

stąd obliczając najpierw $o_z = 0,209 p - o_r = 12,12 \text{ cm}^3$, otrzymamy:

$$h_2 = 22,3 - 12,12 = 10,18 \text{ cm}^3$$

$$ch_4 = 12,12 - \frac{5,2 + 22,3}{3} = 2,95 \text{ cm}^3$$

$$co = 5,2 - 2,95 = 2,25 \text{ cm}^3,$$

więc procentowy skład gazu przy $V/v = 90/20 = 4,5$:

$$H_2 = 10,18 \cdot 4,5 = 46 \text{ cm}^3 \quad - \quad 46 \%$$

$$CH_4 = 2,95 \cdot 4,5 = 13,3 \text{ cm}^3 \quad - \quad 13,3\%$$

$$CO = 2,25 \cdot 4,5 = 10,1 \text{ cm}^3 \quad - \quad 10,1\%$$

zaś poprzednio znaleziono drogą pochłaniania:

$$CO_2 - 6,4 \text{ cm}^3 \quad - \quad 6,4\%$$

$$C_nH_{2n} - 1,3 \text{ cm}^3 \quad - \quad 1,3\%$$

$$O_2 - 2,3 \text{ cm}^3 \quad - \quad 2,3\%$$

$$N_2 - 20,6 \text{ cm}^3 \quad - \quad 20,6\%$$

$$\text{Razem} \quad 100 \text{ cm}^3 \quad - \quad 100 \%$$

V. Oznaczanie wartości opałowej gazu.

Pod wartością opałową gazu rozumieć należy tę ilość ciepła, jaka się wydzieli przy zupełnem spalaniu 1 m^3 gazu. O ile spaliny mają temperaturę niższą od $100^\circ C$, to jest taką, przy której obecna w spalinach, jako produkt spalania się wodoru, para wodna jest w stanie skroplonym, to tak oznaczona wartość opałowa nosi nazwę teoretycznej lub górnej. Natomiast, gdy spaliny uchodzą z temperaturą wyższą od $100^\circ C$, a więc gdy para w nich zawarta nie skropli się i nie odda swego ciepła parowania, unosząc je ze sobą, ilość ciepła wydzielonego przy spalaniu w tych warunkach 1 m^3 gazu zwie się wartością opałową użyteczną lub dolną. Objętość gazu dawniej odnoszono do 760 mm Hg i $0^\circ C$, dziś w technice odnosi się do t. zw. stanu normalnego czyli do ciśnienia 1 at i $15^\circ C$.

Oznaczanie wartości opałowej gazu przemysłowego, a więc mieszaniny gazów, może być dokonane przez zsumowanie wartości opałowej składników 1 m^3 , więc, jeżeli objętościowe udziały poszczególnych składników nazwiemy przez u_i , zaś odpowiadające im wartości opałowe przez W_i , wartość gazu przemysłowego o n składnikach wyrazi się:

$$W = \sum_{i=1}^n (u_i W_i) \text{ kal/m}^3.$$

W sposób bardzo dokładny można oznaczyć wartość opałową gazu przemysłowego, bez znajomości jego składu, przez bezpośrednie spalanie go w t. zw. kalorymetrze. Kalorymetr w tym wypadku jest urządzeniem, w którym możemy dokładnie gaz w palniku spalić, a wydzielane ciepło zdolamy pochłonąć przez wodę przy zachowaniu ostrożności ze względu na promieniowanie i przewodzenie ciepła.

Najbardziej rozpowszechnione w technice kalorymetry do gazów są to kalorymetry Boyssa (Londyn) i Junkersa (Dessau), obydwie, szczególnie ten drugi, są aparatami prostymi, a pracującymi bez zarzutu. Zasada ich działania jest jednakowa, gorące produkty spalania stykają się przy pośrednictwie cienkich metalowych rurek, możliwie w przeciwnym kierunku, z wodą, dzięki czemu oddają jej ciepło i uchodzą z kalorymetru ochłodzone do temperatury otoczenia, jednocześnie woda kosztem przejętego ciepła ogrzewa się. Ilość wody G , ogrzana o różnicę temperatur $(t_2 - t_1)$ przez spaloną w palniku objętość gazu V , pozwala w zasadzie obliczyć teoretyczną wartość opałową gazu, a mianowicie:

$$W_t = \frac{G^{gr} (t_2 - t_1)}{V^{tr}} \text{ kal/m}^3 = \frac{G^{kg} (t_2 - t_1)}{V^{m^3}} \text{ kal/m}^3.$$

Do promieniowania i przewodzenia ciepła staramy się w tych kalorymetrach w ogóle nie dopuścić, aby nie wprowadzać trudnej do ustalenia poprawki. Robi się to w ten sposób, że przede wszystkim nadajemy kalorymetrowi taką konstrukcję, by straty ciepła zmniejszyć, a następnie dobieramy temperaturę wody tak, by jej średnia wartość w kalorymetrze była równa temperaturze pokojowej.

Konstrukcyjnie zmniejsza się promieniowanie przez izolowanie kalorymetru powietrzem od stołu (ustawienie na nóżkach lub podstawie ze złego przewodnika ciepła), pozatem robi się dokoła kalorymetru płaszczyz z niklowanej blachy, pod którym powstaje warstwa powietrza stanowiąca izolację.

Ponieważ ogrzanie się wody w kalorymetrze o $(t_2 - t_1)^{\circ}\text{C}$, przy danym gazie i palniku, zależy od ilości tej wody, więc regulując zaworami szybkość jej przepływu przez kalorymetr, możemy w pewnych granicach osiągnąć dowolne ogrzanie się wody. Wobec tego, że temperatura wody dopływającej jest stała (wodociąg lub zbiornik), temperaturę górną możemy wyregulować tak, by $\frac{t_1 + t_2}{2} = t_0$, gdzie t_0 oznacza temperaturę pomieszczenia, w którym odbywa się pomiar.

W ten sposób można uniknąć wpływu promieniowania i przewodzenia ciepła i oznaczyć wartość opałową gazu bez wprowadzania poprawek

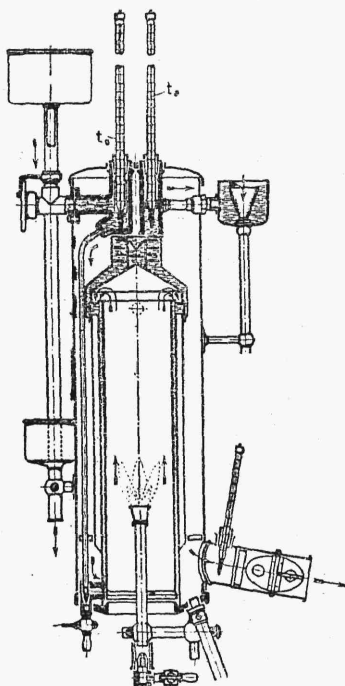
na te straty. Spaliny powinny mieć temperaturę otoczenia, co rzeczywiście w tych kalorymetrach ma zawsze miejsce, więc one strat nie dają.

Tak otrzymaną wartość opałową teoretyczną należy odnieść do stanu normalnego gazu, więc sprowadzić do 1 at i 15°C.

Wartość opałową dolną uzyskuje się, jeżeli od wartości opałowej teoretycznej odejmiemy ciepło parowania, wydzielane przy skraplaniu się *g gr* wody podczas spalenia *V ltr* gazu, a przyjmowane zawsze, dla umożliwienia porównań, jako równe 600 *kal/kg*.

$$W_u = W_t - \frac{600g}{V} \text{ kal/m}^3$$

Kalorymetr Junkersa (rys. 79) składa się z wewnętrznego, blaszanego walca, wypełnionego przepływającą wodą, w którym znajduje się szereg mosiężnych rurek lub odpowiednio przylutowanych kanalików blaszanych. Przez te rurki lub kanaliki przepływają gorące spaliny badanego gazu, wywiązane w palniku wewnątrz tego walca i uchodzą przez blaszany kominek nazewnątrz, stykając się wzdłuż swej drogi w obrębie kalorymetru z przepływającą w przeciwnym kierunku wodą i ochładzając się aż do temperatury otoczenia. Woda zimna, której temperatura może być odczytana na termometrze, w miarę stykania się ze spalinami ogrzewa się, poczem odprowadzana jest do rynienki z ruchomym kolankiem, dzięki czemu może być w pewnej chwili skierowana do stojącego obok, zważonego naczynia. Temperaturę ogrzanej wody przed opuszczeniem kalorymetru odczytuje się na termometrze, aby zaś jego wskazania odpowiadały rzeczywiście przeciętnej temperaturze, woda przed dojściem do termometru przepływa przez szereg zwężeń przekroju (szykan), które powodują jej wymieszanie się. Obydwa termometry, umieszczone ze względu na dogodność odczytywania na jednym poziomie, mają podziałki na 1/10°C oraz lupy, pozwalające na odczytywanie z dokładnością do 1/100°C. Aby uniknąć błędów wynikłych z niedokładności wskazań temperatury przez termometry, można po jednym pomiarze zamienić je między sobą, a średnia z dwóch wartości opałowych, w ten sposób otrzymanych, przy tych samych innych warunkach, będzie



Rys. 79.

od tych błędów wolna. Obok umieszczony zaworek pozwala w sposób dokładny regulować przepływ wody, a więc i wysokość temperatury ogrzanej wody.

W celu uniezależnienia się od wahań ciśnienia wody w wodociągu dopływa ona do kalorymetru pod stałym ciśnieniem statycznym. Mianowicie woda z wodociągu wpływa do otwartego zbiorniczka ponad kalorymetrem, tam jej nadmiar ścieka do kanału, a ilość potrzebna do pomiaru dopływa pod stałym ciśnieniem, odpowiadającym położeniu tego zbiorniczka ponad wylotem z kalorymentru.

Ilość gazu mierzy się w skrzydełkowym mokrym gazomierzu, tam się oznacza temperaturę gazu, a w specjalnym dzwonowym regulatorze ciśnienia — nadprężność w milimetrach H_2O .

Przebieg pomiaru jest następujący: po puszczeniu przez kalorymetr wody w ten sposób, by jej część, jako zbędna, ściekała przez przelew do kanału, zapala się palnik i wprowadza go do wnętrza kalorymetru, osadzając przy pomocy trzymadełka w takiej głębokości, by cała ilość wydzielanego z płomienia ciepła udzielała się kalorymetrowi. Płomień palnika powinien być nieświecący, co można osiągnąć przez odpowiednie uregulowanie dostępu powietrza do palnika, a zaobserwować w lusterku, osadzonym na kulowym czopie. Gdy przez regulowanie zaworkiem wodnym zostanie osiągnięta taka temperatura wody odpływowej, że średnia w kalorymetrze, jak była mowa wyżej, odpowiada temperaturze pokojowej, pomiar właściwy może być rozpoczęty. Polega on na jednoczesnym odczytaniu stanu gazomierza na jego tarczy (V_1), przerzuceniu ruchomego kolanka rury odpływowej tak, by ogrzana w kalorymetrze woda zbierała się w podstawionym naczyniu o pojemności 5 — 10 *litr* i podstawieniu małego naczynka pod rurkę ściekową na skropliny, wydzielane wskutek skraplania się pary wodnej w spalinach. Następnie notuje się co pół minuty temperatury na obu termometrach. Gdy naczynie z wodą się wypełni, również równocześnie odczytujemy stan gazomierza (V_2), odchylamy rurkę z wodą odpływową do lejka ściekowego i odsuwamy naczynie ze skroplinami. Pozatem na początku i końcu pomiaru odczytujemy temperaturę t_g i nadprężność b_g gazu oraz ciśnienie barometryczne b_0 .

W ten sposób przez ważenie znajdziemy ilość ogrzanej wody G , ilość wydzielonych skroplin g , objętość spalonego gazu $V = V_2 - V_1$, oraz średnią temperaturę dopływającej i odpływającej wody t_1 i t_2 czyli ogrzanie się wody $(t_2 - t_1)$ °C.

Wartość więc opałowa teoretyczna, przy zredukowaniu objętości gazu do 15° C i 1 *at*, wyrazi się związkiem:

$$W_t = \frac{G(t_2 - t_1)}{V_r} \text{ kal/m}^3,$$

przyczem

$$V_r = V \frac{b_o + \frac{b_g}{13,6}}{737,4} \cdot \frac{273 + 15}{273 + t_g},$$

a wartość opałowa użyteczna:

$$W_u = \frac{G(t_2 - t_1) - 600 g}{V_r}$$

Przykład.

Oznaczenie wartości opałowej gazu.

Temperatura pokojowa $t_o = 18^\circ \text{C}$. Temperatura gazu $t_g = 15,5^\circ \text{C}$.Ciśnienie barometr. $b_o = 749,8 \text{ mm Hg}$. Nadprężn. gazu $b_g = 42 \text{ mm H}_2\text{O}$.

V^{ltr}	t_1	t_2	Uwagi
$V_1 = 19$	6,22	30,30	
	6,23	30,30	
	6,23	30,47	
	6,24	30,50	
	6,25	30,60	
	6,25	30,32	
	6,24	30,42	
	6,20	30,50	
$V_2 = 46$	6,17	30,60	
	6,25	30,55	
Średnio	6,23	30,45	

Ogrzano wody $G = 3928 \text{ gr}$

Spalono w tym czasie gazu:

$$V = V_2 - V_1 = 27 \text{ ltr}$$

Szkroplono pary $g = 16,12 \text{ gr}$

Przyrost temperatury wody:

$$t_2 - t_1 = 24,22^\circ \text{C}$$

$$V_r = 27 \frac{749,8 + \frac{42}{13,6}}{737,4} \cdot \frac{273 + 15}{283 + 15,5} = 27,55 \text{ ltr}$$

$$W_t = \frac{3928 \cdot 24,22}{27,55} = 3455 \text{ kal/m}^3$$

$$W_k = 3455 - \frac{600 \cdot 16,12}{27,55} = 3100 \text{ kal/m}^3$$

Wystarczy zrobić dwa pomiary i, o ile różnice otrzymanych wyników leżą w granicach błędów dopuszczalnych, wziąć z nich średnią.

Oznaczanie skroplin, przy jednostajnej wartości opałowej gazu, można robić w odniesieniu do większej ilości spalonego gazu, przez co uzyskuje się większą dokładność i zmniejsza się wpływ wagi własnej naczynka, w którym się waży skropliny.

VI. Badanie smarów technicznych.

Dziś stosowane smary są pochodzenia dwojakiego:

- a) produkty destylacji ropy naftowej t. zw. destylaty naftowe,
- b) produkty destylacji węgla przy niskich temperaturach t. zw. destylaty węglowe, używane jako smary do celów podrzędnych:

Oleje pochodzenia roślinnego i zwierzęcego są w technice używane jako smary tylko wyjątkowo.

Destylaty naftowe, w celu oczyszczenia ich od składników żywicznych, kwaśnych i zasadowych, poddawane bywają rafinowaniu, dzięki czemu spotykamy na rynku obok siebie destylaty oraz rafinaty, różniące się zewnętrznie od poprzednich bardziej czystym i przejrzystym kolorem.

Destylaty węglowe nie powinny być zanieczyszczone mechanicznie i nie powinny wydzielać osadów krystalicznych.

Ocena smarów odbywa się na zasadzie następujących ich fizycznych własności.

1) Ciężar właściwy, określany areometrem lub piknometrem dla destylatów naftowych wynosi 0,925 — 0,940 przy 20° C, oraz dla smarów gęstych 0,950 do 0,980 przy 50° C, zaś dla destylatów węgla do 1,15 przy 15° C.

2) Punkt zapłonu, oznaczony w przyrządzie Martens-Pensky przez określanie temperatury w chwili, gdy można wyraźnie obserwować zapłon par, powstających przy ogrzewaniu smarów. Przyrząd ten (rys. 80) składa się z tygielka metalowego o średnicy 50 mm, do którego wlewa się smar na wysokość 35 mm do oznaczonego kreską poziomu. Tygielk jest nakryty pokrywką, przez którą przechodzi poruszane mechanicznie lub ręcznie mieszało oraz termometr do obserwowania temperatury smaru, a która posiada okienko periodycznie otwierane ręcznie. Nad okienkiem pali się stale mały płomyk gazowy, automatycznie kierowany do wnętrza tygielka w chwili otwierania okienka w jego pokrywie. Całość otoczona jest polerowanym płaszczem metalowym, mającym chronić tygielk przed promieniowaniem. Po podniesieniu się temperatury smaru, wskutek ogrzewania tygielka palnikiem gazowym, do wysokości, zależnie od jakości smaru, 80° — 100° C i dalszem ogrzewaniu z intensywnością, odpowia-