaków bitumicznych, 170 000 t z krajowego węgla brunatnego (przez destylację i uwodornienie), 120 000 t z ropy naftowej Albanii),
 - 2) 106 000 t alkoholu (etylowego i metylowego),
 - 3) 12 000 t benzyny z sztyków naftowych,
 - 4) 12 000 t benzyny zastępuje się gazami ziemnymi,
 - 5) 85 000 t benzyny zastępuje się paliwem stałym,
 - 6) 6 000 t benzenu,
- 611 000 t.

Program ten będzie wykonany w r. 1938. Obecnie (1937) 20% tej ilości sprowadza się z zagranicy.

Interesujący referat o zastosowaniu alkoholu metylowego, jako paliwa ciekłego zgłosił prof. Wilke z Mannheimu. Obecnie w Niemczech stosuje się metanol jako domieszkę w ilości 5% do mieszanek pędnych, np. mieszanek benzolowo-benzynowych. Zawartość metanolu w tych mieszanekach jest jednak niedostateczna aby uwzględnić walory metanolu, które są bardzo istotne. Występują te zalety dopiero w mieszanekach bogatszych w metanol lub przy czystym metanolu. Największą zaletą są własności przeciwstukowe. Liczba oktanowa wyższa niż u benzenu i alkoholu etylowego—równa jest 135. Również inne badania w silnikach wskazują na duże zalety metanolu. Referat nie podaje strony ekonomicznej zagadnienia.

Zastosowanie paliwa ciekłego (i gazowego) w silnikach.

Wyróżniały się tu trzy referaty: dwa z nich (referat Prettre'a i Laffitte'a) miały charakter czysto teoretyczny i przedstawiały najnowsze doświadczenia z dziedziny spalania się i detonacji mieszanek zgazowych.

Trzeci referat—Boyd, Withrowa i Rassweilera ma charakter bardziej praktyczny.

Prettre (Sorbonna) omówił zjawisko utlenienia węglowodorów w silnikach spalinowych i znaczenie tego zjawiska do zrozumienia detonacji. Autor wykazuje ścisły związek między detonacją a reakcjami utlenienia. Autor bada obecnie ilościowo zagadnienie kinetyki utlenienia, znajdując nowe prawidłowości, dotychczas nieznanne, a więc: wpływ przyspieszający obecności gazu obojętnego (azotu, argonu) oraz wpływ ścianek naczyń. Czynniki te należy uwzględnić przy badaniu zjawiska detonacji.

Drugim referatem teoretycznym w dziedzinie wybuchu mieszanek gazowych był referat Laffitte'a (Nancy) który szczegółowo omawia wyniki swych badań nad granicami palności i zdolności detonowania mieszanek gazowych. Granice zapalności mieszanek gazowych były badane po raz pierwszy przez Le Chateliera już w 1883 r. Genialny ten chemik stworzył wówczas podstawy współczesnej nauki o wybuchach mieszanek gazowych i warunkach powstawania w nich t. zw. „fali detonacji”. Ustalił on możliwość reakcji spalania się mieszanek wybuchowych gazowych w trójaki sposób. Może więc tu być:

- 1° Spalenie zwykłe, termiczne, czyli t. zw. deflagracja, przy której szybkość liniowa postępowania płomienia nie przekracza kilku m/sek.
- 2° Detonacja, spalanie wybuchowe, przy którym występuje obecność fali detonacji o szybkości liniowej stałej, rzędu 2000 m/sek.

3° Możliwy jest również przypadek pośredni: Eksplozja o zmiennej szybkości postępowania płomienia od kilku do kilkuset m/sek.

Granice deflagracji, t. j. granice składu mieszanek, poza którymi palenie się nie jest możliwe badał już Le Chatelier, dając wykres zapalności mieszanek metanu z powietrzem. Dalsze prace w tej dziedzinie wykonali autorzy angielscy, początkowo z Dixonem a następnie Bonem na czele (np. Wheeler, Campbell).

Równocześnie wielu autorów (Berthelot, Le Chatelier, Dixon) określało granice zdolności detonowania mieszanek gazowych, stwierdzając, że granice detonacyjności nie odpowiadają granicom palności mieszanek.

Ostatnio Paymann i Walls (1923) stwierdzili, że granice te w przypadku mieszanin metanu z tlenem odpowiadają zawartości:

11,1% CH_4 —1678 m/sek.
53,3% —2838 „

podczas gdy granice palności (deflagracji) są szersze: ok 6,0% i ok. 59%.

Laffitte zbadał zależność prędkości detonacji kilku mieszanek gazowych od ich składu. Stwierdził on istnienie krzywej, wyrażającej się stromym zarysem w pobliżu składu granicznego. W pobliżu tych granic istnieje zarazem wyraźna nieciągłość, polegająca na tym, że mała zmiana składu mieszanek może spowodować zupełną niezdolność do detonacji.

Występuje ona np. w przypadku mieszanin wodoru z tlenem.

Okazuje się, że mieszanina zawierająca 14,9% H_2 nie daje fali detonacji. Natomiast przy zawartości 15,0 H_2 detonacja ma szybkość 1450 m/sek. Górna granica przy której jeszcze może powstać fala detonacji odpowiada zawartości 89,9% H_2 . Szybkość detonacji wynosi tu ok. 3 600 m/sek. Następnie już niewielkie zwiększenie zawartości wodoru powoduje raptowny spadek tej szybkości, tak że przy 90,4% H_2 już nie powstaje fala detonacji.

Dla mieszanek wodoru z powietrzem Laffitte znajduje granice: 18,3% H_2 i 58,8% (szybkość 2100 m/sek).

Mieszanina tlenku węgla z tlenem według badań Laffitte'a detonuje w granicach 38% CO do blisko 90% CO .

Dolna granica obniża się znacznie pod wpływem domieszki wodoru: np. 2% H_2 —28,2%, 10% H_2 —22%, 30% H_2 —18,8%, 50% H_2 —17,2%.

Dla mieszaniny propanu z tlenem granice wynoszą:

3,1—37,0% C_3H_8 .

Dla mieszaniny izobutanu z tlenem:

2,8—31,4% C_4H_{10} .

Wreszcie dla mieszanin acetyleny z tlenem (I) i acetyleny z powietrzem (II): I—3,5%—93,0% C_2H_2 , II—4,0%—51,0 C_2H_2 .

Bieg krzywych zależności szybkości detonacji od składu mieszanek jest tu bardzo oryginalny: wykazuje obecność maximum i minimum. Np. w mieszaninie acetyleny z tlenem max. mamy w pobliżu 50% C_2H_2 (ok. 2900 m/sek.) min. w pobliżu 80%—ok. 2200 m/sek. W mieszaninie acetyleny z powietrzem—max. przy 15% C_2H_2 ok. 2000 m/sek, min. przy 30% C_2H_2 —ok. 1750 m/sek.

Ciekawe jest zachowanie się mieszanin eteru z tlenem, lub powietrzem. Dolna granica wynosi 2,6% lub 4,6%

eteru. Górna przekracza zawartość eteru w powietrzu, odpowiadającą nasyceniu w temperaturze pokojowej.

Laffitte badał również wpływ ciśnienia na granice detonacji. Dla mieszaniny z powietrzem znalazł następującą zmianę dolnej granicy: przy 1 atm—18,5% H_2 , przy 8,7 atm—14,8% H_2 , czyli rozszerzenie obszaru mieszanek detonujących.

Jest rzeczą bardzo ciekawą, że obecność czteroetyliku ołowiu zupełnie nie wpływa ani na granice zdolności do detonacji ani na szybkość fali detonacji.

Wreszcie spostrzega Laffitte ukazywanie się drogi spiralnej przy detonacji mieszanek gazowych. Na możliwość ukazywania się drogi spiralnej w podobnych mieszaninach gazowych wskazywali już w 1927 i 1928 r. autorzy angielscy—Campbell, Woodhead i Finch, a jeszcze wcześniej, w r. 1926, i następnie w r. 1932 w przypadku detonacji stałych materiałów wybuchowych T. Urbanowski. Zaslugą Laffitte'a jest spostrzeżenie, że droga spiralna występuje w mieszaninach gazowych, mających skład zbliżony do składu granicznego.

Obszerne i gruntowne badania nad spalaniem w silniku gazolinowym opisali Boyd, Withrow i Rasweiler (*General Motors Co. U. S. A.*). Referat zawiera opis prac dokonanych przez autorów na przestrzeni kilku lat. W badaniach swych autorzy korzystali ze specjalnego silnika, zaopatrzonego w szereg urządzeń, które przeistaczają silnik w precyzyjny przyrząd fizyko-chemiczny. A więc silnik zaopatrzony jest:

- 1) w indyktor do rejestracji przebiegu ciśnienia,
- 2) w zawór do brania próbek z różnych miejsc komory wybuchowej w rozmaitych momentach,
- 3) w małe okienka umieszczone w różnych miejscach komory, przez które można obserwować wybuch i rejestrować fotograficznie przebieg towarzyszących mu zjawisk świetlnych,

4) w kamerę fotograficzną wysokiej częstotliwości (5000 obrazów na sekundę),

5) w spektrograf do analizy widmowej płomienia.

Za pomocą tak uzbrojonego silnika autorzy wykonali szereg gruntownych i systematycznych badań, które rzucają światło na mechanizm wybuchu w silniku spalinowym. Oto najważniejsze ich spostrzeżenia:

W przypadku spalania nie detonacyjnego—„czoło” płomienia, w którym zachodzi właściwe spalanie, porusza się w kierunku od świeca poprzez mieszaninę gazową—z szybkością, która wzrasta niemal proporcjonalnie do szybkości obrotów silnika.

Przy spalaniu detonacyjnym reakcje chemiczne zapoczątkowują się w gazie jeszcze nie zapalonym, przed „czołem” poruszającego się płomienia. Za tymi reakcjami postępuje gwałtowne spalanie, któremu towarzyszy ukazanie się intensywnego płomienia. Gwałtowność spalania wyraża się ogromnym wzrostem szybkości i wielką szybkością wzrostu ciśnienia.

Substancje przeciwstukowe wpływają na hamowanie reakcji przed płomieniem.

Przebieg reakcji za czołem płomienia jest zależny w wysokim stopniu od temperatury gazów. Temperatura w różnych miejscach komory wybuchowej jest rozmaita: np. gdy płomień dosięga ścian komory, temperatura pierwszej porcji gazów, które spaliły się wynosi ok. 2370°, czyli jest ok.

275° wyższa niż temperatura tej części gazów, które spaliły się nieco później.

Przy detonacji temperatura maksymalna jest wyższa i szybkość oziębienia w czasie rozprężania jest większa niż przy zwykłym spalaniu bez detonacji.

O wpływie różnych czynników takich jak—szybkość obrotów, zawartość substancji palnej w mieszance, stopień sprężenia i temperatura początkowa—na wydajność silnika referował G. Simon, według badań dokonanych w *Station d'essais w Bellevue*.

Badania te miały na celu wyjaśnienie możliwości osiągnięcia ekonomii przez uregulowanie zapalania jako funkcji obciążenia silnika. Badania te wskazują na możliwość osiągnięcia znacznej ekonomii przez użycie mieszanek dokładnie dozowanych.

Puisais z *Office National des Combustibles Liquides* przedstawił swe badania nad wpływem rodzaju paliwa, zawartości jego w mieszance i sprężenia na temperaturę głowicy cylindra. Badania wykazały nierównomierność składu mieszanki w różnych miejscach komory wybuchowej. Wskutek tego temperatura płomienia jest bardzo niejednakowa. Dodanie czteroetyliku ołowiu nie obniża temperatury płomienia w stopniu wyraźnym.

Moynot z tej samej instytucji referował badania wpływu obecności wodoru i metanu w gazach wylotowych na prostoliniowość zależności zawartości O_2 lub CO w gazach od zawartości substancji palnej w mieszance.

Thaler (*Office Nationale des Combustibles Liquides*) przedstawił pracę wykonaną w *Station de Bellevue*. Autor oblicza na podstawie składu gazów wylotowych (CO_2 , O_2 , CO) ilość energii uchodzącej z gazami.

Własności fizyko-chemiczne paliwa ciekłego.

Ribagnac z *Office National des Combustibles Liquides* przedstawia własności charakterystyczne kilku cieczy: benzyny, alkoholu i benzenu oraz ich mieszanin, zbadane w Stacji Doświadczalnej w Bellevue. Oto najważniejsze wielkości wyznaczone przez autora: Ciepło parowania, temperatura krzepnięcia, kontrakcja, działanie korodujące, ciżar właściwy, zdolność detonowania, destylacja, zawartość żywicy, współczynnik załamania światła, zapalność, wartość cieplna, niezmienność w czasie, prężność pary, lepkość, lotność.

O własnościach paliwa lotniczego referowali: Hubner, Egloff i Murphy (*Universal Oil Products Co.*).

Amerykańskie warunki techniczne przewidują paliwo o następujących liczbach oktanowych: 100, 95, 93, 92, 87, 83, 80, 74, 73, 71, 65, 58.

Linie lotnicze używają paliwa o liczbie oktanowej=100, zawierającej czteroetylek Pb (poniżej 0,08%), oraz paliwa o liczbie 87 bez czteroetyliku lub z bardzo małą jego ilością (poniżej 0,03%).

Korozja silników.

Zagadnienie to nabiera specjalnego znaczenia na tle stosowania zastępczych materiałów pędnych. Zgłoszono tu dwa referaty.

Boisselet i Fric dochodzą do wniosku, że korozja części silnika pochodzi z zanieczyszczeń barwnika i z substancji skażającej alkohol.

Juge-Boirard stwierdza, że w paliwie składającym się z alkoholu i benzyny czynnikiem korodującym jest alkohol, zawierający wodę, która dostaje się doń przypadkowo.

Z tematem tym łączy się praca, którą przedstawił Maillard—o niezupełnym spalaniu w silnikach wybuchowych. Autor wyprowadzał gazy spalinowe do chłodnicy, częściowo je skraplając, a częściowo zbierając jako gazy.

Skroplona część składa się z warstwy olejowej i wodnistej, znacznie większej ilościowo. Warstwa oleista składa się głównie z niezmienionej benzyny. Warstwa wodna zawiera ślady kwasu mrówkowego, kwas octowy, aldehydy. Paliwo zawierające alkohol („carburant national” składający się z benzyny ciężkiej z dodaniem 30% alkoholu) daje większą zawartość kwasów niż benzyna lekka.

Dwa referaty o paliwie do silników Diesla podał Broeze (*Royal Dutch Shell*). Według autora paliwo to należy ba-

dać bezpośrednio w silniku, określając takie własności jak zapalność, pozostawianie osadu. Badania pośrednie—w laboratorium mogą doprowadzić do grubych omyłek.

Silniki Diesla.

Na zakończenie podkreślę dążenie panujące w Niemczech do jak najszerzego zastosowania silników Diesla nie tylko w elektrowniach, na statkach i okrętach, lecz również w wielkich samochodach ciężarowych (mocy do 250 HP.) przeznaczonych do szybkich transportów na wielkie odległości. Poza tym półprzenośne silniki Diesla stosuje przemysł naftowy—przy wierceniach i pompowaniu ropy.

Przemysł niemiecki wyrabiający silniki Diesla dostarcza je do tego celu na eksport: do Austrii, Albanii, Iranu, Iraku, Pol. i Środkowej Ameryki, wypierając z powodzeniem instalacje parowe.

UNIWERSALNY PIECYK LABORATORYJNY

Un four universel de Laboratoire

Redakcja otrzymała następujące pismo:

W numerze 9 (1937) „Przemysłu Chemicznego” ukazała się publikacja dr Eugeniusza Sieliwanowa na stronie 265 p. t. *Uniwersalny piecyk laboratoryjny*. W artykule tym twierdzi autor, że skonstruował nowy typ pieca i zgłosił go do patentu „jako zupełnie nowy”.

Wobec tego stwierdzam, że w roku 1926 opisałem takie urządzenie w wydawnictwie Polskiej Akademii Umiejętności *Extrait du Bulletin de l'Academie Polonaise des Sciences et des Lettres*, 1926, str. 109 do 128. Znajdują się tam na stronie 115 (ryc. 2), następnie również na stronie 117 i 118 rysunki pieca odwróconego, zaopatrzonego w tygiel. Piec jest ruchomy i da się obracać dookoła osi pionowej i poziomej: budowany z materiału mniej lub więcej topliwego w zależności od tego, czy chodzi o wyższe, czy niższe temperatury (szkło trudno topliwe, kwarc). Wobec tego pomysłu dr Eugeniusza Sieliwanowa nie mogę bynajmniej uważać za nowy.

Prof. U. J. dr Bogdan Kamiński.

Odpowiedź.

Nie wiem z jakich przyczyn prof. dr Bogdan Kamiński, robiąc mi tak poważny zarzut wyzyskania idei jego „urządzenia” w moim „Uniwersalnym piecyku laboratoryjnym”, nie przedstawia rzeczowych dowodów, w czym właściwie dopatruje się cech podobieństwa.

Uważam, że prof. dr Kamiński nie ma dostatecznej podstawy do wysnuwania wniosku, jakoby idea mego „Uniwersalnego piecyka” znajdowała się w przytoczonej publikacji w Wydawnictwach Polskiej Akademii Umiejętności i jakoby pomysł mój miał być bynajmniej nie nowy.

Ażeby ogół czytelników mógł osądzić, czy miałem słuszość w swym artykule, twierdząc, że „skonstruowałem nowy typ piecyka laboratoryjnego i zgłosiłem go do opatentowania jako zupełnie nowy”, podaję szczegółowy opis „urządzenia” prof. dr Bogdana Kamińskiego, bo sam On nie uznał za stosowne uczynić tego w swym liście.

Urządzenie prof. dra Kamińskiego, jak widzimy z rysunku i opisu we wspomnianej przez niego publikacji,

składa się z obróconej do góry dnem probówki, w której znajduje się tygielek, oparty dnem o koniec termoelementu. Probówka jest szczelnie zamknięta u dołu korkiem i ma boczną rurkę do wprowadzenia odpowiedniego do reakcji gazu. Górną część probówki, w której znajduje się tygielek, ogrzewa grzejnik elektryczny w postaci kołpaka, lub w postaci drugiego tygla, obróconego do góry dnem i zawierającego w sobie grzejnik elektryczny. „Urządzenie” to służyło autorowi wyłącznie tylko do przeprowadzenia reakcji pomiędzy substancją, zawartą w tyglu, a gazem wchodzącym przez rurkę boczną przytopioną do probówki. W artykule tym niema wskazań, aby „urządzenie” to mogło służyć do jakichś innych celów chemii analitycznej, np. do spalania lub do oddestylowania substancji lotnych.

Co się tyczy mego piecyka laboratoryjnego, to obrałem sobie za zadanie skonstruowania takiego przyrządu laboratoryjnego, który mógłby ułatwić i przyspieszyć prace chemika-analityka, wykonywane w tyglu.

Przewodnią myślą mego wynalazku było stworzenie takich mechanicznych warunków, aby bez dotykania jakimkolwiek instrumentem zzewnątrz można go było łatwo:

1) przesuwając względem źródła ciepła w celu regulowania stopnia ogrzewania, oraz w celu zmiany kierunku promieniowania energii cieplnej względem substancji zawartej w tyglu.

2) nadać tygłowi, w jego ukośnym położeniu, ruch obrotowy, aby w ten sposób sypką substancję w nim zawartą można było poruszać podczas jej żarzenia w celu ułatwienia dostępu tlenu powietrza.

Ten, nigdzie przeze mnie nie spotykany, pomysł urzeczywistniłem w tak nazwanym przezemnie „uniwersalnym piecyku laboratoryjnym”.

Jak wnosimy z opisu, oraz widzimy na rysunkach mego wynalazku, tygiel znajduje się nie w probówce, lecz w otwartej z obu końców rurze, którą możemy wprawić w ruch obrotowy dookoła jej osi, a tygiel jest opatrzony urządzeniem do łatwego przesuwania go wzdłuż rury.

Grzejnik mego piecyka nie jest ruchomy, nie ma kształtu kołpaka, lecz szerokiego pierścienia, wzdłuż którego rurę możemy przesuwać.