

MIESZANIE STRUMIENI POWIETRZA W RÓŻNEGO TYPU WYMIENNIKACH CIEPŁA W CENTRALACH WENTYLACYJNYCH

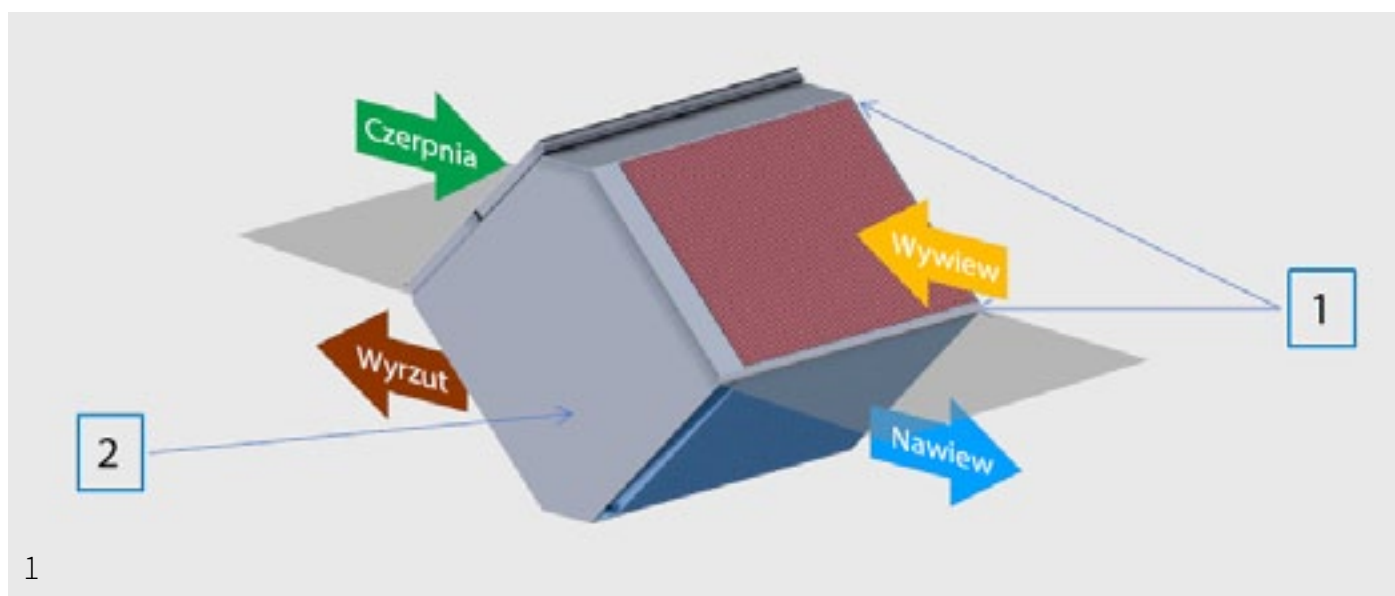
ADRIAN ZAGULSKI

Jedną z cech, która decyduje o wyborze typu wymiennika ciepła w centrali wentylacyjnej (rekuperatorze), jest stopień mieszania strumieni powietrza nawiewanego oraz wywiewanego. Temat jest szeroko komentowany przez różne środowiska, a podawane w literaturze oraz publikacjach akademickich, wysokie wartości rzędu 5-10% dla wymiennika obrotowego, bazują na nieaktualnych badaniach i przestarzałych technologiach. Przyjrzyjmy się dokładnie, jak realnie wygląda sytuacja oraz czy zjawisko mieszania, rzeczywiście jest aż tak istotną cechą rekuperatorów.

MIESZANIE STRUMIENI POWIETRZA W ŻYCIU CODZIENNYM

Powietrze, którym oddychamy, zawiera w sobie około 78% azotu (N), 21% tlenu (O_2), 1% argonu (Ar), 0,04% dwutlenku węgla (CO_2), pozostałą część stanowią inne gazy. Poza wymienionymi gazami w powietrzu znajdują się również zawiesiny

takie, jak: pyły, sadza, mikroorganizmy, czy też zarodniki roślin. W zamkniętych pomieszczeniach, ze względu na obecność ludzi, skład powietrza zmienia się tj. zawartość tlenu maleje, natomiast rośnie zawartość dwutlenku węgla. Konsekwencją tego procesu jest konieczność stosowania wentylacji. Wentylacja odpowiada za wymianę powietrza, jednak samo zjawisko



CO POWODUJE MIESZANIE STRUMIENI POWIETRZA?

Na to, jak wygląda kwestia mieszania strumieni powietrza wewnątrz centrali wentylacyjnej, ma wpływ przede wszystkim sposób ustawienia wentylatorów oraz jakość wykonania samego urządzenia. Ustawienie wentylatorów determinuje rozkład ciśnień wewnątrz urządzenia. Bazując na badaniach przeprowadzonych przez europejskie stowarzyszenie REHVA (Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Association), najkorzystniejszym ułożeniem wentylatorów, jest montaż wentylatora nawiewnego za wymiennikiem ciepła po stronie powietrza nawiewanego oraz wentylatora wyciągowego za wymiennikiem ciepła po stronie powietrza wyrzutowego. Dzięki temu rozwiązaniu wytworzona różnica ciśnień powoduje, że występujące mieszanie odbywa się od strony powietrza czerpanego do wyrzutowego (przy założeniu zbilansowanych strumieni powietrza). Należy zwrócić uwagę, że część producentów nie stosuje opisanego, korzystnego ułożenia wentylatorów, co powoduje mieszanie od strony powietrza wywiewanego do nawiewanego, co bezpośrednio przekłada się na stopień mieszania strumieni powietrza.

Dodatkowo u dużej liczby producentów central wentylacyjnych, wykorzystywane wymienniki ciepła są dostarczane przez zewnętrznych producentów, zjawisko to jest szczególnie widoczne w przypadku wymienników przeciwprądowych lub krzyżowych w małych, domowych urządzeniach. W większości przypadków jakość wykonania samych wymienników jest wysoka i na te parametry powołują się producenci, natomiast jakość wykonania samego urządzenia i sposób montażu wymiennika jest osobną kwestią. Wymienniki ciepła są jednym z elementów

centrali wentylacyjnej i podlegają zabezpieczeniu przed wystąpieniem zjawiska mieszania powietrza. Nieszczelności zazwyczaj występują w miejscach zagnieżdżenia wymiennika ciepła (rys. 1 - 1), jak również przy klapie rewizyjnej w miejscu bezpośredniego styku dwóch elementów (rys. 1 - 2), dlatego tak istotne jest odpowiednie uszczelnienie konstrukcji.

MIESZANIE STRUMIENI POWIETRZA W WYMIENNIKU PRZECIWPRAĐOWYM

Przeciwprądowe oraz krzyżowe wymienniki ciepła są zbudowane z ułożonych równolegle do siebie lamel, które odpowiadają za odzysk energii. Najczęściej stosowanymi materiałami są blacha aluminiowa, polipropylen oraz celuloza, która umożliwia częściowy odzysk wilgoci. Mieszanie strumieni powietrza w samym wymienniku występuje głównie w wyniku niedoskonałości samego złożenia, zużycia materiału, jak również jest konsekwencją procesu szronienia w okresie zimowym. W procesie szronienia woda zmienia swój stan skupienia, zwiększając objętość i w konsekwencji stopniowo rozszczelnia połączenia lamel wymiennika (rys. 2).

Deklarowane przez producentów mieszanie strumieni powietrza dla wymienników przeciwprądowych wynosi około $\pm 0,25\%$. Wartość ta oczywiście nie jest przypadkowa. Obowiązujące przepisy prawne, nakładają na producentów central wentylacyjnych z przeciwprądowymi wymiennikami ciepła o wydajności $\geq 500 \text{ m}^3/\text{h}$, ograniczenie przenikania między strumieniami powietrza do $0,25\%$ (Warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie – §151. 2. 1). W tym miejscu warto zaznaczyć, że duża część producentów, podczas pozyskiwania certyfikatu instytutu Passive House, przebadła swoje urządzenia między innymi pod kątem

MIESZANIE STRUMIENI POWIETRZA A WENTYLACJA MECHANICZNA

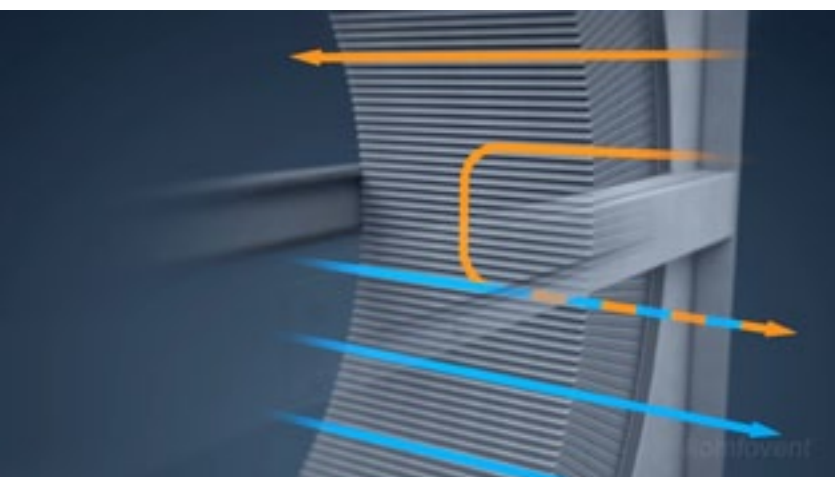
Omawiając mieszanie strumieni powietrza, musimy wziąć pod uwagę, że wymiennik ciepła jest jednym z elementów centrali wentylacyjnej, w związku z czym, aby uzyskać pełny obraz, musimy również sprawdzić, jak wygląda kwestia mieszania strumieni powietrza w kontekście całego urządzenia.

Obowiązujące przepisy, nakładają obowiązek zastosowania pełnej separacji strumieni powietrza w przypadku wentylacji mechanicznej obsługującej np. sale operacyjne. W przypadku wspomnianej sali operacyjnej jedynym stosowanym rozwiązaniem są wymienniki z czynnikiem pośredniczącym np. roztworem wodno-glikolowym, co bezpośrednio dowodzi temu, że w wymiennikach płytowych np. przeciwprądowym, krzyżowym, również dochodzi do mieszania strumieni powietrza. Słowo „również” jest kluczowe, ponieważ to wymienniki obrotowe są stale wymieniane jako te, które generują wysokie mieszanie strumieni powietrza, a jak pokazują badania sprawa wygląda zupełnie inaczej.



2 Sposób łączenia lamel wymiennika przeciwprądowego

mieszania powietrza, kiedy spojrzemy na nie z szerszej perspektywy jest naturalną konsekwencją oddychania osób przebywających w danej przestrzeni. Powietrze wydychane stale miesza się ze świeżym, a w konsekwencji osoby przebywające w tej samej przestrzeni cały czas nim oddychają. Dodatkowo warto wspomnieć o tym, że jest bardzo dużo instalacji, w których mieszanie odbywa się świadomie w ilości kilkadziesiąt procent – mowa oczywiście o stosowaniu komór mieszania.



3 Schemat przepływu powietrza w standardowym wymienniku obrotowym

przecieków wewnętrznych. Co ciekawe otrzymane wyniki znacząco odbiegają od tych deklarowanych, ponieważ wahają się między 0,5÷3% (dane są powszechnie dostępne na stronie internetowej instytutu Passive House).

Podsumowując, patrząc na wymiennik przeciwprądowy jako część centrali wentylacyjnej, mieszanie strumieni powietrza znacząco wzrasta, wynika to przede wszystkim z ustawienia wentylatorów w urządzeniu, szczelności wewnętrznej tj. jakości wykonania oraz zużycia materiału.

MIESZANIE STRUMIENI POWIETRZA W WYMIENNIKU OBROTOWYM

Wymienniki obrotowe są zbudowane z ułożonej naprzemiennie płaskiej oraz karbowanej blachy aluminiowej, wysokość karbowania zmienia parametry odzysku energii oraz wilgoci, jak również poziom mieszania strumieni powietrza. Dodatkowo warstwa przewodząca, może zostać pokryta np. zeolitem zwiększającym odzysk wilgoci z powietrza wywiewanego. Mieszanie strumieni powietrza jest spowodowane ruchem obrotowym wymiennika. Część powietrza wywiewanego z pomieszczeń osiada w konstrukcji wymiennika i zostaje



4 Sekcja wymiennika obrotowego w centrali wentylacyjnej

zawrócona z powrotem do pomieszczeń (rys. 3). Standardowy wymiennik obrotowy w zależności od rodzaju wykonania, generuje nieszczelności na poziomie +/- 0,5-1,5%. Wartość ta jest znacznie niższa od tych, które możemy odnaleźć w literaturze. Tak duże różnice, głównie wynikają z lat doświadczeń, stałego udoskonalania konstrukcji oraz zastosowania nowoczesnej technologii. Podobnie jak w przypadku wymienników przeciwprądowych na tę wartość ma wpływ wiele czynników. Jednak największą zaletą tego rozwiązania jest to, że wymienniki obrotowe ze względu na stały ruch obrotowy muszą być starannie przymocowane do obudowy, tak aby pozbyć się ewentualnego efektu rezonansu (wibracji/drgań). Dzięki temu stanowią monoblok, którego szczelność jest na bardzo wysokim poziomie (rys. 4).

Obowiązujące przepisy prawne, nakładają na producentów central wentylacyjnych z obrotowymi

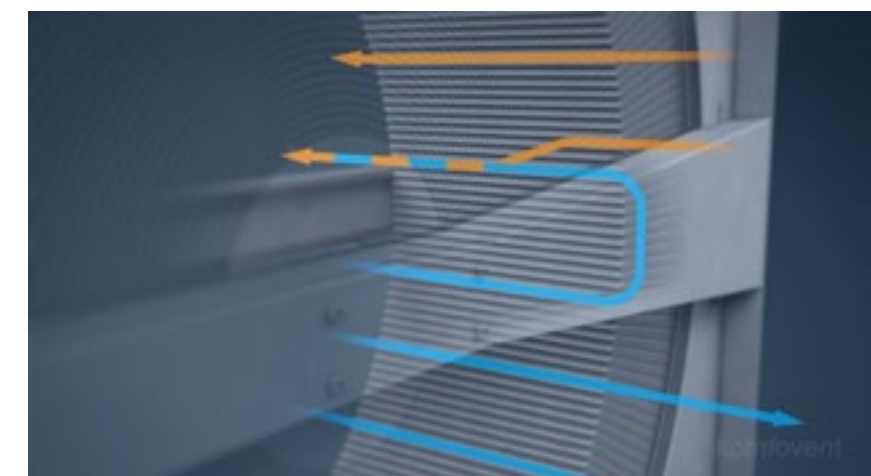
wymiennikami ciepła o wydajności $\geq 500 \text{ m}^3/\text{h}$, ograniczenie przenikania między strumieniami powietrza do 5% (*Warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie – §151. 2. 1*). Jak wynika z badań przeprowadzonych przez wymieniony wcześniej instytut Passive House budowa wymiennika obrotowego oraz nowoczesne technologie pozwalają osiągnąć wartości znacznie niższe nawet w porównaniu z wymiennikami przeciwprądowymi.

WYMIENNIK OBROTOWY Z SEKCJĄ CZYSZCZĄCĄ – 0,01% MIESZANIA STRUMIENI POWIETRZA

Kolejnym rozwiązaniem, które można wykorzystać w przypadku wymienników obrotowych, jest sekcja czyszcząca. Aby zminimalizować ilość powietrza wyciąganego z pomieszczeń przedostającą się do strumienia powietrza nawiewanego,

stosuje się tzw. sekcję czyszczącą. Sekcja powoduje wytworzenie naturalnego ciągu zwrotnego od strony powietrza czerpanego do wyrzutowego (rys. 5). Oznacza to, że powietrze zewnętrzne wydmuchuje powietrze zalegające w mikroprzestrzeniach wymiennika do strumienia powietrza wyrzucanego, a tym samym redukuje mieszanie strumieni powietrza z 0,5-1,5% do 0,01% (dane na podstawie badań przeprowadzonych w szwajcarskim uniwersytecie – Lucerne University of Applied Sciences and Arts).

Podsumowując, stopień mieszania strumieni powietrza w nowoczesnych wymiennikach obrotowych jest niższy w zestawieniu z wymiennikami przeciwprądowymi. Co więcej, patrząc na całą centralę wentylacyjną, parametry wymienników obrotowych są znacznie lepsze, a zastosowanie dodatkowej sekcji czyszczącej, obala mit o przenikaniu powietrza w wymiennikach obrotowych, dla przypomnienia wartość ta wynosi 0,01%. Zadajmy proste pytanie: który wymiennik przeciwprądowy ma udokumentowane mieszanie na takim poziomie? Niech to pytanie skłoni każdego do wnikliwej analizy we własnym zakresie przed dokonaniem wyboru rodzaju wymiennika oraz jego rekomendacją końcowemu użytkownikowi.



5 Schemat przepływu powietrza w wymienniku obrotowym z sekcją czyszczącą