

5. Ilość  $H_2$  obliczona za pomocą wzoru (6.23), z uwzględnieniem współczynnika  $k$  wynosi

$$[H_2] = \frac{2}{3}(21,1 - 2 \cdot 3,8) \frac{88,5}{13,2} = 60,3 \text{ cm}^3 \rightarrow 60,3\%$$

6. Ilość  $CH_4$  obliczona za pomocą wzoru (6.24), z uwzględnieniem współczynnika  $k$  wynosi

$$[CH_4] = 3,8 \frac{88,5}{13,2} = 25,5 \text{ cm}^3 \rightarrow 25,5\%$$

7. Ilość  $N_2$  wynosi  $[N_2] = 100,0 -$

$$= (1,8 + 0,6 + 0,9 + 8,2 + 60,3 + 25,5) =$$

$$= 2,7 \text{ cm}^3 \rightarrow 2,7\%$$

Suma 100,0%

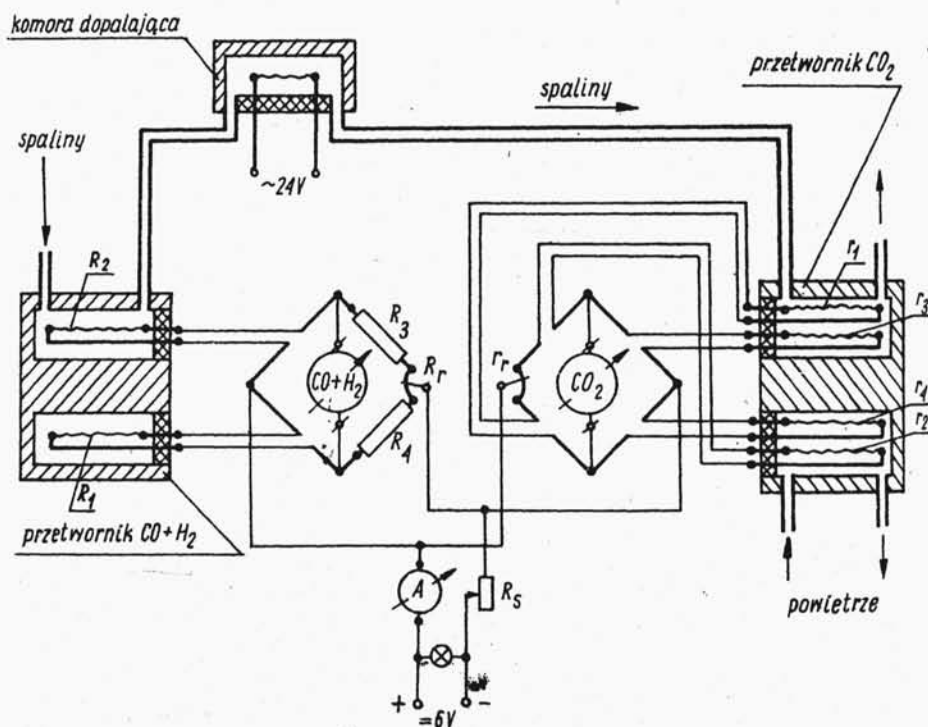
### 6.3.2. ANALIZATOR ELEKTRYCZNY

W analizatorach elektrycznych wykorzystuje się różnicę przewodności cieplnej dwutlenku węgla i gazu porównawczego, jakim jest powietrze. Stosunek  $\lambda_{CO_2} / \lambda_{\text{powietrza}} = 0,68$ . Z podanych wyżej powodów analizatory elektryczne bywają używane do oznaczania zawartości  $CO_2$ , a przy zastosowaniu dodatkowych urządzeń można określić również zawartość  $CO+H_2$ . Pomiaru  $CO_2$  dokonuje się w układzie mostka niezrównoważonego, którego oporniki znajdują się w cylindrycznych komorach, wykonanych w jednolitym bloku metalowym. Oporniki mostka są cienkimi drutami platynowymi o średnicy  $\varnothing = 0,05 \text{ mm}$ ; ogrzewają się one do temperatury  $100 \div 150^\circ C$ .

Temperatura drutu platynowego, a tym samym jego opór zależy od ilości ciepła przekazywanego do otoczenia. Bezpośredni wpływ na wartość strumienia ciepła, a więc intensywność chłodzenia oporu, ma współczynnik przewodności cieplnej gazu znajdującego się w komorze. Oporniki  $r_1$  i  $r_3$  znajdują się w komorze, przez którą przepływa badany gaz, zaś oporniki  $r_2$  i  $r_4$  omywane są strumieniem powietrza. Takie połączenie oporników powoduje zwiększenie napięcia niezrównoważenia mostka wywołanego różnicami w chłodzeniu oporników. Schemat elek-

tryczny analizatora (A+B) TZ2  $\text{CO}_2/\text{CO}+\text{H}_2$  produkcji Krakowskiej Fabryki Aparatury Pomiarowej (KFAP) pokazano na rys.6.5.

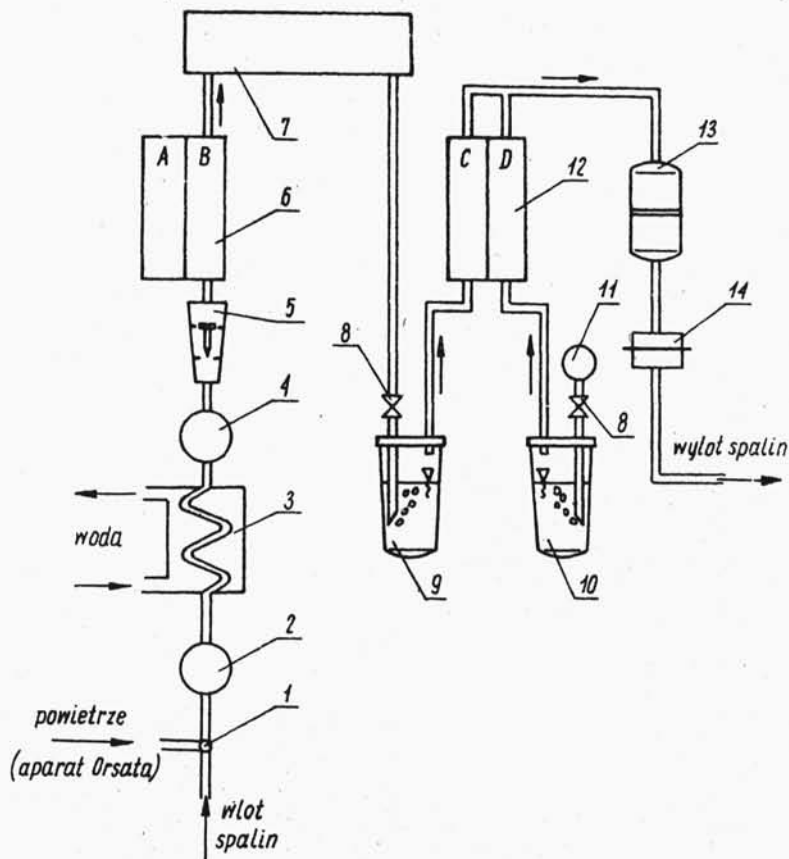
Niektóre analizatory mają dodatkowe urządzenie do oznaczania zawartości  $\text{CO}+\text{H}_2$ . Pomiaru dokonuje się również w układzie mostka niezrównoważonego, który ma dwa opory stałe  $R_3$  i  $R_4$  oraz dwa opory  $R_1$  i  $R_2$  wykonane z drutu platynowego. Opór  $R_1$  umieszczony jest w zamkniętej komorze wypełnionej powietrzem, zaś opór  $R_2$  omywany jest przez badany gaz. Na skutek przepływu prądu opornik  $R_2$  ogrzewa się, co powoduje, że tlenek węgla i wodór w spalinach utleniają się pod wpływem katalicznego działania platyny już w temperaturze  $450 \div 500^\circ\text{C}$ . Do procesu utleniania wykorzystuje się tlen zawarty w gazie (spalinach). Ponieważ reakcja utleniania jest egzotermiczna, zatem temperatura drutu wzrasta proporcjonalnie do ilości  $\text{CO}$  i  $\text{H}_2$ , a jego opór jest miarą zawartości tych



Rys.6.5. Schemat elektryczny analizatora (A+B) TZ2  $\text{CO}_2/\text{CO}+\text{H}_2$

gazów w mieszaninie. Zawartość  $\text{CO}_2$  oraz  $\text{CO}+\text{H}_2$  wskazywana przez analizator stanowi udział objętościowy tych składników w mieszaninie podany w procentach.

Schemat ideowy nadajnika analizatora (A+B) TZ2  $\text{CO}_2/\text{CO}+\text{H}_2$  pokazano na rys.6.6. Spaliny wpływają do nadajnika przez zawór trójdrogowy 1, pochłaniacz  $\text{SO}_2$  - 2, chłodnicę 3 i filtr



Rys.6.6. Schemat ideowy nadajnika analizatora elektrycznego:  
1 - kurek trójdrogowy, 2 - pochłaniacz  $\text{SO}_2$ , 3 - chłodnica,  
4 - filtr kontrolny, 5 - rotametr, 6 - przetwornik  $\text{CO} + \text{H}_2$ ;  
A - komora powietrzna, B - gazowa, 7 - komora dopalająca,  
8 - zawór regulacyjny, 9 - naczynie nawilżające gaz, 10 -  
naczynie nawilżające powietrze, 11 - filtr powietrza, 12 -  
przetwornik  $\text{CO}_2$ : C - komora gazowa, D - powietrzna, 13 - tłu-  
mik pulsacji, 14 - pompka membranowa

kontrolny 4. Zawór trójdrogowy umożliwia okresowe podłączenie analizatora Orsata w celu kontroli wskazań. Chłodnica wodna

ochładza spaliny do temperatury niższej od temperatury otoczenia, dzięki czemu ulegają one osuszeniu. Woda zasilająca powinna mieć temperaturę niższą od temperatury otoczenia co najmniej o 5 K. Skropliny spływają grawitacyjnie przez pochłaniacz  $\text{SO}_2$  i zawór trójdrogowy do najbliższego naczynia odwadniającego. Pochłaniacz  $\text{SO}_2$  wypełniony jest wiórami stalowymi, które zwilżone wodą łatwo wiążą dwutlenek siarki. Filtr kontrolny 4 wypełniony watą szklaną zabezpiecza nadajnik analizatora przed zanieczyszczeniem. Za filtrem znajduje się rotametr 5 do kontroli natężenia przepływu, przetwornik  $\text{CO}+\text{H}_2$  6 oraz komora dopalająca 7. W komorze dopalającej ulegają utlenieniu występujące w gazie składniki palne. Obecność 1%  $\text{CH}_4$  zmienia wskazania  $\text{CO}_2$  o 1,3%, zaś 1%  $\text{H}_2$ , aż o 7%. Następnie gaz przechodzi przez naczynie nawilżające 9 do przetwornika  $\text{CO}_2$  - 12. Przez filtr ceramiczny 11 oraz naczynie nawilżające 10 dochodzi do przetwornika powietrze jako gaz porównawczy.

Zadaniem naczyń nawilżających jest:

- ochłodzenie gazu za komorą dopalającą,
- nawilżenie gazu i powietrza do stałej wilgotności,
- wypłukanie śladów  $\text{SO}_2$ ,
- wizualna kontrola przepływu.

Naczynie nawilżające napełnia się wodnym roztworem gliceryny (4 części wody, 1 część gliceryny). Dodatek gliceryny zabezpiecza płyn przed zamarzaniem. Nominalny przepływ gazu przez analizator wynosi  $14 \pm 1,5 \text{ cm}^3/\text{s}$ . Regulację przepływu przeprowadza się przy otwartym zaworze iglicowym 8 opornikiem umieszczonym na korpusie pompki membranowej 14. Przy nominalnym przepływie pływak w rotametrze 5 powinien znajdować się na poziomie środkowej kreski. Następnie reguluje się przepływ powietrza tak, aby intensywność wydobywania się pęcherzyków powietrza w naczyniu 10 była identyczna, jak w naczyniu nawilżającym gaz 9. Za przetwornikiem  $\text{CO}_2$  znajduje się naczynie zamknięte 13 spełniające rolę tłumika pulsacji oraz pompka membranowa 14. Do nadajnika przyłącza się równolegle przyrządy wskazujące i rejestrujące. Nadajnik łączy się z sondą przewodami stalowymi o średnicy nominalnej 10 lub 15 mm. Jeżeli przewody poziome są długie, to należy prowadzić je "w piłę"

ze spadkiem w kierunku przepływu ok. 1:15. W najniższych punktach stosuje się odwadniacze z zamknięciem wodnym. Należy pamiętać o odwodnieniu nadajnika, z którego skropliny wypływają przez kurek trójdrogowy. Nadajnik zaleca się montować jak najbliżej miejsca poboru, gdzie temperatura wynosi  $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

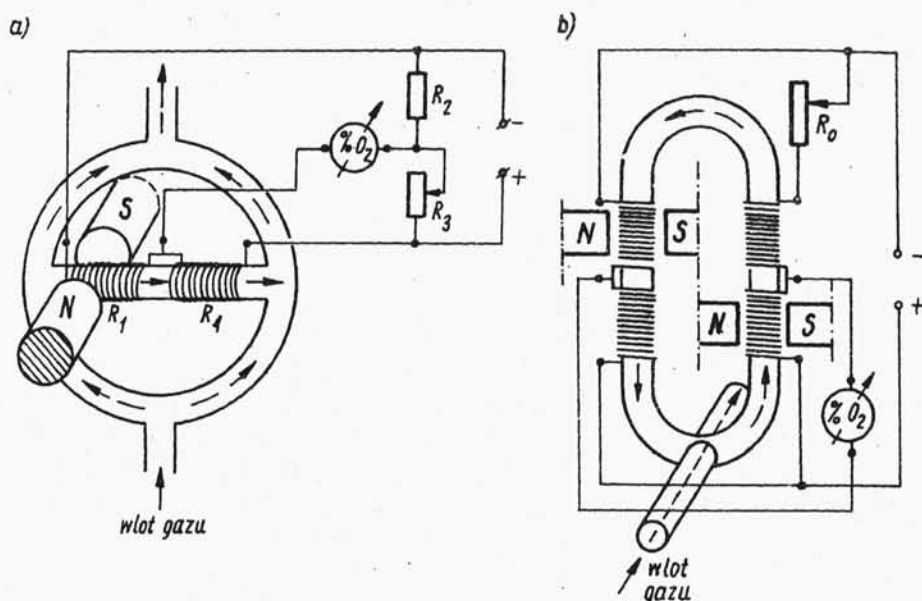
Przed przystąpieniem do pomiarów i napełnieniem naczyń nawilżających należy sprawdzić szczelność przewodów gazowych i nadajnika. Uruchomienie analizatora następuje po włączeniu zasilacza. Natężenie prądu zasilającego mostki pomiarowe reguluje się opornikiem  $R_s$  (rys. 6.5). Opornik ten oznaczony jest w nadajniku symbolem "I" i należy ustawić go w takim położeniu, aby miliamperomierz A wskazywał wartość oznaczoną czerwoną kreską. Po okresie 2,5 godziny, gdy nastąpi nagrzanie komór przetworników, włącza się pompkę membranową i reguluje przepływ, przepuszczając najpierw przez nadajnik czyste powietrze zamiast gazu. Przy przepływie powietrza obydwa wskaźniki powinny zajmować położenie zerowe. Jeżeli wskaźniki  $\text{CO}_2$  i  $\text{CO}+\text{H}_2$  zajmują położenie różne od zera, to odpowiednie mostki równoważy się opornikami  $R_r$  i  $r_r$  (rys. 6.5) oznaczonymi w nadajniku " $\text{CO}_2$ " i " $\text{CO}+\text{H}_2$ ". Zerowanie mostka przeprowadza się w chwili, gdy wskaźnik połączony jest elektrycznie z odpowiednim zakresem rejestratora.

### 6.3.3. ANALIZATOR MAGNETYCZNY DO POMIARU ZAWARTOŚCI TLENU

W analizatorach do pomiaru zawartości tlenu w mieszaninie gazowej wykorzystano paramagnetyczne właściwości  $\text{O}_2$ . Siła oddziaływania pola magnetycznego na cząsteczki tlenu maleje ze wzrostem temperatury gazu. Podobne właściwości, choć w mniejszym stopniu, wykazują:  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{ClO}_2$ . Występowanie tych składników w mieszaninie gazowej powoduje błąd pomiaru zawartości  $\text{O}_2$ .

Na podanej powyżej zasadzie oparte jest działanie analizatora Permolyt 2 produkcji VEB Kombinat Mess- und Regelungstechnik, Dessau. Pomiar zawartości  $\text{O}_2$  dokonuje się w pierścieniowej komorze pokazanej na rys. 6.7a. Komora wykonana jest w kształcie pierścienia z materiału diamagnetycznego z poziomym kanałem z rurki szklanej. Na rurce nawinięte są dwa oporniki  $R_1$  i  $R_4$  z cienkiego drutu platynowego, będące opornikami po-

miarowymi włączonymi w obwód niezrównoważonego mostka Wheatstone'a. Dwa pozostałe opory  $R_2$  i  $R_3$ , z których jeden służy do zerowania mostka znajdują się również w pobliżu komory pierścieniowej. Mostek zasilany jest prądem stałym o napięciu 10 V. Jeden koniec szklanej rurki, na którym nawinięty jest opornik  $R_1$  znajduje się w rejonie silnego pola magnetycznego. Na skutek prądu przepływającego przez oporniki  $R_1$  i  $R_4$  szklana rurka ulega ogrzaniu, najmocniej w środkowej części.



Rys.6.7. Schemat ideowy analizatora magnetycznego

Z przepływającej przez komorę pierścieniową mieszaniny gazowej oddzielają się cząsteczki tlenu, które podążają pod wpływem pola magnetycznego do poziomej rurki w okolicę opornika  $R_1$ . Na skutek ogrzania się cząsteczek tlenu oddziaływanie pola magnetycznego maleje i są one usuwane przez nowe cząsteczki (chłodniejsze). Ponieważ pole magnetyczne działa silniej na cząsteczki przepływające lewą stroną pierścienia, zatem chłodne cząsteczki tlenu dopływają do poziomej rurki szklanej z lewej strony, zaś przepływ gazu przez rurkę jest zgodny z oznaczeniem na rys.6.7a. Przepływ ten powoduje chłodzenie oporników  $R_1$  i  $R_4$ . Temperatura oporników  $R_1$  i  $R_4$ , a więc

również ich opór ulega zmianie wraz z intensywnością przepływu gazu przez rurkę szklaną. Intensywność ta zależy od zawartości tlenu w mieszaninie, pochylenia rurki oraz ilorazu

$$c_p \cdot \rho / \eta$$

gdzie:

- $c_p$  - ciepło właściwe gazu,
- $\rho$  - gęstość gazu,
- $\eta$  - lepkość dynamiczna gazu.

Z powyższych powodów wskazane jest przy zamawianiu analizatora podanie przewidywanego składu mieszaniny, w której będzie oznaczana zawartość tlenu.

Przed przystąpieniem do pomiaru należy sprawdzić położenie komory pierścieniowej za pomocą poziomnicy umocowanej do pierścienia i ewentualnie skorygować je śrubą adiustacyjną.

Wysoką dokładność pomiaru zawartości tlenu uzyskano dzięki stabilizacji następujących parametrów wpływających na pomiar:

- napięcia zasilania,
  - temperatury komory oraz oporników mostka,
  - przepływu gazu przez analizator -  $2,78 \text{ cm}^3/\text{s}$  ( $10 \text{ dm}^3/\text{h}$ ),
- oraz uniezależnieniu pomiaru od wahań ciśnienia atmosferycznego. Stabilizację temperatury komory pomiarowej i oporników mostka Wheatstone'a uzyskano dzięki umieszczeniu tych elementów w termostatyzowanej przestrzeni ( $55^\circ\text{C}$ ). Przepływ gazu przez nadajnik jest regulowany przez układ doprowadzający spaliny z dyszą i naczyniem stałej różnicy ciśnień (p.6.2.1). Regulator stałego wypływu utrzymuje niezmiennie ciśnienie gazu w nadajniku, niezależnie od wahań ciśnienia atmosferycznego. Niektóre przyrządy wyposażone są w specjalną komorę pomiarową, pokazaną na rys.6.7b. Komora ta uniezależnia pomiar od położenia nadajnika. Dzięki istnieniu dwóch równoległych rurek skompensowano całkowicie wpływ grawitacji na przepływ gazu, co umożliwia odchylenie nadajnika w granicach  $30^\circ$  bez wpływu na wynik pomiaru.

Zaleca się instalowanie przyrządu Permolyt 2 w pomieszczeniach o temperaturze od  $5$  do  $40^\circ\text{C}$ , na wysokości  $1,5 \text{ m}$  nad pod-



łogą. Gaz doprowadzany do analizatora powinien być pobierany i oczyszczany zgodnie ze wskazówkami podanymi w p.6.2.1. W przypadku stosowania Permolytu zaleca się umieszczenie na drodze gazu za filtrem dokładnym dodatkowo filtru magnetycznego. Przy małych (skróconych) zakresach pomiarowych (np.  $20\% \div 21\% O_2$ ) należy przed doprowadzeniem gazu do nadajnika osuszyć go w kolumnie wypełnionej chlorkiem wapnia ( $CaCl_2$ ).

Uruchomienie analizatora dokonuje się przy zwartym wyjściu przewodów do przyrządów wskazujących lub rejestrujących (Messbereiche "O"), co zabezpiecza przyrządy te przed przeciążeniem. Po włączeniu przyrządu do sieci ustawiamy termostat w położeniu 1, w którym jest większa moc grzejnika (60 W). Po wyłączeniu się termostatu, tj. po ogrzaniu komory pomiarowej do  $55^{\circ}C$ , przełącza się termostat w położenie 2; moc grzejnika wynosi wówczas 45 W. Prawidłowo pracujący termostat powinien włączać się i wyłączać co 1 ÷ 3 minut. Pracę termostatu sygnalizuje żarówka na tablicy z przełącznikami. Po ogrzaniu komory włącza się przepływ gazu przez Permolyt. Natężenie przepływu regulujemy zaworem iglicowym 11 (rys.6.1). Prawidłowe wyniki pomiarowe uzyskuje się po osiągnięciu równowagi cieplnej przez przyrząd, tj. po około 2 godzinach. Przy ustawieniu przełącznika zakresów na "O" kontroluje się położenie zerowe wskaźników i przeprowadza ewentualną adiustację mechaniczną. Zerowanie mostka Wheatstone'a opornikiem  $R_3$  wykonuje się przy użyciu gazu podanego w instrukcji - najczęściej czystego azotu.

Kontrolę wskazań "Permolytu" przeprowadza się przepuszczając przez analizator gaz wzorcowy o znanym składzie, zbliżonym do analizowanego gazu. Korektę wskazań przyrządu można przeprowadzać również przez porównywanie wskazań z wynikami otrzymanymi za pomocą analizatora Orsata.

Analizatory magnetyczne, ze względu na dokładność pomiaru (klasa  $\sigma = 2$ ), znajdują zastosowanie głównie w przemyśle, w układach automatycznego sterowania i zabezpieczenia instalacji przed wybuchem. Stosowane są one również do kontroli składu spalin, atmosfery ochronnej w piecach przemysłowych i zasobnikach z opalem, powietrza w pomieszczeniach przemysłowych i szpitalnych.



### 6.3.4. ANALIZATORY ABSORPCYJNE-OPTYCZNE

W analizatorach tych wykorzystano zdolność pochłaniania przez niektóre gazy promieniowania podczerwonego.

Z prawa Lamberta-Beera wynika zależność

$$\Phi_s / \Phi_o = \exp(-\epsilon_n c s), \quad (6.27)$$

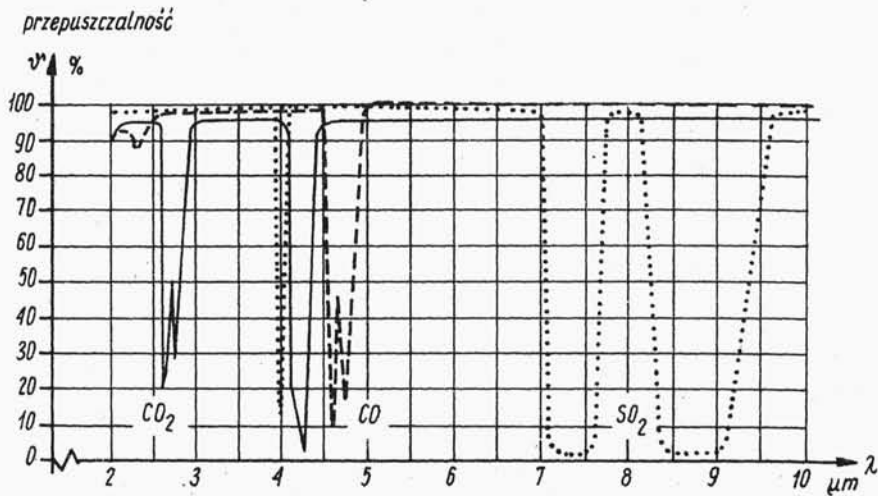
gdzie:

- $\psi$  - przepuszczalność warstwy gazu,  $\psi = \Phi_s / \Phi_o$ ,
- $\alpha$  - absorpcja gazu,  $\alpha = 1 - \psi$ ,
- $\Phi_s$  - natężenie promieniowania po przejściu warstwy gazu,
- $\Phi_o$  - natężenie promieniowania wychodzącego ze źródła,
- $\epsilon_n$  - naturalny współczynnik ekstynkcji,
- $c$  - stężenie molowe gazu,
- $s$  - grubość warstwy gazu.

Z równania (6.27) wynika, że przepuszczalność promieniowania  $\psi$  maleje wraz ze wzrostem stężenia molowego gazu  $c$  i grubością warstwy  $s$ . Własność tę wykorzystano w analizatorach optycznych - absorpcyjnych.

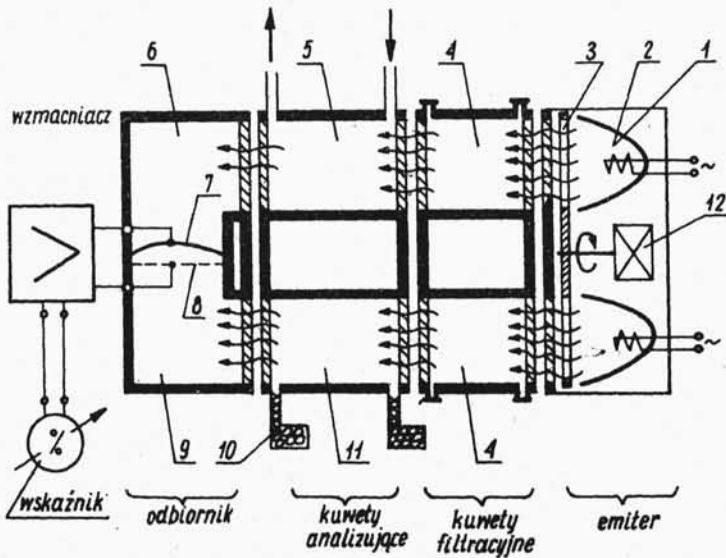
Do gazów, które można analizować podaną metodą w paśmie promieniowania podczerwonego 2 do 15  $\mu\text{m}$ , należą:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$  itd. Nie można podaną metodą oznaczać gazów o symetrycznej budowie cząsteczki, np.  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$  oraz gazów szlachetnych, gdyż nie mają one w podanym zakresie charakterystycznych pasm absorpcji promieniowania. Widma absorpcji promieniowania podczerwonego dla niektórych, częściej analizowanych składników, pokazano na rys.6.8.

Na omówionej zasadzie oparte jest działanie analizatora typu Infralyt produkcji VEB Kombinat Mess-und Regelungstechnik, Dessau. Analizatorem tym można mierzyć udziały objętościowe wielu składników występujących w mieszaninie gazowej od ilości śladowych do 100%, przy czym pośrednie zakresy pomiarowe są dowolne. Najmniejszy zakres pomiarowy wynosi od 0 do 0,01%. Analizator składa się z nadajnika oraz wskaźnika lub rejestratora, w zależności od wykonania. W nadajniku można wyróżnić część sieciową (zasilacz) oraz analityczno-pomiarową, która składa się z emitera, zespołu kuwet i odbiornika. Schemat ideowy części analityczno-pomiarowej pokazano na rys.6.9.



Rys.6.8. Widma absorpcji promieniowania podczerwonego niektórych gazów

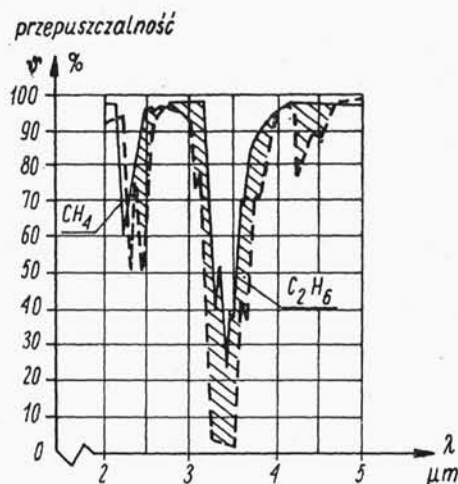
Zasada działania polega na określeniu osłabienia wiązki promieniowania przenikającego przez warstwę analizowanego gazu w porównaniu z nieosłabioną wiązką promieniowania. Emiter promieniowania podczerwonego składa się z dwóch parabolicznych



Rys.6.9. Schemat ideowy nadajnika analizatora absorpcyjnego typu Infralyt

zwierciadeł 1, w których ognisku znajdują się spirale żarowe 2. Pod wpływem przepływającego prądu spirale ogrzewają się do temperatury kilkuset stopni Celsjusza, wysyłając dwie wiązki promieniowania. Wewnątrz emitery znajduje się przesłona 3, która obracana przez silnik 12 z częstotliwością  $n = 6,25 \text{ s}^{-1}$  ogranicza tak ilość wysyłanego promieniowania, aby nie nagrzewały się ścianki odbiornika. Następnie na drodze promieniowania znajdują się zespoły kuwet - analizujących i ewentualnie filtracyjnych. Zespół analizujący zawiera dwie kuwety - po-miarową 5 i porównawczą 11. Przez kuwetę pomiarową przepływa analizowany gaz, zaś kuweta porównawcza wypełniona jest czystym azotem, który nie pochłania promieniowania podczerwonego. Długość kuwet zależy od stężenia analizowanego składnika i może wynosić od 0,5 do 230 mm. Azot zamknięty w kuwecie porównawczej jest zabezpieczony przed zawilgoceniem i  $\text{CO}_2$  bezwodnym wodorotlenkiem potasowym, który wypełnia zbiorniki zamykające kuwetę.

W odbiorniku dokonuje się analizy natężenia promieniowania w sposób selektywny. W tym celu komory odbiornika przystosowanego np. do pomiaru zawartości CO w gazie wypełnia się mieszaniną 15% CO i 85% argonu. Na skutek pochłaniania energii promienistej gaz w odbiorniku ogrzewa się tylko w paśmie charakterystycznym dla CO. Jak wynika z rys.6.8 osłabienie promieniowania wywołane zawartością  $\text{CO}_2$  i  $\text{SO}_2$  nie wpływa na ogrzewanie gazu w odbiorniku, gdyż składniki te pochłaniają promieniowanie o innej długości fali  $\lambda$ . Gaz wypełniający górną komorę odbiornika 6 ogrzewa się słabiej niż gaz w komorze 9. Różnica temperatur gazu w komorach odbiornika jest zależna od energii promienistej pochłoniętej przez CO w kuwecie pomiarowej 5. Pod wpływem różnicy temperatur powstaje w odbiorniku różnica ciśnień gazu, która jest mierzona za pomocą kondensatora membranowego. Jedną okładziną kondensatora jest membrana 7, zaś drugą siatka 8. Odształcenie membrany zmienia pojemność tak skonstruowanego kondensatora, co po zamianie na impuls elektryczny i wzmocnieniu jest mierzone przez przyrząd wskazujący. Wskaźnik może mieć podziałkę w % lub  $\text{g/m}^3$ . Ścianki przezroczyste kuwet nadajnika i odbiornika wykonuje się z fluorytu. Minerale ten zwany również szpatem



Rys.6.10. Widma absorpcji metanu i etanu

fluorowym ( $\text{CaF}_2$ ) przepuszcza promieniowanie podczerwone w paśmie 2 do ok.  $10 \mu\text{m}$ .

W przypadku, gdy składniki analizowanej mieszaniny mają nakładające się pasma promieniowania, stosuje się dwie kuwety filtracyjne 4. Sytuacja taka ma miejsce, gdy w mieszaninie znajduje się jednocześnie metan ( $\text{CH}_4$ ) i etan ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ). Widma absorpcji metanu i etanu pokazano na rys.6.10. Przy

określaniu zawartości etanu kuwety filtracyjne wypełnia się gazem zakłócającym, tj. metanem.

Użytkownik najczęściej nie ma dostępu do katalogu widm absorpcji promieniowania podczerwonego i dlatego już przy zamawianiu analizatora należy przewidzieć (ewentualnie zmierzyć Orsatem) skład analizowanej mieszaniny i podać go przy zamawianiu Infralytu. Producent określa wówczas we własnym zakresie czy istnieje konieczność stosowania kuwet filtracyjnych oraz dobiera optymalną długość kuwet filtracyjnych i analizujących.

Ponieważ pomiar jest dokonywany na drodze optycznej, zatem z gazu muszą być usunięte wszystkie zanieczyszczenia stałe oraz para wodna. W tym celu stosuje się układ do pobierania spalin opisany w p.6.2.1.

Nominalna ilość gazu przepływająca przez nadajnik wynosi  $11 \text{ cm}^3/\text{s}$ , co uzyskuje się dzięki dołączonej do analizatora dyszy współpracującej z naczyniem stałej różnicy ciśnień (p.6.2.1).

#### Uruchamianie analizatora

Przed uruchomieniem nadajnika należy przeprowadzić adiację punktu zerowego w przyrządach wskazujących. Przed włącze-

niem nadajnika przełącznik zakresów ustawia się w położeniu 1:10, zaś wzmocnienie na wielkość 0. Tak przygotowany przyrząd włącza się do sieci i pozostawia przez okres 2 godzin w celu osiągnięcia równowagi cieplnej. Jeżeli w czasie pomiaru w pomieszczeniu gdzie zamontowany jest "Infralyt" występują duże wahania temperatur, wówczas należy włączyć termostat utrzymujący w odbiorniku stałą temperaturę  $50^{\circ}\text{C}$ . Termostat włącza się około  $1 \div 2$  minut później niż sam przyrząd. Opóźnienie to ma na celu ochronę elektronicznego układu stabilizującego temperaturę przed zniszczeniem. Po ok. 10 minutach termostat powinien się wyłączać, co sygnalizuje żarówka kontrolna. W przypadku włączania termostatu równowagę cieplną nadajnika uzyskuje się po ok. 5 godzinach. Po osiągnięciu równowagi cieplnej przeprowadza się zerowanie przyrządu.

W celu regulacji punktu zerowego ustawia się wzmocnienie Infralytu w położeniu podanym na świadectwie kontrolnym, a następnie przepuszcza przez przyrząd azot lub powietrze pozbawione  $\text{CO}_2$ . Jeżeli wskaźniki (po uprzedniej adiustacji) nie wskazują zera, wówczas przeprowadza się trójstopniową korektę w kolejności:

- a) przesuwają się oś wirującą przesłony, aż do uzyskania możliwie minimalnego wskazania;
- b) dalszą regulację wykonuje się przesłoną umieszczoną w odbiorniku, aż do uzyskania minimalnego wskazania, jeżeli nie osiągnięto zera regulacją opisaną w punkcie a;
- c) niewielkie pozostałe wychylenie (do 2% górnej granicy zakresu pomiarowego) można usunąć przez regulację mechaniczną położenia wskazówki we wskaźnikach.

Sprawdzenie poprawności wskazań można wykonać dla dużych zakresów pomiarowych za pomocą analizatora Orsata, dla zakresów  $\leq 5\%$  należy korzystać z wzorcowych mieszanin gazowych. Mieszaniny takie przygotowują nieliczni producenci na świecie, m.in. VEB Technische Gase - NRD.

Analizatory optyczno-absorpcyjne dzięki swojej dokładności  $\sigma = 2,5\%$  oraz zakresom pomiarowym od  $0 \div 0,01\%$  do  $0 \div 100\%$  znajdują zastosowanie w pomiarach przemysłowych i laboratoryjnych. Stosowane są one do kontroli procesów przemysłowych, analizy spalin, kontroli czystości powietrza itp.

Analizatory typu Infralyt można wyposażyć w urządzenia alarmujące o przekroczeniu dopuszczalnego stężenia mierzonego gazu.

Infralyt może być wykonany z kilkoma zespołami kuwet i odbiorników do pomiaru zawartości różnych składników w mieszaninie. Jednocześnie można analizować tylko jeden składnik, zaś przestawienie na pomiar innego składnika wymaga ponownej regulacji całego nadajnika; jest to wadą tej metody pomiarowej.

### 6.3.5. WYKRYWACZE GAZÓW ZE WSKAŹNIKAMI RURKOWYMI

Oprócz podanych wcześniej analizatorów do pomiarów zawartości określonych składników spalin w mieszaninie, norma PN-72/M-34128 dopuszcza pomiar zawartości CO w spalinach za pomocą wykrywaczy gazów. Urządzenie to składa się z pompki harmonijkowej (rys.6.11), do której wkłada się wskaźnik rurkowy po odłamaniu zatopionych końców szklanych. Rurka powinna być włożona do pompki w ten sposób, aby strzałka na rurce wskazywała kierunek przepływu gazu przy zasysaniu. Pojemność pompki wynosi  $100 \pm 5 \text{ cm}^3$ . Wykrywaczami gazów zgodnie z normą PN-70/G-08032 można oznaczać również  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  i inne gazy.

Zakresy pomiarowe produkowanych obecnie rurek wskaźnikowych do oznaczania CO i  $\text{CO}_2$  zestawiono w tablicy 6.2.

Tablica 6.2

Dane techniczne rurek wskaźnikowych

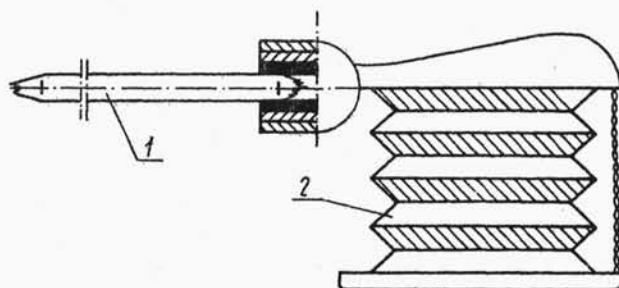
Lp.	Rodzaj wskaźnika	Symbol	Zakresy pomiarowe % obj.	Dokładność oznaczenia %
1	Wskaźnik tlenku węgla	CO - 0,002%	0,002 - 0,05 0,02 - 0,5	$\pm 25$
2	Wskaźnik dwutlenku węgla	$\text{CO}_2$ - 0,5%	0,5 - 5	$\pm 25$
3	Wskaźnik dwutlenku węgla	$\text{CO}_2$ - 1%	1 - 18	$\pm 25$

#### Pomiar zawartości CO

Po włożeniu wskaźnika do pompki należy wykonać jedno, pełne zassanie analizowanego gazu. Jeżeli nastąpiło zabarwienie,

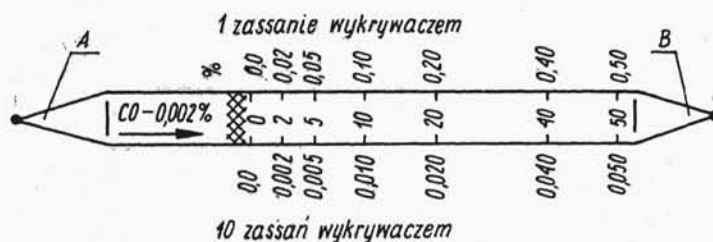


to odczytuje się zawartość CO zgodnie z zasadą pokazaną na rys.6.12. Jeżeli nie zauważono zabarwienia masy wskaźnikowej



Rys.6.11. Pompka harmonijkowa WG-2

- wykonuje się dalsze 9 zassań gazu (razem 10) i odczytuje zawartość CO. W celu sprawdzenia poprawności oznaczenia wykonuje się co najmniej dwa pomiary.



Rys.6.12. Rurka wskaźnikowa do oznaczania zawartości CO; A, B-końce rurki usuwane przed pomiarem

### Pomiar zawartości CO<sub>2</sub>

Oznaczanie pomiaru CO<sub>2</sub> dokonuje się analogicznie jak CO z tym, że zasysa się gaz jednorazowo. W zależności od stężenia CO<sub>2</sub> należy dobrać odpowiednią rurkę wskaźnikową. W czasie oznaczenia masa wskaźnikowa zabarwia się na kolor fioletowy. Zabarwienie jest jednak nietrwałe i należy je notować przed upływem 1 godziny. Temperatura gazu zasysanego do analizy powinna wynosić od 0 do 40°C. Poza podanym przedziałem temperatur oznaczenie jest błędne. W celu kontroli dokonuje się również dwóch oznaczeń.