

ВСТУП

Ефективність систем вентиляції, їх техніко-економічні характеристики залежать не тільки від правильно прийнятої схеми повітрообміну і достовірності проведених розрахунків, але й від правильно організованого монтажу, наладки й експлуатації. Можливість монтажу, наладки і експлуатації систем і обладнання, яке забезпечує вентиляцію приміщень, закладаються на стадії проектування.

Для роботи над курсовим проектом одних рекомендацій даного учбового посібника недостатньо. Слід користуватись підручниками по вентиляції, Довідником проектувальника, Будівельними нормами і правилами та Санітарними нормами, конспектами лекцій з курсу вентиляції. Для успішного виконання проекту вентиляції слід чітко знати особливості технологічного процесу, який проходить в приміщенні, режим роботи, конструктивні особливості будівлі, кліматичні характеристики. Спеціаліст з вентиляції повинен знати будівельну теплофізику, аеродинаміку, теорію тепломасообміну і такі розділи фізики як дифузія та акустика. При виборі розрахункових внутрішніх умов приміщень, тобто радіаційної температури, температури повітря, вологості і швидкості руху повітря, проектувальник повинен мати добрі знання з санітарної гігієни.

Матеріал учбового довідника розташований приблизно в послідовності виконання проекту. Учбовий посібник має матеріали довідникового характеру.

ЗМІСТ

Вступ

1. Розрахункові параметри зовнішнього та внутрішнього повітря
2. Визначення шкідливих виділень в будівлі
 - 2.1. Визначення кількості тепла, яке надходить через світлові пройми
 - 2.2. Визначення кількості тепла, яке надходить через покриття будівлі
 - 2.3. Визначення інших шкідливих надходжень
3. Організація та розрахунок повітрообміну
 - 3.1. Організація повітрообміну
 - 3.2. Місцеві витяжні пристрої
 - 3.3. Визначення необхідної кількості вентиляційного повітря
4. Конструювання та розрахунок систем вентиляції
 - 4.1. Аеродинамічний розрахунок повітропроводів
 - 4.2. Підбір та розрахунок очисних пристроїв
 - 4.3. Підбір вентиляційних пристроїв та вентиляторів
5. Вимоги до оформлення курсового проекту

Додатки

Література

1. РОЗРАХУНКОВІ ПАРАМЕТРИ ЗОВНІШНЬОГО ТА ВНУТРІШНЬОГО ПОВІТРЯ

Вентиляція та кондиціонування повітря передбачаються для створення та забезпечення встановлених нормами параметрів повітряного середовища в приміщеннях будівель та споруд. Основними параметрами є температура, вологість, рухливість та запиленість повітря на робочому місці або в зоні, що обслуговується.

Зоною, що обслуговується, в приміщеннях житлових і громадських будівель вважається простір висотою до 2 м над рівнем підлоги, а в приміщеннях, де люди перебувають переважно в сидячому стані (зали театрів, аудиторії і т. п.), - висотою до 1,5 м над рівнем підлоги.

При проектуванні систем вентиляції та кондиціонування необхідно забезпечувати нормовані параметри повітряного середовища за допомогою найбільш дешевих та простих способів. За цією ознакою способи створення та підтримання нормованих параметрів можна розташувати в такому порядку: природна вентиляція; змішана (природна і механічна) вентиляція; механічна вентиляція; механічна вентиляція з випарним охолодженням; кондиціонування повітря.

При проектуванні систем загальнообмінної вентиляції з природним та штучним спонуканням руху повітря призначених для видалення надлишків тепла, вологи, в тому числі систем вентиляції з випарним (адіабатним) охолодженням повітря, слід прийняти для теплої і для холодної пори року розрахункові параметри А за виключенням:

- 1) припливних систем приміщення з виділенням шкідливих речовин різного класу небезпеки, чи з місцевою витяжною вентиляцією в тому числі з виділенням повітря від теплотехнічного обладнання;
- 2) систем, обслуговуючих будівлі медичних закладів (лікарні, клініки, госпіталі, диспансери, амбулаторії, пологові будинки), інтернатів для людей похилого віку і інвалідів, дитячих будинків, дитячих садків, ясел, готелів, санаторіїв вищого класу;
- 3) систем місцевої припливної вентиляції робочих місць і подачі повітря в зону дихання робітника.

В цих трьох перерахованих випадках при розрахунку вентиляції рекомендується приймати в якості розрахункового для теплового періоду параметри А, для холодного - параметри Б.

Комфортні умови для людини в приміщенні визначаються, як нам відомо, наступними параметрами: температурою повітря, °С; радіаційною температурою приміщення, °С чи інтенсивністю опромінення, Вт/м²; швидкістю руху повітря, м/с; відотною вологістю, %; забрудненістю повітря шкідливими речовинами, мг/м. Вплив цих параметрів на самопочуття людини різне. Кожний з перерахованих параметрів впливає на тепловіддачу людини в оточуюче середовище. По тепловій напруженості розрізняють дві категорії приміщень:

- 1) приміщення з незначними надлишком явного тепла (не перевищує чи дорівнює 23 Вт на 1 м³ внутрішнього об'єму приміщення) ;
- 2) приміщення чи ділянки цехів із значним надлишком явного тепла (що перевищує 23Вт/м³).

Останні відносяться до категорії «гарячих цехів». В промислових приміщеннях висотою більше 6 м обладнаних системою вентиляції з штучним спонуканням чи системою кондиціонування повітря питомі втрати явного тепла визначають по відношенню до умовного об'єму приміщення висотою 6 м.

По важкості роботи, що виконуються, у відповідності з загальними енерговитратами організму розмежовані на наступні категорії:

- 1 - легкі з енерговитратами до 172 Вт.
- 2 - середньої важкості з енерговитратами 172 -293 Вт.
- 3 - тяжкі з енерговитратами більше 293 Вт.

Роботи 2 категорії поділяються на 2 підгрупи: 2а - з енерговитратами 172 - 232 Вт і 2б - 232 - 293 Вт.

Допустимі норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні приміщень в яких визначається повітрообмін (жилі та громадські будівлі, а також допоміжні будівлі промислових підприємств), слід приймати по табл.1.1.

Таблиця 1.1. Допустимі норми температури t , відносної вологості ϕ та швидкості руху повітря V в зоні, що обслуговується

| Період року | t , °C | ϕ , % | V , м/с |
|---|--|------------|------------|
| Теплий(температура зовнішнього повітря 10 °C і більше) | не більше як на 3 °C розрахункової температури зовнішнього повітря | ≤ 65 | $\leq 0,5$ |
| Холодний і перехідний (температура зовнішнього повітря нижче 10 °C) | 18 –22 | ≤ 65 | $\leq 0,3$ |

Примітка: в приміщеннях громадських будівель з короткочасним перебуванням людей у вуличній одязі в холодний період року слід приймати температуру повітря 16 °C.

Таблиця 1.2. Допустимі норми температури t , відносної вологи ϕ та швидкості руху повітря V в холодний і перехідний період року

| Категорія робіт | $t_0, ^\circ\text{C}$ | ϕ (не більше), % | V (не більше), м/с | Температура повітря при | |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|-------|
| Легка | 19-25 | 75 | 0,2 | 15-26 | |
| Середньої важкості: | | | | | |
| | 2а | 17-23 | 75 | 0,3 | 13-24 |
| | 2б | 15-21 | 75 | 0,4 | 13-24 |
| Тяжка | 13-19 | 75 | 0,5 | 12-19 | |

Допустимі норми температури та швидкості руху повітря при повітряному душуванні в виробничих приміщеннях на постійних робочих місцях, на які діє променеве тепло з інтенсивністю 350 Вт/м^2 і більше при сумарній тривалості опромінення 15-30 хв. необхідно приймати згідно табл.1.3. При цьому інтенсивність теплового опромінення протягом 1 год. із максимальних рівнів кожної технологічної операції в періоди опромінення приймається від 350 до 2800 Вт/м^2 . Нормовані значення в табл.1.3. відповідають максимальній швидкості руху повітря і мінімальній температурі на дільниці з найбільш інтенсивним опроміненням робочого.

Таблиця 1.3. Допустимі норми температури t та швидкості руху повітря V при повітряному душированні

| Категорія робіт | Температура повітря в робочій зоні $t, ^\circ\text{C}$ | $V, \text{ м/с}$ | t душированої струмини, $^\circ\text{C}$, при інтенсивності опромінення, Вт/м^2 | | | | |
|-----------------|--|------------------|---|-----|------|------|------|
| | | | 350 | 700 | 1400 | 2100 | 2800 |
| 1 | | 1 | 28 | 24 | 21 | 16 | - |
| | | 2 | - | 28 | 26 | 24 | 20 |
| | | 3 | - | - | 28 | 26 | 24 |
| | | 3,5 | - | - | - | 27 | 25 |
| 2 | до 28 | 1 | 27 | 22 | - | - | - |
| | | 2 | 28 | 24 | 21 | 16 | - |
| | | 3 | - | 27 | 24 | 21 | 18 |
| | | 3,5 | - | 28 | 25 | 22 | 19 |
| 3 | | 2 | 25 | 19 | 16 | - | - |
| | | 3 | 26 | 22 | 20 | 18 | 17 |
| | | 3,5 | - | 23 | 22 | 20 | 19 |

Граничнодопустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин в повітрі робочої зони - це концентрації, які при щоденній (крім вихідних днів) роботі за 8 год. чи інший, але не більше 41 год. в тиждень, за весь робочий стаж не можуть визвати захворювання чи відхилення в стані здоров'я, що виявляють сучасними методами досліджень в процесі роботи чи в віддаленій час життя сучасного чи наступного покоління.

ГДК шкідливих речовин в повітрі робочої зони на постійних робочих місцях виробничих приміщень, а також в цехах дослідно-експериментального виробництва. ГДК деяких шкідливих речовин із зазначенням класу їх безпеки та агрегатного стану наведені в табл.1.4.

Таблиця 1.4. Гранично - допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони виробничих приміщень

| Речовина | ГДК, мг/м ³ | Клас безпеки | Агрегатний стан |
|---|------------------------|--------------|-----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| окиси азоту (в перерахунку на NO ₂) | 5 | 2 | п |
| аміак | 20 | 4 | п |
| ангідрид сірчаний | 10 | 3 | п |
| ацетон | 10 | 3 | п |
| бензин-розчинник (в перерахунку на С) 3, 4- бензопірен | 0,00015 | 1 | а |
| діетил бензол | 10 | 3 | п |
| ізобутилен | 100 | 4 | п |
| ізопрен | 40 | 4 | п |
| кислота сірчана | 1 | 2 | а |
| метилацетат | 100 | 4 | п |
| нікель(солі нікелю у вигляді гідроаерозолю в перерахунку на Ni) | 0,005 | 1 | а |
| озон | 0,1 | 1 | п |
| толуол | 50 | 3 | п |
| окис вуглецю | 20 | 4 | п |
| хлор | 1 | 2 | п |
| хлору двоокис | 0,1 | 1 | п |

п – пароподібний стан, а - аерозольний

ГДК шкідливих речовин в повітрі робочої зони при роботі на робочих місцях 1 год. і менше чи періодично (менше 30% часу робочої зміни) потрібно приймати з коефіцієнтом $k = 2$.

При одночасному вмісті в повітрі робочої зони декількох шкідливих речовин однонаправленої дії сума відношень фактичних концентрацій кожного з них ($C_1, C_2 \dots C_n$) в повітрі приміщення до їх ГДК ($ГДК_1, ГДК_2 \dots ГДК_n$) не повинні перевищувати одиниці:

$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 1 \quad (1.1)$$

2. ВИЗНАЧЕННЯ ШКІДЛИВИХ ВИДІЛЕНЬ В БУДІВЛІ

Надходження тепла в будівлю визначають як суму надходжень теплоти через прозорі та непрозорі зовнішні огороження, від штучного освітлення, обладнання та обслуговуючого персоналу.

2.1 ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ ТЕПЛА, ЯКЕ НАДХОДИТЬ ЧЕРЕЗ СВІТЛОВІ ПРОЙМИ.

$$Q = (q_1 F_{01} + q_2 F_{02}) \beta_{c.n} k_0 + \frac{t_3 - t_6}{R_0} \cdot F_0, \text{ [Вт]} \quad (2.1.1)$$

За цією формулою визначається кількість теплоти в Вт, яка надходить в приміщення за рахунок сонячної радіації.

F_{01} - площа світлової пройми, яка опромінюється прямою сонячною радіацією, м²;

F_{02} - площа світлової пройми, яка не опромінюється прямою сонячною радіацією, м²;

$\beta_{c.n}$ - коефіцієнт теплопропускання сонцезахисних пристроїв (додаток б);

k_0 - коефіцієнт, який залежить від типу застосування:

| | |
|-----------------------------|-----|
| Для одинарного застосування | 1 |
| Для подвійного застосування | 0,9 |
| Для потрійного застосування | 0,8 |
| Для склоблоків | 0,7 |

R_0 – опір теплопередачі заповнень світлових пройм, м²·К/Вт (табл. 2.1.1)

Таблиця 2.1.1 Опір теплопередачі заповнень світлових пройм R_0

| Заповнення світлової пройми | R_0 , м ² ·К/Вт |
|---|------------------------------|
| Одинарне застосування в дерев'яних плетіннях | 0,17 |
| Те ж, в металевих | 0,15 |
| Подвійне застосування в дерев'яних спарених плетіннях | 0,34 |
| Те ж, в металевих | 0,31 |
| Подвійне застосування в дерев'яних роздільних плетіннях | 0,38 |
| Те ж, в металевих | 0,34 |
| Подвійне застосування вітрин в металевих роздільних плетіннях | 0,31 |
| Потрійне застосування в дерев'яних плетіннях (спарене і одинарне) | 0,52 |
| Те ж, в металевих | 0,48 |
| Блоки скляні пустотілі розмірами 194×194×98 мм при ширині швів 6 мм | 0,31 |
| Те ж, розмірами 244×244×98 мм при ширині швів 6 мм | 0,33 |
| Профільне скло швелерного перерізу | 0,16 |
| Те ж, коробчатого | 0,34 |
| Органічне скло одинарне | 0,19 |

| | |
|----------------|------|
| Те ж, подвійне | 0,36 |
|----------------|------|

Продовження таблиці 2.1.1

| | |
|---|------|
| Те ж, потрійне | 0,52 |
| Двошарові склопакети в дерев'яних плетіннях | 0,34 |
| Те ж, в металевих | 0,31 |
| Двошарові склопакети та одинарне застеленні в роздільних дерев'яних плетіннях | 0,52 |
| Те ж, в металевих | 0,48 |

t_3 та t_b – розрахункова температура зовнішнього та внутрішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$;

$F_0 = F_{01} + F_{02}$ – площа світлової проїми, що визначається за її найменшими розмірами (в світлі), m^2 ;

q_1 , q_2 - відповідно кількість теплоти, яка надходить через одинарне застелення світлових проїм в Вт/м при прямому та непрямому опроміненні сонячною радіацією:

для вертикального застелення:

$$q_1 = (q_{\text{в.р.}} + q_{\text{в.п.}}) k_1 k_2 \quad (2.1.2)$$

$$q_2 = q_{\text{в.р.}} k_1 k_2 \quad (2.1.3)$$

$q_{\text{в.п.}}$ - надходження теплоти в через одинарне застелення від прямої радіації;

$q_{\text{в.р.}}$ - надходження теплоти в Вт/м^2 через вертикальне застелення від розсіяної сонячної радіації (таб.2.1.2)

k_1 - коефіцієнт, який враховує затемнення проїм віконними рамами (додаток 10);

k_2 - коефіцієнт, який враховує забрудненість скла (додаток 11);

для горизонтального застелення світлових проїм:

$$q_1 = (q_{\text{г.п}} + q_{\text{г.р}}) k_1 k_2; \quad (2.1.4)$$

для похилого застелення світлових проїм з кутом між площиною похилого застелення і горизонтальною площиною γ , град, при $\alpha_r < 90^{\circ}$

$$q_1 = (q_{\text{г.п}}k_3 + q_{\text{в.п}}k_4 + q_{\text{г.р}}) k_1 k_2; \quad (2.1.5)$$

при $\alpha_r \geq 90^{\circ}$ і $\alpha_b > \gamma$

$$q_1 = (q_{\text{г.п}}k_3 - q_{\text{в.п}}k_4 + q_{\text{г.р}}) k_1 k_2; \quad (2.1.6)$$

при $\alpha_r \geq 90^{\circ}$ і $\alpha_b \leq \gamma$ та для горизонтального застелення

$$q_2 = q_{\text{г.р}}k_1k_2. \quad (2.1.7)$$

$q_{\text{г.п}}$ і $q_{\text{г.р}}$ – надходження теплоти в Вт/м^2 відповідно від прямої та розсіяної сонячної радіації через одинарне горизонтальне застелення (табл. 2.1.2);

k_3 і k_4 – коефіцієнти, що враховують надходження тепла через похиле застелення світлових проїм (табл. 2.1.3).

Таблиця 2.1.2 Надходження тепла, Вт/м², від прямої та розсіяної сонячної радіації в липні через вертикальне і горизонтальне одинарне засклення світлових проїм зі склом товщиною 2,5 – 3,5 мм

| Географічна широта об'єкту будівництва, ° | Дійсний сонячний час | | Орієнтація вертикальної світлової проїми до полудня | | | | | | | | Горизонтальна світлова проїма |
|---|-------------------------|----------------------|--|----------|---------|----------|--------|----------|----|----------|----------------------------------|
| | години до полудня | години після полудня | ПН | ПН СХ | СХ | ПД СХ | ПД | ПД ЗХ | ЗХ | ПН ЗХ | |
| | | | Орієнтація вертикальної світлової проїми після полудня | | | | | | | | |
| | | | ПН | ПН ЗХ | ЗХ | ПД ЗХ | ПД | ПД СХ | СХ | ПН СХ | |
| 44 | 5-6 | 18-19 | 84/38 | 222/53 | 292/58 | 72/40 | 23 | 22 | 22 | 23 | 31/36 |
| | 6-7 | 17-18 | 42/70 | 369/98 | 452/112 | 209/86 | 55 | 44 | 44 | 33 | 126/62 |
| | 7-8 | 16-17 | 77 | 357/110 | 509/130 | 333/109 | 71 | 55 | 55 | 55 | 283/88 |
| | 8-9 | 15-16 | 71 | 256/101 | 490/121 | 398/108 | 66/79 | 60 | 59 | 60 | 431/83 |
| | 9-10 | 14-15 | 64 | 84/80 | 371/100 | 387/101 | 162/81 | 63 | 60 | 62 | 543/93 |
| | 10-11 | 13-14 | 60 | 71 | 193/80 | 305/86 | 245/84 | 67 | 60 | 64 | 629/98 |
| | 11-12 | 12-13 | 59 | 67 | 37/72 | 214/79 | 288/85 | 73/77 | 65 | 65 | 668/98 |
| 48 | 5-6 | 18-19 | 93/45 | 256/60 | 327/65 | 95/45 | 27 | 26 | 24 | 26 | 37/42 |
| | 6-7 | 17-18 | 35/69 | 385/98 | 472/114 | 237/87 | 55 | 43 | 44 | 44 | 145/62 |
| | 7-8 | 16-17 | 74 | 349/107 | 542/129 | 363/109 | 3/73 | 53 | 53 | 53 | 285/73 |
| | 8-9 | 15-16 | 70 | 222/99 | 497/121 | 427/112 | 80/81 | 60 | 58 | 59 | 420/83 |
| | 9-10 | 14-15 | 64 | 60/81 | 372/100 | 419/107 | 186/86 | 65 | 58 | 62 | 519/93 |
| | 10-11 | 13-14 | 60 | 71 | 193/81 | 352/94 | 271/87 | 7/70 | 60 | 64 | 601/95 |
| | 11-12 | 12-13 | 59 | 67 | 37/72 | 251/84 | 317/88 | 106/78 | 65 | 65 | 643/98 |

Продовження таблиці 2.1.2

| Географічна широта об'єкту будівництва, одиниці | Дійсний сонячний час | | Орієнтація вертикальної світлової пройми до полудня | | | | | | | | Горизонтальна світлова пройма |
|---|-------------------------|---------------------------|--|----------|---------|----------|--------|----------|----|----------|----------------------------------|
| | години до полудня | години після полуд- ня | ПН | ПН СХ | СХ | ПД СХ | ПД | ПД ЗХ | ЗХ | ПН ЗХ | |
| | | | Орієнтація вертикальної світлової пройми після полудня | | | | | | | | |
| | | | ПН | ПН ЗХ | ЗХ | ПД ЗХ | ПД | ПД СХ | СХ | ПН СХ | |
| 52 | 5-6 | 18-19 | 102/55 | 301/69 | 371/73 | 116/52 | 31 | 28 | 28 | 28 | 57/42 |
| | 6-7 | 17-18 | 26/69 | 391/98 | 497/119 | 272/91 | 59 | 43 | 44 | 44 | 158/62 |
| | 7-8 | 16-17 | 71 | 342/106 | 545/129 | 398/110 | 13/76 | 55 | 53 | 53 | 291/74 |
| | 8-9 | 15-16 | 67 | 197/97 | 498/123 | 448/114 | 94/85 | 63 | 57 | 58 | 419/83 |
| | 9-10 | 14-15 | 63 | 42/79 | 374/100 | 429/110 | 206/87 | 67 | 59 | 60 | 508/87 |
| | 10-11 | 13-14 | 60 | 69 | 193/84 | 363/98 | 299/90 | 14/72 | 60 | 62 | 585/93 |
| | 11-12 | 12-13 | 59 | 65 | 37/72 | 231/86 | 344/91 | 150/78 | 65 | 63 | 630/98 |

Примітка. В чисельнику наведені значення прямої радіації, в знаменнику – розсіяної; окремою цифрою наведене значення розсіяної радіації

Таблиця 2.1.3 Значення коефіцієнтів k_3 і k_4

| γ ,град | k_3 | k_4 | γ ,град | k_3 | k_4 | γ ,град | k_3 | k_4 |
|----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|
| 0 | 1 | 0 | 25 | 0,91 | 0,42 | 60 | 0,5 | 0,87 |
| 5 | 1 | 0,09 | 30 | 0,87 | 0,5 | 70 | 0,34 | 0,94 |
| 10 | 0,99 | 0,17 | 40 | 0,77 | 0,64 | 80 | 0,17 | 0,98 |
| 15 | 0,97 | 0,26 | 50 | 0,64 | 0,77 | 90 | 0 | 1 |
| 20 | 0,94 | 0,34 | | | | | | |

При розрахунку систем вентиляції з механічним та природним спонуканням, а також систем вентиляції з випарним (адіабатним) охолодженням припливного повітря і систем кондиціонування повітря для визначення надходжень тепла в приміщення приймаються значення сумарної або розсіяної радіації, наведені в табл. 2.1.2, за той час, на протязі якого передбачається зайнятість приміщень людьми. При наявності світлових проїм в протилежних стінах приміщень визначається сумарне надходження тепла за період експлуатації приміщення.

Для приміщень, що мають світлові проїми в стінах, які розташовані під кутом $\alpha = 90^\circ$ одна до одної, складається графік (таблиця) погодинних надходжень тепла по ходу сонця за період зайнятості приміщень людьми, починаючи з часу, попередньому початку цього періоду.

При наявності будівельних конструкцій, що створюють тінь, (ребер, козирків і т. п.) для затіненої площі світлової проїми враховується надходження тепла тільки від розсіяної радіації. Величина затіненої площі світлової проїми $F_{o,t}$, m^2 , визначається графічним способом згідно СНиП II-33-75 або для вертикальних світлових проїм, в яких виніс ребра a не перевищує виносу козирка b , обчислюється за формулою

$$F_{o,m} = Aa \frac{tg\alpha_s}{\cos\alpha_2} - Bb tg\alpha_2 - 0.5(a^2 + b^2) \frac{tg\alpha_s tg\alpha_2}{\cos\alpha_2} - AB + A_n B_n, \quad (2.1.8)$$

де A - відстань від площини бокової затіняючої конструкції (ребра) до протилежного кінця світлової проїми, м;

B - відстань від нижньої площини козирка до протилежного кінця світлової проїми, м;

a і b - виніс відповідно ребра та козирка відносно площини застелення ($b \geq a$), м;

α_s - висота сонця, град;

α_r - сонячний азимут застелення, град;

A_n і B_n - розмір світлової проїми відповідно по горизонталі та вертикалі, м.

2.2 ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ ТЕПЛОТИ, ЯКА НАДХОДИТЬ В ПРИМІЩЕННЯ ЧЕРЕЗ ПОКРИТТЯ БУДІВЛІ

Кількість теплоти, яка надходить в приміщення через стелю за рахунок сонячної радіації визначається таким чином:

$$Q = \left[\frac{1}{R_0} (t_3 + R_3 \rho I_{cep} - t_6) + \beta \cdot k \frac{A_{тв}}{R_6} \right] \cdot F, \quad (2.2.1)$$

R_0 - опір теплопередачі покриття будівлі:

$$R_0 = R_H + R_K + R_B, [M^2 K/WT] \quad (2.2.2)$$

R_B - опір теплосприйняття між внутрішнім повітрям та поверхнею перекриття;

Значення R_B для перекриття з внутрішніми ребрами - 0,132 м² К/Вт, для перекриття з гладкою поверхнею - 0,115 м² К/Вт.

R_H - термічний опір між зовнішнім повітрям та поверхнею перекриття.

Значення R_H для зимових умов по додатку 3, для літніх:

$$R_H = \frac{0,172}{1 + 2\sqrt{V}}, \quad (2.2.3)$$

V - швидкість вітру за додатком 2.

Якщо $V < 1$ м/с, в формулу (2.2.3) підставляємо значення $V = 1$ м/с.

R_K - термічний опір огорожуючої конструкції;

Значення R_K визначається за формулою:

$$R_K = \sum_{i=1}^m R_i + R_{в.п.}, \quad (2.2.4)$$

R_i - термічний опір i -го однорідного шару перекриття:

δ_i - товщина i -го шару, м;

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \quad (2.2.5)$$

λ_i - коефіцієнт теплопровідності матеріалу i -го шару (додаток 1);

m - кількість шарів;

$R_{в.п.}$ - термічний опір замкнутого повітряного прошарку за додатком 4.

ρ - коефіцієнт поглинання сонячної радіації (додаток 8);

$I_{cp.}$ - середньодобова сумарна сонячна радіація, Вт/м² (додаток 9);

k - коефіцієнт, який має значення:

| | |
|--|-----|
| Для перекриття з вентиляваним повітряним прошарком | 0,6 |
| Для інших | 1 |

β - коефіцієнт для визначення величин теплового потоку, що гармонічно змінюються, в різні години доби (табл. 2. 2.1)

Таблиця 2.2.1 Значення коефіцієнта β

| Час до і після максимуму надходження тепла, год | β | Час до і після максимуму надходження тепла, год | β | Час до і після максимуму надходження тепла, год | β | Час до і після максимуму надходження тепла, год | β |
|---|---------|---|---------|---|---------|---|---------|
| 0 | 1 | 4 | 0,5 | 7 | -0,26 | 10 | -0,87 |
| 1 | 0,97 | 5 | 0,26 | 8 | -0,5 | 11 | -0,97 |
| 2 | 0,87 | 6 | 0 | 9 | -0,71 | 12 | -1 |
| 3 | 0,71 | | | | | | |

Кількість тепла, Вт, що надходить в приміщення через стіни, як правило, не враховується. При необхідності його можна визначити за формулою

$$Q = \frac{\Delta t_1 + \Delta t_2}{R_0} \cdot F, \quad (2.2.6)$$

де R_0 – опір теплопередачі огорожуючої конструкції, що визначається за формулою (2.2.2), при $R_{в}=0,143 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ і $R_{н}=0,043 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;

F – площа стіни, м^2 ;

Δt_1 і Δt_2 – еквівалентні різниці температур, що визначаються за наступними формулами :

$$\Delta t_1 = t_{зв} - t_{в} - A A_{t_n} - B; \quad (2.2.7)$$

$$\Delta t_2 = \Delta t_3 + \frac{I}{I_0} (\Delta t_4 - \Delta t_3), \quad (2.2.8)$$

де $t_{зв}$ – розрахункова літня температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$, що приймається по параметрам Б;

$t_{в}$ – розрахункова температура внутрішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$, що приймається за СНиП II-A.6-72 (менша з середньодобових амплітуд за липень та серпень).

A і B – коефіцієнти, що приймаються з табл. 2.2.2 в залежності від маси 1 м^2 стінового огородження;

Δt_3 і Δt_4 – вихідні еквівалентні розрахункові температури, $^{\circ}\text{C}$, відповідно для затінених і опромінених сонцем стін (табл.2.2.3)

I/I_0 – відношення максимальної напруги сонячної радіації на вертикальну площину для заданих широти та орієнтації до максимальної напруги сонячної радіації для 40° пвн.ш. (табл. 2.2.4).

Таблиця 2.2.2 Значення коефіцієнтів А і Б

| Маса 1 м^2 стінового огородження, кг | А | Б |
|--|------|------|
| До 35 | 0 | 0 |
| 36-270 | 0,25 | 5,5 |
| Більше 270 | 0,5 | 2,75 |

Таблиця 2.2.3 Вихідна еквівалентна розрахункова різниця температур для зовнішніх стін будівель, розташованих на 40⁰ пвн. ш.

| Вид стінового огороження | Орієнтація стіни | Години доби за сонячним часом | | |
|---|------------------|-------------------------------|---------|---------|
| | | 12 | 14 | 16 |
| Різниця температур Δt_3 для затінених стін | | | | |
| Цегляна стіна товщиною 200 мм і масою 360 кг/м ² | Будь-яка | 0/0 | 0/0 | 1,1/1,1 |
| Те ж, 300 мм і 540 кг/м ² | Будь-яка | 1,1/1,1 | 1,1/1,1 | 1,1/1,1 |
| Різниця температур Δt_4 для опромінених сонцем стін | | | | |
| Цегляна стіна товщиною 200 мм і масою 360 кг/м ² | ПНСХ | 5,6/1,1 | 8,9/4,4 | 7,8/4,4 |
| | СХ | 7,8/4,4 | 10/5,6 | 10/8,6 |
| | ПДСХ | 3,3/2,2 | 7,8/5,6 | 10/6,7 |
| | ПД | 2,2/1,1 | 2,2/1,1 | 5,6/3,3 |
| | ПДЗХ | 3,3/2,2 | 4,4/2,2 | 5,6/3,3 |
| | ЗХ | 3,3/2,2 | 4,4/3,3 | 5,6/3,3 |
| | ПНЗХ | 1,1/1,1 | 2,2/1,1 | 3,3/2,2 |
| | ПН | 0/0 | 0/0 | 1,1/1,1 |
| Те ж, 300 мм і 540 кг/м ² | ПНСХ | 4,4/2,2 | 4,4/2,2 | 5,6/2,2 |
| | СХ | 6,7/4,4 | 5,6/3,3 | 6,7/4,4 |
| | ПДСХ | 5,6/3,3 | 5,6/3,3 | 5,6/3,3 |
| | ПД | 3,3/2,2 | 3,3/2,2 | 3,3/2,2 |
| | ПДЗХ | 5,6/3,3 | 5,6/3,3 | 5,6/3,3 |
| | ЗХ | 6,7/4,4 | 5,6/3,3 | 5,6/3,3 |
| | ПНЗХ | 4,2/2,2 | 4,4/2,2 | 4,4/2,2 |
| | ПН | 1,1/1,1 | 1,1/1,1 | 1,1/1,1 |

Таблиця 2.2.4 Відношення І/І₀

| Географічна широта, ⁰ пвн.ш | Орієнтація стін | | | | |
|--|-----------------|---------|-------------|-------------|------|
| | ПД | ЗХ і СХ | ПДЗХ і ПДСХ | ПНЗХ і ПНСХ | ПН |
| 24 | 0,3 | 0,98 | 0,8 | 1,01 | 1,12 |
| 28 | 0,33 | 0,98 | 0,9 | 1,01 | 1,06 |
| 32 | 0,6 | 0,99 | 0,93 | 1 | 1 |
| 36 | 0,8 | 0,99 | 0,98 | 1 | 1 |
| 40 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 44 | 1,23 | 1,01 | 1,05 | 1 | 1,03 |
| 48 | 1,4 | 1,02 | 1,11 | 1 | 1,05 |
| 52 | 1,65 | 1,03 | 1,17 | 1 | 1,11 |
| 56 | 1,88 | 1,05 | 1,23 | 1,03 | 1,29 |
| 60 | 2,1 | 1,08 | 1,23 | 1,06 | 1,44 |

| | | | | | |
|----|-----|------|------|------|------|
| 64 | 2,3 | 1,12 | 1,34 | 1,11 | 1,58 |
|----|-----|------|------|------|------|

Для синіх (нетемних), зелених, світло-червоних, світло-коричневих, нефарбованих дерев'яних стін і стін кольору природного бетону в якості вихідної еквівалентної розрахункової різниці температур рекомендується приймати середньоарифметичне значення Δt_4 для світлих і темних стін.

$A_{тв}$ - амплітуда коливань температури внутрішньої поверхні огорожень, °С:

$$A_{тв} = \frac{1}{\nu} [0.5A_{тн} + R_n \rho (I_{\max} - I_{ср})] \quad (2.2.9)$$

$A_{тн}$ - max амплітуда коливань температури зовнішнього повітря (додаток 2);

I_{\max} та $I_{ср}$ - відповідно максимальне та середнє значення сумарної(прямої та розсіяної) сонячної радіації, що приймаються для зовнішніх стін як для вертикальних поверхонь західної орієнтації. (додаток 9);

ν - затухання амплітуди коливань температури в огорожуючій конструкції:

$$\nu = R_o / R_b \quad (2.2.10)$$

F - площа перекриття, м².

В зв'язку з великим затуханням коливань температури в стінових огороженнях надходження теплоти за рахунок сонячної радіації через стіни не враховується.

2.3 ВИЗНАЧЕННЯ ІНШИХ ШКІДЛИВИХ НАДХОДЖЕНЬ

Надходження теплоти та вологи від дорослих чоловіків приймається по додатку 16, для жінок - 85%, для дітей - 75%.

Кількість теплоти, яка надходить від електродвигунів:

$$Q = 10^3 N k, \quad (2.3.1)$$

N - установочна потужність двигуна, кВт;

k - коефіцієнт, який має значення 0,25 - 0,4 в залежності від режиму роботи двигуна.

Надходження теплоти від нагрітих поверхонь:

$$Q = \frac{t_{нов} - t_в}{R} \cdot F_{нов}, \quad (2.3.2)$$

$t_в$ - внутрішня температура повітря;

$t_{пов}$ - температура поверхні;

$F_{пов}$ - площа поверхні;

R - опір теплопередачі:
для нагрітих повітропроводів:

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|------------|---|---|---|---|---|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | | | Теплий | | | | | | |
| | | | Перехідний | | | | | | |
| | | | Холодний | | | | | | |
| | | | Теплий | | | | | | |
| | | | Перехідний | | | | | | |
| | | | Холодний | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

3 ОРГАНІЗАЦІЯ ТА РОЗРАХУНОК ПОВІТРООБМІНУ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ

3.1 ОРГАНІЗАЦІЯ ПОВІТРООБМІНУ

Організація повітрообміну включає в себе вибір схеми, способу подачі та видалення повітря.

Схему організації повітрообміну вибирають згідно СНиП 2-33.75.

При забезпеченні нормованих параметрів повітряного середовища для всієї робочої зони повітророзподільники розміщують таким чином, щоб сумарна зона дії розподільників була не меншою за площу робочої зони. При цьому відносна площа струменя, яка визначається за формулою:

$$F_{ст.р} = \frac{F_{см}}{F_{р.з}}, \quad (3.1.1)$$

повинна бути від 0,2 до 0,5 для компактних струмин і від 0,5 до 1 для повних і віялоподібних струмин.

$$F_{ст.р} = 4,8 \left(\frac{X}{m \sqrt{F_{р.з}}} \right)^2 \quad - \text{формула для компактних струмин}; \quad (3.1.2)$$

$$F_{ст.р} = 2,8 \left(\frac{1}{m} \sqrt{\frac{X}{B_{пр}}} \right)^2 \quad - \text{формула для плоских струмин}; \quad (3.1.3)$$

$$F_{ст.р} = 1 - 0,15 \left(2 - \frac{H_{пр} - h_{р.з}}{\sqrt{F_{р.з}}} \right)^2 \quad - \text{формула для віялоподібних струмин}. \quad (3.1.4)$$

m - швидкісний коефіцієнт повітророзподільника (таб.4.34[1]);

X - відстань від отвору повітророзподільника до робочої зони по довжині струмини, м;

$F_{р.з.}$ - площа робочої зони на один повітророзподільник, м²;

- В - ширина приміщення на один повітророзподільник, м;
 Н_{пр.} - висота приміщення, м;
 h_{р.з.} - висота робочої зони, м.

3.2 МІСЦЕВІ ВИТЯЖНІ ПРИСТРОЇ

Витяжні зонти призначено для виділення шкідливих виділень направлених вгору разом з конвективним потоком.

Кут розкриття зонту бажано приймати не більше 60°. Відстань від зонта до джерела виділень приймають не більше 0,8d_e по площі шкідливих викидів.

$$d_e = \frac{2av}{a+v}. \quad (3.2.1)$$

При нагрітому джерелі виділень кількість конвективного повітря, яке надходить від джерела до зонта:

$$L_k = 41,5\sqrt[3]{Q_k z F_n^2}, \text{ м}^3/\text{ГОД} \quad (3.2.3)$$

- Q_k - кількість тепла, яка виділяється від джерела виділень;
 z - відстань від зонта до нагрітої поверхні;
 F_n - площа джерела виділень, м²;
 Кількість тепла, яке надходить від джерела:

$$Q_k = \alpha_k F_n (t_n - t_b), \quad (3.2.4)$$

- t_n - температура поверхні джерела виділень;
 t_b - внутрішня температура приміщення;
 α_k - коефіцієнт конвективної передачі

$$\alpha_k = \sqrt[3]{t_n - t_b}, \text{ К Дж/год м}^2 \text{ с} \quad (3.2.5)$$

Кількість повітря, яка повинна видалятися зонтом:

$$L_3 = L_k \frac{F_3}{F_n}, \quad (3.2.6)$$

F₃ - площа в перерізі зонта, повинна бути не менше 1,5F_n.

При неможливості використання зонтів використовують витяжні панелі. Панель має отвір через який видаляється повітря. Панелі розміщують на відстані 0 ≤ v ≤ В, якщо панель буде стояти далі, вона не буде діяти ефективно.

$$A = 1,2 a \quad (3.2.7)$$

Кількість повітря, яка повинна видалятися через панель:

$$L = C Q_n^{1/3} (A + B)^{5/3} \quad (3.2.8)$$

- Q_n - кількість тепла, яка видаляється джерелом виділень;
 С - коефіцієнт:
 якщо панель без екрана С = 149 (1/(Н + В))^{2/3}

якщо панель з екраном $C = 149 (1/(H + B))^{2/3} m$
 m - коефіцієнт, який залежить від v_1/B ;
 H - висота від площі джерела шкідливих виділень до центру отвору
 витяжної панелі, м.

При відношенні $v_1/B = 0$; $v_1 = 0 \Rightarrow m = 1$;
 $v_1/B = 0,3 \Rightarrow m = 1,5$;
 $v_1 = B \Rightarrow m = 1,8$;
 $v_1 > B \Rightarrow m = 2$.

Бортові витяжки використовуються для видалення шкідливих виділень з поверхні електролітів гальванічних ванн.

Витрата повітря для одно - та двобортних витяжок без піддува:

$$L = 1400 (0,53 V_p l / (V_p + 1) + H_p)^{1/3} V_p l k_1 k_{\Delta t} k_T, \text{ м}^3/\text{год} \quad (3.2.9)$$

V_p - робоча ширина ванни, м;

l - довжина ванни, м;

H_p - відстань від поверхні електроліту до осі витяжної щілини, м;

k_1 - для однобортової витяжки без піддуву - 1,8;

для двобортної витяжки без піддуву - 1;

для двобортної витяжки з піддувом - 0,7.

$k_{\Delta t}$ - коефіцієнт, який враховує температуру електроліту (таб.11.2[5]),

k_T - коефіцієнт, який враховує токсичність викидів (таб. 11.3[5]), для витяжки з піддувом $k_T = 1$.

При використанні витяжки з піддувом припливна струмина повинна направлятися до центру витяжного отвору та проходити через зону шкідливих виділень, при цьому витрата витяжного повітря повинна перевищувати витрати припливного повітря.

Ширина припливної щілини повинна бути не менше 5 мм, а швидкість руху припливної повітря - не більше 10 м/с. Ширина витяжної щілини повинна бути не менше 50 мм, а швидкість руху повітря - не більше 1,5 м/с.

Критичний переріз - це зона, в якій вплив припливних та витяжних струмин є найменшим.

Відстань від критичного отвору до критичної зони:

$$X_{кр} = 0,875 V_p, \quad (3.2.10)$$

Лінійна швидкість руху повітря в критичній зоні 1 - 2 м/с.

Ширина припливної щілини визначається за формулою:

$$b_1 = 0,066 (V_{min}/V_1)^2 V_p, \quad (3.2.11)$$

$$b_2 = 0,101 (V_{min}/V_2) V_p, \quad (3.2.12)$$

b_1, b_2 - швидкість руху повітря в припливній та витяжній щілині.

Витрата припливного повітря:

$$L_1 = 60 V_p l k_{\Delta t}, \quad (3.2.13)$$

а витяжного:

$$L_B = 1200 V_p^{2/3} l k_{\Delta t} k_1, \quad (3.2.14)$$

3.3. ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОЇ КІЛЬКОСТІ ВЕНТИЛЯЦІЙНОГО ПОВІТРЯ

По надлишках теплоти необхідна кількість повітря визначається за формулою:

$$L = L_{o.3} + \frac{3,6Q - \rho_{o3} C_B L_{o.3} (t_{o.3} - t_n)}{\rho_{o3} C_B (t_{yx} - t_n)}, \quad (3.3.1)$$

$L_{o.3}$ - кількість повітря, яка видаляється місцевими витяжками;

Q - кількість теплоти, яка видаляється в приміщенні, Вт;

ρ_{o3} - щільність повітря робочої зони;

C_B - масова теплоємність повітря;

$t_{o.3}$ - температура робочої зони;

$t_{п}$ - температура припливного повітря;

t_{yx} - температура повітря, що видаляється витяжною вентиляцією:

$$t_{yx} = t_{п} + k_T (t_{o.3} - t_{п}), \quad (3.3.2)$$

k_T - коефіцієнт, який приймається за додатком 15.

По надлишках вологи кількість вентиляційного повітря:

$$L = L_{o3} + \frac{10^3 W - \rho_{o.3} L_{o.3} (d_{o.3} - d_n)}{\rho_{o.3} (d_{yx} - d_n)}, \quad (3.3.3)$$

W - виділення вологи в приміщенні, кг/год;

$d_{o.3}$ - вміст вологи в повітрі робочої зони, г/кг;

$d_{п}$ - вміст вологи в припливному повітрі;

d_{yx} - вміст вологи, що видаляється місцевою вентиляцією.

При надлишках шкідливих речовин необхідна кількість вентиляційного повітря визначається за формулою:

$$L = L_{o.3} + \frac{z_1 - L_{o.3} (z_{o.3} - z_n)}{z_{yx} - z_n}, \quad (3.3.4)$$

z_1 - кількість шкідливих речовин, що видаляється з приміщення, мг/год;

$z_{o.3}$ - вміст шкідливих речовин в повітрі робочої зони, мг/м³;

$z_{п}$ - вміст шкідливих речовин в припливному повітрі, мг/м³;

z_{yx} - вміст шкідливих речовин, що видаляється системою вентиляції, мг/м³.

Розрахунок ведеться за всіма шкідливими виділеннями в приміщенні і приймається найбільше з отриманих значень, але це значення повинно бути не менше нормального повітрообміну для приміщення такого типу (додаток 14).

Організація повітрообміну включає вибір схеми організації. Способу подачі і видалення повітря, а також визначення розрахункового повітрообміну з врахуванням нерівномірності розподілення параметрів повітря по приміщенню.

Схему організації повітрообміну ("знизу вверху", "зверху вниз", "зверху вверху", "знизу вниз" або змішану) вибирають з врахуванням вимог СНиП II-33-75, глав СНиП та СН по проектуванню будівель різного призначення.

Подача припливного повітря в приміщеннях житлових та громадських будівель передбачається, як правило, через отвори повітророзподільників, розташовані вище зони, що обслуговується. Допускається подача повітря через отвори, розташовані в зоні, що обслуговується, якщо повітря направлене знизу вгору і видаляється найкоротшим шляхом з цієї зони, а також в залах громадських будівель – за схемою “знизу вгору”.

Видалення повітря з приміщень житлових і громадських будівель системами загальнообмінної вентиляції рекомендується передбачати, як правило, з верхньої зони. Допускається в глядацьких залах і залах подібного призначення проектувати видалення його з нижньої зони.

При наявності зосереджених джерел тепла та питомих надлишків явного тепла $Q_{\text{я.пнт.}} > 23 \text{ Вт/м}^3$ подачу припливного повітря передбачають в робочу або зону, що обслуговується, а видалення його – з верхньої зони.

При видаленні в приміщення пилю, шкідливих і вибухонебезпечних речовин місця розташування припливних і витяжних отворів вибирають з врахуванням вимог СНиП II –33-75.

При необхідності забезпечення нормованих параметрів повітря для всієї зони (робочої), що обслуговується, (ОЗ) повітророзподільні пристрої (ПР) потрібно розміщувати так, щоб сумарна зона ефективної дії всіх ПР була не менша площі вказаної зони. При цьому необхідно, щоб відносна площа струмини при надходженні її в ОЗ зверху $\overline{F}_{\text{cmp}} = 0,2 \div 0,5$ для компактних, неповних віялоподібних і плоских і $\overline{F}_{\text{cmp}} = 0,5 \div 1$ – для повних віялоподібних струменів.

Під відносною площею струмини розуміється відношення умовної площі струмини $F_{\text{стр}}$ при вході її в ОЗ до площі підлоги приміщення $F_{\text{пр}}$, що приходить на одну струмину:

$$\overline{F}_{\text{cmp}} = F_{\text{cmp}} / F_{\text{пр}} . \quad (3.3.5)$$

Величина $\overline{F}_{\text{cmp}}$ визначається за наступними формулами:

для компактної струмини

$$\overline{F}_{\text{cmp}} = 4,8 \left(\frac{x}{m \sqrt{F_{\text{пр}}}} \right)^2 ; \quad (3.3.6)$$

для плоскої струмини

$$\overline{F}_{\text{cmp}} = 2,8 \left(\frac{1}{m} \sqrt{\frac{x}{B_{\text{пр}}}} \right)^2 ; \quad (3.3.7)$$

для віялоподібної струмини

$$\overline{F}_{\text{cmp}} = 1 - 0,15 \left(2 - \frac{H_{\text{пр}} - h_{\text{о.з}}}{\sqrt{F_{\text{пр}}}} \right)^2 , \quad (3.3.8)$$

де

x – відстань від припливного отвору до робочої зони по довжині струмини, м;
 m – швидкісний коефіцієнт ПР (див. табл. 3.3.1);

$F_{\text{пр}}$ – площа підлоги приміщення, що приходить на одну струмину, м²;

$B_{\text{пр}}$ – ширина приміщення, на якій одним ПР забезпечується ефективно повітроділення, м;

$H_{\text{пр}}$ – це висота приміщення, м;

$h_{\text{оз}}$ – висота зони, що обслуговується, м.

Кількість повітря, що подається в приміщення, визначається за формулами (3.3.1), (3.3.3) - (3.3.4). При цьому вважають, що параметри повітря, що видаляється за межі ОЗ, рівні:

$$t_{yx} = t_n + k_t(t_{o.3} - t_n); \quad (3.3.9)$$

$$z_{yx} = z_n + k_z(z_{o.3} - z_n); \quad (3.3.10)$$

$$d_{yx} = d_n + k_d(d_{o.3} - d_n), \quad (3.3.11)$$

де

$t_{\text{п}}$ – температура припливного повітря, °С;

k_t – коефіцієнт повітрообміну за температурою;

$t_{o.3}$ – температура повітря в зоні що обслуговується, °С;

$Z_{\text{п}}$ – концентрація шкідливих речовин в припливному повітрі, мг/м³;

k_z – коефіцієнт повітрообміну за забрудненням;

$Z_{o.3}$ – гранична допустима концентрація шкідливих речовин в зоні що обслуговується, мг/м³;

$d_{\text{п}}$ – вологовміст припливного повітря, г/кг;

k_d – коефіцієнт повітрообміну за вологою;

$d_{o.3}$ – вологовміст повітря в зоні що обслуговується, г/кг.

Якщо повітря видаляється тільки з ОЗ, то його кількість визначається за формулами

$$L_1 = \frac{3,6Q_y}{1,2(t_{o.3} - t_n)}, \quad (3.3.12)$$

$$L_2 = \frac{W \cdot 10^3}{1,2(d_{o.3} - d_n)}, \quad (3.3.13)$$

$$L_4 = \frac{z}{z_{o.3} - z_n}, \quad (3.3.14)$$

Формули (3.3.12) – (3.3.14) отримані перетворенням формул (3.3.1), (3.3.3), (3.3.4) з врахуванням того, що теплоємність повітря рівна 1 кДж/(кг·К).

При видаленні повітря тільки з верхньої зони

$$L_1 = \frac{3,6Q_y}{1,2k_1(t_{o.3} - t_n)}, \quad (3.3.15)$$

$$L_2 = \frac{W \cdot 10^3}{1,2k_d(d_{o.3} - d_n)}, \quad (3.3.16)$$

$$L_4 = \frac{z}{k_z(z_{o.3} - z_n)}, \quad (3.3.17)$$

При визначенні величини розрахункового повітрообміну для повітряного опалення розрахунок ведеться також за формулою (3.3.15). При цьому, якщо повітря видаляється із точок, розташованих вище ОЗ, $k_t = 0,8$, а в інших випадках - 0,9. Прийнятий повітрообмін повинен забезпечувати запобігання спливання нагрітого повітря вгору та дотримання температурного і

швидкісного режиму в ОЗ. Розрахунковий повітрообмін повинен цілорічно забезпечувати нормовані умови повітряного середовища в ОЗ приміщень. Мінімальна кількість повітря, що подається припливними установками в холодний період року повинна визначатись по розрахунковим умовам перехідного періоду.

Коефіцієнт повітрообміну зв'язаний з параметрами повітря в приміщенні наступним чином:

$$k_t = \Delta t_{yx} / \Delta t_{\Pi}, \quad (3.3.18)$$

$$k_z = \Delta z_{yx} / \Delta z_{\Pi}, \quad (3.3.19)$$

$$k_d = \Delta d_{yx} / \Delta d_{\Pi}, \quad (3.3.20)$$

де

$\Delta t_{yx} = |t_{yx} - t_{\Pi}|$ - надлишкова температура повітря, що покидає приміщення, $^{\circ}\text{C}$;

$\Delta t_{\Pi} = |t_{\Pi} - t_{0.3}|$ - надлишкова температура припливного повітря, $^{\circ}\text{C}$;

$\Delta z_{yx} = z_{yx} - z_{\Pi}$ - надлишкова концентрація шкідливих речовин в повітрі, що покидає приміщення, $\text{мг}/\text{м}^3$;

$\Delta z_{\Pi} = z_{0.3} - z_{\Pi}$ - надлишкова концентрація шкідливих речовин в повітрі ОЗ, $\text{мг}/\text{м}^3$;

$d_{yx} = |d_{yx} - d_{\Pi}|$ - надлишковий вологовміст повітря, що покидає приміщення $\text{г}/\text{кг}$;

$\Delta d_{\Pi} = |d_{0.3} - d_{\Pi}|$ - надлишковий вологовміст повітря ОЗ, $\text{г}/\text{кг}$.

Коефіцієнти повітрообміну k_t , k_d повинні прийматися за нормативними документами, експериментальними даними або знаходитись розрахунковим шляхом. Значення коефіцієнту повітрообміну k_t та k_d для приміщень громадських будівель (зали зібрань, кінотеатрів і т.д), в яких циркуляція повітря обумовлена припливними струменями, тобто при малогабаритних, рівномірно розподілених по площі теплових джерел, може бути приведено в табл. 3.3.1

Таблиця 3.3.1 Значення коефіцієнтів повітрообміну k_t , k_d

| Спосіб подачі повітря | $q_{0.3}$ | Місце видалення повітря загальнообмінної вентиляції | k_t | k_d |
|---|-----------|---|-------|-------|
| Безпосередньо в ОЗ | 1 | З верхньої зони | 1 | 1,1 |
| | 0,7 | | 1,4 | 1,5 |
| | 0,5 | | 2 | 1,8 |
| Похилими струменями в напрямлені ОЗ з висоти до 4 м від підлоги | 1 | Так само | 1 | 1 |
| | 0,7 | | 1,2 | 1,1 |
| | 0,5 | | 1,3 | 0,95 |
| Те саме з висоти більше 4 м | 1 | Так само | 1 | 0,9 |
| | 0,7 | | 1 | 0,95 |
| | 0,5 | | 1,2 | 1 |
| Вище ОЗ | 1 | Поза зоною безпосередньої дії струменя | 1,1 | 1,2 |
| | 0,7 | | 1,15 | 1,1 |
| | 0,5 | | 1,2 | 1,0 |

| | | | | | |
|-----------------------------------|-----------------|------------------------------|----------------|--------------------|---------------------|
| Вище ОЗ настилаючими струменями | - | При $h_e / \sqrt{F_{стр}} =$ | 10 20 30 | 0,8 0,9 0,95 | 0,7 0,95 0,8 |
| Вище ОЗ ненастилаючими струменями | 1 0,7 0,5 | З верхньої зони | | 0,85 0,95 1 | 0,8 0,95 0,85 |

В таблиці 3.3.1 h_e відстань між припливними і витяжними отворами по довжині струменя, в м (при декількох витяжних отворах приймається середня відстань); $F_{стр}$ - умовна площа струменя, м².

Значення k_z визначається в залежності від типу шкідливих виділень та їх властивостей.

4 ОРГАНІЗАЦІЯ СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

4.1 Традиційні системи

Традиційні системи складаються з центрального кондиціонера і розподільчих повітропроводів, підведених до обслуговуваного приміщення. Швидкість повітря в каналах - до 10 м/с, а втрати тиску в системі - до 750 Па. Ці системи іноді називають низько швидкісними. їх використовують для обслуговування приміщень з достатньо постійними тепло надходженнями та тепловтратами.

Традиційні системи поділяють на два види: з постійним об'ємом припливного повітря і змінною його температурою; зі змінним об'ємом припливного повітря і постійною його температурою.

Системи з постійним об'ємом та змінною температурою мають наступні принципові переваги: простота проектування, монтажу і експлуатації, а також відносно низькі капітальні витрати. Все механічне обладнання розміщується вдалині від обслуговуваного приміщення, що полегшує боротьбу з розповсюдженням шуму та вібрації. кондиціювати можна або одне велике приміщення, або для зручності регулювання декілька зон.

Регулювання температури можливе наступними методами: зміною холодопродуктивності; за допомогою здвоєних взаємно зворотних фасадних та обвідних клапанів у теплообмінників; зміною глибини другого підігріву.

Регулювання холодопродуктивності за найпростішим методом - це ввімкнення та вимкнення невеликого холодильного компресора за допомогою терморегулятора, розміщеного в потоці ре циркуляційного повітря. В період непрацюючого компресора вологість в приміщенні буде підвищуватись. Малі та середні установки потужністю до 70 кВт звичайно виконують з безпосереднім кипінням холодоагента в випаровувачах-повітроохолоджувачах, більш потужні установки виконуються звичайно водоохолоджувачами.

Холодопродуктивність поршневіх компресорів може регулюватися шляхом включання та виключання одного або декількох агрегатів, за допомогою багатов швидкісних електродвигунів, зміною шкідливого простору циліндра компресора, виключанням циліндрів, зміною підйому впускних клапанів або перепуском парів - байпасуванням. Відцентрові компресори

регулюють направляючими апаратами, зміною швидкості обертання або перепусканням парів.

Регулювання відпускання холоду повітроохолоджувачу, розташованому в потаці припливного повітря, за допомогою здвоєних фасадного та обвідного клапанів, зміною витрати холодоносія та глибини другого підігріву.

4. КОНСТРУЮВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ.

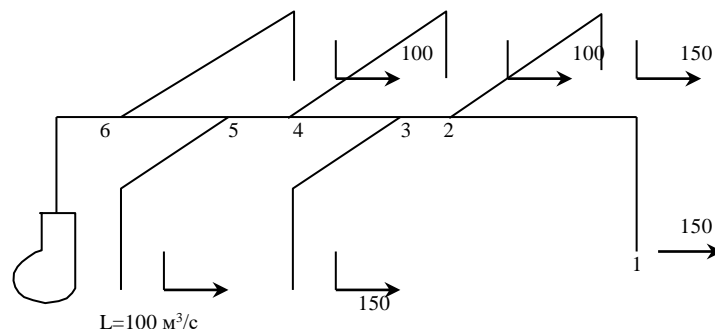
4.1. АЕРОДИНАМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ПОВІТРОПРОВОДІВ

Розрахунок повітропроводу складається з двох етапів:

- 1) розрахунок ділянок основного (магістрального) напрямку вентиляційної системи, який характеризується найбільшою довжиною та навантаженістю;
- 2) ув'язка відгалужень.

Перший етап проводиться у такій послідовності:

- 1) розбивають систему на окремі ділянки і визначають витрату повітря по кожній ділянці. Значення витрат повітря та довжини кожної ділянки наносять на аксонометричну схему



- 2) визначають площу поперечного перерізу ділянок повітропроводу:

$$F_p = L_p / V, \text{ м}^2; \quad (4.1.1)$$

L_p - розрахункова витрата повітря на ділянці, $\text{м}^3/\text{с}$;

V - рекомендована швидкість руху повітря на ділянках, $\text{м}/\text{с}$:

| | |
|-------------------------------|-------|
| жалюзі повітрозабору : | |
| для громадських будівель | 2 – 4 |
| для промислових будівель | 6 – 8 |
| горизонтальний повітропровід: | |
| для громадських будівель | 5 – 8 |

| | |
|---|--------|
| для промислових будівель | 8 – 12 |
| вертикальний повітропровід: для громадських будівель | 2 – 5 |
| для промислових будівель | 6 – 10 |
| витяжні та припливні шахти: для громадських будівель | 2 – 6 |
| для промислових будівель | 6 – 8 |

За отриманими значеннями F_p підбирають стандартні розміри повітропроводів (табл.)

3) визначають фактичну швидкість руху повітря на ділянках

$$V_i = \frac{L_p^i}{F_i}; \quad (4.1.2)$$

4) визначають втрати тиску на тертя на ділянках:

$$P_{TP} = \lambda_{TP} \frac{1}{d} \rho \frac{V^2}{2}; \quad (4.1.3)$$

λ_{TP} - коефіцієнт опору тертя

$$\lambda_{TP} = 0,11 \left(\frac{68}{Re} + \frac{k}{d} \right)^{0,25} \quad (4.1.4)$$

$$Re = V d / \nu \quad (4.1.5)$$

d - діаметр повітропроводу;

k - абсолютна шорсткість повітропроводів:

для сталевих $k = 1 \cdot 10^{-4}$ м,

для азбоцементних $k = 1,1 \cdot 10^{-4}$ м,

для шлакоалебастрових $k = 1,5 \cdot 10^{-3}$ м,

для цегляних $k = 5 \cdot 10^{-3}$ м;

ν - коефіцієнт кінетичної в'язкості повітря, який дорівнює $1,5 \cdot 10^{-5}$ м²/с.

5) визначають втрати тиску на місцевих опорах:

$$P_{стис} = \sum_{i=1}^n P_i + \sum_{j=1}^m P_{об}^j; \quad (4.1.16)$$

$\sum \xi$ - сума коефіцієнтів місцевих опорів (табл. 4.49 - 4.55[1]);

P_d - динамічний тиск.

6) визначають загальні втрати тиску на ділянках та у вентиляційній системі:

P_i - втрати тиску на ділянках:

$$P_i = P_{TPi} + P_{omi}; \quad (4.1.17)$$

n - кількість ділянок;

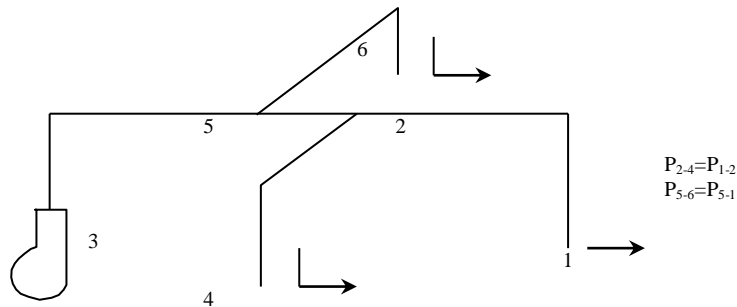
$P_{об}$ - втрати тиску на обладнанні (фільтр, калорифер, клапан та ін.);

m - кількість обладнання.

7) за значеннями тиску та продуктивності підбирають вентилятор і двигун по [3].

Другий етап:

втрати тиску від точки розгалуження до кінця розгалуження повинні дорівнювати втратам тиску від цієї ж точки до кінця магістрального напрямку.



Підбирають площу поперечного перерізу повітропроводу відгалуження, а при необхідності встановлюють діафрагму ($\Sigma \xi$ діафрагми приймаються по табл.4.56[1]).

Нев'язка не повинна перевищувати 15%.

Результати аеродинамічного розрахунку заносять в зведену таблицю.

Зведена таблиця для аеродинамічного розрахунку

| № ділянки | Витрата повітря $L, \text{ м}^3/\text{год}$ | Довжина ділянки $l, \text{ м}$ | Розміри повітропроводів | | Швидкість повітря $V, \text{ м/с}$ | Втрати на 1 м довжини ділянки $R, \text{ Па/м}^2$ |
|-----------|--|-----------------------------------|------------------------------|------------------|--|--|
| | | | $d_{\text{екв}}, \text{ мм}$ | $F, \text{ м}^2$ | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | | | | | | |

Продовження зведеної таблиці

| Втрати на тертя $R \beta_{\text{ш}} l, \text{ Па}$ | Сума коефіцієнтів в місцевих опорах $\Sigma \xi$ | Динамічний тиск $P_d, \text{ Па}$ | Втрати на місцевих опорах $z, \text{ Па}$ | Втрати тиску на ділянках $R \beta_{\text{ш}} l + z,$ Па | Сума втрат тиску $\Sigma(R \beta_{\text{ш}} l + z)$ |
|--|--|---|--|---|---|
| | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|----|----|----|----|
| 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|---|---|----|----|----|----|

4.2 ПІДБІР ТА РОЗРАХУНОК ОЧИСНИХ ПРИСТРОЇВ

В системах повітряного опалення, вентиляції та кондиціонування повітря для очищення повітря від пилу застосовують пристрої, що називаються пиловловлювачами.

Розрізняють пиловловлювачі для очистки атмосферного та рециркуляційного повітря - так звані повітряні фільтри та пиловловлювачі для очистки запиленого повітряних викидів - власне пиловловлювачі.

В залежності від сили, яка діє на частинку пилу при відділенні її від повітряного потоку, пиловловлювачі можна класифікувати на наступні типи:

- гравітаційні - як правило, сухі, ефективно вловлюють великий пил розміром більше 20 мкм. Найбільш розповсюджені серед цього типу пиловловлювачів одержали пилоосаджувальні камери;

- інерційні: сухі та мокрі. До сухих інерційних пиловловлювачів відносять циклони в одиночному та груповому виконанні (ЦН-11; ЦН-15; ЦН-24). Високоєфективні одиночні циклони (ЦВП, ПСВ-ВТИ) батареїні циклони, жалюзійні та інерційні апарати.

Мокрі інерційні пиловловлювачі діляться на мокроплівкові циклони (ЦВП, ПСВ-ВТИ), циклони-промивачі (СИОТ), струминні мокрі апарати типу ПВМ, пустотілі та насадочні газопромивачі, крапельні апарати типу Вентурі (КМП).

- тканинні та волокнисті: сухі та змочені, до яких відносяться сотові (ФяР, ФяВ, ФяУ, ФяЛ, ЛАИК); самоочищувальні (Кд, КдМ, Кт); рулонні (ФРУ, ФРП); рукавні (ФВК, СМЦ-101, ГТ-БФМ) та сітчасті фільтри;

- електричні: сухі та мокрі.

Повітряні фільтри бувають тканинного, волокнистого та електричного типу. Роботу пиловловлювача характеризують наступні показники:

- коефіцієнт очищення η ;
- продуктивність пиловиділення по газу (повітря) L , м³/год чи м³/с;
- гідравлічний опір пиловловлювача ΔP , Па, який визначається різницею тисків на вході в апарат і на виході із нього;

- швидкість фільтрації чи навантаження по газу V_{ϕ} , м³/м²хв чи м³/м²год, тобто відношення об'ємної витрати газу (повітря), що проходить через фільтр до площі фільтрувальної поверхні. Пилоємність фільтру - кількість пилу, г чи кг, який фільтр накопичує між двома черговими регенераціями фільтруючого матеріалу, які проводяться при збільшенні опору фільтра в 2 - 3 рази;

- вартість очистки повітря віднесена до 1000 м³/год, включає в себе як капітальні витрати на установку пиловидділювачів, так і вартість його експлуатації.

Коефіцієнт очищення η , тобто відношення кількості вловленого пилу ΔM до кількості пилу, що поступає в пиловідділювач M_1 :

$$\eta = \Delta M / M_1 = (M_1 - M_2) / M_1 = 1 - M_2 / M_1 = \Delta M / (M_2 + \Delta M) \quad (4.2.1)$$

M_2 - маса пилу, що виходить з пиловідділювача.

Якщо кількості повітря, що входять в пиловідділювач L_1 і виходять з нього L_2 рівні, то коефіцієнт очищення можна виразити через концентрацію пилу на вході в апарат C_1 г/м³ і на виході з нього C_2 г/м³:

$$\eta = (L_1 C_1 - L_2 C_2) / L_1 C_1 = (C_1 - C_2) / C_1 = 1 - C_2 / C_1 \quad (4.2.2)$$

Замість коефіцієнта очищення можна користуватись коефіцієнтом проскоку $K_{пр}$, рівним:

$$K_{пр} = 1 - \eta = M_2 / M_1 \quad (4.2.3)$$

Промисловий пил характеризується великою дисперсністю. Ефективність очистки для частинок пилу різних розмірів не однакова, тому вводять поняття фракційного коефіцієнту очищення. Під фракційним коефіцієнтом очищення η_f розуміють масову долю даної фракції пилу, що осідає в пиловідділювачі. Якщо відомо фракційний склад пилу $\Phi_1, \Phi_2 \dots \Phi_n$ і фракційні коефіцієнти очищення $\eta_1, \eta_2 \dots \eta_n$ пиловловлюючого апарату, то загальний коефіцієнт очищення визначається із виразу:

$$\eta = \eta_1 \Phi_1 / 100 + \eta_2 \Phi_2 / 100 + \dots + \eta_n \Phi_n / 100; \quad (4.2.4)$$

Складаючи послідовно декілька пиловловлювачів, наприклад три, їх коефіцієнт проскоку можливо визначити з формули:

$$M_2 / M_1 = 1 - \eta_1; M_3 / M_2 = 1 - \eta_2; M_4 / M_3 = 1 - \eta_3; \quad (4.2.4)$$

Можна визначити загальний коефіцієнт очищення трьох послідовно з'єднаних апаратів:

$$\eta = 1 - (1 - \eta_1)(1 - \eta_2)(1 - \eta_3); \quad (4.2.5)$$

Концентрацію пилу після очисного апарату можна одержати, якщо відомі коефіцієнт проскоку, початкова запиленість та витрати повітря:

$$C_2 = K_{пр} C_1 (L_1 / L_2); \quad (4.2.6)$$

Для розрахунку пиловловлювача необхідно мати наступні дані:

- фізико-хімічні властивості пилу (хімічний склад, густину, змочуваність, біологічну активність, вибухонебезпечність, електропровідність, дисперсність та фракційний склад пилу);

- витрати повітря, що очищується;
- концентрацію пилу в очищеному повітрі;
- мінімальну ступінь очищення;
- мінімально-наявний тиск перед пиловловлювачем.

Проектування пиловловлювачів складається головним чином з розрахунку загального коефіцієнту очищення і гідравлічного опору, вибору вентиляційного обладнання, компоновання всієї системи в цілому, визначення вартості очищення.

Повітряні фільтри в системах вентиляції повітряного опалення і кондиціонування повітря забезпечують:

- 1) зменшення концентрації пилу в приміщенні, якщо склад пилу в зовнішньому повітрі перевищує граничнодопустимі значення;

- 2) захист вентиляційного обладнання (калориферів, поверхневих повітроохолоджувачів і т.д.) від забруднення через яке знижуються його теплотехнічні та аеродинамічні показники;
- 3) підтримку у виробничих приміщеннях заданої чистоти повітря - технологічне кондиціонування повітря.

Повітряні фільтри прийнято класифікувати по їх ефективності (табл.4.1)

Таблиця 4.1

Класифікація повітряних фільтрів

| Клас фільтрів | Пилкові частинки, що ефективно вловлюються | Нижні границі ефективності |
|---------------|--|----------------------------|
| 1 | частинки всіх розмірів | 99 |
| 2 | частинки розміром більше 1 мкм | 85 |
| 3 | частинки розміром 10-15 мкм | 60 |

Підбір повітряного фільтру ведеться в наступному порядку:

- виходячи із поставлених задач вибирають клас фільтра, враховуючи конструктивні особливості припливної вентиляційної установки, вибирають тип фільтру, приймають повітряне навантаження і визначають типорозмір фільтру чи площу фільтруючої поверхні і його початковий гідравлічний опір;
- по початковому пиловмісту і ефективності фільтру обчислюють кількість вловленого пилу;
- визначають період роботи фільтру між зміною фільтруючого матеріалу, його регенерацію чи зміну масла в самоочисних фільтрах;
- розраховують вартість очистки.

Час роботи фільтру без регенерації та його опір визначається за мал.4.3 та мал.4.4[5].

4.3. ПІДБІР ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ ПРИСТРОЇВ ТА ВЕНТИЛЯТОРА.

Вибір вентиляторів виконують по їх характеристиках, наведених в довідниках [2.2]. Продуктивність вентилятора м³/год (відкладена по осі абсцис) приймають по розрахунковій витраті повітря для системи:

$$L_{\text{вент}} = k_{\text{підс}} Z_{\text{сист}}; \quad (4.3.1)$$

$k_{\text{підс}}$ - коефіцієнт, який враховує підсос та витікання повітря із системи:

для металевих, пластмасових і азбоцементних повітропроводів

при $l_{\text{маг}} \leq 50$ м, $k_{\text{підс}} = 1.1$; при $l_{\text{маг}} = 50$ м, $k_{\text{підс}} = 1.15$;

для повітропроводів із інших матеріалів при $l_{\text{маг}} = 50$ м, $k_{\text{підс}} = 1.15$.

Довжину повітропроводу визначають по довжині магістральних ділянок, прокладених в приміщеннях, які не обслуговуються.

Тиск, який утворює вентилятор дорівнює:

$$P_{\text{вент}} = 1.1 \Delta P_{\text{п}}; \quad (4.3.2)$$

1.1 - коефіцієнт, що враховує 10% запас тиску на невраховані втрати,

$\Delta P_{\text{п}}$ - загальні втрати тиску (повного) в системі (втрати в мережі і вентиляційному обладнанні).

Робочий режим вентиляторів рекомендують вибирати так, щоб коефіцієнт корисної дії відрізнявся не більш ніж на 10% від максимального.

Потужність, що споживається на валу електродвигуна, визначається за формулою:

$$N_3 = L_{\text{вент}} P_{\text{вент.ф.}} / 3600 \eta_v \eta_{\text{п}}; \quad (4.3.3)$$

$P_{\text{вент.ф.}}$ - фактичний тиск, розвинутий вентилятором (по характеристиці вибраного вентилятора);

η_v і $\eta_{\text{п}}$ - ККД відповідно вентилятора і передачі. ККД передачі дорівнює 1 - при безпосередньому приєднанні колеса вентилятора до осі електродвигуна і 0.95 - при клинопасовій передачі.

Установочна потужність електродвигуна з врахуванням необхідного запасу приймається за формулою:

$$N_{\text{уст}} = k N_3; \quad (4.3.4)$$

k - коефіцієнт запасу, що приймається по довіднику [6].

Результати підбору вентиляційного обладнання заносять в зведену таблицю основного вентиляційного обладнання будівлі.

Зведена таблиця основного вентиляційного обладнання будівлі

| № та індекс вентиляційних приладів | Вентилятори | | | | | | | Електродвигуни | |
|------------------------------------|------------------|-------|-------|--------------------|-----------------------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|-------------|
| | тип та виконання | серія | номер | діаметр шківів, мм | продуктивність, м ³ /с | розвинутий тиск, Па | число обертів, об/хв | тип та виконання, кВт | потужність, |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | | | | | | | | | |

Продовження зведеної таблиці

| | | | |
|-----------------|-----------|---------|----------|
| Електро-двигуни | Калорифер | Фільтри | Примітка |
|-----------------|-----------|---------|----------|

| діаметр шківів, мм | число обертів | тип та виконання | число | спосіб приєднання по повітрю | спосіб приєднання по воді | тип чи конструкція | число | розрахунковий перепад тиску | |
|--------------------|---------------|------------------|-------|------------------------------|---------------------------|--------------------|-------|-----------------------------|----|
| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |

5. ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ.

Приклад змісту розрахунково-пояснювальної записки до курсового проекту по вентиляції наведений нижче. До нього повинні ввійти:

1. Вихідні дані для проектування (опис об'єкту, розрахунок кліматичних і внутрішніх умов, коротка характеристика шкідливих виділень).
2. Визначення витрат шкідливих виділень.
3. Вибір і обумовлення схеми подачі і виділення повітря в приміщеннях.
4. Визначення потрібного і розрахункового повітрообміну в двох – трьох приміщеннях (по узгодженню з консультантом проекту).
5. Визначення повітрообміну в приміщеннях по нормам кратності.
6. Вибір і обумовлення числа і місця розміщення припливних та витяжних установок і систем.
7. Аеродинамічний розрахунок вентиляційних систем.
8. Розрахунок і підбір основного обладнання припливних і витяжних установок.
9. Зведена таблиця вентиляційного обладнання.

Якщо завдання передбачає проектування кондиціонування повітря в одному або декількох приміщеннях будинку, то додатково вводяться наступні розділи:

10. Вибір і обґрунтування схеми обробки повітря, що подається в приміщення, із зазначенням способу утилізації тепла.
11. Розрахунок і підбір типових секцій кондиціонера.
12. Підбір холодильного обладнання.

Приклад змісту розрахунково – пояснювальної записки до дипломного проекту з вентиляції громадської, допоміжної або виробничої споруди наведений нижче. Вона повинна містити:

Вступ

Розділ 1. Вихідні дані для проектування

1. Район будівництва; розрахункові параметри зовнішнього клімату.
2. Призначення і характеристика об'єкту (кількість поверхів; особливості об'ємно – планувального рішення; будівельні конструкції).
3. Потрібні внутрішні умови в окремих приміщеннях; вибір розрахункових параметрів повітря в приміщеннях.
4. Опис джерела теплопостачання, параметри теплоносія.

5. Обґрунтування вибору параметрів теплоносія для опалення та вентиляції.

6. Характеристика об'єкту за вибухо – та пожежонебезпекою.

Розділ 2. Коротка характеристика експлуатаційного режиму об'єкту

1. Характеристика встановленого обладнання.

2. Кількість і тривалість робочих змін.

Розділ 3. Санітарно-гігієнічна характеристика умов праці і перебування людей в приміщеннях об'єкту, що проектується.

1. Шкідливі виділення в приміщеннях об'єкту.

2. Санітарно – гігієнічна оцінка шкідливих виділень.

Розділ 4. Теплотехнічний розрахунок

1. Визначення потрібного та фактичного опорів теплопередачі зовнішніх огорожень об'єкту.

2. Розрахунок тепловтрат приміщеннями в холодний період року.

3. Розрахунок теплонадходжень приміщення від сонячної радіації.

4. Визначення питомої теплової характеристики споруди.

Розділ 5. Складання балансів тепла, вологи та повітря для окремих приміщень і розрахунок повітрообміну в усіх приміщеннях об'єкту

1. Розрахунок кількості тепла, вологи та газів, що виділяються в окремих приміщеннях.

2. Баланси тепла, вологи та газів в окремих приміщеннях.

3. Розрахунок потрібних повітрообмінів в окремих приміщеннях (при вентиляції для трьох періодів, при кондиціонуванні – для двох); вибір розрахункової величини повітрообміну в окремих приміщеннях.

4. Визначення повітрообмінів за укрупненими показниками для решти приміщень об'єкту.

Розділ 6. Обґрунтування прийнятих конструктивних рішень вентиляції та кондиціонування повітря і розрахунок систем

1. Техніко – економічне обґрунтування прийнятих конструктивних рішень вентиляції та кондиціонування повітря (вибір схем подачі повітря в приміщення або видалення його, вибір кількості систем, трасування повітропроводів, обґрунтування способу та схеми утилізації тепла).

2. Підбір і розрахунок елементів вентиляційних систем, секцій кондиціонерів, пристроїв утилізації тепла.

3. Аеродинамічний розрахунок окремих систем вентиляції і кондиціонування повітря; підбір вентиляторів і електродвигунів.

4. Аналіз повітряного режиму споруди і розробка рекомендацій з управління потоками повітря в споруді (проекування повітряних і повітряно – теплових завіс, боротьба з перетіканням та інфільтрацією).

5. Рекомендації з пуску, регулювання та експлуатації запропонованих систем вентиляції та кондиціонування повітря в споруді.

Розділ 7. Тепло - , холодо – та газопостачання об'єкту

В курсовому проекті студент виконує наступні графічні роботи:

1. Показує на планах поверхів, підвалу та горища та на розрізах будівлі припливні та витяжні повітроводи, канали та шахти (масштаб 1:100);
2. Накреслює аксонометричні схеми повітроводів, розрахованих системи вентиляції та кондиціонування (масштаб 1:100);
3. Розробляє компоновочне креслення камери, в якій розміщені припливна установка, кондиціонер, шумоглушники і холодильна установка із специфікацією обладнання (масштаб 1:50 або 1:20);
4. Розробляє компоновочне креслення витяжної камери (масштаб 1:20);
5. Дає детальну конструктивну розробку окремих вузлів вентиляційних систем або камер (по вказівці консультанта, масштаб 1:10, 1:5 або 1:2).

Правила оформлення окремих листів знаходиться в Тимчасовій інструкції СН 460-74. Приведемо деякі із них:

1. Плани і розрізи систем опалення та вентиляції наносяться на будівельні плани та розрізи, на яких показують віконні, дверні та технологічні пройми, тамбури, перестінки, а також розбивочні осі. На цих же кресленнях показують технологічне обладнання (в першу чергу з місцевими відсмоктуваннями). Будівельна і технологічні частини проекту кресляться тонкими лініями.

2. При багатоярусному розміщенні повітроводів та інших елементів систем опалення та вентиляції викреслюють додаткові плани приміщення з вказівкою їх розміщення по висоті на розрізах з обов'язковим нанесенням розбивочних осей.

3. Місця розрізів по будівлі вибирають так, щоб вони давали найбільш повне уявлення про прийняте об'ємно-планувальне рішення систем. На розрізах показують розміщення трубопроводів, повітроводів, шахт, дефлекторів, повітроділювачів з прив'язкою відмітки вісі (круглі повітроводи), низу (прямокутні), верху шахт та інше.

4. Повітропроводи, трубопроводи, опалювально-вентиляційне обладнання на планах та розрізах виконують жирними лініями.

5. На планах штрихпунктирними лініями показують розміщення шахт, аераційних ліхтарів, дефлекторів, дахових вентиляторів та інших елементів систем, що розміщені на покритті. Вісі опалювально-вентиляційного обладнання та вісі повітроводів прив'язують до розбивочних осей будівлі.

6. На планах наносять назви приміщень, номери позицій технологічного обладнання, марки та порядкові номери опалювально-вентиляційних установок (наприклад, П1, П2, ..., ВЕ1, ВЕ2, ...), номери стояків систем опалення (Ст1, Ст2).

Марки опалювально-вентиляційних установок, що використовуються наведені в табл.10.2.

7. Схеми систем вентиляції викреслюються в косокутній аксонометричній проекції в тому масштабі, що і на планах.

Таблиця 5.1. Марки установок

| Системи вентиляції та вентиляційних установок | Марка |
|---|-------|
| 1. З механічним збудженням: припливні системи (установки) і душуючі агрегати | П |
| витяжні системи (установки) | В |

| | |
|--|----------|
| повітряні завіси агрегати опалення | У А |
| 2. З природнім збудженням: припливні витяжні | ПЕ ВЕ |

Кут повороту координат - 45^0 . На схемах показують діаметри, та розміри сторін всіх ділянок повітроводів та витрати повітря, що проходить по ділянці (на схемах, які приведені в пояснювальній записці проставляють номери і довжини розрахункових ділянок).

8. На схемах вентиляційних систем показують вентиляційне обладнання, повітроприймальники місцевих відсосів (з контуром обслуговуючого обладнання), повітророзподільвачів. Вказують відмітки рівня осі круглих та низу прямокутних повітроводів, розміщення лючків для заміру параметрів повітря (ЛП) та лючків для очищення повітроводів (ЛВ), регулюючі пристрої та інші елементи систем.

9. Плани та розрізи вентиляційних камер виконують аналогічно планам поверхів та розрізам будівлі. Елементи вентиляційних установок показують товстими лініями. Повітропроводи на планах установок показують штрихпунктирними лініями, на розрізах - суцільними лініями. Трубопроводи об'язки калорифера, повітроохолоджувача, зрошувальної камери показують однією лінією при діаметрі трубопроводу до 100 мм та двома лініями при великих діаметрах.

На планах і розрізах вентиляційних камер обов'язково показують будівельні конструкції (тонкими лініями).

Для визначення місця розміщення камери на плані та розрізах наносять розбивочні осі будівлі та вказують відстань між ними, основні розміри, відмітки і прив'язки установок до конструкції будівель.

Елементи опалювально-вентиляційних установок позначають марками, що складаються з позначень установок та порядкового номеру елемента. Наприклад, для припливних установок П1 номери елементів записують П1.1, П1.2, П1.3 і т.д.

Кожне компановочне креслення супроводжується специфікацією (розміщується в додатку пояснювальної записки). Специфікація включає наступні відомості: марку елемента, посилання на позначення документів на елемент установки, найменування елемента, число елементів в даній установці, масу одного елемента в кг.

Додаток 1. Теплотехнічні показники будівельних матеріалів та конструкцій

| Матеріал | Хар-ка матеріалу в сухому стані | Розрахункова масова вологість матеріала | Розрахункові коефіцієнти |
|----------|---------------------------------|---|--------------------------|
|----------|---------------------------------|---|--------------------------|

| | щільність γ_0 , кг/м ³ | питома теплоємність Сс, кДж/ кгК | коэф. теплопровідності λ_c , Вт/мК | ω , % | | Теплопровідності λ , Вт/(м К) | | теплоусвоєння (при періоді 24 год) S, Вт/(м ² К) | | паро- провідності μ , |
|--------------------------------------|--|--|---|--------------|---|--|------|---|-------|---------------------------------|
| | | | | А | Б | А | Б | А | Б | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Залізобетон | 2500 | 0,84 | 1,69 | 2 | 3 | 1,92 | 2,03 | 17,86 | 18,7 | 0,003 |
| Цегла глиняна звичайна на ц/п | 1800 | 0,88 | 0,56 | 1 | 2 | 0,7 | 0,81 | 9,14 | 10,09 | 0,011 |
| Плити з скляного штапельного волокна | 50 | 0,84 | 0,056 | 2 | 5 | 0,06 | 0,06 | 0,44 | 0,49 | 0,06 |
| Пінополістерол | 150 | 1,34 | 0,05 | 1 | 5 | 0,05 | 0,06 | 0,88 | 0,99 | 0,005 |
| Гравій керам зитовий | 800 | 0,84 | 0,17 | 2 | 3 | 0,21 | 0,23 | 3,34 | 3,59 | 0,021 |
| | 600 | 0,84 | 0,14 | 2 | 3 | 0,17 | 0,2 | 2,64 | 2,87 | 0,023 |
| | 400 | 0,84 | 0,12 | 2 | 3 | 0,13 | 0,14 | 1,85 | 1,96 | 0,024 |
| | 300 | 0,84 | 0,108 | 2 | 3 | 0,12 | 0,13 | 1,52 | 1,63 | 0,025 |
| | 200 | 0,84 | 0,099 | 2 | 3 | 0,11 | 0,12 | 1,19 | 1,28 | 0,026 |
| Листи асбестоцементні | 1800 | 0,84 | 0,35 | 2 | 3 | 0,47 | 0,52 | 7,47 | 8,09 | 0,002 |
| | 1600 | 0,84 | 0,23 | 2 | 3 | 0,35 | 0,41 | 6,09 | 6,73 | 0,002 |
| Асфальтобетон | 2100 | 1,67 | 1,05 | 0 | 0 | 1,05 | 1,05 | 16,31 | 16,31 | 0,001 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Рубе- | 600 | 1,67 | 0,17 | 0 | 0 | 0,17 | 0,17 | 3,56 | 3,56 | - |

| | | | | | | | | | | |
|----------------------|------|------|------|---|---|------|------|-------|-------|---|
| роїд | | | | | | | | | | |
| Скло вікон- не | 2500 | 0,87 | 0,76 | 0 | 0 | 0,76 | 0,76 | 10,69 | 10,69 | 0 |

Додаток 1.1. Класифікація вологості режиму приміщень

| Відносна вологість внутрішнього повітря, % | | | Вологістний режим приміщень |
|--|--------------|--------------|-----------------------------|
| до 12від | 12 до 24 | більш 24 | |
| До 60 | До 50 | До 40 | Сухий |
| Від 60 до 75 | Від 50 до 60 | Від 40 до 50 | Нормальний |
| Більш 75 | Від 60 до 75 | Від 50 до 60 | Вологий |
| - | Більш 75 | Більш 60 | Мокрий |

Додаток 2. Основні кліматичні характеристики деяких населених пунктів

| Населений пункт | Географічна широта, ° ш. | Зона вологості | Розрахункові параметри зовнішнього повітря (літо/зима) | | | Середня температура, °С | | Максимальна амплітуда добових коливань температури в липні, °С |
|-----------------|--------------------------|----------------|--|-----------------|-------------------------------------|-------------------------|-----------|--|
| | | | Температура, °С | Ентальпія Дж/кг | Розрахункова Швидкість повітря, м/с | найбільш холодних діб | За липень | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1. Вінниця | 48 | Н | 23/-10 | 53,6/-6,7 | 2,8/3,6 | -26 | 18,7 | 22,3 |
| 2. Воркута | 68 | Н | 15,2/-26 | 35,6/-26 | 4,3/10,1 | -45 | 11,7 | 18,7 |
| 3. Горький | 56 | Н | 21,2/-16 | 51,1/-14 | 1/5,1 | -33 | 18,1 | 17,5 |

| | | | | | | | | |
|--------------------|----|---|----------|-----------|---------|-----|------|------|
| 4. Днепропетровськ | 48 | С | 26,5/-9 | 54/-5,4 | 1/5,5 | -26 | 22,3 | 19,2 |
| 5. Запоріжжя | 48 | С | 27,1/-9 | 55,7/-5,4 | 3,5/5,4 | -25 | 22,7 | - |
| 6. Іркутськ | 52 | С | 22,7/-25 | 50,2/-24 | 1/2,8 | -40 | 17,6 | 25,2 |
| 7. Караганда | 48 | С | 25,1/-20 | 46,5/-19 | 1/1,7 | -35 | 20,3 | 21 |
| 8. Київ | 52 | Н | 23,7/-10 | 53,6/-6,7 | 1/4,3 | -26 | 19,8 | 18,4 |
| 9. Кировоград | 48 | С | 25,8/-9 | 52,2/-5,4 | 1 | -25 | 20,2 | 22 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 10. Краснодар | 44 | С | 28,6/-5 | 59,4/0 | 2,7/3,6 | -23 | 23,2 | 22,5 |
| 11. Курськ | 52 | Н | 22,9/-14 | 51,1/-12 | 3,5/5,3 | -29 | 19,3 | 18,2 |
| 12. Пітербург | 60 | В | 20,6/-11 | 48,1/-8 | 1/4,2 | -28 | 17,8 | 16,5 |
| 13. Львів | 48 | Н | 22,1/-7 | 53,2/-2,5 | 1/6,4 | -23 | 18,8 | 19,3 |
| 14. Мінськ | 52 | Н | 21,2/-10 | 49,8/-6,7 | 3,8/5,4 | -30 | 17,8 | 21 |
| 15. Москва | 56 | Н | 22,3/-14 | 49,4/-12 | 3,4/4,9 | -32 | 19,3 | 18,5 |
| 16. Миколаїв | 48 | С | 27,9/-7 | 58,2/-2,9 | 3,2/5,4 | -22 | 23 | - |
| 17. Одеса | 48 | С | 25/-6 | 59/-1,2 | 3,9/8,5 | -22 | 22,5 | 14,7 |
| 18. Орел | 52 | Н | 23,1/-13 | 49,8/-11 | 3,8/6,5 | -30 | 18,8 | 19,7 |
| 19. Пенза | 52 | С | 23,8/-17 | -15,5/50 | 1/5,6 | -33 | 19,8 | 18,4 |
| 20. Полтава | 48 | С | 24,5/-11 | 53,6/-8 | 4,4/6,2 | -27 | 20,6 | 17,8 |
| 21. Рига | 56 | Н | 20,3/-9 | 47,3/-5,4 | 1/-4,5 | -25 | 17,1 | 19,3 |
| 22. Ровно | 52 | Н | 22,6/-9 | 51,5/-5,4 | 1/7,5 | -25 | 18,5 | - |
| 23. Севастополь | 44 | С | 25/0 | 60,7/7,1 | 2,3/6,4 | -14 | 22,4 | 15,5 |
| 24. Симферополь | 44 | С | 26,1/-4 | 59,4/1,2 | 2,8/6 | -20 | 21,8 | 21,8 |
| 25. Сочі | 44 | В | 29,9/2 | 66,1/9,6 | 1,8/6,5 | -5 | 22,5 | 14,6 |
| 26. Тернополь | 48 | Н | 22,1/-9 | 52,7/-5 | 1/5,1 | -25 | 18,4 | - |
| 27. Ужгород | 48 | Н | 24,2/-6 | 54,4/-1,2 | 1/3,6 | -22 | 20,5 | 22,5 |
| 28. Харків | 52 | С | 25,1/-11 | 52,7/-8 | 1/5 | -28 | 20,8 | 22 |
| 29. Херсон | 48 | С | 29/-7 | 57,8/-2,9 | 1/6,2 | -22 | 23 | 19,8 |
| 30. Чернігів | 52 | Н | 23,2/-10 | 51,5/-6,7 | 3,5/4,2 | -27 | 19,4 | 18,2 |
| 31. Ялта | 56 | Н | 21,6/-16 | 49,8/-14 | 3,7/4,4 | -35 | 17,2 | - |

Додаток 3. Значення термічного опору R_n для зимових умов

| Огороджуючі конструкції | $R_n, \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$ |
|--|---------------------------------|
| Зовнішні стіни, покриття, перекриття над проїздами і | |

| | |
|--|-------|
| над холодними без огорожуючих стінок підпіллями на Північній будівельно-кліматичній зоні | 0,043 |
| Перекриття над холодними підвалами, які сполучені з зовнішнім повітрям; перекриття над холодними з огорожуючими стінками підпілля і холодними поверхами на Північній будівельно-кліматичній зоні | 0,057 |
| Перекриття дахове і над неопалювальними підвалами з світловими проємами в стінах | 0,086 |
| Перекриття над неопалювальними підвалами без світлових проємів в стінах, які розташовані вище рівня землі, і над неопалювальними технічними підвалами, які розташовані нище рівня землі | 0,172 |

Додаток 4. Термічний опір замкнутих повітряних прошарків $R_{в.п.}$

| Товщина повітряного прошарку, м | Значення $R_{в.п.}$, повітряного прошарку | | | |
|---------------------------------|---|-----------|---|-----------|
| | горизонтальної для потоку тепла знизу вверх та вертикальної | | горизонтальної для потоку тепла зверху вниз | |
| | При температурі повітря в прошарку | | | |
| | позитивний | від'ємний | позитивний | від'ємний |
| 0,01 | 0,13 | 0,15 | 0,14 | 0,15 |
| 0,02 | 0,14 | 0,15 | 0,15 | 0,19 |
| 0,03 | 0,14 | 0,16 | 0,16 | 0,21 |
| 0,05 | 0,14 | 0,17 | 0,17 | 0,22 |
| 0,1 | 0,15 | 0,18 | 0,18 | 0,23 |
| 0,15 | 0,15 | 0,18 | 0,19 | 0,24 |
| 0,2-0,3 | 0,15 | 0,19 | 0,19 | 0,24 |

Додаток 5. Опір теплопередачі заповнень світлових прорізів R_o .

| Заповнення світлового прорізу | R_o , $m^2 K/Wt$ |
|---|--------------------|
| 1 | 2 |
| Одинарне скло в дерев'яних переплетеннях | 0,17 |
| Те ж, в металевих | 0,15 |
| Подвійне остіклення в дерев'яних спарюваних переплетеннях | 0,34 |
| Те ж, в металевих | 0,31 |
| Двійне остіклення в дерев'яних розділених переплетеннях | 0,38 |
| Те ж, в металевих | 0,34 |
| Подвійне остіклення вітрин в металевих розділених переплетеннях | 0,31 |
| Потрійне остіклення в дерев'яних переплетеннях (спарюваних і | 0,52 |

| | |
|--|------|
| одинарних) | |
| Те ж, в металевих | 0,48 |
| Блоки скляні пустотілі розмірами 194 x 194 x 98 мм при ширині швів 6 мм | 0,31 |
| Те ж, розмірами 244 x 244 x 98 мм при ширині 6 мм | 0,33 |
| Профільне скло швелерного січення | 0,16 |
| Те ж, коробчатого | 0,34 |
| Органічне скло одинарне | 0,19 |
| Те ж, подвійне | 0,36 |
| Те ж, потрійне | 0,52 |
| Двухпрослойні склопакети в дерев'яних переплетеннях | 0,34 |
| Те ж, в металевих | 0,31 |
| Двухпрослойні склопакети і одинарне остіклення в розділених дерев'яних переплетеннях | 0,52 |
| Те ж, в металевих | 0,48 |

Додаток 6. Коефіцієнти теплопропускання $\beta_{с.з.}$ сонцезахисних пристроїв

| Сонцезахисні пристрої | $\beta_{с.з.}$ |
|--|----------------|
| Наружні | |
| Штара або маркиза з світлої тканини | 0,15 |
| Те ж, з темної | 0,2 |
| Ставня-жалюзі з дерев'яними пластинами | 0,1/0,15 |
| Штора-жалюзі з металевими пластинами | 0,15/0,2 |
| Межскляні (непровітрювальні) | |
| Штора-жалюзі з металевими пластинами | 0,3/0,35 |
| Штора з світлої тканини | 0,25 |
| Те ж, з темної | 0,4 |
| Наружні | |
| Штора-жалюзі з металевими пластинами | 0,6/0,7 |
| Штора з світлої тканини | 0,4 |
| Те ж, з темної | 0,8 |

Додаток 7. Значення коефіцієнта η для схем 1 - 4.

| Схема тепло-провідних включень по рис. 1.1[1] | Значення η при a/δ | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0,02 | 0,06 | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1 | 1,5 |
| 1 | 0,12 | 0,24 | 0,38 | 0,55 | 0,74 | 0,83 | 0,87 | 0,9 | 0,95 |
| 2 | 0,07 | 0,15 | 0,26 | 0,42 | 0,62 | 0,73 | 0,81 | 0,85 | 0,94 |
| 3 | 0,25 | 0,5 | 0,96 | 1,26 | 1,27 | 1,21 | 1,16 | 1,1 | 1 |
| 4 | 0,04 | 0,1 | 0,17 | 0,32 | 0,5 | 0,62 | 0,71 | 0,77 | 0,89 |

Додаток 8. Значення коефіцієнта поглинання сонячної радіації матеріалом зовнішньої поверхні огорожуючої конструкції ρ

| Матеріал зовнішньої поверхні | ρ |
|---|--------|
| 1 | 2 |
| Алюміній | 0,5 |
| Асбестоцементні листи | 0,65 |
| Асфальтобетон | 0,9 |
| Бетони | 0,7 |
| Дерево непофарбоване | 0,6 |
| Захисний шар рулоної кровлі з світлого гравія | 0,65 |
| Цегла глиняна червона | 0,7 |
| Цегла силікатна | 0,6 |
| 1 | 2 |
| Облицювання природним камнем білим | 0,45 |
| Покраска силікатна темно-сіра | 0,7 |
| Покраска вапняна біла | 0,3 |
| Плитка облицювальна: | |
| керамічна | 0,8 |
| біла або палева | 0,45 |
| скляна синя | 0,6 |
| Рубероїд з песчаною посипкою | 0,9 |
| Сталь листовая, пофарбована краскою: | |
| білою | 0,45 |
| темно-червоною | 0,8 |
| зеленою | 0,6 |
| Сталь кровельна оцинкована | 0,65 |
| Скло облицювальне | 0,7 |
| Штукатурка вапняна темно-сіра або теракотова | 0,7 |
| Штукатурка цементна: | |
| світло-блакитна | 0,3 |
| темно-зелена | 0,6 |
| кремова | 0,4 |

Додаток 9. Максимальні і середні значення сумарної сонячної радіації, Вт/м²

| Географічна широта, ° с.ш. | Вертикальна поверхня | | Горизонтальна поверхня | |
|----------------------------|----------------------|-----------------|------------------------|-----------------|
| | $I_{\text{макс}}$ | $I_{\text{ср}}$ | $I_{\text{макс}}$ | $I_{\text{ср}}$ |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 38 | 722 | 163 | 942 | 338 |
| 40 | 740 | 169 | 928 | 333 |
| 42 | 748 | 174 | 914 | 334 |
| 44 | 756 | 179 | 893 | 330 |

| | | | | |
|----|-----|-----|-----|-----|
| 46 | 752 | 181 | 879 | 329 |
| 48 | 764 | 185 | 865 | 328 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 50 | 776 | 187 | 858 | 328 |
| 52 | 782 | 193 | 851 | 329 |
| 54 | 789 | 200 | 837 | 329 |
| 56 | 786 | 202 | 816 | 327 |
| 58 | 785 | 205 | 795 | 324 |
| 60 | 780 | 207 | 768 | 320 |
| 62 | 778 | 209 | 740 | 314 |
| 64 | 798 | 215 | 719 | 319 |
| 66 | 806 | 228 | 705 | 326 |
| 68 | 812 | 233 | 698 | 331 |

Додаток 10. Значення коефіцієнта k_1

| Заповнення світлового проєму | Незабруднена атмосфера. Для світлових проємів, які опромінюються в розрахунковий час сонцем або які знаходяться в тіні | Забруднена атмосфера промислових районів при розташуванні об'єкта будівництва на широті, ° с.ш. | | | |
|--|---|---|-------|---|-------|
| | | 36-40 | 44-68 | 36-40 | 44-68 |
| | | для стінових проємів, які опромінюються в розрахунковий час сонцем | | для світлових проємів, які опромінюються в розрахунковий час в тіні | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Остіклення одинарне без переплетення, заповнення проємів склоблоками | 1 | 0,7 | 0,75 | 1,6 | 1,75 |
| Остіклення по-двійне без переплетення | 0,9 | 0,63 | 0,68 | 1,45 | 1,58 |
| Остіклення в металевих переплетеннях: одинарне подвійне | 0,8 | 0,56 | 0,6 | 1,28 | 1,4 |
| | 0,72 | 0,51 | 0,54 | 1,15 | 1,26 |
| Остіклення в дерев'яних переплетеннях: одинарне | 0,65 | 0,46 | 0,48 | 1,04 | 1,14 |

| | | | | | |
|----------|-----|------|------|------|------|
| подвійне | 0,6 | 0,42 | 0,45 | 0,96 | 1,05 |
|----------|-----|------|------|------|------|

Додаток 11. Значення коефіцієнта k_2

| Зміст в повітряному середовищі приміщення частинок пилу, диму або копоти, мг/м ³ | Ступень забруднення остіклення | Значення k_2 | |
|---|--------------------------------|---------------------------------------|---|
| | | при $80^\circ < \gamma \leq 90^\circ$ | при $0^\circ \leq \gamma \leq 80^\circ$ |
| 10 і більше | значне | 0,85 | 0,75 |
| Від 5 до 10 | помірне | 0,9 | 0,80 |
| Не більше 5 | незначне | 0,95 | 0,85 |
| | чисте скло | 1 | 0,95 |

Додаток 12. Рівень загального освітлення приміщень.

| Приміщення | Освітленість робочих поверхонь, лк |
|--|------------------------------------|
| Ливарні цехи | 150 |
| Малярні, збірні цехи | 200 |
| Приміщення гаражів | 150 |
| Приміщення інженерних мереж | 75 |
| Громадські будівлі та допоміжні приміщення підприємств | 300 |
| Проектні зали, конструкторські бюро | 500 |

Додаток 13. Питомі тепловиділення від люмінісцентних ламп

| Тип світильника | Розподілення потоку світла, % | | Середні питомі виділення тепла, Вт/м ² лк, для приміщень площею, м ² | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------|------|--|-------|----------|-------|-------|-------|
| | | | > 200 | | 50 – 200 | | < 50 | |
| | верх | вниз | при висоті приміщення, м | | | | | |
| | | | 4,2 | 4,2 | 3,6 | 3,6 | 3,6 | 3,6 |
| прямого світла | 5 | 95 | 0,067 | 0,56 | 0,074 | 0,058 | 0,102 | 0,77 |
| Переважно прямого світла | 25 | 75 | 0,082 | 0,071 | 0,087 | 0,073 | 0,122 | 0,19 |
| Відбиття світла | 95 | 5 | 0,145 | 0,108 | 0,154 | 0,264 | 0,264 | 0,161 |

Додаток 14. Мінімальна кількість повітря, яке подається в приміщення системами вентиляції та кондиціонування

| Приміщення або окремі ділянки чи зони приміщення | Об'єм приміщення (ділянки, зони), який приходить на 1 чол., м ³ | Кількість зовнішнього повітря на 1 чол., м ³ /год, і кратність повітрообміну | | Додаткові вимоги |
|--|--|---|--|---|
| | | при можливості природного провітрювання приміщення | при неможливості природного провітрювання приміщення | |
| промислові | менш 20 20 і більше будь-який | 30 20 - | - - 60, але не менш однократного обміну в приміщенні за годину | - - при системах, які подають тільки зовнішнє повітря, і при системах, які працюють з рециркуляцією, якщо останнє забезпечує повітрообмін кратністю 10 і більше за годину |
| Громадські і інші | - | по вимогам відповідних глав СНиП | 60 | для глядацьких залів театрів, кінотеатрів, палаців культури і інших приміщень, в яких люди знаходяться до 3 год, кількість зовнішнього повітря слід приймати 20 м ³ /год на 1 чол. |

Додаток 15. Значення коефіцієнта повітрообміну k_t .

| Спосіб подачі повітря | $q_{0,3}$ | Місце видалення повітря загальнообмінною вентиляцією | k_t |
|---|-----------------|--|-----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Беспосередньо в РЗ | 1 0,7 0,5 | з верхньої зони | 1 1,4 2 |
| Нахиленими струминами в направлені РЗ з висоти до 4 м від підлоги | 1 0,7 0,5 | те ж | 1 1,2 1,3 |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------------------------------|-----------------|---|--------------------|
| Те ж, з висоти більше 4 м | 1 0,7 0,5 | те ж | 1 1 1,2 |
| Вище РЗ | 1 0,7 0,5 | поза зони безпосередньої дії струмини | 1,1 1,15 1,2 |
| Вище РЗ | 1 0,5 | в зоні безпосередньої дії струмини | 0,9 0,85 |
| Вище РЗ настаючими струминами | - | те ж при $h_B/\sqrt{F_{стр}} = 10$ 20 30 | 0,8 0,9 0,95 |
| Вище РЗ настаючими струминами | 1 0,7 0,5 | з верхньої зони | 0,85 0,95 1 |

Додаток 16. Кількість тепла, Вт, і вологи, г/год, які надходять від дорослих чоловіків

| Фізичне навантаження | Вид тепло та волого виділень | Температура повітря в приміщенні, °С | | | | | |
|---------------------------|------------------------------|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 |
| Спокій | Тепло: | | | | | | |
| | явне | 140 | 116 | 87 | 58 | 41 | 12 |
| | скрите | 23 | 29 | 29 | 35 | 52 | 81 |
| | повне | 163 | 145 | 116 | 93 | 93 | 93 |
| Легка робота | Волога | 30 | 40 | 40 | 50 | 75 | 115 |
| | Тепло: | | | | | | |
| | явне | 163 | 134 | 105 | 70 | 41 | 6 |
| | скрите | 52 | 76 | 99 | 128 | 157 | 192 |
| Робота середньої важкості | повне | 215 | 210 | 204 | 198 | 198 | 198 |
| | Волога | 70 | 110 | 140 | 185 | 230 | 280 |
| | Тепло: | | | | | | |
| | явне | 163 | 134 | 105 | 70 | 41 | 6 |
| Тяжка робота | скрите | 52 | 76 | 99 | 128 | 157 | 192 |
| | повне | 215 | 210 | 204 | 198 | 198 | 198 |
| | Волога | 70 | 110 | 140 | 185 | 230 | 280 |
| | Тепло: | | | | | | |
| Тяжка робота | явне | 198 | 163 | 128 | 93 | 53 | 12 |
| | скрите | 93 | 128 | 163 | 198 | 238 | 279 |
| | повне | 291 | 291 | 291 | 291 | 291 | 291 |
| | Волога | 135 | 185 | 240 | 295 | 355 | 415 |

Додаток 17. Тепловідача 1 м вертикальної труби

| Різниця температур труби Та оточуючого середовища, °С | Значення Q, Вт, при зовнішньому діаметрі труби, мм | | | | | | | | | |
|---|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | | | | | | | | |
| 50 | 41,9 | 63,8 | 81,2 | 91,6 | 113,7 | 142,7 | 168,2 | 198,4 | 243,6 | 301,6 |
| 60 | 63,8 | 81,2 | 102,1 | 116 | 142,7 | 179,8 | 208,8 | 250,6 | 313,2 | 394,4 |
| 70 | 78,9 | 97,4 | 123 | 139,2 | 172,8 | 219,2 | 255,2 | 313,2 | 390,9 | 522 |
| 80 | 92,8 | 116 | 139,2 | 164,7 | 193,7 | 255,2 | 307,4 | 368,9 | 475,6 | 638 |
| 90 | 104,4 | 133,4 | 168,2 | 191,4 | 234,3 | 301,6 | 365,4 | 421,1 | 580 | - |
| 100 | 121,8 | 150,8 | 191,4 | 220,4 | 269,1 | 353,8 | 431,5 | 522 | - | - |
| 110 | 136,9 | 171,7 | 215,8 | 245,9 | 310,9 | 407,2 | 510,4 | - | - | - |
| 120 | 154,3 | 192,6 | 254 | 278,4 | 348 | 464 | - | - | - | - |
| 130 | 171,7 | 212,3 | 269,1 | 313,2 | 368,3 | - | - | - | - | - |
| 140 | 187,9 | 232 | 299,3 | 348 | 429,2 | - | - | - | - | - |
| 150 | 203 | 252,9 | 324,8 | 373,5 | 464 | - | - | - | - | - |

Додаток 18. Питомі виділення та хімічний склад пилу.

| Марка електрода | Виділення пилу, г/кг | Зміст, %, в пилу | | |
|--------------------|-------------------------|------------------|-----------------------------------|----------|
| | | флора | флора та розчинних фторидів | марганцу |
| К5А | 24,1 | 20,6 | 18,5 | 4,6 |
| УОНИ - 13 | 18,6 | 19 | 14 | 5,2 |
| АНО - 11 | 22,4 | 16 | 11,7 | 3,9 |
| АНО - 15 | 19,5 | 13,9 | 11,8 | 5,1 |
| АНО - 9 | 16 | 10 | 7,7 | 5,6 |
| АНО - 5 | 7 | - | - | 1 |
| АНО - 4 | 4 | - | - | 0,7 |

| | | | | |
|---------|----|---|---|-----|
| АНО - 3 | 17 | - | - | 2,2 |
|---------|----|---|---|-----|

Додаток 19. Питомі виділення пилу і окислів марганцю.

| Марка електрода | Діаметр електрода, мм | Сила струму, А | Виділення, г/кг | |
|-----------------|-----------------------|----------------|-----------------|------------------|
| | | | пилу | окислів марганцю |
| ЦМ - 6 | 6 | 300 | 48,7 | 4,3 |
| ЦМ - УПУ | 8 | 400 | 18,5 | 1,5 |
| ОММ - 5 | 4 | 210 | 9 | 1,65 |
| СМ - 5 | 4 | 210 | 11,4 | 2,18 |