

HTK WENT Polska Sp. z o. o.
ul. Chopina 13/3
30-047 Kraków
tel. +48 12 632 31 32, 632 28 09
fax +48 12 632 81 93

Nowe akcenty w chłodzeniu pomieszczeń

INDIVENT – nowy system klimatyzacji LTG. Alternatywa dla stropów chłodzących

Wojciech KLAJNERT*, Kraków

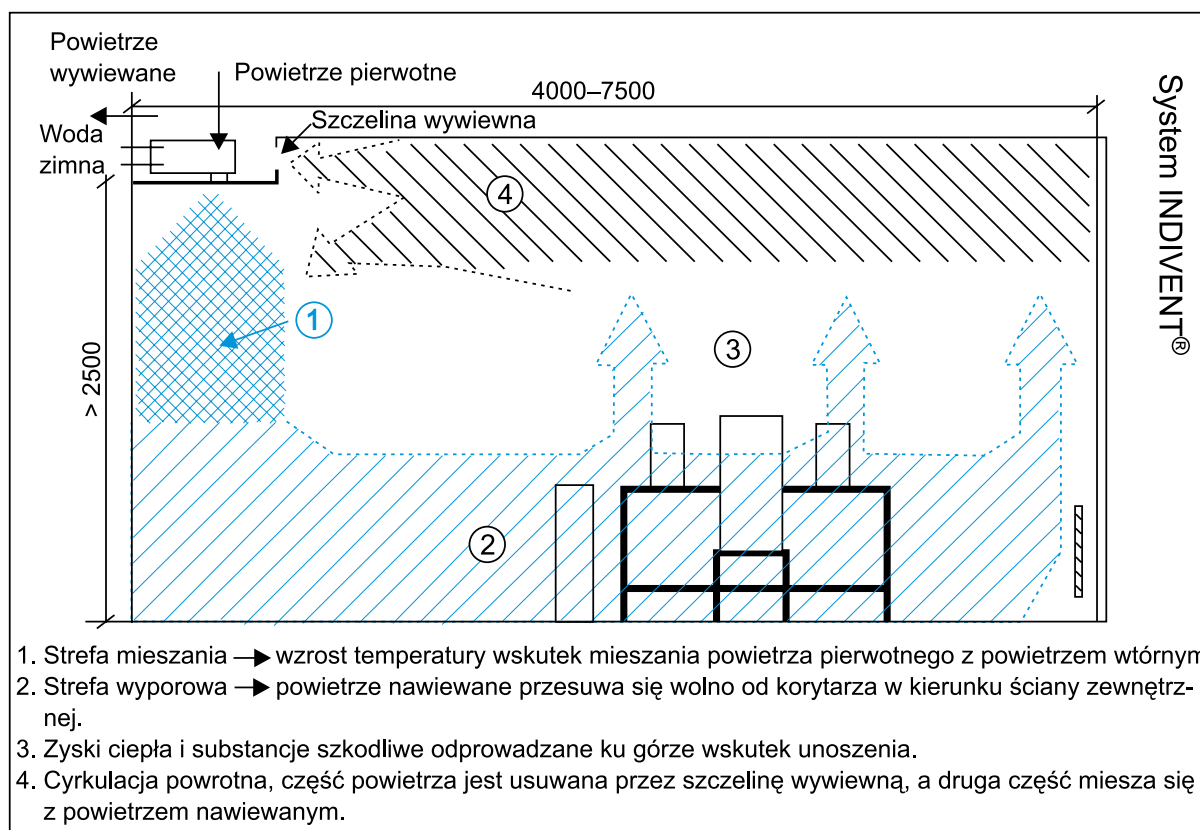
W artykule przedstawiony zostanie sposób wentylacji i chłodzenia pomieszczeń za pomocą nawiewnika ze zintegrowanym chłodzeniem powietrza. Producentowi, tj. firmie

LTG, udało się tutaj połączyć korzyści, jakie niesie ze sobą mieszanie powietrza przy bardzo intensywnej indukcji z zaletami systemu wyporowego.

Strefa przebywania człowieka wentylowana jest wyporowo, z bardzo małą prędkością przepływu. Nie notuje się tutaj żadnych znacznych różnic temperatury; strefa chłodne-

go powietrza przesuwa się wolno w kierunku fasady pomieszczenia. Właściwy wzrost temperatury i podwyższenie koncentracji szkodliwych substancji (zapachy itp.) następują powyżej strefy przebywania człowieka. Korzyści – to oszczędności w zużyciu energii chłodniczej i znacznie podwyższona jakość powietrza w pomieszczeniu.

* Mgr inż. Wojciech KLAJNERT – HTK Went Sp. z o.o., Kraków.



Rys.1. Schemat rozdziału powietrza w pomieszczeniu przy zastosowaniu systemu INDIVENT

Od pewnego czasu, w kompetentnych gremiach, trwa dyskusja mająca na celu znalezienie odpowiedzi na pytanie: „Jaki system klimatyzacji i wentylacji gwarantuje najlepiej w obiektach biurowych spełnienie rosnących wymagań użytkownika w zakresie komfortu cieplnego?”

Wydaje się, że takie systemy jak wentylacja wyporowa, stropy chłodzące czy tzw. ciche chłodzenie – są najbliższe spełnienia tego celu. Znane powszechnie systemy, jak np. klimatyzacja o zmiennych ilościach powietrza czy systemy wodno-powietrzne z aparatami indukcyjnymi, bywały ostatnio często krytykowane (patrz dalsze uwagi w tekście).

Pierwsze doświadczenia z systemami wyporowymi wykazały, że maksymalna wydajność chłodnicza tych systemów nie powinna przekraczać 40 W/m^2 po to, aby nie dopuścić do wzrostu różnicy temperatur między głową a stopami więcej niż o $1,5\text{--}2 \text{ K}$ (przy temperaturze w pomieszczeniu 22°C). Rozwiązaniem jest tutaj np. strop chłodzący, który przejmuje funkcję chłodzenia jawnego poprzez promieniowanie, wentylacja wyporowa natomiast doprowadza do pomieszczenia powietrze świeże i odprowadza szkodliwe substancje. Silnym argumentem przemawiającym za takim systemem jest gwarancja wysokiego komfortu cieplnego (bardzo niskie prędkości przepływającego powietrza i mały gradient temperatury).

Porównajmy teraz powyższe rozwiązanie z systemem wodno-powietrzny z aparatami indukcyjnymi. System taki, aczkolwiek spełnia całkowicie wymagania odnośnie do wydajności chłodniczych, często bywa krytykowany, zwłaszcza przez użytkowników. Powodem skarg jest najczęściej nieprawidłowy dobór szafki indukcyjnej (często zbyt wysoka wydajność chłodzenia), nieprawidłowy montaż, niewłaściwa regulacja instalacji i zła konserwacja urządzeń.

Dla prawidłowego doboru aparatu indukcyjnego należy założyć, że temperatura strumienia chłodnego powietrza pod stropem (aparat podokienny, nawiew – przez parapet do góry) będzie odpowiednio rosła dzięki indukcji, zanim oderwie się on od stropu. Jeśli impuls nadany powietrzu wychodzącemu z szafki indukcyjnej jest za słaby, zimny jeszcze strumień powietrza (niedostateczne wymieszanie – słaba indukcja) wtargnie zbyt wcze-

śnie do strefy przebywania człowieka. Jeśli z kolei impuls taki jest zbyt silny, mamy do czynienia w pomieszczeniu ze zbyt wysokimi prędkościami powietrza. W obydwu przypadkach następuje pogorszenie się odczucia komfortu cieplnego (zjawisko przeciągu itp.).

Optymalny dobór aparatu indukcyjnego w wersji stojącej zakłada wydajności chłodnicze rzędu $50\text{--}60 \text{ W/m}^2$ powierzchni pomieszczenia i wartości ciśnienia statycznego na wejściu powietrza świeżego do szafki (przed dyszami) $150\text{--}300 \text{ Pa}$.

Omawiany tutaj rozdział powietrza w pomieszczeniu staje się bardziej stabilny, jeśli (w myśli) postawimy go „na głowie”; chłodne powietrze przepływa wzdłuż podłogi podobnie jak ma to miejsce w wentylacji wyporowej. Oczywiście, należy tu pamiętać, aby nie dopuścić do zjawiska „zimnych stóp”, tzn. aby różnica temperatur między głową a stopami nie przekraczała $1,5\text{--}2 \text{ K}$.

Takie rozumowanie doprowadziło do powstania systemu INDIVENT.

Na rys. 1 pokazano w formie schematu rozdział powietrza przy zastosowaniu systemu INDIVENT.

Pod sufitem, od strony korytarza, zamontowano nawiewnik powietrza ze zintegrowanym chłodzeniem. Źródłem chłodu jest tutaj aparat indukcyjny w położeniu poziomym. Niezbędnym impulsem, koniecznym do zassania powietrza obiegowego, wymieszania go ze świeżym powietrzem (doprowadzonym do szafki z centralnej sieci powietrza świeżego) i przetłoczenia mieszaniny przez chłodnicę aparatu jest ciśnienie statyczne powietrza świeżego na wejściu do szafki równe $150\text{--}300 \text{ Pa}$.

Tak przygotowana w aparacie indukcyjnym mieszanina powietrza nawiewana jest do pomieszczenia na całej jego szerokości poprzez specjalny nawiewnik o określonej charakterystyce.

W strefie mieszania (1) następuje, dzięki bardzo silnej indukcji powietrza wtórnego, szybka redukcja różnicy temperatury powietrza w pomieszczeniu i powietrza nawiewanego. Jednocześnie, również bardzo szybko, spada prędkość powietrza nawiewanego do wartości $0,16\text{--}0,18 \text{ m/s}$ i mniejszej. Tak powstały strumień powietrza (2) kieruje się ku podłodze i dalej – bardzo wolno – w kierunku fasady.



Rys. 2. Rozprzestrzenianie się powietrza przy zastosowaniu systemu INDIVENT

W systemie INDIVENT taki strumień powietrza osiąga odległość do ok. 7,5 m, a możliwe to jest dzięki faktowi, iż powietrze nawiewane ma niższą temperaturę niż średnia temperatura powietrza w pomieszczeniu. Lokalne źródła ciepła znajdujące się na drodze omawianego strumienia, jak np. osoby, komputery, płaszczyzny podgrzane promieniowaniem słonecznym itp., powodują powstawanie kominów termicznych (3), wzmacniając niejako cyrkulację powietrza w pomieszczeniu.

Należy jednak nadmienić, iż prawidłowa cyrkulacja powietrza będzie utrzymana również w przypadku braku tychże lokalnych źródeł ciepła.

Rozdział powietrza (rys.1) nie zmienia się także w przypadku ogrzewania; w okresie zimowym do nawiewnika dostarczane jest powietrze świeże o temperaturze np. +18°C. Grzejnik podokienny dobrany jest tak, że pokrywa on straty ciepła przez przenikanie i ogrzewa powietrze świeże od +18°C do temperatury w pomieszczeniu.

W laboratoriach firmy LTG wykonano badania modelowe pomieszczenia biurowego w skali 1:1.

Tabela 1. Profile prędkości i temperatury powietrza (obciążenie chłodnicze = 50 W/m²)

Wysokość	m/s	°C
0–1,3 m	0,2–0,1	0,6
1,5 m	0,05	0
1,5–2 m	0,05–0,1	0,6
>>2 m	0,1–0,05	0,6–2

Założono, że obciążenie chłodnicze wynosi 50 W/m². Stanowisko badawcze wyposażone było w urządzenia symulujące zarówno zewnętrzne, jak i wewnętrzne zyski ciepła. Na rys. 2a i 2b pokazano – na przesuniętych czasowo względem siebie zdjęciach – rozdział powietrza przy systemie INDIVENT. Strumień powietrza nawiewanego wentyluje w sposób wyporowy strefę przebywania człowieka na wys. 1–1,5 m. Pod stropem tworzy się stopniowo warstwa cieplejszego, zużytego powietrza o podwyższonej koncentracji szkodliwych substancji, takich jak zapachy, dym papierosowy

itp., która wolno przesuwa się w kierunku wywiewu.

Korzyści płynące ze stosowania systemu INDIVENT

Wymieńmy jeszcze raz cechy charakteryzujące system INDIVENT:

- Szybki wzrost temperatury nawiewu do wartości $\Delta t = 1,5\text{--}2\text{ K}$, dzięki silnej indukcji powietrza świeżego z powietrzem wewnętrznym. Pomieszczenie chłodzone jest „łagodnie” przy niższej temperaturze nawiewu.

- Nieznaczne różnice temperatur w strefie przebywania człowieka (wysoki komfort cieplny).

Tabela 2. Podstawowe dane techniczne aparatów INDIVENT, typ LHK

Wlk.	Dł. nawiewnika <i>L_s</i> (mm)	Ilość pow. <i>V_p</i> (m ³ /h)	Ciśn. stat. na dyszach (Pa)	Moc akust. <i>L_{wa}</i> (dBA)	Wyd. chłodn. W/K	
					pierwotna <i>Q_p/Δt₁</i>	wtórna <i>Q_{sk}/Δt₂</i>
500	600–1500	24–83	200–400	26–41	16–45	17–50
630	730–2000	32–105	200–400	27–42	11–37	22–64
800	900–2500	40–136	200–400	28–43	13–45	27–81
1000	1100–2500	48–140	200–400	29–43	16–48	34–85
1250	1350–2500	65–147	200–400	30–43	21–53	43–88

Objaśnienia:

Δt_1 – różnica temperatury powietrza w pomieszczeniu i powietrza świeżego

Δt_2 – różnica temperatury powietrza w pomieszczeniu i zasilającej wody zimnej

Q_p – wydajność chłodnicza powietrza pierwotnego (świeżego)

$$Q_p = Q_p / \Delta t_1 \text{ (iloraz z tabeli 2)} \times \Delta t_1 \quad (\text{W})$$

Q_{sk} – wtórna wydajność chłodnicza (wydajność chłodnicza aparatu indukcyjnego)

$$Q_{sk} = Q_{sk} / \Delta t_2 \text{ (iloraz z tabeli 2)} \times \Delta t_2 \quad (\text{W})$$

Całkowita wydajność chłodnicza (w przybliżeniu)

$$Q_t = Q_p + Q_{sk} \quad (\text{W})$$

L_{wA} – poziom mocy akustycznej (poziom ciśnienia akustycznego *L_{pA}* leży o 4–7 dB(A) poniżej wartości *L_{wA}*)

- Stabilny rozdział powietrza i dobre „przepłukanie” pomieszczenia.

- Bardzo niska prędkość powietrza w pomieszczeniu.

- Oszczędności w zużyciu energii chłodniczej; efektywnie chłodzona jest jedynie strefa przebywania człowieka.

- Znacznie lepsza jakość powietrza w pomieszczeniu poprzez odprowadzenie do góry ciepła i substancji szkodliwych.

Montaż jednostek INDIVENT odbywa się od strony korytarza.

Jeśli architekt przewidział strop podwieszony, jednostkę nawiewno-chłodzącą można zainstalować w przestrzeni międzystropowej. Jeśli brak jest stropu podwieszonego, jednostkę INDIVENT instaluje się w uskoku (rys. 1).

W każdym przypadku system INDIVENT daje większe możliwości zagospodarowania stropu niż np. w przypadku stropów chłodzących. Rodzaj oświetlenia nie wpływa na jakość funkcjonowania omawianego systemu.

Samo pomieszczenie może być użytkowane w najrozmaitszy sposób; i tak np. stanowiska pracy mogą być usytuowane bezpośrednio pod oknem. Bezpośrednio pod elementem nawiewnym można ustawić meble, o ile utrzyma się minimalny odstęp od nawiewnika, tj. 0,5 m w pionie i 0,1 m w poziomie.

INDIVENT wymaga 2-przewodowego systemu zasilania w wodę zimną; ogrzewanie pomieszczenia zapewnia system c.o. z grzejnikami pod oknem. Regulacja wydajności chłodzenia następuje albo



Rys. 3. System INDIVENT w fazie montażu

od strony wody za pomocą zaworów regulacyjnych, albo od strony powietrza, gdzie aparat indukcyjny, jako źródło

chłodu, wyposażony jest w przepustnicę *By-pass*, sterowaną siłownikiem. Istnieje również możliwość stosowania aparatów



Rys. 4. Pomieszczenie biurowe z zamontowanym systemem INDIVENT

indukcyjnych o stałej lub zmiennej wydajności powietrza.

Jeśli mamy do czynienia z pomieszczeniem o większym obciążeniu chłodniczym rzędu 60–70 W/m² (głębokość pomieszczenia 6 m, temp. w pomieszczeniu +22°C), nawiew powietrza musi odbywać się z prędkościami większymi niż podano to w pierwszej części artykułu; prędkości te mogą być większe niż określa to odpowiednia norma DIN. Obszar pod nawiewnikiem powietrza nie powinien być wtedy strefą stałego przebywania ludzi.

Program dostawczy

Sercem systemu INDIVENT jest nawiewnik ze zintegrowanym źródłem chłodu.

LTG produkuje 3 typy aparatów:

- Typ LHG, o stałej ilości świeżego powietrza. Regulacja wydajności – od strony wody za pomocą zaworów regulacyjnych lub od strony powietrza.

- Typ LHK – jak LHG, lecz dla podwyższonych wydajności chłodniczych.

- Typ LHX, o zmiennej ilości powietrza świeżego.

Wartości przedstawione w tabeli 2 bazują na następujących założeniach brzegowych:

Temperatura powietrza w pomieszczeniu: +26°C

Temperatura zasilania wody zimnej: +16°C

Temperatura powietrza świeżego: +18°C

Podane w tabeli 2 wydajności chłodnicze jednostek INDIVENT dają ogólny pogląd o parametrach urządzenia. Firma LTG dysponuje programem komputerowym doboru, pozwalającym na optymalny i dokładny dobór omawianych urządzeń.

Podane wyżej warunki brzegowe są warunkami najbardziej komfortowymi, zapewniającymi pracę bez osuszania powietrza w pomieszczeniu (chłodnica

zawsze sucha!) i gwarantującymi bardzo niski gradient temperatury w pomieszczeniu.

W praktyce dopuszcza się zmiany tych warunków do wartości zapewniających pracę z nieznacznym wykraplanie pary wodnej przy zniżonej temperaturze powietrza pierwotnego (świeżego). (Przykładowo: zasilanie wody zimnej = +14°C, temperatura powietrza pierwotnego = +15°C).

Przy takich parametrach wydajności chłodnicze podane w ww. tabeli będą odpowiednio wyższe!

Wnioski

Komfort

- Wysokie wydajności chłodnicze i równomierny rozkład temperatur w całej strefie przebywania człowieka.

- Wysoki komfort cieplny dzięki bardzo niskim prędkościom i niewielkim turbulencjom powietrza.

● Ciepło i szkodliwe substancje (zapachy, dym papierosowy itp.) odprowadzane są poprzez termikę – do góry, poza strefę przebywania człowieka, co wiąże się bezpośrednio z poprawą jakości powietrza w pomieszczeniu.

Montaż, zapotrzebowanie miejsca

● System INDIVENT wymaga jedynie zamontowania niewielkiej sieci kanałów świeżego powietrza, gdyż zyski ciepła w pomieszczeniu odprowadzane są skutecznie poprzez sieć wody zimnej.

Elastyczność systemu INDIVENT

● Architekt wnętrz może z dużą swobodą kształtować strop, oświetlenie oraz stronę przyokienną pomieszczenia.

● System zapewnia dowolność w zakresie rozmieszczenia stanowisk pracy w pomieszczeniu. Cała powierzchnia pomieszczenia omywana jest bowiem powietrzem o stałych parametrach (prędkości i temperatury).

Literatura

[1] Materiały źródłowe firmy LTG AG, Stuttgart.

[2] Materiały własne firmy HTK Went Sp. z o.o.

