

Warszawa, dnia 14 kwietnia 1950 r.

F28c 3/04



RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 33785

Kl. 17 f, 5/02

David Dalin

(Rönninge, Szwecja)

i Gustav Vilhelm Hagby

(Ostertälje, Szwecja)

Urządzenie do wymiany ciepła między dwoma płynącymi czynnikami

Zgłoszono 10 stycznia 1947 r.

Udzielono 2 sierpnia 1949 r.

Pierwszeństwo: 6 listopada 1943 r. dla zastrz. 1—6; 13 października 1944 r. dla zastrz. 7—15 (Szwecja)

Przedmiotem niniejszego wynalazku jest urządzenie umożliwiające wymianę ciepła, zwłaszcza w zastosowaniu do podgrzewania powietrza przy pomocy gazów spalinowych, ale nadające się również do zastosowania jako wymiennik ciepła dla innych czynników gazowych lub ciekłych. Dla uproszczenia opis poniżej sporządzono w odniesieniu do urządzenia umożliwiającego podgrzewanie powietrza.

Wynalazek niniejszy ma na celu budowę wymiennika ciepłego o dobrych własnościach technicznych przy zastosowaniu prostych elementów konstrukcyjnych. Własności techniczne, jakie powinien posiadać np. podgrzewacz powietrza, są: dobra wydajność cieplna powietrza oraz dobra wydajność cieplna gazów przy przejściu przez podgrzewacz, przy niewielkim spadku ciśnienia powietrza i nieznacznej stracie

ciągu kominowego gazów spalinowych. Przez wydajność cieplną powietrza rozumie się tu stosunek przyrostu temperatury powietrza w przegrzewaczu do różnicy między temperaturą gazów napływających do podgrzewacza a temperaturą napływającego powietrza.

Wydajność cieplna gazów spalinowych natomiast jest to stosunek spadku temperatury tych gazów w podgrzewaczu do różnicy między temperaturą gazów napływających do podgrzewacza a temperaturą napływającego powietrza. Tak więc wymienione wydajności cieplne są miarą ogrzania powietrza i ochładzania gazów w odniesieniu do ogrzania lub chłodzenia, jakie są teoretycznie możliwe. W urządzeniu według niniejszego wynalazku osiągnąć można wydajności cieplne od najniższych do bardzo wysokich przy niewielkim spadku ciśnienia powie-

trza i nieznacznej stracie ciągu gazów spalinowych.

Powierzchnię grzejną urządzenia tworzą rury, wygięte i umocowane tak, że każda rura może rozszerzać się swobodnie, niezależnie od rur sąsiednich, co stanowi poważną zaletę w podgrzewaczach powietrza, w których temperatura powietrza i gazów spalinowych jest przeważnie wysoka i zmienna. Powietrze przepływa przez rury, a gazy spalinowe z zewnątrz rur. Gazy spalinowe i powietrze przepływają przez całe urządzenie w kierunkach prostopadłych do siebie. Przy zastosowaniu co najmniej dwóch przedziałów dla gazów spalinowych oraz dwóch przedziałów dla powietrza — urządzenie to może działać ponadto częściowo w przeciwnym kierunku. Przy połączeniu kilku wymienników ciepła stwarza się warunki pozwalające na wykorzystanie zalet systemu prądów prostopadłych i systemu przeciwnym. Urządzenie według wynalazku może być korzystnie stosowane przy wymaganych bardzo wysokich wydajnościach cieplnych, np. przy paleniskach na pył węglowy.

Zalety stosowania prądów prostopadłych są między innymi te, że w tym przypadku współczynnik przewodzenia ciepła między gazami i ścianką rury jest wysoki przy pewnej szybkości. Zaletą natomiast przeciwnym jest to, że przy czystym przeciwnym najwyższą możliwą różnicę między temperaturą gazów i temperaturą powietrza utrzymuje się w ciągu całego przepływu. Ilość ciepła przewodzona z gazów do powietrza wyraża się równaniem $Q = K \cdot t_m \cdot F$, gdzie K jest współczynnikiem przewodzenia ciepła między gazami i powietrzem, t_m jest logarytmem różnicy temperatur gazów i powietrza, a F jest powierzchnią przewodzącą ciepło. Zgodnie z tym, najlepsze wyniki osiąga się przy wysokim współczynniku przewodzenia ciepła i przy znacznej różnicy temperatur. Dalszą zaletą opisanego urządzenia jest to, że gazy spalinowe są ochładzane w podgrzewaczu tak, iż temperatura ich przy wylocie jest prawie stała. Osiąga się to dzięki uniknięciu martwych przestrzeni lub zimnych rogów w załamaniach przegrzewacza jak również, dzięki możliwości stosowania połączenia systemu prądów prostopadłych i przeciwnym. W podgrzewaczach dotychczas stosowanych gazy spalinowe z reguły przepływają wewnątrz, a powietrze z zewnątrz rur. Przy takiej budowie, na skutek powstawania martwych przestrzeni część powierzchni ogrzewalnej nie jest wykorzystana.

Badanie poziomego przekroju lub cienkiej warstwy w górnej części podgrzewacza powie-

trza wykazuje, że w lewej części podgrzewacza gazy spalinowe napotykają powietrze najcieplejsze, a w prawej części najzimniejsze. Jeżeli ten przekrój porówna się z innym, umieszczonym nieco niżej, wówczas okazuje się, że gazy spalinowe w lewej części napotykają powietrze nieco mniej ogrzane, a w prawej części nieco cieplejsze niż w warstwie wyższej. Przy badaniu dalszych przekrojów okazuje się to samo. Tak więc ochłodzenie gazów spalinowych i ogrzanie powietrza jest prawie stałe w różnych przekrojach wzdłuż, wylotu całego podgrzewacza, po stronie gazów lub po stronie powietrznej. To znaczy, że sumy temperatury powietrza dopływającego na pewnym poziomie i temperatury powietrza, wypływającego na tym samym poziomie, są prawie stałe. Wobec tego nie powstają w podgrzewaczu miejsca chłodzące, w których gazy spalinowe byłyby chłodzone poniżej punktu rosenia, co powodowałoby jednoczesne skraplanie się na powierzchni i niszczenie jej na skutek tego przez rdzę.

Ponadto urządzenie według wynalazku jest tak zbudowane, że przez przestawienie płyt prowadzących w komorach, gazy spalinowe mogą być łatwo prowadzone, stosownie do potrzeb, z jednej komory do drugiej.

Najstarsze znane typy podgrzewaczy powietrza mają wszystkie rury proste i walcowane lub przypawane do płyt końcowych. Taka budowa jest oczywiście bardzo niekorzystna z uwagi na rozszerzalność, gdyż, praktycznie biorąc, temperatura gazów spalinowych, przepływających przez różne rury, zawsze różni się nieco, jak również temperatura powietrza otaczającego rury, co powoduje różną temperaturę ścianek rur, a w związku z tym różną ich rozszerzalność. Ponieważ zaś rury osadzone są w tych samych płytach, przeto w tym przypadku powstają duże naprężenia w płycie oraz w rurach. W urządzeniu według niniejszego wynalazku wszystkie te naprężenia są wyeliminowane.

Wymiennik cieplny, będący przedmiotem niniejszego wynalazku, zbudowany jest ponadto w ten sposób, że w sposób prosty można w nim wmontować przyrząd oczyszczający, umożliwiający utrzymywanie w czystości zewnętrznych powierzchni rur wymiennika. Przez rury przepływa czyste powietrze, a więc nie ma potrzeby stosowania przyrządu do czyszczenia wewnętrznych rur w czasie pracy urządzenia.

Przykłady wykonania urządzenia według niniejszego wynalazku przedstawione są na załączonych rysunkach.

Fig. 1 przedstawia widok boczny urządzenia

którego przekroje wzdłuż linii II—II i III—III przedstawione są na fig. 2 bądź 3. Fig. 4 uwidacznia w większej skali szczegół budowy z fig. 3. Fig. 5 i 5a przedstawiają odmianę poprzedniego urządzenia, a mianowicie fig. 5 jest przekrojem pionowym urządzenia wzdłuż linii V — V na fig. 5a, a fig. 5a przedstawia widok boczny urządzenia, podczas gdy przekrój poziomy przedstawia się jak na fig. 3. Fig. 6, 7 i 8 uwidaczniają trzeci przykład urządzenia według wynalazku przedstawiony w sposób taki, jak na fig. 1, 2 i 3. Linie przekroju, oznaczone liczbami rzymskimi, odnoszą się do odpowiednich numerów przekrojów. Fig. 9, 10 i 11 uwidaczniają w ten sam sposób widok boczny i przekroje dalszej postaci wykonania przedmiotu według niniejszego wynalazku. Każda z grup fig. 12, 13 i 14, fig. 15, 16 i 17 oraz fig. 18, 19 i 20 przedstawia odmianę urządzenia według wynalazku w widoku bocznym i przekrojach w sposób taki, jak poprzednio.

Fig. 21, 22 i 23 przedstawiają inny przykład urządzenia według wynalazku, przy czym fig. 21 uwidacznia przekrój pionowy, fig. 22 — widok z tyłu, a fig. 23 — widok z góry. W ten sam sposób inny przykład urządzenia przedstawiony jest na fig. 24, 25 i 26.

Jak wyżej wspomniano, powierzchnia grzejna podgrzewacza powietrza składa się z pewnej ilości rur 1, które, jak przedstawiono na fig. 2, wygięte są w kształcie litery U. Rury 1 umieszczone są w skrzyni 2, posiadającej dwie ścianki przegradzające 3, 4. Ścianka 3 umieszczona jest w górnej części podgrzewacza równolegle do górnej jego ściany, a ścianka 4 jest do niej prostopadła. W ten sposób górna komora podzielona jest na dwa kanały 6, 7. Ścianka 4 kończy się poniżej ścianki 3 w pewnej odległości od dolnej ściany komory, przez co w komorze utworzony jest przewód 8, 9 w kształcie litery U. Jedna część tego przewodu ograniczona jest od dołu ścianką 5. Ścianka 4 umieszczona jest między dwiema częściami rur i ścianką 5, ograniczającą prawą komorę od dołu, przy czym każda z obu grup części rur znajduje się w oddzielnej części przewodu 8, 9. Powietrze, które ma być ogrzane, przepływa w kierunku zaznaczonym strzałkami przez kanały 6, 7 i rury 1, a gazy spalinowe, będące w tym przypadku czynnikiem oddającym ciepło, przepływają w kierunku oznaczonym strzałkami przez przewód 8, 9, czyli prostopadle do powierzchni rur w kształcie litery U.

W ściance 5 znajduje się otwór dla każdej części rury, będącej w komorze na prawo od ścianki 4. W otworach tych odpowiednie części

rury są ruchome tak, iż rury mogą być łatwo osadzone na miejscu lub wyjęte.

Z rysunku widać, że gazy spalinowe i powietrze przepływają przez cały podgrzewacz w kierunkach prostopadłych do siebie. Jeżeli podgrzewacz jest podzielony, jak wyżej opisano na dwa przedziały dla powietrza i gazów, wówczas może działać częściowo w przeciwnym kierunku. Rury 1 umocowane są w szeregach prostopadle do kierunku omywającego je czynnika tak, że każdy następny szereg jest przesunięty w stosunku do poprzedniego o połowę średnicy rury, a to dla zapewnienia lepszego omywania przez wymieniony czynnik. Aby zapobiec przepływowi gazów spalinowych między częściami w kształcie litery U, za rurami 1, umocowane są tu płyty prowadzące 12. Płytę 12, najbliższą środkowi, oraz kilka rur uwidacznia w przekroju fig. 4. Płyty prowadzące mogą być nachylone, jak to przedstawiono liniami przerywanymi na fig. 3, a to dla ułatwienia czyszczenia rur przy pomocy odpowiedniego przyrządu, którego przewód oznaczony jest na rysunku przez 2a. Dzięki możliwości nachylania płyt prowadzących odmuśnianie rur odbywa się ukośnie.

Urządzenie według niniejszego wynalazku przedstawione na fig. 5 i 5a, różni się od wyżej opisanego tym, że kanały wylotowe i wlotowe 6, 7 zastąpione są dwiema rurami 6a i 7a, co upraszcza budowę i czyni urządzenie bardziej odpowiednim do pracy przy wysokim ciśnieniu, co może mieć znaczenie odnośnie do wymiany cieplnej między pewnymi czynnikami.

W odmianie urządzenia przedstawionej na fig. 6, 7, 8, części końcowe rur w kształcie litery U są od siebie odgięte i otwarte do kanałów: wylotowego i wlotowego 6, 7, przebiegających po bokach skrzyni. Ścianka przegradzająca 5 może tu być zastąpiona ścianką 5a, będącą przedłużeniem ścianki 4.

Odmiana urządzenia, uwidoczniiona na fig. 9, 10, jest połączeniem dwóch urządzeń, mogących pracować razem jako jeden wymiennik ciepła. Powietrze i gazy spalinowe przepływają przez taki zespół zygzakowato, jak to pokazano na fig. 10 i 11 strzałkami. Na fig. 10, 11 uwidoczniiono sposób umieszczenia ścianek przegradzających 3, 4, który pozwala nadać czynnikom przepływającym żądany kierunek. Ścianka 4a zastępuje tu ściany boczne poszczególnych członów, lecz nie sięga ponad ściankę 3, przeto nad ścianką 3 utworzona jest komora 13, która tworzy połączenie między rurami w kształcie litery U poszczególnych członów. Jeżeli kilka członów łączy się razem w ten sposób, wówczas wzrost temperatury powietrza ogrzewanego i spadek

temperatury gazów mogą być znaczne i urządzenie osiąga dużą wydajność. Komora 13 może być pominięta, a rury w kształcie litery *U* zastąpione długimi rurami wygiętymi w postaci serpentyny. Tego rodzaju rury przedstawione są na fig. 20.

Zamiast łączenia w działy można również łączyć dwa lub więcej członów równolegle, przy czym spadek ciśnienia maleje. Jeżeli powietrze przepływa wtedy tak, iż trafia na zespoły rur z jednej strony, to jest równolegle do powierzchni *U*, utworzonej przez rury (fig. 21), wówczas ściankę 4 można pominąć.

Odmiana urządzenia, przedstawiona na fig. 12, 13 i 14, różni się od wyżej opisanych zasadniczo tym, że wlot i wylot gazów spalinyowych umieszczone są na podłużnej ścianie wymiennika, przy czym gazy omijają zespół rur równolegle do powierzchni w kształcie litery *U* utworzonej z rur. Droga gazów zaznaczona jest strzałkami *a*. Wymiennik ciepła może również posiadać wlot gazów w środku podłużnej ściany, skąd w tym przypadku rury winny być usunięte, a wnętrze urządzenia przesłonięte tak, aby gazy przepływały w obu kierunkach od wlotu, zmieniając kierunki przepływu na obu końcach, by opuścić urządzenie w środkowej części drugiej podłużnej jego ściany.

W odmianie urządzenia, przedstawionej na fig. 15, 16, 17, głębokość wymiennika jest w porównaniu z wyżej opisanymi niewielka, natomiast zwiększona jest jego długość i gazy napływają w jednym końcu, a wpływają w drugim końcu urządzenia. Przewód gazów ma kształt litery *S*, ponieważ od wlotu przechodzi nad ścianką 15 i powraca pod nią i drugą ścianką 16, a dalej w przeciwnym kierunku ponad ścianką 16, stąd do wylotu. Na fig. 16 uwidoczniono tu dwa przewody dysz 2a przyrządu czyszczącego.

W wymiennikach cieplnych o małej głębokości w stosunku do szerokości może być konieczne umieszczenie członów hamujących dla krótkich rur, np. płyty hamującej, a to w celu utrzymania jednolitej temperatury powietrza wypływającego lub odpowiedniego czynnika. Ponadto rury są połączone w skrzyni w ten sposób, że możliwe jest dobre zaokrąglenie otworów wlotowych, np. przy pomocy pierścieni przed rurami.

W odmianie urządzenia zgodnie z fig. 18, 19 i 20 otwory wlotowe i wylotowe gazów umieszczone są w dolnej ścianie urządzenia, a wlot i wylot rur dla powietrza znajduje się na pionowej końcowej ścianie, a więc odmiana ta różni się od przedstawionej na fig. 5 i 5a tym,

że jest obrócona o 90° w stosunku do pozycji uwidocznionej na fig. 5, 5a. Poza tym zasadniczą różnicą jest to, że rury w kształcie litery *U* są tu zastąpione zwojami rur 1a, które tworzą dwie grupy, odpowiadające ramionom litery *U*, przy czym każda grupa znajduje się po przeciwnej stronie ścianki 4, która ma płyty prowadzące 12, jak wyżej opisano. Dzięki stosowaniu takich zwojów rur wszystkie rury są jednakowo długie, a więc opór, na jaki natrafia czynnik przepływający przez nie, jest jednakowy we wszystkich rurach.

Cechą wspólną wszystkich wyżej opisanych odmian urządzenia jest, co już podkreślono przy omawianiu korzyści, jakie daje niniejszy wynalazek, że dzięki umocowaniu obu końców rur w jednym końcu zwoju każda rura może się rozszerzać swobodnie. W istocie przeciwny koniec zwoju może tu poruszać się swobodnie, jeśli tylko zapewni mu się konieczny luz. Omówione przykłady urządzenia według wynalazku świadczą o tym, że urządzenie to może pracować w przeciwnym kierunku, połączonym z prądami prostopadłymi. Wynika to jasno z fig. 10 i 11, gdzie zasada przeciwności została zastosowana o tyle, że czynnik ochłodzony (oddający ciepło) wypływa w tym samym końcu urządzenia, w którym czynnik ogrzewany (pochłaniający ciepło) napływa do urządzenia i odwrotnie.

Dalszą zaletą urządzenia według niniejszego wynalazku jest to, że rury kształtu litery *U* mogą być wyjmowane np. dla wymiany. Dla umożliwienia tego należy tylko wyjąć rurę lub rury, umieszczone na zewnątrz w tej samej płaszczyźnie.

Opisywane urządzenie może być także stosowane do przekazywania ciepła par, np. pary wodnej, do powietrza lub innego czynnika. W tym przypadku czynnik oddający ciepło może przepływać przez rury 1 i 1a, a czynnik, pochłaniający ciepło, wokół rur.

Urządzenie według niniejszego wynalazku może być też stosowane do wymiany ciepła między cieczami.

Opisane wyżej odmiany urządzenia mogą być również wykonane w ten sposób, że czynnik pobierający ciepło, np. powietrze, odpływa z wymiennika w dwóch lub więcej punktach wzdłuż drogi czynnika oddającego ciepło, przy czym temperatura czynnika ogrzanego może być tu różna, np. można odprowadzać powietrze ogrzane do temperatury umiarkowanej, odpowiednie do stosowania jako powietrze pierwotne do spalania w palenisku oraz powietrze ogrzane do znacznie wyższej temperatury, odpowiednio jako powietrze wtórne do spalania.

Opisywany wymiennik cieplny może być również stosowany nie tylko do powietrza i gazów spalinowych, ale i innych czynników gazowych i tylko dla uproszczenia w niniejszym opisie jest on omówiony jedynie w związku z podgrzewaniem powietrza.

Podgrzewacze powietrza znane dotychczas są tak zbudowane, że w niektórych z nich nie jest możliwe, a w innych nie jest korzystne pobieranie powietrza wtórnego o temperaturze wyższej niż temperatura powietrza pierwotnego. Z tego względu w urządzeniach tego rodzaju powietrze, przeznaczone do spalania, bywa podgrzewane jedynie do temperatury około 100 do 150° C.

W paleniskach na pył węglowy, w których ilość powietrza wtórnego jest o wiele większa niż ilość powietrza pierwotnego (powietrza niosącego pył węglowy), powietrze do spalania jest zazwyczaj ogrzewane znacznie powyżej 100 — 150° C, a często od 200 do 400° C, o ile taka temperatura daje się osiągnąć. Tak wysoka temperatura może być z korzyścią użyta dla powietrza wtórnego, ale nie dla powietrza niosącego pył węglowy, to też w paleniskach na pył węglowy podgrzewa się jedynie powietrze wtórne, nie stosując podgrzewania powietrza niosącego pył węglowy, albo pewną część powietrza przeznaczonego do przenoszenia pyłu podgrzewa się tak, jak powietrze wtórne i następnie chłodzi do żądanej temperatury przez zmieszanie z powietrzem zimnym.

Na fig. 21—26 przedstawiono urządzenie według niniejszego wynalazku, pozwalające na otrzymywanie czynnika o różnej temperaturze w tym samym czasie i w tym samym wymienniku ciepła.

Na fig. 21—23 wlot i wylot gazów spalinowych oznaczono, jak wyżej, cyfrą 8 bądź 9. Osłona lub skrzynka 1 mieści trzy grupy rur *a'*, *b*, *c*, z których każda zaopatrzona jest w przewód 7 doprowadzający zimne powietrze i kanał wylotowy 6 dla powietrza gorącego. Zgodnie z fig. 23 dwie grupy rur są wzajemnie połączone przy wlocie i wylocie (na fig. 23 strzałki pełne) w taki sposób, że powietrze przepływa przez te grupy równolegle. Wspólny wlot oznaczony jest liczbą 21, a wspólny wylot liczbą 22. Trzecia grupa rur umieszczona jest w pobliżu wlotu gazów spalinowych, gdzie gazy te są najcieplejsze. Powietrze powinno przepływać korzystnie przez rury w kierunku oznaczonymi pełnymi strzałkami, przy częściowym przeciwnieprądzie. Jednakże oba czynniki mogą przepływać częściowo również w zgodnym kie-

runku (linie z kresek i kropek). Oba te sposoby mogą być również połączone. Podgrzewacz powietrza według fig. 21—23 pomyślany jest głównie dla urządzeń np. z paleniskiem, w których powietrze pierwotne winno być ogrzane do około 100 — 150° C, lecz w których temperatura powietrza wtórnego winna być możliwie wysoka, a ilość powietrza pierwotnego znacznie wyższa niż powietrza wtórnego. W tego rodzaju urządzeniach, gdzie zależnie od okoliczności mają być spalane na tym samym ruszcie paliwa różnego rodzaju, wymagające różnych ilości powietrza wtórnego, między przewodem powietrza wtórnego i przewodem powietrza pierwotnego winien być przewód łączący, zaopatrzony w zawory regulujące. Przewód taki 23, wyobrażony liniami z kresek i kropek, stosuje się, gdy zapotrzebowanie powietrza wtórnego w kotle jest nieznaczne w porównaniu z normalnym i służy w tym przypadku do przeprowadzania części powietrza wtórnego do przewodu powietrza pierwotnego. W ten sposób ta część podgrzewacza powietrza, która jest przeznaczona dla wyższej temperatury, będzie zawsze całkowicie wykorzystana, również wtedy, gdy ilość zapotrzebowanego powietrza wtórnego jest stosunkowo mała. W tym przypadku zakłada się, że urządzenie tak jest zbudowane, że ciśnienie statyczne w przewodzie powietrza wtórnego jest wyższe niż ciśnienie w przewodzie powietrza pierwotnego. Przewód łączący może znajdować się na zewnątrz podgrzewacza.

Jeżeli podgrzewacz powietrza ma być zastosowany np. przy kotle parowym z paleniskiem na pył węglowy, wówczas jak wskazano wyżej ilość powietrza wtórnego jest znacznie większa niż ilość powietrza pierwotnego i musi być ogrzana do znacznie wyższej temperatury niż powietrze pierwotne. Typ podgrzewacza, odpowiadający tym wymaganiom, przedstawiony jest na fig. 24 — 26. Składa się on z dwóch grup rur *a*, *b*, przy czym powietrze do spalania przepływa przez pierwszą grupę *a'*, wdmuchiwane za pomocą wentylatora 25. Powietrze pierwotne prowadzone jest z przewodów gorącego powietrza 6 pierwszej grupy rur do kotła, nie uwidocznionego na rysunku. Powietrze wtórne przepływa przez zawór 26 do drugiej grupy rur *b*, gdzie ogrzewa się dalej. Oczywiście powietrze wtórne może być również ssane z przewodu 6 pierwszej grupy *a'* i przetłaczane przez drugą grupę rur *b*, przy pomocy specjalnego wentylatora. Zgodnie z fig. 24—26 powietrze wtórne przepływa sposobem ostatnim z powyżej opisanych, to jest kolejno przez dwie grupy *a'*, *b*.

Podgrzewacz może jednak zawierać jeszcze większą ilość grup rur od tu przedstawionych (trzy na fig. 21—23 i dwie na fig. 24—26), a więc jeszcze co najmniej dwie, przez które powietrze pierwotne oraz wtórne może przepływać równolegle lub grupowo i częściowo w przeciwnym kierunku lub częściowo w tym samym kierunku, co gazy spalinowe. Na rysunku poszczególne grupy rur zawierają jednakową liczbę rur, jednak w miarę potrzeby liczba rur w poszczególnych grupach może być różna.

Powyższy opis odnosi się do instalacji kotła parowego, która korzystnie winna być zasilana powietrzem o różnych temperaturach. Jednakże nie stoi na przeszkodzie, by podgrzewacz powietrza był stosowany również do innych celów, gdzie mogą być wykorzystane różne temperatury, np. do podgrzewania powietrza używanego jedynie do celów grzejnych lub w połączeniu z podgrzewaniem powietrza dla kotła parowego.

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do ogrzewania powietrza przy pomocy gorących gazów, korzystnie gazów kominowych, w którym powietrze przepływa rurami umieszczonymi grupowo, a gazy kominowe przepływają przez przestrzenie między tymi rurami, znamienne tym, że oba wymienione czynniki przepływają przez rury i przez przestrzenie między nimi w kierunkach zasadniczo prostopadłych, a między grupami w przeciwnym kierunku oraz że rury (1, 1a) posiadają kształt litery U o długich ramionach w stosunku do wygięcia i są tak umieszczone, iż lewe ich ramiona tworzą jedną, a prawe drugą grupę rur, między którymi jest konieczna przestrzeń, przy czym co najmniej dwie rury w kształcie litery U są w celu zaoszczędzenia miejsca, umieszczone w tej samej płaszczyźnie, wyznaczonej przez ramiona litery U, a rury o opisanym kształcie są na całej długości omywane przez czynnik, przepływający przez przestrzenie między rurami.
2. Urządzenie według zastrz. 1, znamienne tym, że jest tak wykonane, iż rury w kształcie litery U można łączyć z rurami innego urządzenia lub urządzenia podobnego do opisanego tak, iż osiąga się ruch czynników w kierunkach przeciwnych lub prostopadłych (fig. 10).
3. Urządzenie według zastrz. 1, znamienne tym, że ramiona rur kształtu litery U są oddzielone ścianką (4), na której można umieścić przyrząd do czyszczenia i że przestrzeń, utworzona w ten sposób koło jednego ramienia, jest ograniczona od wygięcia rury

ścianką (5), wyposażoną w otwór dla każdego poszczególnego ramienia, przy czym każde ramię jest luźno umieszczone w otworze tak, iż rura może być wepchnięta w odpowiednie położenie w urządzeniu lub zeń wyjęta.

4. Urządzenie według zastrz. 1, znamienne tym, że rury w kształcie litery U są tak połączone, iż zostają utworzone przewody w kształcie litery W (1, 1a), przynajmniej dla jednego z czynników (fig. 10, 20).
5. Urządzenie według któregośkolwiek z zastrz. 2, 3, znamienne tym, że rury (1, 1a) umieszczone są w stosunku do przejścia dla czynnika, omywającego je z zewnątrz, w ten sposób, że czynnik ten omywa je w przybliżeniu prostopadle do płaszczyzny, utworzonej przez rury w kształcie litery U (fig. 1 — 11, 15 — 20).
6. Urządzenie według któregośkolwiek z zastrz. 2, 3, znamienne tym, że rury (1) umieszczone są w stosunku do przepływu czynnika omywającego je z zewnątrz w ten sposób, że czynnik ten omywa je w przybliżeniu równolegle do płaszczyzny, utworzonej przez rury w kształcie litery U, przy czym ścianka przegradzająca staje się zbędna (fig. 12 — 14).
7. Odmiana urządzenia według zastrz. 1, znamienne tym, że posiada wyloty dla czynnika, pochłaniającego ciepło, w różnych punktach wzdłuż drogi, jaką przebywa czynnik oddający ciepło, tak iż jednocześnie można otrzymywać czynnik ogrzany o różnej temperaturze, np. powietrze do zastosowania w paleniskach, częściowo jako powietrze pierwotne o średniej i powietrze wtórne o wyższej temperaturze.
8. Urządzenie według zastrz. 7, znamienne tym, że zbudowane jest jako wymiennik ciepła, pracujący jednocześnie w przeciwnym kierunku i w prądach prostopadłych.
9. Urządzenie według zastrz. 7, znamienne tym, że zbudowane jest jako wymiennik ciepła, pracujący jednocześnie w prądach prostopadłych i w prądzie zgodnym.
10. Urządzenie według zastrz. 7, znamienne tym, że zbudowane jest częściowo jako wymiennik ciepła, pracujący jednocześnie w przeciwnym kierunku i w prądach prostopadłych, a częściowo jako wymiennik ciepła, pracujący jednocześnie w prądach prostopadłych i w prądzie zgodnym.
11. Urządzenie według któregośkolwiek z zastrz. 7 — 10, znamienne tym, że czynnik pochłaniający ciepło przepływa w nim rurami w

- dwóch równoległych strumieniach (fig. 23), z których jeden stanowi np. powietrze pierwotne, a drugi powietrze wtórne do spalania.
12. Urządzenie według któregokolwiek z zastrz. 7 — 10, znamienne tym, że czynnik pochłaniający ciepło przepływa przez grupy rur działami.
13. Urządzenie według któregokolwiek z zastrz. 7 — 10, znamienne tym, że czynnik pochłaniający ciepło przepływa przez grupy rur częściowo w strumieniach równoległych, a częściowo działami (fig. 24 — 26).
14. Urządzenie według zastrz. 7, znamienne tym, że posiada dwa wyloty dla czynnika ogrzewanego o różnej temperaturze.
15. Urządzenie według zastrz. 7, znamienne tym, że posiada dwa lub więcej wylotów (21, 22 fig. 23), połączonych we wspólny wylot dla otrzymywania czynnika ogrzewanego o przeciętnej temperaturze.

David Dalin
Gustav Vilhelm Hagby
Zastępca: inż. Jerzy Hanke
rzecznik patentowy

