

Klimatyzacja pomieszczeń czystych (2)

Układ z ciśnieniem



Czystość powietrza, o której pisałem w pierwszym artykule z tego cyklu („MI” 4/2011, s. 62-63 - przyp. red.), to podstawowe zadanie, choć nie jedyne, jakie stawia się systemom wentylacji podczas organizacji przepływu powietrza w pomieszczeniach czystych. Pozostałe, równie ważne są parametry termodynamiczne powietrza oraz specjalnie ukierunkowany jego rozdział, przy jednoczesnym zachowaniu odpowiedniej prędkości w strefie pracy i krotności wymian w całej kubaturze.

Oprócz filtracji układy klimatyzacyjne w pomieszczeniach czystych utrzymują wymagane parametry termodynamiczne powietrza. Jeśli nie ma specjalnych wymagań dla operacji lub produkcji, ogólnie dla pomieszczeń czystych przyjmuje się następujące parametry projektowe, wymagając przy tym precyzyjnej regulacji w zakresie przyjętych parametrów [1]:

- temperatura $t_i = (20-22)^\circ\text{C}$ przy tolerancji $\pm 0,5\text{ K}$. W niektórych przypadkach wymagana jest wyższa temperatura, np. w salach operacyjnych.
- wilgotność $\varphi = (30-50)\%$ przy tolerancji w zakresie od $\pm 0,5$ do $\pm 5\%$.

Podczas określenia parametrów termodynamicznych należy brać pod uwagę, oprócz indywidualnych, zależnych od operacji bądź technologii, standardowe zyski ciepła i wilgoci emitowane od: oświetlenia, ludzi/personelu itd.

Specjalny rozdział powietrza

W przypadku pomieszczeń czystych istotne znacznie odgrywa odpowiedni rozdział powietrza, który pozwala zachować odpowiednią prędkość przepływu w strefie pracy oraz dopuszczalny poziom turbulencji i prędkości przepływu powietrza.

Zgodnie z przepisami GMP, które można przenieść na inne procesy [3]: system przepływu powietrza przede

wszystkim nie powinien stanowić ryzyka zanieczyszczeń, np. rozprzawiać cząstek od źródeł ich powstawania (osób, czynności, maszyn). W pomieszczeniach czystych nawiew powietrza można organizować w dwojaki sposób:

- za pomocą konwencjonalnych nawiewników o wysokiej indukcji - przepływ turbulentny,
- za pomocą sufitów lub (rzadziej stosowanych) ścian filtracyjnych - niskoturbulentny przepływ wyporowy (pionowy lub poziomy).

Dla potrzeb pomieszczeń czystych nawiew realizowany jest w większości przypadków za pomocą konwencjo-

nalnych nawiewników wyposażonych w filtr absolutny.

Dzięki zastosowanej ilości wymian nawiewniki rozrzedzają efektywnie koncentrację cząstek zanieczyszczeń. Ich ilość oraz umiejscowienie zależne są od klasy czystości, która implikuje ilość wymian powietrza w pomieszczeniu. Taki sposób nawiewu, w przypadku zgrubnych klas czystości, stanowi skuteczne rozwiązanie.

Uzyskanie natomiast warunków aseptycznych, np. podczas produkcji sterylnej lub operacji, jest możliwe do osiągnięcia przez nawiew tylko przy zastosowaniu wyporowego (laminarnego) przepływu powietrza. Ochrona oparta jest na izolacji strumieniem powietrza wszystkiego, co się w nim znajduje.

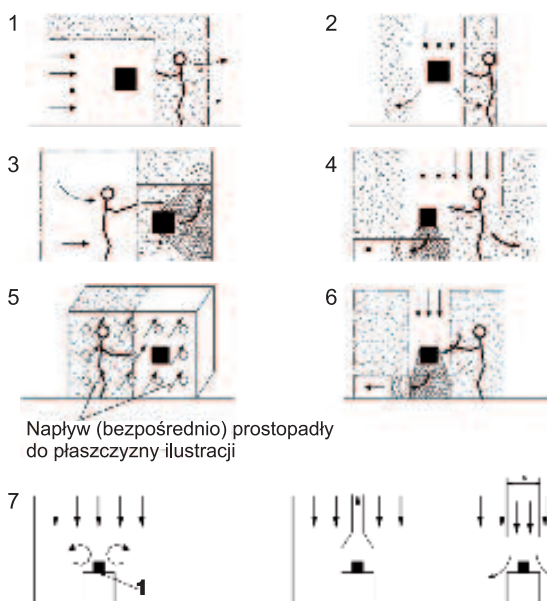
W zależności od zastosowanych filtrów końcowych uzyskujemy odpowiednią klasę czystości. Inną cechą niezbędną do uzyskania właściwego efektu jest odpowiednie natężenie, a więc prędkość przepływu powietrza zależna od operacji/procesu wytwarzania.

Rozdział powietrza

Poprzez ukierunkowany, wyporowy przepływ o określonym natężeniu można kontrolować przepływ zanieczyszczeń, przez co można uzyskać zgodnie z ISO 14644-4 [4]:

- Ochronę otwartego produktu przed wpływem środowiska zewnętrznego (rys. 1 i 2).
- Ochronę operatora, obsługującego maszynę, urządzenie, przed wdychaniem szkodliwych dla zdrowia substancji (rys. 3 i 4).
- Ochronę produktu i operatora (rys. 5 i 6).

W przypadku częstego przemieszczania się osób w pobliżu nawiewu lub w części ruchomej maszyn czy źródeł ciepła mogących zakłócić przepływ la-



Napływ (bezpośrednio) prostopadły do płaszczyzny ilustracji

1 – źródło ciepła
a – lokalny wzrost prędkości