

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

Reg. SŁUŻBOWY
OPIS PATENTOWY

64601

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 20.III.1969 (P 132 451)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 31.III.1972

Kl. 42 i, 10/20



UKD

Twórca wynalazku: Sławomir Białostocki

Właściciel patentu: Polska Akademia Nauk (Instytut Maszyn Przepływowych), Gdańsk (Polska)

**Sposób stykowego pomiaru wysokich temperatur strumienia gazu
i urządzenie do stosowania tego sposobu**

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób stykowego pomiaru temperatur strumienia gazu, za pomocą czujników opływanych przez ten strumień, stosowany w badaniach wysokotemperaturowych urządzeń cieplnych, szczególnie palników, podgrzewaczy i silników raketowych.

Znane są sposoby pomiaru wysokich temperatur, za pomocą czujników chłodzonych cieczą, umieszczonych w strumieniu przepływającego gazu. W jednym z tych sposobów bilansuje się ciepło czujnika zanurzonego w strumieniu gazu i chłodzonego cieczą.

Za pomocą termopar umieszczonych na granicach odcinka przewodu, w którym ciecz styka się bezpośrednio ze strumieniem gazu, mierzy się przyrost temperatury cieczy uzyskany w czasie jej przejścia przez strefę kontaktu. Temperaturę gazu określa się z ilości ciepła przenikającej przez ściankę czujnika drogą pomiaru wielkości przepływu i przyrostu temperatury cieczy chłodzącej. Opisany sposób ma niedogodność polegającą na konieczności indywidualnego wzorcowania w warunkach zbliżonych do warunków pomiaru, lub wzorcowania w niższych temperaturach z eksploatacją na żądany zakres pomiarowy.

W innym znanym sposobie do określenia temperatury badanego strumienia gazu wykorzystuje się zależności termodynamiczne przepływu krytycznego. Mierzy się ciśnienie i temperatury gazu odsysanego z badanego strumienia poprzez dyszę lub

2

system dysz, po obniżeniu temperatury gazu przez chłodzenie cieczą.

Temperaturę strumienia oblicza się z wartości zmian temperatury i ciśnień wewnątrz pirometru. Do realizacji tego sposobu stosuje się pirometr, którego korpus na końcu umieszczonym w strumieniu gazu jest zaopatrzony w dyszę odsysającą. Ścianki na długości korpusu są schładzane wodą, a wewnątrz korpusu jest umieszczona termopara do mierzenia temperatury schłodzonego gazu i druga dysza rozprężająca.

Wadą opisanego sposobu są trudności związane z określeniem własności fizycznych gazu pobieranego przez odsysanie ze strumienia o wysokiej temperaturze. Wadą urządzenia są błędy spowodowane rozszerzalnością cieplną dysz oraz kłopoty eksploatacyjne związane z zanieczyszczaniem i erozją dysz.

Wynalazek ma na celu wyeliminowanie niedogodności występujących w znanych sposobach i opracowanie takiego sposobu pomiaru wysokich temperatur strumienia gazu, w którym wzorcowanie zostałoby wyeliminowane lub znacznie uproszczone, a uzyskiwane wyniki byłyby wolne od błędów systematycznych znanych urządzeń i dokładniejsze od obecnie uzyskiwanych. Dalszym celem wynalazku jest skonstruowanie urządzenia do stosowania sposobu, które charakteryzowałoby się dużą prostotą konstrukcji i możliwością zminiaturyzowania.

Cel według wynalazku osiąga się dzięki temu, że czujnik temperaturowy chłodzi się za pomocą innego gazu o regulowanym ciśnieniu, który to gaz chłodzący wprowadza się do wnętrza czujnika a następnie wyprowadza przez dyszę o przepływie krytycznym, zaś wartość mierzonej temperatury określa się przez pomiar ciśnienia lub natężenia przepływu gazu chłodzącego. Przy zmiennych wartościach temperatury mierzonej temperaturę czujnika utrzymuje się stałą za pomocą regulowania ciśnienia gazu chłodzącego.

Urządzenie do stosowania sposobu według wynalazku jest wyposażone w czujnik umieszczony w strumieniu mierzonego gazu i podtrzymywany w tym strumieniu za pomocą kadłuba, poprzez który z obcego źródła za pośrednictwem regulatora ciśnienia doprowadza się gaz chłodzący. Czujnik ma postać zamkniętej komory o kształcie zapewniającym symetryczne opływanie ścianek od zewnątrz przez gaz mierzony i od wewnątrz przez gaz chłodzący. Komora czujnika jest zaopatrzona w umocowany na zewnętrznej powierzchni termoelement lub inne urządzenie mierzące temperaturę ścianki komory, a ponadto jest zaopatrzona w otwór wlotowy gazu chłodzącego i otwór wylotowy z dyszą o przepływie krytycznym.

Odmiana urządzenia jest zaopatrzona w rurkę służącą do pomiaru ciśnienia całkowitego w badanym strumieniu, która to rurka przechodzi przez wspomniany kadłub.

Dalsza korzystna odmiana urządzenia jest zaopatrzona w dodatkowe czujniki umożliwiające pomiar temperatury gazu chłodzącego na wlocie i wylocie z czujnika. Jeszcze inna odmiana urządzenia ma kilka czujników osadzonych we wspólnym kadłubie i połączonych z kilkoma regulatorami ciśnienia.

Wynalazek jest dokładniej objaśniony na przykładach wykonania przedstawionych na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat urządzenia do stykowego pomiaru wysokich temperatur, fig. 2 — schemat odmiany urządzenia zaopatrzonej w rurkę do pomiaru całkowitego ciśnienia strumienia, fig. 3 — schemat innej odmiany zaopatrzonej we wspomnianą rurkę i dodatkowe czujniki temperaturowe, fig. 4 — przekrój pionowy przez odmianę czujnika z fragmentem kadłuba, fig. 5 — odmianę urządzenia zaopatrzoną w zespół czujników w przekroju pionowym, a fig. 6 — tę samą odmianę urządzenia w widoku z góry.

Jak pokazano na rysunku, czujnik 1 w postaci zamkniętej komory z otworami 2 i 3 jest połączony przewodem 4 z regulatorem ciśnienia 5 gazu pobieranego z butli 6. W otworze 3 jest umieszczona dysza 7. Gaz wypływający z dyszy 7 jest odprowadzany na zewnątrz przewodem 8 przechodzącym przez kadłub 9 chłodzony wodą, lub miesza się ze strumieniem będącym obiektem pomiaru, jak wskazano na rysunku strzałkami.

Czujnik 1 umieszczony w strumieniu gazu o wysokej temperaturze jest chłodzony innym gazem doprowadzanym przewodem 4 z butli 6. Ciśnienie gazu jest regulowane za pomocą regulatora 5. Gaz opływa czujnik 1 od wewnątrz, wypływa przez dyszę 7, przez którą odbywa się przepływ krytyczny. Wydatek gazu chłodzącego czujnik 1 jest, przy sta-

łym ciśnieniu zewnętrznym, w przybliżeniu proporcjonalny do ciśnienia gazu.

Przekrój dyszy 7 jest tak dobrany, aby przy przewidywanych wartościach temperatur mierzonego strumienia umożliwić ochłodzenie czujnika 1 do temperatury niższej od dopuszczalnej dla materiału czujnika. Temperatura ta rozumiana jako lokalna temperatura czujnika 1 w dowolnie ustalonym miejscu, na przykład w pobliżu punktu spiętrzenia strumienia, jest kontrolowana. Pomiaru tej temperatury dokonuje się przez umieszczenie w wybranym punkcie czujnika 1 spójny termoelementu 10 i miernika 11 lub innym sposobem.

W czasie pomiaru jest utrzymywana stała wartość temperatury drogą regulacji ciśnienia gazu użytego do chłodzenia czujnika 1.

Pomiar temperatury strumienia gazu sprowadza się do odczytania nastawionej wartości ciśnienia ze skali precyzyjnego miernika 12 i porównania jej wartości z krzywą wzorcowania urządzenia w strumieniu o znanej prędkości i temperaturze. Jest to najprostszą konstrukcją urządzenia do stosowania sposobu według wynalazku.

Odmiana urządzenia przedstawiona na fig. 2 jest zaopatrzona dodatkowo w rurkę 13 umieszczoną w badanym strumieniu i miernik 14 ciśnienia całkowitego badanego strumienia. Ta odmiana urządzenia umożliwia pomiar również i prędkości badanego strumienia i nie wymaga wzorcowania urządzenia przy zmiennych prędkościach, lecz tylko w strumieniu o znanej temperaturze.

Następna odmiana urządzenia przedstawiona na fig. 3 jest przystosowana do pomiaru temperatury gazu chłodzącego wpływającego do czujnika 1, oraz temperatury gazu na wylocie i jest określona z pomiaru termoelementem 15 i miernikiem 16 na przykład temperatury wody chłodzącej korpus 9, a temperatura gazu na wylocie z czujnika, za pomocą termoelementu 17 umieszczonego przed dyszą 7 i miernika 18.

Ta odmiana urządzenia pozwala na zmierzenie wszystkich wielkości potrzebnych do bilansu ciepła czujnika.

Jeżeli są znane odpowiednie współczynniki doświadczone dla opływu czujnika o określonym kształcie, ta odmiana urządzenia może być stosowana bez wzorcowania.

Urządzenie według wynalazku po odpowiednim wzorcowaniu może być użyte do pomiaru temperatury całkowitej strumienia gazu, lub współczynnika przejmowania ciepła dla wybranego kształtu czujnika 1.

Przykład rozwiązania konstrukcyjnego urządzenia jest przedstawiony na fig. 4. Czujnik 1 jest wykonany w kształcie półkuli opływanej symetrycznie, a temperatura jest mierzona mikrotermoelementem 19, którego spoina 20 jest połączona z czujnikiem 1 przez zgrzewanie. Gaz chłodzący czujnik wypływa na zewnątrz otworkami 21. Dzięki prostocie, możliwa jest znaczna miniaturyzacja urządzenia.

Do pomiaru rozkładu temperatury całkowitej w zamkniętym kanale można stosować odmianę urządzenia przedstawioną na fig. 5 i 6, w której użyto kilku czujników kulistych 1 chłodzonych gazem o ciśnieniu regulowanym indywidualnie dla każdego z nich. Temperatura jest kontrolowana za

pomocą pirometru optycznego 22 umieszczonego na zewnątrz kanału, co pozwala stosować małe wymiary czujników.

Konstrukcje urządzenia przedstawione na fig. 4, 5 i 6 są szczególnie użyteczne do orientacyjnego pomiaru w strumieniach, gdzie lokalne wartości temperatury znacznie się różnią.

Istotna zaleta sposobu pomiaru według wynalazku z zachowaniem stałej temperatury czujnika wynika z bilansu ciepła dla czujnika. Przy założeniu, że strumień gazu będącego obiektem pomiaru jest przezroczysty to znaczy, że nie oddaje i nie pochłania energii drogą promieniowania, bilans ten można zapisać w następujący sposób:

$$\begin{array}{ccccc} \text{Ciepło odprowa-} & \text{Ciepło odbierane} & \text{Ciepło wypromie-} & & \\ \text{dzane od stru-} & \text{przez gaz chło-} & \text{niowane z po-} & & \\ \text{mienienia} & \text{dzący czujnik} & \text{wierzchni czujni-} & + & \\ \text{konwekcji} & & \text{ka do otoczenia} & & \\ \text{I} & \text{II} & \text{III} & & \end{array}$$

Przy stałej temperaturze człon III w tym równaniu jest łatwy do określenia, co znacznie upraszcza analizę pracy urządzenia, ponieważ umożliwia wyeliminowanie błędu promieniowania.

Celem bliższego omówienia możliwości takiej analizy należy rozpisać człony I, II i III w postaci ogólnie znanych wzorów, co wykracza poza przedmiot wynalazku.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób stykowego pomiaru wysokich temperatur strumienia gazu za pomocą czujników opływanych przez ten strumień, stosowany w badaniach wysokotemperaturowych urządzeń cieplnych,

zwłaszcza palników, podgrzewaczy i silników rakietowych, **znamienny tym**, że czujnik chłodzi się za pomocą innego gazu o regulowanym ciśnieniu, który to gaz chłodzący przepuszcza się w sposób ciągły przez wnętrze czujnika i wyprowadza przez dyszę o przepływie krytycznym, a wartość mierzonej temperatury określa się przez pomiar ciśnienia lub natężenia przepływu gazu chłodzącego.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że w czasie pomiaru utrzymuje się stałą temperaturę czujnika.

3. Urządzenie do ~~stosowania~~ sposobu według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że jest wyposażone w czujnik (1) umieszczony w strumieniu mierzonego gazu i podtrzymywany w tym strumieniu za pomocą kadłuba (9), poprzez który z butli (6) za pośrednictwem regulatora (5) ciśnienia doprowadza się gaz chłodzący, a czujnik (1) ma postać zamkniętej komory, zaopatrzonej w umocowany na zewnętrznej powierzchni termoelement (10) lub inne urządzenie mierzące temperaturę ścianki komory, oraz w otwór (2) do wlotu gazu chłodzącego i otwór (3) z dyszą (7) o przepływie krytycznym do wylotu gazu chłodzącego.

4. Odmiana urządzenia według zastrz. 1 i 2, **znamienna tym**, że ma rurkę (13) do pomiaru ciśnienia całkowitego strumienia, którą to rurka jest osadzona w kadłubie (9).

5. Odmiana urządzenia według zastrz. 1 i 2 **znamienna tym**, że ma dodatkowe czujniki (15), (17) do pomiaru temperatury gazu chłodzącego na wlocie i wylocie z czujnika.

6. Odmiana urządzenia według zastrz. 1 i 2, **znamienna tym**, że ma kilka czujników (1) osadzonych we wspólnym kadłubie (9).

Errata

w łamie 1, wiersz 24

jest: w niższych temperaturach z eksploatacją

powinno być: w niższych temperaturach z ekstrapolacją

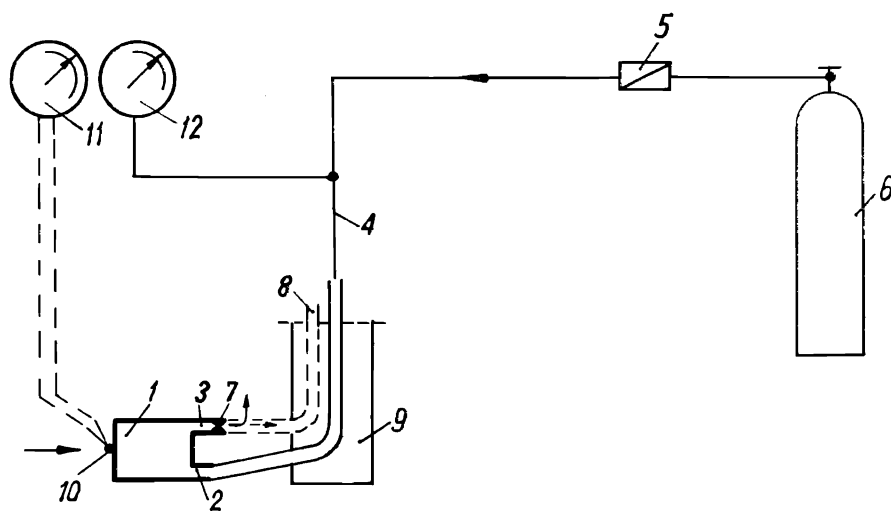


Fig. 1

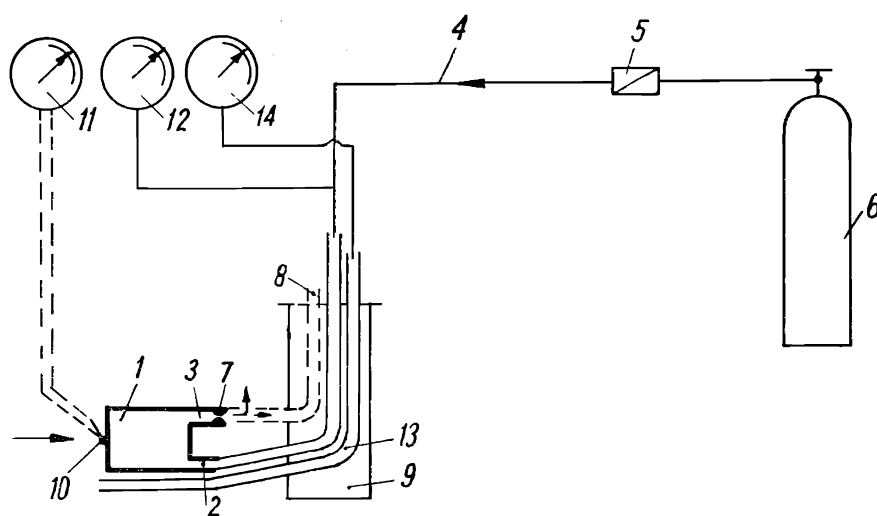


Fig. 2

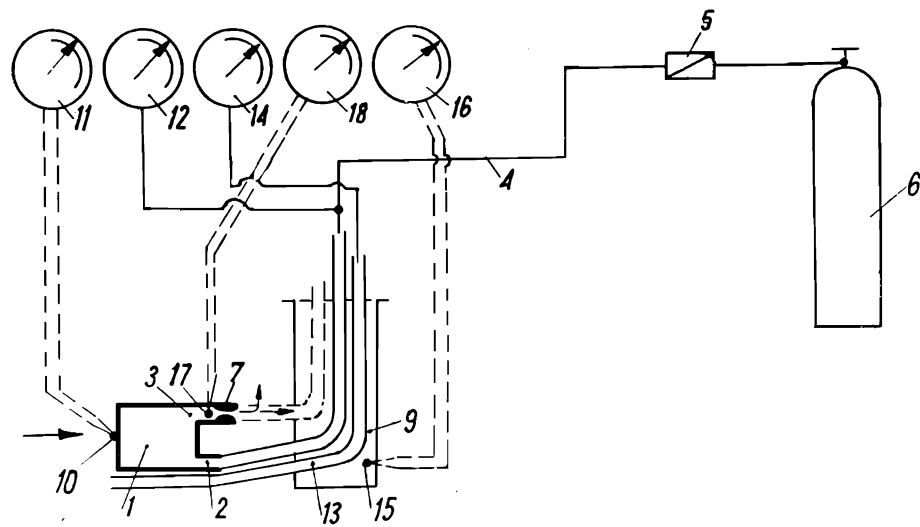


Fig. 3

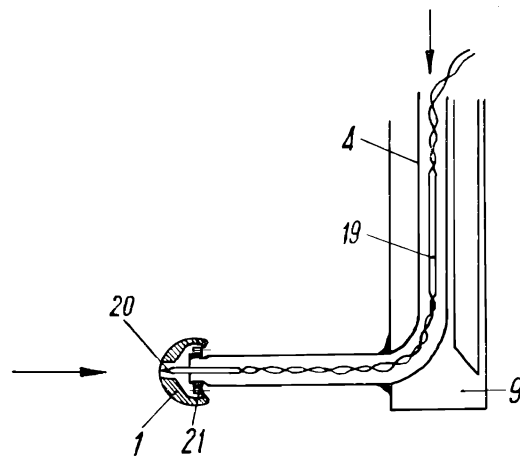


Fig. 4

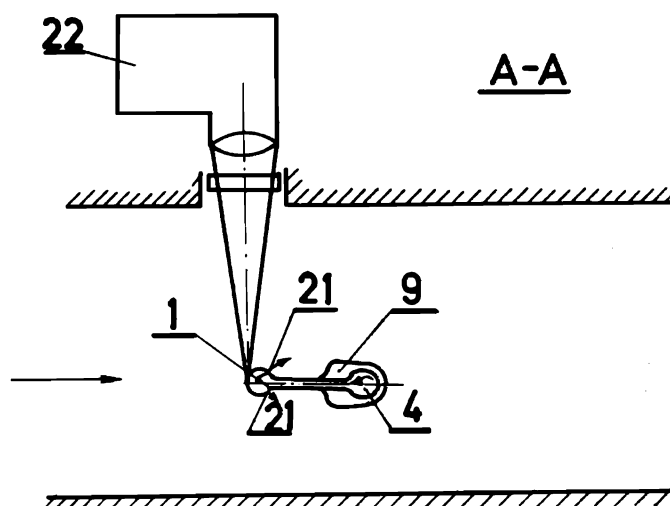


Fig. 5

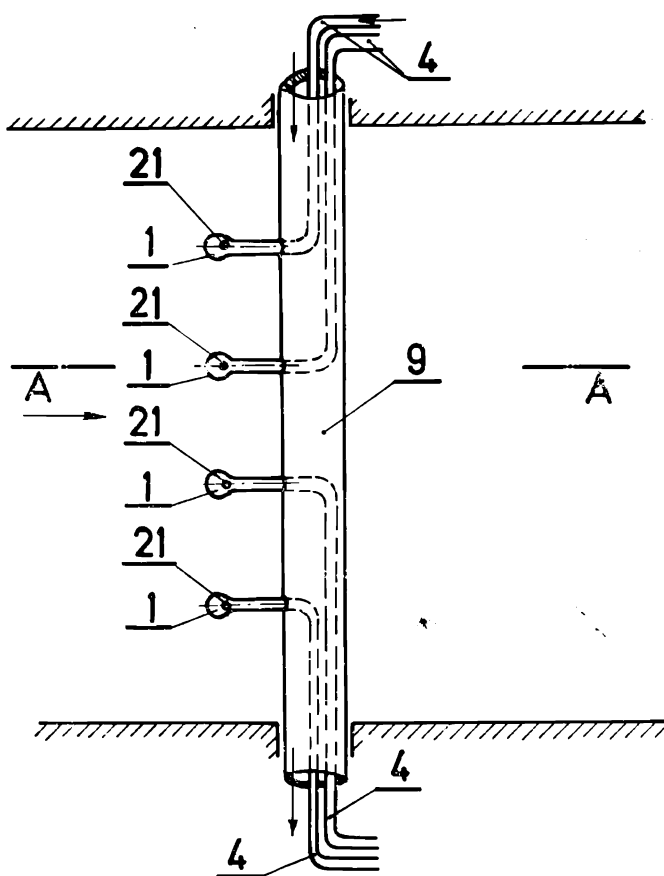


Fig. 6