

Clean room

- tworzenie stref czystych



fot. archiwum autora

STRESZCZENIE | Artykuł porusza tematykę stref czystych, tzw. clean roomów. Prezentowane są podstawowe etapy projektowania, budowy, wyposażania i utrzymywania strefy. Autor zwraca uwagę na kluczowe elementy decydujące o prawidłowej konstrukcji clean roomu i wskazuje podstawowe wyposażenie.

Treść artykułu wspomże zleceniodawcę w wyborze wykonawcy clean roomu.

SŁOWA KLUCZOWE | *Clean room*, *clean box*, strefa czysta, pomieszczenie czyste, cyrkulacja powietrza, recyrkulacja powietrza, odzież antystatyczna, śluza powietrzna, śluza podawcza, meble przemysłowe, Forbo, Sovella, podłoga antystatyczna, HEPA, FFU.

SUMMARY | The article discusses the subject of clean zone, called „clean rooms”. Presented are the basic stages of design, construction, equipping and maintaining of clean zone. The author draws attention to the basic elements in determining the proper construction of „clean room” and indicates the basic equipment. The article will assist in selecting the „clean room” contractor.

KEY WORDS | Clean room, clean box, clean area, clean zone, clean room, air circulation, air recirculation, antistatic clothing, antistatic garment, air shower, pass box, industrial furniture, Forbo, Sovella, antistatic floor, HEPA, FFU.

Postęp technologiczny wymaga dziś stosowania w procesach produkcyjnych i laboratoryjnych warunków wysokiej czystości, tak by wyeliminować najdrobniejsze zanieczyszczenia typu: pył, kurz, bakterie, opary chemiczne, które wpływają na jakość produktu bądź wyniki pomiarów.

Posiadanie własnego *clean room* znacznie poszerzy możliwości każdego laboratorium i szybko zredukuje koszty, eliminując korzystanie z zewnętrznych firm i instytucji badawczych.

Liczba prac możliwych do wykonania w strefie czystej jest niezwykle szeroka. Zadania, takie jak: produkcja i przygotowywanie leków, hodowla komórek, czynności próbkowania, produkcja lub serwisowanie urządzeń elektronicznych i wiele innych, są możliwe obecnie do zorganizowania w specjalnie przygotowanych strefach z zagwarantowanym poziomem czystości.

Strefy te, zależnie od potrzeb, mogą przybierać różną formę:

- a) pojedyncze pomieszczenia z szatnią, a nierzadko całe hale produkcyjne, tzw. *clean room*,
- b) mobilne konstrukcje tworzące strefę czystą w zwykłym pomieszczeniu, tzw. *clean box*,
- c) stanowiska pracy z nawiewem laminarnym, które zapewniają prace w warunkach czystych jedynie na obszarze zabezpieczonego blatu, tzw. *vertical clean bench*.

To właśnie w clean roomie zbudowanym przez jedną z wrocławskich firm prowadzony jest bardzo wymagający projekt pierwszego polskiego satelity „Brite-pl”. W Centrum Badań Kosmicznych pod Warszawą wykonywany jest montaż optyki satelity oraz przeprowadzane są testy funkcjonalne jednostki lotnej w warunkach orbitalnych (w komorze próżniowej). Prace te możliwe są do prowadzenia jedynie przy zapewnieniu zagwarantowanego pozo-

mu czystości w clean roomie stworzonym zgodnie z wymaganiami NASA.

Ostatnie lata przyniosły istotne zmiany w technologii tworzenia stref czystych, znacznie obniżając koszty ich tworzenia i utrzymywania. Dziś dobrej jakości laboratorium wykonane jako *clean room* klasy ISO 5 lub ISO 6 możemy stworzyć już w cenie około 100 tys. zł, a zakup stanowiska z nawiewem laminarnym to koszt zaledwie kilkunastu tysięcy złotych. Ta korzystna redukcja cen umożliwi powstanie pracowni i zakładów, które wykonują zadania do niedawna niemożliwe do wykonania z powodu kosztów znacznie przekraczających możliwości wielu firm i instytucji.

Spójrzmy pokrótce na proces powstawania clean roomu.

PROJEKT

Projekt najlepiej rozpocząć na etapie budowy pomieszczeń, nie ma wielkiej trudności w zaprojektowaniu clean roomu w już istniejącym budynku, choć w tym wypadku należy brać pod uwagę obecną infrastrukturę i niekiedy konieczność zmian, np. usunięcie z otoczenia elementów pyłotwórczych, wyburzenie ścian itp. Etap projektowania wymaga ścisłej współpracy wykonawcy ze zleceniodawcą, poznania specyfiki prac w clean roomie, określenia docelowej klasy czystości i wielu parametrów tworzonego projektu. Ważne są świadomość i uwzględnienie szczegółów, jak np. umiejscowienie maszyn wewnątrz clean roomu, a nawet ustalenie, czy praca jest prowadzona w pozycji siedzącej, czy stojącej. Bardzo łatwo jest doprowadzić do zmniejszenia klasy czystości i zniszczenia efektów pracy.

Klasę czystości strefy czystej określa się według normy ISO 14644-1 (wcześniejsza norma to: US FED STD 209E). Czystość powietrza w pomieszczeniu ▷



Fot. 1. Clean room ze śluzami podawczymi przed instalacją wyposażenia



Fot. 2. Clean Box

▷ jest zapewniana poprzez jego wymianę i recyrkulację (dwie metody dostarczania powietrza: laminarna i turbulentna).

Po stronie wykonawcy projekt clean roomu zwykle tworzący jest przez kilku inżynierów. Dobrze jest zwrócić uwagę na fachowość i dostępność do tych osób, ponieważ najpoważniejsze i trudne do wyeliminowania błędy powstają zwykle na etapie projektowania. Poświęćmy więc na ten etap od dwóch do trzech tygodni, by spokojnie przeanalizować każdy szczegół inwestycji.

Nieprzemysłany projekt będzie w najlepszym razie powodem nieuzasadnionych kosztów (częsta wymiana filtrów HEPA, zwiększony pobór energii, zbyteczne filtrowentylatory itp.) oraz trudności w osiągnięciu oczekiwanej wydajności pracy. W najgorszym razie doprowadzi do zaburzeń pomiarów lub jakości produktu, czy do powstania chorób zawodowych. Konserwacja i utrzymanie źle zaprojektowanego clean roomu szybko pochłonie większe sumy niż budowa strefy czystej z zastosowaniem przemysłanych rozwiązań.

WYKONANIE

Pomieszczenia czyste wykonywane są z materiałów niepylnych. Na ścianach i sufitach montowane są specjalne panele, wmontowywane zostają filtrowentylatory, instalowane są śluzki podawcze i pracownicze, również podłogi są wykonane w technologii clean roomu.

Choć dla osoby oceniającej prace z zewnątrz mogą one wydawać się proste, ponownie proszę zwrócić uwagę na fachowość i doświadczenie wykonawcy. Wykonawcy niezający specyfiki tworzenia stref czystych łatwo doprowadzają do szeregu uchybień, które spowodują pracę w zamkniętej strefie zbyt trudną dla pracowników (np. zbyt wysoka temperatura, duża różnica ciśnień), poziom czystości będzie niemożliwy do utrzymania, a koszty eksploatacyjne nieuzasadnione i niestannie rosnące.

Znacznie prostsze jest tworzenie wydzielonych stref czystych (*clean box*), jednak i tu spotykamy wiele kluczowych reguł, których nieprzestrzeganie zniweczy starania stworzenia czystej strefy.

POMIAR POZIOMU CZYSTOŚCI

Prace prowadzone w clean roomie muszą być wykonywane pod nadzorem i ściśle kontrolowane. Nieodpowiedzialne zachowania szybko doprowadzą do obniżenia poziomu czystości. Bez szkoleń i utrzymania dyscypliny pracy nie możemy poważnie myśleć o utrzymaniu w clean roomie warunków zapewniających efektywną pracę.

Wszelkie przedmioty muszą być zaprojektowane w specjalny sposób i zaaprobowane przez wykonawcę do pracy w konkretnym pomieszczeniu i w odpowiedni sposób użytkowane. Jest to istotne, ponieważ każdy przedmiot może pylić i generować zanieczyszczenia, ważne jest nawet miejsce ich umieszczenia wewnątrz pomieszczenia. Meble, krzesła, kombinezony i obuwie, a nawet sprzęty biurowe muszą zostać zaaprobowane do pracy w clean roomie i w odpowiedni sposób użytkowane. Wrogami czystości są nawet przedmioty tak „niewinne” jak papier, telefony, klawiatury komputerowe – wszystkie one występują w wersjach dopuszczalnych do stosowania w strefie czystej.

Pracownicy muszą zostać wyposażeni w specjalne kombinezony, maski, rękawiczki, obuwie. Każdy z tych elementów

należy prać i konserwować w odpowiedni sposób i w określonym czasie. Dobrym wyborem (uzasadnionym także ekonomicznie) jest skorzystanie z kompleksowej usługi wynajmu odzieży wraz z praniem.

PROCEDURY W STREFIE CZYTEJ

Doświadczony inżynier przewidzi i stworzy procedury utrzymania clean roomu, uwzględniając jego pracę, przestoje i konserwację. Tu naprawdę liczą się niuanse, których wagi osoba bez specjalistycznej wiedzy nie jest w stanie ocenić.

Bez procedur i szkolenia pracowników strefa czysta szybko stanie się jedynie generatorem problemów i znacznych kosztów.

Do budowy stref czystych, niezbędne są wiedza i doświadczenia, a także pewność w kwestii przeprowadzonych działań i wykorzystywanych elementów konstrukcyjnych. Z tego powodu przy wyborze wykonawcy dobrze jest skupić się na firmach oferujących kompleksowe rozwiązania od projektu, przez wykonawstwo, aż po tworzenie procedur, szkolenia pracowników oraz dostawę wyposażenia i elementów konstrukcyjnych (meble, lampy, maty, odzież, środki czystości itp.). Taki wykonawca będzie partnerem gwarantującym opłacalność inwestycji i jej bezpieczne, efektywne wykorzystywanie na przestrzeni lat. □

KLASA	CZĄSTKI/METR SZEŚCIENNY					
	0,1 MM	0,2 MM	0,3 MM	0,5 MM	1 MM	5 MM
ISO 1	10	2				
ISO 2	100	24	10	4		
ISO 3	1 000	237	102	35	8	
ISO 4	10 000	2 370	1 020	352	83	
ISO 5	100 000	23 700	10 200	3 520	832	29
ISO 6	1 000 000	237 000	102 000	35 200	8 320	293
ISO 7				352 000	83 200	2 930
ISO 8				3 520 000	832 000	29 300
ISO 9				35 200 000	8 320 000	293 000

Teb. 1. Norma ISO 14644-1