

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **227693**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **409535**

(22) Data zgłoszenia: **18.09.2014**

(51) Int.Cl.

F28D 19/04 (2006.01)

F28F 27/00 (2006.01)

(54)

Regeneracyjny wymiennik ciepła

(30) Pierwszeństwo:

19.09.2013, SE, 1300607-7

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

30.03.2015 BUP 07/15

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

31.01.2018 WUP 01/18

(73) Uprawniony z patentu:

**AIR PREHEATER AND BOILER STOCKHOLM
AB, Saltsjö-Boo, SE**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**KRZYSZTOF MEYZE, Saltsjö-Boo, SE
DAG WESTERLUND, Saltsjö-Boo, SE**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Zbigniew Kamiński

PL 227693 B1

Opis wynalazku

Przedmiot wynalazku i stan techniki

Przedmiotem przedstawionego poniżej wynalazku jest regeneracyjny wymiennik ciepła, składający się z cylindrycznego wirnika, który zawiera masę regeneracyjną, i otaczającej go części stałej, zawierającej przewody z medium z osiowo ustawionym wlotem i wylotem z wirnika dla medium pochłaniającego i oddającego ciepło, gdzie wlot i wylot są od siebie oddzielone płytami sektorowymi w kształcie sektorów, szczelnie przylegającymi do powierzchni końcowych wirnika, które są osiowo ruchome i połączone z osiowo nieruchomymi płytami przy powierzchni końcowej wirnika, oraz z nieruchomymi centralnymi płytami. Płyty sektorowe po jednej stronie wirnika są także umieszczone osiowo, centrycznie z płytami sektorowymi drugiego końca wirnika, a na swoich obwodowych krawędziach są wyposażone w urządzenia do ustawiania szczeliny między płytami sektorowymi a kołnierzem w formie obręczy na każdym z końców wirnika.

Wymiennik tego rodzaju jest znany i zawiera elementy do ustawiania szczeliny między promieniowymi płytami sektorowymi i kołnierzem obwodowym wirnika, w formie ślizgaczy suwakowych na wkładce z grafitu lub węgla, charakteryzującej się dobrą wytrzymałością na wysokie temperatury i kwaśne środowisko. Warstwa węgla/grafitu zapewnia znakomite właściwości smarujące. Jednakże, ślizgacze sukcesywnie się ścierają i muszą być wymieniane w bardzo różnych odstępach czasu, co oznacza konieczność nieustannego monitorowania ich stanu i regulacji w celu utrzymania właściwej szczeliny między płytami i kołnierzem.

Aby wyeliminować tę wadę, stosuje się sposób znany ze szwedzkiego opisu patentowego SE503801, polegający na stworzeniu kanału w ślizgaczu wspomnianego powyżej typu i podłączeniu tego kanału do źródła sprężonego powietrza lub wody tak, aby pod ślizgaczem powstała poduszka powietrzna. W ten sposób unika się nadmiernego zużycia się ślizgaczy, ale odbywa się to kosztem zwiększonego obciążenia płyt sektorowych i w konsekwencji zwiększonym ciśnieniem powietrza poduszki powietrznej, która ma za zadanie niwelować skoki ciśnienia medium pochłaniającego i oddającego ciepło. Mimo zastosowania tego typu rozwiązania zdarza się, że ślizgacze mają kontakt z kołnierzem wirnika i w ten sposób zużywają się. Dlatego niezbędne jest instalowanie aparatury mierzącej szczelinę między płytami i kołnierzem oraz regulującej szczelinę w razie potrzeby, co oznacza niepożądane komplikacje, których najchętniej chciałoby się unikać.

Kolejne urządzenie regulujące szczelinę między płytami i kołnierzem w regeneracyjnych obrotowych wymiennikach ciepła jest znane ze szwedzkiego opisu patentowego SE9602992. Stosowany sposób polega na nieustannym mierzeniu odległości za pomocą strumienia sprężonego powietrza skierowanego na kołnierz wirnika lub za pomocą dyszy ze sprężonym powietrzem o określonej częstotliwości rezonansu. Zmiany ciśnienia strumienia powietrza lub zmiany częstotliwości rezonansu, w zależności od odległości do kołnierza wirnika, wykorzystuje się do ustawiania odległości między płytami i kołnierzem, które wykonywane jest przez siłownik zamocowany do płyty sektorowej. Ta metoda ma jednak poważną wadę, mianowicie niedokładność pomiaru, jeżeli stosowana jest w warunkach pracy panujących w elektrowni. Dodatkowo dokładność pomiarów zmniejsza się wraz ze wzrostem zabrudzenia kołnierza wirnika w czasie pracy urządzenia.

Przeprowadzano również próby utrzymania stałej szczeliny między płytami a kołnierzem poprzez pomiar indukcyjny i pojemnościowy z wykorzystaniem przegubowego ramienia ślizgającego się po kołnierzu wirnika, jak to pokazano w opisie patentowym US 3, 232, 335. Niestety okazało się, że te urządzenia nie działały w gorącym i wysoce korozyjnym środowisku podgrzewacza powietrza.

Krótki opis wynalazku

Celem wynalazku było stworzenie prostego i niezawodnego urządzenia, które w trudnych warunkach wysokiej temperatury i ciśnienia oraz w silnie zanieczyszczonym środowisku utrzymywałoby odpowiednią szczelinę (nie większą niż 1 mm) między płytami sektorowymi i kołnierzem wirnika o wielkości promienia w zakresie do wielu metrów.

Cel ten uzyskano w rozwiązaniu konstrukcyjnym regeneracyjnego wymiennika ciepła składającego się z cylindrycznego wirnika, który zawiera masę regeneracyjną, i otaczającej go części stałej, zawierającej przewody z medium z osiowo ustawionym wlotem i wylotem z wirnika dla medium pochłaniającego i oddającego ciepło, gdzie wlot i wylot są od siebie oddzielone płytami sektorowymi w kształcie sektorów, szczelnie przylegającymi do powierzchni końcowych wirnika, które są osiowo ruchome i połączone z osiowo nieruchomymi płytami przy powierzchni końcowej wirnika, oraz z nieruchomymi centralnymi płytami. Płyty sektorowe po jednej stronie wirnika są także umieszczone osiowo,

centrycznie z płytami sektorowymi drugiego końca wirnika, a na swoich obwodowych krawędziach są wyposażone w urządzenia do ustawiania szczeliny między płytami sektorowymi a kołnierzem w formie obręczy na każdym z końców wirnika.

Istota regeneracyjnego wymiennika ciepła według wynalazku polega na tym, że każdy koniec płyty sektorowej ma przynajmniej jedną elektrodę regulującą minimalną szczelinę, przy czym elektroda zamontowana jest na końcu płyty sektorowej i skierowana na najbliższej położoną część kołnierza, jest elektrycznie izolowana od płyty sektorowej i podłączona do układu sterowania, oraz źródła napięcia, stanowiącymi razem obwód elektryczny, który jest zamknięty, gdy elektroda styka się z kołnierzem, a ponadto zawiera urządzenie umieszczone pomiędzy częścią nieruchomą i płytą sektorową, oraz połączone z – i aktywowane przez układ sterowania, utrzymując szczelinę zwiększoną o niewielką odległość, przy czym elektroda wyposażona jest w kanały wewnętrzne z otworami wylotowymi dla medium pod ciśnieniem, które tworzy strumienie równoległe i w ścisłym sąsiedztwie do powierzchni płyty sektorowej zwrócone w kierunku powierzchni kołnierza.

Korzystnym jest, jeżeli przynajmniej jeden strumień jest ustawiony w kierunku przeciwnym do ruchu kołnierza.

W korzystnym rozwiązaniu wymiennika ciepła, medium pod ciśnieniem przynajmniej w części składa się z pary wodnej.

Urządzenie do zwiększania szczeliny przy aktywowaniu układu sterowania zawiera korzystnie układ odwracania i zmniejszania prędkości kierunku działania tego urządzenia do zwiększania szczeliny. Urządzenie w ten sposób będzie dążyć do zmniejszania szczeliny do wartości minimalnej narzuconej przez rozmiar tej części elektrody, która wystaje z płyty sektorowej.

Dzięki wynalazkowi możliwa jest regulacja szczeliny, niezależnie od trudnego środowiska o dużych wahaniamiach temperaturowych i ciśnieniowych.

Krótki opis rysunku

Wynalazek wyjaśnia rysunek załączony do opisu patentowego, który schematycznie pokazuje sposób działania urządzenia według wynalazku, oraz na którym:

fig. 1 przedstawia widok z góry na podgrzewacz powietrza,

fig. 2 – widok z boku, częściowy przekrój wzdłuż linii II–II, pokazujący elektrodę ustalającą, minimalną szerokość szczeliny i urządzenie do regulacji wielkości szczeliny między płytami sektorowymi i kołnierzem,

fig. 3 – widok z boku, częściowo w przekroju, elektrody zamontowanej w uchwycie,

fig. 4 – przekrój wzdłużny elektrody połączonej złączem ze źródłem sprężonego powietrza/wody i źródłem napięcia,

fig. 4a – rzut boczny, oraz częściowy przekrój szpicy elektrody, a

fig. 4b – przekrój poprzeczny przez otwory wylotowe w szpicy elektrody według fig. 4a.

Szczegółowy opis wykonania i zastosowania wynalazku

Fig. 1 pokazuje konwencjonalny podgrzewacz powietrza (1), wyposażony w urządzenia według wynalazku do regulacji szczeliny między ruchomymi płytami sektorowymi (2, 3) i płaszczyznami końcowymi wirnika (4). Płyty sektorowe (2, 3) mają wspólną nieruchomą część środkową (12), do której są przyłączone przegubowo, każda za pomocą własnego przegubu (13). Podgrzewacz powietrza ma swoją obudowę (5), która zwykle składa się z nieruchomej części górnej (6) – wyciętej dla lepszej czytelności z fig. 1 – częściowo widocznej na fig. 2, i niewidocznej na rysunku odpowiedniej części dolnej, w których wirnik jest ułożyskowany, a które podtrzymują dwie odpowiednie płyty sektorowe (2, 3), łączeniowe urządzenia (7, 8) zamocowane na płytach sektorowych (2, 3), służące do ustawiania szczeliny między każdą płytą sektorową (2, 3) i płaszczyznami końcowymi wirnika, kołnierzami, w zależności od sterowania uzyskanego przez dwie elektrody (9, 10), każdej płyty sektorowej, sterowanych momentem kontaktu z kołnierzem (11), na każdym z końców wirnika.

Jak widać na fig. 2, konstrukcja nośna (7) urządzenia składa się z podpory przymocowanej do nieruchomej części górnej (6) i ramienia (15) z krótkim uchwytem, połączonym przegubowo z jednym końcem cięgna (16), którego drugi koniec jest przegubowo przymocowany do płyty sektorowej (2). Ramię ma następnie długi uchwyt, sterowany w płaszczyźnie pionowej przez silnik elektryczny (17), zamontowany w górnej części obudowy (6). Silnikiem steruje układ sterowania (18), który otrzymuje sygnał z elektrody poprzez przewód (17), gdy ta dotyka kołnierza (11). Tu następuje zamknięcie obwodu elektrycznego przez przewód (19) i układ sterowania (18) oraz uruchomienie silnika elektrycznego (17), aby docisnąć w dół długie ramię dźwigni na ściśle określonej, niewielkiej długości tak, że płyta sektorowa (2) jest uniesiona, i równocześnie zostanie przerwany kontakt elektrody (9) i kołnierza (11). W ten sposób

ustawiana jest szczelina wielkości 1–2 mm między płytą a kołnierzem. Aby zapobiec powiększaniu się tej szczeliny poprzez obniżenie pozycji kołnierza (11), układ sterowania steruje powolnym ruchem silnika w przeciwnym kierunku. W ten sposób płyta sektorowa (2) i elektroda obniżają swoją pozycję aż do momentu zetknięcia się z kołnierzem (11), po czym opisany proces się powtarza.

Powyższy opis dotyczy również elektrody (10) i urządzenia (8) zaznaczonych na fig. 1. Dla pełnego obrazu, fig. 2 pokazuje również urządzenie (20) z przynależnym długim ciągnem (21), które reguluje szczelinę również dla pozostałych, niewidocznych płyt sektorowych w dolnej części podgrzewacza powietrza. Regulacja odległości następuje w taki sam sposób, jak opisano powyżej.

Fig. 3 i fig. 4 pokazują elektrodę (9), która składa się z materiału przewodzącego elektryczność, otoczoną warstwą izolacyjną i z dokładnym pasowaniem wsuniętą w tuleję (22), umocowaną pod kątem prostym do płyty sektorowej (2) poprzez dolny kołnierz (23) tulei (22), który jest przykręcony do uchwyty (24) zamocowanego na płycie sektorowej. Przy kołnierzu (23) jest także zamontowana cylindryczna pokrywa (26), która obejmuje tuleję (22). Dolny koniec elektrody (9) wystaje w dół przez otwór w płycie sektorowej (2) na taką wielkość, jaką ma mieć szczelina między płytą i kołnierzem, na przykład 1 mm. Dla lepszej czytelności na rysunku celowo pokazano nieproporcjonalne wielkości. Precyzyjne ustawienie osiowego położenia elektrody jest możliwe dzięki wyposażeniu górnej części elektrody w część gwintowaną i nakrętkę, które współpracują z górną częścią osłony (22), do której nakrętka przylega dzięki sprężynie dociskowej (25) w górnej części pokrywy (26). Sprężyna dociskowa (25) lekko oddziałuje na elektrodę (9), jeżeli ta miałaby zostać narażona na uderzenie ze strony kołnierza (11).

Metalowa część elektrody (9) jest podłączona przewodem (19) do układu sterowania (18) po to, by zabezpieczyć możliwość jej przemieszczenia, przez silnik elektryczny (17) i szybkie uniesienie płyty sektorowej (2) na krótki odstęp o wielkości, na przykład, 1 mm.

Prawidłowe funkcjonowanie, podobnie jak w przypadku wcześniejszych rozwiązań do regulacji właściwej wielkości szczeliny, zależy od utrzymania w czystości przestrzeni pomiędzy spodnią częścią płyty sektorowej i kołnierzem (11). Osady, które się tam gromadzą, mogą być korozyjne, ściągające, a czasem nawet naładowane elektrycznie. Wobec tego, elektroda (9) jest, jak widać na fig. 4, wyposażona w kanał (30), który przebiega od nypła wejściowego (31) na górnym końcu elektrody, do nypła wyjściowego (32), przykręconego do dolnego końca elektrody.

Nypel wyjściowy (32) ma, jak to pokazano na fig. 4a i 4b, osiowy kanał (33), który dochodzi do zamkniętego, półkulistego końca nypła (34). Tworzy to promieniowo wypukłą krawędź, do której – jak zaznaczono na fig. 4b – zastosowano osiem promieniowych kanałów wylotowych (35), z czego szczególnie jeden kanał jest skierowany przeciwnie do kierunku ruchu kołnierza, co widać wyraźniej na fig. 3.

Przewód sprężonego powietrza (36) z niewidocznego na rysunku źródła sprężonego powietrza, jest podłączony do nypła wejściowego (31), przez który sprężone powietrze, ewentualnie zmieszane z wodą lub parą wodną, jest kierowane przez kanał (30) do kanałów wylotowych (35), którymi silne strumienie medium kierowane są w szczelinę między płytą sektorową (2) i kołnierzem (11) tak, aby przedmuchać zanieczyszczenia szczeliny w różnych kierunkach wokół półkulistego zakończenia elektrody, ale przede wszystkim przeciwnie do kierunku ruchu kołnierza, czyli tam, gdzie potrzeba czyszczenia jest największa. Wraz z dodatkiem wody lub pary wodnej czyszczenie znacznie się polepsza, a równocześnie następuje pożądane chłodzenie elektrody.

Wynalazek oczywiście nie ogranicza się do opisanego tutaj i zilustrowanego przykładu zastosowania. Może być modyfikowany na różne sposoby w ramach zdefiniowanych w zastrzeżeniach patentowych. Zamiast silnika elektrycznego można zastosować urządzenie elektromagnetyczne do szybkiego uniesienia płyty sektorowej i ewentualnie również do powolnego opuszczania płyty. Opuszczanie płyty może również następować w sposób stopniowy za pomocą urządzenia obniżającego płytę o jeden mały stopień na każdy obrót wirnika podgrzewacza powietrza. Przy wymiennikach ciepła pracujących w mniej wymagających warunkach, elektroda może być wykonana dużo prościej. W bardzo dużych regeneracyjnych wymiennikach ciepła może okazać się niezbędne zastosowanie wielu koncentrycznych kołnierzy wirnika z czujnikami szczeliny i urządzeniami ustawiającymi szczelinę tego typu, jak opisane powyżej, w połączeniu z kołnierzem (11).

Zastrzeżenia patentowe

1. Regeneracyjny wymiennik ciepła składający się z cylindrycznego wirnika (4), który zawiera masę regeneracyjną, i otaczającej go części stałej (5, 6), zawierającej przewody z medium

z osiowo ustawionym wlotem i wylotem z wirnika dla medium pochłaniającego i oddającego ciepło, gdzie wlot i wylot są od siebie oddzielone płytami sektorowymi (2, 3) w kształcie sektorów, szczelnie przylegającymi do powierzchni końcowych wirnika, które są osiowo ruchome i połączone z osiowo nieruchomymi płytami przy powierzchni końcowej wirnika, oraz z nieruchomymi centralnymi płytami (12), zarazem płyty sektorowe po jednej stronie wirnika są także umieszczone osiowo, centrycznie z płytami sektorowymi drugiego końca wirnika, a na swoich obwodowych krawędziach są wyposażone w urządzenia (7, 8) do ustawiania szczeliny między płytami sektorowymi a kołnierzem w formie obręczy (11) na każdym z końców wirnika, **znamienny tym**, że każdy koniec płyty sektorowej ma przynajmniej jedną elektrodę (9, 10) regulującą minimalną szczelinę, przy czym elektroda jest zamontowana na końcu płyty sektorowej i skierowana na najbliższej położoną część kołnierza (11), jest elektrycznie izolowana od płyty sektorowej i podłączona do układu sterowania (18), oraz źródła napięcia, stanowiącymi razem obwód elektryczny, który jest zamknięty, gdy elektroda (9, 10) styka się z kołnierzem (11), a ponadto zawiera urządzenie (17) umieszczone pomiędzy częścią nieruchomą (6) i płytą sektorową (2, 3), oraz połączone z – i aktywowane przez układ sterowania (18), utrzymując szczelinę zwiększoną o niewielką odległość, przy czym elektroda (9, 10) wyposażona jest w kanały wewnętrzne (30, 33) z otworami wylotowymi (35) dla medium pod ciśnieniem, które tworzy strumienie równoległe i w ścisłym sąsiedztwie do powierzchni płyty sektorowej (2, 3) zwrócone w kierunku powierzchni kołnierza (11).

2. Wymiennik według zastrzeżenia 1, **znamienny tym**, że przynajmniej jeden strumień jest ustawiony w kierunku przeciwnym do ruchu kołnierza (11).
3. Wymiennik według zastrzeżenia 1 albo 2, **znamienny tym**, że medium pod ciśnieniem przynajmniej w części składa się z pary wodnej.
4. Wymiennik według zastrzeżenia 1 albo 2, albo 3, **znamienny tym**, że urządzenie (17) do zwiększania szczeliny przy aktywowaniu układu sterowania (18) zawiera układ odwracania i zmniejszania prędkości kierunku działania tego urządzenia (17) do zwiększania szczeliny.

Rysunki

