

POMIARY PARAMETRÓW ŚRODOWISKA W POMIESZCZENIACH CZYSTYCH

Pomiar ilości cząstek w pomieszczeniu czystym

Badanym obiektem jest powietrze w środowisku pracy. Badanie określa czystość powietrza w zamkniętym pomieszczeniu. W tym celu mierzy się przeciętną ilość cząstek stałych o średnicy od 0,1 μm do 10 μm zawartych w jednostce objętości powietrza. Uzyskane wyniki porównuje się z obowiązującymi normami. Pomiary wykonywane są najczęściej na wysokości roboczej, czyli 150 cm powyżej poziomu podłogi. Ilość punktów pomiarowych w pomieszczeniu równa jest pierwiastkowi z jego powierzchni.

Materiały normatywne: Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 2 października 2006 r. w sprawie wymagań Dobrej Praktyki Wytwarzania, norma PN-EN ISO 14644 -1:2006,

Badane pomieszczenia mogą być w stanie: po wybudowaniu, w czasie spoczynku lub w czasie pracy.

Pomiar ilości cząstek zawartych w powietrzu prowadzony jest w zamkniętej strefie, o ustabilizowanych parametrach środowiska

Wyposażenie pomiarowe: laserowy miernik ilości cząstek stałych, który gwarantuje rozróżnianie cząstek o średnicach: 0.3, 0.5, 1.0, 3.0, 5.0, 10 μm i określa ich zawartość ilościową w jednostce objętości, o dokładności nie mniejszej niż 10%.

Przy pomiarach według klas ISO dla klas ISO 1 – ISO 6, określa się również ilość cząstek o średnicach 0.1 i 0.2 μm , a więc niezbędny jest miernik o dużo większej precyzji pomiaru.

Wydruki z miernika i plany z zaznaczoną lokalizacją stanowią dokumentację pomiarową.

Norma PN-EN ISO 14644-1 określa w jaki sposób należy statystycznie rozpatrywać granicę ufności wyników pomiarów dla tego typu badania. Wynik badania jest przedstawiany w formie sprawozdania, w skład którego wchodzi protokoły pomiarów, plany z rozmieszczeniem punktów pomiarowych oraz świadectwa wzorcowania przyrządów pomiarowych.

Badanie integralności filtrów HEPA

Badanym obiektem jest filtr powietrza, a określaną cechą jednorodność materiału filtrującego. Badanie ma celu określenie jednorodności materiału filtracyjnego.

Stosowane mogą być następujące metody badania:

- ◆ Pierwsza, z wykorzystaniem laserowego licznika cząstek, oparta na następującej zasadzie: do strugi powietrza nad filtrem wprowadzany jest aerozol i mierzone jest stężenie masowe cząstek zawartych w jednostce objętości powietrza nad i pod filtrem.

- ◆ Druga, wykonywana w analogiczny sposób, lecz z wykorzystaniem fotometru.

Tego typu metodą badane są filtry HEPA i ULPA.

Badania wykonywane są u klienta, po zamontowaniu filtrów w skrzynkach mocowania filtrów. Nie jest możliwe ustawienie generatora aerozolu bezpośrednio w miejscu pomiaru w przypadku pomiarów filtrów zasilanych przez centrale klimatyzacyjno – wentylacyjne. Generator umieszcza się w centrali klimatyzacyjnej lub podłącza się do kanału nawiewowego, gdyż układ bada się w kilku częściach w celu zminimalizowania czasu oddziaływania aerozolu na tkaninę filtrów. W zależności od wielkości badanego systemu klimatyzacyjno – wentylacyjnego po załączeniu generatora czeka się 5-20 minut na rozprowadzenie aerozolu w całym układzie. Przy pomiarach filtrów zamontowanych w szafach laminarnych i urządzeniach generator znajduje się w tym samym pomieszczeniu.

Wyposażenie:

- ◆ Fotometr liniowy – mierzący masę aerozolu o wielkościach cząstek w zakresie MPPS z dokładnością nie mniejszą niż 5%
- ◆ laserowy miernik ilości cząstek stałych, który gwarantuje rozróżnianie cząstek o średnicach: 0.3, 0.5, 1.0, 3.0, 5.0, 10 μm i określa ich zawartość ilościową w jednostce objętości, o dokładności nie mniejszej niż 10%
- ◆ Generator aerozolu

Pomiar polega na dokładnym skanowaniu za pomocą sondy pomiarowej powierzchni filtra HEPA, w celu obliczenia przenikających przezeń cząstek aerozolu, wielokrotnie przekraczających dopuszczalne stężenie nad filtrem.

Pomiar polega na dokładnym skanowaniu za pomocą sondy pomiarowej powierzchni filtra HEPA, w celu określenia wartości przecieku procentowego w stosunku do wartości stężenia wejściowego (nad filtrem). Dla każdej klasy filtra HEPA określone zostały maksymalne dopuszczalne wartości przecieku i stanowią one podstawę do określenia sprawności filtra.

Wynik badania jest przedstawiany w formie sprawozdania. Na podstawie wydruków lub tabeli kontroli filtrów sporządza się zbiorczą tabelę. Na jej podstawie formułuje się ostateczny wniosek, który umieszcza się w sprawozdaniu z określeniem czy filtr jest uszkodzony czy sprawny

Badania szczelności mocowania filtrów HEPA

Badanym obiektem jest filtr powietrza, a określaną cechą szczelność mocowania filtra. Badanie ma celu sprawdzenie szczelności mocowania filtra w skrzynce mocowania filtra.

Stosowane mogą być następujące metody badania:

- Pierwsza, z wykorzystaniem laserowego licznika cząstek, oparta jest na następującej zasadzie: do strugi powietrza nad filtrem wprowadzany jest aerozol i mierzone jest stężenie masowe cząstek zawartych w jednostce objętości powietrza nad i pod filtrem.
- Druga, z wykorzystaniem fotometru, wykonywana jest w analogiczny sposób

Wyposażenie:

- ◆ Fotometr liniowy – mierzący masę aerozolu o wielkościach cząstek w zakresie MPPS z dokładnością nie mniejszą niż 5%
- ◆ laserowy miernik ilości cząstek stałych, który gwarantuje rozróżnianie cząstek o średnicach: 0.3, 0.5, 1.0, 3.0, 5.0, 10 μm i określa ich zawartość ilościową w jednostce objętości, o dokładności nie mniejszej niż 10%
- ◆ Generator aerozolu

Pomiary szczelności mocowania filtrów HEPA przeprowadza się podobnie jak badania integralności filtrów, lecz skanowana jest za pomocą sondy pomiarowej nie cała ich powierzchnia, lecz okolice powierzchni ramy filtra oraz przestrzeń pomiędzy ramą a ścianami skrzynki mocowania filtra.

Wynik badania jest przedstawiany w formie sprawozdania. Na podstawie wydruków lub tabeli kontroli mocowania filtrów sporządza się zbiorczą tabelę kontroli szczelności mocowania filtrów, która zawiera: numer filtra i orzeczenie - wynik pozytywny (nie ma przecieków nie oczyszczonego powietrza między ramą filtra a skrzynką mocowania filtra) lub wynik negatywny”.

Test regeneracji

Badanym obiektem jest powietrze w środowisku pracy a określaną cechą czas osiągnięcia czystości początkowej powietrza. Badanie ma ustalić zdolność systemu wentylacji do powtarzalnego odtwarzania czystości powietrza. Ilość cząstek stałych w pomieszczeniu ulega stabilizacji i kształtuje się na pewnym poziomie określanym jako stan wyjściowy. Jeżeli ten stan zakłócimy, wpuszczając do pomieszczenia dodatkowe cząstki zanieczyszczeń, to możemy określić czas, który musi upłynąć do momentu powrotu do stanu wyjściowego.

Tego typu badanie nie jest polecane dla stref lub pomieszczeń, przez które powietrze przepływa w sposób jednorodny.

Wyposażenie

- laserowy miernik ilości cząstek stałych, który gwarantuje rozróżnianie cząstek o średnicach: 0.3, 0.5, 1.0, 3.0, 5.0, 10 μm i określa ich zawartość ilościową w jednostce objętości, o dokładności nie gorszej niż 10%
- generator aerozolu

Pierwszym wykonywanym pomiarem jest pomiar ilości cząstek, mający na celu określenie klasy czystości powietrza w badanym pomieszczeniu. Stanowiący on punkt odniesienia dla pomiaru czasu osiągnięcia czystości początkowej powietrza.

Następnie dokonywane jest zanieczyszczenie badanego środowiska poprzez emisję cząstek z generatora aerozolu. Emitowana ilość cząstek powinna znacznie przekraczać klasę czystości pomieszczenia, w którym wykonuje się pomiary (co najmniej 100 razy więcej cząstek, niż uzyskano w pomiarze odniesienia).

Trzecim pomiarem jest pomiar czasu niezbędnego do osiągnięcia przez powietrze początkowej klasy czystości. Po uzyskaniu wymaganego zanieczyszczenia badanego środowiska, uruchamiany jest licznik cząstek, który w sposób ciągły wykonuje pomiar aż do uzyskania początkowej klasy czystości. Dla klasy D dopuszczalnym czasem regeneracji jest 20 minut.

Wynik badania jest przedstawiany w formie sprawozdania, w skład którego wchodzi protokoły pomiarów oraz plany z zaznaczonymi punktami pomiarowymi. Oznaczanym parametrem w tym pomiarze jest czas, jaki upływa od momentu zanieczyszczenia powietrza do chwili jego powrotu do czystości ze stanu wyjściowego.

Wizualizacja strumienia

Strumień powietrza w pomieszczeniu czystym jest ważnym czynnikiem który może wpływać na jakość produktu. W pomieszczeniach czystych szczególnie ważna jest identyfikacja obszarów o słabej turbulencji powietrza.

Wizualizacja strumienia powietrza ma na celu potwierdzenie przestrzennej i czasowej charakterystyki przepływu powietrza tzn. dowiedzenie, że powietrze w pomieszczeniu jest w ciągłym ruchu i nie powstają tzw. martwe strefy. Sytuacja taka może wystąpić, gdy przepływ powietrza zostanie zakłócony przez zabudowę pomieszczenia lub wszelkie rodzaju urządzenia produkcyjne jak też przez personel. Odchylenie strumienia powietrza lub powstanie turbulencji może spowodować, że powietrze gromadzi się w strefie produkcyjnej i z uwagi na zachowanie się strumienia powietrza, strefa ta jest niedostatecznie zabezpieczona przed zanieczyszczeniem (zbyt długi czas regeneracji).

Wizualizacja strumienia polega na wprowadzeniu do pomieszczenia nasyconej mgły w miejscu nawiewu powietrza i zapisaniu powstałego obrazu (kierunku przepływu strumienia lub występowania martwej strefy) na nośniku filmowym. Materiał filmowy uzupełniany jest obszernym sprawozdaniem zawierającym m. in. schemat kierunków przepływu strumienia powietrza. Wizualizacja strumienia wykonywana jest dla całego pomieszczenia lub uzgodnionych z Klientem obszarów, krytycznych dla procesu produkcji.

Pomiar prędkości liniowej strumienia powietrza

Badanym obiektem jest wentylacja a określaną cechą prędkość liniowa strumienia powietrza. Badanie ma ustalić prędkość liniową strumienia powietrza. Stanowi to daną wyjściową do obliczenia objętościowego strumienia powietrza. Pomiar prędkości liniowej powietrza można wykonywać w kanałach wentylacyjnych, pod nawiewnikami, przed kratkami wywiewnymi a także pod nawiewami laminarnymi, laminaryzatorami, również w pomieszczeniach czystych.

Pomiar liniowej prędkości strumienia powietrza dokonuje się zarówno dla przepływów jednorodnych jak i niejednorodnych. W przypadku pomiarów wykonywanych w

pomieszczeniach czystych mogą one być w stanie: po wybudowaniu, w czasie spoczynku lub w czasie pracy.

Badanie wykonywane jest u klienta. System klimatyzacji jest układem pracującym non-stop. Jeżeli z pewnych przyczyn był wyłączony, po włączeniu centrali klimatyzacyjnej, przed przystąpieniem do pomiarów należy odczekać około 20 minut, w celu ustabilizowania się przepływu powietrza.

Wyposażenie: miernik do pomiaru prędkości przepływu powietrza w zakresie 0,4 – 20 m/s i dokładności nie mniejszej niż 0,03 m/s

Przy pomiarach prędkości przepływu powietrza dla przepływów jednorodnych, tworzy się siatkę pomiarową o oczkach siatki o tej samej wielkości. Pomiar wykonywany jest anemometrem ustawionym dokładnie prostopadle do kierunku przepływu strumienia powietrza, w środku każdej komórki siatki, w odległości 150-500 mm od źródła powietrza. Przy pomiarach niejednorodnych przepływów powietrza, siatkę pomiarów zagęszcza się, a sondę umieszcza dwukrotnie bliżej nawiewnika.

Wyniki pomiarów przedstawione są w sprawozdaniu z badań, w skład którego wchodzi protokoły pomiarów, plany z rozmieszczeniem punktów pomiarowych, świadectwa wzorcowania przyrządów pomiarowych. Przedstawione są w postaci tabeli, w której podane są średnie wartości prędkości oraz na życzenie klienta wyniki obliczeń statystycznych.

Pomiar strumienia objętościowego powietrza

Badanym obiektem jest wentylacja, a określaną cechą strumień objętościowy powietrza. Badanie ma ustalić ilość powietrza przepływającego w jednostce czasu. Pomiar wykonuje się pod kratkami nawiewnymi lub wywiewnymi.

Pomiar objętościowego strumienia powietrza dokonuje się zarówno dla przepływów jednorodnych jak i niejednorodnych. W przypadku pomiarów wykonywanych w pomieszczeniach czystych, mogą one być w stanie: po wybudowaniu, w czasie spoczynku lub w czasie pracy.

Wyposażenie:

- Miernik strumienia objętościowego powietrza mierzącego w zakresie 50–1000 m³/h z dokładnością nie mniejszą niż 2%
- Miernik do pomiaru prędkości przepływu powietrza w zakresie 0,4–20 m/s i dokładności nie mniejszej niż 0,03 m/s

Najdokładniejszy i najszybszy pomiar zapewnia miernik strumienia objętościowego powietrza, wyposażony w przystawki, dostosowane dokładnie wielkością i kształtem do badanych nawiewników. Daje on bezpośrednio pomiar badanej wielkości.

W przypadkach, gdy zastosowanie miernika strumienia objętościowego jest niemożliwe, jako alternatywną metodą można wykonać pomiary prędkości liniowej przepływającego powietrza. Interesującą nas wartość otrzymujemy pośrednio. Ilość przepływającego

powietrza trzeba obliczyć z iloczynu powierzchni, przez którą przepływa i jego średniej prędkości liniowej.

Wyniki pomiarów przedstawione są w postaci tabeli, która podaje odpowiednio dla każdego filtra lub kratki ilość powietrza w danym pomieszczeniu lub strefie, sumaryczną ilość powietrza dla danego pomieszczenia lub strefy oraz sumaryczną ilość powietrza dla całego układu. Ponadto dołączone są wyniki obliczeń statystycznych.

Pomiar różnicy ciśnień statycznych powietrza

Badanym obiektem jest powietrze w środowisku pracy, a określaną cechą różnica ciśnień statycznych powietrza. Badanie ma na celu sprawdzenie różnicy ciśnień między pomieszczeniami (określonymi strefami czystości).

Badanie tego typu przeprowadza się wszędzie tam, gdzie znajdują się czyste pomieszczenia, w których produkowane są substancje, które nie mogą się ulegać zanieczyszczeniom krzyżowym. Różnica ciśnień musi być stała w czasie. Powietrze przez pomieszczenia, w których przeprowadza się pomiary może przepływać w sposób jednorodny lub niejednorodny.

W przypadku pomiarów wykonywanych w pomieszczeniach czystych mogą one być w stanie: po wybudowaniu, w czasie spoczynku lub w czasie pracy.

Wyposażenie: miernik różnicy ciśnień mierzący różnicę ciśnień od co najmniej 3 Pa o wymaganej dokładności odczytu nie mniejszej niż 2 Pa

Wielkość różnicy ciśnień statycznych między poszczególnymi pomieszczeniami czystymi musi być określona przez projektanta i wynika z potrzeb technologicznych zakładu i charakteru produkcji. Dane stanowią część projektu klimatyzacji i podlegają uzgodnieniu z klientem. Pomiar należy rozpocząć od pomieszczenia o najwyższym nadciśnieniu i zakończyć na pomieszczeniu graniczącym z obszarem o ciśnieniu normalnym tj. atmosferycznym.

Pomiary wykonuje się za pomocą sondy, którą podłącza się za pomocą przewodu (rurki elastycznej) do specjalnego króćca lub – gdy nie został on zainstalowany - można jeden z przewodów sondy przeprowadzić w szczelinie pod drzwiami na zewnątrz badanego pomieszczenia.

Wyniki pomiarów przedstawione są w postaci tabeli, w której podane są wartości średnie i wyniki obliczeń statystycznych.

Pomiar temperatury powietrza wewnątrz pomieszczeń

Badanym obiektem jest powietrze w środowisku pracy, a określaną cechą temperatura powietrza wewnątrz pomieszczeń. Badanie ma na celu określenie jednorodności rozkładu temperatury powietrza w pomieszczeniu czystym klimatyzowanym.

Pomiar temperatury przeprowadza się niezależnie od rodzaju przepływu strumienia powietrza. W przypadku pomiarów wykonywanych w pomieszczeniach czystych mogą one być w stanie: po wybudowaniu, w czasie spoczynku lub w czasie pracy.

Pomiary wykonywane są u klienta. Cały system klimatyzacyjny musi przed przystąpieniem do pomiaru pracować przez 24 godziny.

Wyposażenie:

- ♦ Miernik temperatury mierzący temperaturę co najmniej w zakresie od -20 do 70°C o wymaganej dokładności odczytu co najmniej 0,5 °C
- ♦ Miernik wilgotności względnej mierzący wilgotność względną co najmniej w zakresie od 1 – 95% RH z dokładnością nie mniejszą niż 3% RH

Pomiary wykonuje się na wysokości 1,5 m nad poziomem podłogi. Prowadzi się je przez 2 godziny, zapisując wyniki co 6 minut. Jeżeli w pomieszczeniu panują zmienne warunki okres pomiaru można wydłużyć. Jednocześnie wykonuje się pomiar wilgotności względnej w pomieszczeniu.

Ilość punktów pomiarowych stanowi pierwiastek z powierzchni badanego pomieszczenia.

Wyniki pomiarów przedstawione są w sprawozdaniu, w postaci tabeli, w której podane są średnie wartości temperatury i wilgotności powietrza oraz wyniki obliczeń statystycznych.

Pomiar wilgotności względnej powietrza wewnątrz pomieszczeń

Badanym obiektem jest powietrze w środowisku pracy a określaną cechą wilgotność względna powietrza wewnątrz pomieszczeń. Badanie ma na celu określenie jednorodności rozkładu wilgotności powietrza w pomieszczeniu czystym klimatyzowanym.

Wyposażenie: miernik wilgotności względnej mierzący wilgotność względną co najmniej w zakresie od 1–95% RH, z dokładnością nie mniejszą niż 3% RH

Pomiar wilgotności względnej powietrza w pomieszczeniach czystych wykonuje się metodologicznie w sposób analogiczny do pomiaru temperatury w pomieszczeniach.

Wyniki pomiarów prezentowane są w podobnych tabelach, często łącznie z wynikami pomiarów temperatury.