

Klimatyzacja sal operacyjnych w szpitalach (cz. I)

Anna CHARKOWSKA^{*)}, Warszawa

Niezwykle ważne jest prawidłowe zaprojektowanie instalacji klimatyzacyjnych sal operacyjnych oraz sąsiadujących pomieszczeń łącznie stanowiących blok operacyjny. Instalacja taka musi bowiem zapewnić wysoką czystość mikrobiologiczną i pyłową powietrza oraz sprawne usuwanie zanieczyszczeń gazowych. Powinna również umożliwić utrzymanie optymalnych, dla pacjenta oraz personelu medycznego, parametrów powietrza takich jak temperatura, wilgotność względna czy prędkość przepływu.

Projektując układ klimatyzacji bloku operacyjnego należy zwrócić szczególną uwagę na:

- dobro pacjenta, czyli zapewnienie mu wysokiego standardu usług medycznych z punktu widzenia czystości i jakości powietrza wentylacyjnego,
- komfort pracy zespołu operacyjnego,
- konieczną bezawaryjność pracy instalacji klimatyzacyjnych.

Potrzebę zapewnienia odpowiednich warunków mikroklimatu w pomieszczeniach bloków operacyjnych oraz wyposażenie ich w specjalistyczne urządzenia klimatyzacyjne dostrzegają obecnie także lekarze, czego dowodem jest zamieszczona w Ogólnopolskim Przeglądzie Medycznym nr 4/2002 następująca opinia: *Konieczne jest wytworzenie i utrzymanie komfortowych warunków, zarówno dla personelu operującego, jak i dla pacjenta, przy jednoczesnym zapewnieniu wysokiego stopnia aseptyki. Zadaniu temu mogą sprostać jedynie wysokiej klasy urządzenia do przygotowania powietrza (centrale klimatyzacyjne w wykonaniu higienicznym wraz z automatyką) oraz do nawiewu powietrza (nawiewniki, stropy laminarne).*

A zatem zastanawiając się nad klimatyzacją szpitalnych pomieszczeń o wysokich wymaganiach dotyczących czystości powietrza, należy rozważyć zastosowanie specjalistycznych urządzeń wykonanych z przeznaczeniem do stosowania w szpi-

talach, czyli szaf i central klimatyzacyjnych w wykonaniu higienicznym oraz stropów laminarnych dla pomieszczeń o najwyższych wymaganiach w zakresie czystości mikrobiologicznej. Wybrane urządzenia do uzdatniania powietrza muszą bowiem sprostać stawianym im wysokim standardom higienicznym, a nawiewnik powietrza – zapewnić doprowadzenie strugi czystego powietrza o założonych parametrach, charakteryzującej się jednokierunkowym przepływem.

Niestety, nadal w Polsce dla wielu zespołów opieki zdrowotnej niezbędna klimatyzacja sal operacyjnych jest poważnym obciążeniem finansowym. Jednak stosowane często tańsze rozwiązania (np. zamiast stropów laminarnych – nawiewniki wirowe z filtrem HEPA) nie doprowadzą do uzyskania wymaganych oraz oczekiwanych niskich stężeń zanieczyszczeń mikrobiologicznych w powietrzu, jak również sprawnego odprowadzenia powietrza z obszaru szczególnie chronionego, bez niedopuszczalnego burzliwego przepływu powietrza nad i w okolicach stołu operacyjnego.

W niniejszym artykule omówione zostaną instalacje klimatyzacyjne dla sal operacyjnych. Jednak nie jest to jednak jedyne zastosowanie tego typu urządzeń w szpitalach. Stosowanie w szpitalach jako nawiewników stropów laminarnych nie ogranicza się bowiem do sal operacyjnych. Instaluje się je również w pomieszczeniach na oddziałach leczenia oparzeń, w izolatkach, w pokojach dla pacjentów chorych na białaczkę, po przeszczepie szpiku kostnego, na oddziałach intensywnej terapii.

Uzdatnienie powietrza

W szpitalach zaleca się stosowanie central i szaf klimatyzacyjnych w wykonaniu higienicznym. W ich konstrukcji muszą być uwzględniane następujące rozwiązania [1], [3]:

- odporność chemiczna wszystkich materiałów, stosowanych w centralach i szafach, na środki dezynfekujące,
- szczelne przepustnice,
- w miarę łatwa możliwość demontażu wentylatora w celu jego oczyszczenia,

- szybki i łatwy demontaż urządzeń przygotowujących powietrze,
- odpływ kondensatu przez króciec w obudowie wentylatora,
- gładkie połączenia wszystkich ścianek centrali lub szafy,
- specjalne wypełnienie szczelin silikonem kauczukowym lub masą uszczelniającą bez silikonu,
- wzierniki w określonych modułach centrali lub szafy,
- wewnętrzne ściany central muszą być gładkie i łatwe do dokładnego czyszczenia,
- urządzenia w centrali muszą być dostępne do czyszczenia zarówno od strony napływu, jak i wypływu powietrza,
- w obudowach poszczególnych sekcji centrali lub szafy muszą znajdować się otwory rewizyjne, a same sekcje muszą być wyposażone w wewnętrzne oświetlenie.

Potwierdzenie takich wysokich wymagań higienicznych stawianych centralom i szafom klimatyzacyjnym można znaleźć w zdefiniowanych przez Zakład Higieny Komunalnej Państwowego Zakładu Higieny następujących warunkach, jakie muszą spełniać urządzenia zasługujące na określenie: *szafy klimatyzacyjnej w wykonaniu higienicznym* [6]:

- materiały, z którymi styka się uzdatnione powietrze powinny być odporne na korozję (np. stal nierdzewna lub kwasoodporna) i nie stwarzać zagrożenia wtórnego pylenia lub emisji szkodliwych substancji chemicznych,
- kontrola wizualna czystości wszystkich powierzchni w szafie powinna być możliwa bez zakłócania jej pracy,
- wszystkie powierzchnie wewnętrzne powinny być gładkie,
- do wszystkich miejsc w szafie powinien być łatwy dostęp,
- elementy składowe (wymienniki, wentylatory) powinny być łatwo dostępne celem czyszczenia i dezynfekcji,
- do uszczelniania szafy (w tym drzwi) powinno się używać silikonu i kauczuku,
- szafy powinny współpracować z trzema zestawami filtrów, w tym z filtrami

^{*)} Dr inż. Anna CHARKOWSKA – Instytut Ogrzewnictwa i Wentylacji, Politechnika Warszawska

wstępnyymi umieszczonymi przed szafą i filtrami absolutnymi umieszczonymi maksymalnie blisko pomieszczenia klimatyzowanego,

- powinny zapewnić stały, całodobowy przepływ powietrza przez cały system klimatyzacji, bez możliwości odwrócenia kierunku jego przepływu w jakimkolwiek jego odcinku.

Szafy klimatyzacyjne

Nowoczesne szafy klimatyzacyjne w wykonaniu higienicznym, zaprojektowane specjalnie dla potrzeb sal i bloków operacyjnych, są idealnym rozwiązaniem technicznym nie tylko dla nowo powstającego obiektu, ale również (a może przede wszystkim) dla obiektów modernizowanych, gdyż można łatwo je umieścić w pomieszczeniu sąsiadującym z klimatyzowaną salą. Charakteryzują się bowiem, w porównaniu do central o takiej samej wielkości strumienia przepływającego powietrza, mniejszymi wymiarami, niskim poziomem hałasu i estetycznym wyglądem.

Zastosowanie szaf klimatyzacyjnych w znacznym stopniu wpływa na obniżenie kosztów wykonania instalacji, eliminuje

utrudnienia architektoniczne związane ze stosowaniem jednostek zewnętrznych, a co za tym idzie – wykonywanie dodatkowego orurowania, okablowania, przekuć i przebić ścian.

Także zastosowanie w szafach klimatyzacyjnych urządzeń do odzyskiwania ciepła (pompa ciepła lub wymiennik z wodnym roztworem glikolu) także istotnie wpływa na obniżenie kosztów eksploatacji urządzenia [9].

Poniżej scharakteryzowano szafę klimatyzacyjną przewidzianą do zastosowania w szpitalnych instalacjach klimatyzacyjnych (rys. 1).

Szafa klimatyzacyjna składa się maksymalnie z następujących 5 modułów [9]:

1. moduł powietrza nawiewanego/wywiewanego,
2. moduł nawilżania,
3. moduł komponentów chłodniczych,
4. moduł elektryczny,
5. moduł powietrza zewnętrznego/usuwanego.



Rys. 1. Szafa klimatyzacyjna zaprojektowana do klimatyzacji sal operacyjnych [9]

W przypadku braku miejsca możliwa jest rezygnacja z modułu nawilżania znajdującego się w szafie i zainstalowanie w przewodach wentylacyjnych parowego nawilżacza kanałowego.

W module powietrza nawiewanego/wywiewanego znajdują się następujące urządzenia:

- filtr wtórny powietrza zewnętrznego (świeżego) - filtr klasy F9 lub opcjonalnie klasy F7, kasetowy, wykonany z włókien szklanych, wyposażony we wskaźnik oporów przepływu powietrza, o dopuszczalnym końcowym oporze przepływu powietrza nie przekraczającym 300 Pa, widoczny



Weiss Klimatechnik Polska Sp. z o.o.
ul. Włodarzewska 67c/13;
02-384 Warszawa

tel.: 0048 22 824 04 11
fax: 0048 22 823 05 71
<http://www.wktp.pl>
biuro@wktp.pl



SZAFY KLIMATYZACYJNE

oraz **STROPY LAMINARNE**

w wykonaniu higienicznym dla sal operacyjnych



przez duże szklane okno inspekcyjne. Aby nie dopuścić do wtórnego zanieczyszczenia wnętrza szafy zanieczyszczeniami zatrzymanymi przez filtr powietrza zewnętrznego; jego wymianę wykonuje się od brudnej strony instalacji,

- wentylator nawiewny promieniowy bez obudowy jednostronnie ssący z napędem bezpośrednim, z wirnikiem z łopatkami wygiętymi do tyłu; wyposażony w falownik umożliwiający płynną regulację prędkości obrotowej wirnika w zależności od aktualnych oporów przepływu powietrza w celu zapewnienia wymaganej wielkości strumienia powietrza niezależnie od stopnia zanieczyszczenia filtrów powietrza, a w konsekwencji – optymalizację zużycia energii; w celu zapewnienia ciągłej, bezawaryjnej pracy instalacji możliwe jest zamontowanie dwóch wentylatorów, czyli tzw. redundancja,
- w przypadku zastosowania dwóch wentylatorów – przepustnice odcinające przepływ strumienia powietrza zewnętrznego zamykane w przypadku awarii jednego z wentylatorów,
- filtr powietrza wywiewanego (filtr klasy F7), kasetowy, wykonany z włókien szklanych, wyposażony we wskaźnik oporów przepływu powietrza, widoczny przez duże szklane okno inspekcyjne, o dopuszczalnym końcowym oporze przepływu powietrza nie przekraczającym 200 Pa. Aby nie dopuścić do wtórnego zanieczyszczenia wnętrza szafy zanieczyszczeniami zatrzymanymi przez filtr powietrza zewnętrznego, jego wymianę wykonuje się od brudnej strony instalacji,
- duże szklane okna inspekcyjne umożliwiające kontrolę i obserwację przebiegu pracy oraz stanu wszystkich urządzeń, filtrów oraz wentylatora.

Zgodnie z definicją zamieszczoną w [13], w inżynierii przez redundancję rozumie się duplikację krytycznych elementów systemu stosowaną w celu zmniejszenia prawdopodobieństwa załamania pracy systemu. W systemach, w których w przypadku awarii zagrożone jest życie ludzi, niektóre elementy czy podzespoły występują nawet potrójnie. Stosując równoległego zamontowania trzech elementów zakłada się, iż prawdopodobieństwo jednoczesnej awarii trzech urządzeń jest znikomą małą.

W omawianych szafach klimatyzacyjnych [9], podczas normalnej pracy każdy z dwóch wentylatorów pracuje z 50% wydajnością nominalną. W przypadku awarii

jednego z nich, drugi wentylator zaczyna pracować ze 100% wydajnością.

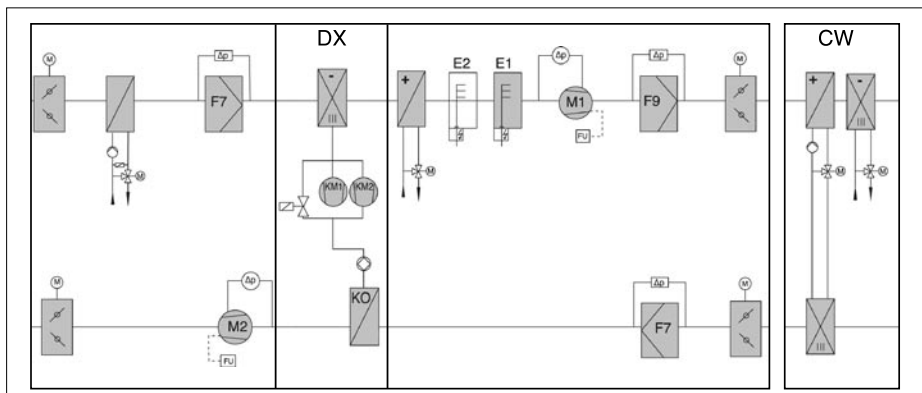
Zastosowanie dwóch wentylatorów jest wymagane na mocy odpowiednich aktów prawnych w Wielkiej Brytanii oraz w Rosji.

W module nawilżania [9] znajdują się takie elementy jak:

- parowy nawilżacz powietrza, z własną wytwornicą pary wodnej, zlokalizowany poza strumieniem przepływającego powietrza wentylacyjnego,
- lance parowe,
- duże szklane okna inspekcyjne umożliwiające kontrolę i obserwację przebiegu pracy nawilżacza.

Do nawilżania parowego można też wykorzystać parę wodną pochodzącą z instalacji technologicznych w szpitalu. W takim przypadku w szafie staje się zbędna wytwornica pary, natomiast instaluje się odpowiednie orurowanie umożliwiające dostarczenie pary wodnej z instalacji technologicznej do lancy nawilżacza.

W module komponentów chłodniczych zależnie od zastosowanego rozwiązania (woda lodowa lub układ z bezpośrednim odparowaniem) zamontowane są następujące urządzenia [9]:



Rys. 2 Schemat funkcjonalny szafy klimatyzacyjnej z bezpośrednim odparowaniem (DX) oraz, alternatywnie, z chłodzeniem wodą chłodniczą (CW) [9]

- chłodzenie wodą lodową o parametrach 7,0/12,5°C: zwarty blok urządzeń zawierający pompy cyrkulacyjne wody grzewczej, wody chłodniczej oraz odzysku ciepła,
- chłodzenie w wyniku bezpośredniego odparowania w obiegu chłodniczym: moduł zawiera jedną lub dwie sprężarki typu *scroll*, zależnie od typu szafy, a zastosowany jest czynnik chłodniczy R417a,
- skraplacz,
- parownik (chłodnica),
- nagrzewnica wtórna na parametry wody 70/50°C.

W przypadku zastosowania chłodzenia za pomocą układu z bezpośrednim odpa-

rowaniem do odzysku ciepła stosuje się pompę ciepła, natomiast przy chłodzeniu wodą lodową – glikolowy wymiennik ciepła. System odzyskiwania ciepła z wykorzystaniem pompy ciepła latem pracuje jako układ chłodzący zaś w zimie jako urządzenie do odzyskiwania ciepła wspomagające układ grzewczy.

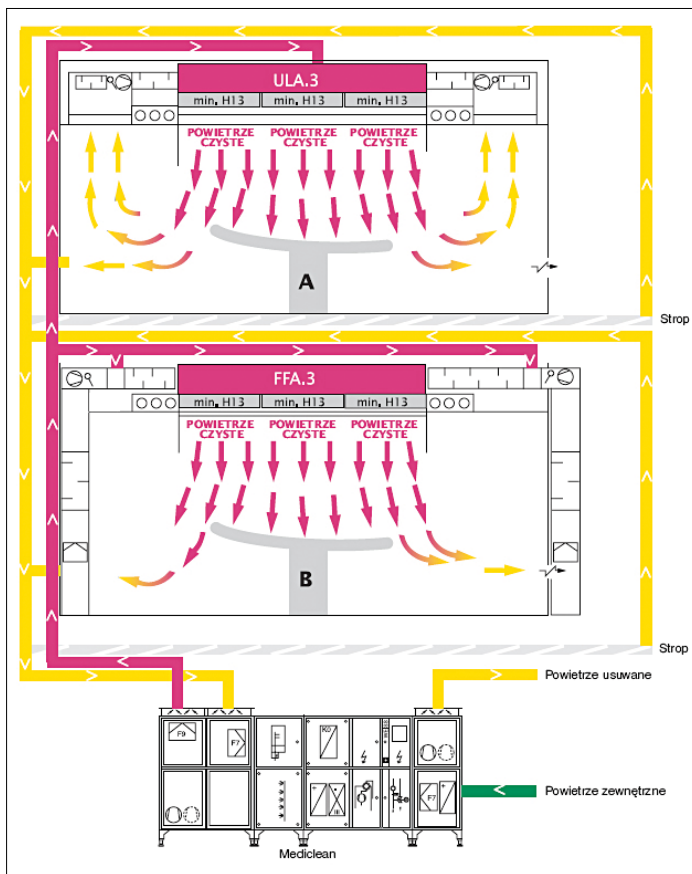
W module elektrycznym znajdują się [9]:

- systemy i urządzenia automatycznej regulacji pracy;
- układy zabezpieczające i sygnalizujące stany awarii.

System umożliwia realizację typowej regulacji i kontroli pracy szafy klimatyzacyjnej: regulację temperatury, wilgotności względnej, ciśnienia, wielkości strumienia powietrza, realizację funkcji alarmowych, sygnalizację indywidualnych zakłóceń, rejestrację czasu działania, monitorowanie wartości regulowanych parametrów (wartości nastawione, aktualne i graniczne), programowanie trybu pracy dziennej, nocnej i tygodniowej, zdalne sterowanie pracą szafy z sal operacyjnych [10].

W module (komorze) powietrza zewnętrznego/usuwanego zamontowane są następujące urządzenia [9]:

- wentylator wywiewny promieniowy bez obudowy jednostronnie ssący z napędem bezpośrednim, z wirnikiem o łopatkach wygiętych do tyłu; wyposażony w falownik widoczny przez duże szklane okna inspekcyjne. W celu zapewnienia ciągłej pracy instalacji możliwe jest zamontowanie dwóch wentylatorów, czyli tzw. redundancja,
- filtr wstępny powietrza zewnętrznego, klasy F7 lub opcjonalnie klasy F5 typu workowego, wykonany z włókien szklanych o dopuszczalnym końcowym oporze przepływu powietrza wynoszącym 200 Pa; wyposażony we wskaźnik oporów przepływu powietrza oraz w system



Rys. 3. Przykład instalacji klimatyzacji sal operacyjnych z zastosowaniem szafy klimatyzacyjnej i nawiewem powietrza poprzez dwa typy stropów laminarnych: A – stropu z bezpośrednią recyrkulacją powietrza z przestrzeni sali operacyjnej (strop ULA.3); B – stropu z recyrkulacją powietrza z wykorzystaniem recyrkulacyjnych modułów ściennych (strop FFA.3) [9]

zabezpieczenia przeciwarzamrożeniowego, filtr jest widoczny przez duże szklane okno inspekcyjne,

- nagrzewnica wstępna – na parametry wody 70/50°C.

Zamontowanie, na wlocie powietrza zewnętrznego do szafy, systemu zabezpieczenia przeciwarzamrożeniowego zapobiega uszkodzeniu wewnętrznych elementów i podzespołów urządzenia.

Na rys. 2 zaprezentowano schemat funkcjonalny szafy klimatyzacyjnej zaś na rys. 3 przykładowy schemat instalacji klimatyzacyjnej dla dwóch sal operacyjnych. Pokazano działanie szafy klimatyzacyjnej przygotowującej powietrze do dwóch różnych typów stropów laminarnych – stropu z bezpośrednią recyrkulacją powietrza z przestrzeni sali operacyjnej oraz stropu z recyrkulacją powietrza za pomocą recyrkulacyjnych modułów ściennych.

Jak można zaobserwować na rys. 1 oraz na rys. 3, w module powietrza zewnętrznego/usuwanego szafy klimatyzacyjnej jako pierwsze urządzenie od strony napły-

wającego powietrza zewnętrznego zastosowano wstępną nagrzewnicę powietrza. Takie rozwiązanie, nie spotykane dotychczas, jest wynikiem doświadczeń i przemysłów inżynierów niemieckich, zaniepokojonych niebezpieczeństwem zawilgocenia materiału filtracyjnego filtra wstępnego, wystawionego na oddziaływanie środowiska zewnętrznego oraz zawilgocenie, w wyniku kondensacji wilgoci z powietrza przy parametrach powietrza o wartościach niższych niż wartości odpowiadające punktowi rosy. Stwierdzono bowiem, że w takim zawilgoconym filtrze pojawia się niebezpiecznie dużo kolonii bakterii oraz grzybów

mikroskopowych, niekiedy o potencjalnie patogennym oddziaływaniu na człowieka. Zgodny z tą opinią zapis prawny pojawił się w najnowszej wersji normy niemieckiej pochodzącej z 2005 roku (DIN 1946-4) [4]. Jednocześnie, w celu ochrony nagrzewnicy wstępnej przed „zapchaniem” w wyniku nagromadzenia zanieczyszczeń, wymagane jest zastosowanie nagrzewnicy z lamelami rozstawionymi w odległości 4 mm, co umożliwi ich skuteczne czyszczenie.

Wszystkie urządzenia uzdatniające powietrze oraz pozostałe wyposażenie szafy klimatyzacyjnej jest bardzo dobrze widoczne przez duże, szklane okna inspekcyjne (rys. 4) [9] wykonane jako podwójnie oszklone, szkłem o grubości 4 mm.

Szafa klimatyzacyjna wykonywana jest w trzech wielkościach, o strumieniu powietrza wentylacyjnego wynoszącym od 2 500 do 9 500 m³/h i całkowitym ciśnieniu dyspozycyjnym wynoszącym 900 Pa. Poziom natężenia hałasu emitowanego przez szafę, określany w odległości 1,0 metra, wynosi 67÷73 dB(A). Szafa, zestawiona ze wszystkich modułów ma szerokość

REKLAMA



Rys. 4. Okno inspekcyjne w szafie klimatyzacyjnej [9]

4 100±5 140 mm, głębokość 840±1300 mm oraz wysokość 1 950 mm.

Ze względu na cichą, w porównaniu z innymi urządzeniami uzdatniającymi powietrze, pracę szafa może być zainstalowana w pobliżu obsługiwanej sali lub sal operacyjnych oraz innych pomieszczeń, w których przebywają ludzie. Jednocześnie umieszczenie szafy w pobliżu bloku operacyjnego powoduje zmniejszenie długości sieci przewodów wentylacyjnych łączących szafę z nawiewnikami.

Po konsultacji z właściwym Inspektorem Nadzoru Sanitarnego możliwe jest wykorzystanie kolejnego rozwiązania proponowanego dla szaf klimatyzacyjnych. Przy koniecznej dla instalacji klimatyzacyjnej przygotowującej powietrze dla potrzeb bloku operacyjnego 24-godzinnej pracy, istnieje możliwość wykorzystania pracy w trybie dziennym (czynny blok operacyjny) oraz pracy w trybie nocnym (nieczynny blok operacyjny). Podczas pracy w trybie dziennym szafa pracując na 100% swojej wydajności realizuje funkcje chłodzenia, nawilżania i grzania. Podczas pracy w trybie nocnym są realizowane tylko funkcje nawiewu oraz grzania (bez chłodzenia i nawilżania). Działanie w cyklu trybu nocnego jest konieczne ze względu na wymogi utrzymania ciągłego przepływu powietrza przez filtry HEPA znajdujące się w laminarnym stropie nawiewnym w salach operacyjnych i w innych rodzajach nawiewników zlokalizowanych w pozostałych pomieszczeniach bloku operacyjnego, wyposażonych także w filtry HEPA [15].

Niezbędna ciągłość pracy instalacji klimatyzacyjnych w blokach operacyjnych prowadzi do konieczności przeprowadzania inspekcji i kontroli szaf klimatyzacyjnych bez ich wyłączenia. Takie działanie jest możliwe przy zastosowaniu w szafach klimatyzacyjnych dużych szklanych okien inspekcyjnych.

Centrale klimatyzacyjne

Centrale klimatyzacyjne w wykonaniu higienicznym stosuje się w celu przygotowania powietrza dla potrzeb pomieszczeń szpitalnym o wysokich wymaganiach dotyczących czystości powietrza oraz w innych obiektach o podobnych wymaganiach, np. w zakładach farmaceutycznych.

W centralach klimatyzacyjnych w wykonaniu higienicznym konieczne jest zamontowanie dwustopniowego systemu filtracji powietrza. W [1] proponuje się zastosowanie filtra wstępnego klasy G4 oraz filtra dokładnego klasy F7 lub F9. Zawsze jednak musi istnieć możliwość łatwego wyjmowania filtra z obudowy centrali. W centralach, poza wymienionymi filtrami, umieszcza się następujące urządzenia przygotowujące powietrze:

- nagrzewnica (zależnie od projektu może to być nagrzewnica wodna, parowa lub elektryczna),
- chłodnica (chłodzenia za pomocą wody lodowej lub w wyniku bezpośredniego odparowania),
- odkraplacz z tworzywa sztucznego – jeśli prędkość przepływu powietrza przez centralę jest wyższa niż 2,5 m/s,
- urządzenia do odzysku ciepła (ze względu na konieczność wykluczenia możliwości łączenia się strumienia powietrza usuwanego z powietrzem zewnętrznym (świeżym) – zazwyczaj zaleca się stosować wymienniki krzyżowe o niskiej skuteczności lub wymienniki z czynnikiem pośrednim – wodnym roztworem glikolu, pompę ciepła lub, mało spopularyzowany w Polsce, wymiennik zwany rurką ciepła),
- nawilżanie powietrza (nawilżacz parowy umieszczony w centrali lub w kanale wentylacyjnym, zasilany parą wytwarzaną we własnej wytwornicy lub parą technologiczną, tzw. obcą),
- kanałowy tłumik hałasu powietrza z wbudowanymi kulisami z włókniną odporną na ścieranie, o wysokiej skuteczności tłumienia dźwięku; w urządzeniach w wykonaniu higienicznym kulisy pokryte są dodatkowo blachą perforowaną i warstwą neopreonową,
- wentylator dwustronnie ssący promieniowy, z łopatkami zakrzywionymi do przodu lub do tyłu,
- urządzenia automatycznej regulacji i kontroli.

Dokończenie artykułu (*Rozdział powietrza w salach operacyjnych* w nr 3/2006

LITERATURA

- [1] Centrala klimatyzacyjna multiCENT typ KW/KWH, karta katalogowa firmy Clima Tech Polska.
- [2] CG Clean Air Distributor, Karta katalogowa Luwa AG, 1999.
- [3] CHARKOWSKA A.: Nowoczesne systemy klimatyzacji w obiektach służby zdrowia, Wyd. IPPU MASTA, 2000.
- [4] DIN 1946-4: 2005-02, Raumlufttechnische Anlagen in Krankenhäusern.
- [5] HALUPCZOK J.: Wentylacja pomieszczeń czystych, część III, COW 8/1997, s. 42–46.
- [6] Informacje uzyskane w firmie Weiss Klimatechnik Polska, pismo Zakładu Higieny Komunalnej Państwowego Zakładu Higieny z dn. 16.09.2004 r. w sprawie wymagań niezbędnych do umieszczenia w Ateście Higienicznym.
- [7] KRUCZKOWSKI P.: Wytyczne projektowania szpitali ogólnych. Instalacje sanitarne. Zeszyt 5. Wentylacja i klimatyzacja, Biuro Projektów Służby Zdrowia, 1984.
- [8] Nowa generacja stropów z przepływem laminarnym dla sal operacyjnych. Wersje z powietrzem świeżym typu FFA.3 oraz z recyrkulacją typu ULA.3, Karta katalogowa Weiss Klimatechnik Polska.
- [9] Nowoczesna szafa klimatyzacyjna MEDICLEAN®. Idealne rozwiązanie dla klimatyzacji sal operacyjnych, Karta katalogowa Weiss Klimatechnik Polska, 2005.
- [10] Nowoczesne rozwiązania urządzeń klimatyzacyjnych dla pomieszczeń czystych i szpitalnictwa firmy Weiss Klimatechnik, opracował J.M., Chłodnictwo&Klimatyzacja, 9/2000.
- [11] PN EN 1822-1 Wysokoskuteczne filtry powietrza (HEPA i ULPA) - Część 1: Klasyfikacja, badanie parametrów, znakovanie
- [12] PN-EN ISO 14644-1:2004 - Pomieszczenia czyste i związane z nimi środowiska kontrolowane, Część 1: Klasyfikacja czystości powietrza.
- [13] Redundancja, Wikipedia Wolna Encyklopedia, <http://pl.wikipedia.org/wiki/Redundancja>.
- [14] Rozdzielacz przepływu laminarnego, www.wavicon.com.pl.
- [15] SITKO K.: Klimatyzacja i wentylacja istniejących bloków operacyjnych, Nie możliwe stało się możliwe, Ogólnopolski Przegląd Medyczny 3/2005, s. 32–33.
- [16] Tymczasowe wytyczne MZIOS stosowania recyrkulacji powietrza wewnętrznego w Zakładach Opieki Zdrowotnej, MZIOS, 15.03.1996.
- [17] Vademecum wentylacji i klimatyzacji, <http://www.muratorplus.pl/14939.htm>.
- [18] Weiss Circulating Air Wall Module. The hygiene-compatible alternative to the ceiling-mounted circulating air module, Karta katalogowa Weiss Klimatechnik Polska.

□