

gii/operacji, a więc klasy czystości. W układach klimatyzacyjnych filtry są najważniejszymi elementami odpowiedzialnymi za czystość powietrza. Rodzaje stosowanych filtrów w klimatyzacji:

- filtry włókninowe (częściej),
- filtry z węglem aktywowanym (rzadziej).

Podstawowymi wskaźnikami użytkowymi filtrów powietrza są: skuteczność filtracji i opory przepływu.

Metody określania skuteczności i klasyfikacja filtrów wstępnych (klasy G1-G4) i filtrów dokładnych (klasy F5-F9) są zawarte w normie PN-EN 779:1998 [4].

Klasyfikacja i ogólne metody badania filtrów typu HEPA (klasy H10-H14) i ULPA (klasy U15-U17) są przedstawione w normie PN-EN 1822:2001 [5].



Filtry dokładne (klasy F5-F9/H10) są stosowane jako ostatni stopień filtracji w systemach wentylacji i klimatyzacji pomieszczeń o wysokich wymaganiach czystości powietrza (np. pomieszczenia czyste klasy ISO 9, ISO 8 [6] - produkcja niesterylna) i w systemach pomieszczeń o bardzo wysokich wymaganiach czystości powietrza przed filtrami wysoko skutecznymi (produkcja sterylna).

W przypadku dużego zanieczyszczenia powietrza zewnętrznego stosuje się filtrację czterokaskadową poprzez filtrację powietrza świeżego. W strefach o niskich wymogach czystościowych dopuszcza się filtrację dwukaskadową: wstępną i

Tabela 3. Zestawienie różnych klas filtrów dla różnych rodzajów zanieczyszczeń wg wentylacja.com.pl.

Lp.	Klasa filtrów	Podstawa klasyfikacji (kraj)			Uśred. poziom odpylania	Uśred. Skuteczność odpylania	Uśred. num. skut. odpylania	Rodzaj zatrzymanych zanieczyszczeń
		Polska*	EN	Niemcy				
-	-	BN 88/8963-05	EN 779 PrEN 1822-1	DIN 24 185, prDIN 24 183, DIN 24 183	Am [%]	Em [%]	E1m [%]	Bardzo dobra i dobra skuteczność
1	Filtry wstępne	A1	G1	EU1	<65	-	-	Owady, włókna, piasek
2		A2						
3	Filtry dokładne	B1	G2	EU2	65-80	-	-	Większe pyłki kwiatowe
4		B2	G3	EU3	80-90	-	-	
5		B2	G4	EU4	>90	-	-	
6	Filtry bardzo dokładne	F5	EU5	-	-	40-60	-	Pyłki kwiatowe
7		F6	EU6	-	-	60-80	-	
8		F7	EU7	-	-	80-90	-	Wszystkie rodzaje pyłów, zarodniki grzybów
9		F8	EU8	-	-	90-95	-	Sadza, mgła olejowa, bakterie
10		F9	EU9	-	-	>95	-	
11		H10	EU10	-	-	-	85	
12		Filtry aerozoli kołoidalnych	R	H11	EU11	-	-	95
13	S		H12	EU12	-	-	99,5	
14	H13		EU13	-	-	-	99,95	
15	H14		EU14	-	-	-	99,995	Bakterie, pył radioaktywny, wszystkie rodzaje dymu i aerozoli, większość wirusów
16	H15		EU15	-	-	-	99,9995	
17	H16		EU16	-	-	-	99,99995	
18	H17	EU17	-	-	-	99,999995		

Wysoko skuteczne filtry powietrza typu HEPA (klasy H10-H14) i ULPA (klasy U15-U17) są stosowane jako ostatni stopień filtracji w systemach wentylacji i klimatyzacji pomieszczeń czystych o klasach czystości wyższych niż ISO 7 [7] (np. sterylne sale operacyjne, produkcja sterylnych leków i surowic).

Zalecenia projektowe

Uzyskanie wymaganej klasy czystości możliwe jest dzięki zastosowaniu kaskadowego systemu filtracji. Najczęściej stosowany układ to kaskada trój-filtrowa, obejmująca:

- 1 stopień - filtrację wstępną (G3-G4),
- 2 stopień - filtrację bardzo dokładną (F7-F8),
- 3 stopień - filtrację absolutną (H10-H13) z lokalnymi strefami laminarnymi (H14).

W przypadku dużego zanieczyszczenia powietrza zewnętrznego stosuje się filtrację czterokaskadową poprzez filtrację powietrza świeżego.

W strefach o niskich wymogach czystościowych dopuszcza się filtrację dwukaskadową: wstępną i

bardzo dokładną. Konfiguracja taka jest najmniej kosztowna w momencie zakupu, jednak czas stosowania filtra końcowego jest ograniczony - wysokie koszty eksploatacyjne.

Zasady, jakimi należy się kierować podczas projektowania układów filtracji wg [8]:

- w centralach nie powinno się stosować filtrów zgrubnych klasy EU1 - EU3 - niska η ,
- zaleca się stosowanie wielostopniowych układów filtracji - w celach ochronnych,
- na wlocie do instalacji montowany powinien być filtr klasy \geq EU4,
- filtr drugiego stopnia klasy \geq EU7 - po stronie tłocznej centrali klimatyzacyjnej,
- filtry wyższej klasy (HEPA, ULPA) należy umieszczać jak najbliżej pomieszczenia.

 Sławomir Mencil

Literatura:

1. PN-B-76003: 1996, Wentylacja i klimatyzacja. Filtry powietrza. Klasy jakości.
2. PN-EN ISO 14644-1 Pomieszczenia czyste i związane z nimi środowisko kontrolowane - Część 1: Klasyfikacja czystości powietrza.
3. R. Sptawski, Mikroklimatek sal operacyjnych w funkcji organizacji wymiany powietrza, praca doktorska, Wrocław 2006.
4. PN-EN 779:1998, Przeciwpływowe filtry powietrza do wentylacji ogólnej. Wymagania, badania, oznaczanie.
5. PN-EN 1822-1:2001, Wysokoskuteczne filtry powietrza (HEPA i ULPA) Część 1: Klasyfikacja, badanie parametrów, znakowanie.
6. B. Krzysztofik, Mikrobiologia powietrza, wyd. Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1986.
7. GMS-Engineering Technology & Capital Management: DG 7001 - Design Guide Overview, version 1. Sierpień 2001.
8. M. Porowski, E. Szczechowiak, Klimatyzacja pomieszczeń czystych, wyd. Termedia, Poznań 1999.

Tabela 2. Klasyfikacja klas czystości pomieszczeń i stref wg [2].

Numer klasyfikacyjny	Maksymalna koncentracja (liczba cząsteczek/m ³ powietrza) dla cząsteczek równych i większych niż rozpatrywana wielkość cząstki D (limit koncentracji określony zgodnie z równaniem).					
	0,1 μ m	0,2 μ m	0,3 μ m	0,5 μ m	1 μ m	5 μ m
ISO klasa 1	10	2				
ISO klasa 2	100	24	10	4		
ISO klasa 3	1 000	237	102	35	8	
ISO klasa 4	10 000	2 370	1 020	352	83	
ISO klasa 5	100 000	23 700	10 200	3 520	832	29
ISO klasa 6	1 000 000	237 000	102 000	35 200	8 320	293
ISO klasa 7				352 000	83 200	2 930
ISO klasa 8				3 520 000	832 000	29 300
ISO klasa 9				35 200 000	8 320 000	293 000