

Czym jest i jak działa wymiennik entalpiczny?



Rysunek 1. Wymiennik entalpiczny HRU- ERGO ze sterownikiem

Rekuperatorem entalpicznym przyjęło się nazywać w naszym kraju specyficznego rodzaju konstrukcje, pozwalające na jednoczesny odzysk ciepła i wilgoci z wywiewanego powietrza. Podstawową różnicą między wymiennikiem entalpicznym a standardowym jest użycie selektywnej, paroprzepuszczalnej membrany celulozowej w miejsce stosowanych standardowo metalowych lameli.

Aby w pełni zrozumieć zasadę działania urządzenia warto przypomnieć czym jest entalpia. Określa ona potencjał termodynamiczny gazu, co w największym uproszczeniu jest miarą energii niesionej przez czynnik przy danych parametrach, czyli tak zwaną zawartość ciepła. W przypadku powietrza, które jest mieszaniną gazów niekondensujących (suchych) i pary wodnej stosuje się wielkość zwaną entalpią powietrza wilgotnego o zawartości wilgoci x [kg/kg]. Definiuje się ją jako sumę entalpii 1 kg powietrza suchego i x kg pary wodnej.

$$I = i_p + x i_w$$

gdzie:

I – entalpia powietrza wilgotnego

i_p – entalpia powietrza suchego [J/kg]

i_w – entalpia pary wodnej [J/kg]

x – wilgotność bezwzględna powietrza [kg/kg]

Oznacza to, że ilość energii niesionej przez powietrze silnie zależy od zawartości pary wodnej i związanej z nią energią (tzw. ciepło utajone). W wielu konstrukcjach wykorzystuje się ideę odzysku ciepła utajonego zawartego w wywiewanym powietrzu. Tradycyjne rozwiązania opierają się na wykropleniu wody na ściankach wymiennika, co podwyższa sprawność wymiennika, ale rodzi konieczności odprowadzenia skroplin oraz znacząco wysusza powietrze dostające się do budynku. W rekuperatorze z przeciwprądowym wymiennikiem entalpicznym HRE-ERGO ciepło przekazywane jest bezpośrednio, wraz z cząsteczkami pary wodnej. Przenikają one do powietrza nawiewanego przez specjalną, porowatą celulozę z której wykonany

jest wymiennik. Jako że nie następuje wykraplanie się wody, nie ma ryzyka oszronienia powierzchni rekuperatora, gwarantując nieprzerwaną wentylację i niższe zużycie energii przez centralę.

Efektywność odzysku temperatury (oparta na pomiarze temperatury) w rekuperatorze podwieszanym HRU-ERGO wartość do 85%, jest więc niższa niż efektywność analogicznego, tradycyjnego wymiennika przeciwprądowego. Dzieje się tak, gdyż nie następuje podwyższenie temperatury powietrza nawiewanego kosztem wykraplającej się wody. Jednak przenikająca do nawiewanego powietrza para wodna o temperaturze pokojowej posiada pewną energię, której uwzględnienie powoduje uzyskanie całkowitej efektywności przekraczającej 100%. Mimo iż taka wartość wydaje się niemożliwa do osiągnięcia, warto zauważyć że podobne obliczenia wykonuje się dla pieców CO wykorzystujących zjawisko kondensacji, a wartość sprawności powyżej 100 % wynika z wykorzystania tego normalnie niestosowanego w typowych rozwiązaniach efektu. Warto uświadomić sobie że powietrze o temperaturze nawet 15 stopni i wilgotności 60% ma wyższą zawartość ciepła niż suche powietrze ogrzane do temperatury 19 C i 30% wilgotności (parametry możliwe do uzyskania w tradycyjnej rekuperacji), co jest związane oczywiście z różną ilością ogrzanej pary wodnej w nich zawartej.

Wydawało by się, że bardziej zależy nam na osiągnięciu odpowiedniej temperatury wewnątrz pomieszczenia, gdyż to ją bezpośrednio odczuwamy, niż wysokiej wartość dość abstrakcyjnego parametru jak entalpia. Jest to oczywiście prawdą, iż dla naszego komfortu kluczowe są temperatura i wilgotność powietrza, jednak to tak naprawdę ciepło (wyrażone jako entalpia) jest tym co tracimy przez ściany i okna budynku, a skuteczny odzysk tej energii pozwala ograniczyć koszt ogrzewania budynku. Paradoksalnie więc, łatwiej i taniej utrzymać w ogrzewanym mieszkaniu stałą temperaturę nawiewając chłodniejsze, wilgotne powietrze działające jak swego rodzaju bufor cieplny, niż suche i przegrzane.



Rysunek 2. Wymiennik przeciwprądowy HRE-EGRO

Wykorzystany do budowy wymiennika HRE-ERGO materiał posiada specjalną strukturę. Odległość między włóknami celulozy odpowiada wielkości cząsteczki wilgoci, co pozwala to na separację większych cząsteczek, oraz swobodny przepływ pary wodnej. Selektywność materiału oraz zastosowane filtry pozwalają skutecznie ograniczyć zanieczyszczenia oraz nieprzyjemne zapachy które mogą przedostać się do pomieszczeń. Jest to wyjątkowo ważne w zapewnieniu komfortu i higieny użytkownika systemu wentylacji. Bardzo istotnym faktem

jest, że materiał z którego wykonany jest wymiennik został pokryty specjalną powłoką antybakteryjną, która ma silną zdolność do zabijania różnego typu bakterii oraz zapobieganiu rozrostowi grzybów w jednostce. Powłoka jest również odporna na ścieranie.

Rodzaj gazu	CO ₂	NH ₃	CH ₄	H ₂ O	Oczko wymiennika
Średnica [nm]	0,324	0,308	0,324	0,288	0,3

Tabela 1. Wielkości różnych cząsteczek znajdujących się w powietrzu

Standardowe ogrzewanie powietrza zawsze powoduje jego osuszenie, niezależnie od rodzaju zastosowanej wentylacji. Jego wilgotność względna znacznie spada, a efekty tego zjawiska są szczególnie odczuwalne zimą. Nawiewanie stosunkowo ciepłego i suchego powietrza prowadzi do nieprzyjemnego wysychania błon śluzowych, znacznie obniżając komfort przebywających wewnątrz osób. Konieczne jest wtedy stosowanie dodatkowych nawilżaczy, które oprócz generowania kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych, obniżają temperaturę nawiewu w skutek rozpylenia wody w powietrzu. Ogranicza to korzyści wynikające z rekuperacji i odzysku temperatury w standardowej jednostce. W rekuperatorze HRU-ERGO z wymiennikiem entalpicznym powietrze zostaje nawilżone parą wodną zawierającą energię cieplną z pomieszczeń, a więc o temperaturze wyższej niż temperatura powietrza nawiewanego. Powstaje jednak pytanie - co w sytuacji kiedy chcemy obniżyć wilgotność na przykład w kuchni, czy łazience a nie ją zwiększać? Warto pamiętać że powietrze przesycone parą wodną jest nieprzerwanie usuwane z wentylowanego pomieszczenia. Ze względu na mechanizm przekazywania wilgoci wewnątrz struktury wymiennika, do budynku nawiewane jest powietrze o mniejszej zawartości wilgoci niż powietrze wyciągowe. W ogólnym bilansie energetycznym, a przede wszystkim w odczuwaniu komfortu klimatycznego wymiennik entalpiczny góruje nad wymiennikiem o standardowej budowie. Nie występuje również ryzyko zagrzybienia kanałów wentylacyjnych, istniejące w przypadku nawilżaczy kanałowych. Każda z central rekuperacyjnych HRU-ERGO posiada 3 biegi, pozwalające dostosować wydatek powietrza wentylacyjnego do kubatury pomieszczeń i aktualnych potrzeb. Dzięki automatycznie aktywowanej funkcji By-Pass możliwe jest przesyłanie powietrza z pominięciem wymiennika, w okresach w których różnice temperatury zewnętrznej i wewnętrznej są niewielkie. Rekuperatory działają wtedy jak zwykła nawiewno-wywiewna centrala wentylacyjna.

Zaletami rekuperatora z odzyskiem ciepła i wilgoci są:

- bardzo wysoka sprawność odzysku ciepła, co przekłada się na duże oszczędności energii
- wewnętrzny odzysk wilgoci, a więc poprawienie komfortu klimatycznego i warunków zdrowotnych wewnątrz budynku, bez stosowania dodatkowego nawilżacza
- brak szronienia, a więc ponownie wyższa średnioroczna sprawność rekuperatora i niezakłócona wentylacja
- łatwe sterowanie