

## Spis treści

### 1. Wprowadzenie

- 1.1 Klimat, klimatyzacja pomieszczenia, technika klimatyzacyjna
- 1.2 Wymogi stawiane technice klimatyzacyjnej
  - 1.2.1 Uczucie komfortu i jakość powietrza w pomieszczeniu
  - 1.2.2 Uczucie komfortu cieplnego
  - 1.2.3 Uczucie komfortu nietermicznego
- 1.3. Skutki dla koncepcji odprowadzania obciążenia i obróbki powietrza oraz dla eksploatacji instalacji klimatyzacji i wentylacji pomieszczeń.
  - 1.3.1 Redukcja obciążeń zewnętrznych wzg. ilości powietrza
  - 1.3.2 Kształtowanie przepływu powietrza w pomieszczeniu
  - 1.3.3 Wymogi w stosunku do obróbki powietrza
  - 1.3.4 Wymogi w stosunku do regulacji
- 1.4 Normy, wytyczne, literatura, adresy

#### Literatura

### 2. Podstawy meteorologiczne

- 2.1 Wstęp
- 2.2 Pogoda, stan pogody, klimat
  - 2.2.1 Pogoda
  - 2.2.2 Stan pogody
  - 2.2.3 Klimat
- 2.3 Techniczne opracowywanie danych meteorologicznych
  - 2.3.1 Klimatologia wartości średnich
  - 2.3.2 Dane dotyczące częstości
- 2.4 Elementy meteorologiczne
  - 2.4.1 Barometryczne ciśnienie powietrza i gęstość powietrza zewnętrznego
  - 2.4.2 Wiatr
  - 2.4.3 Temperatura powietrza zewnętrznego
  - 2.4.4 Wilgotność powietrza zewnętrznego
  - 2.4.5 Natężenie promieniowania słonecznego
- 2.5 Opracowane technicznie dane meteorologiczne
  - 2.5.1 Korelacja elementów meteorologicznych
  - 2.5.2 Stopniodni, stopniogodziny, gramodni, gramogodziny
  - 2.5.3 Typowy rok meteorologiczny
  - 2.5.4 Dane klimatyczne ważne dla celów praktycznych

#### Literatura

### 3. Podstawy fizjologiczne

- 3.1 Wprowadzenie
- 3.2 Bilans cieplny człowieka

- 3.2.1 Energetyczna przemiana materii
  - 3.2.2 Regulacja temperatury ciała
  - 3.2.3 Produkcja ciepła
  - 3.2.4 Oddawanie ciepła
  - 3.2.5 Odzież
  - 3.3 Ciepły klimat pomieszczenia i uczucie komfortu
    - 3.3.1 Odczuwanie temperatury przez człowieka
    - 3.3.2 Uczucie komfortu
    - 3.3.3 Wielkości wpływające na uczucie komfortu
    - 3.3.4 Metody pomiarowe
  - 3.4 Jakościowe oraz ilościowe zapotrzebowanie człowieka na powietrze
    - 3.4.1 Oddychanie
    - 3.4.2 Zapotrzebowanie na powietrze oraz minimalny strumień objętościowy powietrza zewnętrznego
    - 3.4.3 Zanieczyszczenia powietrza w pomieszczeniu przez gaz, pary, pyły oraz mikroorganizmy
  - 3.5 Pozostałe wielkości wpływające na klimat pomieszczenia, takie jak szумы, oświetlenie oraz wpływy elektryczne
  - 3.6 Wymogi higieniczne w stosunku do instalacji i urządzeń klimatyzacyjnych i wentylacyjnych
    - 3.6.1 Wymogi w stosunku do planowania, produkcji i wykonania – zasysanie powietrza zewnętrznego
    - 3.6.2 Wymogi w stosunku do eksploatacji i konserwacji
    - 3.6.3 Kontrole higieny
    - 3.6.4 Inspekcje higieniczne
    - 3.6.5 Szkolenia w zakresie higieny
- Literatura

## **4 Wymiana ciepła**

### Wstęp

- 4.1 Przewodzenie ciepła
  - 4.1.1 Współczynnik przewodzenia ciepła
  - 4.1.2 Stacjonarne przewodzenie ciepła
  - 4.1.3 Przenikanie ciepła
  - 4.1.4 Przenikanie ciepła przez zebra
  - 4.1.5 Niestacjonarne przewodzenie ciepła
- 4.2 Konwekcja
  - 4.2.1 Płyta z napływem podłużnym
  - 4.2.2 Ciała opływane
  - 4.2.3 Ciała złożone z płynem przepływającym (Pęczek rur)
  - 4.2.4 Konwekcja swobodna przy ciałach pojedynczych
  - 4.2.5 Konwekcja swobodna w warstwach
  - 4.2.6 Przepływ w kanałach

#### 4.3 Wymiana ciepła przy zmianie stanu

##### 4.3.1 Wymiana ciepła przy parowaniu

##### 4.3.2 Kondensacja (skraplanie)

#### 4.4 Wymiana ciepła przez promieniowanie

##### 4.4.1 Promieniowanie ciała doskonale czarnego

##### 4.4.2 Promieniowanie ciała rzeczywistego

##### 4.4.3 Prawo Kirchhoffa

##### 4.4.4 Promieniowanie pomiędzy powierzchniami

##### 4.4.5 Radiacyjny współczynnik przejmowania ciepła

##### 4.4.6 Temperatura odczuwana

#### 4.5 Wymiana masy

##### 4.5.1 Dyfuzja gazów i przejmowanie masy

##### 4.5.2 Dyfuzja pary przez substancje stałe

##### 4.5.3 Osadzanie się kropli na powierzchniach wewnętrznych

##### 4.5.4 Osadzanie się kropli na elementach budowlanych pomieszczeń nieklimatyzowanych

##### 4.5.5 Wyznaczanie osadzania się kropli dla pomieszczeń klimatyzowanych

#### 4.6 Dane materiałowe

#### Literatura

### **5 Prawa wilgotnego powietrza oraz ich zastosowanie.**

#### 5.1 Wprowadzenie

#### 5.2 Parametry powietrza wilgotnego

#### 5.3 Wykres $h_{l+x}$ dla powietrza wilgotnego według Molliera

#### 5.4 Prawo zachowania masy i 1. zasada termodynamiki w technice klimatyzacyjnej i wentylacyjnej

##### 5.4.1 Prawo zachowania masy

##### 5.4.2 Pierwsza zasada termodynamiki dla układów otwartych

#### 5.5 Parowanie (dyfuzyjne)

#### 5.6 Wykres $t, x$ według *Carrier*

#### 5.7 Zmiany stanu powietrza wilgotnego w urządzeniach instalacji klimatyzacji i wentylacji

##### 5.7.1 Komora mieszania

##### 5.7.2 Nagrzewnica

##### 5.7.3 Wentylator

##### 5.7.4 Powierzchniowa chłodnica powietrza

##### 5.7.5 Nawilżacz parowy

##### 5.7.6 Nawilżacz dysowy

##### 5.7.7 Odzyskiwacz ciepła

##### 5.7.8 Filtr

#### Literatura

### **6 Podstawy techniki chłodniczej**

#### 6.1 Wprowadzenie

#### 6.2 Chłodnie kominowe

- 6.2.1 Funkcja i budowa
- 6.2.2 Zmiany stanu powietrza i wody
- 6.3 Otwarte sorpcyjne agregaty chłodnicze
  - 6.3.1 Funkcja i budowa urządzenia
  - 6.3.2 Wielkości obliczeniowe
- 6.4 Sprężarkowe urządzenia chłodnicze
  - 6.4.1 Wprowadzenie
  - 6.4.2 Przegląd funkcji
  - 6.4.3 Obieg *Carnota*
  - 6.4.4 Proces rzeczywisty
  - 6.4.5 Czynniki chłodnicze
  - 6.4.6 Wykres  $\log p, h$
  - 6.4.7 Wykresy dla czynników chłodniczych, tabele par
- 6.5 Absorpcyjne agregaty chłodnicze
  - 6.5.1 Wprowadzenie
  - 6.5.2 Funkcja
  - 6.5.3 Obieg *Carnota*
  - 6.5.4 Rzeczywiste agregaty chłodnicze
  - 6.5.5 Wykres  $\log p, 1/T$
- Literatura

## **7 Techniczne podstawy przepływu**

- 7.1 Informacje ogólne
- 7.2 Przepływ wolny od tarcia
  - 7.2.1 Równanie ciągłości
  - 7.2.2 Równanie energii (równanie *Bernoulliego*)
  - 7.2.3 Ciśnienie całkowite, ciśnienie statyczne i dynamiczne
- 7.3 Zasada pędu
- 7.4 Przepływ obciążony tarciem
  - 7.4.1 Równanie energii dla przepływu obciążonego tarciem
  - 7.4.2 Lepkość płynów
  - 7.4.3 Prawo podobieństwa
  - 7.4.4 Formy przepływu
  - 7.4.5 Stopień turbulencji
  - 7.4.6 Przepływ przy wlocie rury i warstwa graniczna
- 7.5 Opory przepływu w kanałach
  - 7.5.1 Opory przepływu w rurze prostej
  - 7.5.2 Średnica hydrauliczna
  - 7.5.3 Średnica równoważna
- 7.6 Opory pojedyncze
  - 7.6.1 Rozszerzenie przekroju poprzecznego (dyfuzor)
  - 7.6.2 Zwężenie przekroju poprzecznego
  - 7.6.3 Zmiany kierunku (krzywaki, kolanka)

- 7.6.4 Rozgałęzienia rur
- 7.7 Pomiar przepływu
- 7.8 Przepływ powietrza w pomieszczeniu – wentylacja swobodna i mechaniczna
  - 7.8.1 Wentylacja mieszana
  - 7.8.2 Wentylacja waporowa
  - 7.8.3 Wentylacja źródłowa
  - 7.8.4 Skuteczność wentylacji
  - 7.8.5 Numeryczne obliczanie przepływu powietrza w pomieszczeniu
- Literatura

## **8 Podstawy akustyki przepływu**

- 8.1 Wprowadzenie
- 8.2 Podstawy fizyczne oraz pojęcia
  - 8.2.1 Powstawanie dźwięku
  - 8.2.2 Częstotliwość oraz amplituda ciśnienia akustycznego
  - 8.2.3 Moc akustyczna i natężenie akustyczne
- 8.3 Tworzenie i dodawanie poziomów
- 8.4 Analiza szumów
  - 8.4.1 Pasma oktawaowe i tercjowe
  - 8.4.2 Głośność
  - 8.4.3 Krzywe graniczne
  - 8.4.4 Szmeru impulsowe
  - 8.4.5 Poziom uśredniony (norma DIN 45 641)
  - 8.4.6 Poziom oceny (DIN 45 645)
- 8.5 Dopuszczalne poziomy akustyczne  
(Wymogi w stosunku do „pomieszczeń wymagających ochrony”)
- 8.6 Wpływ pomieszczenia
  - 8.6.1 Pomieszczenie quasi sześcienne
  - 8.6.2 Pomieszczenie płaskie i pomieszczenie długie
- 8.7 Izolacja akustyczna
  - 8.7.1 Izolacja dźwięku powietrznego
  - 8.7.2 Szacowany wskaźnik izolacyjności akustycznej  $R'_w$
  - 8.7.3 Normowana różnica poziomu akustycznego
  - 8.7.4 Różnica poziomu szybu
- 8.8 Podsumowanie
- Literatura

## **9 Podstawy oczyszczania powietrza**

- 9.1 Informacje wstępne
- 9.2 Pył i jego zachowanie
  - 9.2.1 Pojęcia podstawowe
  - 9.2.2 Wyznaczanie rozdrobnienia
  - 9.2.3 Prawo opadania cząstek pyłu

- 9.3 Oddzielanie pyłu w filtrach powietrza
- 9.4 Filtry powietrza dla ogólnej techniki klimatyzacyjnej i wentylacyjnej
  - 9.4.1 Wymogi
  - 9.4.2 Sprawdzenie filtra oraz podział na klasy według normy DIN EN 779 [8]
- 9.5 Wysokosprawne filtry powietrza
  - 9.5.1 Wstęp
  - 9.5.2 Teoria filtrów
  - 9.5.3 Sprawdzenie filtra oraz podział na klasy według normy DIN EN 1822-1
  - 9.5.4 Różnice ciśnienia
- 9.6 Elektrofiltry powietrza
- 9.7 Filtry adsorpcyjne gazu
  - 9.7.1 Wstęp
  - 9.7.2 Rodzaje budowy i wielkości znamionowe
  - 9.7.3 Okres użytkowania
- 9.8 Przykłady wykonania
  - 9.8.1 Filtry powietrza dla ogólnej techniki klimatyzacyjnej i wentylacyjnej
  - 9.8.2 Wysokosprawne filtry powietrza
  - 9.8.3 Filtry adsorpcyjne gazu
- Literatura

## **10 Technika regulacji dla instalacji RLT**

- 10.1 Podstawy, definicje
- 10.2 Obiekty regulowane
  - 10.2.1 Zachowanie statyczne
  - 10.2.2 Zachowanie dynamiczne
- 10.3 Węzły regulacyjne
  - 10.3.1 Węzły regulacyjne ciągłe
  - 10.3.2 Węzły regulacyjne nieciągłe
  - 10.3.3. Specjalne wymogi w stosunku do regulatorów dla instalacji RLT
  - 10.3.4 Technika DDC
- 10.4 Optymalizacja regulatora
  - 10.4.1 Zasady strojenia metodą *Chiena, Hronesa i Reswicka*
  - 10.4.2 Zasady strojenia metodą *Zieglera i Nicholisa*
- 10.5 Stabilność obwodów regulacyjnych
  - 10.5.1 Wpływ zachowania dynamicznego
  - 10.5.2 Wpływ zachowania statycznego
  - 10.5.3 Obliczanie zaworów
  - 10.5.4 Wpływ zachowania statycznego i dynamicznego na stabilność obwodu regulacyjnego
- 10.6 Przykłady regulacji temperatury
  - 10.6.1 Instalacja z domieszką powietrza obiegowego i regulacją kaskadową
  - 10.6.2 Urządzenie w eksploatacji VVS z ciągłym sterowaniem wentylatorów
- 10.7 Przykłady regulacji temperatury i wilgotności
  - 10.7.1 Instalacja klimatyzacyjna z płuczką powietrza



10.7.2 Instalacja z nawilżaczem parowym

Literatura

**II Tabele dotyczące pary wodnej i powietrza wilgotnego**

Literatura