

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

61629

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 04.III.1968 (P 125 596)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 5.I.1971

Kl. 24 c, 5/02

MKP F 23 I, 5/02



Współtwórcy wynalazku: Jan Madejski, Jarosław Mikielawicz
Właściciel patentu: Polska Akademia Nauk (Instytut Maszyn Przepływowych), Gdańsk (Polska)

Rekuperator wysokotemperaturowy

1

Przedmiotem wynalazku jest rekuperator wysokotemperaturowy służący do wymiany ciepła przy wysokich temperaturach i znacznych różnicach ciśnień przewidziany do zastosowania w obiegach cieplnych z generatorem magnetogazodynamicznym lub też mogący mieć zastosowanie w obiegach cieplnych turbin gazowych czy też hutnictwie.

Obiegi magnetogazodynamiczne (obiegi m-g-d) do bezpośredniej zamiany energii cieplnej w energię elektryczną wymagają stosowania wysokich temperatur dla zapewnienia odpowiedniego stopnia jonizacji czynnika roboczego.

Aby uzyskać te wysokie temperatury należy do komory spalania w obiegu m-g-d doprowadzać silnie nagrzane powietrze. Stosuje się w tym celu regeneracyjne podgrzewanie powietrza do temperatury około 1000—1500°C.

Znane są urządzenia do przekazywania ciepła przy wysokich temperaturach składające się z zamkniętej rury ceramicznej podgrzewanej w jednym końcu. W drugim końcu rury następuje kondensowanie czynnika, który następnie jest ściągany za pomocą knota na zasadzie sił kapilarnych do strefy ogrzewanej.

Pozorna przewodność cieplna rury jest bardzo wysoka — 10^3 razy większa niż dobrego przewodnika metalowego.

Ze względu jednak na zmienne ciśnienie nasycenia podczas rozruchu i wyłączenia żywotność urządzenia jest bardzo krótka. Znane są również reku-

2

peratory, w których nośnikiem ciepła są drobne elementy ceramiczne, które umieszczone w rurze przedmuchiwane od dołu spalinami intensyfikują wymianę ciepła między ścianką rury a powietrzem ją opływającym.

Poważną wadą tej konstrukcji jest szybkie zużywanie się elementów ceramicznych na skutek zmiennego obciążania termicznego a więc zmiennych naprężeń działających zmęczeniowo na materiał ceramiczny. Inną wadą tych wymienników jest wymagana stosunkowo niewielka prędkość przepływu gazu powoduje zwiększenie wymiarów konstrukcji.

Trudne warunki pracy rekuperatorów m-g-d spowodowane wysokimi temperaturami, znacznymi różnicami ciśnień pomiędzy wymieniającymi ciepło czynnikami, trudnościami w łączeniu i uszczelnianiu materiałów ceramicznych powodują brak dotychczas zadowalającego rozwiązania tego typu wymiennika.

Celem wynalazku jest usunięcie tych niedogodności i opracowanie rekuperatora o dużej wydajności cieplnej pracującego przy bardzo wysokich temperaturach i przy znacznej różnicy ciśnień.

Zgodnie z wynalazkiem intensyfikacja wymiany ciepła polega na zredukowaniu oporu cieplnego, grubej ze względu na różnice ciśnień, ceramicznej przepony rozdzielającej strumienie wymieniające ciepło. Uzyskuje się to przez zastosowanie zamk-

niętych pętli rurowych wypełnionych ciekłym metalem przenikających przez przeponę wymiennika.

W ogrzewanym od dołu ciekłym metalu powstają naturalne ruchy konwekcyjne powodujące bardzo intensywną wymianę ciepła — praktycznie przekazywanie ciepła bez spadku temperatury.

Ścianki pętli rurowych są cienkie ponieważ wewnątrz płynnego metalu można, na przykład przez doprowadzenie sprężonego gazu obojętnego, wytworzyć ciśnienie pośrednie między ciśnieniami czynników wymieniających ciepło.

Tak więc w rekuperatorze wymiana ciepła odbywa się nie przez przeponę rozdzielającą strumienie wymieniające ciepło, lecz przez cienkie ścianki pętli rurowych.

Wyeliminowano w ten sposób problem uszczelnień. Dodatkową zaletą rekuperatora według wynalazku polega na tym, że ciśnienie substancji pośredniczącej w wymianie ciepła a więc płynnego metalu wynika z ciśnień czynników wymieniających ciepło i jest ograniczone przez wartość tych ciśnień, podczas gdy w znacznych urządzeniach ciśnienie to wynika z zakresu temperatur, a w związku z tym zmienia się bardzo silnie podczas rozruchu i wyłączania rekuperatorów.

Rekuperator według wynalazku charakteryzuje się więc stałym obciążeniem termicznym i mechanicznym co zapewnia mu długotrwałość pracy.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia rekuperator w widoku z boku, w częściowym przekroju podłużnym, fig. 2 — przekrój wzdłuż linii A—A na fig. 1, a na fig. 3 przykład zastosowania rekuperatora wysokotemperaturowego jako regeneracyjnego podgrzewacza powietrza w obiegu m-g-d.

Rekuperator stanowi zamknięty układ rurowy 1 w postaci pętli przechodzących przez przeponę 2 i wypełnionych płynnym metalem 3.

Ukształtowanie rur może być dowolne — na przykład mogą to być rury proste połączone u góry i u dołu ze zbiornikami, tak aby możliwy był obieg zamknięty płynnego metalu.

Zastosowanie rekuperatora jest pokazane na schemacie siłowni z generatorem m-g-d, obieg otwarty (fig. 3), na której 4 — oznacza sprężarkę, 5 — regeneracyjny podgrzewacz powietrza, 6 — komorę spalania, 7 — generator m-g-d, 8 — dyfuzor, 9 — parogenerator, 10 — kierunek przepływu pary do turbiny, 11 — dopływ wody zasilającej.

Wysokie temperatury pracy rekuperatora wymagają materiałów konstrukcyjnych ognioodpornych, żaroodpornych, materiałów odpornych na erozję i działanie chemiczne spalin.

Wymagania te spełniają materiały ceramiczne: tlenki, węgliki i azotki metali oraz niektóre czyste metale jak wolfram lub molibden. Mogą więc być użyte materiały których głównymi składnikami są: SiO_2 , Al_2O_3 , ZrO_2 lub grafit.

Czynnik pośredniczący w wymianie ciepła — płynny metal powinien charakteryzować się następującymi właściwościami: zachować stan ciekły w całym zakresie temperatur pracy rekuperatora, mieć dużą przewodność cieplną, dużą rozszerzalność termiczną, niską lepkość kinetyczną i niską dyfuzyjność cieplną, wysoką temperaturę wrzenia i niską temperaturę krzepnięcia. Własności te posiadają na przykład: aluminium, gal, cyna, ołów, stop Pb—Bi i inne.

Zastrzeżenie patentowe

Rekuperator wysokotemperaturowy służący do wymiany ciepła przy wysokich temperaturach i znacznych różnicach ciśnień wyposażony w zamknięty układ rurowy, **znamienny tym**, że układ rurowy (1) zawiera płynny metal i przechodzi przez przeponę (2).

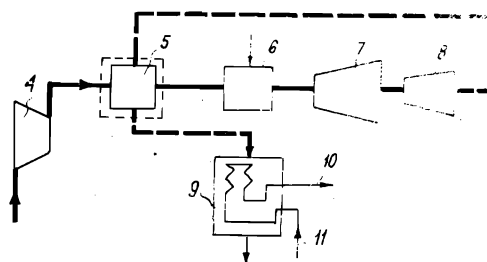
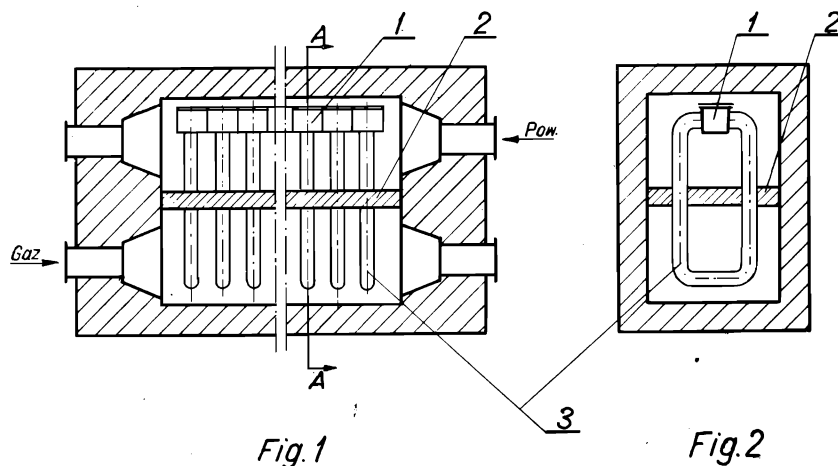


Fig. 3