

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ

КАФЕДРА ТЕПЛОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ТА
ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Методичні вказівки по виконанню
розрахунково- графічної роботи
з дисципліни

**«ОПАЛЕННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЯ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ
НА ПРОМІСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВАХ»**

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
по спеціальності – 144 ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА
за освітньою програмою– Теплоенергетика та менеджмент
енергозбереження

ОДЕСА, 2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ
КАФЕДРА ТЕПЛОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ТА
ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Методичні вказівки по виконанню
розрахунково- графічної роботи
з дисципліни

**«ОПАЛЕННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЯ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ
НА ПРОМІСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВАХ»**

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
по спеціальності – 144 ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА
за освітньою програмою– Теплоенергетика та менеджмент
енергозбереження

«Затверджено» на засіданні
кафедри ТЕСЕТ
Протокол №10 от 22.03.2022 р.

ОДЕСА, 2022

Методичні вказівки по виконанню розрахунково- графічної роботи з дисципліни «Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря на пром підприємствах» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти по спеціальності 144 Теплоенергетика за освітньою програмою Теплоенергетика та менеджмент енергозбереження / Укл: Лужанська Г.В., Одеса, Національний університет «Одеська Політехніка» - 23 с.

Укладач: Лужанська Г.В. к.т.н., доц.

Рецензент: Баласанян Г.А., д.т.н., проф.

Методичні вказівки по виконанню розрахунково-графічної роботи розроблені з метою забезпечення високого рівня знань та умінь майбутніх фахівців в галузі опалення та вентиляції пром підприємств.

Вказівки призначені для здобувачів першого бакалаврського рівня вищої освіти всіх форми навчання по спеціальності – 144 Теплоенергетика за освітньою програмою– Теплоенергетика та менеджмент енергозбереження

ЗМІСТ

	стр
ВСТУП.....	4
ЗАВДАННЯ НА РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНУ РОБОТУ.....	5
1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОГО ОБ'ЄКТА.....	9
2. ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУЦІЙ.....	9
3. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИТРАТ.....	11
3.1 ТЕПЛОВТРАТИ ПРИМІЩЕНЬ ЧЕРЕЗ ЗОВНІШНІ ОГОРОДЖУЮЧІ КОНСТРУКЦІЇ.....	11
3.2 ТЕПЛОВТРАТИ НА НАГРІВАННЯ ВВЕЗЕНОГО МАТЕРІАЛУ.....	13
3.3 ВИТРАТА ТЕПЛА НА НАГРІВАННЯ ТРАНСПОРТУ.....	13
4. ВИТРАТА ТЕПЛА НА НАГРІВАННЯ ЗОВНІШНЬОГО ПОВІТРЯ.....	14
5. РОЗРАХУНКИ ПОВІТРЯНО-ТЕПЛОВОЇ ЗАВИСИ.....	15
6. ТЕПЛОВА ПОТУЖНІСТЬ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ.....	18
7. ВИЗНАЧЕННЯ ПОТУЖНОСТІ ПРИЛАДІВ СИСТЕМИ МІКРОКЛИМАТУ.....	18
8. ПРОЕКТУВАННЯ ВЕНТИЛЯЦІЇ ВИРОБНИЧОГО ЦЕХУ.....	19
ЛІТЕРАТУРА.....	22
ДОДАТОК А.....	23
План цеха (приклад).....	23
ДОДАТОК Б.....	23
Схема опалення цеха (приклад).....	23

ВСТУП

Мікроклімат - це сукупність зовнішніх умов, що визначають самопочуття людини і забезпечують її здоров'я та працездатність. Мікроклімат приміщень характеризується такими параметрами: температура, рухливість та відносна вологість повітря.

Нормування параметрів мікроклімату має на меті забезпечення умов, необхідних для нормальної життєдіяльності людини, а також для ведення технологічних процесів, збереження технологічного обладнання та будівельних конструкцій.

Необхідні параметри мікроклімату повинні бути забезпечені спільною роботою систем опалення, вентиляції та кондиціонування не в усьому обсязі приміщення, а лише в зонах, що обслуговуються, на постійних і непостійних робочих місцях. Обслуговувана зона (робоча зона) - простір у приміщенні висотою 2 м з постійним перебуванням людей, що стоять або рухаються, і висотою 1,5 м - для тих, хто сидить. Непостійним називається робоче місце, де люди знаходяться менше 2 годин на зміну безперервно або менше 50% робочого часу.

Розрахунковими параметрами повітря (температура, вологість, швидкість) називають ті параметри, на підставі яких проводиться розрахунок систем опалення та вентиляції.

Санітарні норми встановлюють оптимальні та допустимі метеорологічні умови у приміщеннях.

Оптимальні метеорологічні умови забезпечують відчуття теплового комфорту при мінімальній напрузі механізмів терморегуляції, не викликають відхилень у стані здоров'я, створюють передумови для високого рівня працездатності та є кращими на робочих місцях.

Допустимі метеорологічні умови можуть бути пов'язані з короткочасними відчуттями невеликого перегріву або переохолодження організму, не небезпечними для здоров'я. Вони можуть призводити до виникнення загальних та локальних відчуттів теплового дискомфорту, напруги механізмів терморегуляції, погіршення самопочуття та зниження працездатності.

Нормування параметрів внутрішнього повітря здійснюється в залежності від призначення приміщення.

У холодну пору року приміщення втрачає тепло через зовнішні огорожувальні конструкції. Крім того, тепло витрачається на нагрівання зовнішнього повітря, що надходить у приміщення через нещільності, а також на нагрівання обладнання та матеріалів.

Область застосування різних систем опалення та допустимі температури поверхні нагрівальних приладів визначаються відповідно до чинних нормативних документів.

ЗАВДАННЯ НА РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНУ РОБОТУ

1. Вибрати вихідні кліматичні дані по своєму місту
2. Виконати теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни, термічний опір покриття, воріт, вікон прийняти за нормативом. Режим приміщення – нормальний.
3. Розрахувати тепловтрати будівлі через огорожувальні конструкції.
4. Визначити втрати тепла на нагрівання матеріалу, що ввозиться (вид матеріалу приймаємо самостійно).
5. Обчислити втрати тепла на нагрівання транспорту (марку автомобіля приймаємо самостійно).
6. Визначити кількість зовнішнього повітря, що проривається до приміщення.
7. Розрахувати та виконати підбір обладнання для повітряно-теплової завіси (режим відкриття воріт – 4 рази на зміну. Тип та спосіб встановлення прийняти самостійно).
8. Розрахувати теплову потужність системи водяного опалення.
9. Підібрати нагрівальні прилади (прийняти реєстри з гладких труб).
10. Проектування систем вентиляції.
11. На листі А4 або А3 накреслити план будівлі (схематично) з нанесенням системи опалення цеху та аксонометричну схему системи мікроклімату.

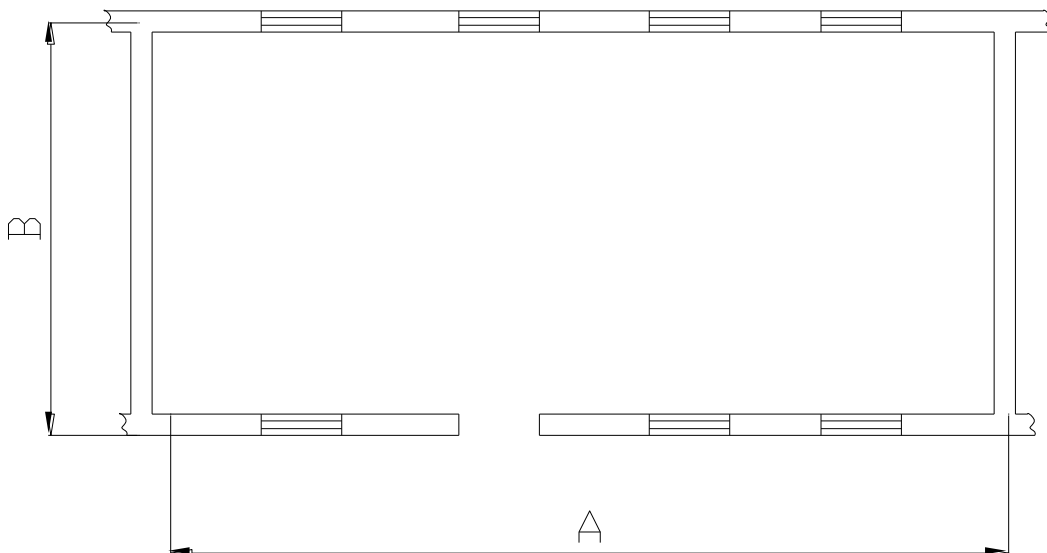
У розрахунково-графічній роботі необхідно визначити теплову потужність опалення цеху, що має дві зовнішні протилежні стіни. Цех складається із прольотів. Проліт 6 м. В одному з прольотів ворота, а в інших вікна. Цех – одноповерхова будівля. Будинок без аераційних прорізів.

Теплоносій у системі опалення – вода, параметри - 150-70°C

Внутрішня температура в приміщенні 15°C.

Підлога не утеплена.

Приклад розгашування цеху



Найменування цеху та геометричні розміри

Номер варіанта	Найменування цеха	Розмір цеха А x В, м	Висота цеха, м	Розмір вікна, м	Розмір воріт, м	Кількість ввезеного матеріалу, G _м , кг/год
1	Зварювальний	18x12	5,0	3x4	3x3	1200
2	Пресовий	18x18	6,5	3x4	3x3	1500
3	Збірочний	24x12	6,0	3x5	3,6x3,6	1300
4	Гальванічний	24x18	7,4	3x5	3,6x3	1100
5	Термічний	24x24	6,8	4x4	3,6x3	1400
6	Механічний	30x12	8,0	4x5	4,2x3,6	1250
7	Травильний	30x18	7,0	4x4	4,2x3,6	1350
8	Зварювальний	30x24	8,5	4x5	4x3,6	1600
9	Ковальський	30x30	5,8	3x4	3,6x3,6	1000
10	Гальванічний	36x18	7,5	4x4	3x3	1650
11	Механічний	36x12	5,0	4x4	3,6x3,6	1580
12	Збірочний	36x18	6,5	5x4	3x3	1445
13	Пресовий	36x24	7,2	4x3	4,2x3,6	1800
14	Механічний	36x30	6,8	4x4	3,6x3,6	1700
15	Збірочний	42x24	7,0	3x3	4,2x3,6	1900

Конструкція зовнішньої стіни

Перший та четвертий шари зовнішньої стіни цементно-піщана штукатурка, її параметри:

$$\rho_1 = \rho_4 = 1800 \text{ кг/м}^3$$

$$\delta_2 = \delta_4 = 0,01 \text{ м}$$

$$\lambda_1 = \lambda_4 = 0,93 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$$

$$S_1 = S_4 = 11,09 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$$

Товщина цегли $\delta_2 = 0,510 \text{ м}$

Товщина бетону $\delta_2 = 0,4 \text{ м}$

Номер варіанта	Розташування цеху (місто)	Час, знаходження транспорту в приміщенні за зміну, мін	Матеріал зовнішньої стіни	Утеплювач
1	Бердянськ	30	Керамзитобетон $\rho_2 = 1800 \text{ кг/м}^3$ $\lambda_2 = 0,8 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$ $S_2 = 10,5 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$	Мінеральна вата $\rho_3 = 125 \text{ кг/м}^3$ $\lambda_3 = 0,064 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$ $S_3 = 0,73 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$
2	Вінниця	40	Цегла глиняна $\rho_2 = 1800 \text{ кг/м}^3$ $\lambda_2 = 0,7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$ $S_2 = 9,2 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$	Мінеральна вата $\rho_3 = 75 \text{ кг/м}^3$ $\lambda_3 = 0,06 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$ $S_3 = 0,55 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$
3	Одеса	25	Цегла силікатна $\rho_2 = 1800 \text{ кг/м}^3$ $\lambda_2 = 0,76 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$ $S_2 = 9,77 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$	Мінеральна вата $\rho_3 = 100 \text{ кг/м}^3$ $\lambda_3 = 0,06 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$ $S_3 = 0,64 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$

4	Дніпро	45	Цегла глиняна $\rho_2=1700 \text{ кг/м}^3$ $\lambda_2=0,64 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$ $S_2=8,64 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$	Мінеральна вата $\rho_3=50 \text{ кг/м}^3$ $\lambda_3=0,052 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$ $S_3=0,42 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$
5	Київ	35	Керамзитобетон $\rho_2=1400 \text{ кг/м}^3$ $\lambda_2=0,56 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$ $S_2=7,75 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$	Мінеральна вата $\rho_3=50 \text{ кг/м}^3$ $\lambda_3=0,06 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$ $S_3=0,44 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$
6	Полтава	50	Цегла глиняна $\gamma_2=1800 \text{ кг/м}^3$ $\lambda_2=0,7 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$ $S_2=9,2 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$	Мінеральна вата $\rho_3=150 \text{ кг/м}^3$ $\lambda_3=0,064 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$ $S_3=0,8 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$
7	Житомир	30	Цегла пориста $\rho_2=1600 \text{ кг/м}^3$ $\lambda_2=0,58 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$ $S_2=7,91 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$	Мінеральна вата $\rho_3=100 \text{ кг/м}^3$ $\lambda_3=0,041 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$ $S_3=0,65 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$
8	Запоріжжя	40	Керамзитобетон $\rho_2=1600 \text{ кг/м}^3$ $\lambda_2=0,67 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$ $S_2=9,06 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$	Пінополістирол $\rho_3=40 \text{ кг/м}^3$ $\lambda_3=0,041 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$ $S_3=0,41 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$
9	Івано-Франківськ	45	Цегла силікатна $\rho_2=1800 \text{ кг/м}^3$ $\lambda_2=0,76 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$ $S_2=9,77 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$	Пенопласт $\rho_3=100 \text{ кг/м}^3$ $\lambda_3=0,05 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$ $S_3=0,68 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$
10	Ізмаїл	35	Цегла глиняна $\rho_2=1700 \text{ кг/м}^3$ $\lambda_2=0,64 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$ $S_2=8,64 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$	Пінополіуретан $\rho_3=40 \text{ кг/м}^3$ $\lambda_3=0,04 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$ $S_3=0,40 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$
11	Рівне	40	Керамзитобетон $\rho_2=1600 \text{ кг/м}^3$ $\lambda_2=0,67 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$ $S_2=9,06 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$	Пінополістирол $\rho_3=40 \text{ кг/м}^3$ $\lambda_3=0,041 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$ $S_3=0,41 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$
12	Львів	45	Цегла пориста $\rho_2=1600 \text{ кг/м}^3$ $\lambda_2=0,58 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$ $S_2=7,91 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$	Мінеральна вата $\rho_3=100 \text{ кг/м}^3$ $\lambda_3=0,041 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$ $S_3=0,65 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$
13	Ужгород	50	Керамзитобетон $\rho_2=1800 \text{ кг/м}^3$ $\lambda_2=0,8 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$ $S_2=10,5 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$	Мінеральна вата $\rho_3=125 \text{ кг/м}^3$ $\lambda_3=0,064 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$ $S_3=0,73 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$
14	Хмельницький	30	Цегла силікатна $\rho_2=1800 \text{ кг/м}^3$ $\lambda_2=0,76 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$ $S_2=9,77 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$	Мінеральна вата $\rho_3=100 \text{ кг/м}^3$ $\lambda_3=0,06 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$ $S_3=0,64 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$
15	Чернівці	35	Цегла силікатна $\rho_2=1800 \text{ кг/м}^3$ $\lambda_2=0,76 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$ $S_2=9,77 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$	Пенопласт $\rho_3=100 \text{ кг/м}^3$ $\lambda_3=0,05 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$ $S_3=0,68 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$

Розрахункові параметри зовнішнього повітря

Місто	Розрахункова широта, ° п.ш.	Барометр. тиск, гПа	Період року	Параметри А		Параметри Б		Середня добова амплітуда, t _в °С	Кіл-сть градусо-днів опалювальн. періоду
				температура, °С	швидкість вітру, м/с	температура, °С	швидкість вітру, м/с		
1	2	3	4	5	6	7	8	10	11
Бердянськ	46	1010	Теплий Холод.	25,9 -7	1 1	30,5 -19	1 1	12,5 -	3024
Вінниця	48	970	Теплий Холод.	23 -10	2,8 7,1	27,3 21	2,8 5,2	11,9 -	3610
Одеса	48	1010	Теплий Холод.	25 -6	3,3 12	28,6 -18	3,3 11	8,8 -	2805
Дніпро	48	1010	Теплий Холод.	26,5 -9	1 7	31 -23	1 5,7	11,3 -	3325
Київ	51	990	Теплий Холод.	23,7 -10	1 5,3	28,7 -22	1 4,2	10,8 -	3572
Полтава	48	990	Теплий Холод.	24,5 -11	4,4 6,8	29,4 -23	4,4 6,2	11,5 -	3721
Житомир	48	990	Теплий Холод.	23,1 -9	1 5,4	27,7 -22	1 5,4	10,8 -	3610
Запоріжжя	48	1010	Теплий Холод.	27,1 -8	1 7,8	31,2 -22	1 7,1	12,5 -	3202
Івано-Франківськ	48	970	Теплий Холод.	22,8 -9	1 5,8	27,4 -20	1 5,8	11,2 -	3330
Ізмаїл	44	1010	Теплий Холод.	27,2 -5	1 1	31,8 -14	1 7	11,8 -	2812
Рівне	52	970	Теплий Холод.	22,6 -9	1 6,8	25,1 -21	1 5,1	10,7 -	3533
Львів	48	970	Теплий Холод.	22,1 -9	1 7,1	26,4 -19	1 5,1	10,6 -	3476
Ужгород	48	990	Теплий Холод.	24,2 -6	1 6	28,1 -18	1 4,3	11,1 -	2657
Хмельницький	48	970	Теплий Холод.	22,9 -9	1 5,7	27,5 -21	1 5,7	10,9 -	3553
Чернівці	48	970	Теплий Холод.	23,8 -9	1 5,4	28,4 -20	1 5,4	10,6 -	3228

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОГО ОБ'ЄКТА

На підставі завдання на проектування систем опалення та вентиляції уточнюються і доповнюються вихідні дані, необхідні при розробці:

- по будинку (температурна зона експлуатації, характеристика будівельних конструкцій, перелік приміщень і їхнє призначення);

- по тепlopостачанню (джерело, вид і параметри теплоносія);

Температурна зона експлуатації будинку залежить від кількості градусо-днів опалювального періоду (D_d) району будівництва та приймається відповідно:

I зона більше ніж 3501 градусо-днів

II зона менше ніж 3500 градусо-днів

Вибір систем мікроклімату: опалення, вентиляції та кондиціонування та її функціонування багато в чому залежать від зовнішнього середовища. Такі фактори, як температура, вологість повітря, інтенсивність сонячної радіації, швидкість і напрямок вітру впливають на тепло-вологовий режим приміщень. Крім того, від них залежить енергоспоживання і потужність устаткування системи.

Дані по метеорологічних умовах зовнішнього повітря для всіх населених пунктів приймаються по параметрам А чи Б.

Для холодного періоду року:

параметри А — середня температура найбільш холодного періоду і ентальпія (теплоємність) повітря, що відповідає цій температурі і середній відносній вологості повітря самого холодного місяця в 13 годин;

параметри Б — середня температура найбільш холодної п'ятиденки і ентальпія (теплоємність) повітря, що відповідає цій температурі і середній відносній вологості повітря самого холодного місяця в 13 годин.

Для теплого періоду року:

параметри А — температура і ентальпія (теплоємність) повітря, що відповідає середній температурі самого жаркого місяця в 13 годин;

параметри Б — середня температура повітря і ентальпія (теплоємність) повітря, що відповідає максимальній літній температурі

При проектуванні систем опалення і вентиляції параметри зовнішнього повітря приймають по:

параметр А - для систем вентиляції для теплого періоду року;

параметр Б - для систем опалення, вентиляції для холодного періоду року.

2. ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУЦІЙ

Теплотехнічний розрахунок виконується на підставі, з метою визначення необхідних теплозахисних властивостей огороджувальних будівельних конструкцій опалювальних приміщень.

У процесі розрахунку визначається необхідний опір теплопередачі огороджень, по яких приймають товщини стін, утеплювача покрівлі, вид остіклення світлових прорізів та конструкцію дверей (воріт).

Попередньо визначають: умови експлуатації, товщину, щільність і коефіцієнти теплопровідності допоміжних шарів огороджуючої конструкцій.

На підставі вихідних даних встановлюємо: зона вологості території будівництва - суха; режим роботи - нормальний. Теплотехнічні показники будівельних матеріалів для прийнятих умов експлуатації конструкцій – «А» або «Б»; в РГР приймаємо по «Б».

Теплотехнічний розрахунок передбачає визначення необхідного $R_{тр}$ і фактичного $R_{ф}$ опору теплопередачі. Необхідний термічний опір визначається залежно від градусодіб опалювального періоду $R_{тр}$

Необхідний термічний опір визначається залежно від градусодіб опалювального періоду $R_{тр}$ з таблиці 2.1.

Після визначення необхідного термічного опору $R_{тр}$, знаючи огорожуючу конструкцію, визначаємо фактичний опір $R_{ф}$, по формулі:

$$R_{ф} = 1/\alpha_{в} + \delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \delta_3/\lambda_3 + \delta_n/\lambda_n + 1/\alpha_3, \text{ м}^2 \text{ К/Вт} \quad (2.1)$$

При цьому повинна виконуватися умова $R_{ф} \geq R_{тр}$

де: $\alpha_{в}$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожуючої конструкції, для зовнішніх стін, покриттів, перекриттів над проїздами приймається рівним $8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$.

α_3 - коефіцієнт тепловіддачі (для зимових умов) зовнішньої огорожуючої поверхні, для зовнішніх стін, покриттів, перекриттів над проїздами приймається рівним $23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

$\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_n$ – товщини відповідних шарів огорожуючих конструкцій

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_n$ – коефіцієнти теплопровідності відповідних шарів огорожуючих конструкцій.

Якщо дана умова не виконується: міняється товщина шарів огорожуючої конструкції, або додається новий шар утеплювача, заново робиться розрахунок термічного опору, добиваючись виконання умови $R_{ф} \geq R_{тр}$.

У випадку, якщо в огорожуючої конструкції невідома товщина одного з шарів (наприклад, утеплювача), теплотехнічний розрахунок виконують в наступній послідовності:

1. Необхідний термічний опір $R_{тр}$ вибирають з таблиці 2.1
2. Визначають товщину шару δ_x по формулі:

$$\delta_{xф} = [R_{тр} - 1/\alpha_{в} - \delta_1/\lambda_1 - \delta_2/\lambda_2 - \delta_n/\lambda_n - 1/\alpha_3] \cdot \lambda_{ф}, \text{ м} \quad (2.2)$$

3. Приймають фактичну товщину шару з умови $\delta_{ф} \geq \delta_x$
4. Визначають фактичний опір $R_{ф}$

$$R_{ф} = 1/\alpha_{в} + \delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \delta_{ф}/\lambda_{ф} + \delta_n/\lambda_n + 1/\alpha_3, (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт} \quad (2.3)$$

5. Перевіряють умову $R_{ф} \geq R_{тр}$, у випадку правильних розрахунків дана умова виконується

Після цього для промислових будівель виконується розрахунок показника теплової інерції, що розраховується за формулою:

$$D = \sum_{i=1}^n R_i s_i, \quad (2.4)$$

де R_i – термічний опір i – го шару конструкції, що розраховується за формулою:

$$R_i = \delta_i/\lambda_i, (\text{м} \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт} \quad (2.5)$$

де δ_i – товщина i -го шару конструкції, м;

λ_i – теплопровідність матеріалу i – го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$,

s_i – коефіцієнт теплосасвоєння матеріалу i – го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$,

n – кількість шарів у конструкції за напрямком теплового потоку.

Необхідний термічний опір теплопередачі заповнень світлових прорізів (вікон, балконних дверей) приймається по таблиці 2.1 або з температурної карти України, або за даними фірм виробників, але при цьому опір має бути більше або дорівнювати нормативному.

Таблиця 2.1 – Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції промислових будинків $R_{тр}$, $(m^2 \cdot ^\circ C)/Вт$

Вид огорожувальної конструкції та тепловологісний режим експлуатації будинків	Значення $R_{тр}$ для температурних зон	
	I	II
Зовнішні непрозорі стіни будинків - з сухим і нормальним режимом з конструкціями з: $D > 1,5$ $D \leq 1,5$ - з вологим і мокрим режимом з конструкціями з: $D > 1,5$ $D \leq 1,5$ - з надлишками тепла (більше ніж 23 Вт/м^3)	1,7 2,2 1,8 2,4 0,55	1,5 2,0 1,6 2,2 0,45
Покриття й перекриття будинків - з сухим і нормальним режимом з конструкціями з: $D > 1,5$ $D \leq 1,5$ - з вологим і мокрим режимом з конструкціями з: $D > 1,5$ $D \leq 1,5$ - з надлишками тепла (більше ніж 23 Вт/м^3)	1,7 2,2 1,7 1,9 0,55	1,6 2,1 1,6 1,8 0,45
Перекриття над проїздами й підвалами з конструкціями з: $D > 1,5$ $D \leq 1,5$	1,9 2,4	1,8 2,2
Двері й ворота будинків: - з сухим і нормальним режимом - з вологим і мокрим режимом - з надлишками тепла (більше ніж 23 Вт/м^3)	0,6 0,72 0,2	0,55 0,7 0,2
Вікна й zenітні ліхтарі будинків: - з сухим і нормальним режимом - з вологим і мокрим режимом - з надлишками тепла (більше ніж 23 Вт/м^3)	0,45 0,5 0,18	0,42 0,45 0,18

3. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИТРАТ

3.1 ТЕПЛОВТРАТИ ПРИМІЩЕНЬ ЧЕРЕЗ ЗОВНІШНІ ОГОРОДЖУЮЧІ КОНСТРУКЦІЇ

Розрахункові тепловтрати опалювальних приміщень визначаються:

$$Q_1 = Q_a + Q_b, \text{ Вт} \quad (3.1)$$

де Q_1 – розрахункові тепловтрати опалювальних приміщень, Вт

Q_a – тепловий потік через огорожуючі конструкції, Вт

Q_b – витрати теплоти на нагрівання вентиляційного повітря, Вт

Величини Q_a і Q_b визначаються для кожного опалювального приміщення.

□ Тепловий потік через огорожуючі конструкції розраховується по формулі:

$$Q_a = F \cdot k (t_b - t_3)(1 + \Sigma\beta) n, \text{Вт} \quad (3.2)$$

де F – розрахункова площа огорожуючої конструкції м^2 ;

$k=1/R$ - коефіцієнт теплопередачі огорожуючої конструкції, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$,

$t_b = 15^\circ\text{C}$ – розрахункова температура внутрішнього повітря, $^\circ\text{C}$,

t_3 - розрахункова температура зовнішнього повітря, $^\circ\text{C}$, приймається по параметру B

β - додаткові тепловтрати, приймаємо 0,2 для вертикальних та наклоних зовнішніх огорожень;

n – коефіцієнт, що залежить від положення огорожувальної поверхні по відношенню до зовнішнього повітря (для стін, перекриттів, вікон, підлоги $n=1,0$);

Тепловий потік Q_b розраховуються для кожного опалювального приміщення, що має одне або більше вікон або балконних дверей у зовнішніх стінах, виходячи з необхідності підігріву зовнішнього повітря в об'ємі одноразового повітрообміну за годину за формулою:

$$Q_b = 0,337 A_{\text{п}} h (t_b - t_3) , \text{Вт} \quad (3.3)$$

де $A_{\text{п}}$ – площа підлоги приміщення, м^2 ;

h – висота приміщення від підлоги до стелі, м , але не більше 3,5 м .

За завданням у приміщенні цеху встановлено повітряно-теплові завіси, то кількість тепла на нагрівання вентиляційного повітря враховувати не слід. У цьому випадку тепловтрати приміщення Q_1 рівні тепловтратам через огорожувальні конструкції Q_a , т.б.

$$Q_1 = \Sigma Q_a , \text{Вт} \quad (3.4)$$

Тепловтрати через підлоги розраховуються по зонах. Зоною називається смуга шириною 2 м , паралельно зовнішній стіні приміщення. Розбивка підлог прийнята на чотири зони: I зона розташована безпосередньо в зовнішньої стіні і через неї втрачається найбільша кількість тепла; II і III зони як і I, шириною по 2 м ; IV - остання зона, найбільш віддалена від зовнішньої стіни, може бути будь-якої ширини, тобто вона складає ширину частини підлоги, що залишилася. Для кутових приміщень частина площі першої зони, пов'язаною з кутом зовнішніх стін, виміряється двічі з кожної зовнішньої стіни.

Опір теплопередачі варто визначати:

а) для не утеплених підлог і стін розташованих нижче рівня землі, з коефіцієнтом теплопровідності $\lambda \geq 1,2 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, приймають $R_{\text{нп}}$,

б) для утеплених підлог на ґрунті і стін, розташованих нижче рівня землі, з коефіцієнтом теплопровідності $\lambda_{\text{н}} < 1,2 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ утеплюючого шару, товщиною δ , м , приймають $R_{\text{уп}}$,

Для кожної з 4-х зон утепленої підлоги опір теплопередачі:

$$R_{\text{уп}} = R_{\text{нп}} + \Sigma (\delta_i / \lambda_i)_{\text{ус}}, \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт} \quad (3.5)$$

де δ_i – товщина утеплювача підлоги, м ;

λ_i – теплопровідність утеплювача підлоги, м ;

$R_{\text{нп}}$ – опір відповідної зони неутепленої підлоги, м ;

$R_{1 \text{ зони}} = 2,1 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$ – опір теплопередачі неутепленої підлоги 1 зони;

$R_{2 \text{ зони}} = 4,3 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$ – опір теплопередачі неутепленої підлоги 2 зони;

$R_{3 \text{ зони}} = 8,6 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$ – опір теплопередачі неутепленої підлоги 3 зони;

$R_{4 \text{ зони}} = 14,2 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$ – опір теплопередачі неутепленої підлоги 4 зони.

Розрахунок тепловтрат зводимо в табличну форму (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1- Таблиця розрахунку тепловитрат

NN приміщення	Найменування приміщення $t_b, ^\circ\text{C}$	Огородження			$K=1/R$ $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot^\circ\text{C})$	$(t_b-t_3)_n,$ $^\circ\text{C}$	$1+\Sigma\beta$	Тепловтрати, Вт		
		Вид	Розмір, м	$F,$ м^2				Q_a	Q_b	Q_1
101	Промисловий цех 15°C	НС						-		
		ДО								
		ПТ								
		ВТ								
		ПЛ								
		1 зона								
		2 зона								
		3 зона								
4 зона										

3.2 ТЕПЛОВТРАТИ НА НАГРІВАННЯ ВВЕЗЕНОГО МАТЕРІАЛУ

Витрата тепла визначається по формулі

$$Q_M = 0,278 \cdot G_M \cdot c_M (t_b - t_M) \beta, \text{ Вт} \quad (3.6)$$

де G_M - маса однорідного матеріалу, що надходить, протягом 1 год, кг;

c_M - їхня питома теплоємність, кДж/(кг·К), для металу 0,46, для виробів з дерева 2,3;

β - коефіцієнт, що враховує загальну частку кількості теплоти сприйнятої за кожну годину, прийнятий за першу годину нагрівання рівним 0,5, за другий - 0,3 і за третій - 0,2;

t_b, t_3 - внутрішня і зовнішня температури, $^\circ\text{C}$.

Температура ввезених матеріалів:

$t_M = t_3$ - для металу і металічних виробів і матеріалів;

$t_M = t_3 + 10$ - для несипучих металічних виробів і матеріалів;

$t_M = t_3 + 15$ - для сипучих матеріалів;

3.3 ВИТРАТА ТЕПЛА НА НАГРІВАННЯ ТРАНСПОРТУ

Витрата тепла визначається по формулі:

$$Q_{\text{тр}} = q \cdot \beta \frac{\tau}{60}, \text{ Вт} \quad (3.7)$$

де q - витрата теплоти на нагрівання транспорту від температури t_3 до t_b , прийнятий по табл.3.2;

β - коефіцієнт, той же, що й у рівнянні (3.6);

τ - час, протягом якого транспорт знаходиться в приміщенні, хв.

При перебуванні транспорту в приміщенні менше однієї години, кількість асимільованої теплоти приймається пропорційно фактичному часу з розрахунку інтенсивності першої години.

Таблиця 3.2 - Витрата тепла на обігрів одного автомобіля

Марка автомобіля	Витрата тепла q , МДж при зовнішній температурі t_3 , °C							
	-15		-20		-25		-30	
	і розрахунковій внутрішній температурі приміщення t_b , °C							
	5	15	5	15	5	15	5	15
ЗИЛ-111	0	9,68	0,84	15,1	5,87	20,53	11,70	25,60
ГАЗ-69, ГАЗ-694	0,42	8,38	3,77	11,33	6,70	14,65	10,50	18,00
ПАЗ-625Б	6,7	29,31	16,33	38,94	25,96	48,57	35,59	58,20
УАЗ-450А	1,26	10,47	5,02	14,24	9,21	18,00	12,98	21,80
ГАЗ-51, 51А	5,02	20,93	12,14	27,63	18,84	34,33	25,96	41,45

4. ВИТРАТА ТЕПЛА НА НАГРІВАННЯ ЗОВНІШНЬОГО ПОВІТРЯ

Витрата теплоти на нагрівання холодного зовнішнього повітря, що надходить в опалювальне приміщення через відкриті прорізи воріт (дверей):

$$Q = 0,28 \cdot G_{\text{ц}} \cdot c(t_b - t_3), \text{ Вт} \quad (4.1)$$

де c - теплоємність повітря, 1 кДж/(кг·°C);

G – масова витрата повітря, що уривається, кг/год,

t_3 і t_b – температури повітря, відповідно, внутрішнього (у приміщенні) і зовнішнього для холодного періоду року, по параметрах Б, °C.

Масова витрата зовнішнього повітря, що уривається в приміщення через щілини вхідних дверей і воріт по їхньому периметру визначається

$$G_{\text{ц}} = 3600 F_{\text{щ}} (2\rho_3 \cdot \Delta p / \sum \xi)^{0,5} \text{ кг/год} \quad (4.2)$$

де $F_{\text{щ}} = b \cdot l$, м² - площа щілин шириною $b=0,005$ м, і загальною довжиною l , м;

$\sum \xi$ - сума коефіцієнтів місцевого опору щілин (вхід і вихід із щілин приблизно можна оцінити $\sum \xi = 2,0$; при ширині щілин - у дверях 2 мм, у воротах 5 мм).

Δp - різниця тисків повітря із двох сторін зовнішнього огороження на рівні прорізу, Па;

ρ_3 – щільність, зовнішнього повітря при температурі t_3 , кг/м³, обумовлена по залежності

$$\rho = 353 / (273 + t) \text{ при } P_0 = 101,33 \text{ кПа.}$$

Різниця тисків Δp визначають розрахунками в результаті розв'язку рівнянь повітряних балансів приміщень із урахуванням визначення гравітаційного й вітрового тиску для холодного періоду року.

Для орієнтовних розрахунків, якщо немає повних вихідних даних, значення Δp :

$$\Delta p = \Delta p_{\text{т}} + k_1 \Delta p_{\text{в}}, \text{ Па} \quad (4.3)$$

де k_1 - поправочний коефіцієнт на вітровий тиск, що враховує ступінь герметичності будинків без аераційних прорізів рівняється 0,2

$$\Delta p_m = 9,81 \cdot h_{\text{роз}} (\rho_3 - \rho_6), \text{ Па} \quad (4.4)$$

$$\Delta p_6 = c_a v_3^2 \rho_6 / 2, \text{ Па} \quad (4.5)$$

$h_{\text{роз}}$ - розрахункова висота, м;

$\rho_в$ – щільність повітря, кг/м^3 , при середній по висоті приміщень температурі внутрішнього повітря $t_в$;

v - розрахункова швидкість вітру, для холодного періоду року по периметру Б;

$c_a = 0,8$ - розрахунковий аеродинамічний коефіцієнт

Розрахункову висоту $h_{роз}$ орієнтовно можна ухвалювати для будинків без аераційних прорізів і ліхтарів

$$h_{роз} = 0,5h_{пр,м} \quad (4.6)$$

5. РОЗРАХУНКИ ПОВІТРЯНО-ТЕПЛОВОЇ ЗАВИСИ

З метою зниження витрати тепла на нагрівання зовнішнього повітря в опалювальних будинках передбачають повітряні й повітряно-теплові завіси (повітряні завіси з підгрівом повітря).

Завіси шиберного типу в результаті часткового перекриття прорізу повітряним струменем суттєво скорочують прорив зовнішнього повітря через відкритий проріз (значення коефіцієнта витрати повітря через проріз при роботі завіси стає менше), а в приміщення надходить утворююча суміш холодного зовнішнього й нагрітого повітря.

Повітряні й повітряно-теплові завіси шиберного типу слід передбачати в постійно відкритих прорізах у зовнішніх стінах приміщень, а також у воріт і прорізах у зовнішніх стінах тамбурів, що не мають, і відкриваються більш п'яти раз або не менш чому на 40 хв у зміну в районах з розрахунковою температурою зовнішнього повітря мінус 150С и нижче (параметри Б).

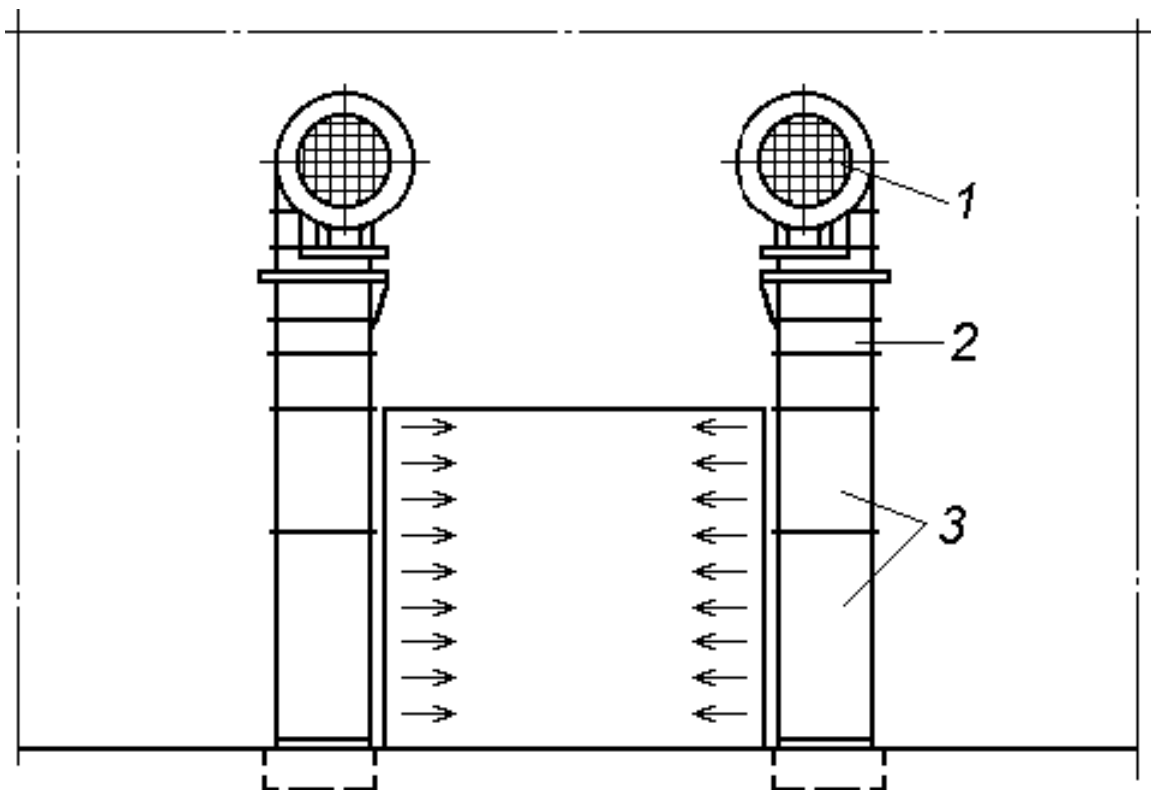


Рис.5.1. Двостороння повітряно-теплова завіса шиберного типу
1 – вентилятор; 2 – калорифер; 3- повітродозподільний короб

Температура повітря, що подавати повітряно-тепловими завісами, ухвалюється не вище 50 °С у зовнішніх дверей і 70 °С у воріт і прорізів.

Розрахункову температуру суміші повітря, що надходить у виробниче приміщення при роботі повітряних завіс, слід ухвалювати не менш: 14°С при легкій роботі; 12°С при роботі середньої ваги й для вестибюлів суспільних і адміністративно-побутових будинків; 8 °С при важкій роботі; 5 °С при важкій роботі й відсутності постійних робочих місць на відстані 3 м і менш від зовнішніх стін і 6 м і менш від дверей, воріт і прорізів.

Завіси шиберного типу, як правило, проектують із двостороннім випуском повітря (двосторонні завіси) і komponують із двох самостійних агрегатів, що полягають із радіальних або осьових вентиляторів, калориферів, якщо завіса повітряно-теплова, і повітророзподільних коробів (мал.5.1), які встановлюють із кожної сторони прорізу, що відкривається.

Загальна витрата повітря, що подавати завісою шиберного типу, визначають по формулі

$$G_{зав} = 5100 \cdot \bar{q} \cdot \mu_{пр} \cdot F_{пр} \sqrt{\Delta p \cdot \rho_{см}}, \text{ кг/год} \quad (5.1)$$

де \bar{q} - відношення витрати повітря, що подавати завісою, до витрати повітря, що проходить у приміщення через проріз при роботі завіси;

$\mu_{пр}$ - коефіцієнт витрати прорізу при роботі завіси

$F_{пр}$ - площа прорізу, що відкривається, обладнаного завісою, м²

$\rho_{см}$ – щільність, кг/м³, суміші подаваного завісою й зовнішнього повітря при температурі $t_{см}$, рівної нормативної.

Таблиця 5.1 – Коефіцієнт витрати прорізу $\mu_{пр}$ для бічних завіс шиберного типу

Відносна площа $\bar{F}=F_{пр}/F_{щ}$	Значення $\mu_{пр}$ при відносній витраті повітря, подаваного завісою \bar{q}					
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
10	0,42/0,36	0,38/0,32	0,35/0,31	0,33/0,28	0,31/0,26	0,29/0,25
20	0,35/0,30	0,32/0,27	0,30/0,26	0,29/0,25	0,29/0,25	0,29/0,25
30	0,31/0,27	0,29/0,25	0,29/0,25	0,29/0,25	0,29/0,25	0,29/0,25
40	0,29/0,25	0,29/0,25	0,29/0,25	0,29/0,25	0,29/0,25	0,29/0,25

Примітки: 1. Над рисою наведені значення $\mu_{пр}$ для розсувного прорізу, під рисою – для розстібного.

2. Значення відносної витрати \bar{q} і відносної площі $\bar{F}_{пр}$ виходячи з техніко-економічних міркувань. У першому наближенні рекомендується $q=0,6\div0,7$; $\bar{F} = 20\div30$.

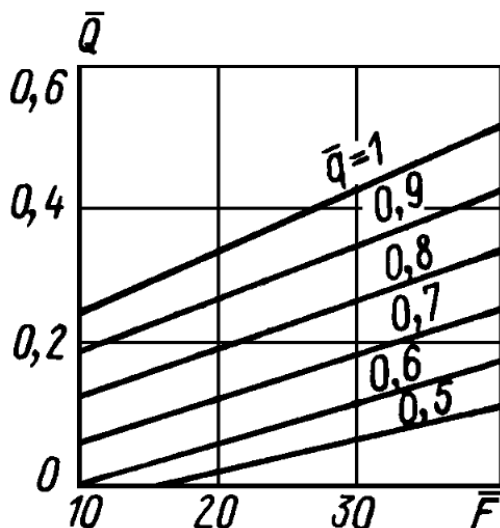


Рис.5.2 Визначення втрат тепла із частиною струменя бічної завіси шиберного типу, що йде назовні

Необхідна температура повітря завіси $t_{зав}$ визначається на підставі рівняння теплового балансу по формулі

$$t_{зав} = t_3 + \frac{t_{см} - t_3}{\bar{q}(1 - \bar{Q})}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (5.2)$$

де \bar{Q} - відношення теплоти, що губиться з повітрям, що йдуть через відкритий проріз назвни, до теплової потужності завіси

Теплова потужністю калориферів повітряно-теплової завіси

$$Q_{зав} = 0,28 \cdot G_{зав} (t_{зав} - t_{ex}), \text{ Вт} \quad (5.3)$$

де t_{ex} - температура повітря, що забирається для завіси, $^\circ\text{C}$ (на рівні усмоктувального отвору вентилятора t_{ex} приймається рівній температурі суміші повітря, що надходить у приміщення; з верхньої зони - рівній температурі повітря у верхній зоні; зовні - рівній температурі зовнішнього повітря для холодного періоду року, відповідної до параметрів Б).

Таблиця 5.2 - Основні розрахункові показники конструкцій бічних двосторонніх завіс

Шифр завіси	Продуктивність		Ширина щелини, мм	Розміри отвору воріт, мм		Відносна площа $\bar{F} = F_{np}/F_{ц}$
	по повітрю, Гз, кг/год	по теплу, Qз, Вт		ширина	висота	
ЗТ.В2-25.01.У3	30000	180000	100	3	3	15
ЗТ.В2-28.01.У3	33600	200000	100	3,6	3,6	18
А5	11300	73700	70	2	2,4	17
				2,4	2,4	17
А5-01	18500	173300	70	3	3	21
				3,6	3	26
ЗВТ1.00.000	28800	232600	90	3	3	17
				3,6	3	20
ЗВТ1.00.000-01	40800	511700	100	3,6	3	18
ЗВТ1.00.000-02	28800	232600	75	3,6	3,6	24
				4,2	3,6	28
ЗВТ1.00.000-03	40800	511700	90	3,6	3,6	20
				4,2	3,6	23
ЗВТ3-1	39000	368200	150	3,6	4,2	12
ЗВТ3-2	41400	423100	150	3,6	4,2	12
ЗВТ3-3	43700	481600	150	3,6	3,2	12

6. ТЕПЛОВА ПОТУЖНІСТЬ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

Температурна обстановка в приміщенні залежить від теплової потужності системи опалення, а також від розташування пристроїв, що обігрівають, теплофізичних властивостей зовнішніх і внутрішніх огорож, інтенсивності інших джерел надходження і втрат теплоти.

У холодну пору року приміщення в основному втрачає теплоту через зовнішні огорожі і, певною мірою, через внутрішні огорожі, що відокремлюють це приміщення від суміжних, що мають нижчу температуру повітря. Крім того, теплота витрачається на нагрівання зовнішнього повітря, яке проникає в приміщення через нещільність огорож природним шляхом або в процесі роботи системи вентиляції, а також матеріалів, транспортних засобів, виробів, одягу, які холодними потрапляють до приміщення зовні.

Опалення призначене для створення розрахункової температурної обстановки в приміщеннях будівель різного призначення, для роботи людини, забезпечення технологічних процесів, зберігання матеріалів, та ін.

Опалення виробничих будівель має працювати при тривалому стоянні (не менше 3 діб) зовнішньої температури повітря 8 °С і нижче, коли внутрішніх побутових тепловиділень не достатньо для підтримки необхідної температури в приміщенні

Потужність джерел тепlopостачання цеху повинна компенсувати всі його тепловтрати, а отже, сумі всіх тепловтрат даного будинку:

$$Q_{об} = Q_1 + Q_m + Q_{тр}, Вт \quad (6.1)$$

7. ВИЗНАЧЕННЯ ПОТУЖНОСТІ ПРИЛАДІВ СИСТЕМИ МІКРОКЛИМАТУ

У водяні реєстри опалення застосовуються на виробництвах (майстерні, цехи, складські приміщення, ангари та інші будівлі з великими площами). Великий обсяг теплоносія та великі габарити дозволяють реєстрам ефективно опалювати такі приміщення.

Використання опалювальних реєстрів у промислових будинках забезпечує найбільш оптимальний ККД системи опалення. У порівнянні з чавунними або сталевими нагрівальними приладами, реєстри характеризуються найкращою гідравлікою та тепловіддачею.

Опалювальні реєстри зі сталевих електрозварювальних труб можуть використовуватися як в однотрубних, так і двотрубних опалювальних системах з примусовою або самопливною циркуляцією теплоносія (на основі води або пари).

В якості нагрівальних приладів використовують гладкі труби діаметром 100мм. Параметри теплоносія 150-70°С.

1. Переводимо теплову потужність (Вт) у ккал:

$$Q_{об} (Вт)/1,163 = Q_{об} (ккал) \quad (7.1)$$

2. Тепловіддача 1екм нагрівального приладу (гладких труб) при температурі теплоносія 150-70°С і температурі внутрішнього повітря 15 °С кладе 670 ккал/год.

3. Визначаємо загальна кількість екм для даного приміщення:

$$n = Q_{об} (ккал)/670, екм \quad (7.2)$$

4. Тепловіддача 1 м гладкої труби при діаметрі 100 мм становить 0,462 екм

5. Знаходимо загальну кількість труб

$$l = n/0,462, м \quad (7.3)$$

Знаючи загальну кількість труб, рівномірно розподіляємо їх по приміщенню. Під кожним вікном ставимо реєстри, визначаючи кількість рядів по вертикалі і їх довжину.

8. ПРОЕКТУВАННЯ ВЕНТИЛЯЦІЇ ВИРОБНИЧОГО ЦЕХУ

Велике різноманіття технологічних процесів, режимів роботи технологічного обладнання, виділення шкідливих речовин, теплової енергії та водяної пари в різних цехах не дозволяє уніфікувати проектні рішення. Тому в кожному випадку, як правило, доводиться застосовувати свої, найбільш ефективні підходи до проектування вентиляційного устаткування.

У першу чергу проектують місцеві витяжні та припливні вентиляційні системи. Повітрообміни для місцевої витяжної вентиляції визначаються типом місцевих відсмоктувачів, технологічним обладнанням, видом шкідливих речовин та іншими факторами. Вони можуть задаватися технологом цеха, визначатися за довідниковою літературою (для типового устаткування) та на основі розрахунків (для місцевих відсмоктувачів чи укриття виготовлених власними силами, на підприємстві).

На наступному етапі визначається можливість об'єднання місцевих відсмоктувачів від різних видів обладнання в одну вентиляційну систему. При цьому, необхідно враховувати ряд факторів: ритмічність роботи технологічного обладнання та його розташування, вид шкідливих речовин, механічне чи гравітаційне спонукання для вентиляційного устаткування. Бажано об'єднувати між собою вентиляційні системи з механічним спонуканням від однотипного обладнання та обладнання де виділяються хімічні речовини, що не вступають між собою в хімічні реакції, та знаходяться на невеликій відстані одна від іншої і мають приблизно однаковий режим роботи. Від обладнання, що виділяє гарячі гази бажано влаштувати гравітаційні витяжні системи, які не об'єднуються між собою.

Біля устаткування, що інтенсивно виділяє тепло чи шкідливі речовини необхідно встановлювати засоби місцевої припливної вентиляції (душі). Вид душуючих патрубків та параметри повітря, що подається визначаються розрахунком. Оскільки, як правило, повітря для душів готується одним кондиціонером, бажано підбирати душуючі патрубки таким чином щоб температура повітря, що подається з них була однаковою. Крім того, для економії енергоресурсів ця температура повинна бути такою, щоб в теплий період року можна було обійтися лише адиабатним охолодженням зовнішнього повітря в кондиціонері.

Після визначення повітрообмінів переходять до проектування загальнообмінних витяжних та припливних вентиляційних системи. Необхідно враховувати, що в кожний період року може застосовуватися своя схема роботи вентиляційного устаткування. Як правило, в теплий період року застосовується аерація. При значних надлишках теплоти аерацію також можна застосовувати і в перехідний період. В холодний період, як правило, застосовується лише механічна загальнообмінна вентиляція – хоча при певних умовах може бути застосована і аерація.

Температура припливного повітря, що подається механічними системами загальнообмінної вентиляції визначається з системи рівнянь теплового і повітряного балансу цеха. При значних теплових надлишках в цеху ця температура може виявитися занадто низькою для якісної роздачі повітря існуючими повітророзподільвачами. У цьому випадку рекомендується виключити з теплового балансу систему опалення, або перевести її на черговий режим роботи. Для “холодних” цехів характерною є висока температура припливного повітря, що теж погано, оскільки нагріте повітря має здатність підійматися вгору де видаляється засобами загальнообмінної витяжної вентиляції. У цьому разі бажано знижувати тепловтрати цеха (наприклад застосувавши локальний обігрів робочих місць або за рахунок утеплення) або компенсувати тепловтрати за рахунок роботи системи опалення.

Подача припливного повітря засобами загальнообмінної механічної вентиляції залежить від температури припливного повітря та параметрів мікроклімату, які необхідно створити в робочій зоні цеха. Для аерації в теплий період відкривають вікна нижнього ярусу. Для аерації в перехідний період відкривають вікна верхнього ярусу. В холодний період подачу нагрітого повітря здійснюють в робочу зону, подачу охоложеного повітря – похилими струменями по схемі зверху-вниз. При виділенні пилу, “важких” шкідливих речовин подачу припливного повітря бажано застосовувати по схемі зверху-вниз повітропроводами рівномірної роздачі.

Видалення повітря з верхньої зони засобами загальнообмінної вентиляції виконується у всіх випадках. Додаткова загальнообмінна витяжка з робочої зони встановлюється при виділенні “важких” газів та парів. У випадку застосування аерації – відкривають вікна аераційного ліхтаря. Якщо застосовується механічна витяжка – вмикають дахові вентилятори. Розташування дахових вентиляторів повинне відповідати двом вимогам: рівномірності їх розміщення по площі даху та переважній локалізації біля джерел інтенсивних тепловиділень. Для великих цехів кількість дахових вентиляторів приймається не менше двох (за умови надійної роботи).

Ковальські цехи

Основні шкідливі виділення в ковальських цехах, окрім конвективного і променевого тепла, - продукти горіння, що містять оксиди вуглецю, сірчистий газ, дим.

Для локалізації шкідливих виділень використовують місцеві відсмоктувачі- зонти, які встановлюються над горнами, зонти-козирки, які розміщують над завантажувальними отворами печей, а також укриття і бортові відсмоктувачі. Для асиміляції надлишкової теплоти широко використовується аерація. Аераційне повітря подається через прорізи, розташовані в нижній зоні приміщення на висоті 0,3÷0,8 м, з напрямком потоку на робочі місця. З верхньої зони повітря видаляється через ліхтарі, шахти або дахові вентилятори.

Термічні цехи

Основні шкідливі виділення :

- а) тепловиділення від гарячих поверхонь печей і нагрітих виробів;
- б) випромінювання з відкритих завантажувальних отворів печей, розігрітих двірок і стінок;
- в) оксиди вуглецю при неповному згоранні палива і витік газу в робоче приміщення через нещільності печей;
- г) пара і пил (свинцю, ціаністих з'єднань вуглеводнів) від ванних печей при гартуванні виробів.

Для локалізації шкідливих виділень застосовують зонти, кільцеві відсмоктувачі (для ванної печі), укриття ванної печі з верхнім або нижнім відсмоктувачем. Також застосовується механічний і природний приплив повітря і витяжка.

Гальванічні, травильні цехи

В приміщеннях гальванічних та травильних цехів виділяються різноманітні шкідливості: тепло, волога, пара, гази, краплі, рідкі аерозолі, пил. Особливою токсичністю вирізняються пари і аерозолі ціанідів, солей хромової та азотної кислоти.

Найбільш поширеними пристроями для локалізації шкідливих виділень є бортові відсмоктувачі, які розміщують по довгій стороні ванни, в деяких випадках, якщо дозволяє технологічний процес,- зонти і ширми, що відділяють майданчик з обладнанням.

При виборі бортових відсмоктувачів перевагу слід надавати „перевернутим” як найбільш ефективним. Місцеві відсмоктувачі від ванн для обезжирення деталей органічними розчинами, від ванн з розчинами ціанідів, процесів хромування і нікелювання слід об'єднати в самостійні вентиляційні установки. Системи місцевих відсмоктувачів від ванн з ціаністими розчинами, азотною і соляною кислотою повинні мати резервні вентилятори з автоматичним увімкненням їх при зупинці основного.

При виборі вентиляційного обладнання необхідно дотримуватись правил пожежо- і вибухобезпечності: для витяжних систем, що виділяють пари розчинювачів чи газів від електролітичних ванн, вентилятори і електродвигуни виконують іскрозахищеними, повітропроводи заземлюють.

Зварювальні цехи

Електричне дугове зварювання супроводжується виділенням у повітря тепла, пилу, газів-оксидів азоту, оксидів вуглецю, фтористих з'єднань. Основний принцип вентиляції цехів і відділень- місцева витяжка від зварювальних постів та різки невеликих деталей, і загальнообмінна припливно-витяжна вентиляція, призначена для розбавлення невловленої місцевими витяжними пристроями частини шкідливих речовин і асиміляції теплонадходжень в приміщення.

Механічні , пресові, збірочні цехи

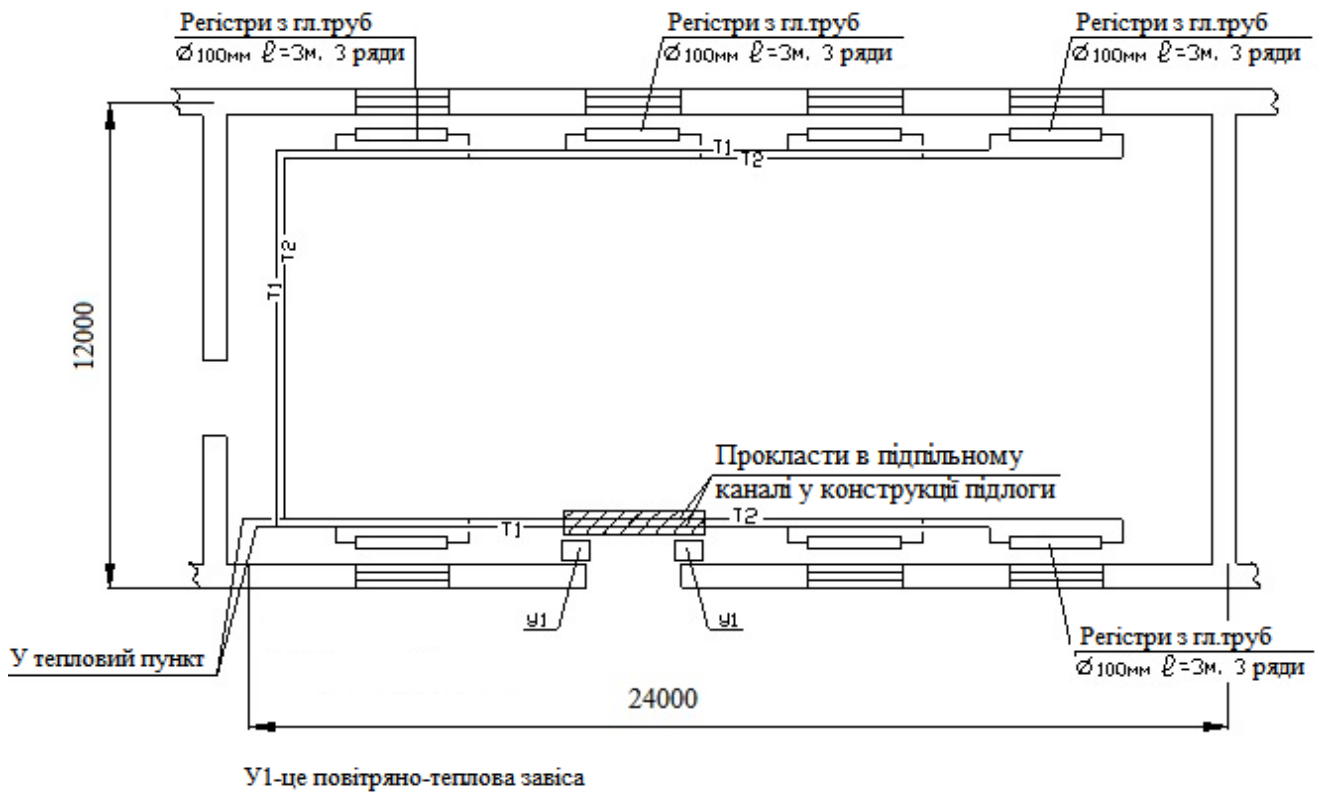
Основні шкідливі виділення в цехах – тепло, волога, пил, що утворюються в процесі обробки крихких матеріалів. Джерелами теплонадходжень є верстати, люди, сонячна радіація, штучне освітлення. Для асиміляції теплоти використовується механічна чи природна припливно-витяжна вентиляція з подачею повітря через витяжні ліхтарі, шахти чи дахові вентилятори.

Видалення пилу здійснюється місцевими відсмоктувачами у вигляді кожухів і відсмоктуючих воронок.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН.В. 2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. – К.: Мінбуд України, 2017. – 33с
2. ДБН.В. 2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. – К.: Мінбуд України, 2013. – 141 с.
3. ДСТУ Б В.2.6-189:2013. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. – К.: Мінбуд України, 2014. – 55 с
4. Опалення. Практикум : навчальний посібник / І. А. Пономарчук, К. В. Анохіна. – Вінниця : ВНТУ, 2020. – 61 с.
5. Посібник із курсового та дипломного проектування з дисципліни “Промислова вентиляція” для студентів спеціальності 6.092100 “Теплогазопостачання та вентиляція” денної і заочної форм навчання. – Полтава: ПолтНТУ, 2007. – 82 с.
6. С.С.Жуковський, В.Й.Лабай. Аеродинаміка і вентиляції. Львів.: Видавництво Львівського університету «Львівська політехніка.-370с.

ДОДАТОК А
План цеха (приклад)



ДОДАТОК Б
Схема опалення цеха (приклад)

