



Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 23.X.1967 (P 123 163)

Pierwszeństwo: 2.II.1967 Francja

Opublikowano: 15.III.1969

Kl. 17 f, 12/07

MKP F 28 c 3/02

UKD

Współtwórcy wynalazku: Wojciech Brzozowski, Jerzy Dul, David Yerouchalmi

Właściciel patentu: Instytut Badań Jądrowych, Warszawa (Polska)

Wymiennik akumulacyjny ciepła o złożu ruchomym

1

Przedmiotem wynalazku jest akumulacyjny wymiennik ciepła o złożu ruchomym z kul z materiału żaroodpornego, pracujący w bardzo wysokich temperaturach. Część środkowa wymiennika mieści gardziel łączącą dwa zbiorniki aparatu wraz ze wszystkimi urządzeniami dodatkowymi.

Akumulacyjne wymienniki ciepła o złożu ruchomym z kul były już stosowane, szczególnie w przemyśle petrochemicznym. Wymienniki te składają się z dwu zbiorników umieszczonych jeden nad drugim, połączonych specjalnym urządzeniem łączącym, tworzącym gardziel o mniejszej średnicy niż średnica zbiorników. Przez gardziel tę kule przedostają się ze zbiornika górnego do dolnego. Kule przesuwają się w zbiorniku górnym od góry ku dołowi pobierając w czasie obsuwania się ciepło od gazu ogrzewającego, płynącego ku górze i dostarczanego przez źródła ciepła, zewnętrzne, zasilając otwory umieszczone u dołu zbiornika. Tak ogrzane kule opadają dzięki działaniu siły ciężkości do zbiornika dolnego poprzez gardziel i opadają w tym zbiorniku oddając poprzednio pobrane ciepło gazowi wznoszącemu się ku górze.

Gardziel powinna oczywiście uniemożliwić mieszanie się gazów ogrzewającego i ogrzewanego, które znajdują się pod jednakowym ciśnieniem, utrzymywanym w czuły sposób dzięki regulacji ciśnienia za pośrednictwem przewodów wychodzących z obu stron gardzieli. Celem uniknięcia, aby przypadkowa zmiana ciśnienia w jednym zbiorni-

2

ku nie wywołała zanieczyszczenia gazu ogrzewanego przez gaz ogrzewający lub zmniejszenia sprawności urządzenia, gardziel łącząca oba zbiorniki powinna mieć małą średnicę oraz odpowiednią długość, przy której kule, jakie ona zawiera, powodowałyby opór przepływu dostateczny dla uniknięcia wymiany gazów.

Zastosowanie tego rodzaju wymiennika do wymiany ciepła między gazem ogrzewającym, który przy wlocie ma bardzo wysoką temperaturę, pochodzącą na przykład z generatora magneto hydrodynamicznego, a gazem wtórnym, ogrzewanym również do wyższej temperatury, wiąże się z trudnościami: działanie wymiennika pod znacznym ciśnieniem złoża stwarza problemy cieplne i mechaniczne, jeśli chodzi o wytrzymałość urządzenia łączącego i objawia się w stosowanych dotychczas urządzeniach w postaci zwiększenia ścieralności gardzieli przez kule.

Celem wynalazku jest urządzenie odpowiadające lepiej wymaganiom niż dotychczas znane, odpowiadające wymaganiom praktycznym, zwłaszcza jeśli chodzi o działanie przy użyciu gazów o bardzo wysokiej temperaturze, na przykład dostarczanych przez generator MHD, w szczególności rozwiązujące problemy cieplne i mechaniczne, związane z tymi wysokimi temperaturami.

W tym celu wynalazek wprowadza w akumulacyjny wymiennik ciepła o złożu ruchomym z kul z materiału żaroodpornego, stosowanego do

gazów o bardzo wysokiej temperaturze, użycie urządzenia łączącego, umieszczonego między zbiornikiem górnym, przez który wznosi się strumień gazu ogrzewającego, a zbiornikiem dolnym przez który wznosi się strumień gazu ogrzewanego. Urządzenie łączące odznacza się w szczególności tym, że zawiera gardziel łączącą, złożoną z kilku elementów żaroodpornych, podzielonych na segmenty, z których każdy jednocześnie ogranicza przepływ pionowy wspierając się na oddzielnych sklepieniach przenoszących ich ciężar na konstrukcję podtrzymującą. Sklepienie dolne przebite jest kanałami łączącymi zbiornik dolny z wylotem gazu ogrzanego. Drugie sklepienie umieszczone nad dolnym, tworzy osłonę cieplną.

Wynalazek dotyczy również innych urządzeń, które z korzyścią można zastosować łącznie z poprzednio wymienionymi, choć można je użyć również niezależnie. Wynalazek jest dokładniej wyjaśniony na rysunku, na którym na fig. 1 w sposób bardzo schematyczny pokazany jest w przekroju wzdłuż osi pionowej układ ogólny akumulacyjnego wymiennika ciepła o złożu ruchomym z kul.

Na fig. 2 pokazane zostało urządzenie łączące, w postaci jednego z wariantów rozwiązań wynalazku, stosowane w wymienniku z fig. 1 i przedstawione w przekroju wzdłuż osi pionowej.

Na fig. 3 przedstawione jest w widoku od góry dolne sklepienie urządzenia z fig. 2.

Wymiennik ciepła pokazany schematycznie na fig. 1 składa się z dwu pionowych wież cylindrycznych A i B, umieszczonej jedna na drugiej i połączonych urządzeniem łączącym C. Wieża górna A wyłożona od wewnątrz wykładziną żaroodporną 10, odporną na działanie wysokich temperatur, jest wyposażona od dołu w komorę pierścieniową 12, ograniczoną przez obrzeże 14 i przegrodę 16. Do tej komory wchodzi stycznie doprowadzenia 18 gazu gorącego, wiodące od nie pokazanych tu komór spalania.

Komorę pierścieniową łączy się z dolną częścią wieży A za pośrednictwem szeregu przelotów promieniowych 20.

Gaz gorący przenikający przez przeloty 20, wznosi się w wieży i wydostaje się na zewnątrz przez wylot górny 22, przebiegając drogę zaznaczoną strzałkami fo.

Wieża dolna B, oddzielona od wieży górnej urządzeniem łączącym C, zawiera u dołu wlot 24 gazu zimnego, (na przykład powietrza), przedostającego się do komory pierścieniowej 26, ograniczonej rusztem 28. Gaz zimny, który ma się ogrzać wznosi się zgodnie z kierunkiem strzałek f1 i opuszcza wieżę dolną przenikając przez sklepienie żaroodporne 30, a następnie uchodząc kanałem 32. Kanały 34 i 36 służą do wyrównywania ciśnień.

Przez cały wymiennik przesuwają się od góry ku dołowi kule z materiału żaroodpornego (na przykład stali nierdzewnej lub materiału ceramicznego). Kule te wpadają przez kanał wlotowy 38 do wieży górnej A, w której się gromadzą. Przenikają one do wieży dolnej B poprzez gardziel ograniczoną urządzeniem łączącym C. Z wieży B uchodzą one przez ruszt stanowiący jej dolną część.

Ruszt ten połączony jest z kanałem wlotowym 38 za pośrednictwem urządzenia powrotnego D, wyposażonego w podnośnik nie pokazany na rysunku, który transportuje z powrotem kule poprzez nastawialny układ zasilania. Droga powrotna kul pokazana jest na fig. 1 strzałkami F.

Urządzenie łączące, według wynalazku, pokazane na fig. 2, przeznaczone jest do wykorzystania w wymienniku typu schematycznie przedstawionego na fig. 1. Dla ułatwienia elementy fig. 2 odpowiadające elementom już pokazanym na fig. 1 oznaczone są takim samym numerem, a kule nie zostały tu uwidocznione.

Dolna część wieży górnej A złożona z podtrzymującej, metalowej ściany zewnętrznej 40 oraz wykładziny wewnętrznej 10 z cegieł z materiału żaroodpornego, spoczywa za pośrednictwem podstawy 42, złożonej z kilku warstw cegieł żaroodpornych na podstawie 44, przenoszącej ciężar elementów umieszczonych powyżej na podporę nie pokazaną na figurze. Podstawa 44 składa się z płyt metalowych, chłodzonych wodą.

We wnętrzu wykładziny żaroodpornej dolnej części wieży górnej A znajduje się komora pierścieniowa, łącząca się z podstawą zbiornika górnego ograniczonego przez wieżę przelotami 20 znajdującymi się w wykładzinie.

Wykładzina ta ogranicza u dołu zbiornika obszar stożkowy prowadzenia ku gardzieli.

Przeloty 20 w przedstawionym wariacie realizacji przybierają postać pionowych szczelin, występujących między przyległymi cegłami. Aby umożliwić przedostawanie się kul do komory pierścieniowej 12 i uniknąć zapychania jej nimi, w szczelinach znajdują się elementy zdolne do przesuwania się jedynie względem drugich (celem uniknięcia pojawienia się naprężeń mechanicznych) i tworzące kanały o dostatecznie małych rozmiarach; w wariacie realizacji przedstawionym na fig. 2 urządzenia te stanowiły układ kul 46 o takiej samej średnicy.

Kule te ograniczające prześwity do dostatecznie małych rozmiarów uniemożliwiają ucieczkę złoża do komory 12 w czasie ruchu zstępującego wzdłuż wieży A ku urządzeniu łączącemu C.

Ponieważ dla zmniejszenia strat ciśnienia rozmiary kanałów między kulami powinny być jak największe, jest pożądane, aby jak najbardziej zbliżyć się do skrajnej wartości tych rozmiarów. W innym wariacie realizacji przejścia 20 można zastąpić dziurkowaną przegrodą z materiału żaroodpornego, pełniącą analogiczną rolę jak kule.

Wytwornice gazu gorącego łączą się z komorą pierścieniową za pośrednictwem jednego lub szeregu kanałów doprowadzających 18, wchodzących stycznie do komory 12. Gardziel łącząca zbiorniki, znajdujące się w wieżach A i B, stanowi układ elementów z materiału żaroodpornego, umieszczonych jedne na drugich i ograniczających przelot gazów w kierunku pionowym. Celem uniknięcia popękania elementów tworzących gardziel, związanego z rozszerzalnością cieplną i z wyzwaniem naprężeń wewnętrznych w podwyższonej temperaturze, każdy z elementów gardzieli składa się z szeregu podobnych wycinków.

Element górny 48 tworzy stożkową ścianę zewnętrzną, wspierającą się na podstawie 44 za pośrednictwem elementów izolujących 50. Ogranicza on przełot wewnętrzny, tworząc część ujścia stożkowego odpowiadającą stożkowej ścianie spodu zbiornika w wieży górnej A, a u dołu przechodząc w walcowy kanał.

Gardziel może składać się z dowolnej ilości elementów, większej niż dwa. Gardziel przedstawiona na fig. 2 składa się z trzech elementów umieszczonych jeden na drugim. Element środkowy 52 ma ścianę zewnętrzną również o kształcie stożkowym i tą właśnie ścianą wspiera się na pierwszym nośnym sklepieniu kopulastym 54, wykonanym z cegieł żaroodpornych.

Kopuła ta służy jednocześnie jako zaporę ciepła między podstawą 44, a gazami ogrzanyymi do wysokiej temperatury, które uchodzą z wieży dolnej kanałem 32, przenikając wpierw przez obszar kolektora 56. Wspomniane sklepienie tworzy górną ścianę tego właśnie kolektora.

Element dolny 58 gardzieli o kształcie podobnym do elementu środkowego, wspiera się na drugim sklepieniu kopulastym 60 z cegieł żaroodpornych; cegły te posiadają kanały przełotowe 62 do przełotu gorących gazów (fig. 2 i 3), utworzone przez cylindryczne otwory, lub lepiej przez zestawienie żłobków, występujących na powierzchniach cegieł. Część obwodowa drugiego sklepienia podtrzymuje ciężar górnego sklepienia kopulastego za pośrednictwem poprzecznych elementów żaroodpornych 64, o wystarczającej grubości by stworzyć dla gazu napływającego z kanałów przełotowych przestrzeń kolektora 56 o odpowiedniej wysokości. Ta sama część obwodowa drugiego sklepienia kopulastego 60 spoczywa na drugiej podstawie 66, najlepiej utworzonej z elementów metalowych, chłodzonych wodą bieżącą, która z kolei wspiera się na rusztowaniu. Wieża dolna B ma budowę podobną do wieży górnej A.

Zastosowanie sklepień kopulastych, podtrzymujących indywidualnie każdy z elementów tworzących gardziel, i podzielenie ich na wycinki umożliwia uniknięcia występowania większych naprężeń. Ograniczenie kanałów wejściowych gazu gorącego za pośrednictwem kul zdolnych do wzajemnego przemieszczania się, przeciwdziała ucieczce złoza do komory wlotowej, nie stwarzając proble-

mów związanych z rozszerzalnością dużych elementów.

Zastrzeżenia patentowe

1. Wymiennik akumulacyjny ciepła o złożu ruchomym z kul z materiału żaroodpornego składający się z dwóch zbiorników **znamienny tym**, że posiada gardziel (48, 52, 58) w formie leja łączącą dwa zbiorniki (A, B) podzieloną na segmenty, z których każdy jednocześnie ogranicza przepływ pionowy gazu, przy czym segmenty (48, 52, 58) wspierają się na konstrukcji podtrzymującej (54, 60, 66), gdzie sklepienie dolne (60) posiada kanał przełotowy (62) łączący zbiornik dolny (B) z wylotem gazu ogrzanego (32), zaś sklepienie (54) tworzy osłonę ciepłą.
2. Wymiennik według zastrz. 1 **znamienny tym**, że zbiornik górny (A) powiązany jest z komorą pierścieniową (12) umieszczoną wokół jego podstawy (42, 44), łącząc się szczelinami (20) z kanałem dla gazu ogrzewającego (18), którego przekrój jest mniejszy od średnicy kul (46).
3. Wymiennik według zastrz. 1, 2 **znamienny tym**, że kanały przełotowe dla gazu ogrzewającego wypełnione są wkładkami z materiału żaroodpornego zaopatrzonymi w liczne otwory przełotowe częściowo przesłonięte przez zespół elementów kulistych o średnicy większej od średnicy złoza.
4. Wymiennik według zastrz. 1 **znamienny tym**, że gardziel w formie leja podzielonego na kilka elementów wzdłuż swej wysokości (48, 52, 58) tworzy zewnętrzną powierzchnię stożkową, gdzie element (48) wspiera się na chłodzonej podstawie (44) za pośrednictwem elementów izolujących (50) — zaś element środkowy (52) wspiera się na sklepieniu kopulastym (54) będącym jednocześnie zaporą ciepłą między podstawą (44) a gazami ogrzanyymi do wysokiej temperatury, które uchodzą kanałem (32) przechodząc uprzednio przez kolektor (56), zaś element dolny (58) oparty jest na sklepieniu kopulastym (60) z cegieł żaroodpornych wyposażonych w kanały przełotowe (62), przy czym część obwodowa sklepienia (60) spoczywa na podstawie (66).

