

INSTALACJA WENTYLACJI MECHANICZNEJ I KLIMATYZACJI (CPV 45331200-8)

1. WSTĘP	3
1.1. PRZEDMIOT SPECYFIKACJI TECHNICZNEJ	3
1.2. ZAKRES STOSOWANIA	3
1.3. ZAKRES ROBÓT OBJĘTYCH ST	3
1.4. OKREŚLENIA PODSTAWOWE	3
1.5. OGÓLNE WYMAGANIA DOTYCZĄCE ROBÓT	6
2. MATERIAŁY	7
2.1. WARUNKI OGÓLNE STOSOWANIA MATERIAŁÓW	7
2.2. WYMAGANIA SZCZEGÓŁOWE DLA MATERIAŁÓW	7
2.2.1. Przewody wentylacyjne	7
2.2.2. Elementy instalacji wentylacyjnej	9
2.2.3. Centrale wentylacyjne i agregaty chłodnicze	10
2.2.4. Klimatyzatory: agregaty zewnętrzne + jednostki wewnętrzne	13
2.2.5. Izolacja cieplna i przeciw wilgotnościowa przewodów wentylacyjnych	15
2.2.6. Wentylatory	15
2.3. SKŁADOWANIE MATERIAŁÓW	15
3. TRANSPORT	15
4. WYKONANIE ROBÓT	16
4.1. SZCZEGÓŁOWE ZASADY WYKONANIA ROBÓT	16
4.1.1. Przewody wentylacyjne	16
4.1.2. Możliwość czyszczenia instalacji	17
4.1.3. Maszynownia, agregaty skraplające i centrale wentylacyjne	18
4.1.4. Klimatyzatory	21
4.1.5. Wentylatory	22
4.1.6. Wymienniki ciepła	22
4.1.7. Urządzenia do odzyskiwania ciepła	23
4.1.8. Filtry powietrza	23
4.1.9. Czerpnie i wyrzutnie	23
4.1.10. Przepustnice	23
4.1.11. Kłapy pożarowe	23
5. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT	24
5.1. ZAKRES BADAŃ PROWADZONYCH W CZASIE BUDOWY	24
5.1.1. Prace wstępne	24
5.1.2. Procedura prac	24
5.2. POMIARY KONTROLNE	26
5.2.1. Zakres rzeczowy pomiarów kontrolnych	26
5.2.2. Zakres ilościowy pomiarów kontrolnych i kontroli działania	26
6. OBMIAR ROBÓT	26

7. ODBIÓR ROBÓT	26
7.1. USTALENIA OGÓLNE DOTYCZĄCE ODBIORU ROBÓT	26
7.2. SPRAWDZENIE KOMPLETNOŚCI WYKONANYCH PRAC.....	27
7.2.1. Badanie ogólne	27
7.2.2. Badanie central wentylacyjnych, klimatyzatorów, wentylatorów i innych centralnych urządzeń wentylacyjnych.....	28
7.2.3. Badanie wymienników ciepła w centralach wentylacyjnych, klimatyzatorach.....	28
7.2.4. Badanie filtrów powietrza w centralach wentylacyjnych, klimatyzatorach.....	28
7.2.5. Badanie czepni powietrza	28
7.2.6. Badanie przepustnic	28
7.2.7. Badanie klap pożarowych.....	29
7.2.8. Badanie sieci przewodów	29
7.2.9. Badanie nawiewników i wywiewników	29
7.2.10. Badanie elementów regulacji automatycznej i szaf sterowniczych.....	29
7.2.11. Wykaz dokumentów dotyczących podstawowych danych eksploatacyjnych.....	29
7.2.12. Wykaz dokumentów inwentarzowych	29
7.2.13. Dokumenty dotyczące eksploatacji i konserwacji.....	30
8. PRZEPISY ZWIĄZANE	30

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot Specyfikacji Technicznej

Przedmiotem niniejszej ST są wymagania dotyczące wykonania i odbioru instalacji i urządzeń wentylacji mechanicznej i klimatyzacji.

1.2. Zakres stosowania ST

Specyfikacja Techniczna zawiera informacje oraz wymagania wspólne dotyczące wykonania i odbioru robót, które zostaną zrealizowane w ramach zadania

– ARANŻACJA PARTERU WRAZ Z OPRACOWANIEM PROJEKTOWYM WENTYL. I KLIMATYZ.DLA PARTERU BUDYNKU, UMOŻLIWIAJĄCYM PÓŹNIEJSZĄ ROZBUDOWĘ TYCH INSTALACJI NA POZOSTAŁYCH KONDYGNACJACH BUDYNKU UMK PRZY UL. STACHOWICZA 18

- w zakresie wykonania robót polegających na montażu instalacji i urządzeń wentylacji mechanicznej i klimatyzacji.

1.3. Zakres Robót objętych ST

Ustalenia zawarte w niniejszej Specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia wykonawstwa robót w zakresie instalacji wentylacji mechanicznej i klimatyzacji rozpatrywanych pomieszczeń, ich kontroli oraz odbioru w budynku przy ul. Stachowicza 18 w Krakowie.

1.4. Określenia podstawowe

Wentylacja mechaniczna pomieszczenia - wymiana powietrza w pomieszczeniu lub w jego części, mająca na celu usunięcie powietrza zużytego i zanieczyszczonego oraz wprowadzenie powietrza zewnętrznego, będąca wynikiem działania urządzeń mechanicznych wprowadzających powietrze w ruch.

Klimatyzacja pomieszczenia – działania zapewniające środowisku powietrznemu pomieszczenia określone właściwości i parametry: czystość, temperaturę – przez uzdatnianie i rozdział powietrza, odpowiednio do przeznaczenia i sposobu wykorzystania pomieszczenia w każdych warunkach klimatycznych danej miejscowości.

Instalacja wentylacji / klimatyzacji - zestaw urządzeń, zespołów i elementów wentylacyjnych / klimatyzacyjnych służących do uzdatniania i rozprowadzenia powietrza

Rozdział powietrza w pomieszczeniu – rozprowadzenie powietrza w wentylowanej przestrzeni z zastosowaniem nawiewników i wywiewników, w celu zagwarantowania wymaganych warunków - intensywności wymiany powietrza, ciśnienia, czystości, temperatury, prędkości ruchu powietrza, poziomu hałasu - w strefie przebywania ludzi.

Strefa przebywania ludzi – część przestrzeni pomieszczenia do wysokości 2 m nad podłogą, gdzie przebywają ludzie, w której za pomocą instalacji wentylacyjnej lub klimatyzacyjnej trzeba zapewnić warunki mikroklimatu pomieszczenia.

Mikroklimat pomieszczenia – warunki klimatyczne istniejące w pomieszczeniu, będące wynikiem jednoczesnego oddziaływania stopnia czystości, składu chemicznego, temperatury, wilgotności względnej i prędkości ruchu powietrza, a także otaczających przegród.

Rozprowadzenie powietrza - przeniesienie strumienia powietrza o określonej objętości do wentylowanej przestrzeni lub z tej przestrzeni.

Niezbędny strumień objętości powietrza zewnętrznego – strumień powietrza zewnętrznego,

który ze względów higienicznych należy doprowadzić do osób przebywających w pomieszczeniu w celu utrzymania odpowiedniej jakości powietrza wewnętrznego, w tym zapewnienia odczucia świeżości powietrza, odprowadzenia przykrych zapachów i utrzymanie na wymaganym poziomie zawartości tlenu węgla i dwutlenku węgla.

Krotność wymian powietrza – ilość wymian powietrza – liczbowa wartość intensywności wentylacji pomieszczenia, liczba określająca ile razy w ciągu godziny przepływa przez pomieszczenie strumień powietrza o objętości równej objętości pomieszczenia.

Obliczeniowe parametry powietrza zewnętrznego – wartości liczbowe temperatury i wilgotności względnej i innych pochodnych parametrów powietrza zewnętrznego, które należy przyjmować w danej miejscowości przy obliczaniu i doborze urządzeń wentylacji i klimatyzacji

Obliczeniowe parametry powietrza wewnętrznego – wartości liczbowe temperatury, wilgotności względnej i prędkości ruchu powietrza w strefie przebywania ludzi, które należy przyjmować w funkcji przeznaczenia i trybu użytkowania pomieszczeń – przy obliczaniu i doborze urządzeń wentylacji i klimatyzacji.

Uzdatnianie powietrza - Procesy realizowane przy użyciu środków technicznych, mające na celu zmianę jednej lub kilku wielkości charakteryzujących stan i jakość powietrza

Ogrzewanie powietrza - uzdatnianie powietrza polegające na podwyższaniu jego temperatury

Ogrzewanie powietrza wstępne – w klimatyzacji ogrzewanie powietrza przed podaniem go innym procesom uzdatniania pod względem cieplnym lub wilgotnościowym

Ogrzewanie powietrza wtórne – w klimatyzacji ogrzewanie powietrza uprzednio uzdatnionego pod względem cieplnym

i / lub wilgotnościowym przed jego wprowadzeniem do pomieszczenia.

Chłodzenie powietrza - uzdatnianie powietrza polegające na obniżaniu jego temperatury

Nawilżanie powietrza - uzdatnianie powietrza polegające na powiększaniu w nim zawartości wilgoci

Filtracja powietrza - Uzdatnianie powietrza polegające na usuwaniu z niego zanieczyszczeń stałych lub ciekłych

Odzyskiwanie ciepła i wilgoci - Wykorzystanie ciepła i wilgoci zawartej w powietrzu wyrzutowym w celu zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło lub / i wilgoć przez instalację wentylacyjną

Recyrkulacja powietrza z pomieszczenia – skierowanie części powietrza wywiewanego z pomieszczenia do ponownego wykorzystania w powietrzu nawiewnym. Wyróżnia się także recyrkulację powietrza wewnątrz pomieszczenia, będącego skutkiem indukcyjnego działania nawiewników

System wentylacji lub klimatyzacji ze stałym strumieniem objętości powietrza – system, w którym utrzymuje się stałe przepływy powietrza w pomieszczeniach i w poszczególnych częściach instalacji

System wentylacji lub klimatyzacji ze zmiennym strumieniem objętości powietrza – system, w którym można zmieniać w sposób regulowany przepływy powietrza w poszczególnych pomieszczeniach, a w konsekwencji – w poszczególnych częściach instalacji

Centrala wentylacyjna lub klimatyzacyjna

zestawienie zespołów i urządzeń dobranych do realizacji planowanych funkcji uzdatnienia i do tłoczenia powietrza, obecnie najczęściej wykonywanych w postaci prefabrykowanych modułów o jednakowych przekrojach dla danej wielkości centrali

Kurtyna powietrzna, zasłona powietrzna

urządzenie wentylacji miejscowej, wytwarzające płaski strumień powietrza, oddzielający dwie przestrzenie o różnych poziomach temperatury

Klimatyzator dwuczęściowy, klimatyzator systemu split

klimatyzator składający się z jednostek: jednostki wewnętrznej (wewnętrznych) zawierającej (zawierających) filtr, chłodnicę, nagrzewnicę, wentylator i nawiewnik, oraz z jednostki zewnętrznej zawierającej agregat chłodniczy ze skraplaczem chłodzonym powietrzem z wentylatorem, przy czym jednostki te są połączone układem rur czynnika chłodniczego.

Urządzenie do odzyskiwania ciepła lub wilgoci

urządzenie przeznaczone do przekazywania ciepła lub wilgoci zawartej w strumieniu powietrza zużytego do strumienia powietrza uzdatnianego lub odwrotnie

Wymiennik regeneracyjny obrotowy

zestaw pakietów wykonanych z masy akumulujących ciepło (chłód) i wilgoć, omywanych strumieniem powietrza zewnętrznego bądź wywiewanego, przy czym kierunek przepływu nie zmienia się a rotor przemieszcza ruchem ciągłym pakiety akumulacyjne ze strefy wywiewu do nawiewu.

Czerpnia wentylacyjna element instalacji, przez który jest zasysane powietrze zewnętrzne

Wyrzutnia wentylacyjna element instalacji, przez który powietrze jest usuwane na zewnątrz

Wywietrznik

nasada kominowa element powodujący wypływ powietrza z pomieszczenia na zasadzie wykorzystania energii kinetycznej wiatru

Przewód wentylacyjny

element o zamkniętym obwodzie przekroju poprzecznego lub kołowego, stanowiący obudowę przestrzeni, przez którą przepływa powietrze

Wskaźnik szczelności przewodów

Wielkość charakteryzująca szczelność przewodów danej instalacji lub jej części, określana wzorem

$$F = V_n/A$$

w którym:

f -wskaźnik szczelności przewodów, w metrach sześciennych na metr kwadratowy razy godzina,

V_n -łączny objętościowy strumień przepływu powietrza płynącego przez szczelności, w metrach sześciennych na godzinę, A-łączna powierzchnia ścian wszystkich badanych przewodów danej instalacji lub jej części, w metrach kwadratowych.

Klasa szczelności przewodów wentylacyjnych wg. PN –B –76001/1996

Klasa jakości przewodów wentylacyjnych charakteryzująca się nie przekroczeniem określonej wartości wskaźnika szczelności przy danej różnicy ciśnień między wnętrzem przewodów a otoczeniem.

Przepustnica

zespół samodzielny lub wbudowany w urządzenie lub w przewód wentylacyjny, pozwalający na zamknięcie lub na regulację strumienia powietrza przez zmianę oporu przepływu

Tłumik akustyczny

element wbudowany w urządzenie lub w przewód mający na celu zmniejszenie hałasu przenoszonego drogą powietrzną wzdłuż przewodów.

Nawiewnik

element lub zespół, przez który powietrze napływa do wentylowanej przestrzeni

Wywiewnik

element lub zespół, przez który powietrze wypływa z wentylowanej przestrzeni

Otwór wentylacyjny

otwór wyposażony w obudowę lub nie, wykonany w przegrodzie przestrzeni wentylowanej mający na celu zapewnienie przepływu powietrza między pomieszczeniami

Skrzynka rozprężna

zespół, którego zadaniem jest redukcja ciśnienia panującego w przewodach rozprowadzających powietrze do ciśnienia wymaganego przed nawiewnikiem przy jednoczesnej regulacji natężenia przepływu powietrza; zespół może także pełnić rolę tłumika hałasu

Pozostałe określenia są zgodne z obowiązującymi Polskimi Normami oraz z definicjami podanymi w ST 00.00 „Wymagania ogólne”

1.5. Ogólne wymagania dotyczące Robót

Wykonawca jest odpowiedzialny za jakość stosowanych materiałów i wykonanych robót oraz za ich zgodność z Dokumentacją Projektową i ST oraz zaleceniami Kierownika Budowy. Specyfikację należy rozpatrywać łącznie z rysunkami i innymi dokumentami opisującymi inwestycję i stanowi integralną część dokumentów kontraktowych. Wszelkie rozwiązania techniczne związane z prawidłową realizacją budowy i przekazaniem obiektu Inwestorowi, a nie zawarte w dokumentacji winne być wykonane zgodnie z obowiązującymi w budownictwie normami i sztuką budowlaną.

Roboty nie ujęte w dokumentacji, a wynikające z technologii budowy, zastosowania materiałów lub montażu urządzeń winny być uwzględnione w kosztorysie ofertowym Wykonawcy. Brak ich wyszczególnienia w dokumentacji nie jest podstawą do roszczeń finansowych Wykonawcy w stosunku do Inwestora lub Biura Projektów. Zmiany w przyjętych rozwiązaniach technicznych lub zastosowanych materiałach muszą zostać zatwierdzone przez projektanta. Wszelkie zmiany i odstępstwa od zatwierdzonej dokumentacji technicznej nie mogą powodować obniżenia wartości funkcjonalnych i użytkowych instalacji, a jeżeli dotyczą zamiany materiałów i określonych w dokumentacji technicznej na inne, nie mogą powodować zmniejszenia trwałości eksploatacyjnej.

Wykonawca jest całkowicie odpowiedzialny za sprawdzenie zakresu prac, ilości materiałów i urządzeń zgodnie z dokumentacją na etapie przetargu. W razie wystąpienia niezgodności opisu technicznego z dokumentacją rysunkową Wykonawca powinien zwrócić się pisemnie do Biura Projektów celem wyjaśnienia rozbieżności.

Zasada powyższa obowiązuje przy wyjaśnianiu wszelkich wątpliwości związanych z niniejszą dokumentacją.

2. Materiały

2.1. Warunki ogólne stosowania materiałów

Wszystkie materiały, dla których normy PN i BN przewidują posiadanie zaświadczenia o jakości lub atestu, powinny być zaopatrzone przez producenta w taki dokument.

Inne materiały powinny być wyposażone w takie dokumenty na życzenie Inżyniera Kontraktu.

Materiały, z których wykonywane są wyroby stosowane w instalacjach wentylacyjnych i klimatyzacyjnych powinny odpowiadać warunkom stosowania w instalacjach, oraz Dokumentacji Projektowej.

Stopień zabezpieczenia antykorozyjnego obudów urządzeń powinien odpowiadać co najmniej właściwościom blachy stalowej ocynkowanej.

Powierzchnie obudów powinny być gładkie, bez załamań, wgnieceń, ostrych krawędzi i uszkodzeń powłok ochronnych.

Szczelność połączeń urządzeń i elementów wentylacyjnych i klimatyzacyjnych z przewodami powinna odpowiadać wymaganiom szczelności tych przewodów.

Należy zapewnić łatwy dostęp do urządzeń i elementów wentylacyjnych / klimatyzacyjnych w celu ich obsługi, konserwacji lub wymiany.

Zamocowanie urządzeń i elementów wentylacyjnych powinno być wykonane z uwzględnieniem dodatkowych obciążeń związanych z pracami konserwacyjnymi.

Urządzenia i elementy wentylacyjne / klimatyzacyjne powinny być zamontowane zgodnie z instrukcją producenta.

Urządzenia i elementy instalacji wentylacyjnych / klimatyzacyjnych powinny mieć dopuszczenia do stosowania w budownictwie.

2.2. Wymagania szczegółowe dla materiałów

2.2.1. Przewody wentylacyjne

Przewody wentylacyjne powinny być wykonywane z blachy stalowej ocynkowanej

Powierzchnie przewodów powinny być gładkie, bez załamań i wgnieceń. Materiał powinien być jednorodny, bez wżerów, wad walcowniczych itp. Powierzchnie pokryć ochronnych nie powinny mieć ubytków, pęknięć i tym podobnych wad.

Wymiary przewodów o przekroju prostokątnym i kołowym powinny odpowiadać wymaganiom norm PN-EN 1505 i PN-EN 1506 a w szczególności podanym w projekcie .

Szczelność przewodów wentylacyjnych powinna odpowiadać wymaganiom normy PN-B-76001.

Wykonanie przewodów prostych i kształtek z blachy powinno odpowiadać wymaganiom normy PN-B-03434.

Połączenia przewodów wentylacyjnych z blachy powinny odpowiadać wymaganiom normy PN-B-76002.

Elastyczne elementy służące do połączenia sztywnych przewodów wentylacyjnych z nawiewnikami lub wywiewnikami (rury typu Flex) powinny być wykonane z materiałów co najmniej trudno zapalnych, przy czym nie mogą być prowadzone przez przegrody budowlane.

Kanały wentylacyjne i klimatyzacyjne w miejscach przejścia przez elementy oddzielenia przeciwpożarowego należy wyposażyć w klapy ppoż. o odporności ogniowej EI 120. W przypadku lokalizacji klapy ppoż. poza przegrodą oddzielenia pożarowego odcinek kanału pomiędzy klapą, a przegrodą należy obudować elementami o klasie odporności ogniowej EI 120.

Przewody wentylacyjne z blachy stalowej ocynkowanej

Prostokątne typu A/I o :

- a) obwodzie do 1000 mm
- b) obwodzie do 1400 mm
- c) obwodzie do 1800 mm
- d) obwodzie do 4400 mm

Przewody wentylacyjne blaszane należy wykonywać z blach lub taśm stalowych ocynkowanych wg. norm: PN-B-03434:1999, PN-B-03410:1999, PN-B-76001:1996, PN-B-76002:1996, PN-89/H-92125-Blachy i taśmy ocynkowanej.

Do wykonywania przewodów wentylacyjnych używa się cienkościennej blachy walcowanej na zimno lub na gorąco.

Stosowanie w produkcji blach o minimalnych grubościach możliwe jest wyłącznie z równoczesnym stosowaniem technologii usztywnień płaszcza zapewniającej wymaganą sztywność i szczelność oraz nie obniżającej warunków przepływu powietrza i akustyki przewodów. Połączenia blach w przewodach prostokątnych należy wykonywać zamkami blacharskimi na zakładkę.

Przewody powinny być z materiałów niepalnych lub co najmniej trudno zapalnych, stawiać mały opór dla przepływu powietrza, być szczelne i mieć odpowiednią wytrzymałość mechaniczną, mieć dobry wygląd zewnętrzny.

Zasadnicze części - prostki i kształtki - sieci przewodów wentylacyjnych można zestawić w następujących grupach :

- prostki o danej średnicy lub wymiarach przekroju poprzecznego oraz długości,
- dyfuzory (zwężki) stanowiące przejście z przekroju kołowego na kołowy, z kołowego na prostokątny lub z prostokątnego na prostokątny lub z prostokątnego na prostokątny o danych średnicach (mniejszej i większej) lub wymiarach przekrojów oraz wysokości; dyfuzory mogą być osiowe proste lub ukośne.
- kolana
- łuki o danej średnicy lub wymiarach przekroju poprzecznego, o danym promieniu krzywizny, kącie zmiany kierunku
- odsadzki, czyli połączenia dwóch pół łuków,
- trójniki o danych średnicach lub wymiarach przekrojów poprzecznych przewodu głównego, przelotu i odgałęzienia, o danej długości korpusu, o danym kącie zbieżności ścianek korpusu i kącie odgałęzienia.

Materiał i sposób wykonania poszczególnych części przewodów wentylacyjnych powinny zapewniać łatwość ich montażu i konserwacji. Mocowanie akcesoriów dodatkowych lub elementów usztywniających powinno być wykonane metodami nie niszczącymi powłoki ochronnej. Ścianki kanałów prostokątnych pod wpływem różnicy ciśnień w przewodzie i otoczeniu nie mogą ugiąć się więcej niż o 20mm. W celu zwiększenia sztywności ścianek należy stosować kopertowanie albo przynitowanie lub przyspawanie punktowe profili usztywniających. Przy produkcji maszynowej przewody i kształtki o przekroju prostokątnym o obwodzie do około 700 mm wykonuje się z jednym szwem narożnym kątowym o obwodzie 700-1400 mm -z dwoma szwami kątowymi położonymi na przeciwległych narożnikach, a przy obwodzie większym od 1400 mm -z czterema szwami kątowymi. Dla trójników kąt między przewodem głównym i odgałęzieniem może wynosić 15, 30, 45, 60 lub 90°. Promień krzywizny łuków przyjmuje się równy 1,0 do 1,5 średnic przewodu kołowego lub 1,5 do 2,0 szerokości boku, w którego płaszczyźnie występuje zagięcie przewodu. Długość odcinków przewodów wykonanych z blachy stalowej określona jest warunkami ich transportu, lecz nie dłuższa niż 2m. Ścianki przewodów blaszanych nie mogą mieć widocznych załamania i wgnieceń. Przewody wentylacyjne blaszane należy przechowywać w miejscach zabezpieczonych przed odpadami

atmosferycznymi. Przewody muszą być wykonane z materiału o odpowiedniej jakości, zgodnie z projektem. Zmian dotyczących materiału można dokonać jedynie za zgodą projektanta i Inwestora. Poszczególne prostki, kształtki i inne elementy przewodów znakuje się farbą szybko schnącą, aby ułatwić ich kompletowanie na miejscu montażu. Znakowanie elementów należy przeprowadzać bardzo starannie i czytelnie, aby znaki i symbole zachowały się w czasie transportu, składowania i montażu. Przed wysłaniem na miejsce montażu przygotowane w warsztacie elementy podlegają dokładnemu sprawdzeniu i dopasowaniu tak, aby uniknąć trudności przy łączeniu ich w trakcie montażu. Wymiary elementów sprawdza się korzystając z szablonu lub przez wstępne skompletowanie odcinków instalacji.

Kołowe typu B/I

- a) o średnicy 100 mm
- b) o średnicy 160 mm
- c) o średnicy 200 mm
- d) o średnicy 250 mm
- e) o średnicy 315 mm
- f) o średnicy 400 mm

Przewody elastyczne kołowe typu Flex

- a) o średnicy 100 mm,
- b) o średnicy 160 mm,
- c) o średnicy 200 mm,
- d) o średnicy 250 mm,
- e) o średnicy 315 mm

Przewody elastyczne są lekkie, elastyczne, niepalne i zastosowano je do łączenia elementów w stropach podwieszonych i ścianach

2.2.2. Elementy instalacji wentylacyjnej

Kratki wentylacyjne

1. Kratki wentylacyjne ściennie ze skrzynką rozprężną
2. Nawiewniki/wywiewniki sufitowe ze skrzynkami rozprężnymi

Z uwagi na objęcie budynku nadzorem Konserwatora zabytków elementy nawiewne i wywiewne widoczne od strony pomieszczeń pozostaną bez zmian. Rozpływ powietrza może być zakłócony z uwagi na stan zastały i nie możliwy do zmiany ze względu na wytyczne Konserwatora zabytków. Kratki wentylacyjne służą do nawiewania i wywiewania powietrza w instalacjach wentylacyjnych i klimatyzacyjnych. Nawiewnik działa poprawnie, gdy ukształtowanie przewodu przed nim umożliwia całkowite wypełnienie (bez oderwania od ścianek) tego przewodu strumieniem napływającego powietrza. Zapewnia to uzyskanie symetrycznego profilu prędkości strumienia nawiewnego i pozwala oczekiwać, że rzeczywista charakterystyka strumienia zgodna jest z obliczeniową. Kratki wentylacyjne składają się z profili stalowych lub aluminiowych, z których wykonana jest ramka i kierownice, łączników narożnych oraz tulejek nylonowych dla osadzenia czopów kierownic w ramkach. Elementy ruchome nawiewników i wywiewników powinny być osadzone bez luzów, ale z możliwością przestawienia, a położenie ustalone powinno być utrzymywane w sposób trwały. W przypadku wymaganej regulacji wielkości strumienia powietrza nawiewniki i wywiewniki należy wyposażać w odpowiednie elementy regulacyjne. Powierzchnie obudowy oraz kierownic nie mogą wykazywać wgnieceń i uszkodzeń mechanicznych. Wykończone powierzchnie elementów kratki powinny być gładkie, bez pęcherzy, odprysków i złuszczeń oraz zacieków. Powinny być pakowane w sposób zapewniający przed uszkodzeniami mechanicznymi. Kratki wentylacyjne należy przechowywać w opakowaniu z tektury falistej w miejscach zabezpieczonych przed

opadami atmosferycznymi.

Przepustnica jednopłaszczyznowa okrągła i wielopłaszczyznowa prostokątna, do przewodów stalowych.

Przepustnice składają się z korpusu wykonanego z profilowanej blachy stalowej. Poszczególne części przepustnicy powinny być zabezpieczone przed korozją przez producenta. Przepustnice należy pakować w kartony i należy je przechowywać w miejscach zabezpieczonych przed opadami atmosferycznymi. Przepustnice wielopłaszczyznowe na wlocie świeżego powietrza są zamontowane na zewnątrz centrali, przed filtrem wstępnym. W trakcie pracy centrali koła zębate napędu łopat przepustnic ulegają przyspieszonemu zabrudzeniu w zależności od stopnia zanieczyszczenia zasysanego przez centrale powietrza. Nadmierne zabrudzenie kół zębatych i łopat powoduje ciężką pracę przepustnicy, a w skrajnych przypadkach całkowite unieruchomienie jej. W celu zapewnienia prawidłowej pracy przepustnic należy częściej niż inne podzespoły centrali poddawać kontroli i zabiegom konserwacyjnym. Po stwierdzeniu nadmiernego zabrudzenia i ciężkiej pracy przepustnicy należy oczyścić przy pomocy odkurzacza przemysłowego lub przedmuchać sprężonym powietrzem koła zębate. Jeżeli te zabiegi nie przyniosą spodziewanego efektu przepustnic należy umyć wodą pod ciśnieniem z dodatkiem środków myjących.

Kłapy pożarowe

Przewody wentylacyjne przechodzące przez strefy pożarowe, których nie obsługują, należy izolować ognioochronnie Conlit Duo o odporności ogniowej EI120 lub montować w ścianach oddzielenia pożarowego kłapy pożarowe. Zastosowano kłapy pożarowe z siłownikami, sprężyną powrotną, wyzwalaczem termicznym i wskaźnikami krańcowymi prostokątne o odporności ogniowej EI 120 oraz okrągłe o odporności ogniowej EI 120.

Czerpnia/wyrzutnia powietrza

Czerpnie i wyrzutnie wykonać z blach i profili stalowych.

Części rozłączne skręcane śrubami i nakrętkami wg dokumentacji technicznej producenta.

2.2.3. Centrale wentylacyjne i agregaty chłodnicze

. Centrale wentylacyjne i klimatyzacyjne powinny spełniać warunki określone w normie PN-EN 1866:2001

. Agregat chłodniczy należy dostarczyć na budowę w mono bloku

Wstęp

Specyfikacja dotyczy central wentylacyjnych w wykonaniu zewnętrznym i wewnętrznym oraz agregatów chłodniczych -skraplających. Zawiera ona zestawienie podstawowych informacji i zaleceń dotyczących budowy, montażu, uruchomienia i eksploatacji, których przestrzeganie zapewni prawidłową i bezawaryjną pracę central i agregatów chłodniczych. Szczegółowe zapoznanie się z niniejszą specyfikacją, użytkowanie urządzeń zgodnie z podanymi w niej opisami i przestrzeganie wszystkich warunków bezpieczeństwa stanowi podstawę prawidłowego i bezpiecznego ich funkcjonowania. Instrukcja obsługi powinna zawsze znajdować się w pobliżu urządzenia i być łatwo dostępna dla służb serwisowych.

Przeznaczenie

Centrala przeznaczona jest do obróbki powietrza w celu zapewnienia wentylacji i klimatyzacji. Zakres pracy centrali, w zależności od wielkości i realizowanych funkcji, zawiera się w granicach: 1000-3000m³/h. Wyposażenie funkcjonalne, wchodzące w skład centrali, może zapewniać możliwość realizacji obróbki powietrza od najprostszego nawiewu lub wyciągu do procesów z filtracją, ogrzewaniem, chłodzeniem, i osuszaniem powietrza, łącznie z możliwością

odzysku ciepła i tłumieniem hałasu. Agregat chłodniczy przeznaczony jest do dostarczenia czynnika chłodniczego do chłodnicy klimakonwektorów.

Budowa

Centrala składa się z bloków zbudowanych na bazie szkieletu z profili stalowych ocynkowanych, aluminiowych oraz płyt osłonowych stałych i drzwi rewizyjnych (drzwi i płyty zdejmowane). Każdy blok centrali jest osadzony na ramie o wys. 100 mm. Przestrzeń między blachami wypełniona jest izolacją termiczną z wełny mineralnej, zapewniającą odpowiednią izolację termiczną i tłumienie akustyczne.

Wszystkie funkcje obróbki powietrza realizowane przez centralę oznakowane są za pomocą opisów umieszczonych na płytach rewizyjnych i osłonowych od strony obsługowej. Wielopłaszczyznowe przeciwbieżne przepustnice regulacyjno-odcinające montowane są na zewnątrz centrali.

Agregat skraplający chłodzony powietrzem ze sprężarkami stanowi odrębny blok, który zapewnia dostarczenie do chłodnicy centrali wentylacyjnej czynnika chłodniczego w celu chłodzenia lub ogrzewania nawiewanego do pomieszczeń powietrza.

Transport i przechowywanie

Centrala na miejsce montażu dostarczana jest w postaci oddzielnych bloków do dalszego montażu. Każdy blok dostarczany w całości zabezpieczony jest na czas transportu folią bąbelkową i tekturą falistą. Sekcje ustawione są na ramach własnych lub na paletach drewnianych. Agregat skraplający dostarczany jest w postaci trzech bloków. Rozładowanie ze środka transportu i transport na placu budowy powinien odbywać się przy pomocy wózka widłowego lub dźwigu. Do prac transportowych za pomocą dźwigu należy wykorzystać otwory transportowe wykonane w ramach wzdłużnych oraz zastosować rozpórki zabezpieczające obudowę bloku przed uszkodzeniem. Długość rozpórek musi przekraczać największy wymiar poprzeczny transportowanego bloku. Dane dotyczące masy i wymiarów poszczególnych bloków podane są na tabliczkach znamionowych umieszczonych na płytach rewizyjnych centrali. Bezpośrednio po dostarczeniu urządzenia na miejsce należy sprawdzić stan opakowania oraz komplet dokumentacji. W wypadku, kiedy widły podnośnika są zbyt krótkie, należy zastosować nakładki przedłużające. Bloki centrali należy transportować wyłącznie w pozycji ich normalnej pracy i nie należy składować stawiając jeden blok na drugim. Przed rozpoczęciem transportu zawsze należy upewnić się, że: nośność urządzenia transportowego odpowiada masie urządzenia oraz rozkład wagi i środek ciężkości jest dokładnie określony. Wszelkie uszkodzenia wynikłe z niewłaściwego sposobu transportu i rozładunku nie są objęte gwarancją i roszczenia z tego tytułu należy kierować do spedytora. Urządzenia należy składować w pomieszczeniach, w których:

- maksymalna wilgotność względna powietrza nie przekracza 80 % przy temperaturze 20°C
- temperatura otoczenia kształtuje się w granicach od -30°C do + 40°C
- do urządzenia nie powinny mieć dostępu pyły, gazy i pary żrące oraz inne substancje chemiczne działające korodująco na wyposażenie i elementy konstrukcyjne urządzenia.

Fundament

Centrale i agregaty posadowione są na ramach konstrukcyjnych z profili stalowych, mocowanych do konstrukcji budynku. Konstrukcja stalowa musi być wypoziomowana i powinna mieć wystarczającą wytrzymałość by utrzymać centralę lub agregat. Wysokość ramy musi uwzględniać zamontowanie syfonu odprowadzającego skropliny z tacy ociekowej centrali.

Miejsce posadowienia

Centrala powinna być usytuowana w miejscu posadowienia w sposób umożliwiający podłączenie instalacji związanych (kanały wentylacyjne, rurociągi, tory kablowe) nie powodujący

kolizji z płytami inspekcyjnymi. Dla prowadzenia sprawnego montażu, eksploatacji i serwisu central należy zachować minimalne odległości między stroną obsługi a istniejącymi w miejscu montażu stałymi elementami zabudowy (ściany, podpory, rurociągi itp.).

W przestrzeni obsługowej dopuszcza się zamontowanie instalacji, rurociągów, konstrukcji wsporczych jedynie w sposób umożliwiający łatwy demontaż i montaż na czas obsługi serwisowej, napraw i remontów.

Centrala i agregaty skraplające posadowione są w wydzielonej na potrzeby zadania maszynowni.

Łączenie bloków central

Po wypoziomowaniu, przed zakotwieniem central na miejscu posadowienia należy skrócić ze sobą poszczególne bloki w kolejności zgodnej z rysunkiem gabarytowym załączonym w dokumentach centrali. Miejsca styku profili szkieletów bloków, przed skróceniem należy okleić uszczelką gumową dostarczaną razem z centralą. Bloki central łączone są ze sobą przy pomocy specjalnych łączników dostarczanych razem z centralą, zgodnie z załączonym rysunkiem.

Podłączenie przewodów wentylacyjnych

Jeżeli jest to ujęte w specyfikacji urządzenia przewody wentylacyjne należy łączyć z centralą za pośrednictwem połączeń elastycznych zapobiegających przenoszeniu się drgań i eliminujących niewielkie odchyłki współosiowości kanału i okna wylotowego centrali. Połączenia elastyczne zakończone są kołnierzami uzbrojonymi w uszczelkę. Kołnierze połączeń i kanałów wentylacyjnych należy skrócić za pomocą śrub w narożnikach. W przypadku większych przekrojów należy zastosować dodatkowe zapinki na profilach kołnierzy nie wchodzące w zakres dostawy. Prawidłowe funkcjonowanie połączenia elastycznego jest zapewnione po rozciągnięciu rękawa na długość ok. 110 mm. Połączenia elastyczne wyposażone są w przewody uziemiające, łączące masę obudowy centrali z masą sieci wentylacyjnej. Kanały podłączone do centrali muszą być podparte lub podwieszone na własnych elementach wsporczych. Sposób prowadzenia kanałów wraz z kształtkami powinien eliminować możliwość wzrostu poziomu hałasu w instalacji wentylacyjnej.

Podłączenie sekcji nagrzewnicy i chłodnicy

Podłączenie wymienników powinno być wykonane w sposób zabezpieczający przed występowaniem naprężeń mogących spowodować uszkodzenia mechaniczne lub nieszczelności. W zależności od warunków lokalnych należy zastosować kompensację w układzie rurociągów na zasilaniu i powrocie w celu zniwelowania rozszerzalności wzdłużnej rurociągów. W trakcie montażu instalacji zasilającej do wymienników posiadających przyłącze gwintowane, króciec wymiennika należy kontrolować dodatkowym kluczem. Zastosowany sposób podłączeń wymienników z instalacją zasilającą powinien umożliwiać łatwy demontaż rurociągów w celu bezkolizyjnego wyjęcia wymiennika, w trakcie prowadzenia prac konserwacyjnych i naprawczych. Króćce zasilające i powrotne wymienników powinny być podłączone w taki sposób, aby wymiennik pracował w układzie przeciwpłądowym.

Praca w układzie współpłądowym powoduje obniżenie średniej różnicy temperatur, a co za tym idzie wydajności wymiennika. Wymienniki należy podłączać zgodnie z opisami na centrali.

Odprowadzenie skroplin

Centrale wyposażone w wymienniki regeneracyjne posiadają odpływy skroplin, gdyż występuje wykraplanie w obszarze wymiennika. Skropliny z wymiennika obrotowego i chłodnicy odprowadzić rurą PCV do przepompowni i na dach, do rynny lub kosza na rurze spustowej wody.

Podłączenia elektryczne

Połączenia elektryczne do centrali i agregatu powinny być wykonane przez osobę o odpowiednich kwalifikacjach i uprawnieniach, oraz wykonane w sposób zgodny z odpowiednimi normami i przepisami obowiązującymi na terenie kraju, w którym zamontowane jest urządzenie. Przed przystąpieniem do podłączania należy sprawdzić czy napięcie robocze, częstotliwość i zabezpieczenia są zgodne z informacjami na tabliczkach znamionowych urządzeń. Jeśli występują niezgodności, urządzeń nie należy podłączać. W przypadku użycia długich połączeń kablowych należy sprawdzić przekroje użytych przewodów.

Silniki wentylatorów i kompresorów

Silniki wentylatorów i kompresorów zasilane są prądem o napięciu 3x400V/50Hz, który doprowadzony jest połączeniami wewnętrznymi ze skrzynki podłączeniowej. Silniki EC wentylatorów zapewniają wysoką sprawność energetyczną oraz sterowanie płynnie prędkością obrotową silników. Pozwala to precyzyjnie sterować pracą wentylatorów i utrzymywać cały czas ich wydajność na żądanym poziomie. Dla zapewnienia bezpiecznej obsługi urządzenia, w tablicy zasilającej musi być zamontowany wyłącznik serwisowy odcinający dopływ prądu do centrali i agregatu podczas prac serwisowych. Rozłączenie obwodu zasilania powinno odbywać się w stanie beznapięciowym. Przed otwarciem drzwi lub płyty inspekcyjnej sekcji wentylatorowej (awaria, konserwacja, serwis) należy odłączyć wszystkie elektryczne obwody zasilające.

Automatyka

Kompletna automatyka, która jest integralną częścią centrali wentylacyjnej i agregatu, umożliwia płynny przebieg pracy urządzenia, a w wielu przypadkach jest nieodzownym elementem składowym, którego brak może doprowadzić do problemów eksploatacyjnych i poważnych awarii urządzeń. Ze względu na wymaganą bezawaryjność działania i zaawansowaną technologię funkcjonowania wymienników regeneracyjnych obrotowych, centrala wyposażona jest w automatykę fabryczną. Również agregat skraplający wyposażony jest w fabryczny zintegrowany system sterowania i automatyki z modułem sterującym zabudowanym w urządzeniu. Niezbędne dane odnośnie funkcjonowania dostarcza dostawca centrali wentylacyjnej i agregatu skraplającego.

2.2.4. Klimatyzatory: agregaty zewnętrzne + jednostki wewnętrzne

Do chłodzenia powietrza wewnątrz pomieszczeń dobrano układy chłodnicze z odparowaniem bezpośrednim, system VRF, w skład którego wchodzi agregaty zewnętrzne z podłączonymi do nich jednostkami wewnętrznymi. Urządzenia posiadają ładunek czynnika chłodniczego, elementy elektryczne pod napięciem, gorące elementy, ostre krawędzie (lamelle chłodnicy) i części obrotowe takie jak wentylatory. Przed przystąpieniem do pracy wewnątrz urządzenia należy odłączyć je od zasilania elektrycznego. Każde czynności obsługowe lub naprawcze wymagające dostępu do wnętrza urządzenia w czasie, kiedy ono pracuje, może być wykonywane tylko przez kwalifikowany i doświadczony personel znający zalecenia, do których musi się stosować. W każdym przypadku należy stosować się do lokalnych przepisów bezpieczeństwa. W przypadku pożaru, woda ani żadna substancja przewodząca nie może być stosowana do gaszenia w pobliżu urządzeń pozostających pod napięciem. Taka informacja musi być wywieszona w miejscu zainstalowania urządzenia. UWAGA: Zastosowany w urządzeniu czynnik chłodniczy w zetknięciu z ogniem rozkłada się na kwas i inne czynniki drażniące. Zapach tych substancji, nawet w stężeniach poniżej niebezpiecznych, jest wystarczającym powodem do ewakuowania zagrożonego miejsca. Przed podłączeniem urządzenia do zasilania należy upewnić się, że napięcie źródła elektrycznego zgadza się z tym,

jakie jest podawane na tabliczce znamionowej.

Dostawa na miejsce instalacji i przygotowanie

Agregatów zewnętrznych nie wolno przewracać na bok i stawiać "do góry nogami". Urządzenia należy dostarczyć najbliżej, jak to możliwe, jego miejsca instalacji przed jego rozpakowaniem i zdjęciem z palety.

Urządzenie może być podnoszone:

za pomocą wózka widłowego, umieszczając kły wózka w odpowiednich szczelinach palety. przy zastosowaniu pasów przeprowadzonych pod urządzeniem w taki sposób, aby nie powodować ściskania pasami górnej części szafy.

Odbiór urządzeń

Po dostawie urządzenia należy sprawdzić czy jest ono w dobrym stanie. Należy przekazać dostawcy na piśmie (np. na liście przewozowym) wszelkie informacje dot. uszkodzeń, które mogły powstać w czasie transportu.

Sprawdzić czy panel sterujący urządzenia nie został uszkodzony. Jeżeli któryś z paneli bocznych wykazuje znaki uszkodzenia w trakcie transportu, musi zostać wymieniony przed instalacją urządzenia.

Posadowienie jednostki zewnętrznej

Urządzenie winno być postawione bezpośrednio na konstrukcji wsporczej w maszynowni zlokalizowanej na poddaszu budynku. Jednostki przytwierdzać do konstrukcji za pomocą śrub, którymi należy skręcić spody ich obudów. Urządzenia muszą być dokładnie wypoziomowane. Maksymalna odchyłka wynosi 5 mm pomiędzy bocznymi krawędziami. Aby uniknąć przenoszenia się wibracji, należy zastosować na obwodzie podstawy elastyczną uszczelkę o minimalnej grubości 5 mm. Należy wykonać kanały wywiewne oraz nawiewne dostarczające powietrze niezbędne do prawidłowej pracy agregatów.

Wymagana przestrzeń pracy

Jednostki zewnętrzne mają dostęp od frontu. Pozwala to na łatwy dostęp do wszystkich części urządzenia w trakcie montażu i obsługi. Konstrukcja urządzeń pozwala na lokowanie ich jedno obok drugiego. Aby umożliwić obsługę, należy zapewnić wolną przestrzeń min. 700 mm od frontu urządzenia

Instalacje obiegu czynnika chłodniczego (freonu)

Agregaty zewnętrzne łączyć w układy chłodnicze (czynnik chłodniczy R410a) z jednostkami wewnętrznymi za pośrednictwem przewodów z rur miedzianych, którymi tłoczony jest gorący gaz oraz powraca czynnik ciekły. Do rozdziału instalacji na poszczególne jednostki wewnętrzne stosować tylko oryginalne trójniki dostarczane przez producenta urządzeń. Średnice rur dobrano w zależności od długości rurociągów. Instalacja freonowa powinna być montowana przez wykwalifikowanego chłodnika, posiadającego uprawnienia dostawcy urządzeń, co jest podstawą udzielania gwarancji przez producenta. Należy zaizolować wszystkie odcinki rur układów chłodniczych za pomocą materiału izolacyjnego o zamkniętych porach (np. Kaiflex A/C lub podobny), aby uniknąć wykraplania się wody.

Odprowadzenie skroplin z jednostek wewnętrznych

Spusty skroplin odprowadzające wodę z tacek poniżej chłodnic jednostek wewnętrznych powinien być podłączone do instalacji kanalizacyjnej budynku za pomocą plastikowych rury

o średnicy zew. 22 mm. Jednostki wewnętrzne przeznaczone do zabudowy w sufitach podwieszonych wyposażone są w pompki skroplin natomiast pozostałe typy posiadają odpływy grawitacyjne.

Zalecane przekroje kabli zasilających

Dobierz odpowiednie przewody zasilające kierując się charakterystyką urządzenia, jego zastosowaniem i instalacją. Rodzaj zastosowanego kabla zasilającego musi uwzględniać maksymalny prąd pobierany przez całe urządzenie, aby uniknąć spadków napięcia (tolerancja napięcia zasilania wynosi $\pm 10\%$).

Podłączenia elektryczne

Właściwe podłączenie elektryczne, wykonane dokładnie i w zgodzie z lokalnymi przepisami, jest bardzo ważne, aby zapobiec wypadkom i zapewnić długi czas bezusterkowej pracy urządzenia. Przed przystąpieniem do pracy przy panelu elektrycznym, należy upewnić się, że zasilanie jest odłączone od urządzenia i wyłącznik główny na tablicy elektrycznej jest otwarty. Należy zapoznać się z dołączanymi rysunkami, aby ustalić dokładne położenie otworów wejściowych kabli elektrycznych.

Zabezpieczenia elektryczne zasilania

Należy sprawdzić czy parametry źródła prądu odpowiadają danym nominalnym, które są wyspecyfikowane na plastikowej płycie ochronnej panelu elektrycznego (napięcie, ilość faz, częstotliwość). Napięcie źródła zasilania nie może odbiegać więcej niż o 10% od napięcia nominalnego urządzenia: praca jednostki poza tym zakresem może powodować utratę gwarancji.

2.2.5. Izolacja cieplna i przeciwwilgotnościowa przewodów wentylacyjnych

Przewody instalacji klimatyzacji, przewody stosowane do recyrkulacji powietrza oraz prowadzące do urządzeń do odzyskiwania ciepła, a także przewody prowadzące powietrze zewnętrzne przez ogrzewane pomieszczenia winny mieć izolację cieplną i przeciw wilgotnościową o współczynniku przewodności cieplnej $\leq 0,045 \text{ W/m K}$.

Izolacja cieplna i akustyczna, zastosowana w instalacjach wentylacyjnych i klimatyzacyjnych, powinna być wykonana w sposób zapewniający nie rozprzestrzenianie ognia.

Okładzina ogniochronna kanałów wentylacyjnych z blachy stalowej winna zapewnić klasę odporności ogniowej EI 120.

2.2.6. Wentylatory osiowe (kanałowe) i dachowe

Wentylatory powinny odpowiadać następującym warunkom:

- charakterystyki techniczne wentylatorów powinny być zgodne z charakterystykami określonymi w dokumentacji technicznej; dopuszczalne tolerancje w zakresie wydajności i spiętrzenia nie mogą przekraczać 5%; zapotrzebowanie na moc wentylatora w założonym punkcie pracy nie może przekraczać nominalnej mocy silnika elektrycznego,
- wentylatory powinny być dostarczone w stanie złożonym
- zespoły mające silniki elektryczne należy uziemić.

Wykonawca powinien zapewnić sobie od producenta atest (zaświadczenie o jakości) zawierający następujące dane:

- nazwę i adres producenta, - datę i numer kolejny badania, - oznaczenia wg Polskiej Normy, pieczęć i podpis osoby odpowiedzialnej za badanie

2.3. Składowanie materiałów

Składowanie materiałów powinno odbywać się w warunkach zapobiegających zniszczeniu, uszkodzeniu lub pogorszeniu ich własności technicznych

3. TRANSPORT

3.1. Transport materiałów

Załadunek, transport, rozładunek i składowanie urządzeń i materiałów do wbudowania powinny odbywać się tak, aby zachować ich dobry stan techniczny.

Środki i urządzenia transportu powinny być odpowiednio przystosowane do transportu materiałów, elementów itp. niezbędnych do wykonania danego rodzaju robót wentylacyjnych

Zaleca się dostarczenie elementów wentylacyjnych i ich konstrukcji na stanowisko montażu bezpośrednio przed montażem, w celu uniknięcia dodatkowego transportu wewnętrznego z magazynu budowy. Dotyczy to głównie dużych, ciężkich elementów. Skład elementów wentylacyjnych powinien spełniać następujące warunki:

- znajdować się możliwie blisko miejsca montażu,
- mieć dogodny dojazd dla dostawy materiałów i elementów z zakładu wytwórczego,
- mieć urządzenia do ładowania i rozładowywania elementów.

Przywiezione ze składu na miejsce montażu elementy przewodów i urządzenia wentylacyjne kompletuje się zgodnie z rysunkami montażowymi, według symboli znakowania, naniesionych na ich powierzchnie w zakładzie wytwórczym. Elementy połączeń wentylacyjnych nie wymagają opakowania. Do transportu, połączenia jednego typu i wielkości powinny być skompletowane i związane w wiązki. Wiazki jednakowych elementów połączeń powinny być oznakowane przy pomocy trwale zamocowanej przywieszki z oznaczeniem. Elementy połączeń należy przechowywać w miejscach zabezpieczonych przed odpadami atmosferycznymi. Elementy połączeń mogą być przewożone dowolnymi środkami transportowymi, lecz powinny być zabezpieczone przed opadami atmosferycznymi. W transporcie kolejowym lub samochodowym należy przestrzegać przepisów transportowanych.

Poszczególne warstwy przewodów powinny być przełożone listewkami drewnianymi, płytami kartonowymi. Ilość warstw przewodów powinna być każdorazowo ustalana w zależności od przekroju przewodów i ich długości oraz masy jednostki.

4. WYKONANIE ROBÓT

4.1. Szczegółowe zasady wykonania Robót

4.1.1. Przewody wentylacyjne

Przewody wentylacyjne powinny być zamocowane do przegród budynków w odległości umożliwiającej szczelne wykonanie połączeń poprzecznych.

Przejścia przewodów przez przegrody budynku należy wykonywać w otworach, których wymiary są od 50 do 100 mm większe od wymiarów zewnętrznych przewodów lub przewodów z izolacją. Przewody na całej grubości przegrody powinny być obłożone matą kauczkową lub innym materiałem elastycznym o podobnych właściwościach.

Przejścia przewodów przez przegrody oddzielenia przeciwpożarowego powinny być wykonane w sposób nieobniżający odporności ogniowej tych przegród.

Izolacje cieplne przewodów powinny mieć szczelne połączenia wzdłużne i poprzeczne, a w przypadku izolacji przeciwwilgociowej powinna być ponadto zachowana, na całej powierzchni

izolacji, odpowiednia odporność na przenikanie wilgoci.

Izolacje cieplne nie wyposażone przez producenta w warstwę chroniącą przed uszkodzeniami mechanicznymi oraz izolacje narażone na działanie czynników atmosferycznych powinny mieć odpowiednie zabezpieczenia, np. przez zastosowanie osłon na swojej zewnętrznej powierzchni. Materiał podpór i podwieszeń powinna charakteryzować odpowiednia odporność na korozję w miejscu zamontowania.

Metoda podparcia lub podwieszenia przewodów powinna być odpowiednia do materiału konstrukcji budowlanej w miejscu zamocowania.

Odległość między podporami lub podwieszeniami powinna być ustalona z uwzględnieniem ich wytrzymałości i wytrzymałości przewodów tak, aby ugięcie sieci przewodów nie wpływało na jej szczelność, właściwości aerodynamiczne i nienaruszalność konstrukcji.

Zamocowanie przewodów do konstrukcji budowlanej powinno przenosić obciążenia wynikające z ciężarów: a) przewodów; b) materiału izolacyjnego; c) elementów instalacji nie zamocowanych niezależnie zamontowanych w sieci przewodów, np. tłumików, przepustnic itp.; d) elementów składowych podpór lub podwieszeń; e) osoby lub osób, które będą stanowiły dodatkowe obciążenie przewodów w czasie czyszczenia lub konserwacji.

Elementy zamocowania podpór lub podwieszeń do konstrukcji budowlanej powinny mieć współczynnik bezpieczeństwa równy co najmniej trzy w stosunku do obliczeniowego obciążenia.

Pionowe elementy podwieszeń oraz poziome elementy podpór powinny mieć współczynnik bezpieczeństwa równy co najmniej 1,5 w odniesieniu do granicy plastyczności pod wpływem obliczeniowego obciążenia.

Poziome elementy podwieszeń i podpór powinny mieć możliwość przeniesienia obliczeniowego obciążenia oraz być takiej konstrukcji, aby ugięcie między ich połączeniami z elementami pionowymi i dowolnym punktem elementu poziomego nie przekraczało 0,4 % odległości między zamocowaniami elementów pionowych.

Połączenia między pionowymi i poziomymi elementami podwieszeń i podpór powinny mieć współczynnik bezpieczeństwa równy co najmniej 1,5 w odniesieniu do granicy plastyczności pod wpływem obliczeniowego obciążenia.

W przypadkach, gdy jest wymagane, aby urządzenia i elementy w sieci przewodów mogły być zdemonstrowane lub wymienione, należy zapewnić niezależne ich zamocowanie do konstrukcji budynku.

W przypadkach oddziaływania sił wywołanych rozszerzalnością cieplną konstrukcja podpór lub podwieszeń powinna umożliwiać kompensację wydłużeń liniowych.

Podwieszenia kanałów powinny być wykonane poprzez wibroizolacyjne elementy systemowe.

4.1.2. Możliwość czyszczenia instalacji

Czyszczenie instalacji powinno być zapewnione przez zastosowanie otworów rewizyjnych w przewodach instalacji lub demontaż elementu składowego instalacji, umożliwiając oczyszczenie wewnętrznych powierzchni przewodów, a także urządzeń i elementów instalacji, jeśli konstrukcja tych urządzeń i elementów nie umożliwia ich oczyszczenia w inny sposób. Elementy przewidziane jako otwory rewizyjne instalacji to nawiewniki i wywiewniki oraz zaślepki kanałów i trójników. Elementy usztywniające i inne elementy wyposażenia przewodów powinny być tak zamontowane, aby nie utrudniały czyszczenia przewodów. Elementy usztywniające wewnątrz przewodów o przekroju prostokątnym powinny mieć opływowe kształty, najlepiej o przekroju kołowym. Niedopuszczalne jest stosowanie taśm perforowanych lub innych elementów trudnych do czyszczenia. Nie należy stosować wewnątrz przewodów ostro zakończonych śrub lub innych elementów, które mogą powodować zagrożenie dla zdrowia lub

uszkodzenie urządzeń czyszczących. Nie dopuszcza się ostrych krawędzi w otworach rewizyjnych, pokrywach otworów i drzwiach rewizyjnych. Należy zapewnić dostęp do otworów rewizyjnych w przewodach zamontowanych nad stropem podwieszonym. Należy zapewnić dostęp w celu czyszczenia do następujących, zamontowanych w przewodach urządzeń:

- a) przepustnice (z dwóch stron);
- b) klapy pożarowe (z jednej strony);
- c) nagrzewnice i chłodnice (z dwóch stron);
- d) filtry (z dwóch stron);
- e) urządzenia do odzyskiwania ciepła (z dwóch stron);
- f) urządzenia do automatycznej regulacji strumienia przepływu (z dwóch stron).

Powyższe wymaganie nie dotyczy urządzeń, które można łatwo zdemontować w celu oczyszczenia (z wyjątkiem klap pożarowych, nagrzewnic i chłodnic). Jeżeli projekt nie przewiduje inaczej, między otworami rewizyjnymi nie powinny być zamontowane więcej niż dwa kolana lub łuki o kącie większym niż 45°, a w przewodach poziomych odległość między otworami rewizyjnymi nie powinna być większa niż 10m.

4.1.3. Maszynownia, agregaty skraplające i centrale wentylacyjne

Maszynownia i konstrukcje wsporcza pod agregaty skraplające i centrale wentylacyjne powinny być wykonane przed ich ustawieniem.

Maszynownia

Wykonać strop techniczny nad istniejącym stropem poddasza oraz pomieszczenie techniczne dla urządzeń klimatyzacji i wentylacji (centrala oraz 3 agregaty) zgodnie z opracowaniem konstrukcyjnym. Konstrukcję stropu stanowi ruszt stalowy z profili walcowanych oparty na ścianach 3-go piętra (nad boczną salą obrad). Profile zaprojektowano z dwuteowników IPE 180 oraz złożonych profili skręcanych na montażu 2xIPE180. Główne belki stężono porzecznymi belkami drugorzędnymi z profili IPE120. Przestrzeń między belkami wypełniono wełną mineralną. Poszycie stropu stanowią płyty cemento-włóknowe Fermacell. Usytuowanie urządzeń jest ściśle związane z układem belek stropowych, stąd niedopuszczalna jest zmiana ich usytuowania. Przed przystąpieniem do wykonywania bruzd należy w miejscu montażu belek skuć tynk w taki sposób, aby odsłonić mur. Zabrania się użycia ciężkiego sprzętu (typu młot udarowy), gdyż nadmierne wstrząsy mogą spowodować zarysowania ścian. Zaleca się wykonywanie bruzd wycinając docelowy otwór np. piłą diamentową. Należy zwrócić uwagę, że istniejący strop poddasza nie jest przystosowany do składowania materiałów, stąd niedopuszczalne jest tymczasowe składowanie większości elementów stalowych. Całość obudować lekką ścianką działową z płyt G-K wypełnioną wełną mineralną. Wewnątrz pomieszczenia wykonać podesty skręcane z profili zamkniętych RK 60x4 poszyte kratkami pomostowymi np. typu Mostostal. Podesty wykonane tak, aby możliwy był ich łatwy demontaż, w przypadku konieczności dostępu do urządzeń. Schody wykonać jako policzkowe z bl. 8mm ze stopniami prefabrykowanymi np. typu Mostostal.

Posadowienie centrali i agregatu

Centrala powinna być usytuowana w miejscu posadowienia w sposób umożliwiający podłączenie instalacji (kanały wentylacyjne, rurociągi, tory kablowe) dla prowadzenia sprawnego montażu, eksploatacji i serwisu central należy zachować minimalne odległości między stroną obsługi a istniejącymi w miejscu montażu stałymi elementami zabudowy (podpory, rurociągi itp.). Agregaty skraplające i centrale wentylacyjne posadowić na konstrukcji

wsporczej w maszynowni..

Podłączenia w centrali wentylacyjnej i klimatyzacyjnej

a) Podłączenia przewodów wentylacyjnych z centralą

Przewody wentylacyjne należy łączyć z centralą za pośrednictwem połączeń elastycznych zapobiegających przenoszeniu się drgań i eliminujących niewielkie odchyłki współosiowości kanału i okna wylotowego centrali. Połączenia elastyczne zakończone są kołnierzami uzbrojonymi w uszczelkę. Kołnierze połączeń i kanałów wentylacyjnych należy skręcić za pomocą śrub w narożnikach. W przypadku większych przekrojów należy zastosować dodatkowe zapinki na profilach kołnierzy nie wchodzące w zakres dostawy.

Prawidłowe funkcjonowanie połączenia elastycznego jest zapewnione po rozciągnięciu rękawa na długości ok. 110 mm. Połączenia elastyczne wyposażone są w przewody uziemiające, łączące masę budowy centrali z masą sieci wentylacyjnej.

Kanały podłączone do centrali muszą być podparte lub podwieszone na własnych elementach wsporczych.

Sposób prowadzenia kanałów wraz z kształtkami powinien eliminować możliwość wzrostu poziomu hałasu w instalacji wentylacyjnej.

b) Podłączenie nagrzewnic i chłodziw

Podłączenie wymienników powinno być wykonane w sposób zabezpieczający przed występowaniem naprężeń mogących spowodować uszkodzenia mechaniczne lub nieszczelności. W zależności od warunków lokalnych należy zastosować kompensację w układzie rurociągów na zasilaniu i powrocie w celu zniwelowania rozszerzalności wzdłużnej rurociągów. W trakcie montażu instalacji zasilającej do wymienników posiadających przyłącze gwintowane, króciec wymiennika należy kontrować dodatkowym kluczem. Zastosowany sposób podłączeń wymienników z instalacją zasilającą powinien umożliwiać łatwy demontaż rurociągów w celu bezkolizyjnego wyjęcia wymiennika z centrali, w trakcie prowadzenia prac konserwacyjnych i naprawczych.

Oznakowanie podłączeń zasilenie, powrót na sekcji nagrzewnicy.

c) Podłączenia elektryczne

Podłączenia elektryczne elementów wyposażenia centrali i agregatu powinny być wykonane przez osobę o odpowiednich kwalifikacjach i uprawnieniach, oraz wykonane w sposób zgodny z odpowiednimi normami i przepisami obowiązującymi na terenie kraju, w którym zamontowane jest urządzenie. Przed przystąpieniem do podłączania należy sprawdzić czy napięcie robocze, częstotliwość i zabezpieczenia są zgodne z informacjami na tabliczkach znamionowych urządzeń. Jeśli występują niezgodności, urządzeń nie należy podłączać. W przypadku użycia długich połączeń kablowych należy sprawdzić przekroje użytych przewodów.

Przed otwarciem drzwi lub płyty inspekcyjnej sekcji wentylatorowej (awaria, konserwacja, serwis) należy odłączyć wszystkie elektryczne obwody zasilające.

d) automatyka

Kompletna automatyka, która powinna być integralną częścią każdej instalacji wentylacyjnej i klimatyzacyjnej umożliwia płynny przebieg pracy urządzenia, Automatyczna regulacja sterowania i zabezpieczeń w zakresie obróbki powietrza, które spełniają zestawy funkcjonalne central są realizowane poprzez systemy automatyki,

Automatyka funkcjonalna centrali i agregatu skraplającego połączyć i uruchomić na miejscu montażu.

Przygotowanie do rozruchu

Rozruch centrali i agregatu skraplającego przy oddaniu do eksploatacji instalacji wentylacyjnej musi być przeprowadzony wyłącznie przez odpowiednio wykwalifikowany i przeszkolony personel ekipy montażowo -rozruchowej. Przed rozruchem należy starannie wykonać ważne czynności przygotowawcze. Przede wszystkim należy sprawdzić czy:

- wszystkie urządzenia wentylacyjne są zainstalowane i podłączone do sieci wentylacyjnej,
- instalacja hydrauliczna i chłodnicza jest zainstalowana i przygotowana do pracy a medium grzewcze jest dostępne podczas rozruchu,
- odbiorniki energii elektrycznej są okablowane i gotowe do pracy,
- zamontowane są odpływy skroplin z tac ociekowych,
- wszystkie elementy automatyki są zainstalowane i okablowane,

a) instalacja elektryczna

Na podstawie posiadanych schematów elektrycznych zainstalowanych elementów i podzespołów należy sprawdzić prawidłowość podłączenia instalacji elektrycznej i zastosowanych zabezpieczeń wszystkich odbiorników energii elektrycznej.

b) filtry kieszeniowe

Usunąć folię zabezpieczającą filtry. Sprawdzić stan filtrów, ich szczelność i zamocowanie w prowadnicach. Sprawdzić nastawy presostatów różnicowych określających dopuszczalny końcowy spadek ciśnienia statycznego wg wytycznych producenta max 207Pa.

c) nagrzewnice wodne i chłodnice freonowe

Sprawdzić stan lamel nagrzewnicy (chłodnicy), prawidłowość podłączenia rurociągów zasilającego i odpływowego. Sprawdzić czy kapilara termostatu przeciwzamrożeniowego jest trwale przymocowana do obudowy wymienników. Sprawdzić nastawy termostatów przeciwzamrożeniowego (+6 °C). Sprawdzić, czy zawór regulacyjny nagrzewnicy jest zainstalowany zgodnie z umieszczonymi na jego obudowie oznaczeniami.

f) wymiennik regeneracyjny obrotowy

Sprawdzić stan lamel i płyt wymiennika (zanieczyszczenia, uszkodzenia mechaniczne). Sprawdzić działanie przepustnic obejściowych i sterujących. Sprawdzić zamocowanie odkraplacza i jego ustawienie w stosunku do ruchu powietrza.

g) zespół wentylatorowy

Przed uruchomieniem centrali sekcja wentylatorowa wymaga dokładnych oględzin. Po usunięciu zabezpieczeń transportowych należy sprawdzić, czy w otoczeniu wentylatora nie znajdują się żadne przedmioty, które mogłyby być wessane do wirnika po jego uruchomieniu. Należy sprawdzić, czy wirnik obraca się swobodnie, bez ocierania o fragmenty obudowy. Po wykonaniu podłączenia elektrycznego należy sprawdzić:

- podłączenie silnika (napięcie sieci powinno odpowiadać napięciu na tabliczce znamionowej silnika),
- sprawdzić prawidłowość podłączenia przewodu uziemiającego,
- przewody zasilające znajdujące się wewnątrz sekcji wentylatorowej powinny być oddalone od wszystkich ruchomych elementów napędu i zamocowane odpowiednimi uchwytyami do przewodów elektrycznych, -sprawdzić kierunek obrotów wentylatora -musi być zgodny z kierunkiem wskazań strzałki umieszczonej na obudowie wentylatora. Po wykonaniu powyższych czynności sprawdzających należy zamknąć wszystkie płyty rewizyjne urządzenia.

Rozruch

Czynności rozruchowe może przeprowadzić jedynie autoryzowany serwis centrali

klimatyzacyjnej i agregatu skraplającego.

Po uruchomieniu należy zwrócić uwagę, czy nie słychać niepokojących odgłosów i nienaturalnych mechanicznych dźwięków lub czy nieodczuwalne są drgania centrali, które można uznać za zbyt duże. Centrala powinna pracować przez około 30 min. Po tym czasie należy ją wyłączyć i dokonać przeglądu poszczególnych sekcji. Szczególną uwagę należy zwrócić na filtry (czy nie uległy uszkodzeniu), na skuteczność odpływu skroplin, oraz na zespół wentylatorowy.

Centrale muszą być uruchomione w trybie symulacji różnych stanów pracy (ogrzewanie, przewietrzanie, odzysk ciepła).

Należy sprawdzić poprawność działania centrali w tych trybach.

Należy dokonać regulacji przepływu powietrza na centrali i wprowadzić wartości zadane wydajności powietrza. Serwis powinien dokonać kalibracji i sprawdzenia czujników temperatury oraz czujnika przeciwwamrożeniowego.

Po wyregulowaniu sieci w trakcie następnych czynności rozruchowych należy sprawdzić skuteczność działania amortyzatorów.

Po dokonaniu rozruchu należy wymienić lub wyczyścić filtry wstępne.

Jakość urządzenia i instalacji klimatyzacyjnej można jednoznacznie ocenić po starannym wyregulowaniu sieci oraz wówczas, kiedy pomieszczenia przez nie obsługiwane są wyposażone (meble, urządzenia techniczne itp.) zgodnie z ich docelowym przeznaczeniem.

4.1.4. Klimatyzatory

Przy montażu klimatyzatorów należy:

- montaż klimatyzatorów wykonywać zgodnie z instrukcją producenta,
- przewody dla odprowadzenia skroplin prowadzić zgodnie z projektem.

Poniższe punkty wymagają szczególnej uwagi podczas montażu oraz sprawdzenia:

Czy urządzenia wewnętrzne są pewnie zamocowane?

Czy zakończono test szczelności instalacji freonowej. Może to spowodować niedostateczną wydajność chłodzenia.

Czy skropliny wypływają bez przeszkód?

Czy prawidłowo zainstalowano okablowanie elektryczne i przewody? Urządzenie może działać nieprawidłowo albo jego elementy mogą ulec zniszczeniu.

Czy urządzenie jest bezpiecznie uziemione? Niebezpieczeństwo w razie wystąpienia prądu upływowego.

Czy rozmiary przewodów są zgodne ze specyfikacją i DTR urządzenia

Czy nic nie blokuje wlotu i wylotu powietrza w urządzeniu wewnętrznym lub zewnętrznym?

Aby zagwarantować poprawność montażu, należy dokładnie zapoznać się z instrukcją montażu. Należy koniecznie poinstruować użytkownika na temat zasad prawidłowej obsługi systemu i pokazać użytkownikowi dołączoną instrukcję obsługi.

Podłączenie przewodów w klimatyzatorach

a) przewody czynnika chłodniczego

Informacje na temat montażu przewodów czynnika chłodniczego do urządzenia zewnętrznego zamieszczono w instrukcji instalacji dołączonej do tego urządzenia. Przed przystąpieniem do montażu rur, należy sprawdzić, który typ czynnika chłodniczego będzie stosowany.

- Należy używać obcinaka do rur i elementów połączeniowych odpowiednich dla stosowanego czynnika chłodniczego.

- Aby zapobiec przedostaniu się do rury pyłów, wilgoci lub innych substancji obcych, należy zacisnąć ją na końcu albo zakleić taśmą.

- Urządzenie zewnętrzne jest napełniane czynnikiem chłodniczym fabrycznie
- Podłączając i odłączając przewody od urządzenia, należy korzystać zarówno z klucza maszynowego, jak i klucza dynamometrycznego.
- Wszystkie przewody zewnętrzne muszą być instalowane przez wykwalifikowanego technika chłodnictwa.

b) przewody do odprowadzania skroplin

Przewody do odprowadzania skroplin należy zamontować zgodnie z zaleceniami producenta. Nieprawidłowy montaż przewodów może prowadzić do wycieków, a w konsekwencji do zniszczenia wyposażenia. Przewody powinny być jak najkrótsze i przebiegać w dół, tak by w ich wnętrzu nie było zatrzymywane powietrze. Średnica rury powinna być nie mniejsza niż średnica rury połączeniowej.

c) instalacja okablowania elektrycznego

Wszystkie elementy spoza wyposażenia, materiały i procedury postępowania przy montażu instalacji elektrycznej muszą być zgodne z przepisami. Stosować wyłącznie przewody miedziane. Przy instalacji okablowania urządzenia zewnętrznego, wewnętrznego i pilota należy postępować według schematu okablowania umieszczonego na obudowie urządzenia. Prace instalacyjne przy okablowaniu muszą być wykonywane przez elektryka z odpowiednimi uprawnieniami. Konieczne jest zainstalowanie wyłącznika umożliwiającego odcięcie zasilania całego systemu. UWAGA: W przypadku wyłączenia i ponownego włączenia zasilania głównego urządzenie powinno wznowić prace automatycznie. System sterowania uzgodnić z użytkownikiem.

4.1.5. Wentylatory

Sposób zamocowania wentylatorów powinien zabezpieczać przed przenoszeniem ich drgań na konstrukcję budynku (przez stosowanie fundamentów, płyt amortyzacyjnych, amortyzatorów sprężynowych, amortyzatorów gumowych itp.)

Wentylatory tłoczące (zasysające powietrze z wolnej przestrzeni) powinny mieć otwory wlotowe zabezpieczone siatką.

Zasilanie elektryczne silnika powinno zapewnić prawidłowy (zgodny z oznaczeniem) kierunek obrotów wentylatora.

4.1.6. Wymienniki ciepła

Lamele wymienników ciepła (nagrzewnic i chłodnic) powinny być równoległe do siebie i nie mieć uszkodzeń wynikających np. z nieprawidłowego transportu lub składowania.

Wymienniki powinny być tak zamontowane, aby był łatwy całkowity spust czynnika grzejącego lub chłodniczego oraz odpowietrzenie wymiennika, jak również ich demontaż w celu okresowego oczyszczenia lub wymiany.

Sposób przyłączenia przewodu doprowadzającego czynnik do wymiennika ciepła powinien ułatwiać ich naturalne odpowietrzenie.

Przewód zasilający wymiennik powinien być przyłączony od dołu, a przewód powrotny od góry.

Sposób zamontowania armatury regulacyjnej i odcinającej wymienników powinien odpowiadać wymaganym warunkom przepływu czynnika w instalacji. Należy zapewnić możliwość łatwego demontażu zaworów regulacyjnych bez konieczności spuszczenia wody z instalacji.

Nagrzewnice narażone na zamarznięcie w wyniku oddziaływania niskiej temperatury zewnętrznej powinny być zabezpieczone przez zastosowanie odpowiedniego systemu przeciw

zamrożeniowego.

Nagrzewnice elektryczne powinny być wyposażone w odpowiednie zabezpieczenie prądowe i zabezpieczenie przed przekroczeniem dopuszczalnej temperatury powierzchni grzejnej. Układ sterujący powinien zabezpieczać przed włączeniem nagrzewnicy bez jednoczesnego uruchomienia wentylatora nawiewnego.

Sekcję chłodnicy powietrza w celu odprowadzenia skroplin należy wyposażyć w zaszyfonowany przewód, sprowadzony nad rynną.

4.1.7. Urządzenia do odzyskiwania ciepła

Wymiennik odzysku ciepła powinien mieć zapewniony dostęp inspekcyjny oraz otwory rewizyjne do czyszczenia

Wymienniki odzysku ciepła, w których występuje wykraplanie pary wodnej powinny mieć instalację do odprowadzenia skroplin.

4.1.8. Filtry powietrza

Filtry powinny być wyposażone we wskaźniki stopnia ich zanieczyszczenia, sygnalizujące konieczność wymiany wkładu filtracyjnego lub jego regeneracji.

Zamocowanie filtra powinno być trwałe i szczelne. Szczelność zamocowania filtra powinna odpowiadać wymaganiom podanym w normie PN-EN 1886.

Sposób ukształtowania instalacji powinien zapewniać równomierny napływ powietrza na filtr.

Wkłady filtrujące należy montować po zakończeniu "brudnych" prac budowlanych.

4.1.9. Czerpnie i wyrzutnie

Konstrukcja czerpni i wyrzutni powinna zabezpieczać instalacje wentylacyjne przed wpływem warunków atmosferycznych.

Otwory wlotowe czerpni i wylotowe wyrzutni powinny być zabezpieczone przed przedostawaniem się drobnych gryzoni, ptaków,

4.1.10. Przepustnice

Przepustnice do regulacji wstępnej i zamykające, nastawiane ręcznie, powinny być wyposażone w element umożliwiający trwałe zablokowanie dzwigni napędu w wybranym położeniu.

Mechanizmy napędu przepustnic nie powinny mieć nadmiernych luzów powodujących powstawanie drgań i hałasu w czasie pracy instalacji.

Mechanizmy napędu przepustnic powinny umożliwiać łatwą zmianę położenia łopat w pełnym zakresie regulacyjnym. Przepustnice powinny mieć wyraźne oznaczenie położenia otwartego i zamkniętego.

Szczelność przepustnicy zamykającej w pozycji zamkniętej powinna odpowiadać co najmniej klasie 1 wg klasyfikacji w PN -EN 1751.

Szczelność obudowy przepustnic powinna odpowiadać co najmniej klasie A wg klasyfikacji podanej w PN -EN 1751.

4.1.11. Kłapy pożarowe

Kłapy pożarowe powinny być montowane w przegrodach budowlanych oddzielenia pożarowego tak, aby był dostęp do napędu i otworów rewizyjnych.

Kłapy pożarowe powinny być łączone z przewodami wentylacyjnymi w sposób trwały i zapewniający szczelność

Mechanizmy napędu klap nie powinny mieć nadmiernych luzów powodujących powstawanie drgań i hałasu w czasie pracy

5. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

5.1. Zakres badań prowadzonych w czasie budowy

Celem kontroli działania instalacji wentylacyjnej jest potwierdzenie możliwości działania instalacji zgodnie z wymaganiami. Badanie to pokazuje, czy poszczególne elementy instalacji takie jak centrale wentylacyjne, klimatyzatory, filtry, wentylatory, wymienniki ciepła, itp. zostały prawidłowo zamontowane i działają efektywnie.

5.1.1. Prace wstępne

Przed rozpoczęciem kontroli działania instalacji należy wykonać następujące prace wstępne:

- a) Próbny ruch całej instalacji w warunkach różnych obciążeń (72 godziny);
- b) Nastawienie i sprawdzenie klap pożarowych;
- c) Regulacja strumienia i rozprowadzenia powietrza z uwzględnieniem specjalnych warunków eksploatacyjnych;
- d) Nastawienie przepustnic regulacyjnych w przewodach wentylacyjnych;
- e) Określenie strumienia powietrza na każdym nawiewniku i wywiewniku oraz ustawienie kierunku wypływu powietrza nawiewników;
- f) Nastawienie i sprawdzenie urządzeń zabezpieczających;
- g) Nastawienie układu regulacji i układu przeciwwzamrozeniowego;
- h) Nastawienie regulatorów regulacji automatycznej;
- j) Nastawienie elementów zasilania elektrycznego zgodnie z wymaganiami projektowymi;
- k) Przedłożenie protokołów z wszystkich pomiarów wykonanych w czasie regulacji wstępnej;
- l) Przeszkolenie służb eksploatacyjnych, jeśli istnieją.

5.1.2. Procedura prac - Wymagania ogólne

Kontrola działania powinna postępować w kolejności od pojedynczych urządzeń i części składowych instalacji, przez poszczególne układy instalacji do całych instalacji. Poszczególne części składowe i układy instalacji powinny być doprowadzone do określonych warunków pracy (np. ogrzewanie / chłodzenie, użytkowanie / nie użytkowanie pomieszczeń, częściowa i pełna wydajność, stany alarmowe itp.). Powyższe powinno uwzględniać blokady i współdziałanie różnych układów regulacji, jak również sekwencje regulacji i symulację nadzwyczajnych warunków, dla których zastosowano dany układ regulacji lub występuje określona odpowiedź układu regulacji. Należy obserwować rzeczywistą reakcję poszczególnych elementów składowych instalacji. Nie jest wystarczające poleganie na wskazaniach elementów regulacyjnych i innych pośrednich wskaźnikach. W celu potwierdzenia prawidłowego działania urządzeń regulacyjnych należy również obserwować zależność między sygnałem wymuszającym a działaniem tych urządzeń. Działanie regulatora sprawdza się przez kilkakrotną zmianę jego nastawy w obu kierunkach, sprawdzając jednocześnie działanie spowodowane przez ten regulator. Jeśli badanie to wykaże usterkę, należy sprawdzić sygnał wejściowy regulatora. Należy obserwować stabilność działania instalacji jako całości. W czasie kontroli działania instalacji należy dokonać weryfikacji poprzednio wykonanych badań, nastaw i regulacji wstępnej instalacji.

Kontrola działania central wentylacyjnych, klimatyzatorów, wentylatorów i innych centralnych urządzeń wentylacyjnych

- a) Kierunek obrotów wentylatorów;
- b) Regulacja prędkości obrotowej lub inny sposób regulacji wydajności wentylatora;
- c) Działanie wyłącznika;
- d) Włączanie i wyłączanie regulacji oraz układu regulacji przepustnic;
- e) Działanie systemu przeciwzamrozeniowego;
- f) Kierunek ruchu przepustnic wielopłaszczyznowych;

- 15 -

- g) Działanie i kierunek regulacji urządzeń regulacyjnych;
- h) Elementy zabezpieczające silników napędzających.

Kontrola działania wymienników ciepła w centralach wentylacyjnych, klimatyzatorach

Działanie i kierunek regulacji urządzeń regulacyjnych;
Działanie systemu przeciw zamrozeniowego;
Doprowadzenie czynnika do wymienników.

Kontrola działania filtrów powietrza w centralach wentylacyjnych, klimatyzatorach

Wskazania różnicy ciśnienia i monitorowanie.

Kontrola działania przepustnic wielopłaszczyznowych

Sprawdzenie kierunku ruchu siłowników.

Kontrola działania klap pożarowych

Badanie urządzenia wyzwającego i sygnału wyzwającego. Kontrola kierunku i położenia granicznych klap i wskaźnika.

Kontrola działania sieci przewodów

- a) Działanie elementów dławiących zainstalowanych w instalacjach: ogrzewczej, chłodzenia i nawilżania powietrza;
- b) Dostępność do sieci przewodów.
- c) Po zmontowaniu instalacji przewody podlegają badaniu szczelności zgodnie z normą B-76001:1996.

Należy wykonać pomiaru każdego całego zładu a w szczególności odcinki przewodów przewidzianych do obudowania (np. poziome i pionowe płytami STG, w stropie podwieszonym) Zaleca się wykonywanie badania szczelności przewodów w czasie montażu instalacji wentylacyjnej.

Kontrola działania nawiewników i wywiewników oraz kontrola przepływu powietrza w pomieszczeniu

Wrywkowe sprawdzenie działania nawiewników i wywiewników;

Kontrola działania elementów regulacyjnych i szaf sterowniczych

Wrywkowe sprawdzenie działania regulacji automatycznej i blokad w różnych warunkach eksploatacyjnych przy różnych wartościach zadanych regulatorów, a w szczególności:

- a) Wartości zadanej temperatury wewnętrznej;
- b) Wartości zadanej temperatury zewnętrznej;
- c) Działania włącznika rozruchowego;
- d) Działania przeciw zamrozeniowego;

- e) Działania regulacji strumienia powietrza;
- f) Działania urządzeń do odzyskiwania ciepła.

5.2. Pomiary kontrolne

Celem pomiarów kontrolnych jest uzyskanie pewności, że instalacja osiąga parametry projektowe i wielkości zadane zgodnie z wymaganiami,

5.2.1. Zakres rzeczowy pomiarów kontrolnych

Zakres rzeczowy pomiarów kontrolnych w zależności od funkcji spełnianych przez instalację winien być zgodny z określonym w Wymaganiach Technicznych COBRTI INSTAL – Zeszyt 5 – „Warunki techniczne wykonania i odbioru instalacji wentylacyjnych” .

5.2.2. Zakres ilościowy pomiarów kontrolnych i kontroli działania

Zakres ilościowy pomiarów kontrolnych i kontroli winien być zgodny z zakresem określonym w Wymaganiach Technicznych COBRTI INSTAL Zeszyt 5: „Warunki techniczne wykonania i odbioru instalacji wentylacyjnych”

6. OBMIAR ROBÓT

1. Jednostką obmiaru jest: m², m, sztuka, komplet

Zakres niezbędnych ustaleń w umowie między inwestorem a wykonawcą instalacji

W związku z odbiorem instalacji umowa między inwestorem a wykonawcą instalacji powinna zawierać następujące ustalenia:

- a) Odniesienie do Specyfikacji technicznych wykonania i odbioru instalacji wentylacyjnych i klimatyzacyjnych oraz określenie zakresu procedur kontrolnych (np. tolerancji, metod pomiarowych itd.) jak również ewentualne odstępstwa i zmiany (w uzgodnieniu z projektantem);
- b) Określenie odpowiedzialności za przeprowadzenie procedur kontrolnych i ewentualnego nadzoru z opracowaniem protokołu z badań;
- c) Parametry projektowe dotyczące instalacji (np. sposób użytkowania budynku);
- d) Warunki późniejszego wykonania badań, które nie mogły być zakończone z uzasadnionych przyczyn (np. warunki pogodowe, brak użytkowania pomieszczeń);
- e) Zakres ilościowy (poziom) prac związanych z kontrolą działania i pomiarami kontrolnymi;
- f) Zakres i metody ewentualnych pomiarów specjalnych;
- g) Niezbędne działania w przypadku nieodpowiednich wyników badań (np. powtórzenie badań po naprawie instalacji).

Umowa na wykonanie instalacji powinna określać rodzaj i liczbę urządzeń, które powinny być zamontowane (przez powołanie się na projekt instalacji). Sprawdzenie kompletności instalacji powinno być przeprowadzone na podstawie zestawienia zainstalowanych urządzeń i ich wymagań technicznych (specyfikacji urządzeń i elementów instalacji). Jeśli wymagania techniczne poszczególnych urządzeń są przedmiotem umowy, zestawienie to powinno odpowiadać tym wymaganiom.

7. ODBIÓR ROBÓT

7.1. Ustalenia ogólne dotyczące odbioru robót

Odbiór robót na podstawie wymagań PrPN EN 12599

Odbiorom podlegają następujące prace:

- odcinki kanałów, dla których wymagana jest próba szczelności, a mianowicie: odcinki kanałów

przewidziane do obudowania, kanały stanowiące część nadciśnieniową urządzeń wyciągowych, transportujące powietrze zawierające czynniki szkodliwe dla zdrowia, jeśli istnieje niebezpieczeństwo przedostawania się go do pomieszczeń pobytu ludzi, pozostałe kanały – w zakresie podanym w projekcie lub uzgodnionym pomiędzy stroną wykonującą a odbierającą, -ściany, obudowy, fundamenty i konstrukcje, drzwi, pomosty, schody, centrale klimatyzacyjne, klimatyzatory, itp. urządzenia, -otwory w ścianach, stropach i dachach, -miejsca, na których mają być ustawione lub zawieszone centrale wentylacyjne, klimatyzatory itp., -miejsca, na których mają być zamontowane tablice regulacyjne lub szafy kontrolno-pomiarowe, -przepustnice, montowane w niedostępnych przewodach powietrznych.

Przy odbiorze urządzeń i elementów od producenta należy:

- dokonać oględzin zewnętrznych,
- sprawdzić ręcznie czy wirnik wentylatora nie ociera się o korpus obudowy,
- sprawdzić wymiary główne,
- sprawdzić sztywność konstrukcji,
- sprawdzić działanie mechanizmów nastawczych żaluzji i przepustnic,

Odbiór każdego etapu powinien być potwierdzony wpisem do dziennika budowy.

Odbioru dokonuje Przedstawiciel Inwestora na podstawie zgłoszenia Wykonawcy.

Odbiór techniczny urządzenia wentylacyjnego następuje po zakończeniu montażu i przeprowadzeniu prób, ma to na celu stwierdzenie, czy urządzenie jest wykonane zgodnie z projektem, nadaje się do eksploatacji i osiąga zakładane parametry.

7.2. Sprawdzenie kompletności wykonanych prac

Celem sprawdzenia kompletności wykonanych prac jest wykazanie, że w pełni wykonano wszystkie prace związane z montażem instalacji oraz stwierdzenie zgodności ich wykonania z projektem oraz z obowiązującymi przepisami i zasadami technicznymi. W ramach tego etapu prac odbiorowych należy przeprowadzić następujące działania:

- a) Porównanie wszystkich elementów wykonanej instalacji, konstrukcji i pomieszczenia ze specyfikacją projektową, zarówno w zakresie materiałów, jak i ilości oraz, jeśli jest to konieczne, w zakresie właściwości i części zamiennych;
- b) Sprawdzenie zgodności wykonania zadania z obowiązującymi przepisami oraz z zasadami technicznymi;
- c) Sprawdzenie dostępności dla obsługi instalacji ze względu na działanie, czyszczenie i konserwację;
- d) Sprawdzenie czystości instalacji;
- a) Sprawdzenie kompletności dokumentów niezbędnych do eksploatacji instalacji.

W szczególności należy wykonać następujące badania:

7.2.1. Badanie ogólne

- a) Dostępności dla obsługi;
- b) Stanu czystości urządzeń, central wentylacyjnych, wymienników ciepła i systemu rozprowadzenia powietrza;
- c) Kompletności znakowania;
- d) Realizacji zabezpieczeń przeciwpożarowych (rozmieszczenia klap pożarowych, powłok ogniochronnych itp.);
- e) Szczelności przejść dachowych,

- f) Rozmieszczenia zgodnie z projektem izolacji cieplnych i paroszczelnych;
- g) Zabezpieczeń antykorozyjnych konstrukcji montażowych i wsporczych;
- h) Zainstalowania urządzeń, zamocowania przewodów itp. w sposób nie powodujący przenoszenia drgań;
- i) Środków do uziemienia urządzeń i przewodów.

7.2.2. Badanie central wentylacyjnych, klimatyzatorów, wentylatorów i innych centralnych urządzeń wentylacyjnych

- a) Sprawdzenie, czy elementy urządzenia zostały połączone w prawidłowy sposób;
- b) Sprawdzenie zgodności tabliczek znamionowych (wielkości nominalnych);
- c) Sprawdzenie konstrukcji i właściwości (np. podwójna obudowa);
- d) Badanie przez oględziny szczelności urządzeń i łączników elastycznych;
- e) Sprawdzenie zainstalowania wibroizolatorów;
- f) Sprawdzenie zamocowania silników;
- g) Sprawdzenie prawidłowości obracania się wirnika w obudowie;
- h) Sprawdzenia poprawności połączenia wirnika z napędem.
- i) Sprawdzenie odwodnienia z uszczelnieniem;
- j) Sprawdzenie ukształtowania łopatek wentylatora (łopatki zakrzywione do przodu lub do tyłu);
- k) Sprawdzenie zgodności przepływu wentylatora z danymi na tabliczce znamionowej.

7.2.3. Badanie wymienników ciepła w centralach wentylacyjnych, klimatyzatorach

- a) Sprawdzenie zgodności tabliczek znamionowych (wielkości nominalnych)
- b) Sprawdzenie szczelności zamocowania w obudowie;
- c) Sprawdzenie, czy nie ma uszkodzeń (np. pognięte lamele);
- d) Sprawdzenie materiału, z jakiego wykonano wymienniki;
- e) Sprawdzenie prawidłowości przyłączenia zasilenia i powrotu czynnika;
- f) Sprawdzenie warunków zainstalowania zaworów regulacyjnych;
- g) Sprawdzenie, czy nie ma uszkodzeń odkraplaczy;
- h) Sprawdzenie, czy zainstalowano urządzenie przeciwwamrożeniowe na lub w wymienniku ciepła.

7.2.4 Badanie filtrów powietrza w centralach wentylacyjnych i klimatyzatorach

- a) Sprawdzenie zgodności typu i klasy filtrów na podstawie oznaczeń z danymi projektowymi;
- b) Sprawdzenie zainstalowania i uszczelnienia filtra w obudowie;
- c) Sprawdzenie systemu filtracji pod względem ewentualnych uszkodzeń;
- d) Sprawdzenie wskaźnika różnicy ciśnienia pod względem ewentualnego płynu pomiarowego;
- e) Sprawdzenie zestawu zapasowych filtrów (zgodnie z umową);
- f) Sprawdzenie czystości filtra.

7.2.5 Badanie czerpni powietrza

Sprawdzenie wielkości, materiału i konstrukcji żaluzji zewnętrznych z danymi projektowymi.

7.2.6. Badanie przepustnic

Sprawdzenie rodzaju przepustnic i uszczelnienia (np. działanie współbieżne, działanie przeciwbieżne).

7.2.7 Badanie klap pożarowych i zabezpieczeń p.poż.

Sprawdzenie warunków zainstalowania; Sprawdzenie, czy urządzenie ma certyfikat;
Sprawdzenie, czy urządzenie wyzwalające jest właściwego typu, kierunek ewakuacji.

7.2.8 Badanie sieci przewodów

Badanie wyrywkowe szczelności połączeń przewodów przez sprawdzenie wzrokowe i sprawdzenie wyrywkowe, czy wykonanie kształtek jest zgodne z projektem.

7.2.9. Badanie nawiewników i wywiewników

Sprawdzenie czy liczba i rozmieszczenie odpowiada danym projektowym.

7.2.10. Badanie elementów regulacji automatycznej i szaf sterowniczych

- a) Sprawdzenie kompletności każdego obwodu układu regulacji na podstawie schematu regulacji;
- b) Sprawdzenie rozmieszczenia czujników;
- c) Sprawdzenie kompletności i rozmieszczenia regulatorów;
- d) Sprawdzenie szaf sterowniczych na zgodność z projektem odnośnie:
 - umiejscowienia, dostępu; -rozmieszczenia części zasilających i systemu zabezpieczeń;
 - wentylacji;
 - oznaczenia;
 - typów kabli;
 - uziemienia;
 - schematów połączeń w obudowach. części regulacyjnych;

7.2.11 Wykaz dokumentów dotyczących podstawowych danych eksploatacyjnych

- a) Parametry powietrza wewnętrznego (lato, zima) z dopuszczalnymi odchyłkami;
- b) Parametry obliczeniowe powietrza zewnętrznego (lato, zima);
- c) Strumień powietrza zewnętrznego w warunkach projektowych (minimum, maksimum);
- d) Liczba użytkowników;
- e) Czas działania;
- f) Obciążenie cieplne pomieszczeń (czas trwania i rodzaj);
- g) Inne źródła emisji (jeśli występują);
- h) Rodzaj stosowanych elementów nawiewnych i wywiewnych;
- i) Wymagane wielkości różnicy ciśnienia między pomieszczeniami (+/-);
- j) Poziom dźwięku A w pomieszczeniach oraz poziom dźwięku A przy czerpni
- k) Klasa filtrów
- l) Klasa zanieczyszczeń powietrza (podstawa do pomiarów);
- m) Sumaryczna moc cieplna, chłodnicza i elektryczna;
- n) Parametry obliczeniowe wymienników ciepła (dla lata i zimy);
- q) Napięcie i częstotliwość zasilającego prądu elektrycznego.

7.2.12 Wykaz dokumentów inwentarzowych

- a) Rysunki powykonawcze w uzgodnionej skali;
- b) Schematy instalacji uwzględniające elementy wyposażenia regulacji automatycznej;
- c) Schematy regulacyjne zawierające schemat połączeń elektrycznych i schemat przewodowania odbiorników;
- d) Schematy blokowe układów regulacji zawierające schematy przewodowania odbiorników;

- e) Dokumenty dopuszczające do stosowania w budownictwie zainstalowanych urządzeń i elementów (w tym certyfikaty bezpieczeństwa);
- f) Raport wykonawcy instalacji dotyczący nadzoru nad montażem (książka budowy).

7.2.13 Dokumenty dotyczące eksploatacji i konserwacji

- a) Raport potwierdzający prawidłowe przeszkolenie służb eksploatacyjnych (jeśli istnieją) w zakresie obsługi instalacji wentylacyjnych w budynku;
- b) Podręcznik obsługi i wyszukiwania usterek;
- c) Instrukcje obsługi wszystkich elementów składowych instalacji;
- d) Zestawienie części zamiennych zawierające wszystkie części podlegające eksploatacji;
- e) Wykaz elementów składowych wszystkich urządzeń regulacji automatycznej (regulatory, styczniki, wyłączniki);
- f) Dokumentacja związana z oprogramowaniem systemów regulacji automatycznej.

8. PRZEPISY ZWIĄZANE

- 1. PN-EN 1505:2001 Wentylacja budynków -Przewody proste i kształtki wentylacyjne z blachy o przekroju prostokątnym -Wymiary
- 2. PN-EN 1506:2001 Wentylacja budynków -Przewody proste i kształtki wentylacyjne z blachy o przekroju kołowym -Wymiary
- 3. PN-B-01411:1999 Wentylacja i klimatyzacja-Terminologia
- 4. PN-B-03434: 1999 Wentylacja -Przewody wentylacyjne -Podstawowe wymagania i badania
- 5. PN-B-76001:1996 Wentylacja -Przewody wentylacyjne -Szczelność. Wymagania i badania
- 6. PN-B-76002: 1976 Wentylacja -Połączenia urządzeń, przewodów i kształtek wentylacyjnych blaszanych
- 7. PN-EN 1751:2001 Wentylacja budynków -Urządzenia wentylacyjne końcowe -Badania aerodynamiczne przepustnic regulacyjnych i zamykających
- 8. PN-EN 1886:2001 Wentylacja budynków -Centrale wentylacyjne i klimatyzacyjne - Właściwości mechaniczne
- 9. ENV 12097: 1997 Wentylacja budynków -Sieć przewodów -Wymagania dotyczące części składowych sieci przewodów ułatwiające konserwację sieci przewodów
- 10. PrPN-EN 12599 Wentylacja budynków -Procedury badań i metody pomiarowe dotyczące odbioru wykonanych instalacji wentylacji i klimatyzacji
- 11. PrEN 12236 Wentylacja budynków -Podwieszenia i podpory przewodów -Wymagania wytrzymałościowe
- 12. PN-EN 779+AC:1998 – Przeciwpylowe filtry powietrza dla wentylacji ogólnej – wymagania, badania, oznaczenia
- 13. PN-B-01411:1999 – Wentylacja i klimatyzacja -Terminologia
- 14. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dn. 12 kwietnia 2002 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. Nr 75/2002 poz.690)
- 15. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dn. 12 maja 2004 zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. Nr 109/2004 poz.1156).
- 16. Zalecane do stosowania przez Ministra Infrastruktury Wymagania Techniczne COBRTI INSTAL – Zeszyt 5 – „Warunki techniczne wykonania i odbioru instalacji wentylacyjnych”
- 17. Eurokod 1 Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1: Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach PN-EN 1991-1-

1:2004/AC:2009

18. Eurokod 1 - Oddziaływania na konstrukcje - Część 1-3: Oddziaływania ogólne - Obciążenie śniegiem PN-EN 1991-1-3:2005/AC:2009
19. Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4: Oddziaływania ogólne. Oddziaływania wiatru PN-EN 1991-1-4:2008/AC:2009
20. Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków PN-EN 1993-1:2006/AC:2009
21. Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli - Obliczenia statyczne i projektowanie PN-81/ B-03020
22. „Obciążenia stałe” PN-82/B-02001
23. „Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe” PN-82/B-02003
24. „Obciążenie śniegiem” PN-80/B-02010+Az1
25. „Obciążenie wiatrem” PN-77/B-02011 + Az1
26. „Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone – Obliczenia statyczne i projektowanie” PN-B-03264:2002
27. „Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie” PN-90/B-03200