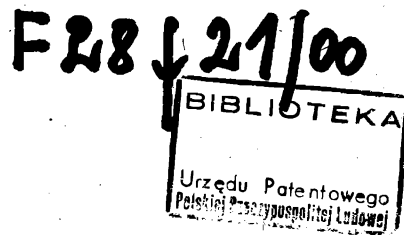


Warszawa, dnia 16 sierpnia 1951 r.



RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 34204

Kl. 17 f, 12/09

N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken

(Eindhoven, Niderlandy)

Wymiennik ciepła

Udzielono z mocą od dnia 1 czerwca 1948 r.

Pierwszeństwo: 6 czerwca 1947 r. (Niderlandy)

Wynalazek dotyczy wymiennika ciepła, posiadającego jedną lub więcej ścianek, poprzez które następuje wymiana ciepła pomiędzy czynnikami znajdującymi się z każdej strony ścianki. Zgodnie z wynalazkiem tego rodzaju wymiennik ciepła posiada podane poniżej cechy znamienne.

Ścianka, przez którą następuje wymiana ciepła, posiada trzy albo więcej układów, zawierających wystające elementy, tworzące kanały z przerywaną albo ciągłą ścianką, których odstęp wynosi co najmniej około 1/50 całkowitej długości układu, utworzonego przez te kanały, przy czym największy odstęp w przypadku ścianek ciągłych wynosi 6 mm, w przypadku zaś ścianek przerywanych 10 mm, najmniejszy zaś 0,3 mm. Kanały utworzone są przez wykonanie występów, jak listw, żeber, skrzydełek lub podobnie, naturalny zaś logarytm współczynnika k chłodzenia wynosi od 0,25 do 4, przy czym

$$k = \frac{(T_{\text{czynnik}} - T_{\text{ścianka}}) \text{ przy wlocie do kanału}}{(T_{\text{czynnik}} - T_{\text{ścianka}}) \text{ przy wylocie z kanału}}$$

T = temperatura mierzona w stopniach Kelvina.

Czynnik, płynący przez każdy układ, dopro-

wadzany jest i odprowadzany z nich równolegle do czynnika płynącego przez każdy pozostały układ.

Doprowadzanie i (albo) odprowadzanie czynnika, przepływającego przez każdy układ, zapewnione jest dzięki temu, że utrzymana jest sztucznie różnica ciśnienia pomiędzy wlotem i wylotem, która to różnica ciśnienia przewyższa różnicę ciśnienia, spowodowaną wzrostem temperatury w kanałach.

Jeżeli ze względu na znaczny spadek temperatury w żeberkach temperatura ścianki nie jest we wszystkich miejscach jednakowa, należy ją w powyższym wzorze zastąpić efektywną temperaturą ścianki kanału, przy czym określenie „temperatura efektywna” oznacza tę temperaturę równomierną wzdłuż całej ścianki kanału, która w tych samych warunkach przepływu, temperatur czynnika chłodzącego albo ogrzewającego na wlocie kanału, spowodowałaby tę samą średnią temperaturę czynnika na wylocie z kanału.

Wymiennik ciepła według wynalazku posiada tę wielką zaletę, że może mieć znacznie mniejsze

wymiary niż znane dotychczas wymienniki i przepływ ciepła pomiędzy czynnikiem chłodzącym a chłodzonym, lub ogrzewającym i ogrzewanym jest znacznie większy, tak iż do jednakowego zmniejszenia albo zwiększenia temperatury czynnika chłodzącego lub ogrzewającego wystarcząją mniejsze wymiary.

Znane dotychczas wymienniki ciepła, zawierające żeberka, wykazują znaczny spadek temperatury w żeberkach, co wpływa niekorzystnie na przewodzenie ciepła i powoduje niską wydajność urządzenia.

Aby temu zapobiec, można zwiększyć szybkość przepływu czynnika chłodzącego albo ogrzewającego tak, by zmniejszyć spadek temperatury w żebrach. Równocześnie zwiększa się jednakowoż także bardzo znacznie opór, co może spowodować konieczność zwiększenia odstępu pomiędzy żebrami, wskutek czego chłodzona albo ogrzewana ścianka musiałaby zawierać mniejszą ilość żeber. Wynikiem tego jest zmniejszenie całkowitej powierzchni czynnej wymiennika, wobec czego żeberka muszą być wykonane większe, to znaczy w większości przypadków dłuższe w kierunku promieniowym.

Wymiennik ciepła staje się przez to cięższy i zajmuje więcej przestrzeni, przy czym kanały, przez które przepływa czynnik chłodzący albo ogrzewający, stają się nadmiernie wielkie, co pociąga znaczne obniżenie szybkości przepływu czynnika, a tym samym wielki spadek temperatury w kanałach, tak iż całkowita wydajność całego wymiennika znowu się zmniejsza.

W przypadku nadmiernego oporu przepływu między żebrami można powiększyć szerokość kanału przez wykonanie cieńszych żeber, nie jest to jednak wskazane ze względu na ich przewodność cieplną.

Powyższe uwagi, dotyczące powierzchni czynnej wymiennika, wzdłuż której przepływa czynnik chłodzący albo ogrzewający, dotyczą również z odpowiednimi zmianami powierzchni, wzdłuż których przepływa w nim czynnik ochładzany albo ogrzewany.

Wynalazek ma za zadanie usunąć te wady i jest oparty na doświadczeniu, że wydajność wymiennika ciepła jest wtedy najkorzystniejsza, jeżeli logarytm naturalny współczynnika chłodzenia k wynosi od 0,25 do 4. Gdy jest on niższy od około 0,25, działanie czynnika ochładzającego albo ogrzewającego jest zbyt małe. Gdy natomiast przekracza 4, opór przepływu czynnika staje się nadmierny, a wielka wartość logarytmu naturalnego k przyczynia się tylko w nieznacznym stopniu do zwiększenia sprawności wymiennika ciepła. Straty, spowodowane wielkim oporem prze-

przepływu, są większe niż niewielki zysk na wymianie ciepła.

Na rysunku przedstawiono przykłady wykonania wynalazku.

Na fig. 1 liczba 1 oznacza rurę, przez którą przepływa czynnik np. woda, którą ma się chłodzić. Obwód rury 1 zaopatrzony jest w wielką ilość żeberek, umieszczonych promieniowo na zewnętrznej ściance rury. Żeberka te otoczone są w regularnych odstępach pierścieniami 3, zaopatrzonymi w przegródki 4. Pierścienie i ich przegródki dzielą żeberka na pewną liczbę układów, z których cztery oznaczono literami a, b, c, oraz d. Pomiedzy powierzchniami, ograniczającymi każdy z układów żeberkowych, jest mały odstęp, nie jest to jednak istotne. Czynnik chłodzący, np. powietrze, doprowadzany jest w kierunku strzałki 5.

Nie jest rzeczą konieczną, by ścianka wymiennika ciepła była na całej długości zaopatrzona w żebra. Może ona posiadać wystające skrzydełka, kołki albo podobne występy. Zgodnie z wynalazkiem odstęp oznaczony na fig. 1 literą e pomiędzy dwoma osiami symetrii żeberek wynosi w przybliżeniu 1/50 całkowitej długości układu, do którego należą kanały. Dla ciągłych kanałów, np. utworzonych przez żebra, wielkość ta wynosi najwyżej 6 mm., lecz gdy kanały mają przerwane ściany, na przykład utworzone przez kołki, wynosi ona 10 mm. Poza tym logarytm naturalny współczynnika k chłodzenia powinien wynosić 0,25 do 4.

Jedną z cech znamiennych wynalazku polega na tym, że (jak przedstawiono w danym przypadku) czynnik chłodzący dopływa pewną ilością równoległych strumieni 5 i odpływa również pewną ilością równoległych strumieni 6, przy czym podtrzymuje się sztucznie różnicę ciśnień pomiędzy dopływem i odpływem, praktycznie jest więc obojętne, czy czynnik chłodzący będzie zasysany, czy też przetłaczany przez układ.

Na fig. 1 żeberka umieszczone są promieniowo, równoległe do podłużnej osi rury 1. Mogą one jednak być umieszczone prostopadłe do podłużnej osi rury, jak przedstawiono na fig. 2, gdzie liczba 11 oznacza rurę, przez którą przepływa czynnik chłodzony, zaopatrzoną w żeberka 12, umieszczone prostopadłe do podłużnej osi rury, posiadające paski 13 z przegródkami 14, przymocowanymi do żeberek w kierunku osiowym rury. Czynnik chłodzący doprowadzany jest w kierunku strzałek 15 i odpływa wzdłuż strzałek 16. Te same rozważania jak przy fig. 1, dotyczące wymiarów, odnoszą się i do tego przypadku, a dopływ i odpływ podzielone są również na pewną liczbę równoległych strumieni. Rzecz jasna, że w obu przypadkach, według fig. 1 i fig. 2, można zgod-

nie z wynalazkiem wewnętrzną powierzchnię rury zaopatrzyć w układ żeber podobny do tego, który umieszczony jest na zewnętrznej powierzchni, jako też można je umieścić równocześnie na wewnętrznej i zewnętrznej powierzchni. Przez rurę może przepływać czynnik chłodzący albo ogrzewający lub też czynnik chłodzony lub ogrzewany.

Fig. 3 jest schematycznym przekrojem przez silnik na gorący gaz, który zaopatrzony jest w dwa wymienniki ciepła, w których zastosowano wynalazek. Na figurze tej liczba 20 oznacza cylinder, w którym przesuwają się ruchem okresowo, względem siebie przesuniętym wypieracz 21 i tłok 22. Cylinder 20 otoczony jest ogrzewaczem 23, regeneratorem 24 i ochładzaczem 25. Zarówno ogrzewacz 23, jak i ochładzacz 25 posiadają wewnętrzne żebra, wzdłuż których przepływa czynnik ogrzewany albo chłodzony, i zewnętrzne żebra, wzdłuż których przechodzi gaz ogrzewający albo czynnik chłodzący. Ogrzewacz i oziębiacz, jako też wewnętrzne i zewnętrzne żebra wykazują cechy znamienne, podane przy omawianiu fig. 1, co dozwala na pomieszczenie wysoko sprawnego ogrzewacza i ochładzacza, zaopatrzonych w odpowiednie powierzchnie w stosunkowo małej przestrzeni.

Jeżeli maszyna, przedstawiona na fig. 3, zamiast oddawać energię jest napędzana, przy czym nie doprowadza się do ogrzewacza 23 ciepła, to jak wiadomo, pracuje ona jako maszyna chłodnicza albo ochładzacz. Wymiennik ciepła 25 pracuje i w tym przypadku jako oziębiacz, a niska temperatura ochładzania albo zamrażania może być przeniesiona za pomocą wymiennika 23 na czynnik obiegowy.

Przy maszynach spalinowych, jak np. silnikach Diesla, gazowych, ropnych albo benzynowych, wymienniki ciepła potrzebne są na przykład do ochłodzenia głowic cylindra. Silnik tego rodzaju, może z korzyścią zawierać jeden albo więcej wymienników ciepła według wynalazku. Fig. 4 przedstawia schematycznie silnik spalinowy. Kilka cylindrów 30 i 31 jest umieszczonych w układzie V, jak to jest znane z silników samochodowych, i zaopatrzonych na górnym końcu w pewną liczbę żeber chłodzących 32, przy czym przeważnie prościej jest umieścić żebra w sposób przedstawiony na fig. 2, pod kątem prostym do cylindra. W tym przypadku czynnik chłodzący, którym może być np. powietrze albo woda, przepływa przez wymiennik ciepła w sposób przedstawiony na fig. 2, przez co można uzyskać zwarty i mały ochładzacz wysokiej sprawności. Wymiennik ciepła według wynalazku można z korzyścią użyć przy silnikach spalinowych nie

tylko do ochładzania cylindra, lecz również do chłodzenia (obiegowego) oleju smarującego.

Statki i pojazdy, napędzane silnikiem cieplnym, zawierają czasem wymiennik ciepła, służący na przykład do chłodzenia czynnika chłodzącego, użytego przy silniku spalinowym do ochładzania poszczególnych jego części. Czynnik ten przejmując ciepło ogrzewa się do wyższej temperatury i ochładzany jest w samochodach i samolotach do temperatury otaczającego powietrza za pomocą chłodnicy. Wymiennik ciepła może być również użyty do przemiany czynnika napędzającego z jednej postaci w drugą (np. przy skraplaczu) w układzie parowym. We wszystkich tych przypadkach może być szczególnie korzystnie zbudować wymiennik ciepła tak, by posiadał cechy znamienne według wynalazku. Fig. 5 przedstawia odmianę budowy chłodnicy według wynalazku, dostosowaną do statku albo pojazdu. Liczba 40 oznacza rurę wlotową, przez którą przepływa czynnik chłodzony, np. woda. Strumień wody rozdziela się na pewną liczbę równoległych wznoszących się rurek, z których dwie oznaczono liczbą 41. Po przejściu wody przez te rury, chłodzona woda zbiera się w rurze wylotowej 42. Jak widać z przekroju (fig. 6) wzdłuż płaszczyzny B — B na fig. 5, wznoszące się rury 41 posiadają prostokątny przekrój i dwie z czterech ścianek bocznych tych rur zaopatrzone są w żeberka chłodzące. Pomiędzy dwoma rurami z żeberkami znajduje się zygzakowata blaszka 44, jak pokazano na fig. 7, przedstawiająca przekrój wzdłuż płaszczyzny A — A na fig. 5. Jeżeli statek albo pojazd zawierający chłodnicę porusza się w kierunku oznaczonym na fig. 7 strzałką 45, albo też zawiera wentylator z przodu, czy z tyłu chłodnicy, który wprowadza powietrze chłodzące do chłodnicy w kierunku strzałek kreskowanych, powietrze napływa do przestrzeni 46, które na fig. 5 zaznaczone są niezakreskowanymi kwadratami, w przeciwieństwie do zamkniętych przestrzeni oznaczonych na fig. 5 krzyżowym zakreskowaniem. Powietrze wypływa bokiem z przestrzeni 46, przepływa pomiędzy żeberkami chłodzącymi 43 i opuszcza żeberka przestrzeniami 47, które, odwrotnie jak przestrzenie 46, są z przodu zamknięte, lecz z tylnej strony otwarte. Zygzakowata blaszka 44 dzieli żeberka na pewną liczbę układów, położonych równolegle, jeżeli chodzi o napływające i odpływające z nich powietrze.

Czasami może być rzeczą korzystną wykonać zygzakowatą blaszkę w sposób przedstawiony na fig. 8. Dzięki temu można osiągnąć bardziej zadowalający rozdział powietrza. Blaszka 44 może też być zaopatrzona w ścianki boczne, a ścianki te mogą zawierać otwory wlotowe i wylotowe dla powietrza jak przedstawiono na fig. 8. Dozwala

to na osiągnięcie działania podobnego do działania pierścieni 3 na fig. 1 i przegródek 13 na fig. 2.

Oporo elektryczne bywają tak silnie obciążane, że w celu utrzymania ich przez wystarczający okres czasu w dobrym stanie, trzeba odprowadzić wytworzone ciepło Joule'a. Taki przypadek może zaistnieć na przykład przy oporach stosowanych w trakcji elektrycznej. Dlatego też opory te zaopatruje się zazwyczaj w żebra chłodzące. Dobrze jest w takim przypadku stosować wymiennik, wykazujący wyżej opisane cechy. Opór umieszczony jest w elektrycznej lokomotywie, np. jak przedstawiono na fig. 9, z zewnątrz i pod spodem pojazdu, tak że szybkość pojazdu stwarza wymaganą różnicę ciśnień pomiędzy wlotem i wylotem powietrza chłodzącego. Pojazd oznaczony jest na fig. 9 liczbą 50, opór — 51, a umieszczony na nim wymiennik ciepła liczbą 52.

Elektryczne transformatory mogą być zaopatrzone w jeden albo więcej wymienników ciepła, służących do odprowadzenia ciepła Joule'a i ciepła histerezy, wytworzonego w transformatorze albo też do odprowadzenia ciepła z płynu chłodzącego, np. oleju. W tym przypadku dobrze jest zaopatrzyć transformator w jeden albo więcej wymienników ciepła według wynalazku. W przypadku chłodzenia olejowego potrzebna jest pompa przetłaczająca olej przez wymiennik ciepła na transformatorze, a silnik, napędzający pompę, może również obracać na przykład wentylator, dostarczający powietrza chłodzącego do ochładzania oleju. Fig. 10 przedstawia schematycznie taki układ. Transformator 60 zawiera wymiennik ciepła według wynalazku. Pompa 61 przepompowuje olej chłodzący poprzez wymiennik ciepła. Olej wchodzi do wymiennika ciepła rurą 62 i opuszcza go rurą 63. Następnie olej przepływa przez drugi wymiennik ciepła 64 i powraca rurą 65 do pompy 61. Przez wymiennik ciepła 64 przepływa czynnik chłodzący np. powietrze z wentylatora 66, pompa zaś 61 i wentylator 66 napędzane są np. wspólnym silnikiem 67.

Maszyny, przetwarzające energię mechaniczną na energię elektryczną i na odwrót, jak np. generatory i w ogóle maszyny wymagają chłodzenia, a, przy bardzo silnych maszynach tego rodzaju jest często trudno wbudować urządzenie chłodzące, pracujące zadowalająco i ekonomicznie. Maszyny tego rodzaju zaopatruje się w jeden albo więcej wymienników ciepła według wynalazku co pozwala na jak najsprawniejsze ich chłodzenie w sposób ekonomiczny i nie zajmuje dużo miejsca. Można to uczynić dwoma sposobami: maszyna może być zaopatrzona w wymiennik ciepła według wynalazku przez który przetłacza się np. powietrze albo też czynnik

chłodzący może być inny niż powietrze. Czynnik może przepływać przez wymiennik ciepła w maszynie i może być z kolei chłodzony w dalszym wymienniku, przy czym oba wymienniki wykazują cechy znamienne wynalazku.

Aparaty, przetwarzające jakikolwiek czynnik z stanu ciekłego w stan gazowy albo na odwrót, jak np. kotły parowe, wyparowywacze, aparaty destylacyjne, podgrzewacze, skraplacze itp. można zaopatrzyć w jeden albo więcej wymienników ciepła wykazujących cechy znamienne wynalazku.

Nawet urządzenia do ogrzewania budynków, warsztatów, domów mieszkalnych itd., jak np. kotły do ogrzewania centralnego, można zaopatrzyć w jeden albo więcej wymienników ciepła, wykazujących cechy znamienne wynalazku, zapewniające zadowalające przenoszenie ciepła paliwa na czynnik obiegowy. To samo dotyczy urządzeń dostarczających ochłodzone powietrze, zawierających aparaty powodujące zmniejszenie temperatury powietrza. I w tym przypadku można zgodnie z jednym z sposobów zastosowania wynalazku użyć z korzyścią wymiennika ciepła tu opisanego.

Wymiennik ciepła według wynalazku można też zastosować do lampy wyładowczej, jak np. lampy nadawczej albo Roentgena itd. w celu odprowadzenia ciepła, wytworzonego przez wyładowanie. Na fig. 1 liczba 1 może oznaczać metalową anodę lampy nadawczej, podobnie jak liczba 11 z fig. 2 może przedstawiać taką anodę. Stwierdzono, że dzięki zastosowaniu wymiennika ciepła według wynalazku do lampy wyładowczej można chłodzić ją powietrzem, a tym samym uzyskać wszystkie korzyści z tym związane, a więc taką lampę nadawczą, która dotychczas mogła być chłodzona jedynie wodą. Przy lampach wyładowczych chłodzonych powietrzem można znacznie zmniejszyć zapotrzebowanie powietrza chłodzącego np. z 2 — 3 m³/kW/min. do 0,8 — 1 m³/kW/min., przy czym wymiary i waga chłodziły są również znacznie mniejsze. Stwierdzono, że pewna anoda przy chłodzeniu wodą była w stanie rozproszyć 22 kW, przy chłodzeniu jednak powietrzem za pomocą wymiennika ciepła według wynalazku można było z tej samej anody odprowadzić 40 kW.

Znany jest pomiar wydajności maszyny za pomocą tak zwanego hamulca Prony'ego. Wielką trudność sprawiało przy tym odprowadzenie ciepła tarcia. Podobne zagadnienia zachodzą przy łożyskach oporowych napędu statku i ogólnie tam, gdzie należy odprowadzić szybko i sprawnie, ciepło wytworzone przez tarcie. W takim przypadku można z korzyścią zastosować wymiennik ciepła według wynalazku, który zapewnia inten-

sywne i zadowalające chłodzenie wchodzących w rachubę części.

Prostowniki z warstwą zaporową do przetwarzania prądu zmiennego na stały, używane np. w wielkich ilościach w urządzeniach galwanoplas tycznych i urządzeniach do elektrolitycznego wytwarzania metali, wbudowane są zazwyczaj w osłony i wymagają czasami intensywnego chłodzenia. Przy tych urządzeniach można z korzyścią zastosować jeden albo więcej wymienników ciepła według wynalazku.

Wysokoprężna lampa rtęciowa musi być na ogół chłodzona, przy czym czynnik chłodzący, przeważnie wodą, przepływa przez lampę. Jeżeli lampa tego rodzaju nie może być dołączona do wodociągu, np. w przypadku, gdy stosuje się ją do oświetlania lotniska, może być potrzebne zastosowanie zamkniętego obiegu chłodzącego, w którym woda, ochładzająca lampę, chłodzona jest z kolei powietrzem. Szczególnie korzystnie jest wtedy przepuszczać czynnik chłodzący, np. wodę, przez wymiennik ciepła według wynalazku.

Może zająć również potrzeba chłodzenia zewnętrznej strony ścianki aparatu, jak np. piece do szkła, piece do utwardzania i tym podobne, w którym panuje wysoka temperatura. Ma to na celu z jednej strony zmniejszenie temperatury otoczenia, a z drugiej strony ochronę ścian, które na ogół wykonane są z materiału nie wytrzymującego wysokich temperatur. Ściana może być tak zbudowana, że stanowi część wymiennika ciepła według wynalazku, co zapewnia jej zadowalające i ekonomiczne ochłodzenie.

Zastrzeżenie patentowe

Wymiennik ciepła, zawierający jedną albo

więcej ścianek, przez które następuje wymiana ciepła pomiędzy czynnikami krążącymi z obu stron tych ścianek, znamienny tym, że ścianka wymiennika ciepła posiada trzy albo więcej układów, zawierających wystające elementy, tworzące kanały o przerwanym albo ciągłym ściankach w odstępie co najmniej około 1/50 całkowitej długości układu, utworzonego przez te kanały, przy czym największy odstęp ścianek wynosi przy ciągłych ściankach 6 mm. przy ściankach przerywanych 10 mm., najmniejszy zaś 0,3 mm., a wspomniane kanały utworzone są przez wykonanie występów jak np. listw, żeber, skrzydełek i tym podobnie, a logarytm naturalny współczynnika k chłodzenia zawarty jest pomiędzy 0,25 i 4, przy czym

$$k = \frac{(T_{\text{czynnika}} - T_{\text{ścianki}} \text{ przy wlocie do kanału})}{(T_{\text{czynnika}} - T_{\text{ścianki}} \text{ przy wylocie z kanału})}$$

T = temperatura mierzona w stopniach Kelvina
czynnik zaś płynący przez układ, doprowadzany jest doń i (albo) odprowadzany z niego równolegle z czynnikiem płynącym przez każdy pozostały układ, a doprowadzanie i (albo) odprowadzanie czynnika płynącego przez każdy układ odbywa się dzięki sztucznie wytworzonej różnicy ciśnienia utrzymywanej pomiędzy wlotem i wylotem, przy czym różnica ta przewyższa różnicę ciśnienia, wytworzoną przez wzrost temperatury w samych kanałach.

N. V. Philips'
Gloeilampenfabrieken
Zastępca: inż. W. Zakrzewski
rzecznik patentowy

