

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL** (11) **241468**
(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **434029**

(22) Data zgłoszenia: **21.05.2020**

(51) Int.Cl.
G01N 25/66 (2006.01)
G01N 25/68 (2006.01)
G01K 13/02 (2021.01)

(54) **Przyrząd do pomiaru temperatury kwasowego punktu rosy gazów spalinowych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
22.11.2021 BUP 34/21

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
10.10.2022 WUP 41/22

(73) Uprawniony z patentu:
POŁOK MICHAŁ MPIRE, Dąbrowa Górnicza, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
MICHAŁ POŁOK, Dąbrowa Górnicza, PL
JANUSZ MĘDRYCH, Zabrze, PL
ADAM ŚWIERCZYŃSKI,
Siemianowice Śląskie, PL
MARIUSZ GRZESICZAK,
Dąbrowa Górnicza, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Mariusz Grzesiczak

PL 241468 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest przyrząd do pomiaru temperatury kwasowego punktu rosy gazów spalinowych. Rozwiązanie stosowane będzie zwłaszcza w kanałach spalin kotłów energetycznych i pieców przemysłowych.

Temperatura kwasowego punktu rosy spalin to temperatura, w której rozpoczyna się kondensacja par zawartych w spalinach.

W celu podniesienia sprawności kotła energetycznego można przeprowadzić modernizację w kierunku obniżenia temperatury spalin wylotowych, co skutkuje zmniejszeniem straty wylotowej. Modernizacje takie dokonuje się przede wszystkim poprzez zwiększenie ilości ciepła odbieranej ze spalin wylotowych przez wymienniki ciepła, mające najczęściej postać podgrzewaczy powietrza lub wody. Dolną granicą sensowności obniżania temperatury spalin wylotowych jest temperatura kwasowego punktu rosy, w której ze spalin wykrapla się kwaśny kondensat. Znajomość kwasowego punktu rosy spalin jest istotna, ponieważ skropliny zawierające kwas są bardzo silnie korozyjne, ponadto intensyfikują zalepianie pyłem elementów przepływowych. Szkodliwymi skutkami wykroplenia zagrożone są końcowe odcinki ciągu konwekcyjnego, podgrzewacze powietrza, odpylacze, wentylatory wyciągowe, kanały spalin i kominy. Wyniki otrzymane z pomiarów temperatury punktu rosy spalin pozwalają optymalizować sprawność kotła w kierunku minimalizacji straty wylotowej dzięki obniżaniu temperatury spalin do wartości, dla której nie następuje jeszcze wykraplanie kwaśnego kondensatu w elementach ciągu spalinowego.

Na stronie internetowej: <https://www.ametek-land.com/products/combustionefficiencymonitors/-/lancom200> ujawniono rozwiązanie do pomiaru temperatury punktu rosy spalin w kotłach energetycznych. Stanowi ono przyrząd, którego główny element to głowica pomiarowa umieszczona w kanale spalin i ogrzewana po stronie zewnętrznej spalinami, a po stronie wewnętrznej chłodzona powietrzem doprowadzanym z zewnątrz kanału do głowicy. Przyrząd składa się z sondy z głowicą pomiarową oraz przenośnego urządzenia sterującego, które zawiera regulator przepływu powietrza i elektronikę do pomiaru przewodności i temperatury. Na czole głowicy pomiarowej od strony przepływających spalin zamontowane są czujniki przewodności i temperatury. Czujnik przewodności składa się z dwóch platynowych elektrod osadzonych w głowicy ze szkła borokrzemowego, dodatkowo jedna z tych elektrod jest jednocześnie czujnikiem temperatury. Gdy głowica schłodzi się do temperatury kwasowego punktu rosy, opary kwasu siarkowego wykraplają się na jej powierzchni, co można wykryć przez pomiar przewodnictwa między dwiema elektrodami. Elektroda pierścieniowa jest wykonana z czystej platyny, a elektroda liniowa jest w rzeczywistości termoparą typu R, co pozwala na pomiar temperatury głowicy pomiarowej. Gdy szybkość kondensacji jest równa szybkości parowania powstały film kwasowy jest w równowadze, a przewodnictwo jest stałe. Punkt równowagi odpowiada temperaturze kwasowego punktu rosy. Zakres temperatur kwasowego punktu rosy zapisany w specyfikacji producenta to 120–200°C, co uniemożliwia prowadzenie pomiaru punktu rosy w spalinach na przykład z nowoczesnych kotłów węglowych, gdzie zakres temperatury kwasowego punktu rosy może wynosić nawet poniżej 40°C.

Z opisu patentowego PL209436 znana jest sonda do automatycznego pomiaru temperatury punktu rosy spalin wykonana w kształcie tuby, którą tworzą rury o różnych średnicach usytuowane współosiowo, przy czym jeden koniec drugiej rury zamyka szczelnie szklany czujnik w kształcie spłaszczonej kopuły, a na jego czołowej spłaszczonej powierzchni od strony spalin, cyklicznie oczyszczanej, są wtopione dwie elektrody pomiarowe, z których jedna jest termoparą, z kolei rura wewnętrzna jest kanałem doprowadzającym powietrze do wnętrza szklanej kopuły. Sonda charakteryzuje się tym, że tuba posiada skokowo zmieniającą się średnicę i jest wykonana z trzech rur usytuowanych współosiowo względem siebie, przy czym pierwsza rura o najmniejszej średnicy jest najdłuższą rurą wewnętrzną a jej zewnętrzny koniec jest połączony z układem nawiewu powietrza, zaś trzecia rura o największej średnicy jest najkrótszą rurą zewnętrzną, natomiast wewnątrz sondy, drugą środkową rurę o średniej długości zamyka szczelnie szklany czujnik pomiarowy, a na jego czołowej powierzchni stykającej się ze spalinami są wtopione dwie termopary, które są równocześnie elektrodami do pomiaru rezystancji, przy czym przewody wychodzące z pierwszej termopary są ułożone na powierzchni szklanego czujnika pomiarowego po stronie stykającej się ze spalinami, natomiast przewody wychodzące z drugiej termopary umiejscowione są po stronie wewnętrznej czujnika pomiarowego od strony powietrza, ponadto trzecia rura jest zakończona dwustronnie komorami powietrza w kształcie wydrążonych pierścieni, które zamykają przestrzeń między drugą rurą a trzecią rurą przy czym przestrzeń ta jest wypełniona termiczną izolacją, w której są umieszczone kanały powietrza łączące drugą komorę powietrza z pierwszą komorą

powietrza zasilającą spłaszczoną dyszę powietrza, która jest usytuowana skośnie do spłaszczonej powierzchni kopuły czujnika pomiarowego stykającej się ze spalinami, przy czym wlot dyszy powietrza jest połączony z pierwszą komorą powietrza a jej wylot skierowany jest w taki sposób, że powietrze czyszczące wydmuchiwane jest na powierzchnię szklaną między termoparami oraz wokół nich pod kątem, co najwyżej 30 stopni, ponadto pierwsza komora powietrza otacza szczelnie osłonę, wystającą do kanału spalin. Powyższe rozwiązanie posiada ograniczenia ze względu na zastosowanie szklanego czujnika, który charakteryzują niskie wartości współczynnika przewodzenia ciepła i znaczna grubość elementu, co ogranicza uzyskiwanie dostatecznie niskich temperatur czoła głowicy zapewniających jej schłodzenie poniżej punktu rosy, co jest niezbędne do wykonania pomiaru. Czujnik szklany ogrzewany jest przez dodatkową grzałkę nie zamontowaną bezpośrednio na czujniku, co wymusza zwiększenie gabarytów urządzenia. Szklany czujnik posiada stosunkowo dużą masę i pojemność cieplną, co powoduje konieczność jego długiego nagrzewania i chłodzenia w celu uzyskania wymaganych temperatur, a to skutkuje długim czasem pomiędzy kolejnymi seriami pomiarowymi. Urządzenie nie posiada układu dodatkowego schładzania czynnika chłodzącego, co uniemożliwia wykonanie pomiaru gdy dostępne parametry czynnika chłodzącego nie pozwalają na schłodzenie czujnika poniżej temperatury punktu rosy.

Osiągnięcie punktu rosy sygnalizuje pojawienie się kondensatu na powierzchni głowicy pomiarowej od strony spalin, które wykrywa się na drodze elektrycznej lub optycznej. Pomiary punktu rosy przebiegają cyklicznie, to jest kolejny cykl pomiarowy obejmuje nagrzanie głowicy pomiarowej do temperatury powyżej temperatury kwasowego punktu rosy i ponowne jej chłodzenie.

Problemami występującymi podczas pomiaru jest doprowadzenie do głowicy pomiarowej czynnika chłodzącego ze źródła zewnętrznego, o mocy chłodzenia pozwalającej na schłodzenie głowicy poniżej temperatury kwasowego punktu rosy. Spowodowane jest to ograniczonym strumieniem i temperaturą czynnika chłodzącego w postaci sprężonego powietrza (powietrze w wyniku sprężania osiąga wyższą temperaturę niż temperatura otoczenia, ponadto w okresach letnich sprężone powietrze podgrzewa się w zbiornikach magazynowych i rurociągach transportowych wystawionych bezpośrednio na działanie promieniowania słonecznego) lub niskim współczynnikiem przewodzenia ciepła materiału, z którego wykonana jest głowica pomiarowa. Sprawia to, że dla spalin ze spalania węgla kamiennego, większość dostępnych na rynku mierników nie pozwala na schłodzenie głowicy pomiarowej poniżej wartości temperatury kwasowego punktu rosy. Trudności występują zwłaszcza w okresie wysokich temperatur powietrza atmosferycznego i wysokich obciążań kotła. Szklana głowica pomiarowa charakteryzuje się dużą bezwładnością cieplną i czas jej nagrzewania po wyłączeniu chłodzenia jest stosunkowo długi. Ponadto głowica pomiarowa przed umieszczeniem w kanale posiada temperaturę otoczenia zwykle znacznie niższą niż temperatura kwasowego punktu rosy spalin i jej nagłe zanurzenie w kanale powoduje natychmiastowe wykroplenie wilgoci i jednoczesne oblepienie trudno usuwalnym pyłem, co uniemożliwia rozpoczęcie pomiarów.

Celem twórców niniejszego wynalazku stało się usunięcie niedogodności i ograniczeń wynikających ze stosowania znanych rozwiązań, zwłaszcza urządzeń znanych z patentu PL209436 oraz ze strony internetowej <https://www.ametek-land.com/products/combustionefficiencymonitors/lancom200>, a cel ten udało się osiągnąć poprzez opracowanie przyrządu o istotnie zmodyfikowanej konstrukcji.

Istotę wynalazku stanowi przyrząd do pomiaru temperatury kwasowego punktu rosy gazów spalinowych, zwłaszcza w kanałach spalin kotłów energetycznych i pieców przemysłowych, stanowiący układ przepływowy wykonany z dwóch rur, każda o innej średnicy, usytuowanych tak, że rura o mniejszej średnicy zamocowana jest współosiowo w rurze o większej średnicy, na jednym końcu rury o większej średnicy gazoszczelnie wbudowana jest głowica pomiarowa, na zewnętrznej stronie głowicy pomiarowej znajdują się co najmniej dwie niepołączone ze sobą elektrody, a elektrody przyłączone są do przewodów elektrycznych służących do łączenia ich z miernikiem napięcia albo miernikiem natężenia albo miernikiem oporu elektrycznego, charakteryzujący się tym, że od wewnętrznej strony głowicy pomiarowej, to jest od wewnątrz rury o większej średnicy, zainstalowany jest czujnik temperatury głowicy pomiarowej, z którym połączone są przewody sygnałowe do łączenia go z miernikiem temperatury, ponadto na powierzchni głowicy pomiarowej naniesiona jest warstwa rezystywna częściowo lub całkowicie otaczająca czujnik temperatury głowicy pomiarowej, stanowiąca grzałkę elektryczną, do której przyłączone są przewody zasilające do łączenia grzałki ze źródłem zasilania. Czujnik temperatury służy do pomiaru temperatury głowicy pomiarowej i to właśnie on pozwala określić temperaturę punktu rosy, przy czym odczytu wartości temperatury może dokonywać osoba obsługująca przyrząd lub korzystnie może odbywać się z wykorzystaniem modułu automatyki.

Po stronie przeciwległej do głowicy pomiarowej, rura o większej średnicy zamknięta jest – w sposób rozłączny lub nierozłączny – zaślepką wewnętrzną. Przyrząd ma co najmniej jeden otwór wylotowy przepracowanego czynnika chłodzącego, wykonany albo w zaślepce wewnętrznej albo korzystniej w ścianie rury o większej średnicy w pobliżu zaślepki wewnętrznej. Umieszczenie otworu/ów w ścianie bocznej rury pozwala ograniczyć ryzyko wylotu podgrzanego czynnika chłodzącego w kierunku operatora przyrządu.

Rura o mniejszej średnicy, od strony głowicy pomiarowej, ma otwór wylotowy służący do wprowadzania czynnika chłodzącego do wnętrza rury o większej średnicy, w kierunku głowicy pomiarowej, a przeciwległy koniec rury o mniejszej średnicy wyprowadzony jest poza rurę o większej średnicy i wyposażony jest w zawór regulacyjny, poprzez który łączony jest ze źródłem strumienia dostarczanego czynnika chłodzącego.

Przyrząd wyposażony jest w jednostkę centralną zawierającą sterownik oraz moduł do wyświetlania i zapisywania danych pomiarowych, przy czym do jednostki centralnej doprowadzone są przewody sygnałowe czujnika temperatury oraz elektrod.

W korzystnym wariantcie do jednostki centralnej doprowadzone są również przewody sterowania zaworem do regulacji strumienia przepływającego czynnika chłodzącego, co pozwala na automatyczne (a nie ręczne) sterowanie, a zawór wyposażony jest w siłownik do jego obrotu.

Wszystkie sygnały pomiarowe z czujnika temperatury i elektrod przesyłane są do jednostki centralnej, która archiwizuje, wyświetla i przesyła dane do zewnętrznych systemów sterowania oraz może sterować otwieraniem zaworu do regulacji strumienia przepływającego czynnika chłodzącego (w wersji mniej korzystnej otwieraniem zaworu można sterować ręcznie, to jest bez automatycznej regulacji z jednostki centralnej).

Korzystnie, głowica pomiarowa wbudowana jest w zaślepkę zewnętrzną rury o większej średnicy, korzystnie wykonaną z teflonu. Zaślepka zewnętrzna gazoszczelnie zamyka rurę od strony kanału spalin.

Korzystnie, każda z elektrod znajdujących się na głowicy pomiarowej ma postać grzebienia, o takich samych gabarytach, a grzebienie zamontowane są na głowicy pomiarowej w taki sposób, że zazębiają się bezстыkowo.

Korzystnie, każda z elektrod znajdujących się na głowicy pomiarowej ma postać spirali, które zamontowane są na głowicy pomiarowej w taki sposób, że zazębiają się bezстыkowo.

Takie układy elektrod, to jest grzebieniowy lub spiralny eliminują możliwość powstawania „martwych stref”, w których pomimo wystąpienia kropel kondensatu na głowicy, nie doszłoby do utworzenia połączenia elektrycznego pomiędzy elektrodami.

Korzystnie, elektrody są napylone na zewnętrznej stronie głowicy pomiarowej.

Głowica pomiarowa wykonana jest z materiału będącego izolatorem elektrycznym o wysokim współczynniku przewodzenia ciepła, to jest nie niższym niż 30 W/mK, natomiast elektrody wykonane są z materiału będącego przewodnikiem elektrycznym i odpornego na działanie kwasów, najkorzystniej z platyny albo złota albo srebra albo grafitu albo ich stopów.

Korzystnie, czujnik temperatury głowicy pomiarowej zainstalowany jest w centralnym punkcie powierzchni głowicy pomiarowej.

Korzystnie, otwór wylotowy rury o mniejszej średnicy, od strony głowicy pomiarowej, zaopatrzony jest w dyszę wylotową.

Korzystnie, czynnikiem chłodzącym wprowadzanym z rury o mniejszej średnicy do wnętrza rury o większej średnicy jest sprężone powietrze.

Korzystnie, koniec rury o mniejszej średnicy wyprowadzony jest poza rurę o większej średnicy przez otwór w zaślepce wewnętrznej.

Korzystnie, przyrząd wyposażony jest w termometr do pomiaru temperatury przepływających spalin umieszczony wewnątrz rury o większej średnicy, ale na zewnątrz rury o mniejszej średnicy, którego element pomiarowy wyprowadzony jest poza głowicę pomiarową na zewnątrz przyrządu, tak, by umożliwić pomiar temperatury spalin opływających przyrząd w trakcie pomiaru, a z drugiej strony termometr wyprowadzony jest poza zaślepkę wewnętrzną i przyłączony do przewodu sygnałowego, służącego do przesyłania informacji o temperaturze spalin do jednostki centralnej. Korzystnie, termometr ma postać termopary lub termometru oporowego. Termometr służy do pomiaru temperatury przepływających spalin, a porównanie jej wartości z wartością temperatury kwasowego punktu rosy spalin, pozwala na określenie stopnia zagrożenia korozją niskotemperaturową elementów omywanych spalinami, lub przez które przepływają gazy spalinowe, zwłaszcza zasiarcone, w których występują SO_2 i SO_3 .

W przypadku gdy temperatura spalin jest równa lub niższa od ustalonej temperatury kwasowego punktu rosy spalin (szczególnie przy ściankach kanału) występuje wysokie ryzyko korozji niskotemperaturowej materiałów stalowych, z których w przeważającej większości wykonane są kanały spalin, a które nie są odpowiednio zabezpieczone antykorozyjnie.

Korzystnie, przyrząd wyposażony jest w obustronnie otwartą rurkę pomiarową, na przykład stalową, umieszczoną pomiędzy rurą o większej średnicy i rurą o mniejszej średnicy, biegnącą wzdłuż przyrządu, przy czym jeden otwarty koniec rurki wyprowadzony jest na zewnątrz przyrządu, korzystnie umieszczony jest przelotowo w głowicy pomiarowej lub w zaślepce zewnętrznej, tak, by umożliwić pobór do rurki pomiarowej spalin opływających przyrząd w trakcie pomiaru, a z drugiej strony rurka pomiarowa wyprowadzona jest poza rurę o większej średnicy, korzystnie przez otwór w zaślepce wewnętrznej zamykającej tą rurę. Korzystnie, przyrząd wyposażony jest w analizator spalin, który podłączony jest do rurki pomiarowej, która w tym wariantcie służy do pobierania próbek gazowych do analizatora spalin. Korzystnie, przyrząd wyposażony jest w przetwornik różnicy ciśnień, który podłączony jest do rurki pomiarowej, która w tym wariantcie służy do pobierania próbek gazowych do pomiaru ciśnienia przepływających spalin poprzez podłączenie do niej przetwornika różnicy ciśnień. Korzystnie, przewody sygnałowe analizatora spalin lub przetwornika różnicy ciśnień podłączone są do jednostki centralnej.

Korzystnie, dysza chłodząca ma postać rurki wirowej Ranque'a.

Korzystnie, zaizolowane przewody, to jest przewody sygnałowe czujnika temperatury dołączenia go z miernikiem temperatury, przewody zasilające grzałki elektryczne dołączenia jej ze źródłem zasilania grzałki i przewody elektryczne elektrod dołączenia ich z miernikiem napięcia lub natężenia lub oporu elektrycznego, prowadzone są wewnątrz rury o większej średnicy a na zewnątrz rury o mniejszej średnicy. Prowadzenie przewodów na zewnątrz rury o większej średnicy powodowałoby konieczność zastosowania dodatkowej osłony, żeby nie ulegały uszkodzeniu podczas wkładania do króćca pomiarowego. Natomiast prowadzenie przewodów wewnątrz rury o mniejszej średnicy, która dostarcza czynnik chłodzący, korzystnie sprężone powietrze, utrudniałoby jej skuteczne uszczelnienie.

Korzystnie, rury wykonane są z materiału nierdzewnego, na przykład ze stali 316.

Korzystnie, głowica pomiarowa wykonana jest z ceramiki Al_2O_3 (tlenek glinu) lub AlN (azotek glinu). W znanych rozwiązaniach stosowane jest często szkło typu PYREX, podczas gdy zastosowanie ceramiki stanowi istotne ulepszenie z uwagi na zdecydowanie wyższy współczynnik przewodzenia ciepła. Przykładowo ceramika Al_2O_3 ma współczynnik o wartości 30 W/mK, podczas gdy dotychczas stosowane szkło Pyrex ma współczynnik 30-krotnie niższy, równy 1 W/mK.

Przyrząd według wynalazku umożliwia prowadzenie ciągłego lub chwilowego pomiaru temperatury kwasowego punktu rosy spalin w kotłach energetycznych. Wyniki pomiaru mogą być przekazywane on-line do nastawni kotła lub Rozproszonego Systemu Sterowania kotła (DCS Distributed Control System) lub mogą być miejscowo rejestrowane i archiwizowane. Przyrząd może być stosowany w pomiarach i automatyzacji kotłów energetycznych.

Przyrząd umieszczany jest w dowolnym położeniu w kanale spalinowym przez wykonany w nim otwór, przy czym w celu dokonania pomiaru tylko część przyrządu zanurza się w przepływających spalinach. Optymalna głębokość zanurzenia w kanale spalin powinna zapewniać by czujnik pomiarowy znajdował się w obszarze spalin, których parametry można uznać za reprezentatywne dla całego przekroju kanału. Najkorzystniej wsuwa się go aż do osi podłużnej kanału spalin. Część niezanurzona w kanale służy do trzymania przez użytkownika lub przymocowania do kanału spalin.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony na załączonym rysunku, na którym fig. 1 przedstawia przyrząd do pomiaru temperatury kwasowego punktu rosy spalin w wersji z automatyczną regulacją zaworu regulacyjnego czynnika chłodzącego, fig. 2 – przyrząd do pomiaru temperatury kwasowego punktu rosy spalin w wersji z ręczną regulacją zaworu regulacyjnego czynnika chłodzącego, fig. 3 – widok czołowej powierzchni głowicy pomiarowej od strony zewnętrznej omywanej spalinami w wariantcie z elektrodami „grzebieniowymi”, fig. 4 – widok czołowej powierzchni głowicy pomiarowej od strony wewnętrznej omywanej spalinami w wariantcie z elektrodami „spiralnymi”, fig. 5 – widok powierzchni głowicy pomiarowej od strony wewnętrznej omywanej czynnikiem chłodzącym, a fig. 6 – widok czoła przyrządu pomiarowego od strony zewnętrznej omywanej spalinami.

Przykład 1

Przyrząd do pomiaru temperatury kwasowego punktu rosy spalin w wersji z automatyczną regulacją zaworu regulacyjnego 12 czynnika chłodzącego (najczęściej jest to wersja stacjonarna, to jest

zamontowana na stałe), przedstawionej na fig. 1, fig. 3, fig. 5 i fig. 6, stanowi układ przepływowy wykonany z dwóch rur każda o innej średnicy, usytuowanych tak, że rura o mniejszej średnicy 7 zamocowana jest współosiowo w rurze o większej średnicy 6, a rury wykonane są ze stali 316.

Rura o większej średnicy 6 gazoszczelnie zamknięta jest na jednym końcu teflonową zaślepką zewnętrzną 21, w której zabudowana jest głowica pomiarowa 1 wykonana z ceramiki Al_2O_3 (tlenek glinu) o wysokim współczynniku przewodzenia ciepła (30 W/mK), która od strony zewnętrznej ma napylone dwie niepołączone ze sobą elektrody 2 i 3 wykonane ze złota, a elektrody przyłączone są do przewodów elektrycznych 9 łączących je z miernikiem napięcia lub natężenia lub oporu elektrycznego. Każda z elektrod 2 i 3 ma postać grzebienia, o takich samych gabarytach, a grzebienie zamontowane są na głowicy 1 w taki sposób, że zazębiają się bezстыkowo. Od wewnętrznej strony głowicy pomiarowej 1, to jest od wewnątrz rury o większej średnicy 6, w centralnym punkcie powierzchni głowicy zainstalowany jest czujnik 5 temperatury głowicy pomiarowej 1, z którym połączone są przewody sygnałowe 8 łączące go z miernikiem temperatury, a powierzchnia głowicy pomiarowej 1 wokół tego czujnika 5 pokryta jest warstwą rezystywną 4 stanowiącą grzałkę elektryczną o parametrach umożliwiających podgrzanie ceramicznej głowicy 1 do temperatury wyższej niż temperatura kwasowego punktu rosy, a do grzałki przyłączone są przewody zasilające 10 łączące ją ze źródłem zasilania. Zaizolowane przewody sygnałowe 8 czujnika temperatury 5, przewody zasilające 10 grzałki elektrycznej 4 i przewody elektryczne 9 elektrod 2 i 3 prowadzone są wewnątrz rury o większej średnicy 6 a na zewnątrz rury o mniejszej średnicy 7. Po stronie przeciwległej do głowicy pomiarowej 1, rura o większej średnicy 6 zamknięta jest w sposób rozłączny zaślepką wewnętrzną 20, ponadto przyrząd ma jeden otwór wylotowy 22 przepracowanego czynnika chłodzącego, wykonany w ścianie rury o większej średnicy 6 w pobliżu zaślepki wewnętrznej 20. Dodatkowo rura o mniejszej średnicy 7 od strony głowicy pomiarowej 1 ma otwór wylotowy zaopatrzony w dyszę wylotową 11 mającą postać rurki wirowej Ranque'a służącą do wprowadzania czynnika chłodzącego w postaci sprężonego powietrza do wnętrza rury o większej średnicy 6 w kierunku głowicy pomiarowej 1. Przeciwny koniec rury o mniejszej średnicy 7 wyprowadzony jest przez otwór w zaślepce wewnętrznej 20 poza rurę o większej średnicy 6 i wyposażony jest w zawór regulacyjny 12 czynnika chłodzącego wyposażony w siłownik do jego obrotu. Przyrząd wyposażony jest również w jednostkę centralną 18 zawierającą sterownik oraz moduł do wyświetlania i zapisywania danych pomiarowych, przy czym do jednostki centralnej 18 doprowadzone są przewody sygnałowe 8 czujnika temperatury 5, przewody elektryczne 9 elektrod 2 i 3 oraz przewody sterowania 23 zaworem 12 do regulacji strumienia przepływającego czynnika chłodzącego.

Wewnątrz rury o większej średnicy 6 ale na zewnątrz rury o mniejszej średnicy 7 zamontowany jest termometr 17 do pomiaru temperatury przepływających spalin biegnący wzdłuż przyrządu i przechodzący z jednej strony przez otwór w zaślepce zewnętrznej 21 zamykającej rurę o większej średnicy 6, tak, że jego element pomiarowy wyprowadzony jest poza głowicę pomiarową 1 na zewnątrz przyrządu, tak, by umożliwić pomiar temperatury spalin opływających przyrząd w trakcie pomiaru, a z drugiej strony termometr 17 wyprowadzony jest przez otwór w zaślepce wewnętrznej 20 zamykającej z drugiej strony rurę o większej średnicy 6 i przyłączony do przewodu sygnałowego 16 służącego do przesyłania informacji o temperaturze spalin do jednostki centralnej 18.

Przyrząd wyposażony jest też w obustronnie otwartą stalową rurkę pomiarową 15, umieszczoną pomiędzy rurą o większej średnicy 6 i rurą o mniejszej średnicy 7, biegnącą wzdłuż przyrządu, przy czym jeden otwarty koniec rurki 15 wyprowadzony jest na zewnątrz przyrządu przez otwór w zaślepce zewnętrznej 21, tak, by umożliwić pobór do rurki pomiarowej 15 spalin opływających przyrząd w trakcie pomiaru, a z drugiej strony rurka pomiarowa 15 wyprowadzona jest poza zaślepkę wewnętrzną 20 zamykającą rurę o większej średnicy 6 do analizatora spalin 14 lub do przetwornika różnicy ciśnień 13, a przewody sygnałowe analizatora spalin 14 lub przetwornika różnicy ciśnień 13 podłączone są do jednostki centralnej 18.

Układ mocowany jest w dowolnym położeniu w kanale spalinowym 19, przy czym tylko część układu zanurzona jest w przepływających spalinach, tak aby głowica pomiarowa 1 z czujnikiem pomiarowym 5 dochodziła do osi kanału spalinowego 19. Wszystkie sygnały pomiarowe z czujników przesyłane są do jednostki centralnej 18, która steruje otwieraniem zaworu 12 do regulacji strumienia przepływającego czynnika chłodzącego, archiwizuje, wyświetla i przesyła dane do zewnętrznych systemów sterowania.

Działanie przyrządu do pomiaru temperatury kwasowego punktu rosy spalin polega na tym, że wprowadza się przyrząd do kanału 19 przepływających spalin. Głowica pomiarowa 1 ogrzewana jest

przepływającymi spalinami oraz energią cieplną warstwy rezystywnej 4 stanowiącej grzałkę do temperatury wyższej od przewidywanej temperatury kwasowego punktu rosy spalin. Następnie odłącza się zasilanie elektryczne warstwy rezystywnej 4 stanowiącej grzałkę oraz stopniowo otwiera się zawór regulacyjny 12, co powoduje przepływ czynnika chłodzącego przez rurę o mniejszej średnicy 7 i wprowadzenie tego czynnika za pomocą dyszy chłodzącej do rury o większej średnicy 6 i rozpoczyna się proces chłodzenia głowicy pomiarowej 1, której temperatura mierzona jest przy pomocy czujnika temperatury 5. Po obniżeniu temperatury głowicy pomiarowej 1 do temperatury kwasowego punktu rosy spalin, wytwarza się na jej zewnętrznej powierzchni cienka warstwa kwaśnego kondensatu, która tworząc połączenie elektryczne pomiędzy elektrodami 2 i 3 sygnalizuje osiągnięcie temperatury kwasowego punktu rosy spalin. Po stwierdzeniu osiągnięcia temperatury kwasowego punktu rosy spalin zawór regulacyjny 12 zamyka się i włącza się zasilanie elektryczne warstwy rezystywnej 4 stanowiącej grzałkę, co kolejno powoduje podgrzanie głowicy pomiarowej 1, odparowanie warstwy kwaśnego kondensatu, zerwanie połączenia elektrycznego pomiędzy elektrodami 2 i 3 i gotowość przyrządu do ponownego pomiaru temperatury kwasowego punktu rosy spalin. Przed pierwszym włożeniem przyrządu do kanału spalin 19 należy za pomocą warstwy rezystywnej 4 stanowiącej grzałkę podgrzać głowicę pomiarową 1 do temperatury wyższej od przewidywanej temperatury punktu rosy, co zapobiegnie niekontrolowanemu wykopleniu kondensatu i oblepieniu głowicy pomiarowej 1 pyłem. Przeprowadzany czynnik chłodzący wyprowadzany jest poza przyrząd przez otwór wylotowy 22 umiejscowiony w ścianie bocznej rury o większej średnicy 6 w pobliżu zaślepki wewnętrznej 20. Pracą przyrządu zarządza automatycznie jednostka centralna 18, która pobiera i analizuje dane pomiarowe, a następnie w zaprogramowany sposób steruje poszczególnymi elementami przyrządu, w tym steruje otwarciem lub zamknięciem zaworu 12 do regulacji strumienia czynnika chłodzącego.

Przykład 2

Przyrząd do pomiaru temperatury kwasowego punktu rosy spalin w wersji z ręczną regulacją zaworu regulacyjnego 12 czynnika chłodzącego (najczęściej jest to wersja przenośna urządzenia) przedstawionej na fig. 2, fig. 4 i fig. 5, stanowi układ przepływowy wykonany z dwóch rur każda o innej średnicy, usytuowanych tak, że rura o mniejszej średnicy 7 zamocowana jest współosiowo w rurze o większej średnicy 6, a rury wykonane są ze stali 316.

Rura o większej średnicy 6 gazoszczelnie zamknięta jest na jednym końcu teflonową zaślepką zewnętrzną 21, w której zabudowana jest głowica pomiarowa 1 wykonana z ceramiki AlN (azotek aluminium) o wysokim współczynniku przewodzenia ciepła (170 W/mK), która od strony zewnętrznej ma napyłone dwie niepołączone ze sobą elektrody 2 i 3 wykonane z platyny, a elektrody przyłączone są do przewodów elektrycznych 9 łączących je z miernikiem napięcia lub natężenia lub oporu elektrycznego. Każda z elektrod 2 i 3 ma postać spirali, które zamontowane są na głowicy i w taki sposób, że zazębiają się bezstykowo. Od wewnętrznej strony głowicy pomiarowej 1, to jest od wewnątrz rury o większej średnicy 6, w centralnym punkcie powierzchni głowicy zainstalowany jest czujnik 5 temperatury głowicy pomiarowej 1, z którym połączone są przewody sygnałowe 8 łączące go z miernikiem temperatury, a powierzchnia głowicy pomiarowej 1 wokół tego czujnika 5 pokryta jest warstwą rezystywną 4 stanowiącą grzałkę elektryczną o parametrach umożliwiających podgrzanie ceramicznej głowicy 1 do temperatury wyższej niż temperatura kwasowego punktu rosy, a do grzałki przyłączone są przewody zasilające 10 łączące ją ze źródłem zasilania. Zaizolowane przewody sygnałowe 8 czujnika temperatury 5, przewody zasilające 10 grzałki elektrycznej 4 i przewody elektryczne 9 elektrod 2 i 3 prowadzone są wewnątrz rury o większej średnicy 6 a na zewnątrz rury o mniejszej średnicy 7. Po stronie przeciwległej do głowicy pomiarowej 1, rura o większej średnicy 6 zamknięta jest w sposób nierozłączny zaślepką wewnętrzną 20, ponadto przyrząd ma jeden otwór wylotowy 22 przeprowadzanego czynnika chłodzącego, wykonany w ścianie rury o większej średnicy 6 w pobliżu zaślepki wewnętrznej 20. Dodatkowo rura o mniejszej średnicy 7 od strony głowicy pomiarowej 1 ma otwór wylotowy zaopatrzony w dyszę wylotową 11 mającą postać rurki wirowej Ranque'a służącą do wprowadzania czynnika chłodzącego w postaci sprężonego powietrza do wnętrza rury o większej średnicy 6 w kierunku głowicy pomiarowej 1. Przeciwny koniec rury o mniejszej średnicy 7 wyprowadzony jest przez otwór w zaślepce wewnętrznej 20 poza rurę o większej średnicy 6 i wyposażony jest w ręczny zawór regulacyjny 12 czynnika chłodzącego. Otwarcie zaworu 12 powoduje przepływ czynnika chłodzącego w kierunku głowicy pomiarowej 1 i rozpoczęcie jej chłodzenia, możliwość regulacji stopnia jego otwarcia zmienia strumień przepływającego czynnika a tym samym pozwala na regulację intensywności chłodzenia głowicy pomiarowej. Przyrząd wyposażony jest również w jednostkę centralną 18 zawierającą sterownik oraz moduł do wyświetlania i zapisy-

wania danych pomiarowych, przy czym do jednostki centralnej 18 doprowadzone są przewody sygnałowe 8 czujnika temperatury 5 oraz przewody elektryczne 9 elektrod 2 i 3. Wewnątrz rury o większej średnicy 6 ale na zewnątrz rury o mniejszej średnicy 7 zamontowany jest termometr 17 do pomiaru temperatury przepływających spalin biegnącej wzdłuż przyrządu i przechodzący z jednej strony przez otwór w zaślepce zewnętrznej 21 zamykającej rurę o większej średnicy 6, tak, że jego element pomiarowy wyprowadzony jest poza głowicę pomiarową 1 na zewnątrz przyrządu, tak, by umożliwić pomiar temperatury spalin opływających przyrząd w trakcie pomiaru, a z drugiej strony termometr 17 wyprowadzony jest przez otwór w zaślepce wewnętrznej 20 zamykającej z drugiej strony rurę o większej średnicy 6 i przyłączony do przewodu sygnałowego 16 służącego do przesyłania informacji o temperaturze spalin do jednostki centralnej 18.

Przyrząd wyposażony jest też w obustronnie otwartą stalową rurkę pomiarową 15, umieszczoną pomiędzy rurą o większej średnicy 6 i rurą o mniejszej średnicy 7, biegnącą wzdłuż przyrządu, przy czym jeden otwarty koniec rurki 15 wyprowadzony jest na zewnątrz przyrządu przez otwór w zaślepce zewnętrznej 21, tak, by umożliwić pobór do rurki pomiarowej 15 spalin opływających przyrząd w trakcie pomiaru, a z drugiej strony rurka pomiarowa 15 wyprowadzona jest poza zaślepkę wewnętrzną 20 zamykającą rurę o większej średnicy 6 do analizatora spalin 14 lub do przetwornika różnicy ciśnień 13, a przewody sygnałowe analizatora spalin 14 lub przetwornika różnicy ciśnień 13 podłączone są do jednostki centralnej 18.

Układ mocowany jest w dowolnym położeniu w kanale spalinowym 19, przy czym tylko część układu zanurzona jest w przepływających spalinach, tak aby głowica pomiarowa 1 z czujnikiem pomiarowym 5 dochodziła do osi kanału spalinowego 19. Wszystkie sygnały pomiarowe z czujników przesyłane są do jednostki centralnej 18, która archiwizuje, wyświetla i przesyła dane do zewnętrznych systemów sterowania.

Działanie przyrządu do pomiaru temperatury kwasowego punktu rosy spalin polega na tym, że wprowadza się przyrząd do kanału 19 przepływających spalin. Głowica pomiarowa 1 ogrzewana jest przepływającymi spalinami oraz energią cieplną warstwy rezystywnej 4 stanowiącej grzałkę do temperatury wyższej od przewidywanej temperatury kwasowego punktu rosy spalin. Następnie odłącza się zasilanie elektryczne warstwy rezystywnej 4 stanowiącej grzałkę oraz stopniowo otwiera się zawór regulacyjny 12, co powoduje przepływ czynnika chłodzącego przez rurę o mniejszej średnicy 7 i wprowadzenie tego czynnika za pomocą dyszy chłodzącej do rury o większej średnicy 6 i rozpoczyna się proces chłodzenia głowicy pomiarowej 1, której temperatura mierzona jest przy pomocy czujnika temperatury 5. Po obniżeniu temperatury głowicy pomiarowej 1 do temperatury kwasowego punktu rosy spalin, wytwarza się na jej zewnętrznej powierzchni cienka warstwa kwaśnego kondensatu, która tworząc połączenie elektryczne pomiędzy elektrodami 2 i 3 sygnalizuje osiągnięcie temperatury kwasowego punktu rosy spalin. Po stwierdzeniu osiągnięcia temperatury kwasowego punktu rosy spalin zawór regulacyjny 12 zamyka się i włącza się zasilanie elektryczne warstwy rezystywnej 4 stanowiącej grzałkę, co kolejno powoduje podgrzanie głowicy pomiarowej 1, odparowanie warstwy kwaśnego kondensatu, zerwanie połączenia elektrycznego pomiędzy elektrodami 2 i 3 i gotowość przyrządu do ponownego pomiaru temperatury kwasowego punktu rosy spalin. Przed pierwszym włożeniem przyrządu do kanału spalin 19 należy za pomocą warstwy rezystywnej 4 stanowiącej grzałkę podgrzać głowicę pomiarową 1 do temperatury wyższej od przewidywanej temperatury punktu rosy, co zapobiegnie niekontrolowanemu wykropleniu kondensatu i oblepieniu głowicy pomiarowej 1 pyłem. Przeprowadzany czynnik chłodzący wyprowadzany jest poza przyrząd przez otwór wylotowy 22 umiejscowiony w ścianie bocznej rury o większej średnicy 6 w pobliżu zaślepki wewnętrznej 20.

Rozwiązanie według niniejszego wynalazku, w odróżnieniu na przykład od wymienionego wyżej w opisie stanu techniki rozwiązania znanego ze strony internetowej <https://www.ametek-land.com/products/combustionefficiencymonitors/lancom200> pozwala na:

- a) pomiar kwasowego punktu rosy w szerokim zakresie temperatur od 30–200°C, a więc również w nowoczesnych typach kotłów węglowych, gdzie zakres temperatury kwasowego punktu rosy może wynosić nawet poniżej 40°C,
- b) unikanie błędów pomiarowych w wyniku niekontrolowanego wykropleniu kwaśnego kondensatu podczas wkładania do kanału spalinowego sondy, która ma temperaturę otoczenia, która może być niższa od temperatury kwasowego punktu rosy; uzyskuje się to dzięki ogrzewaniu głowicy pomiarowej dodatkową grzałką,
- c) dodatkowy jednoczesny pomiar składu chemicznego lub ciśnienia przepływających spalin,

- d) upowszechnienie stosowania pomiaru kwasowego punktu rosy spalin dzięki niższym kosztom w porównaniu z obecnymi na rynku konkurencyjnymi produktami.

Dodatkową zaletą jest to, że nawet w wersji przenośnej urządzenia, to jest wersji bez montażu urządzenia na stałe, urządzenie może być wyposażone w zawór automatyczny regulacji przepływu czynnika chłodzącego, co w dotychczasowych urządzeniach przenośnych nie było zapewnione. W takiej wersji operator urządzenia będzie musiał jedynie nosić i włączać przyrząd, a pomiar będzie dokonywany i sterowany automatycznie z jednostki centralnej. Jest to istotne ulepszenie względem wersji obecnie stosowanej na rynku, gdzie operator reguluje zaworem ręcznie.

Zastrzeżenia patentowe

1. Przyrząd do pomiaru temperatury kwasowego punktu rosy gazów spalinowych, zwłaszcza w kanałach spalin kotłów energetycznych i pieców przemysłowych, stanowiący układ przepływowy wykonany z dwóch rur, każda o innej średnicy, usytuowanych tak, że rura o mniejszej średnicy zamocowana jest współosiowo w rurze o większej średnicy, na jednym końcu rury o większej średnicy gazoszczelnie wbudowana jest głowica pomiarowa, na zewnętrznej stronie głowicy pomiarowej znajdują się co najmniej dwie niepołączone ze sobą elektrody, a elektrody przyłączone są do przewodów elektrycznych służących do łączenia ich z miernikiem napięcia albo miernikiem natężenia albo miernikiem oporu elektrycznego, **znamienny tym**, że od wewnętrznej strony głowicy pomiarowej (1), to jest od wewnątrz rury o większej średnicy (6), zainstalowany jest czujnik (5) temperatury głowicy pomiarowej (1), z którym połączone są przewody sygnałowe (8) do łączenia go z miernikiem temperatury, ponadto od wewnętrznej strony głowicy pomiarowej (1) na jej powierzchni naniesiona jest warstwa rezystywna (4) częściowo lub całkowicie otaczająca czujnik (5), stanowiąca grzałkę elektryczną, do której przyłączone są przewody zasilające (10) do łączenia grzałki ze źródłem zasilania, po stronie przeciwległej do głowicy pomiarowej (1), rura o większej średnicy (6) zamknięta jest zaślepką wewnętrzną (20), ponadto przyrząd ma co najmniej jeden otwór wylotowy (22) przepracowanego czynnika chłodzącego, wykonany albo w zaślepcie wewnętrznej (20) albo korzystniej w ścianie rury o większej średnicy (6) w pobliżu zaślepki wewnętrznej (20), dodatkowo rura o mniejszej średnicy (7), od strony głowicy pomiarowej (1), ma otwór wylotowy do wprowadzania czynnika chłodzącego do wnętrza rury o większej średnicy (6), w kierunku głowicy pomiarowej (1), a przeciwległy koniec rury o mniejszej średnicy (7) wyprowadzony jest poza rurę o większej średnicy (6) i wyposażony jest w zawór regulacyjny (12) czynnika chłodzącego, ponadto przyrząd wyposażony jest w jednostkę centralną (18) zawierającą sterownik oraz moduł do wyświetlania i zapisywania danych pomiarowych, przy czym do jednostki centralnej (18) doprowadzone są przewody sygnałowe (8) czujnika temperatury (5) oraz przewody elektryczne (9) elektrod (2) i (3), a głowica pomiarowa (1) wykonana jest z materiału będącego izolatorem elektrycznym o wysokim współczynniku przewodzenia ciepła, to jest nie niższym niż 30 W/mK, natomiast elektrody (2) i (3) wykonane są z materiału będącego przewodnikiem elektrycznym i odpornego na działanie kwasów.
2. Przyrząd według zastrz. 1, **znamienny tym**, że głowica pomiarowa (1) wbudowana jest w zaślepkę zewnętrzną (21) rury o większej średnicy (6), korzystnie wykonaną z teflonu.
3. Przyrząd według zastrz. 1, **znamienny tym**, że każda z elektrod (2) i (3) znajdujących się na głowicy pomiarowej (1) ma postać grzebienia, o takich samych gabarytach, a grzebienie zamontowane są na głowicy (1) w taki sposób, że zazębiają się bezстыkowo.
4. Przyrząd według zastrz. 1, **znamienny tym**, że każda z elektrod (2) i (3) znajdujących się na głowicy pomiarowej (1) ma postać spirali, które zamontowane są na głowicy pomiarowej w taki sposób, że zazębiają się bezстыkowo.
5. Przyrząd według zastrz. 1, **znamienny tym**, że elektrody (2) i (3) są napylone na zewnętrznej stronie głowicy pomiarowej (1).
6. Przyrząd według zastrz. 1, **znamienny tym**, że elektrody (2) i (3) wykonane są z platyny albo złota albo srebra albo grafitu albo ich stopów.
7. Przyrząd według zastrz. 1, **znamienny tym**, że czujnik (5) temperatury głowicy pomiarowej (1) zainstalowany jest w centralnym punkcie powierzchni głowicy pomiarowej (1).

8. Przyrząd według zastrz. 1, **znamienny tym**, że otwór wylotowy rury o mniejszej średnicy (7), od strony głowicy pomiarowej (1), zaopatrzony jest w dyszę wylotową (11).
9. Przyrząd według zastrz. 1, **znamienny tym**, że czynnikiem chłodzącym wprowadzanym z rury o mniejszej średnicy (7) do wnętrza rury o większej średnicy (6) jest sprężone powietrze.
10. Przyrząd według zastrz. 1, **znamienny tym**, że koniec rury o mniejszej średnicy (7) wyprowadzony jest poza rurę o większej średnicy (6) przez otwór w zaślepce wewnętrznej (20).
11. Przyrząd według zastrz. 1, **znamienny tym**, że do jednostki centralnej (18) doprowadzone są przewody sterowania (23) zaworem (12) do regulacji strumienia przepływającego czynnika chłodzącego, a zawór wyposażony jest w siłownik do jego obrotu.
12. Przyrząd według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wyposażony jest w termometr (17) do pomiaru temperatury przepływających spalin umieszczony wewnątrz rury o większej średnicy (6), ale na zewnątrz rury o mniejszej średnicy (7), którego element pomiarowy wyprowadzony jest poza głowicę pomiarową (1) na zewnątrz przyrządu, tak, by umożliwić pomiar temperatury spalin opływających przyrząd w trakcie pomiaru, a z drugiej strony termometr (17) wyprowadzony jest poza zaślepkę wewnętrzną (20) i przyłączony do przewodu sygnałowego (16), służącego do przesyłania informacji o temperaturze spalin do jednostki centralnej (18).
13. Przyrząd według zastrz. 12, **znamienny tym**, że termometr (17) ma postać termopary lub termometru oporowego.
14. Przyrząd według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wyposażony jest w obustronnie otwartą rurkę pomiarową (15), na przykład stalową, umieszczoną pomiędzy rurą o większej średnicy (6) i rurą o mniejszej średnicy (7), biegnącą wzdłuż przyrządu, przy czym jeden otwarty koniec rurki (15) wyprowadzony jest na zewnątrz przyrządu, korzystnie umieszczony jest przelotowo w głowicy pomiarowej (1) lub w zaślepce zewnętrznej (21), tak, by umożliwić pobór do rurki pomiarowej (15) spalin opływających przyrząd w trakcie pomiaru, a z drugiej strony rurka pomiarowa (15) wyprowadzona jest poza rurę o większej średnicy (6), korzystnie przez otwór w zaślepce wewnętrznej (20) zamykającej tą rurę.
15. Przyrząd według zastrz. 1 i 14, **znamienny tym**, że wyposażony jest w analizator spalin (14), który podłączony jest do rurki pomiarowej (15).
16. Przyrząd według zastrz. 1 i 14, **znamienny tym**, że wyposażony jest w przetwornik różnicy ciśnień (13), który podłączony jest do rurki pomiarowej (15).
17. Przyrząd według zastrz. 1, 14 i 15, **znamienny tym**, że przewody sygnałowe analizatora spalin (14) podłączone są do jednostki centralnej (18).
18. Przyrząd według zastrz. 1, 14 i 16, **znamienny tym**, że przewody sygnałowe przetwornika różnicy ciśnień (13) podłączone są do jednostki centralnej (18).
19. Przyrząd według zastrz. 1, **znamienny tym**, że dysza chłodząca (11) ma postać rurki wirowej Ranque'a.
20. Przyrząd według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zaizolowane przewody, to jest przewody sygnałowe (8) czujnika temperatury (5) dołączenia go z miernikiem temperatury, przewody zasilające (10) grzałki elektrycznej (4) dołączenia jej ze źródłem zasilania grzałki i przewody elektryczne (9) elektrod (2) i (3) dołączenia ich z miernikiem napięcia lub natężenia lub oporu elektrycznego, prowadzone są wewnątrz rury o większej średnicy (6) a na zewnątrz rury o mniejszej średnicy (7).
21. Przyrząd według zastrz. 1, **znamienny tym**, że rury (6) i (7) wykonane są z materiału nie rdzewnego, na przykład ze stali 316.
22. Przyrząd według zastrz. 1, **znamienny tym**, że głowica pomiarowa (1) wykonana jest z ceramiki Al_2O_3 (tlenek glinu) lub AlN (azotek glinu).

Rysunki

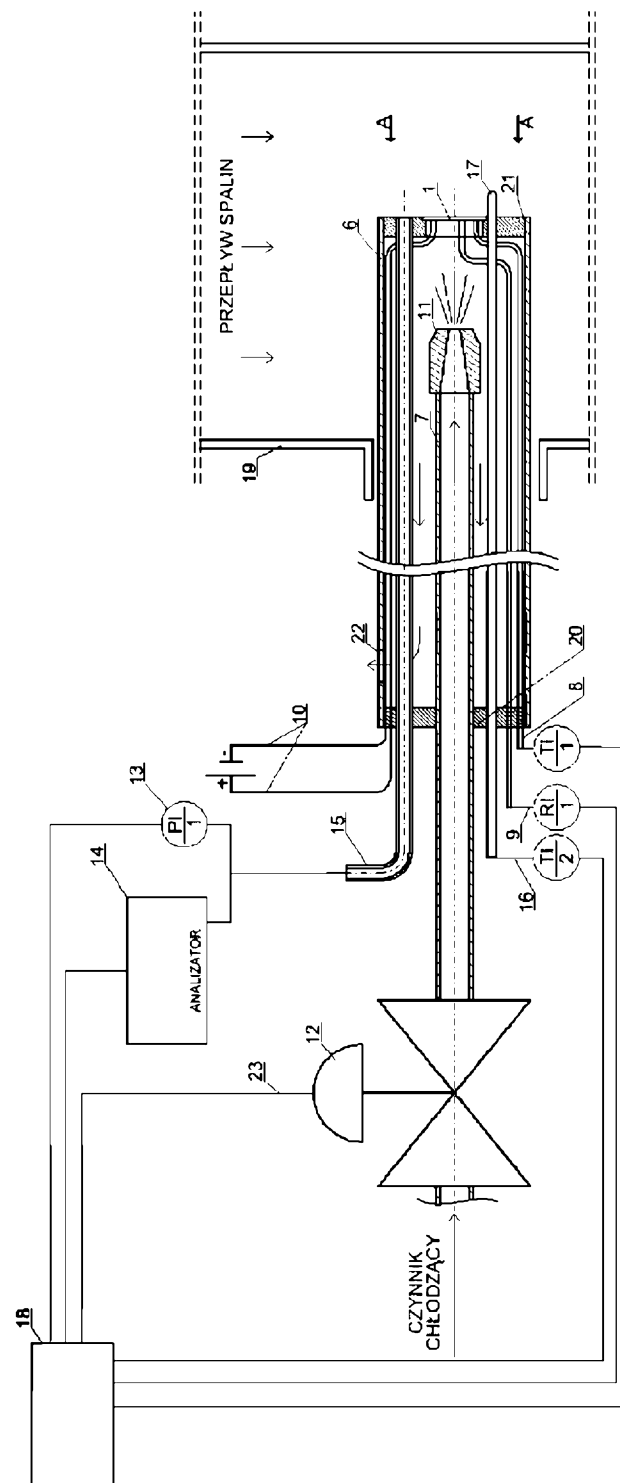


Fig. 1

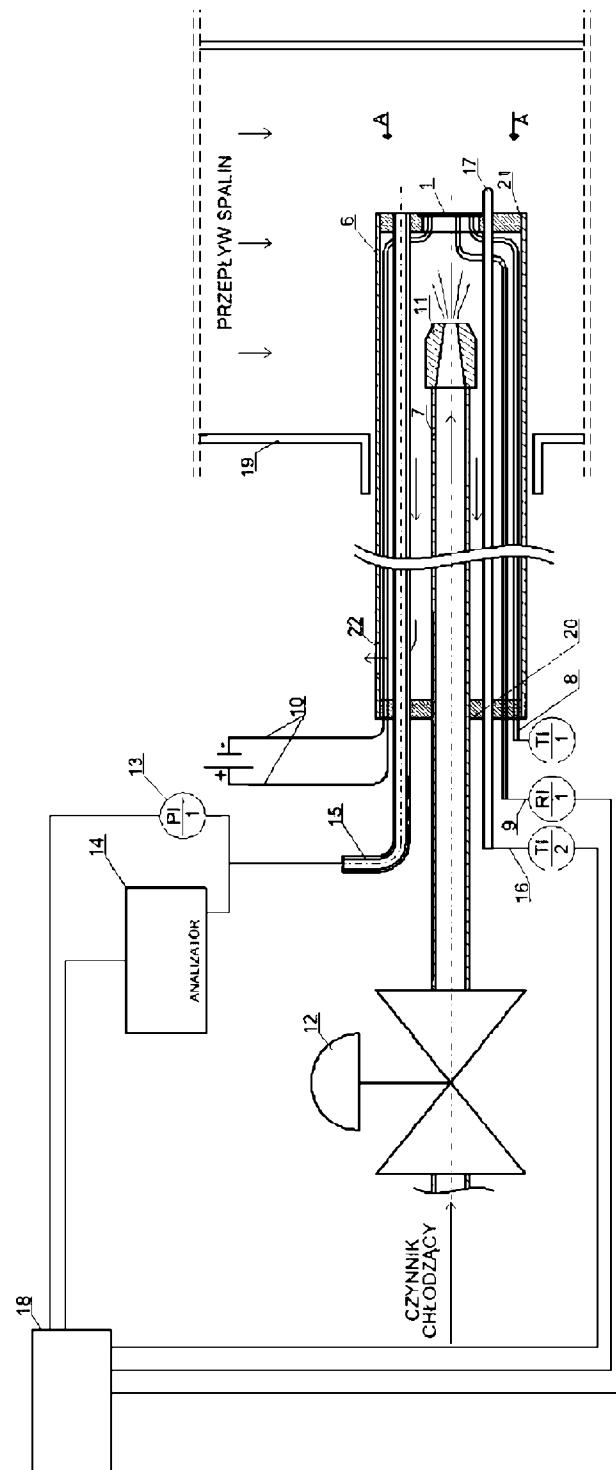


Fig. 2

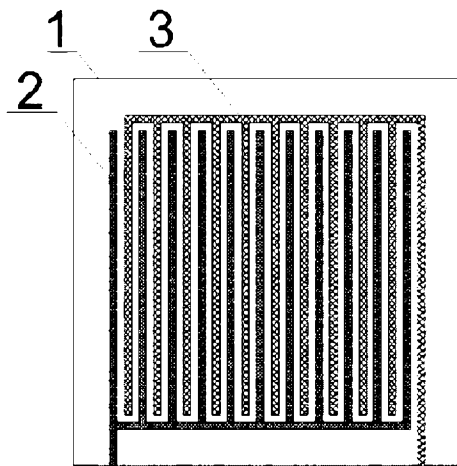


Fig. 3

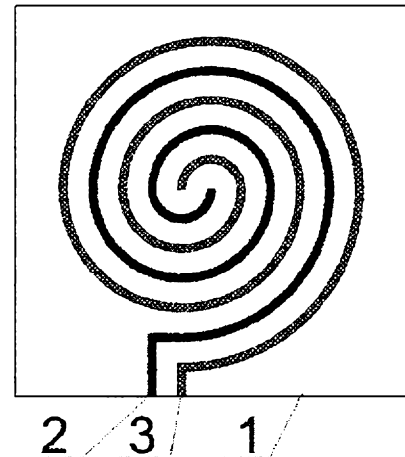


Fig. 4

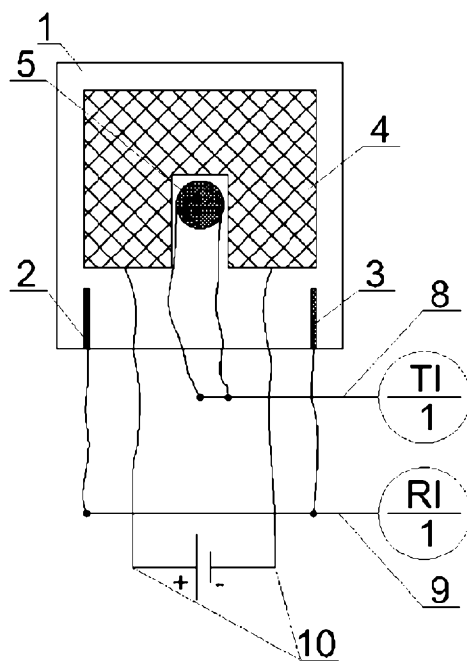


Fig. 5

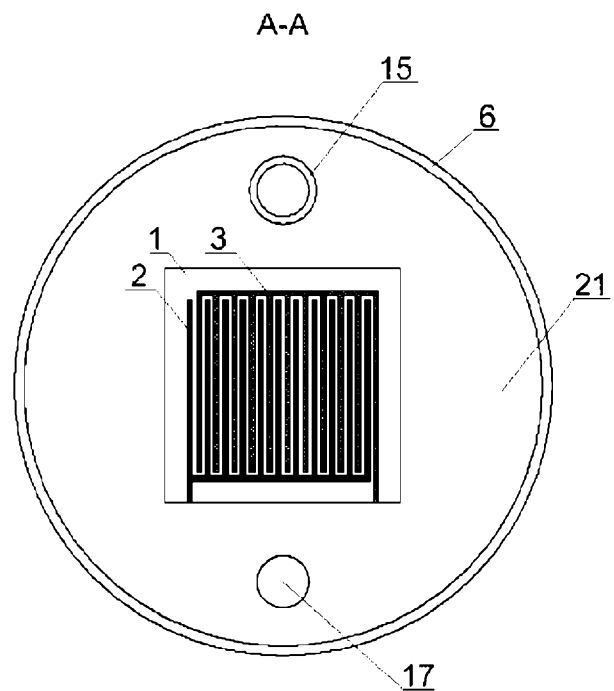


Fig. 6