



Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 30.VII.1966 (P 115 862)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 1.VIII.1973

Kl. 421,4/05

MKP G01n 7/00

Współtwórcy wynalazku: Ellsworth Richard Fenske, James Herbert
Mc Laughlin

Właściciel patentu: Universal Oil Products Company, Des Plaines —
Illinois (Stany Zjednoczone Ameryki)

**Sposób wykrywania zmian składu mieszaniny węglowodorów
przez kontrolowane spalanie i urządzenie do stosowania
tego sposobu**

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób wykrywania zmian składu mieszaniny węglowodorów przez kontrolowane spalanie w warunkach zimnego stabilizowanego płomienia i urządzenie do stosowania tego sposobu.

Urządzenie według wynalazku jest przydatne w laboratorium do badania paliwa, a zwłaszcza w rafinerii ropy lub zakładach chemicznych jako analizator działający w sposób ciągły, odpowiedni do kontroli, rejestrowania i/lub regulowania procesu.

Wiadomo jest, że jeśli mieszaninę par węglowodorów z tlenem lub powietrzem, o składzie mieszczącym się w zakresie proporcji mieszaniny wybuchowej, utrzymuje się w warunkach ciśnienia i temperatury poniżej punktu zapłonu, wówczas węglowodory te ulegają częściowemu utlenieniu tworząc aldehydy, tlenek węgla i inne dalsze produkty utleniania takie jak ketony i kwasy. Przypuszcza się, że produkty utleniania powstają w wyniku reakcji łańcuchowej, w której tworzą się również jony atakujące inne cząstki węglowodorów, a powodujące dalszy bieg reakcji. W temperaturach pośrednich reakcje zapoczątkowane jonami prowadzą do wytwarzania cząstek o silnie rozgałęzionych łańcuchach natomiast w temperaturach niższych lub wyższych, tworzenie się cząstek o silnie rozgałęzionych łańcuchach zostaje zmniejszone na korzyść innych reakcji. Jeżeli wyżej określoną mieszaninę wybuchową podda się sprężeniu i/lub ogrzeje w taki sposób, że będą przebiegały przede wszystkim

2

wymienione reakcje łańcuchowe, wówczas po pewnym okresie indukcji powstanie tak zwany zimny płomień o silnej emisji światła, której towarzyszy tworzenie się ciepła w niewielkich ilościach, mniejszych niż w przypadku normalnie przebiegającego procesu spalania mieszaniny węglowodorów. Zimny płomień nie jest stabilny i charakteryzuje się tendencją do gaśnięcia, lub też po drugim okresie indukcji — do samozapłonu i eksplozji.

10 Parametry spalania można jednak tak wyregulować, że otrzymuje się ciągły lub ustabilizowany zimny płomień, to znaczy płomień, który nie gaśnie i nie przechodzi w fazę samozapłonu lecz występuje w postaci ustabilizowanej z dobrze zaznaczonym

15 czołem.
Z literatury technicznej znane są liczne badania zmierzające do ustalenia zależności pomiędzy liczbą oktanową a tworzeniem się zimnego płomienia, na przykład Barusch i Payne (M. R. Barusch i J. Q. Payne Industrial and Engineering Chemistry Vol 43 nr 10 str. 2329 z 1951 r.) podają sposób uzyskiwania zimnego stabilizowanego płomienia przy utrzymaniu stałego ciśnienia i stałych proporcji paliwa do powietrza, w urządzeniu składającym się z rury szklanej, z ognioodpornego szkła borokrzemowego, o długości 2,2 m i wewnętrznym przekroju 25 mm, usytuowanej w pozycji poziomej i utrzymywanej w termostalowanych warunkach łaźni powietrznej. Do rury tej mającej postać dużej pipety zaopatrzonej na wejściu w płytkę ze szkła spiekanego zapobie-

gającą burzliwemu przepływowi mieszanki, wprowadza się mieszaninę węglowodorów za pomocą dozownika, stanowiącego inżektor zasilany strumieniem powietrza, umożliwiającą doskonale rozpylenie mieszanki. W ustalonych warunkach, przy stałej szybkości liniowej gazu 10 cm/sek uzyskuje się stabilny żarny płomień, którego czoło ma postać płaszczyzny odchylonej o 30° od pionu, po czym mierzy się najmniejszą odległość czoła płomienia od porowatej płytki ze szkła spiekane go za pomocą dwóch równoległych włosów, zaś temperaturę komory spalania mierzy się przed rozpoczęciem doświadczenia za pomocą termoelementu umieszczonego w odległości 1,4 m od porowatej płytki.

Ten znany sposób, dotychczas stosowany wyłącznie w pracach badawczych charakteryzuje się między innymi tą wadą, że umożliwia jedynie okresowe prowadzenie badań danego paliwa o ściśle określonym składzie, przy ściśle określonych szybkościach liniowych przepływu gazu spalanego w warunkach zimnego płomienia pod ciśnieniem atmosferycznym, przy czym zastosowane w tych warunkach urządzenie odznacza się bardzo dużymi wymiarami, a z powodu poziomego usytuowania rury do spalań, uzyskuje się czoło płomienia w postaci płaszczyzny odchylonej od pionu, co utrudnia zarówno stabilizację płomienia jak i pomiar odległości czoła płomienia.

Dotychczas zwykle stosowano niezmiennie parametry spalania, przy czym obserwowano, że przy zmianie składu węglowodorów w czasie doświadczenia, płomień stawał się niestabilny i bądź wygasał lub powodował eksplozję.

Celem wynalazku było opracowanie nowego sposobu umożliwiającego badanie lub kontrolowanie procesu spalania mieszaniny węglowodorów o zmiennym składzie w warunkach ciągłych ustabilizowanego zimnego płomienia.

Cel ten osiągnięto przez wytworzenie zimnego płomienia pod ciśnieniem wyższym od ciśnienia atmosferycznego.

Wiadomo, że wytworzenie i utrzymanie ciągłego lub ustabilizowanego zimnego płomienia zależy zarówno od szeregu parametrów procesu, jak i od wymiarów stosowanej w tym procesie aparatury, przy czym znane były następujące parametry nie dające się regulować, jak skład węglowodorów oraz parametry w zasadzie stałe, lecz dające się dobrać jak np.: konstrukcja rury do spalań, a więc kształt przekroju, wielkość przekroju, długość, stopień zawężenia itp., konstrukcja dyszy palnika to jest przekrój dyszy, wielkość wlotów dla węglowodoru i utleniacza, objętość i kształt komory mieszania itp. Znane są też parametry spalania dające się przystosować i/lub regulować, a więc ciśnienie spalania, stężenie węglowodorów w spalanej mieszaninie, stężenie tlenu w spalanej mieszaninie, stężenie rozcieńczalnika obojętnego lub umożliwiającego utrzymanie równowagi w spalanej mieszaninie, jak stężenie azotu, pary wodnej lub dwutlenku węgla, temperatura strefy indukcji.

Stwierdzono, że jeśli wytworzy się zimny płomień pod ciśnieniem wyższym od atmosferycznego, to przy spalaniu mieszaniny węglowodorów o składzie zmieniającym się w czasie można regulować

jeden lub kilka parametrów wymienionych wyżej, w taki sposób, aby uzyskać stałą pozycję czoła płomienia, przy czym okazało się również, że jeśli ustabilizuje się pozycję płomienia przez zmianę parametrów spalania, wówczas wielkość zmian tych parametrów dokonana dla unieruchomienia płomienia może być skorelowana ze zmianą składu węglowodorów.

Sposób według wynalazku wykrywania zmian składu mieszaniny węglowodorów przez kontrolowane spalanie w warunkach stabilizowanego zimnego płomienia, polega na tym, że strumień analizowanego węglowodoru i strumień gazu zawierającego tlen, w odpowiednich proporcjach wprowadza się pod ciśnieniem wyższym od ciśnienia atmosferycznego, przy odpowiedniej prędkości przepływu mieszaniny obu strumieni, do strefy indukcji utrzymywanej w podwyższonej temperaturze i spala mieszaninę węglowodorów w strefie spalania w warunkach zimnego płomienia przy kontroli pozycji czoła płomienia, przy czym sygnał kontrolny określający pozycję czoła płomienia wykorzystuje się do regulacji jednego lub kilku parametrów spalania, jak ciśnienie, dopływ analizowanego węglowodoru lub powietrza albo temperatura strefy indukcji, odpowiedniej do unieruchomienia i utrzymania czoła zimnego płomienia w stałej pozycji, niezależnie od zmian w składzie analizowanego materiału i mierzy wielkość zmian regulowanego parametru za pomocą sygnału określającego zmianę składu badanego materiału.

Zmiany składu badanych węglowodorów określa się dogodnie za pomocą sygnału rejestrującego zmiany wartości liczby oktanowej tego węglowodoru.

W sposobie według wynalazku proces spalania można prowadzić przy maksymalnej temperaturze czoła płomienia $316-538^\circ\text{C}$, pod ciśnieniem 1,22—11,2 atm, jednak dla analizowania frakcji benzynowych proces spalania prowadzi się korzystnie w temperaturze $288-454^\circ\text{C}$, mierzonej przed czołem, korzystnie pod ciśnieniem 1,36—4,42 atm, zwłaszcza 1,7—3,4 atm, mierzonym w strefie spalania.

W porównaniu z uprzednio opisanymi sposobami, sposób według wynalazku umożliwia analizowanie i kontrolowanie procesów przebiegających w mieszaninie węglowodorów o składzie zmieniającym się w czasie, pod ciśnieniem wyższym od atmosferycznego, przy czym zastosowanie wyższego ciśnienia przy wytwarzaniu zimnego płomienia, umożliwia stosowanie aparatury o znacznie mniejszych wymiarach niż dotychczas, jak i prowadzenie pomiaru przy poziomym usytuowaniu rury do spalań, które z kolei doprowadza do uzyskania horyzontalnego położenia czoła płomienia, co zwiększa czułość i dokładność pomiaru określającego pozycję płomienia. W sposobie według wynalazku informacje o pozycji płomienia wykorzystuje się do regulacji parametrów spalania, umożliwiającej unieruchomienie czoła płomienia, przy czym sygnały informujące są zużytkowane do wskazania, alarmowania lub rejestracji parametrów spalania, które to parametry są korelowane ze składem węglowodorów.

Urządzenie według wynalazku stosowane do analizowania węglowodorów składa się z komory spa-

lania, elementów służących do wytwarzania stabilizowanego zimnego płomienia we wnętrzu komory spalania przy użyciu jako paliwa mieszaniny zawierającej analizowane węglowodory. Urządzenie zawiera ponadto elementy czujnikowe do określania pozycji płomienia we wnętrzu komory spalania, elementy kontrolne podłączone do elementów czujnikowych oraz elementów wytwarzających płomień i służące do regulacji jednego parametru spalania w taki sposób, aby utrzymać pozycję płomienia w niezmiennym miejscu w stosunku do komory spalania. Urządzenie zawiera ponadto elementy wskaźnikowe lub rejestrujące umożliwiające uzyskanie sygnału powiązanego z parametrami spalania, który z kolei stanowi miarę składu paliwa.

Urządzenie według wynalazku jest wyposażone w przewód doprowadzający węglowodory, połączony z palnikiem oraz w elementy służące do zmiany ciśnienia we wnętrzu komory spalania. Czujniki pozycji płomienia są umieszczone w pewnej odległości od palnika i służą do określenia pozycji ustabilizowanego zimnego płomienia we wnętrzu komory spalania. Z czujnikami płomienia są połączone elementy służące do zmiany ciśnienia, przeznaczone do nastawiania ciśnienia w taki sposób, by unieruchomić płomień względem palnika niezależnie od składu węglowodorów wprowadzanych do tego palnika, miernik ciśnienia połączony z komorą spalania daje sygnał odpowiadający ciśnieniu spalania, przy czym sygnał ten stanowi miarę składu węglowodorów.

Stosując urządzenie według wynalazku, wstępnie ogrzany strumień węglowodorów oraz wstępnie ogrzany strumień powietrza wprowadza się do jednego końca strefy spalania, zwanej strefą indukcji, która jest utrzymywana w podwyższonej temperaturze i pod ciśnieniem wyższym od atmosferycznego, a gdzie frakcja węglowodorów zostaje częściowo utleniona w warunkach w których powstaje zimny płomień.

W niniejszym opisie określenie „analizer węglowodorów” lub „analiza węglowodorów” nie oznaczają analizy poszczególnych składników węglowodorów prowadzonej drogą spektrometrii masowej lub chromatografii gazowej. Sposobem według wynalazku uzyskuje się natomiast ciągły sygnał wyjściowy, który daje pewne informacje o składzie i właściwości węglowodorów, a który jest empirycznie skorelowany z powszechnie stosowanymi wskaźnikami produktów naftowych, takimi jak ciśnienie par według Reid'a, destylacje według ASTM lub Englera, dla paliw silnikowych — liczba oktanowa określona metodą silnikową lub metodą badawczą itp. Korelacja ta jest funkcją składu węglowodorów i ilości węgla i jest zależna od obecności lub nieobecności, parafin, izoparafin, olefin, dwuolefin, poliolefin, związków aromatycznych, związków aromatycznych podstawionych podstawnikami długolącuchowymi wielopierścieniowych związków aromatycznych itp. Z tego względu analizer według wynalazku winien być skalibrowany dla określonej mieszaniny węglowodorów lub analizowanego materiału, przy czym stosunkowo małe odchylenia od tego składu mogą być skorygowane w drodze ekstrapolacji. I tak na przykład inaczej

musi być skalibrowany analizer jeśli analizuje się na nim benzynę katalitycznie reformowaną, a inaczej gdy analizuje się na nim benzynę z krakingu katalitycznego. Konieczność kalibrowania nie zmniejsza w jakimkolwiek stopniu użyteczności sposobu i urządzenia według wynalazku jeśli sposób i urządzenie stosuje się do kontroli procesu ciągłego. W procesie ciągłym odchylenia w składzie produktów lub półproduktów są bowiem tego rzędu, że sposobem według wynalazku można w szybki i nieskomplikowany sposób wykryć zarówno zmiany składu jak i uzyskać informację o kierunku i wielkości czynników korygujących, które należy użyć, aby ponownie uzyskać produkt o wymaganych właściwościach.

Określenie „sygnał wyjściowy” lub sygnał powstający w elementach wskaźnikowych należy rozumieć w najszerszym znaczeniu. Określenie to obejmuje sygnały wszelkiego typu, a więc takie jak sygnały elektryczne z modulacją amplitudy, z modulacją fazową, lub modulacją częstotliwości, albo sygnały ciśnieniowe przy użyciu znanych czynników pneumatycznych oraz cyfrowe odpowiedniki tych sygnałów. Sygnał ten może powodować proste mechaniczne ruchy przetwornika, który może być elektrycznie, mechanicznie lub pneumatycznie połączony z widocznym wskaźnikiem takim jak wskazówka, pisak rejestratora lub urządzenie cyfrowe, a więc na przykład rozszerzanie lub kurczenie rurki Bourdona, spirali lub śruby ciśnieniowej, ruch zaworu mieszkowego, przesłony dyszy lub zespołu rdzenia transformatora, ruch bimetalicznego termoelementu lub ruch automatycznego kompensatora. Sygnał wyjściowy można bez zewnętrznych wskaźników, bądź bezpośrednio stosować do nastawienia końcowego elementu kontrolnego takiego jak automatyczny zawór przeponowy, bądź wprowadzić do obwodu regulacyjnego w systemie kaskadowym. Jednak korzystne jest zaopatrzenie urządzenia we wskaźnik lub urządzenie rejestrujące. Podziałka takiego wskaźnika lub rejestratora może być wyskalowana w żądanych jednostkach charakterystycznych dla węglowodoru, na przykład w jednostkach liczby oktanowej, początkowej temperatury wrzenia, ciśnieniu par itp.

Za pomocą sposobu i urządzenia według wynalazku można analizować mieszaniny składające się z co najmniej jednego węglowodoru o 1—22 atomach węgla w cząsteczce oraz z jednym lub więcej składników niewęglowodorowych takich jak H_2 , N_2 , CO_2 , H_2O oraz H_2S albo też składające się z co najmniej dwu różnych węglowodorów zawierających 1—22 atomów węgla w cząsteczce. Górna granica ilości węgla w cząsteczce jest limitowana tym, że analizowaną próbkę należy przeprowadzić w postaci pary w strumieniu powietrza w warunkach spalania, przy czym próbka ta nie powinna ulegać jakimkolwiek rozkładowi przed częściowym utlenieniem. Węglowodorem lub węglowodorami mogą być normalne parafiny, izoparafiny, monoolefiny, dwuolefiny, lub poliolefiny, cykloparafiny, cykloolefiny jedno lub wielopierścieniowe związki aromatyczne. W mieszaninach mogą więc być obecne na przykład metan, etan, propan, n-butan, izobutan, penteny, heptany, oktany i homologi eikoz-

nów, etylen, propylen, 1-buten, 2-buten, izobuten, penteny, hekseny, butadieny, pentydieny, heksadieny, cyklobuten, cyklopentan, cykloheksan, benzen, toluen, O-ksylen, m-ksylen, p-ksylen, etylobenzen, n-propylobenzen, kumen, acetylen, czterometylobenzeny, pięciometylobenzeny, sześciometylobenzen, naffalen, antracen i fenantren.

Sposobem według wynalazku można analizować na przykład gaz ziemny, gaz porafineryjny, wodór recyrkulowany w procesach reformowania lub hydrokrakingu katalitycznego, zawierający na ogół oprócz samego wodoru węglowodory o 1—5 atomach węgla, gaz pirolityczny, gaz po katalitycznym krakingu fluidalnym, substrat polimeryzacyjny, benzynę pierwszej destylacji, benzynę z krakowania, benzynę polimeryzacyjną, alkilat silnikowy, benzynę reformowaną katalitycznie, produkty po hydrokrakingu, produkty po frakcjonowaniu benzeno-tolueno-ksylenowym, alkilat detergentowy, ciężką ropę, naftę, olej napędowy, lekką ropę cykliczną, ciężką ropę cykliczną, lekki próżniowy olej gazowy i ciężki próżniowy olej gazowy.

Jako czynnik utleniający stosuje się gaz zawierający tlen, takiego jak powietrze, a w zasadzie czysty tlen, mieszaninę tlenu i rozcieńczalnika obojętnego lub wpływającego na równowagę takie jak azot, dwutlenek węgla lub para wodna. Jeżeli regulacji podlega stężenie węglowodoru, stężenie tlenu lub stężenie rozcieńczalnika w substracie, to regulację taką można uzyskać przez zmianę dopływu węglowodorów, tlenu lub rozcieńczalnika lub też przez równoczesne zmienianie dwóch spośród tych dopływów w celu uzyskania niezmiennego stosunku ilościowego powietrza i węglowodorów lub stosunku ilości rozcieńczalnika i węglowodoru.

Temperaturę strefy indukcyjnej można regulować za pomocą wstępnego ogrzewania analizowanej próby i wprowadzanego powietrza lub też przez ogrzewania z zewnątrz komory spalania. W każdym przypadku dopuszczalne granice temperatury i ciśnienia w obrębie których można pracować bez odbiegania od procesu ciągłego, ustala się w drodze doświadczalnej dla danego rodzaju materiału badanego.

Urządzenie według wynalazku przedstawiono na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia widok z boku urządzenia, częściowo w przekroju, fig. 2 schemat elementów czujnikowych do określania pozycji płomienia, fig. 3 wykres typowego przebiegu temperatury w urządzeniu według fig. 1, przy czym na wykresie na osi X podano długość komory spalania, a na osi Y — temperaturę, fig. 4 — wykres zależności liczby oktanowej i ciśnienia, przy czym na osi odciętych podano liczbę oktanową określoną metodą badawczą, a na osi rzędnych ciśnienie spalania, fig. 5 — schemat odmiany urządzenia według wynalazku, w którym regulacji podlega stężenie węglowodorów, fig. 6 — schemat odmiany urządzenia, w którym regulacji podlega ilość tlenu w mieszaninie, a fig. 7 — schemat odmiany urządzenia, w którym regulacji podlega temperatura strefy spalania.

Fig. 1 przedstawia schemat urządzenia, którego zbiornik 10 ma stałe dno i odejmowaną pokrywę. Zbiornik 10 jest zaopatrzony we wlot 11 dla czynnika ogrzewczego oraz wylot 12 dla tego czynnika.

Górny brzeg zbiornika ma kształt kołnierza 13. Pokrywa 14 osadzona na uszczelce 15 jest przykręcona do kołnierza 13 za pomocą śrub 16. Pokrywa 14 i zbiornik 10 tworzą razem komorę, w której jest umieszczona rura do spalań. W razie potrzeby zbiornik 10 może być wraz z pokrywą 14 pokryty jedną lub więcej warstwami izolacyjnymi.

Przez pokrywę 14 przechodzi cienkościenna rura 17 do spalań. Dolny koniec rury 17 jest otwarty, natomiast górny jest zamknięty kołpakiem 18. Rura 17 jest przymocowana do pokrywy 14 przez spawanie w miejscu 19. Zespół palnikowych dysz oznaczony ogólnie liczbą 20 jest przymocowany do dolnego końca rury 17. Zespół ten składa się z gwintowanej tulei 21 nasuniętej na dolny koniec 17. Gwintowany kołnierz 24 oraz metaliczna uszczelka 25 służą do szczelnego zakleszczenia tulei 21 na końcu rury 17. Tuleja 21 jest zaopatrzona w koncentryczny otwór 22 znajdujący się we wnętrzu obudowy 23. Powietrze wprowadza się do dyszy palnika przewodem 26 poprzez przepływomierz 27 i przewód 28. Przewód 28 przechodzi przez nieco szerszy otwór 29 w pokrywie 14 i jest uszczelniony w tej pokrywie za pomocą gwintowanej tulei i dławika 30. We wnętrzu zbiornika 10 przewód 28 jest wygięty śrubowo na odcinku 31 wokół rury 17 aby zapewnić odpowiedni dopływ ciepła do powietrza. Dolny koniec rury 28 przechodzi przez ścianę boczną obudowy 23. Próbkę węglowodorów jest wprowadzana do dyszy za pomocą przewodu 33 przepływomierza 34 i przewodu 35. Przewód 35 przechodzi przez nieco większy otwór 36 w pokrywie 14 i jest w niej uszczelniony za pomocą gwintowanej tulei i dławika 37. Część przewodu 35 we wnętrzu zbiornika 10 stanowi strefę odparowania i wstępnego ogrzewania węglowodoru. Dolny koniec rury 36 przechodzi przez dolną ścianę obudowy 23 a następnie skierowany jest ku górze i jest usytuowany współosiowo we wnętrzu obudowy 23, a kończy się dyszą 32 na górnej krawędzi przewodu 22.

Dyfuzyjny element 38 jest umieszczony na całej szerokości wewnętrznego przekroju rury 17 w małej odległości od dyszy palnika. Element ten może być wykonany z waty stalowej nierdzewnej lub z waty szklanej lub też może być w postaci spieku metalicznego lub porowatej płytki ceramicznej. Gazy zawierające produkty częściowego utlenienia stabilizowanego zimnego płomienia wypływają z komory spalania za pomocą przewodu 39, wyposażonego w regulator ciśnienia 40. Gazy spalinowe mogą być również przeprowadzone przez strefę termiczną lub katalityczną strefę utleniania znajdującą się przed regulatorem 40. Strefa ta służy do całkowitego spalania gazów spalinowych do dwutlenku węgla i wody.

Czoło ustabilizowanego zimnego płomienia jest na ogół dobrze ograniczoną strefą, znajdującą się w określonej odległości ponad dyszami palnika. W urządzeniu przedstawionym na rysunku pozycję płomienia określa się za pomocą elementów termoelektrycznych. Elementy służące do określenia pozycji płomienia są pokazane na fig. 1 i składają się z dwóch termoelementów 41 i 42 przesuniętych względem siebie w kierunku osiowym rury spalania. Są one umieszczone w cienkościennych

osłonach 43 i 44, zwłaszcza o małej pojemności cieplnej i o dużym przewodnictwie w kierunku wzdłużnym. Termoelementy 41 i 42 mogą być na przykład typu żelazo-konstantan i są włączone przeciwnie napięciowo. Końce termoelementów znajdują się od siebie w odległości d , wynoszącej od 0,6 do 3,1 cm. Nie należy na ogół stosować większych odległości ze względu na obniżenie czułości urządzenia. Przewody 45 i 46 są wyprowadzone na zewnątrz zbiornika 10 poprzez ceramiczne izolatory 47 zamocowane w pokrywie 14. Przewody 45 i 46 są połączone do zacisków wejściowych różnicowego regulatora temperatury 48. Regulatorem takim może być znany automatyczny kompensator połączony z regulatorem pneumatycznym. Odpowiednim napięciem wejściowym dla regulatora 48 może być od -5 do $+5$ miliwoltów, a sygnał wejściowy przewodzony przewodem 48 może być impulsem powietrznym na przykład od 0,2 do 1 atm. Tego rodzaju sygnał regulacyjny przechodzi linią 49 do elementu nastawczego regulatora ciśnienia 40. Elementem odczytującym przy takim urządzeniu jest rejestrator ciśnieniowy 50, połączony za pośrednictwem przewodu 51 z przewodem 39, znajdującym się przed regulatorem 40, licząc w kierunku przepływu.

Na fig. 3 pokazano typowy wykres temperatury w wytworniku zimnego płomienia, w którym w rurze o średnicy 2–5 cm spala się benzynę pod ciśnieniem bezwzględnym 2,0 do 3,4 atm. Długość rury mierzy się począwszy od dyszy palnika. Literami **a** oraz **b** oznaczono pozycję termoelementu 41 i 42. Temperatura strefy indukcyjnej wynosi 332°C . W okolicy czoła płomienia temperatura wzrasta szybko osiągając 399°C , a następnie opada szybko do mniej więcej 338°C . Gdy czoło płomienia znajduje się dokładnie w środku pomiędzy termoelementami 41 i 42, to obydwa termoelementy znajdują się w tej samej temperaturze, a napięcie na wejściu różnicowego regulatora 48 wynosi mniej więcej 0 Volt. Korzystnie jest jednak pracować przy małej różnicy napięć bądź to dodatniej lub ujemnej odpowiadającej różnicy temperatur rzędu $5,6$ do $22,2^{\circ}\text{C}$. Oznacza to, że w tym przypadku czoło płomienia jest umieszczone niesymetrycznie względem termoelementów 42 i 41. Jakkolwiek w tym ostatnim przypadku uzyskuje się większą czułość, to jednak takie postępowanie nie jest niezbędne i można osiągnąć też dobre rezultaty stosując różnice zerowe. Przy wszystkich innych parametrach niezmiennych wzrost ciśnienia powoduje cofnięcie się czoła płomienia w kierunku dyszy, a obniżenie ciśnienia powoduje oddalenie się czoła płomienia od dyszy. A więc jeżeli zmiana składu węglowodoru powoduje cofnięcie się płomienia w kierunku dyszy, to na termoelementach 32 powstaje wzrost temperatury, a na termoelementach 41 jej spadek, a różnicowy regulator temperatury 48 działa poprzez regulator 40 obniżając ciśnienie spalania tak długo, aż czoło płomienia zostanie ponownie wprowadzone do żądanej pozycji. W każdym razie zmiana ciśnienia spalania potrzebna do unieruchomienia czoła płomienia przy zmianie składu paliwa może być skorelowana z taką zmianą składu paliwa.

Ze względu na prawidłowość pracy analizera korzystne jest, gdy rura spalania znajduje się w pozycji pionowej, tak jak to pokazano na fig. 1. W tym przypadku czoło płomienia jest w zasadzie poziome. Jeżeli płomień wytworzy się w poziomej rurze, to czoło płomienia przechyli się w stosunku do pionu na skutek działania grawitacji, co z kolei zmniejsza czułość czujników określających pozycję płomienia. Czynnikiem ogrzewczy doprowadza się do zbiornika 10 przewodem 11. Czynnikiem tym może być powietrze, gazy spalinowe, nasycona lub przegrzana para, olej, alkohol, stopiona sól lub inne środki nagrzewcze za pomocą termostatowego urządzenia zewnętrznego. Zamiast krążącego medium ogrzewczego można stosować kąpiel otaczającą rurę 17, przy czym kąpiel ta może być ogrzewana z zastosowaniem termoregulacji za pomocą elektrycznej grzałki nurkowej, nagrzewnicy parowych itp. Temperatura medium ogrzewczego lub kąpeli wynosi na ogół od 232 do 482°C . Wprowadzone powietrze i węglowodory ogrzewa się do temperatury różniacej się o $1,1$ do 11°C od temperatury ogrzewczego medium.

Dla analizatorów przeznaczonych do benzyny, skonstruowanych zgodnie z fig. 1 i kalibrowanych według metody badawczej dla oznaczania liczby oktanowej (ASTM Test. No D 908-65, patrz ASTM Manual for Rating Motor Fuels by Motor and Research Methods, wydanie 5 1964) stosuje się następujące wymiary i parametry:

Rura spalania: długość — 73,8 cm, średnica zewnętrzna — 2,5 cm, średnica wewnętrzna — 2,23 cm. Materiał — stal nierdzewna.

Zespół palnika: otwór powietrzny 22 średnica — 1,9 mm, obudowa 23 długość — 2,5 cm, średnica wewnętrzna — 0,47 cm.

Injektor węglowodoru 32 średnica zewnętrzna — 1,25 mm, średnica wewnętrzna — 0,825 mm, wykonany z rurki stosowanej do wyrobu igieł do iniekcji podskórnych.

Podgrzewacz powietrza: 20 zwojów rurki o średnicy zewnętrznej 3,1 mm, średnicy wewnętrznej 1,7 mm. Średnica zwojów 7,5 cm, skok zwoju 2,5 cm.

Odległość d — termoelementów: 2,5 cm.

Przepływ węglowodorów: 24 ml/godz.

Przepływ powietrza: 3500 ml/min. w warunkach normalnych.

Temperatura kąpeli: 343°C .

Wzrost temperatury płomienia: $55,5^{\circ}\text{C}$.

Odległość płomienia od palnika: 53,8 cm.

Ciśnienie spalania: 1,7 do 3,4 atm (bezwzględne).

Na fig. 4 pokazano zależności liczby oktanowej od ciśnienia dla wyżej opisanego analizera przy zastosowaniu mieszaniny n-heptanu i izoktanu jako paliwa. Na osi rzędnych naniesiono wartości ciśnienia. Ciśnienie to odczytuje się na rejestratorze 50. Liczbę oktanową naniesiono na osi odciętych. Krzywa ma przebieg w zasadzie prosty przy liczbie oktanowej powyżej 94, a poniżej niej jest nieco zakrzywiona. Ponieważ sygnał wyjściowy jest ciągłym sygnałem analogowym, więc analizator może być z łatwością włączony w obwód sterowania procesem.

Na fig. 5 pokazano inną postać wykonawczą analizera w którym regulacji podlega dopływ węgłowodoru. Elementy identyczne jak na fig. 1 mają tę samą numerację. W tym przypadku ciśnienie spalania jest stałe, co zapewnia regulator 40. Sygnał wyjściowy regulatora 48 przepływa przewodem 49 do regulatora dopływu węgłowodoru 34. Elementem wskaźnikowym jest rejestrator przepływu 60, połączony za pośrednictwem przewodu 61 z regulatorem 34. Przy wszystkich innych niezmiennych parametrach spalania wzrost dopływu węgłowodoru powoduje odsunięcie się czoła płomienia od dyszy, natomiast zmniejszenie dopływu powoduje zbliżenie się czoła płomienia do dyszy. Jeżeli więc zmieni się skład węgłowodoru w taki sposób, że czoło płomienia cofa się w kierunku dyszy, to regulator 48 powoduje wzrost dopływu paliwa aż do chwili w której czoło płomienia znajdzie się w prawidłowej pozycji. Na odwrót gdy zmiana składu węgłowodoru powoduje odsunięcie się czoła płomienia od dyszy, to regulator 48 powoduje zmniejszenie dopływu węgłowodoru aż do chwili, w której osiągnięta zostanie prawidłowa pozycja płomienia.

Na fig. 6 pokazano inną postać wykonawczą analizera, w której regulacji podlega dopływ powietrza. Elementy identyczne jak na fig. 1 oznaczono tymi samymi cyframi. W tym przypadku również utrzymuje się stałe ciśnienie spalania za pomocą regulatora 40. Sygnał wyjściowy różnicowego miernika temperatury 48 jest przenoszony przewodem 49 do regulatora dopływu powietrza 27. Elementem wskaźnikowym jest rejestrator przepływu 60 połączony za pomocą przewodu 62 z regulatorem 27. Przy wszystkich innych niezmiennych parametrach spalania wzrost dopływu powietrza powoduje odsunięcie płomienia od dyszy. Jeżeli więc zmiana składu węgłowodoru powoduje cofnięcie płomienia w kierunku dyszy, to regulator 48 powoduje wzrost dopływu powietrza aż do chwili, w której czoło płomienia znajdzie się w prawidłowej pozycji. Na odwrót, gdy zmiana składu węgłowodoru powoduje odsunięcie płomienia od dyszy, to regulator 48 powoduje zmniejszenie dopływu powietrza aż do chwili, w której płomień znajdzie się w prawidłowej pozycji.

Na fig. 7 pokazano inne rozwiązanie analizera, w którym regulacji podlega temperatura strefy indukcyjnej. Elementy identyczne jak na fig. 1 mają tę samą numerację. Ciśnienie spalania utrzymuje się na stałym poziomie za pomocą regulatora 40. Temperatura strefy indukcyjnej jest kontrolowana za pomocą regulującego rejestratora temperatury 70. Sygnał wyjściowy dla tego rejestratora regulującego jest nadawany przez termoelement 73 umieszczony w strefie indukcji wewnątrz rury spalania 17. Sygnał wyjściowy regulatora 70 jest przekazywany przewodem 73 do przeponowego przewodu 12. Przez dławienie dopływu czynnika grzewczego płynącego do zbiornika 10, co z kolei wpływa na współczynniki przewodzenia ciepła i główne różnice temperatur, można zmieniać dopływ ciepła do substratów i do rury spalania 17, co z kolei oddziałuje na temperaturę w strefie indukcji. Sygnał wyjściowy różnicowego miernika temperatury 48 jest przekazywany elementem 49 do rejestratora regulującego

temperaturę 70. Elementem wskaźnikowym może być po prostu piórko i wykres rejestratora 70. Przy wszystkich innych niezmiennych parametrach spalania wzrost temperatury w strefie indukcji powoduje cofanie się płomienia w kierunku dyszy, natomiast obniżenie temperatury powoduje oddalenie się płomienia od dyszy. A więc jeżeli skład węgłowodoru powoduje cofnięcie się płomienia w kierunku dyszy, to regulator 48 obniża temperaturę strefy indukcyjnej aż do momentu, w którym czoło płomienia znajdzie się w prawidłowej pozycji. Na odwrót jeżeli zmiana składu węgłowodoru powoduje odsunięcie się czoła płomienia od dyszy, to regulator temperatury 48 powoduje wzrost temperatury strefy indukcyjnej, aż do momentu, w którym płomień znajdzie się w prawidłowej pozycji. Ewentualnie wielkość dopływu medium grzewczego może być ustalona na określonym poziomie, a sygnał regulatora temperatury może służyć do zmiany temperatury medium grzewczego. Ze względu na pojemności cieplne medium i materiałów użytych w konstrukcji analizera, system uwidocznił na fig. 7 jest mniej czuły i mniej stabilny niż systemy na fig. 1, 5 i 6.

Wyniki uzyskiwane za pomocą analizatorów według fig. 5, 6 i 7 są podobne do wyników z analizera według fig. 1. W każdym przypadku uzyskuje się ciągły sygnał wyjściowy, którego wielkość jest skorelowana ze zmianami w składzie węgłowodorów. W urządzeniu według fig. 1 istnieje współzależność między wielkością dopływu węgłowodorów i składem węgłowodorów. W urządzeniu według fig. 6 istnieje współzależność między dopływem powietrza i składem węgłowodorów. W urządzeniu według fig. 7 istnieje współzależność pomiędzy temperaturą strefy indukcyjnej i składem węgłowodorów.

Oczywiście do określania pozycji płomienia można stosować inne elementy nie te, które wymieniono. Na przykład można stosować elementy oporowe połączone z układem mostkowym. Można też stosować elementy optyczno-elektryczne, takie jak pirometry radiacyjne lub pirometry fotoelektryczne. Ponieważ ciepło płomienia zawiera znaczne stężenie rodników organicznych i jonów, można pozycję płomienia określać za pomocą elementów reagujących na jony. Na przykład strefa płomienia może zawierać kondensator włączony w obwód oscylatora wysokiej częstotliwości, w tym przypadku liniowe przesunięcie płomienia powoduje zmianę stałej dielektrycznej kondensatora i tym samym charakterystyki rezonansu oscylatora. W strefie płomienia może być również umieszczona szczelina jonizacyjna prądu stałego.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wykrywania zmian składu mieszaniny węgłowodorów, przez kontrolowane spalanie w warunkach zimnego stabilizowanego płomienia, zaimplementowany tym, że strumień analizowanego węgłowodoru i strumień gazu zawierającego tlen, w odpowiednich proporcjach wprowadza się pod ciśnieniem wyższym od ciśnienia atmosferycznego, przy odpo-

wiedniej prędkości przepływu mieszaniny obu strumieni, do strefy indukcji utrzymywanej w podwyższonej temperaturze i spala mieszaninę węglowodorów w strefie spalania w warunkach zimnego płomienia przy kontroli pozycji czoła płomienia, przy czym sygnał kontrolny określający pozycję czoła płomienia użytkuje się do regulacji jednego lub kilku parametrów spalania, jak ciśnienie, dopływ analizowanego węglowodoru lub powietrza albo temperatura strefy indukcji, odpowiedniej do unieruchamiania i utrzymania czoła zimnego płomienia w stałej pozycji niezależnie od zmian w składzie analizowanego materiału i mierzy wielkość zmian regulowanego parametru za pomocą sygnału, który używa się następnie do określenia zmian składu badanego materiału.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zmiany składu badanych węglowodorów określa się za pomocą sygnału rejestrującego zmiany wartości liczby oktanowej tego węglowodoru.

3. Sposób według zastrz. 1—2, **znamienny tym**, że proces spalania prowadzi się w temperaturze 288—453°C, mierzonej przed czołem płomienia.

4. Sposób według zastrz. 1—2, **znamienny tym**, że proces spalania prowadzi się pod ciśnieniem 1,36—4,42 atm.

5. Sposób według zastrz. 1—2, **znamienny tym**, że proces spalania prowadzi się pod ciśnieniem 1,7—3,4 atm.

6. Urządzenie do stosowania sposobu według zastrz. 1—5, **znamienne tym**, że składa się z komory spalania (17), elementów (20) do wytwarzania stabilizowanego zimnego płomienia we wnętrzu komory spalania, elementów (43, 44) do wykrywania pozycji zimnego płomienia we wnętrzu komory spalania oraz elementów kontrolnych (40) połączonych z elementami (43 i 44) do wykrywania pozycji zim-

nego płomienia i elementami wytwarzającymi płomień (20), przy czym urządzenie jest wyposażone w elementy (50) wytwarzające sygnał proporcjonalny do zmienianego parametru spalania, który to sygnał stanowi miarę składu paliwa.

7. Urządzenie według zastrz. 6 **znamienne tym**, że komora spalania (17) jest ustawiona pionowo z palnikiem (20) umieszczonym na jej dnie, przy czym dopływ węglowodorów jest połączony z tym palnikiem.

8. Urządzenie według zastrz. 6 lub 7 **znamienne tym**, że jest zaopatrzone w elementy nastawcze ciśnienia (40) we wnętrzu komory spalania.

9. Urządzenie według zastrz. 6—8 **znamienne tym**, że elementy odprowadzające gazy spalinowe połączone z komorą spalania w pewnej odległości osiowej od palnika są zaopatrzone w regulator (40) ciśnienia.

10. Urządzenie według zastrz. 9 **znamienne tym**, że regulator ciśnienia zawiera wskaźnik ciśnienia.

11. Urządzenie według zastrz. 6 **znamienne tym**, że jako elementy do wykrywania pozycji zimnego płomienia zawiera przesunięte względem siebie w kierunku osiowym urządzenia elementy (43, 44) reagujące na temperaturę.

12. Urządzenie według zastrz. 6, 7, 9, 10, 11 **znamienne tym**, że zawiera elementy (34) do regulacji dopływu węglowodorów.

13. Urządzenie według zastrz. 6, 7, 9, 10, 11 **znamienne tym**, że zawiera przewód doprowadzający utleniacz połączony z palnikiem i zaopatrzone w elementy (27) regulujące dopływ utleniacza.

14. Urządzenie według zastrz. 7, 9, 10, 11 **znamienne tym**, że komora spalania zawiera strefę indukcji, przy czym urządzenie jest wyposażone w elementy (72) do regulacji temperatury we wnętrzu strefy indukcji.

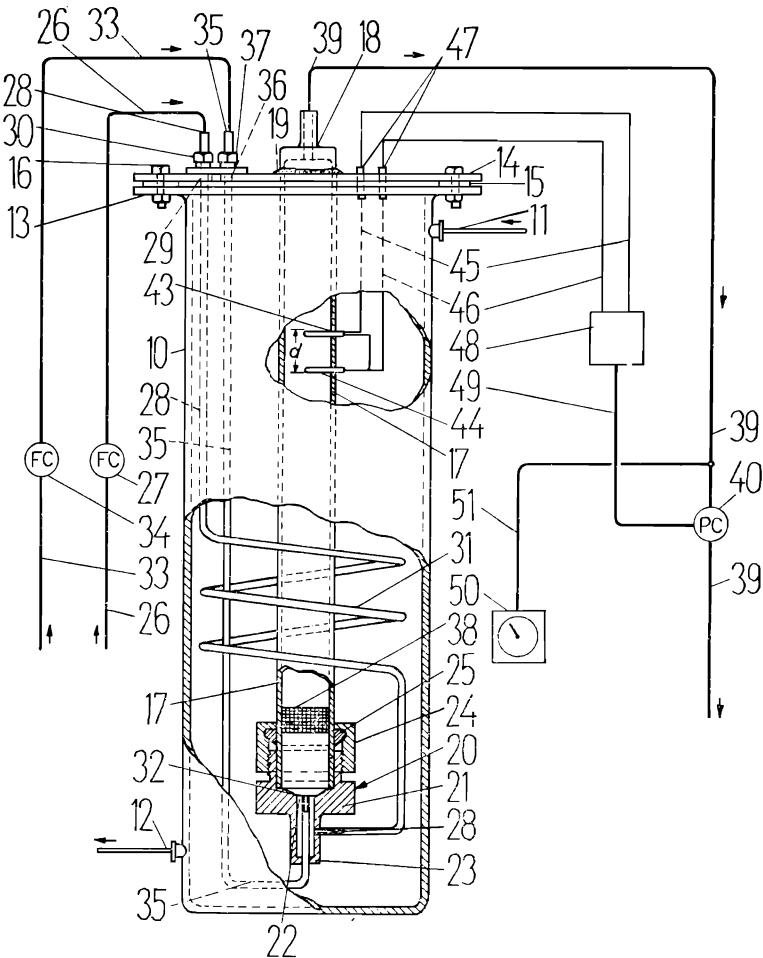


Fig.1

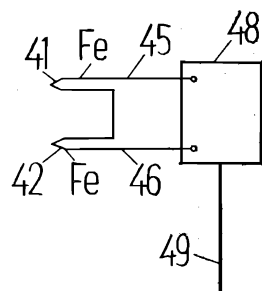


Fig. 2

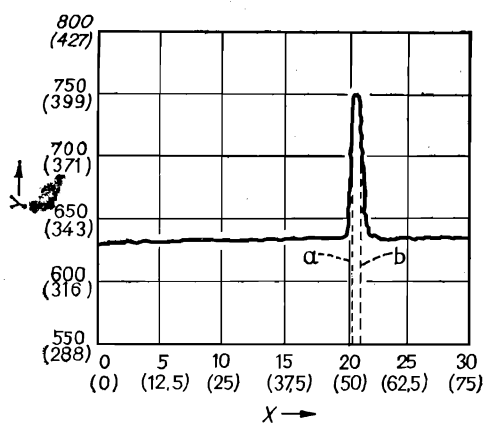


Fig. 3

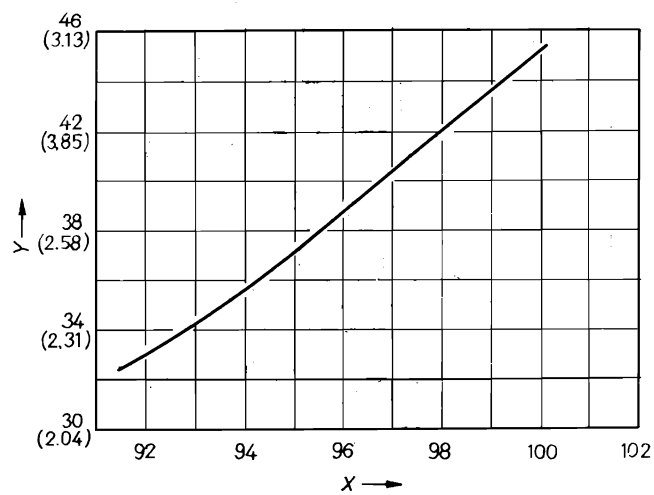


Fig. 4

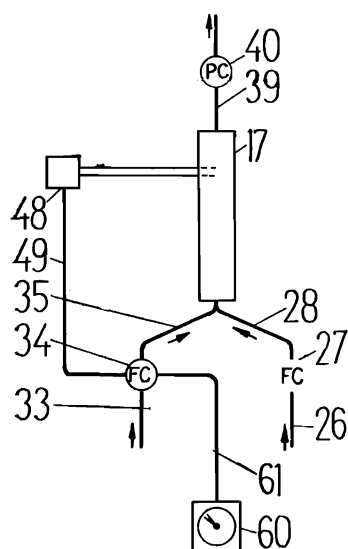


Fig. 5

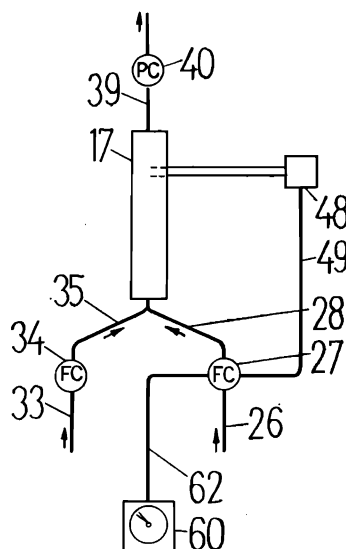


Fig. 6

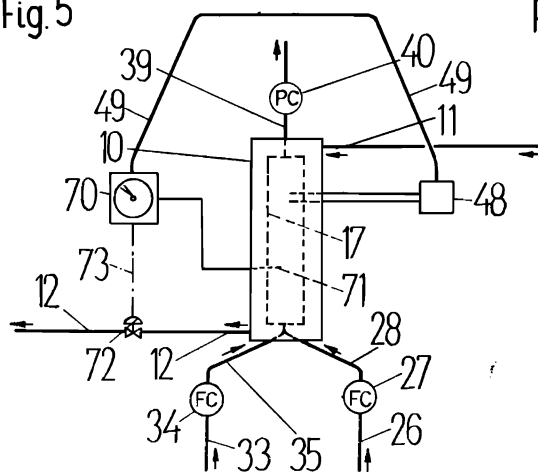


Fig. 7