

mgr inż. MACIEJ GLIŃSKI
Centralny Instytut Ochrony Pracy
- Państwowy Instytut Badawczy

Zapobieganie niewłaściwym parametrom mikroklimatu – rozwiązania techniczne i organizacyjne

Pojęcie mikroklimatu, zdefiniowanego jako środowisko cieplne, w którym przebywa człowiek, obejmuje zespół czynników fizycznych środowiska, a mianowicie: temperaturę, wilgotność względną, prędkość ruchu powietrza i promieniowanie cieplne. Oceniając środowisko powietrzne na stanowiskach pracy z punktu widzenia higieny, uwzględnia się przede wszystkim mikroklimat oraz skład chemiczny powietrza.

Wymagania zmierzające do zapewnienia bezpiecznych i higienicznych warunków pracy są zawarte w kodeksie pracy [1], rozporządzeniach ministrów infrastruktury [2], pracy i polityki socjalnej [3, 4] Polskich Normach [5, 6] dyrektywach Wspólnoty Europejskiej i innych dokumentach. W szczególności pracodawca jest obowiązany [3] zapewnić taką organizację pracy i stanowisk pracy, aby zabezpieczyć pracowników przed oddziaływaniem czynników szkodliwych dla zdrowia oraz ograniczyć zagrożenia dla zdrowia i życia pracowników głównie przez stosowanie technologii, urządzeń, materiałów i substancji nie powodujących takich zagrożeń. Jeśli ze względu na rodzaj procesu likwidacja zagrożeń nie jest możliwa, należy stosować odpowiednie rozwiązania organizacyjne i techniczne, w tym odpowiednie środki ochrony zbiorowej.

Uzyskanie właściwych parametrów mikroklimatu i czystości środowiska powietrznego na stanowiskach pracy często byłoby niemożliwe bez stosowania technologii, urządzeń, materiałów i substancji nie powodujących zagrożeń. Należy podkreślić, że umożliwiają one uzyskanie zadowalających warunków pracy przy znacznie niższych nakładach niż przy stosowaniu intensywnej wentylacji ogólnej pomieszczeń lub klimatyzacji. Próby poprawy parametrów mikroklimatu i czystości powietrza dopiero po zakończeniu budowy obiektu, zainstalowaniu urzą-

dzeń i uruchomieniu produkcji okazują się trudne do zrealizowania, a często bardzo kosztowne [7]. Dlatego problemy te powinny być rozwiązywane na etapie przygotowywania przedsięwzięcia, a zwłaszcza jego projektowania.

Stosowanie optymalnych rozwiązań technicznych i organizacyjnych często okazuje się korzystne również z punktu widzenia ekonomicznego, prowadzi bowiem m.in. do zwiększenia produkcji i poprawienia jakości wyrobów [7]. Stwierdzono, że w warunkach komfortu cieplnego zwiększa się wydajność i precyzja wykonywanej pracy oraz obniża się wypadkowość. Zbyt niska lub zbyt wysoka temperatura powietrza zwiększa częstotliwość występowania wypadków przy pracy w budynkach przemysłowych. Badania wykazały, że np. obniżenie temperatury o 5 °C od poziomu komfortu spowodowało wzrost częstości występowania wypadków o 15% (poziom komfort był określony na 20 °C), obniżenie temperatury o 10 °C – o 35%, a podwyższenie temperatury o 5 °C wzrost częstości występowania wypadków o 25%. W przypadku pracy określanej jako lekka (praca wymagająca małego wysiłku fizycznego, pozycja stojąca w lekkiej odzieży lub siedząca w odzieży normalnej, prędkość powietrza 0,1 m/s): prace biurowe, precyzyjne, laboratoryjne, montaż elektroniczny, konfekcjonowanie produktów spożywczych, przy dostarczaniu czystego powietrza, wzrost temperatury powietrza od optymalnej (przyjęto 20÷21 °C) do 30 °C spowodował spadek wydajności pracy o 24%, a obniżenie temperatury do 14 °C o 10% [8].

Kształtowanie parametrów komfortu cieplnego

Kształtowanie optymalnych parametrów środowiska powietrznego, poza ogra-

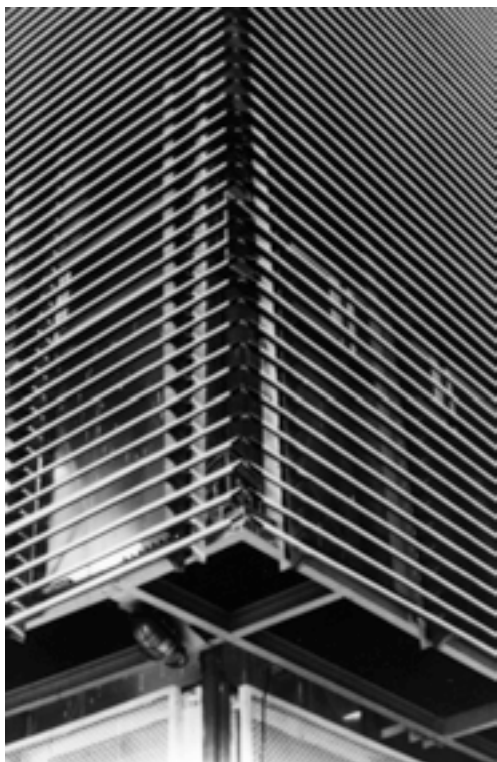
niczaniem emisji zanieczyszczeń, obejmuje rozwiązania mające na celu uzyskanie w pomieszczeniach komfortu cieplnego (termicznego).

Na wymagania dotyczące pomieszczeń i przegród budowlanych składa się między innymi ograniczanie przenikania ciepła przez przegrody budowlane – odpowiednia izolacyjność i szczelność tych przegród (głównie okien, świetlików, drzwi i wrot). Niezbędne jest również zapewnienie odpowiedniej wysokości i kubatury.

W celu zapewnienia warunków komfortu cieplnego zaleca się stosowanie następujących rozwiązań:

- optymalna orientacja przegród budowlanych względem stron świata (lokalizowanie przegród przeszklonych od strony północnej lub wschodniej)
- zwiększanie bezwładności termicznej przegród
- szklenie wielowarstwowe otworów, zwiększanie oporności termicznej przegród (okładanie materiałem izolacyjnym)
- stosowanie szkła termoizolacyjnego, absorpcyjnego, rozpraszającego promieniowanie
- samoczynnie zamykające się otwory komunikacyjne oraz konstrukcje umożliwiające częściowe ich otwieranie
- przegrody budowlane o barwach i fakturach ograniczających przenikanie promieniowania (jasne, gładkie powierzchnie, okładziny aluminiowe, papa metalizowana, biały żwir itp.), zraszanie wodą zewnętrznej strony nieprzezroczystej przegrody
- nachylenie okien i świetlików pod takim kątem, aby odbijały promieniowanie słoneczne, stosowanie poziomych lub pionowych osłon przeciwsłonecznych tzw. brise-soleil, zewnętrznych żaluzji (fot. 1.) itp.
- stosowanie podwieszonych, zwentylowanych stropów.





Fot. 1. Zewnętrzne żaluzje osłaniające okna budynku od strony południowej i zachodniej

Komfort cieplny osiąga się również między innymi przez dobór procesów produkcyjnych oraz maszyn i urządzeń:

- stosowanie procesów produkcyjnych nie emitujących dużych ilości ciepła (np. obróbkę „na zimno” a nie obróbkę „na gorąco”)
- stosowanie maszyn i urządzeń, które nie stanowią źródeł emisji ciepła (np. palniki gazowe można zastąpić grzaniem indukcyjnym) lub wilgoci
- umieszczanie maszyn i urządzeń będących źródłami ciepła w wydzielonych pomieszczeniach (bez stałego pobytu ludzi) lub na zewnątrz pomieszczeń
- zmniejszanie lub likwidacja powierzchni o wysokiej temperaturze, stosowanie izolowania lub chłodzenia urządzeń będących źródłami ciepła
- obudowywanie maszyn i urządzeń połączone z odprowadzaniem gorącego powietrza na zewnątrz (zaleca się odzysk energii)
- ekranowanie urządzenia emitującego promieniowanie cieplne, stosując:
 - ekrany odbłaskowe
 - ekrany z wymiennikiem ciepła (chłodzenie wewnętrzne ekranu powietrzem lub wodą)
 - ekrany filtrujące (szkło pochłaniające podczerwień)
 - ekrany zraszane (siatki lub łańcuchy zraszane wodą)

Eliminowanie zanieczyszczeń środowiska powietrznego w pomieszczeniach pracy

Emisja niebezpiecznych substancji do środowiska powietrznego pomieszczeń może być znaczącym źródłem narażenia – wdychanie jest bowiem zazwyczaj najistotniejszą ze wszystkich dróg wnikania ich do organizmu człowieka [9].

Emisja do środowiska powietrznego w pomieszczeniach może pochodzić głównie z [7, 9, 10, 11]:

- obróbki, np. skrawania (cięcia, szlifowania, polerowania, czyszczenia powierzchni)
- parowania lub konwekcji termicznej, np. z otwartych zbiorników, tygli, kąpielii z rozpuszczalnikami, kondensacji (pary, aerozole)
- procesów obróbki na gorąco takich metali, jak: spawanie, lutowanie, wycinanie profili, odlewanie
- operowania materiałami, np. napełniania zbiorników, transportowania, paczkowania i workowania, zagęszczania, dozowania, mieszania (żywności i pasz), sortowania
- natrysku, np. malowania, metalizacji, czyszczenia wysokociśnieniowego, piaskowania
- przecieków, np. przez uszczelnienia pomp, połączenia kołnierzowe
- produktów pośrednich i odpadowych, np. gazów z żużli, par podczas wulkanizacji gumy
- konserwacji (czyszczenia materiałów filtracyjnych), sprzątnięcia pomieszczeń
- demontażu, np. usuwania izolacji azbestowej, rozbiórki akumulatorów ołowianych
- spalania paliw, np. spalin z silników spalinowych
- chemicznej obróbki metali, np. nitrozoaminów z rozpuszczalnych w wodzie smarów.

Ryzyko narażenia na substancje niebezpieczne powinno być eliminowane lub ograniczane tak dalece, jak to jest praktycznie możliwe, z uwzględnieniem naukowych i technicznych metod obejmujących kolejno [9]: całkowite eliminowanie lub zapobieganie narażeniu na ryzyko (likwidacja emisji), gdy jest to niemożliwe – zmniejszenie emisji przez zastosowanie innych rozwiązań technicznych (zmiany technologii, maszyn lub materiałów) i organizacyjnych oraz stosowanie wentylacji miejscowej wywiew-

nej. Ograniczenie emisji wymaga również rozpoznania i eliminowania mechanizmów jej powstawania, np. ograniczenia drgań, temperatury, prędkości, prędkości powietrza, i innych parametrów związanych z materiałem lub technologią.

Budynki

Zgodnie z przepisami [2] budynek powinien być wykonany z takich materiałów i wyrobów oraz w taki sposób, aby nie stanowił zagrożenia dla higieny i zdrowia użytkowników, w szczególności w wyniku wydzielania się toksycznych gazów oraz obecności szkodliwych pyłów lub gazów w powietrzu.

Głównymi substancjami emitowanymi do środowiska powietrznego pomieszczeń w budynkach są materiały budowlane, wykładziny i farby, rozpuszczalniki, spoiwa, materiały przylepne – stosowane w czasie budowy lub remontu budynku. Niebezpieczne substancje przenikają do powietrza w budynkach także z ich wyposażenia, np. lateks ze spodniej powierzchni dywanów, monomer styrenu z tworzyw sztucznych, formaldehyd z mebli.

Część stosowanych materiałów ma własności pochłaniania substancji z powietrza i może to nastąpić już w trakcie budowy. Tempo adsorpcji i desorpcji jest funkcją nasiąkliwości materiału, temperatury i wielkości powierzchni, rodzaju substancji chemicznej i jej stężenia w powietrzu. [7]. Materiały o szorstkiej powierzchni (np. tkaniny) pochłaniają łatwiej chemikalia niż materiały delikatne o gładkiej powierzchni (szkło, stal).

Wartości emisji w postaci gazów i par wymienionych substancji zmniejszają się w miarę upływu czasu, dlatego jednym ze sposobów ograniczania emisji jest sezonowanie materiałów.

Źródłem emisji mogą być również stosowane w trakcie eksploatacji budynku środki czyszczące, pasty dezynfekujące itp. Należy zatem eliminować produkty nie posiadające atestów wydanych przez uprawnione laboratoria oraz przestrzegać instrukcji ich użytkowania.

Procesy technologiczne

Wybór właściwych technologii lub operacji ma zasadnicze znaczenie dla ograniczenia emisji.

Należy rozważyć możliwość wyboru optymalnych rozwiązań, polegających między innymi na stosowaniu:



- procesów technologicznych, substancji, surowców i materiałów (oraz ewentualnie optymalnych ich parametrów, np. wilgotności) korzystnych z punktu widzenia czystości powietrza

- maszyn i urządzeń, które nie emitują zanieczyszczeń do środowiska powietrznego w pomieszczeniach oraz optymalnych parametrów ich pracy

- automatyzacji procesów technologicznych lub poszczególnych operacji

- odpowiednich środków transportu oraz sposobów składowania szkodliwych substancji i materiałów pylistych lub pyłujących, tzn. ograniczających zanieczyszczanie środowiska powietrznego (np. stosowanie pneumatycznego lub hydraulicznego transportu materiałów pylistych, zaś cieczy i gazów szczelnymi rurociągami lub w szczelnych zbiornikach)

- urządzeń technicznych do usuwania odpadów nie wzniciających pyłu, skutecznych sposobów usuwania i oczyszczania powierzchni z pyłu osiadłego na podłogach, elementach konstrukcji budynków, instalacji oraz maszyn i urządzeń, (centralne instalacje próżniowe, odkurzacze przemysłowe)

- urządzeń i procesów produkcyjnych nie emitujących, w przypadkach awarii, zanieczyszczeń do środowiska powietrznego.

Ważne jest, aby były zachowane parametry, które mają wpływ na natężenie emisji zanieczyszczeń, jak wydajność urządzeń, parametry prądu itp. (np. zwiększenie natężenia prądu podczas spawania powoduje zwiększenie emisji pyłów).

Maszyny i urządzenia

Zgodnie z przepisami [3] maszyny i inne urządzenia techniczne powinny spełniać wymagania bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ergonomii przez cały okres ich użytkowania, a więc nie powinny powodować emisji niebezpiecznych substancji do środowiska powietrznego pomieszczeń. W szczególności powinny być tak konstruowane, aby zabezpieczyły pracownika przed działaniem niebezpiecznych substancji chemicznych. Producenci maszyn [9] powinni dokonać identyfikacji zagrożeń i ocenić przewidywalne ryzyko powodowane substancjami niebezpiecznymi dla zdrowia, wydzielanymi podczas ich pracy. Wyroby, w tym maszyny i urządzenia, które mogą stwarzać zagrożenie, podlegają obowiązkowi certy-

fikacji na znak bezpieczeństwa oraz obowiązkowi wystawiania przez producenta deklaracji zgodności [12].

Materiały stosowane w produkcji

Należy stosować materiały bezpieczne, a niebezpieczne zastępować mniej niebezpiecznymi, np.: fluorowane lub chlorowane węglowodory w rozpuszczalnikach zastąpić hydrochlorofluorkami węgla, benzen w rozcieńczalnikach farb – toluenem, biel ołowiową – dwutlenkiem tytanu, azbesty – krzemianami wapnia [7]. Dotyczy to zarówno ich składu chemicznego jak i parametrów (np. rozdrobnienia materiałów pylistych, ich wilgotności itp.). Należy jednak pamiętać o tym, że nowe substancje mogą być przyczyną innych zagrożeń, np. może zwiększyć się ryzyko pożaru. Wybór materiałów powinien uwzględniać deklarowaną przez producenta jakość [12] oraz gwarancję jej utrzymania w żądanym czasie.

Organizacja produkcji

Szczególną uwagę należy zwrócić na prawidłową organizację produkcji [9]. Celowa może być np. automatyzacja operacji lub procesów oraz zdalne sterowanie pracą maszyn ze sterowni. Wchodzenie do zanieczyszczonych obszarów lub rejonów oraz wykonywanie niebezpiecznych czynności należy ograniczyć do minimum lub rozważyć możliwość wprowadzenia zakazu dostępu do tych rejonów osób nieupoważnionych. Można wydzielić z pomieszczeń stanowiska, na których mogą być emitowane szkodliwe substancje np. przez ich obudowanie (fot. 2.), częściowe osłonięcia, ścianki działowe lub nawet przenosząc te stanowiska do oddzielnych budynków. Należy dążyć do zmniejszenia liczby osób narażonych, np. przez szkolenie pracowników w wielu umiejętnościach lub w zakresie bardziej wydajnych sposobów pracy. Istnieje również możliwość zmniejszenia czasu pracy w warunkach narażenia. Prace, przy których powstają zanieczyszczenia środowiska powietrznego pomieszczeń można wykonywać w czasie, gdy nie ma w pobliżu innych pracowników (np. w nocy) lub powierzać wyspecjalizowanym firmom, dysponującym odpowiednim sprzętem ułatwiającym usuwanie zanieczyszczeń bezpośrednio ze źródeł oraz dysponującym odpowiednimi środkami ochrony indywidualnej.



Fot. 2. Obudowa rejonu emisji zanieczyszczeń środowiska powietrznego przy oczyszczaniu i malowaniu dużych elementów

Użytkowanie i konserwacja

W instrukcjach użytkowania maszyn [9] opracowywanych przez producenta, muszą być wymieniane niebezpieczne substancje mogące wystąpić przy ich stosowaniu. Muszą być podane parametry i warunki pracy maszyny, dzięki którym można osiągnąć zmniejszenie ryzyka. Konieczne są również informacje o niezbędnych środkach ochrony indywidualnej oraz zalecenia dotyczące higieny. Należy w nich określić poziom kwalifikacji obsługi i zakres ewentualnego szkolenia.

Jeżeli maszyna jest wyposażona w urządzenia zabezpieczające – należy przedstawić informacje o ich prawidłowym stosowaniu oraz o czynnikach mogących mieć ujemny wpływ na ich działanie. W razie ich braku należy określić stosowne i sprawdzone sposoby zmniejszania ryzyka i wykaz niezbędnych badań. Jeżeli można przewidzieć prawdopodobieństwo wystąpienia przecieków, wycieków lub niekontrolowanego uwolnienia się substancji niebezpiecznych, producent powinien podać informacje o sposobach zmniejszania ryzyka dla zdrowia, postępowania w przypadku sytuacji awaryjnej (wykonania naprawy), bezpiecznego usuwania substancji oraz zalecane wyposażenie pracowników w środki ochrony indywidualnej.

Producent maszyny powinien dostarczyć instrukcje niezbędne do konserwacji maszyny, a użytkownik posiadać program konserwacji. Programu konserwacji może np. obejmować regularne sprawdzanie stanu osprzętu, sprawdzanie włączników kontrolnych, uszczelnień i uszczelek, elastycznych połączeń itd.

Wentylacja miejscowa wywiewna

Ograniczanie emisji zanieczyszczeń przez usuwanie ich bezpośrednio z miejsc wydzielania jest zadaniem wentylacji miejscowej wywiewnej – środka ochro-



ny zbiorowej przed zanieczyszczeniami środowiska powietrznego [11]. Dzięki temu nie dopuszcza się do rozprzestrzeniania zanieczyszczeń w pomieszczeniach.

Wentylację należy z zasady projektować po przeanalizowaniu możliwości zastosowania innych przedsięwzięć technicznych i organizacyjnych zmniejszających narażenie na niebezpieczne substancje.

Dobierając urządzenia wentylacji miejscowej wywiewnej przeznaczone do ograniczania emisji zanieczyszczeń, uwzględnić się:

- stopień szkodliwości dla zdrowia wydzielanych zanieczyszczeń
- rodzaj stosowanej technologii, przy której występują źródła zanieczyszczeń
- rodzaj, parametry i własności zanieczyszczeń (temperatura, wilgotność, gęstość, skład chemiczny, zdolność do wiązania się z cieczami)
- ilości emitowanych substancji
- parametry powietrza niezbędne do prawidłowej pracy elementów zasysających wentylacji miejscowej wywiewnej (strumień objętości odprowadzanego powietrza, ciśnienie)
- sposób odbioru i utylizacji zanieczyszczeń zatrzymanych w zespołach do oczyszczania odsysanego powietrza.

Najkorzystniejszymi rozwiązaniami elementów wentylacji miejscowej wywiewnej, przeznaczonych do odsysania zanieczyszczeń są z reguły pełne obudowy. Pełne osłonięcie źródła emisji pozwala bowiem na uzyskanie wysokiej skuteczności działania urządzeń wentylacyjnych, przy odprowadzaniu najmniejszej ilości odsysanego powietrza. Gdy nie jest możliwe zastosowanie pełnych obudów, stosuje się obudowy częściowe (fot. 3.), okapy lub ssawki – są one jednak mniej skuteczne.

Konstrukcja obudów wentylacyjnych musi zapewnić wygodną pracę przy obsługiwanych maszynach i urządzeniach – uwzględniać wymagania stawiane stanowiskom pracy z punktu widzenia ergonomii. Ponadto obudowy muszą być tak zbudowane, aby nie utrudniały okresowych przeglądów oraz remontów maszyn i urządzeń.

Niezależnie od wentylacji miejscowej wywiewnej, w pomieszczeniach gdzie wydzielane są do powietrza szkodliwe substancje musi być stosowana mechaniczna wentylacja nawiewno-wywiewna, której wydajność musi wynikać z potrzeb użytkowych i funkcji pomieszczeń, bilansu ciepła i wilgotności oraz bilansu za-

Tabela 1
PRZYKŁADY ROZWIĄZAŃ TECHNICZNYCH I ORGANIZACYJNYCH MAJĄCYCH NA CELU OGRANICZANIE ZAGROŻENIA SUBSTANCJAMI CHEMICZNYMI NA STANOWISKACH PRACY W POMIESZCZENIACH

Rodzaj źródła zanieczyszczeń	Rozwiązania techniczne i organizacyjne
Elaboracje niebezpiecznymi substancjami	Stosowanie zamkniętych (hermetycznych) systemów operowania substancjami, stosowanie systemów działających pod zmniejszonym ciśnieniem
Pary cieczy przelewanych ze zbiornika do zbiornika	Doprowadzanie rurami wypartego powietrza do zbiornika zasilającego
Transportowanie substancji rurociągami	Zapobieganie wylewaniu się i wyciekom, konserwacja zaworów, pomp i połączeń kołnierzykowych
Przepompowywanie izocyjanianów	Zanurzenie wałów i uszczelnień pomp w reaktywnej cieczy adsorbującej wycieki niebezpiecznych substancji
Przenośniki i zbiorniki niebezpiecznych cieczy	Wyposażanie przenośników i zbiorników w pokrywy, elastyczne lub sztywne zapory lub w pływające kulki
Zbiorniki do odtuszczenia w rozpuszczalnikach	Stosowanie wykraplania par rozpuszczalników
Sterowanie procesami	Automatyzacja – stosowanie termostatów, przełączników ciśnieniowych
Zbiorniki i urządzenia z niebezpiecznymi cieczami	Stosowanie ścian zaporowych chroniących przed rozprzestrzenianiem się wylanej cieczy
Lutowanie	Stosowanie srebrnego stopu lutowniczego nie zawierającego kadmu
Nakładanie powłok malarskich	Malowanie zanurzeniowe, prowadzenie procesów w zamkniętych tunelach

nieczyszczeń stałych i gazowych środowiska powietrznego. W pomieszczeniach pracy, w których wydzielają się substancje szkodliwe dla zdrowia, wentylacja powinna zapewniać stężenia tych substancji w powietrzu co najmniej poniżej wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń tych substancji [4].

Przy stosowaniu w pomieszczeniach pracy wentylacji mechanicznej z recykulacją powietrza, ilość powietrza świeżego nie powinna być mniejsza niż 10% ogólnej ilości wymienianego powietrza [3]. Recykulacja powietrza nie powinna być stosowana w pomieszczeniach pracy, w których występuje narażenie na mikro-

organizmy chorobotwórcze lub znajdują się substancje trujące, cuchnące albo możliwe jest nagłe zwiększanie stężenia szkodliwych substancji, a także w przestrzeniach zagrożonych wybuchem. W powietrzu wprowadzanym do pomieszczenia przy stosowaniu recykulacji zanieczyszczenie czynnikami szkodliwymi dla zdrowia nie powinno przekraczać poziomu, przy którym suma stosunków stężeń poszczególnych substancji do odpowiadających im wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń przekracza 0,3 [3].

Jeśli substancje biorące udział w procesach mogą tworzyć z powietrzem mieszaniny wybuchowe, niezbędne jest, aby instalacje wentylacyjne odpowiadały warunkom ustalonym ze względu na bezpieczeństwo pożaru lub wybuchu.

Ważne jest, aby instalacje wentylacyjne były fachowo eksploatowane. Niezbędne jest kontrolowanie stanu przewodów wentylacyjnych, odpylaczy, wentylatorów. Szczególną uwagę należy zwrócić na elastyczne osłony, fartuchy i płyty uszczelniające.

Przykłady rozwiązań technicznych i organizacyjnych, mających na celu ograniczenie w pomieszczeniach zagrożenia substancjami chemicznymi przedstawiono w tabeli 1., a zanieczyszczeniami pyłowymi w tabeli 2.

* * *

Analizując przyczyny niezadowolającego stanu środowiska powietrznego



Fot. 3. Częściowa obudowa stanowiska do obróbki skrawaniem małych elementów



Tabela 2
 PRZYKŁADY ROZWIĄZAŃ TECHNICZNYCH I ORGANIZACYJNYCH MAJĄCYCH NA CELU
 OGRANICZANIE PYLENIA NA STANOWISKACH PRACY W POMIESCZENIACH [10]

Rodzaj źródła pylenia, stanowisko pracy	Rozwiązania techniczne i organizacyjne chroniące przed zapyleniem
Zagęszczanie, mieszanie	– stosowanie materiałów o odpowiedniej wilgotności – hermetyzacja
Workowanie	– eliminowanie transportowania w workach – stosowanie szczelnych pojemników – mechanizacja, automatyzacja procesu – stosowanie maszyn i urządzeń wyposażonych w obudowy lub ssawki z odsysaniem zanieczyszczonego powietrza
Paczkowanie	– paczkowanie materiałów pylistych przez producentów i w hurtowniach (mechanizacja, automatyzacja procesu) – stosowanie maszyn i urządzeń wyposażonych w obudowy lub ssawki z odsysaniem zanieczyszczonego powietrza
Odważanie, przygotowywanie mieszanin materiałów pylistych	– przygotowywanie mieszanin przez wyspecjalizowanych producentów (mechanizacja, automatyzacja procesu) – stosowanie maszyn i urządzeń wyposażonych w obudowy lub ssawki z odsysaniem zanieczyszczonego powietrza – stosowanie wentylacji miejscowej wywiewnej
Dozowanie	– stosowanie materiałów o odpowiednich parametrach – mechanizacja, automatyzacja procesu – stosowanie jednorazowych opakowań – zastępowanie materiału pylistego materiałem niepylistym – stosowanie wentylacji miejscowej wywiewnej
Transportowanie – przeladunek pylistych materiałów – obsługa taśmociągów, urządzeń pneumatycznych, koparek, zwalówarek, ładowarek, spychaczy i ciągników	– stosowanie transportu pneumatycznego – stosowanie transportu w szczelnych zbiornikach – mechanizacja, automatyzacja procesu – stosowanie jednorazowych opakowań, paletyzacja – stosowanie dla obsługi zamkniętych, zwentylowanych kabin
Rozsiewanie substancji pylistych	– stosowanie substancji w postaci granulowanej lub roztworów – stosowanie zamkniętych, zwentylowanych kabin dla obsługujących pojazdy
Piaskowanie, śrutowanie – betonu, kamienia, stali, asfaltu – czyszczenie powierzchni pod powłoki malarskie	– mechanizacja procesu, stosowanie hermetycznych obudów – stosowanie oczyszczania strumieniem wody – stosowanie śrutownic z urządzeniami filtracyjno-wentylacyjnymi – stosowanie urządzeń wyposażonych w obudowy z odsysaniem zanieczyszczonego powietrza – stosowanie urządzeń wyposażonych w obudowy z odsysaniem zanieczyszczonego powietrza – stosowanie ręcznych zmechanizowanych narzędzi z odsysaniem powietrza
Skrawanie materiałów kruchych – obróbka drewna (stolarnie) – ręczna obróbka kamienia budowlanego	– stosowanie maszyn, urządzeń i ręcznych narzędzi zmechanizowanych, wyposażonych w obudowy lub ssawki z odsysaniem zanieczyszczonego powietrza – stosowanie wentylacji miejscowej wywiewnej – stosowanie mokrych procesów technologicznych – stosowanie ręcznych zmechanizowanych narzędzi z odsysaniem powietrza
Cięcie	– eliminowanie mechanicznego cięcia na sucho – prefabrykacja elementów – stosowanie mokrych procesów – obudowywanie i osłanianie rejonów pylenia – stosowanie maszyn, urządzeń i ręcznych narzędzi zmechanizowanych, wyposażonych w obudowy lub ssawki z odsysaniem zanieczyszczonego powietrza – stosowanie wentylacji miejscowej wywiewnej
Szlifowanie i polerowanie	– automatyzacja procesów – stosowanie mokrych procesów technologicznych – stosowanie maszyn, urządzeń i ręcznych narzędzi zmechanizowanych, wyposażonych w obudowy lub ssawki z odsysaniem zanieczyszczonego powietrza
Wiercenie – wiercenie otworów strzałowych (produkcja kruszywa) – wiercenie otworów w betonie	– stosowanie mokrych procesów technologicznych – stosowanie wentylacji miejscowej wywiewnej – stosowanie ręcznych zmechanizowanych narzędzi z odsysaniem powietrza
Spawanie	– modyfikacja warunków technologicznych procesów spawania – mechanizacja, automatyzacja procesu – prefabrykacja elementów stalowych – zapewnianie optymalnej pozycji spawacza względem miejsca spawania – stosowanie wentylacji miejscowej wywiewnej
Sprzątanie pomieszczeń (zapylenie wtórne)	– bezpyłne sprzątanie pomieszczeń: zmywanie podłóg wodą, stosowanie odkurzaczy przemysłowych lub podciśnieniowych instalacji do usuwania pyłu – stosowanie zasłon zamykających strefę emisji pyłów – utwardzanie dróg dojazdowych.

w pomieszczeniach pracy, jak np. nadmierny wzrost temperatury, czy przekroczenie wartości dopuszczalnych stężeń w powietrzu substancji szkodliwych dla zdrowia, często wini się za ten stan niewłaściwie działającą wentylację. Tymczasem najskuteczniejszych sposobów optymalizacji parametrów środowiska powietrznego należy poszukiwać w obszarze także innych rozwiązań technicznych i organizacyjnych, dzięki którym można, często nawet niemal całkowicie, wyeliminować czynniki wpływające niekorzystnie na stan środowiska powietrznego w pomieszczeniach pracy.

PIŚMIENNICTWO

[1] Ustawa z dnia 26 czerwca 1974 r. Kodeks pracy. DzU z 1996 r. nr 24, poz. 110
 [2] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. DzU nr 75, poz. 690
 [3] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy. DzU nr 129, poz. 844 ze zm.
 [4] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 17 czerwca 1998 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. DzU nr 79, poz. 315 ze zm.
 [5] PN-82/B-02402. *Ogrzewnictwo. Temperatura ogrzewanych pomieszczeń w budynkach*
 [6] PN-78/B-03421. *Wentylacja i klimatyzacja. Parametry obliczeniowe powietrza wewnętrznego w pomieszczeniach przeznaczonych do stałego przebywania ludzi*
 [7] Burton D.J. *Kontrolne działania i środki techniczne*. Higiena pracy. IMP, Łódź 1999
 [8] Chmielowski A. *Wydajność i jakość pracy funkcją warunków mikroklimatu na stanowisku pracy*. „Informacja INSTAL” 6/1995
 [9] PN-EN 626-1:2001 *Maszyny. Bezpieczeństwo. Zmniejszanie ryzyka dla zdrowia powodowanego substancjami niebezpiecznymi emitowanymi przez maszyny. Zasady i wymagania dla producentów maszyn*.
 [10] Gliński M. *Ograniczanie zapylenia na stanowiskach pracy*. CIOP, Warszawa 1999
 [11] Gliński M. *Ograniczanie emisji zanieczyszczeń w pomieszczeniach pracy. Przykłady obudów wentylacji miejscowej wywiewnej*. CIOP, Warszawa 2001
 [12] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 1999 r. w sprawie wykazu wyrobów wyprodukowanych w Polsce, a także wyrobów importowanych do Polski po raz pierwszy, mogących stwarzać zagrożenia albo służących ochronie lub ratowaniu życia, zdrowia lub środowiska, podlegających obowiązkowi certyfikacji na znak bezpieczeństwa i oznaczania tym znakiem, oraz wyrobów podlegających obowiązkowi wystawiania przez producenta deklaracji zgodności. DzU z 2000 r. nr 5, poz. 53

