

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **239324**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **424638**

(51) Int.Cl.

D21C 11/00 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **21.02.2018**

(54) **Sposób odzyskiwania wody z oparów usuwanych z suszarni maszyny papierniczej**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
26.08.2019 BUP 18/19

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
22.11.2021 WUP 34/21

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA ŁÓDZKA, Łódź, PL
LASZKO MIROSŁAW, Witnica, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

WŁODZIMIERZ SZEWCZYK, Łódź, PL
MICHAŁ GŁĘBOWSKI, Łódź, PL
MARIUSZ REZULSKI, Lubianków, PL
ADRIAN SZADKOWSKI,
Gorzów Wielkopolski, PL
KRZYSZTOF BRODNICKI, Witnica, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Ewa Kaczur-Kaczyńska

PL 239324 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób odzyskiwania wody z oparów usuwanych z suszarni maszyny papierniczej.

Odzysk wody z oparów wydanych z suszarni maszyny papierniczej odbywa się zazwyczaj podczas procesu rekuperacji ciepła. Ze względu na wysoką temperaturę oparów opuszczających suszarnię maszyny papierniczej, wykroplenie ich jest możliwe dopiero po ich schłodzeniu do temperatury termometru wilgotnego. Schładzanie takie odbywa się zwykle przy wykorzystaniu wymienników pośrednich tzw. przeponowych, o konstrukcji płytowej lub rurowej. Strumień gorących oparów, zawierających parę wodną, przepływając wzdłuż płyty lub rury wymiennika przekazuje ciepło do zimnego płynu, tj. wody lub powietrza, przepływającego po drugiej stronie przegrody.

Znany jest również sposób rekuperacji ciepła z oparów suszarni papieru, w komorze wymiennika ciepła zwanego skruberm lub zraszaczem, instalowanego w trzecim, ostatnim stopniu rekuperacji ciepła. W komorze zraszacza opary są natryskiwane zimną wodą wypływającą z dysz, przy czym kontakt oparów z zimną wodą odbywa się w układzie przeciwprądowym lub krzyżowym. W powszechnie stosowanym układzie przeciwprądowym dysze natryskowe umieszczone są w górnej części komory skrubera. Wypływające z dysz strumienie silnie rozproszonej wody, w formie drobnych kropeł, opadają i mieszają się z oparami mającymi przeciwny kierunek ruchu. W wyniku kontaktu obu strumieni następuje wymiana ciepła między gorącymi oparami i zimną wodą. Następuje również przemiana fazowa występująca wskutek schłodzenia oparów, w wyniku której zawarta w oparach para wodna ulega skropleniu i zostaje przejęta przez wodę. Natryskiwana woda wraz ze skroplinami wytrąconymi z oparów jest odbierana z komory zraszacza i przekazywana do wykorzystania w procesie wytwarzania papieru. Z podstawowych zależności opisujących procesy wymiany ciepła i masy wynika między innymi, że efektywność procesu zraszania zależy od prędkości ruchu strumieni oparów i wody, właściwości fizycznych obu płynów oraz wymiarów geometrycznych kropeł wody natryskiwanej na opary. Wymiary te określają stopień rozproszenia strumienia wody i charakteryzują wielkość całkowitego pola powierzchni wymiany masy, które ma wpływ na przebieg procesów wymiany ciepła i masy między schładzanymi oparami i nagrzewaną wodą.

W stosowanych dotychczas skrubkach instalowane są dysze wodne o różnej konstrukcji i średnicach otworu wylotowego w zakresie 2–4 mm. Prędkości wypływu wody z dysz zależą od średnicy otworu i przy ciśnieniach $5\text{--}7 \times 10^3$ hPa mogą osiągać wartości 20–50 m/s. Strumienie masowe podgrzewanej w skrubkach wody są równe 15–17 kg/s, a strumienie objętościowe schładzanych oparów 6–9 m³/s.

Z polskiego opisu patentowego nr PL 220223 jest znany sposób rekuperacji ciepła z oparów, zwłaszcza z oparów suszarni papieru w skrubkach, polegający na tym, że strumień oparów natryskuje się zimną wodą natryskiwaną przez mikrodysze, których pole powierzchni wypływowej zawiera 10–50 otworów/cm², o średnicy otworów mikrodyszowych 0,05–0,25 mm, zasilane wodą o ciśnieniu $5\text{--}7 \times 10^3$ hPa, pogrupowane w moduły, z których każdy zawiera do 500 000 dysz/m², które z kolei są pogrupowane w zespoły natryskowe usytuowane w równoległych względem siebie płaszczyznach poziomych lub pionowych, przy czym ilość i wymiary zespołów są uzależnione od wielkości i budowy instalacji schładzającej opary.

Zastosowanie skrubków do odzysku wody z oparów jest ograniczone. Ze względów procesowych uzasadnione jest stosowanie skrubków o dużej objętości – nawet do 50–60 m³. Skrubki o tych rozmiarach są drogie i wymagają odpowiedniej ilości miejsca w układzie rekuperacyjnym. Ze względu na duże gabaryty skrubków oraz związane z tym wysokie nakłady finansowe są one rzadko stosowane i w związku z tym woda zawarta w oparach nie jest odzyskiwana, lecz odprowadzana do atmosfery, przez co w mniejszym stopniu domykane są obiegi wodne. Średnio w papierni zużywa się około 6 m³ wody/tonę wyprodukowanego papieru, a w optymalnych przypadkach 3 m³. Zamknięcie obiegów wodnych nie zapobiega uciekaniu wody przez opary.

Sposób odzyskiwania wody z oparów usuwanych z suszarni maszyny papierniczej w skrubkach, polegający na natryskiwaniu strumienia oparów przepływającego przez skrubek wodą wypływającą z mikrodysz i odprowadzaniu odzyskanej wody ze skrubka do wykorzystania między innymi w procesie wytwarzania papieru, **według wynalazku** charakteryzuje się tym, że strumień oparów natryskuje się w skrubkach, w przeciwprądzie lub pod dowolnym kątem do kierunku przepływu strumienia oparów, wodą o temperaturze co najmniej o 30°C niższej od temperatury oparów, wypływającą z prędkością nie

mniejszą niż 1,6 m/s z mikrodysz o średnicach otworów wylotowych 0,1–0,25 mm tworzących co najmniej jeden moduł natryskowy. Stosuje się moduły o współczynniku perforacji powierzchni natrysku nie większym niż 4%.

Sposób według wynalazku zapewnia uzyskanie znacznie wyższych wartości objętościowego współczynnika przejmowania ciepła od schładzanych oparów niż w znanych sposobach rekuperacji ciepła z oparów w tradycyjnym skruberze. Przy podobnych, jak w znanych sposobach rekuperacji ciepła z oparów, parametrach termodynamicznych schładzanych oparów i wymiarach skrubera umożliwia wykroplenie większości wody zawartej w oparach (do 95% masy wody zawartej w oparach) oraz 2–2,5-krotne zmniejszenie objętości roboczej skrubera przy zachowaniu warunków termodynamicznych i strumieni masowych oparów i wody podobnych jak w skruberach o dotychczasowej objętości.

Sposób według wynalazku ilustrują poniższe przykłady. W poniższych przykładach do odzysku wody z oparów stosowano mikrodysze o średnicy otworów wylotowych 0,15 mm tworzące moduł o współczynniku perforacji powierzchni natrysku 0,1%. Mikrostrugi natryskiwano w przeciwnym kierunku przepływu strumienia oparów.

Przykład 1

Oparz z suszarni maszyny papierniczej o strumieniu masowym 1,35 kg/s, o temperaturze początkowej 87°C i początkowej zawartości wilgoci 0,14 kg / kg suchego powietrza skierowano do skrubera o objętości 2,3 m³, w którym natryskiwano je wodą o temperaturze 14°C wypływającą z mikrodysz z prędkością 14,6 m³/h. W wyniku wymiany ciepła i masy między oparami i natryskiwaną wodą odzyskiwano z oparów 0,16 kg wody/s, co pozwoliło odzyskać 95% masy wody zawartej w oparach wlotowych. Odzyskaną wodę odprowadzano do wykorzystania w procesie wytwarzania papieru.

Przykład 2

Oparz z suszarni maszyny papierniczej o strumieniu masowym 3,05 kg/s, o temperaturze początkowej 185°C i początkowej zawartości wilgoci 0,33 kg / kg suchego powietrza skierowano do skrubera o objętości 2,3 m³, w którym natryskiwano je wodą o temperaturze 18°C wypływającą z mikrodysz z prędkością 19,1 m³/h. W wyniku wymiany ciepła i masy między oparami i natryskiwaną wodą odzyskiwano z oparów 0,31 kg wody/s, co pozwoliło odzyskać 42% masy wody zawartej w oparach wlotowych. Odzyskaną wodę odprowadzano do wykorzystania w procesie wytwarzania papieru.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób odzyskiwania wody z oparów usuwanych z suszarni maszyny papierniczej, w skruberze, polegający na natryskiwaniu strumienia oparów przepływającego przez skrubier zimną wodą wypływającą z mikrodysz i odprowadzaniu odzyskanej wody ze skrubera do wykorzystania między innymi w procesie wytwarzania papieru, **znamienny tym**, że strumień oparów natryskuje się w skruberze, w przeciwnym kierunku lub pod dowolnym kątem do kierunku przepływu strumienia oparów, wodą o temperaturze co najmniej o 30°C niższej od temperatury oparów, wypływającą z prędkością nie mniejszą niż 1,6 m/s z mikrodysz o średnicach otworów wylotowych 0,1–0,25 mm tworzących co najmniej jeden moduł natryskowy.
2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że stosuje się moduły natryskowe o współczynniku perforacji powierzchni natrysku nie większym niż 4%.