

**POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA**



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

O P I S P A T E N T O W Y

85700

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 18.05.73 (P. 162640)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 01.06.74

Opis patentowy opublikowano: 31.07.1978

MKP F28f 9/00

Int. Cl.² F28F 9/00

CZYTELNIA

Urzędu Patentowego
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

Twórcy wynalazku: Iwona Mościcka, Andrzej Piotrowski, Dariusz Ziółkowski

**Uprawniony z patentu: Polska Akademia Nauk Instytut Chemii
Fizycznej, Warszawa (Polska)**

Płaszczowy wymiennik ciepła dla płynów

Przedmiotem wynalazku jest konstrukcja płaszczowego wymiennika ciepła dla płynów, mogąca mieć zastosowanie w następujących układach:

- gaz-ciecz, gdy gaz płynie rurą wewnętrzną,
- gaz-para, gdy gaz płynie rurą wewnętrzną,
- ciecz-para, gdy ciecz płynie rurą wewnętrzną.

Znane są płaszczowe wymienniki ciepła z turbulizatorami w postaci różnego typu spiral, ślimaków, taśm, układów płaskich płytek lub pierścieni, tworzących różne kąty z kierunkiem wektora prędkości płynu w rurze wewnętrznej. W wymiennikach tego typu wzrost współczynników wnikania ciepła w porównaniu z rurą pustą — o tej samej średnicy, długości i przy tym samym natężeniu przepływu płynu — spowodowany jest głównie wytworzoną przez turbulizator rotacją płynu. Składowa wektora rotacji płynu w kierunku przenoszonego strumienia ciepła powoduje jego wzrost; pozostałe składowe albo nie mają wpływu na intensywność wymieniającego między ścianką rury a płynem ciepła, albo ją zmniejszają. W związku z tym przy stosowaniu znanych turbulizatorów znaczna część dostarczonej do układu energii mechanicznej ulega dysypacji i nie ma wpływu na wzrost intensywności wnikania ciepła.

Znane są płaszczowe wymienniki ciepła zawierające w rurze wewnętrznej turbulizatory w postaci wirującej spirali lub śmigiełek turbinkowych, wprawiane w ruch przez strumień, płynu. W tego typu wymiennikach wzrost współczynników wnikania ciepła w porównaniu z rurą pustą o tej samej średnicy, długości i przy tym samym natężeniu przepływu płynu, spowodowany jest zmniejszeniem grubości warstwy przyściennej i powstaniem rotacji płynu, której wpływ na proces wnikania ciepła omówiono uprzednio.

Znane są płaszczowe wymienniki ciepła, w których do wewnętrznej powierzchni rury wewnętrznej przyspawane są różnego typu elementy turbulizujące: druty lub żebra płaskie, gładkie lub perforowane, z nacięciami różnie usytuowanymi względem kierunku przepływu płynu. Jeśli poprzeczny wymiar liniowy elementu turbulizującego jest w przybliżeniu równy grubości warstwy przyściennej, powoduje on jej turbulizację i wzrost intensywności wnikania ciepła; jeśli poprzeczny wymiar liniowy jest mniejszy od grubości warstwy przyściennej, zjawisko to nie musi występować; jeśli jest znacznie większy od grubości warstwy przyściennej,

następuje niekorzystne z punktu widzenia procesu wnikania ciepła zjawisko oderwania warstwy przyściennej. Im większy jest poprzeczny wymiar liniowy elementu turbulizującego, tym większa powierzchnia wymiany ciepła i tym na ogół mniej korzystna deformacja pola przepływu, a wobec tego większe straty energii mechanicznej.

Znane są wymienniki ciepła z nieruchomym wkładem turbulizującym w postaci matryc z blach perforowanych, lub ściśle upakowanych siatek i wypełnień ziarnistych o różnych kształtach. W tego typu wymiennikach wzrost intensywności wnikania ciepła spowodowany jest przede wszystkim zwiększeniem liniowej prędkości przepływu płynu w swobodnej przestrzeni rury oraz powiększeniem powierzchni wymiany ciepła; wpływ rotacji i turbulizacji warstwy przyściennej jest nieznaczny. W tego typu wymiennikach współczynniki wnikania ciepła są 2–10 krotnie większe niż w rurze pustej o tej samej średnicy i długości, przy tym samym natężeniu przepływu płynu. Opory przepływu wymienników z wypełnieniem ziarnistym są kilkadziesiąt lub nawet sto razy większe niż w rurze pustej. Opory wymienników ciepła z matrycami siatkowymi są na ogół dwukrotnie mniejsze od oporów wymienników z wypełnieniem ziarnistym, jeśli wysokość wkładów, średnice rur wewnętrznych i natężenie przepływu płynu w porównywanych aparatach są takie same.

Wynalazek ma na celu opracowanie konstrukcji płaszczowego wymiennika ciepła, w którym współczynniki wnikania ciepła byłyby około dziesięciokrotnie wyższe niż w rurze pustej o tej samej średnicy, lecz w którym równocześnie opory przepływu byłyby wielokrotnie mniejsze od oporów przepływu w znanych wymiennikach z wypełnieniem ziarnistym lub z matrycą z siatek ściśle upakowanych.

Cel według wynalazku osiągnięto przez zaopatrzenie wewnętrznej rury wymiennika w umocowany na stałe lub wymienny wkład w postaci zestawu siatek przylutowanych w niewielkich odstępach do metalowego pręta, umieszczonego w osi rury wewnętrznej. Tworzywo siatki stanowi metal o dużym przewodnictwie cieplnym i odporności na ewentualne działanie korozyjne ogrzewanego czynnika. Poszczególne siatki mają brzegi dokładnie obrobione w celu zapewnienia dobrego kontaktu ze ścianką wymiennika. Wymiary oczek siatki wynoszą najkorzystniej od 0,02 do 0,1 średnicy wewnętrznej rury wymiennika, zaś odstępy między poszczególnymi siatkami mieszczą się w granicach od dwóch średnic oczka siatki do wymiaru wewnętrznej średnicy rury wymiennika.

W rozwiązaniu według wynalazku każda siatka stanowi element turbulizujący, deformujący pole przepływu płynu. Profil liniowej prędkości przepływu za siatką jest bardziej płaski, grubość warstwy przyściennej mniejsza, zaś intensywność burzliwości i styczne naprężenia Reynoldsa w warstwie przyściennej od kilku do kilkunastokrotnie większe, niż w rurze pustej o tej samej średnicy, przy tym samym natężeniu przepływu. Stwierdzono, że w odległości kilku oczek siatki parametry burzliwości w warstwie przyściennej osiągną maksimum a grubość warstwy przyściennej minimum. Stwierdzono dalej, że w odległości kilkuset oczek siatki deformacja pola przepływu za siatką zanika.

Oprócz deformacji pola przepływu, siatki powodują zwiększenie powierzchni wymiany ciepła, przy czym w przeciwieństwie do matryc z siatek ściśle upakowanych, obie powierzchnie wszystkich siatek uczestniczą w procesie wymiany ciepła.

Te trzy efekty: wzrost burzliwości w warstwie przyściennej, zmniejszenie grubości warstwy przyściennej i zwiększenie powierzchni wymiany ciepła w wymienniku stanowiący przedmiot wynalazku są blisko dziesięciokrotnie większe niż w pustej rurze o tej samej średnicy przy tym samym natężeniu przepływu. Równocześnie uzyskuje się dziesięciokrotne zmniejszenie oporów przepływu w stosunku do rury z wypełnieniem ziarnistym i pięciokrotne w stosunku do rury z siatkami ściśle upakowanymi. W związku z tym koszty eksploatacji wymiennika według wynalazku są mniejsze od kosztów eksploatacji znanych wymienników. Mniejsze są również koszty wykonania wymiennika i jego ciężar.

Wynalazek jest dokładniej opisany na przykładzie wykonania w związku z rysunkiem, na którym pokazano schematycznie wymiennik w przekroju osiowym.

W rurze 1 wykonanej z miedzi handlowej, o średnicy 25/30 mm, jest umieszczony wymienny wkład w postaci pręta 2 z przylutowanymi na nim siatkami 3. Siatki 3 są wykonane z siatki miedzianej o grubości drutu 0,8 mm i wielkości oczek $1,2 \times 1,2$ mm. Siatki są rozmieszczone w kierunku osiowym co 4 mm. W tak

skonstruowanym wymienniku uzyskano dla układu gaz-ciecz współczynnik wnikania ciepła $\alpha = 256 \frac{W}{m^2 \cdot deg}$

przy objętościowym natężeniu przepływu $V = 6,595 \frac{m^3}{h} = 21,38 \cdot 10^{-4} \frac{kg}{sek}$. Masowe natężenie przepływu na

jednostkę powierzchni wyniosło $g = 4,356 kg/m^2 \cdot sek$, zaś spadek ciśnienia proporcjonalny do oporów hydraulicznych, wyniósł $\Delta P = 230 mm H_2 O$.

Zastrzeżenie patentowe

Płaszczowy wymiennik ciepła dla płynów zaopatrzony w rurę wewnętrzną z umieszczonymi w niej elementami trubulizującymi przepływ gazu lub cieczy, z n a m i e n n y t y m, że w rurze wewnętrznej (1) jest umieszczony trwale lub wymiennie wkład trubulizujący w postaci pręta (2) z zestawem siatek (3) o wymiarach oczek od 0,02 do 0,1 średnicy wewnętrznej wymiennika, rozmieszczonych na pręcie (2) w odległościach od dwóch średnic oczka siatki do wymiaru wewnętrznej średnicy rury wymiennika.

