



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 25.07.1969 (P. 135021)

Pierwszeństwo: 09.08.1968 Dania

Zgłoszenie ogłoszono: 26.02.1973

Opis patentowy opublikowano: 20.09.1974

Kl. 18a,9/06

MKP C21b 9/06

Twórca wynalazku: Jacobus van Laar

Uprawniony z patentu: Koninklijke Nederlandsche Hoogovens En Staal-
fabriken N. V., IJmuiden (Holandia)

Ogrzewacz regeneracyjny

1

Przedmiotem wynalazku jest ogrzewacz regeneracyjny, a w szczególności podgrzewacz powietrza wielkiego pieca. Znane ogrzewacze regeneracyjne posiadają pancierz wyłożony cegłą ogniotrwałą, kanał dymowy, szyb płomieniowy i przestrzeń wypełnioną warstwami cegły ogniotrwałej absorbującej ciepło. Warstwa wykładziny izolatora termicznego ścianki dzielącej pomiędzy szybem i cegłą absorbującą ułożona jest w sposób luźny umożliwiając wzajemne pionowe przemieszczenia, poślizgi, pęcznienie i nacisk.

Wymienniki ciepła są znane w sztuce inżynierskiej i znajdują zastosowanie w procesach wymagających regeneracji ciepła względnie tam, gdzie stosowane są w procesie palne czynniki.

Powszechnie znanym zastosowaniem takich regeneratorów jest podgrzewacz powietrza w wielkim piecu. W tym procesie, energia pozostała na przykład w gazie koksowniczym albo wielkopieczowym uchodzącym z pieca zamieniana jest na ciepło przez spalanie w szybie takiego podgrzewacza, a następnie akumulowana w warstwach cegieł ogniotrwałych ułożonych luźno ze szczelinami umożliwiającymi przejście gazu przez przestrzeń pomiędzy cegłami. W następnej fazie technologicznej powietrze dostarczane do pieca podgrzewa się wstępnie przechodząc przez ogrzany podgrzewacz — w odwrotnym kierunku.

Przez podgrzanie powietrza atmosferycznego dostarczonego do wielkiego pieca zużycie koksu na

2

jedną tonę surowki maleje i wydajność wielkiego pieca wzrasta. Z tej przyczyny korzystnym jest uzyskanie możliwie najwyższej temperatury wprowadzonego powietrza. Jest zrozumiałym, że wysoka temperatura powietrza wynika z potrzeb ekonomicznych procesu wielkopieczowego, nie stanowi jednak jedyne sposobu wykorzystania pozostałej w gazie wielkopieczowym energii. W rzeczywistości do ogrzewania takich podgrzewaczy często stosuje się w praktyce inne rodzaje paliwa na przykład gaz lub olej palny.

Przy uzyskiwaniu jednak tak wysokich temperatur powstaje niebezpieczeństwo spękania, wyginania, miażdżenia a nawet pulweryzacji części wymurówki wewnętrznej w rezultacie napięć termicznych w strukturze. Zjawiska te występują szczególnie w typie regeneratora, w którym szyb płomieniowy znajduje się wewnątrz tej samej obudowy co cegły akumulujące, w których napięcia termiczne są bardzo duże na skutek znacznych różnic temperatury występujących na małych odległościach szczególnie w kierunku poprzecznym.

Ścianka dzieląca pomiędzy szybem płomieniowym i cegłami akumulacyjnymi, w dolnej części regeneratora podgrzewana jest do wysokich temperatur. Temperatury od strony szybu płomieniowego i od strony przylegającej do stosu cegieł wykazują znaczne różnice w rezultacie czego, ścianka ma tendencję wyboczenia i wypukłego odkształcenia w stronę szybu płomieniowego.

Spowodować to może powstawanie spękań samej ścianki dzielącej jak również spękanie stref, w których ścianka ta styka się z wymurówką wewnątrz zewnętrznego pancerza podgrzewacza.

Ponadto, sam pancerz wyłożony cegłą ogniotrwałą podlegaróżnym wydłużeniom termicznym po stronie szybu płomieniowego i części otaczających cegłę absorbującą ciepło, co może spowodować nie tylko spękanie tych partii podgrzewacza, ale również pojawienie się pęknięć między pancerzem i wymurówką z jednej strony i między ścianką dzielącą z drugiej strony. Spękanie takie i deformacje mogą następnie zniszczyć strukturę stosu cegieł akumulujących i spowodować niepożądany przepływ gazów i powietrza przez ściankę dzielącą.

Wyżej wymienione zjawiska stanowią główną przyczynę, dla której regeneracyjne podgrzewacze powietrza z wstępnym szybem płomieniowym uniemożliwiają uzyskanie temperatur wyższych niż 1100°C dla większych jednostek i 1200°C dla jednostek mniejszych o mniejszej wydajności.

Z drugiej strony, temperatury podgrzewania uznane jako niezbędne w procesie wielkopieczowym z dużym podgrzewaczem powietrza wynoszą od 1300°C do 1500°C. Oznacza to, że budowa podgrzewacza powinna być zdolna do wytrzymywania temperatury około 1700°C.

Zauważono, że możliwym jest bezpieczne uzyskiwanie tak wysokiej temperatury podgrzewania w regeneracyjnych podgrzewaczach o zróżnicowanej budowie.

Jest to możliwe przy konstrukcji podgrzewacza, według której szyb płomieniowy umieszczony jest na zewnątrz pancerza stosu cegieł akumulujących. W konstrukcji tej zewnętrzny szyb płomieniowy połączony jest z cylindrem zawierającym cegłę akumulującą przez kopulak o specjalnej konstrukcji. Takie podgrzewacze powietrza z zewnętrznym szybem płomieniowym rozwiązują w zasadzie problem z inżynierskiego punktu widzenia wymagają one jednak dużo większych nakładów inwestycyjnych niż podgrzewacze z wewnętrznym szybem płomieniowym i w ogólnych kosztach procesu nie są one znacznie korzystniejsze od podgrzewaczy z wewnętrznym szybem płomieniowym i niższej temperaturze podgrzewania. Ponadto podgrzewacze z zewnętrznym szybem płomieniowym wymagają większej przestrzeni niż podgrzewacze z szybem wewnętrznym.

Próbowano już uniknąć zniszczeń w obudowie podgrzewacza z wewnętrznym szybem płomieniowym dla wysokich temperatur powietrza przez zastosowanie izolacyjnej termicznie wykładziny ścianki dzielącej. Dokonywano również prób z zastosowaniem pionowych dyatacji, wzdłuż których mogłoby następować wzajemne przemieszczenie cegieł. Założono, że wykładzina izolująca ścianki dzielącej zapobieganie podgrzaniu cegieł znajdujących się w bezpośrednim sąsiedztwie ścianki dzielącej do zbyt wysokiej temperatury. Założono również, że dyatacje skutecznie zlikwidują występujące naprężenia ścinające.

W rezultacie jednak, wszystkie próby nie przyniosły pozytywnych rezultatów, i tak do chwili obecnej podgrzewacze powietrza z zewnętrznym

szybem płomieniowym nie odpowiadają potrzebom uzyskiwania temperatury podgrzewania do 1500°C.

Celem wynalazku jest uniknięcie tych wad i niedogodności. Zadanie techniczne polegało na opracowaniu konstrukcji podgrzewacza powietrza z wewnętrznym szybem płomieniowym o możliwościach technologicznych tak samo korzystnych i solidnych jak opisane podgrzewacze z zewnętrznym szybem płomieniowym, umożliwiającego uniknięcie wysokich nakładów inwestycyjnych, z zewnętrznym szybem płomieniowym pozbawionego wad i tendencji do uszkodzeń charakterystycznych dla podgrzewaczy z szybem wewnętrznym.

Cel wynalazku został osiągnięty przez to, że podgrzewacz regeneracyjny, a w szczególności podgrzewacz powietrza wielkiego pieca typu pionowego z jednolitym pancerzem wyłożonym cegłą ogniotrwałą i wewnętrznym szybem płomieniowym oraz przestrzenią wypełnioną warstwami cegieł ogniotrwałych absorbujących ciepło, wyposażony w termiczno-izolacyjną wykładzinę ścianki dzielącej szyb płomieniowy od cegieł absorbujących i ze szczelinami dyatacyjnymi wymurówki umożliwiającymi swobodne przemieszczanie się pionowych lic cegieł wymurówki w stosunku do cegieł po stronie przeciwnej szczelin dyatacyjnych, zawiera sięgające co najmniej powyżej połowy wysokości szybu płomieniowego warstwy wymurówki pancerza i ścianki dzielącej najbliższe szybu płomieniowego, które w tej strefie mają więcej niż jedną warstwę cegieł, w warunkach zimnych podgrzewacza oddzielone od reszty wymurówki pancerza i ścianki dzielącej przez pionowe szczeliny dyatacyjne, a warstwa izolatora termicznego znajduje się po stronie szczelin dyatacyjnych oddalonej od szybu płomieniowego.

Dzięki przesuwalnemu połączeniu przebiegającemu wokół szybu płomieniowego, możliwym jest, że wewnętrzne warstwy ścianki płomienicy, które posiadają największe różnice temperatury w stosunku do reszty konstrukcji mogą przenosić termiczne odkształcenia niezależnie od reszty struktury. Jest to możliwe dzięki obecności warstwy izolacyjnej na zewnętrznej stronie szczeliny dyatacyjnej w ściance dzielącej. Warstwa izolacyjna zapewnia jednolity rozkład temperatury w warstwach ścianki dzielącej na obu stronach szczeliny dyatacyjnej każda w każdym miejscu przekroju warstwy. W ten sposób, ścianka dzieląca jako całość i kilka warstw cegieł nie wykazują tendencji wyginania.

Korzystnie jest, jeżeli wykładzina izolująca stosownie do wynalazku przebiega całkowicie wokół szybu płomieniowego po stronie szczeliny dyatacyjnej oddalonej od wnętrza szybu i że ułożona jest co najmniej powyżej dolnej połowy wysokości szybu.

Uzyskuje się w ten sposób również to, że zewnętrzne warstwy pancerza wraz z jej wymurówką, w rejonie szybu płomieniowego, średnio wykazują małe różnice temperatur w stosunku do reszty wymurówki pancerza i w stosunku do warstw ścianki dzielącej po stronie sąsiadującej z przestrzenią, w której ułożone są cegły akumulujące. Zapobiega to spękanom wymurówki i ścianki dzielącej w rejonie przejścia pomiędzy szybem płomieniowym i stosem cegieł akumulujących ciepło. Ponadto, zapewnia to,

że górna krawędź obudowy, zarówno w warunkach chłodnych i gorących zachowuje w zasadzie położenie poziome nie powodując tym samym naprężeń pomiędzy pancierzem i kopułą.

Dalszą zaletą wynikającą z faktu, że ścianka działowa i pancierz nie ulegają wybočeniom jest możliwość obliczenia kształtu konstrukcji w warunkach gorących, przyjmując za bazę kształt w warunkach zimnych. Wykorzystywane jest to przy obliczeniu szerokości szczeliny dylatacyjnej i wyborze materiałów na poszczególne warstwy z punktu widzenia ich odkształcania termicznego w taki sposób, że w warunkach gorących podgrzewacza, szczelina dylatacyjna zostaje zamknięta. Uzyskuje się przez to konstrukcję gazoszczelną nie wykazującą spękań.

Stosownie do wynalazku możliwe jest dalsze ulepszenie konstrukcji przez częściowe wysunięcie warstw wymurówki ścianki dzielącej z jednoczesnym zastosowaniem odpowiednich wgłębień w warstwie wymurówki wewnętrznej pancierza, w które wchodzi występy wymurówki ścianki dzielącej oddalonej od dna wgłębień drugą dylatacją. Dolna część ścianki dzielącej w szybie płomieniowym poddana jest najsilniejszemu działaniu promienia i z racji wysokiej różnicy temperatur w kierunku poprzecznym tej strefy występuje największe niebezpieczeństwo spękania i nieszczelności.

Dla przeciwdziałania temu niebezpieczeństwu i utrzymania szczelności ścianki dzielącej nawet po długim okresie eksploatacji, wynalazek przewiduje zastosowanie wzdłuż dolnej połowy ścianki dzielącej, metalowej płyty po tej stronie wykładziny izolacyjnej, która jest skierowana do stosu cegieł akumulujących ciepło. Płyta wykonana jest z metalu, na przykład ognioodpornej stali o zawartości krzemu, chromu i molibdenu.

Z uwagi na wymienione wyżej nasilenie działania płomienia w dolnej połowie szybu, różnice temperatur w kierunku poprzecznym i największe naprężenie występujące w tym rejonie, pożądanym jest zastosować dodatkowe zabezpieczenia w postaci dylatacji termicznych różnych części ścianki.

Pożądanym jest według wynalazku, aby najbardziej wewnętrzna warstwa z warstw znajdujących się po wewnętrznej stronie szczeliny dylatacyjnej była warstwą ciągłą bez żadnych szczelin dylatacyjnych biegnącą wokół szybu płomieniowego i ponad dolną połowę szybu i warstwa ta była oddzielona od warstw pozostałych znajdujących się po wewnętrznej stronie pierwszej szczeliny dylatacyjnej, przez trzecią ciągłą szczelinę dylatacyjną wokół a pozostałe warstwy podzielone były szczelinami dylatacyjnymi na dwie części w strefie, gdzie ścianka dzieląca wnika w wymurówkę pancierza.

Wymieniono wyżej w opisie, że wewnętrzna część ścianki szybu płomieniowego jest wyższa od części ścianki zewnętrznej. Konstrukcja podgrzewacza według wynalazku zakłada, że kopuła spoczywa tylko na tych warstwach wymurówki pancierza, które znajdują się poza szczeliną dylatacyjną.

Konstrukcja ta obejmuje niebezpieczeństwo spękań w przeciwieństwie do konstrukcji, w której wymurówka kołpaka bezpośrednio wnika w wymurówkę pancierza jak w znanych podgrzewaczach,

w których wymurówka kopuły spoczywa na wymurówce pancierza. W poprzednich znanych konstrukcjach próbowano zastosować rozwiązanie według którego kopuła podparta jest niezależnie od pancierza występami na zewnątrz pancierza opartymi na niezależnej konstrukcji wsporczej. Rozwiązanie takie nie jest korzystne z konstrukcyjnego punktu widzenia i wymaga wysokich kosztów zewnętrznej konstrukcji wsporczej. W takiej konstrukcji pancierz ma niejako możliwość ruchu pionowego względem kopuły. Rozwiązanie według wynalazku eliminuje komplikacje konstrukcyjne wymienione wyżej.

Najlepsze rezultaty uzyskuje się w regeneracyjnych podgrzewaczach według wynalazku przy zastosowaniu tak zwanej ceramicznej płomienicy w dolnej części szybu płomieniowego. Przy zastosowaniu takiej płomienicy pożądanym jest, aby pierwsza szczelina dylatacyjna w wymurówce pancierza przebiegała ku dołowi do płomienicy a w ścianie dzielącej w dół poniżej szczytu płomienicy.

Przedmiot wynalazku przedstawiony jest w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia podgrzewacz w przekroju, fig. 2 — połowę wlotową w powiększeniu przekroju wzdłuż linii II—II na fig. 1, fig. 3 — szczegół określony linią III na fig. 1 w powiększeniu.

Pancierz 1 podgrzewacza wraz z dnem 2 podtrzymuje jednolitą strukturę murarską. Wymurówka pancierza otoczona jest okładziną stalową 27 (fig. 2). Kolumny 3 wystające z dna 2 podgrzewacza, podpierają ruszt 4, na których spoczywają perforowane cegły akumulujące ciepło nie pokazane na rysunku, pomiędzy którymi alternatywnie w dół przemieszczają się gorące gazy i w górę ogrzewane powietrze. Stos cegieł oddzielony jest ścianką dzielącą 5 od szybu płomieniowego, który zewnętrznie ograniczony jest segmentem pancierza 1. Podgrzewacz zamknięty jest u góry przez kopułę 6 z cegły ogniotrwalej, ponad którym umieszczony jest stalowy kołpak 7.

Dolne gazy i powietrze potrzebne do wytworzenia mieszanki palnej i ogrzania cegieł absorbujących dostarczone są odpowiednio kanałem 8 i pierścieniowym kanałem 9 do płomienicy 10. Płomienica ta, tak zwana płomienica ceramiczna oznaczona jest schematycznie na fig. 1 jak element znany, którego szczegóły konstrukcyjne nie mają znaczenia dla zrozumienia wynalazku.

Ponad płomienicą 10 następuje zmieszanie palnych gazów z powietrzem i spalanie mieszanki. Gorące gazy spalinowe kierowane są ponad górną krawędź dzielącej ścianki 5 przez przestrzeń zamkniętą kołpakiem i w dół poprzez stos cegieł akumulujących a następnie na zewnątrz podgrzewacza przez jeden albo więcej otworów wylotowych w dnie. Po dostatecznym nagrzaniu cegieł akumulacyjnych zamknięty zostaje dopływ 8, 9 gazów palnych i powietrza i powietrze do podgrzania dostarczane jest przez kanał wlotowy 11 w przeciwnym kierunku i po podgrzaniu odprowadzone z urządzenia przez otwór wylotowy 12.

W górnej części obudowy 1 po wewnętrznej stronie znajduje się wsporcza krawędź 13 wymurówki, na której spoczywa kopuła 6.

Jak wynika z fig. 1 i 2, szczelina dylatacyjna 14 przebiega od górnej części pancierza 1 w dół na szerokość segmentu obudowy ograniczonego dzielącą ścianką w dół do strefy sąsiadującej z górną powierzchnią płomienicy 10.

Szczelina dylatacyjna 15 (fig. 3) przebiega od górnej krawędzi ścianki dzielącej 5 przez całą jej szerokość w dół poniżej płomienicy 10. Szczeliny dylatacyjne 14 i 15 tworzą w ten sposób ciągłą szczelinę otaczającą szyb płomieniowy. Jeżeli części 17, 18 ścianki szybu płomieniowego znajdują się po wewnętrznej stronie szczelin dylatacyjnych ulegną wydłużeniu pod wpływem temperatury, część ta może przemieszczać się swobodnie w stosunku do kopuły 6 i w stosunku do pozostałych części 16, 19 ścianek pancierza 1 i ścianki dzielącej 5.

W celu uzyskania zewnętrznej warstwy 19 dzielącej ścianki 5 odpowiednio silnej i gazoszczelnej, pokryta jest ona po swojej wewnętrznej wklęsłej stronie stalowymi płytkami 20 z ognioodpornej stali z zawartością krzemu, chromu i molibdenu.

Dla utrzymania możliwie równej średniej temperatury części 16 pancierza i części 19 ścianki dzielącej z temperaturą części pancierza 1 otaczającą cegły akumulujące ciepło, warstwa 16 pancierza i warstwa 19 ścianki dzielącej wyłożone są po ich wklęsłych stronach warstwą izolatora termicznego 22 i 23. Warstwa 22 izolatora przebiega od płomienicy 10 do góry w pobliżu górnej krawędzi pancierza. Warstwa 23 izolatora przebiega od linii poniżej górnej krawędzi płomienicy 10 do 3/4 wysokości ścianki dzielącej 5. Szczelina dylatacyjna 25 zabezpiecza przed powstaniem naprężeń pomiędzy warstwami 17 i 18 ścianki szybu płomieniowego w przypadku ich różnej termicznej wydłużalności. Jako wynik badań wprowadzono szczelinę dylatacyjną 26 pomiędzy warstwą 19 ścianki dzielącej i pancierzem 1. Wzdłuż dolnej połowy szybu płomieniowego znajduje się dodatkowa wzmacniająca ścianka 21 (fig. 2 i 3).

Ścianka ta jest swobodna w stosunku do reszty ścianki szybu, dzięki obecności ciągłej szczeliny dylatacyjnej 24 przebiegającej wokół całego szybu płomieniowego.

Ścianka 21 chroni szyb płomieniowy dodatkowo w strefie największego działania płomienia na ściankę szybu.

Przy zastosowaniu konstrukcji podgrzewacza według wynalazku możliwym jest stosowanie temperatur roboczych w kołpaku do 1700°C. W podgrzewaczu o konstrukcji według wynalazku, w praktyce nie występują zjawiska ujemne towarzyszące dużym napięciom termicznym w konstrukcji takie jak wybaczanie, zginanie, rozwarstwienie wymurówki i spękanie.

Jako materiał izolacyjny można używać cegły ogniotrwałej izolacyjnej, bardziej porowatej od normalnej cegły ogniotrwałej. Odniesienie w opisie do wysokości szybu płomieniowego rozumieć należy jako dotyczące przestrzeni pomiędzy ścianką dzielącą i pancierzem ponad płomienicę 10.

Wynalazek może być również zastosowany ze znanymi płomienicami umieszczonymi poza pancierzem 1 i połączonymi z wlotem 8 według fig. 1.

1. Ogrzewacz regeneracyjny, w szczególności podgrzewacz powietrza wielkiego pieca typu pionowego z jednolitym pancierzem wyłożonym cegłą ogniotrwałą i wewnętrznym szybem płomieniowym oraz przestrzenią wypełnioną warstwami cegieł ogniotrwałych absorbujących ciepło, wyposażony w termiczno-izolacyjną wykładzinę ścianki dzielącej szyb płomieniowy od cegieł absorbujących i ze szczelinami dylatacyjnymi wymurówki umożliwiającymi swobodne przemieszczanie się pionowych lic cegieł wymurówki w stosunku do cegieł po stronie przeciwnej szczelin dylatacyjnych, **znamienny tym**, że sięgające co najmniej powyżej połowy wysokości szybu płomieniowego warstwy (17, 18) wymurówki pancierza (1) i ścianki dzielącej (5) najbliższe szybowi płomieniowego, które w tej strefie mają więcej niż jedną warstwę cegieł, w warunkach zimnych podgrzewacza oddzielone są od reszty wymurówki pancierza i ścianki dzielącej przez pionowe szczeliny dylatacyjne (14, 15), a warstwa izolatora termicznego (22, 23) znajduje się po stronie szczeliny dylatacyjnych oddalonej od szybu płomieniowego.

2. Ogrzewacz według zastrz. 1, **znamienny tym**, że warstwa izolatora termicznego (22, 23) rozmieszczona jest całkowicie wokół szybu płomieniowego po stronie szczelin dylatacyjnych (14, 15) oddalonej od wnętrza szybu płomieniowego i że warstwa ta sięga co najmniej ponad dolną połowę wysokości szybu płomieniowego.

3. Ogrzewacz według zastrz. 1 lub 2, **znamienny tym**, że szerokość szczelin dylatacyjnych (14, 15) jest dostosowana do charakterystyki termicznej wydłużalności materiałów stosowanych na wymurówkę w sposób pozwalający na zamknięcie szczelin dylatacyjnych (14, 15) w warunkach gorącego ogrzewacza.

4. Ogrzewacz według zastrz. 1—3, **znamienny tym**, że warstwa (19) wymurówki na zewnątrz szczeliny dylatacyjnej w ścianie dzielącej (5) wchodzi wypustami we wcięcia wewnętrznej warstwy (16) wymurówki pancierza i oddzielona jest od niej przez drugą szczelinę dylatacyjną (26).

5. Ogrzewacz według zastrz. 1—2, **znamienny tym**, że dolna połowa ścianki dzielącej (5) wyłożona jest metalową płytą (20) po tej stronie warstwy (23) izolatora termicznego, która jest skierowana do stosu cegieł akumulujących ciepło, przy czym płyta metalowa wykonana jest ze stali termoodpornej zawierającej krzem, chrom i molibden.

6. Ogrzewacz według zastrz. 1—5, **znamienny tym**, że najbardziej wewnętrzna warstwa (21) wymurówki po stronie wewnętrznej szczelin dylatacyjnych (14, 15) jest rozmieszczona w dół szybu płomieniowego bez szczeliny dylatacyjnej w sposób ciągły na wysokość nieco powyżej wysokości szybu, przy czym warstwa ta oddzielona jest od pozostałych warstw ścianki dzielącej i pancierza przez trzecią, ciągłą szczelinę dylatacyjną (24) a pozostałe warstwy wymurówki szybu podzielone są na dwie połowy przez szczelinę dylatacyjną (26) w miejscach, w których ścianka dzieląca (5) wchodzi w wymurówkę pancierza (1).

7. Ogrzewacz według zastrz. 1—6, **znamienny tym**,

że kopuła (6) zamykająca pancierz (1) spoczywa tylko na warstwach (16) wymurówki znajdujących się poza szczelinami dylatacyjnymi (14).

8. Ogrzewacz według zastrz. 1—7, **znamienny tym**, że w dolnej części szybu płomieniowego wyposażony

jest w płomienicę ceramiczną (10) zaś szczelina dylatacyjna (14) jest skierowana w dół do płomienicy (10), przy czym szczelina dylatacyjna (15) ścianki dzielącej (5) przebiega w dół poniżej górnej krawędzi płomienicy (10).

fig-1

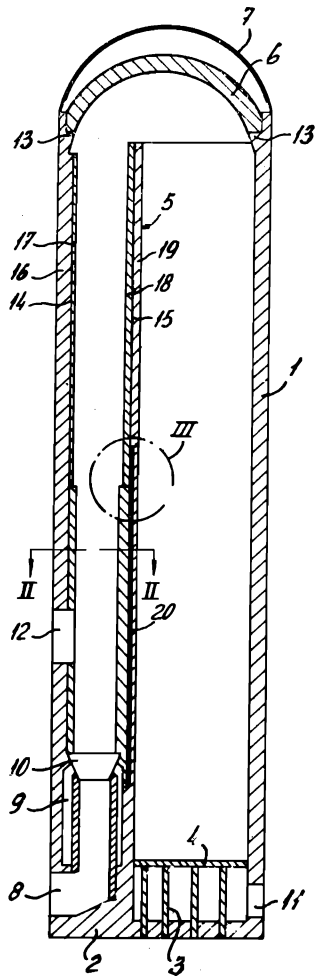


fig-2

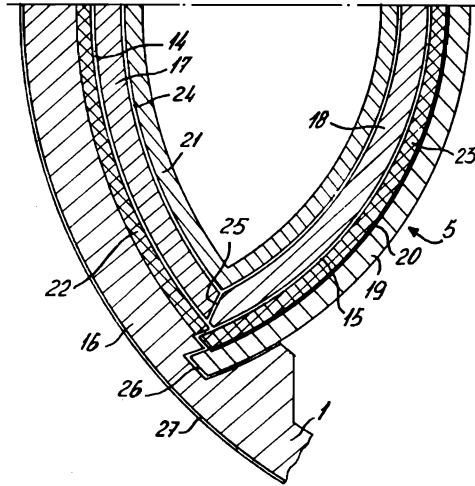


fig-3

