

Urządzenie do odzysku ciepła z wody ściekowej

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do odzysku ciepła z wody ściekowej, mające zastosowanie zwłaszcza do odbioru ciepła z wody odprowadzanej do kanalizacji z umywalki lub zlewozmywaka.

Urządzenia do odzysku ciepła z wody ściekowej nie są powszechnie stosowane, co decyduje o znacznym udziale tych strat w bilansie cieplnym w ramach domów mieszkalnych oraz budynków użyteczności publicznej. Wynalazek umożliwia odbiór ciepła z wody ściekowej w celu wstępnego podgrzewu wody użytkowej, kierowanej do podgrzewaczy wody lub termostatycznych baterii umywalkowych.

Znanych jest wiele rozwiązań urządzeń umożliwiających odzysk ciepła z wody ściekowej, które można sklasyfikować w dwóch grupach: urządzenia do liniowego odzysku ciepła oraz urządzenia do nieliniowego odzysku ciepła. Pierwszą grupę charakteryzuje proces przekazywania ciepła od czynnika gorącego do czynnika zimnego, przy czym procesowi wymiany ciepła towarzyszą równoczesne przepływy obu czynników przez wymiennik. Urządzeniom do nieliniowego przekazywania ciepła procesowi wymiany ciepła może towarzyszyć brak przepływu któregośkolwiek lub obu czynników wymieniających ciepło. W przypadku tych urządzeń możliwy jest odzysk ciepła z wody odprowadzanej z wanien, zmywarek lub pralek, czyli w przypadkach kiedy odprowadzeniu wody do instalacji ściekowej nie towarzyszy pobór wody świeżej.

Znanych jest wiele rozwiązań wymienników ciepła umożliwiających odzysk ciepła z wody ściekowej. Szeroko rozpowszechnionym urządzeniem jest wymiennik typu GFX (Gravity Film Xchange) opracowany w ramach programu finansowanego przez Departament Energetyki Stanów Zjednoczonych (U.S. Department of Energy). Konstrukcja wymiennika opiera się na prostym odcinku rury kanalizacyjnej ze spiralnie nawiniętą rurą umożliwiającą przepuszczenie świeżej wody użytkowej w przeciwnym kierunku do grawitacyjnie przemieszczającej się wody ściekowej. Dzięki zjawisku biofilmu zachodzącemu na wewnętrznej powierzchni rury kanalizacyjnej możliwe jest spowolnienie ścieku, co prowadzi do pełniejszego odzysku ciepła.

W celu zachowania właściwego kontaktu wody ściekowej z powierzchnią rury wymagany jest precyzyjny montaż wymiennika w pozycji pionowej, który w przypadku stosowania wymienników z zastosowanymi długimi odcinkami rur kanalizacyjnych może stanowić istotną niedogodność montażową, skutkującą potrzebą montażu wymiennika na kondygnacjach znajdujących się poniżej kondygnacji, na której zachodzi zrzut wody ściekowej.

Innym, znanym rozwiązaniem jest tzw. odzyskwa ściekowa, stanowiąca wymiennik ciepła, który wykorzystuje prosty odcinek rury ściekowej. W tym przypadku, w obrębie rury kanalizacyjnej umieszczona jest spiralnie zwinięta, nierdzewna rura karbowana, którą w przeciwnym kierunku do strumienia ścieków przepływa zimna woda użytkowa. Niedogodnością rozwiązania jest skłonność rury karbowanej do osadzania zanieczyszczeń stałych oraz trudność w jej czyszczeniu.

Z polskiego opisu patentowego PL196379 znany jest absorber ciepła, który stanowi monoblok do przeciwnieprądowego przepływu czynnika ciepłego oraz czynnika zimnego za pomocą równoległych kanałów wewnętrznie ożebrowanych. Dzięki procesowi akumulacji powyższe rozwiązanie pozwala na nieliniowe przekazywanie ciepła.

Z innego polskiego opisu patentowego PL198134 znane jest rozwiązanie techniczne do nieliniowego odzysku ciepła, które zakłada akumulację ciepła na drodze wyhamowania ścieku do czasu przejścia od niego ciepła przez zimną wodę użytkową. W powyższym rozwiązaniu funkcję elementu wyhamowującego przepływ pełni automatyczny zawór ciśnieniowo-temperaturowy. Dzięki pracy zaworu możliwe jest wypełnienie zbiornika akumulacyjnego ściekami do czasu ich wychłodzenia przez wodę zimną. Woda ściekowa po wychłodzeniu zrzucana jest do kanalizacji. Niedogodnością rozwiązania jest brak możliwości utrzymania gradientowego profilu temperatur w przestrzeni zbiornika ściekowego, co przy zasilaniu wymiennika zimną wodą świeżą umożliwiłoby przybliżenie procesu wymiany ciepła do takiego, który jest charakterystyczny dla wymienników przeciwnieprądowych, w których temperatura czynnika podgrzewanego może osiągać poziomy bliskie temperatury czynnika ciepłego zasilającego wymiennik. Niedogodnością jest także potrzeba stosowania automatycznego zaworu, co istotnie komplikuje konstrukcję urządzenia.

Celem wynalazku jest umożliwienie wysokoefektywnego odzysku ciepła z wody ściekowej na drodze podgrzewu zimnej wody użytkowej przy zachowaniu ograniczonego gabarytu wymiennika, umożliwiającego jego montaż pod umywalką.

Cel ten osiągnięto poprzez zastosowanie w obrębie wymiennika rury kanalizacyjnej, spiralnie zwiniętej w osi poziomej wymiennika (rury spiralnej wewnętrznej), dzięki czemu po wypełnieniu rury wodą ściekową pełni ona rolę syfonu kanalizacyjnego oraz dzięki czemu możliwe jest nieliniowe przekazywanie ciepła od wody ściekowej do wody świeżej.

Cel osiągnięto dzięki zastosowaniu, w przestrzeni rury spiralnej wewnętrznej, wkładu elastycznego z elementami przepływowymi, umożliwiającego zwiększenie prędkości przepływającej wody ściekowej w sąsiedztwie ścianki wewnętrznej rury oraz ograniczenie mieszania wody wprowadzanej do wymiennika z wodą wcześniej już tam zgromadzoną.

Istota według wynalazku charakteryzuje się tym, że urządzenie zbudowane jest z rury spiralnej zewnętrznej z osadzoną wewnątrz współosiowo rurą spiralną wewnętrzną, która posiada co najmniej jeden zwój spiralny o poziomej osi spirali oraz wkład elastyczny w postaci trzpienia elastycznego związanego na sztywno z przegrodami przelewowymi, dopasowanymi do kształtu rury spiralnej wewnętrznej, przebiegającymi przez całą długość wymiennika, służącymi do ukierunkowanego przepływu wody, które mają rozmieszczone na obwodzie wypustki do zdystansowania powierzchni bocznej elementów przepływowych od ścianki rury spiralnej wewnętrznej oraz tym, że rura spiralna wewnętrzna wykonana jest z materiału o wysokiej przewodności cieplnej, a trzpień elastyczny nie jest na stałe przytwierdzony do rury spiralnej wewnętrznej, ponadto przegrody przelewowe stanowią elementy walcowe, których wysokość względem ich średnicy jest niewielka, natomiast ich średnica jest mniejsza od średnicy wewnętrznej rury spiralnej wewnętrznej, z kolei rura spiralna wewnętrzna omywana jest zewnętrznie świeżą wodą użytkową wprowadzaną do rury spiralnej zewnętrznej wlotem czynnika niskotemperaturowego i wyprowadzaną wylotem czynnika niskotemperaturowego, przy czym woda świeża przejmuje ciepło przepływając w przeciwnym kierunku do wody ściekowej wprowadzanej do rury spiralnej wewnętrznej wlotem czynnika wysokotemperaturowego i wyprowadzanej wylotem czynnika wysokotemperaturowego.

Wynalazek umożliwia odbiór ciepła z wody ściekowej w celu wstępnego podgrzewu wody użytkowej, kierowanej do podgrzewaczy wody lub termostatycznych baterii umywalkowych.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania został przedstawiony na załączonych rysunkach, na których Fig.1 przedstawia przekrój wymiennika przy zastosowaniu rur spiralnych o trzech zwojach, a Fig. 2 przedstawia dwa przykłady wykonania wkładu elastycznego.

Podstawowym elementem rozwiązania według wynalazku jest rura spiralna wewnętrzna (1), umożliwiającą przepływ wody ściekowej wprowadzanej do wymiennika wlotem czynnika wysokotemperaturowego (A). Rura spiralna wewnętrzna (1) zabudowana jest wewnątrz rury spiralnej zewnętrznej (2) współosiowo. Woda ściekowa przepływa przez rurę spiralną wewnętrzną (1) oddając ciepło świeżej wodzie użytkowej przepływającej w przeciwnym kierunku przez rurę spiralną zewnętrzną (2). Świeża woda wprowadzana jest do wymiennika ciepła wlotem czynnika niskotemperaturowego (C). Woda ściekowa przepływa przez trzy zwoje spiralne, tworzące rurę spiralną wewnętrzną (1), przy czym każdy zwoj rury umożliwia grawitacyjne zakumulowanie pewnej objętości wody ściekowej. Woda ściekowa po wychłodzeniu opuszcza wymiennik ciepła wylotem czynnika wysokotemperaturowego (B). Woda świeża po odbiorze ciepła opuszcza wymiennik ciepła wylotem czynnika niskotemperaturowego (D). W objętości rury spiralnej wewnętrznej umieszczony jest wkład elastyczny utworzony przez trzpień elastyczny (3) oraz przez, na sztywno z nim związane, przegrody przelewowe (4). W przypadku przykładowego sposobu wykonania, przedstawionego na Fig.1, przegrody przelewowe (4) stanowią elementy walcowe, przy czym wysokość elementów jest niewielka względem ich średnicy. Średnica elementów jest mniejsza od średnicy wewnętrznej rury spiralnej wewnętrznej (1), co powoduje, że w sąsiedztwie ścianki rury powstają szczeliny przelewowe, przez które czynnik przepływa z większą prędkością. Przegrody przelewowe (4) na obwodzie wyposażone są w wypustki (5), których zadaniem jest zdystansowanie powierzchni bocznej elementów przelewowych od ścianki rury spiralnej wewnętrznej (1). Profil wzdłużny wkładu elastycznego, właściwego dla wymiennika ciepła prezentowanego na Fig.1, przedstawiono na Fig.2a. Inne wykonanie wkładu elastycznego przedstawiono na rysunku Fig.2b. W przypadku tego wkładu, w miejsce przegród przelewowych (4) na trzpieniu elastycznym (3) osadzona jest spirala utworzona z płaskownika, tworząca wraz z trzpieniem elastycznym (3), po umieszczeniu w rurze spiralnej wewnętrznej (1), kanał przelewowy dla wody ściekowej o wydłużonej ścieżce względem długości rury spiralnej wewnętrznej (1).

Zaletą rozwiązania według wynalazku jest konstrukcja spiralna, która umożliwia zabudowę dużej powierzchni wymiany ciepła we względnie niewielkim gabarycie wymiennika, przy zachowaniu korzystnej konstrukcji wymiennika z punktu widzenia możliwości okresowego oczyszczania wymiennika z zanieczyszczeń naniesionych na powierzchnię rury kanalizacyjnej przez wodę ściekową. Ponadto spiralna konstrukcja rury wewnętrznej przy montażu poziomym wymiennika (pozioma oś spirali), umożliwia

organizację przestrzeni wymiennika, w której gromadzi się woda ściekowa, dzięki czemu możliwa jest wymiana ciepła pomiędzy wodą ściekową, a wodą świeżą, nawet w sytuacji braku równoczesnego przepływu dwóch cieczy. Zastosowany wkład elastyczny umożliwia ograniczenie mieszania się wody cieplej z wodą już częściowo ochłodzoną, co pozwala na uzyskanie optymalnej relacji profili temperatur czynników wymieniających ciepło na długości rur spiralnych, właściwej dla typowego wymiennika przeciwprądowego. Wkład elastyczny z elementami przepływowymi o odpowiednim kształcie umożliwia zwiększenie prędkości przepływu wody ściekowej w otoczeniu ścianki spiralnej rury kanalizacyjnej. Wkład elastyczny nie jest na stałe przytwierdzony do rury wewnętrznej, co umożliwia jego wykorzystanie jako elementu służącego do czyszczenia wewnętrznej powierzchni rury spiralnej wewnętrznej z zanieczyszczeń osadzających się podczas eksploatacji wymiennika. Przeprowadzenie takiego zabiegu możliwe jest na drodze wprowadzenia wkładu elastycznego w ruch posuwisto-zwrotny. Korzystne jest zastosowanie odpowiedniej liczby zwojów spirali w konstrukcji rury wewnętrznej, która nie przyczyni się do powstawania nadmiernych sił tarcia w procesie oczyszczania wymiennika i w konsekwencji tego uszkodzenia wkładki elastycznej. Korzystne jest zastosowanie odpowiedniej geometrii króćca wlotowego dla wody ściekowej, umożliwiającego wyprowadzenie wkładu elastycznego z rury spiralnej wewnętrznej, w celu jego okresowego oczyszczenia z zanieczyszczeń.

Wymiennik ciepła pełni rolę syfonu dla instalacji kanalizacyjnej, co pozwala na rezygnację z wyposażenia instalacji w tego typu dedykowane urządzenie. Zastosowanie w konstrukcji wymiennika wkładu przelewowego umożliwia organizację przepływu wody ściekowej z minimalizacją mieszania się wody wprowadzanej do wymiennika z wodą już wcześniej tam zgromadzoną, charakteryzującą się niższą temperaturą. Zastosowanie elementów przelewowych takich jak przegrody lub spirale umożliwia ustalenie na długości rury spiralnej wewnętrznej odpowiedniego gradientu temperatur czynników wymieniających ciepło przy ich przeciwprądowym przepływie, co jest korzystne z punktu widzenia teorii wymiany ciepła. Przepływ wody przez kolejne elementy przelewowe z większą prędkością przyczynia się do zintensyfikowania wymiany ciepła.

Korzystne jest zastosowanie rur o możliwie niewielkiej grubości ścianki, wykonanych z materiału o niskiej pojemności cieplnej. Korzystne przy tym jest zastosowanie rury spiralnej wewnętrznej z materiału charakteryzującego się wysoką przewodnością cieplną.

Korzystne jest zastosowanie izolacji termicznej wymiennika pozwalającej na minimalizację strat ciepła do otoczenia.

Korzystne, z uwagi na efektywność cieplną wymiennika, jest zastosowanie konstrukcji zakładającej spiralne owinięcie rury spiralnej wewnętrznej rurą przewidzianą dla transportu wody świeżej. Zastosowanie takiej skomplikowanej konstrukcji wymiennika wiązało będzie się z wyższym kosztem produkcji.

Korzystne jest zastosowanie wymiennika ciepła do odzysku ciepła z wody ściekowej, której źródłem są umywalki lub zlewozmywaki zlokalizowane względem siebie w niedużej odległości, wyposażone w jedną zbiorczą rurę ściekową umożliwiającą transport ścieku do wymiennika.

Razem z...
Dziękuję za...
