

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
Державний вищий навчальний заклад
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»



ГІРНИЧИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра аерології та охорони праці

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ ТА САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ
“НОРМАЛІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ У ВИРОБНИЧИХ
ПРИМІЩЕННЯХ”
З ДИСЦИПЛІН «ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ» І «ПРОМИСЛОВА
ВЕНТИЛЯЦІЯ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ»
ДЛЯ СТУДЕНТІВ УСІХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

Дніпропетровськ
2013

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Державний вищий навчальний заклад
“Національний гірничий університет”

**Методичні рекомендації до практичних занять та самостійної роботи
“Нормалізація параметрів мікроклімату у виробничих приміщеннях”
з дисциплін «Основи охорони праці» і «Промислова вентиляція та
кондиціонування повітря»
для студентів усіх спеціальностей**

Рекомендовано до видання науково-методичним управлінням університету

Дніпропетровськ
НГУ
2013

Методичні рекомендації до практичних занять і самостійної роботи “Нормалізація параметрів мікроклімату у виробничих приміщеннях” з дисциплін «Основи охорони праці» і «Промислова вентиляція та кондиціонування повітря» для студентів усіх спеціальностей /Уклад.: С.О. Алексеєнко, О.А. Муха, С.І. Чеберячко, Г.П.Кривцун. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет. – 2013. – 30 с.

Укладачі:

С.О. Алексеєнко, канд. техн. наук, доц.;

О.А. Муха, канд. техн. наук, доц.;

С.І. Чеберячко, канд. техн. наук, доц.;

Г.П. Кривцун, канд. техн. наук, доц.

Відповідальний за випуск завідувач кафедри АОП В.І. Голінько, д-р техн. наук, проф.

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Методичні рекомендації вміщують матеріали з розрахунку теплових надлишків у приміщеннях, обладнаних електронно-обчислювальними машинами і вибір побутових кондиціонерів при виконанні розділу “Охорона праці” в дипломних проектах (роботах) студентів усіх спеціальностей.

Вихідні дані для виконання розрахункового обґрунтування технологічних рішень із вибору типу побутового кондиціонера є матеріали, зібрані студентом в період переддипломної практики, і матеріали технологічних розділів дипломного проекту (роботи).

Розрахункова частина є складовою частиною розділу “Охорона праці”, структура і порядок виконання якого приведений у відповідних методичних вказівках зі спеціальності.

2. НОРМУВАННЯ МІКРОКЛІМАТУ

Санітарно-гігієнічні умови в зоні жилих громадських і адміністративно-побутових приміщеннях забезпечуються згідно з ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Державні санітарні норми» та ДСанПіН 3.3.1.007-98. “Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин».

У виробничих приміщеннях на робочих місцях з ЕОМ мають забезпечуватись оптимальні значення параметрів мікроклімату: температури, відносної вологості й рухливості повітря (ДСН 3.3.6.042-99, СН 4088-86).

У приміщеннях, обладнаних ЕОМ, розрахункова температура і відносна вологість повинні бути для теплого періоду року – максимальними, для холодного і перехідного – мінімальними з оптимальних норм.

Оптимальні показники мікроклімату розповсюджуються на всю робочу зону; *припустимі* встановлюються диференційовано для постійних і непостійних робочих місць.

Робоча зона - простір, у якому знаходяться робочі місця постійного або непостійного (тимчасового) перебування працівників.

Робоче місце - місце постійного або тимчасового перебування працюючого в процесі трудової діяльності.

Постійне робоче місце - місце, на якому працюючий знаходиться понад 50% робочого часу або більше 2-х години безперервно. Якщо при цьому робота здійснюється в різних пунктах робочої зони, то вся ця зона вважається постійним робочим місцем.

Непостійне робоче місце - місце, на якому працюючий знаходиться менше 50% робочого часу або менше 2-х годин безперервно.

Оптимальні мікрокліматичні умови - поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину забезпечують збереження нормального теплового стану організму без активізації механізмів терморегуляції. Вони забезпечують відчуття теплового комфорту та створюють передумови для високого рівня працездатності.

Допустимі мікрокліматичні умови - поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину можуть викликати зміни теплового стану організму, що швидко минають і нормалізуються та супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції в межах фізіологічної адаптації. При цьому не виникає ушкоджень або порушень стану здоров'я, але можуть спостерігатися дискомфортні тепловідчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності.

Теплий період року - період року, який характеризується середньодобовою температурою зовнішнього середовища вище +10 °С.

Холодний період року - період року, який характеризується середньодобовою температурою зовнішнього повітря, що дорівнює +10 °С і нижче.

Середньодобова температура зовнішнього повітря - середня величина температури зовнішнього повітря, виміряна у певні години доби через однакові інтервали часу. Вона приймається за даними метеорологічної служби.

Таблиця 2.1

Оптимальні норми параметрів повітря в зоні житлових, громадських і адміністративно-побутових приміщень

Період року	Температура	Максимальна відносна вологість, %	Максимальна швидкість повітря, м/с
Теплий	20...22 °С	40...60	0,5
	23...26 °С	30...60	0,3
Холодний або перехідний	20...22 °С	30...45	0,2

Таблиця 2.2

Допустимі норми параметрів повітря в зоні житлових, громадських і адміністративно-побутових приміщень

Період року	Температура	Максимальна відносна вологість, %	Максимальна швидкість повітря, м/с
Теплий	Не більше ніж на 3 °С вище температури навколишнього середовища	65	0,5
Холодний або перехідний	18...22 °С	65	0,2

Примітка. У районах із розрахунковою відносною вологістю повітря більше ніж 75 % допускається в теплий період повітря приймати вологість до 75 %. У теплий період року для громадських і адміністративно-побутових приміщень з постійним знаходженням в них людей слід приймати температуру не більше 28 °С, а для районів з розрахунковою температурою навколишнього повітря 25 °С і більше – не більше 33 °С.

Для теплого періоду для житлових і промислових приміщень при вологості 40...60 % можна розрахувати допустиму температуру за формулою

$$t_g = 22,2 + 0,33(t_3 - 21), \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.1)$$

де t_3 – температура зовнішнього повітря, °С.

У холодний і перехідний період для громадських і адміністративно-побутових приміщень із перебуванням людей у верхньому одязі слід приймати температуру 14 °С.

Метрологічні умови в деяких приміщеннях повинні відповідати не тільки вимогам комфорту, а також і спеціальним вимогам. Наприклад, в читальних залах рекомендується температура зимою 18 °С, а літом 24 °С, вологість – 40 %.

Наведені рекомендації параметрів повітря в житлових, громадських та промислових приміщеннях не є вичерпними для всіх галузей промисловості, і при розрахунках завжди необхідно звертатись до спеціальної літератури, яка видається по окремим відомствам.

Таблиця 2.3

Оптимальні величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху, м/с
Холодний період року	Легка I а	22-24	60-40	0,1
	Легка I б	21-13	60-40	0,1
	Середньої важкості II а	19-21	60-40	0,2
	Середньої важкості II б	17-19	60-40	0,2
	Важка III	16-18	60-40	0,3
Теплий період року	Легка 1а	23-25	60-40	0,1
	Легка 1б	22-24	60-40	0,2
	Середньої важкості II а	21-23	60-40	0,3
	Середньої важкості II б	20-22	60-40	0,3
	Важка III	18-20	60-40	0,4

Категорія робіт - розмежування робіт за важкістю на основі загальних енерговитрат організму.

Легкі фізичні роботи (категорія I) охоплюють види діяльності, при яких витрата енергії дорівнює 105 - 140 Вт (90 -120 ккал / годину) - категорія Ia та 141 - 175 Вт (121 - 150 ккал / годину) - категорія Ib. До категорії Ia належать роботи, що виконуються сидячи і не потребують фізичного напруження. До категорій 1б належать роботи, що виконуються сплячи, стоячи або пов'язані з ходінням, та супроводжуються деяким фізичним напруженням.

Фізичні роботи середньої важкості (категорія II) охоплюють види діяльності, при яких утрата енергії дорівнює 176 – 232 Вт (151 – 200 ккал / годину) категорія IIa та 233-290 Вт (291 – 250 ккал / годину) – категорія IIб. До категорії IIa належать роботи, пов'язані з ходінням, переміщенням дрібних (до 1 кг) виробів або предметів у положенні стоячи або сидячи, і потребують певного фізичного напруження. До категорії IIб належать роботи, що виконуються стоячи, пов'язані з ходінням, переміщенням невеликих (до 10 кг) вантажів, та супроводжуються помірним фізичним напруженням.

Важкі фізичні роботи (категорія III) охоплюють види діяльності, при яких витрати енергії становлять 291 - 349 Вт (251 - 300 ккал / годину). До категорії III належать роботи, пов'язані з постійним переміщенням, перенесенням значних (понад 10 кг) вантажів, які потребують великих фізичних зусиль.

Таблиця 2.4

*Допустимі величини температури, відносної вологості та руху повітря
в робочій зоні виробничих приміщень*

Період року	Категорія робіт	Температура, °С				Відносна вологість (%) на робочих місцях – постійних і непостійних	Швидкість руху повітря (м/с) на будь-яких робочих місцях
		Верхня межа		Нижня межа			
		На постійних місцях	На непостійних місцях	На постійних місцях	На непостійних місцях		
Холодний період року	Легка І а	25	26	21	18	75	≤ 0,1
	Легка І б	24	25	20	17	75	≤ 0,2
	Середньої важкості І а	23	24	17	15	75	≤ 0,3
	Середньої важкості І б	21	23	15	13	75	≤ 0,4
	Важка ІІІ	19	20	13	12	75	≤ 0,5
Теплий період року	Легка І а	2Я	30	71	20	55 – при 23°С	0,2 - 0,1
	Легка І б	28	30	21	19	60 – при 27 °С	0,3 - 0,1
	Середньої важкості І а	27	29	13	17	65 – при 26 °С	0,4 - 0,2
	Середньої важкості І б	27	29	15	15	70 – при 25 °С	0,5 - 0,2
	Важка ІІІ	26	28-	15	13	75 – при 24 °С	0,6 - 0,5

У кабінах, постах управління, у залах з обчислювальною технікою та інших приміщеннях при виконанні робіт пов'язаних з нервово-емоційною напругою, підтримуються оптимальні показники температури повітря (22...24 °С), відносної вологості (40...60 %) та швидкості руху (не більше 0,1 м/с). В інших промислових приміщеннях, повинні підтримуватись норми, які визначаються галузевими стандартами узгодженими з органами санітарного нагляду.

Таблиця 2.5

Норми мікроклімату для приміщень із ВДТ ЕОМ та ПЕОМ

Пора року	Категорія робіт	Температура повітря, °С не більше	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний	легка-1а	22-24	40-60	0,1
	легка-1б	21-23	40-60	0,1
Теплий	легка-1а	23-25	40-60	0,1
	легка-1б	22-24	40-60	0,2

Примітка: до категорії 1а належать роботи, що виконуються сидячи і не погребують фізичного напруженій, при яких витрати енергії складають до 139 Вт; до категорії 1б належись роботи, що виконуються сидячи, стоячи або пов'язані з ходінням, та супроводжуються фізичним напруженням, при яких витрати енергії становлять від 140 до 174 Вт. (ДСН 3.3.6.042-99, СН 4088-86).

3. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИХ НАДЛИШКІВ В ПРИМІЩЕННІ

Робота в приміщеннях, обладнаних обчислювальною технікою неможлива без забезпечення в них оптимальних показників температури повітря, вологості та його швидкості руху. Для дотримання комфортних умов праці необхідно розрахувати всі виділення і витрати тепла в приміщенні. Оскільки більш складна ситуація виникає при забезпеченні метрологічних показників у літню пору, тому основну увагу приділимо визначенню теплових надходжень у приміщення з обчислювальною технікою, та вибору методів для їх виведення.

Джерелами тепловиділень у громадських приміщеннях є штучне освітлення, електроприлади, люди, що знаходяться в приміщенні, сонячне тепло, яке потрапляє через вікна і стіни.

Виділення тепла від джерел штучного освітлення

Розрахунок виділення тепла від джерел штучного освітлення Q_{OCB} , кВт, визначається за формулою

$$Q_{OCB} = N\eta, \quad (3.1)$$

де N - сумарна потужність джерел освітлення, кВт; η - коефіцієнт теплових витрат ($\eta = 0,92...0,97$ для ламп розжарювання, $0,55$ - для люмінесцентних ламп).

Виділення тепла від радіотехнічних приладів і комп'ютерних систем

Для розрахунку виділення тепла від комп'ютерних систем, радіотехнічних установок і пристроїв обчислювальної техніки використовується попередня формула (3.1), у якій $\eta=0,3...0,5$ для радіотехнічних пристроїв і $0,4...0,7$ для пристроїв обчислювальної техніки і комп'ютерних систем.

Виділення тепла від працюючих машин, механізмів, станків, електродвигунів

Найбільше розповсюдженим двигуном машини, механізмів, станків є електродвигун, на валу якого відбувається видозміна електричної енергії в механічну. Механічна енергія завдяки тертю частин механізмів переходить в тепло. Теплові виділення від електродвигунів можна визначити за формулою

$$Q_{ов} = N_{ов}(1 - \eta_{кнд}) \quad (3.2)$$

де $N_{ов}$ – номінальна потужність електродвигуна, кВт; $\eta_{кнд}$ – к.к.д. електродвигуна.

Виділення тепла від людей

Тепловиділення організму людини залежать від важкості роботи, температури і швидкості руху навколишнього повітря. Розрізняють явне і скрите тепло, що виділяється з організму людини. Їх співвідношення залежить як від мускульної роботи так і від параметрів навколишнього середовища. Зі збільшенням інтенсивності роботи і температури збільшується доля прихованого тепла. При температурі повітря 36°C все тепло, що виробилось в організмі, віддається шляхом випаровування, а при більш високих температурах виводиться з організму виводиться і тепло, що передається за допомогою повітря.

Тепловиділення від однієї людини в залежності від температури повітря та інтенсивності роботи наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Тепловиділення від однієї людини в залежності від температури повітря та інтенсивності роботи

Умови, що впливають на тепло- виділення людей	$t_{п}, ^\circ\text{C}$	Тепловиділення, кВт/ч		
		Явне тепло	Скрите теп- ло	Загальне тепло
Люди в стані спокою (театри, клуби, зали та ін.)	15	85	40	125
	20	70	35	105
	25	50	30	80
	30	30	50	80
При спокійній праці (громадські заклади, вузи, офіси та ін.)	15	100	35	135
	20	85	45	130
	25	55	70	125
	30	35	90	125
При легкій та середній фізичній праці (укомплектування приборів, шиття, виконання дослідницьких робіт та ін.)	15	115	65	180
	20	90	85	175
	25	60	110	170
	30	40	130	170

Кількість тепла, що виділяється від однієї людини визначається за формулою

$$Q_{л} = nq, \text{ кВт}, \quad (3.3)$$

де q – кількість загального тепла, що виділяє одна людини, кВт; n – кількість людей у приміщенні.

Уважається, що жінка виділяє 85%, а дитина - 75% тепла, яке виділяє дорослий чоловік.

Виділення тепла від сонячної радіації

У теплу пору року, при температурі навколишнього повітря 10°C і вище, в загальному тепловому балансі приміщення необхідно враховувати також тепло, що надходить у нього через засклені поверхні і покриття.

Розрахунок кількості тепла, що надходить у приміщення від сонячної радіації:

- для засклених поверхонь

$$Q_{оск} = F_{зас} q_{зас} A_{зас}; \quad (3.4)$$

- для покритих

$$Q_n = F_n q_n; \quad (3.5)$$

де $F_{зас}$, F_n - відповідно, площі поверхні засклення і покриття, м^2 ; $q_{зас}$, q_n - відповідно, питомі тепловиділення від сонячної радіації, $\text{Вт}/\text{м}^2$, через 1м^2 поверхні засклення (з урахуванням орієнтації по сторонах світу, табл. 3.2) і через 1м^2 покриття ($q_n = 21$ для географічної широти 45 ; $q_n = 17$ для географічної широти 55); $A_{зас}$ - коефіцієнт характеру засклення (табл.3.3).

Із двох варіантів як розрахунковий приймається той, де більша кількість тепловиділень.

Таблиця 3.2

Виділення тепла від сонячної радіації через застакнення $q_{зас}$, Вт/м²

Характер застакнення	При орієнтації застакнення і географічній широті							
	Південь		Півд - Схід і Півд - Захід		Схід і Захід		Півн - Схід і Півн - Захід	
	45	55	45	55	45	55	45	55
Вікна з плетіннями: дерев'яними	145	145	128	145	145	170	75	75
металевими	185	185	165	185	185	200	95	95

Таблиця 3.3

Значення коефіцієнта $A_{зас}$

№	Характер застакнення, його стан	$A_{зас}$
1	Подвійне застакнення в одній рамі	1,15
2	Одинарне застакнення	1,45
3	Звичайне забруднення	0,8
4	Сильне забруднення	0,7
5	Забілювання вікон	0,6
6	Застакнення з матовим склом	0,7
7	Зовнішнє зашторювання вікон	0,25

Для зменшення надходження тепла через вікна, рекомендується по можливості орієнтувати вікна на північ, примістити подвійне застакнення, забілку застакнення, штори, жалюзі, карниз. В результаті використання вказаних захисних пристроїв, теплові надходження від сонячної радіації можуть бути зменшені до 60 % (табл. 3.4). При розрахунках вони враховуються за допомогою коефіцієнту k , який вводиться в формулу (3.5).

Таблиця 3.4

Захисний пристрій	K
при шторах між віконними рамами	0,5
при внутрішніх шторах на вікнах	0,4
жалюзі	0,5

Надлишки загальної теплоти, що підлягають виведенню з приміщення, ϵ в тепловому балансі різницею між кількістю тепла, що надійшло і кількістю тепла, що було використане.

$$Q_{надл} = Q_3 - Q_m, \quad (3.6)$$

де Q_3 - загальні теплові надходження в приміщення, кВт; Q_m - теплові витрати приміщення, які враховуються в тепловому балансі в холодну пору року при різниці температур зовнішнього і внутрішнього повітря більше 5 °С.

Загальні теплові надходження в приміщення, визначають як суму зовнішніх і внутрішніх теплових потоків:

$$Q_3 = Q_1 + Q_2, \quad (3.7)$$

де Q_1 – зовнішні теплові притоки, кВт; Q_2 – внутрішні теплові притоки.

Для визначення зовнішніх теплових надходжень необхідно знати об'єм приміщення V :

$$Q_1 = qV + Q_{ок} + Q_n, \quad (3.8)$$

де q – коефіцієнт тепловіддачі; $q = 30$, якщо не має сонця в приміщенні, $q = 35$ – якщо частина вікон розташована з сонячної сторони; $q = 40$ – якщо всі вікна розташовані з сонячної сторони.

Внутрішні теплові надходження в приміщення розраховуються за формулою

$$Q_2 = Q_{кк} + Q_{осв} + Q_l + Q_i \quad (3.9)$$

де $Q_{кк}$ – виділення тепла від комп'ютерних систем; Q_l – виділення тепла від людей; Q_i – виділення тепла від інших приборів, які знаходяться в приміщенні наприклад холодильники ($\eta=0,3$), електрочайники ($\eta=0,3$), радіотехнічні пристрої та ін.

4. ЗАХОДИ БОРОТЬБИ З НАДЛИШКАМИ ТЕПЛА В ПРИМІЩЕННЯХ

На метрологічні умови в приміщенні сильно впливають внутрішнє планування, розміщення обладнання, орієнтування по сторонах світу, висота приміщення, використання аераційних ліхтарів та конструкцій зовнішніх захисних засобів від сонячної радіації, використання теплоізоляції та ін. Ці питання вирішуються при проектуванні будинку.

Одним із основних заходів із оптимізації параметрів мікроклімату і складу повітря в приміщеннях є забезпечення потрібного повітрообміну за допомогою вентиляції.

Для вентиляції побутових, адміністративних та виробничих приміщень широко використовується природна вентиляція. Обмін повітря в цьому випадку здійснюється за рахунок різниці температур повітря в приміщенні та за його межами, а також під дією вітру. Така вентиляція може бути неорганізованою, коли обмін повітря здійснюється через вікна, квартирки, щілини в зовнішніх огорожах і т.п., та організованою, що піддається регулюванню. В останньому випадку для вентиляції використовують спеціальні вентиляційні отвори конструкція яких дозволяє змінювати їх аеродинамічний опір, або дефлектори. Дефлектори - це спеціальні пристрої, що встановлюються на витяжних вентиляційних трубопроводах та використовують енергію вітру.

Організовану природну вентиляцію прийнято називати аерацією. Перевагою такої вентиляції є можливість подавати значні об'єми повітря без витрат енергії, вентиляторів та вентиляційних трубопроводів. Поряд з цим вона має суттєві недоліки, а саме: значне зниження ефективності влітку та неможливість здійснити очищення і охолодження повітря, що надходить у приміщення.

В системах механічної вентиляції рух повітря здійснюється вентиляторами. Крім них вентиляційні системи, як правило, мають пристрої для забору повітря, вентиляційні трубопроводи, фільтри, калорифери, приливні або витяжні отвори, пристрої для очищення забрудненого повітря від шкідливих газів та пилу перед його викидом в атмосферу, витяжні шахти та ін. Найбільш досконалими, з точки зору умов життєдіяльності, є припливно-витяжні системи вентиляції тому, що в цьому разі надходження і видалення повітря з приміщення організовані. При роботі витяжної системи чисте повітря надходить в приміщення неорганізовано (через щілини, негерметичні конструкції), що в ряді випадків може привести до переохолодження організму людини.

Місце для забору свіжого повітря вибирають з урахуванням напрямку вітру, із навітряного боку відносно витяжних отворів, далі від місць виділення шкідливих речовин.

Для вибору вентилятора потрібно знати необхідну для вентиляції приміщення кількість повітря та повний тиск, що витрачається на переміщення повітря в трубопроводах, у вентиляційних отворах, фільтрах та інших елементах вентиляційної системи. Кожен вентилятор має свою аеродинамічну характеристику, що показує зв'язок між основними параметрами - кількістю повітря, тиском, потужністю та коефіцієнтом корисної дії. Правильно вибраний вентилятор тоді, коли він забезпечує необхідну кількість повітря і працює при найбільш високому коефіцієнті корисної дії.

Розрахунок витяжної вентиляції за надлишками теплоти наведено в роботі [2]. За допомогою механічної вентиляції можливо забезпечити тільки допустимі умови параметрів мікроклімату, але є багато виробничих процесів де потрібно підтримувати оптимальні умови мікроклімату, тому більш детально зупинимось на кондиціонуванні.

Кондиціонування — це створення і автоматична підтримка в закритих приміщеннях необхідної температури, вологості, тиску, чистоти, іонного складу, та швидкості переміщення повітря.

Системи кондиціонування повітря (СКП), що призначаються для створення повітряного середовища, найбільш сприятливого для людини називають комфортними. Людський організм у процесі життєдіяльності виділяє теплоту, вологу і вуглекислоту. Усі ці виділення повинні бути виведені з приміщення разом із забрудненим повітрям.

Комфортне кондиціонування повинне забезпечувати задану температуру, відносну вологість, чистоту повітря, різницю між температурами в приміщенні і припливного повітря, рівень шуму в приміщеннях, який пов'язаний з роботою обладнання СКП.

Технологічні системи кондиціонування забезпечують створення повітряного середовища, що сприяє успішному протіканню технологічного процесу. У промислових приміщеннях, де знаходиться обслуговуючий персонал необхідно використовувати технологічно-комфортне кондиціонування, яке буде враховувати присутність людей в приміщенні.

Устрій, у якому здійснюється необхідна теплова обробка повітря і його очищення називається установкою кондиціонування повітря (УКП) або кондиціонером.

Кондиціонери забезпечують необхідний мікроклімат у приміщеннях.

Системи кондиціонування класифікуються:

- за призначенням – на комфортні і технічні, а також на технічно-комфортні в приміщеннях із тривалим перебуванням обслуговуючого персоналу;
- за режимом робіт – на цілорічні, що підтримують необхідні параметри весь рік і сезонні, що здійснюють для холодного періоду підігрів і зволоження повітря, а для теплого – охолодження і підсушення повітря;
- за характером зв'язку з обслуговуючим персоналом – на центральні і місцеві;
- за схемою обробки повітря – на прямоточні, що характеризуються обробкою тільки зовнішнього повітря і рециркуляційні, що характеризуються обробкою не тільки зовнішнього повітря, а ще й рециркуляційного;
- за тиском, який розвиває вентилятор – на системи низького, середнього і високого тиску;
- за продуктивністю – високої продуктивності (центральні) і невисокої продуктивності (місцеві);
- за способом обслуговування приміщень із різними параметрами повітря і тепловологістними режимами – на одноструменеві і багатузональні;
- за ступенем забезпечення необхідних параметрів повітря в приміщенні, що обслуговується, протягом усього року.

Не зупиняючись на деталях приведеної класифікації, відзначимо тільки, що вона багато в чому визначає ті різновиди *кондиціонерів*, на яких ми зупинимося нижче. Відразу ж помітимо, що специфічні технологічні кондиціонери випадають з нашого поля зору, тому що є прерогативою обмеженого кола фахівців і масового поширення не мають. Спочатку зупинимося на місцевих кондиціонерах, тобто таких пристроях, що призначені для створення необхідного мікроклімату в приміщенні, де вони встановлені, чи його частини. Ці кондиціонери бувають *автономні*, які мають пристрої теплоти і холоду та *неавтономні*, які потребують для роботи подачі теплоносія і холодоносія.

До неавтономних пристроїв обробки повітря відносять вентиляторні теплообмінники продуктивністю за повітрям 150 - 6000 м³/год, а за холодопродуктивністю 600-25000 Вт. Ці пристрої, установлюються безпосередньо в приміщенні. Вони, як правило, досить естетичні і пристосовані для розміщення в різних місцях. До їх недоліку слід віднести наявність вентилятора, що є джерелом шуму.

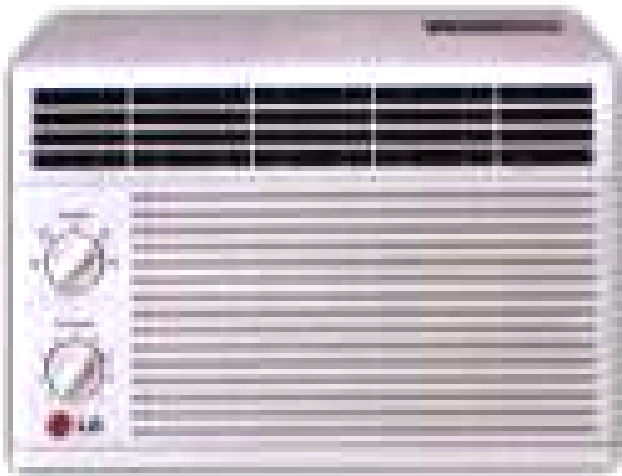


Рис. 1. Віконний кондиціонер



а)



б)

Рис. 2. Настінна спліт-система: а) настінний блок; б) зовнішній блок

До автономних місцевих кондиціонерів відносять віконні кондиціонери та спліт-системи (split systems). Найчастіше такі пристрої характеризуються холодопродуктивністю до 10 кВт і продуктивністю за повітрям до 3000 куб. м/ч. Вони можуть працювати як на рециркуляційному повітрі, так і на його суміші із зовнішнім.

Віконні кондиціонери – це одноблочний пристрій, у корпусі якого розташовані: холодильна машина (компресор, конденсатор, випарник), вентилятор, фільтр, блок керування. У деяких моделях передбачається електричний підігрів. Охолодження конденсатора здійснюється зовнішнім повітрям. Вони характеризуються простотою виконання, що робить їх найдешевшими серед усіх типів кондиціонерів. До їх недоліків слід віднести високий рівень шуму та екранування світлового потоку, а також їх розміщення погіршує зовнішній вигляд фасаду будинків.

Названі недоліки привели до пошуку нових конструкцій кондиціонерів. У результаті на початку 80-х років з'являються спліт-системи, у яких компресорний агрегат і випарник розміщені окремо. Сучасна спліт-система, характе-

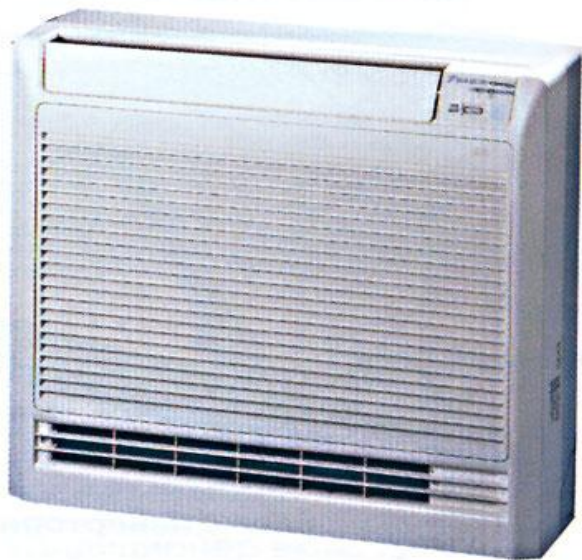


Рис. 3 Напільний блок спліт-системи



а)



б)

Рис. 4. Внутрішні блоки пліт-системи: а) касетний блок; б) каналний блок

ризується: низькими шумовими показниками, можливістю регулювання витрати повітря, ефективною системою очищення повітря, а також привабливим зовнішнім виглядом.

Майже всі спліт-системи функціонують у двох режимах: охолодження і нагрівання внутрішнього повітря (тепловий режим). Тепловий режим характерний для міжсезоння, коли температура зовнішнього повітря складає $+8...-5$ °С. Верхнє значення цього інтервалу температури пов'язано з припиненням роботи опалювальних систем, нижнє - з енергетичною доцільністю функціонування агрегату в розглянутому режимі. У ньому, як правило, забезпечується автоматична система захисту теплообмінника зовнішнього блоку від обмерзання. Останнім часом у деяких спліт-системах передбачається інверторне керування компресором холодильної машини, що являє собою регулювання його потужності за рахунок зміни частоти електричного струму. Це дозволяє швидко встановлювати режим роботи останнього і робити досить точну підтримку параметрів повітря. Останнім часом широке розповсюдження отримали настінні і напільні кондиціонери. За конструкцією вони відносяться до спліт-систем, а їх назва вказує, де розміщується внутрішній блок кондиціонера (рис. 2, 3). До недоліків традиційних спліт-систем необхідно віднести неможливість рівномірного розподілу обробленого по-



Рис. 5. Настельний блок пліт-системи

можливо закріпити кондиціонери на стінах (наприклад, магазин з великою площею засклення), встановлюються колонні кондиціонери або стелеві (рис. 5). Якщо до одного зовнішнього блока підключено декілька внутрішніх, такий кондиціонер називається мультиспліт-системою.

Правильно спроектована і раціонально виконана система кондиціонування повітря в приміщеннях сприяє збереженню здоров'я та підвищенню працездатності людей.

5. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИТРАТ В ПРИМІЩЕННІ

Докладна методика розрахунку наведена СНіП II-3-79* „Будівельна теплотехніка”, але непідготовленій людині провести розрахунок тепловитрат дуже складно. Для їх розрахунку потрібно дещо поглибитися у фізику і з'ясувати „звідки береться тепло?”. В попередньому розділі було розглянуто розрахунок теплових надлишків від тепловиділення людей, побутової техніки, нагрівання за рахунок сонячної радіації та інше. Куди воно дівається? Іде через конструкції, що огорожують (стіни, підлога, стеля, особливо через вікна і двері) і витрачається на нагрівання прихожого повітря (вентиляційна складова).

Загальні тепловтрати визначимо за формулою:

$$Q_{mv} = Q_{огр} + Q_v, \quad (5.1)$$

де $Q_{огр}$ – тепловтрати через всі огороження всіх опалювальних приміщень (стелю, стіни, вікна, пол), Вт;

Q_v - тепловтрати на вентиляцію всіх опалювальних приміщень, Вт;

$$Q_v = 0.34(t_g - t_z)NV^2, \quad (5.2)$$

де N - кратність повітрообміну, [1/ч]

$$Q_{огр} = Q_{огр1} + Q_{огр2} + \dots + Q_{огрi}, \quad (5.3)$$

де $Q_{огрi}$ – тепловитрати через i -те огороження опалювального приміщення, Вт

вітря в приміщенні.

До спліт-систем також необхідно віднести каналні і касетні кондиціонери (рис. 4). Найчастіше вони використовуються в приміщеннях великих розмірів так, як здатні розподіляти повітря в різні боки вільними і настільними струменями, при чому до внутрішнього блока можуть бути приєднані практично всі традиційні повітро-розподільники.

У приміщеннях, де не

$$Q_{\text{опі}} = k_i(t_e - t_{zi})F_i, \quad (5.4)$$

де k_i - коефіцієнт теплопередачі через i -те огороження [Вт/м²]
 t_{zi} - температура повітря на зовнішній стороні огороження, °С
 F_i - площа i -того огороження, м².

Відповідно до СНіП 2.04. 05-91 "Опалення, вентиляція і кондиціонування" - Втрати теплоти через внутрішні конструкції, що огорожують, приміщень допускається не враховувати, якщо різниця температур у цих приміщеннях дорівнює 3 °С і менш. Розрахункова температура зовнішнього повітря в холодний період року для м. Дніпропетровська становить -23 °С.

Коефіцієнт теплопередачі через огороження виготовленого з прошарками з різних матеріалів визначимо за формулою

$$k = \frac{1}{R_1 + R_2 + \dots + R_i}, \quad (5.5)$$

де R_i - опір теплопередачі через шар огороження, [м²/Вт].

В випадках одношарового огороження, наприклад, цегельна або бруслова стіна, тоді

$$k = \frac{1}{R}.$$

Опір теплопередачі визначаємо за формулою

$$R = \frac{d}{\xi}, \quad (5.6)$$

де d - товщина огороження або шару матеріалу (наприклад, русовая стіна обкладена зовні кирпичем), [м]

ξ - коефіцієнт теплопровідності матеріалу.

Коефіцієнт теплопровідності можна знайти в СНіП II-3-79*. Коефіцієнти для деяких, самих розповсюджених матеріалів, що використовуються в якості огороження наведені в табл. 5.1.

Таким чином, визначивши опір теплопередачі для кожного прошарку з якого складається огороження і розрахувавши коефіцієнт теплопровідності для стін, вікон, дверей, окремо підлоги, стелі у кожному приміщенні будинку можна оприділити тепловитрати приміщення.

Характеристики матеріалів у сухому стані наведені при масовому відношенні вологи в матеріалі w , %, рівному нулю. Такм чином для розрахунків потрібно використати коефіцієнти із правих колонок.

6. ЗАХОДИ БОРОТЬБИ З ТЕПЛОВИТРАТАМИ В ПРИМІЩЕННЯХ

У холодний та перехідний періоди року температура у приміщеннях знижується нижче нормативної величини. Це пов'язано зі зниженням температури навколишнього середовища і втратами приміщеннями теплової

Матеріал	Характеристики матеріалу в сухому стані			Розрахункове масове відношення вологи в матеріалі w, [%]	Розрахункові коефіцієнти	
	щільність ρ_0 , [кг/м ³]	питома теплоємність c [кДж/кг ⁰ С]	коефіцієнт теплопровідності, ξ , [Вт/м]		тепло-провідність ξ , [Вт/м]	теплоусвоювання (при періоді 24 год), [Вт/м ²]
Залізобетон	2500	0,84	1,69	2	1,92	17,98
Газо-пінобетон, газо-піносілікат	1000	0,84	0,29	10	0,41	6,13
Аркуші гіпсові обшивальні (суха штукатурка)	800	0,84	0,15	4	0,19	3,34
Цегельна кладка	1800	0,88	0,56	1	0,70	9,20
Сосна і ялина	500	2,30	0,09	15	0,14	3,87
Фанера	600	2,30	0,12	10	0,15	4,22
Пенополистирол	150	1,34	0,05	1	0,052	0,89
Пінопласт ПХВ-1	125	1,26	0,052	2	0,06	0,86
Пісок для будівельних робіт	1600	0,84	0,35	1	0,47	6,95
Аркуші азбестоцементні плоскі	1800	0,84	0,35	2	0,47	7,55
Руберойд, толь	600	1,68	0,17	0	0,17	3,53
Лінолеум полівинилхлоридний багатощаровий	1800	1,47	0,38	0	0,38	8,56
Скло віконне	2500	0,84	0,76	0	0,76	10,79

енергії через зовнішні стіни будинків. Для підтримання необхідної температури у приміщенні будинків використовують системи опалення.

Система опалення будинків повинна забезпечувати рівномірну підтримку розрахункових температур опалювальних приміщень протягом усього опалювального періоду, а також: можливість регулювання теплопродуктивності по приміщеннях без порушень гідравлічної та теплової стійкості; зручність в експлуатації й при ремонті; припустимий рівень шуму; пожежну безпеку. Опалювальний період для житлових будинків – це період року, коли середня температура зовнішнього повітря нижче +8 °С.

В будинках можуть застосовуватися системи опалення: водяні, повітряні, електричні, грубні.

Найбільш часто для опалення будинків застосовуються водяні системи опалення з центральним водопостачанням від теплових пунктів.

Грубне опалення допускається в житлових будинках до двох поверхів. У містах і населених пунктах міського типу грубне опалення допускається при відповідному обґрунтуванні.

Повітряне опалення варто застосовувати при підвищених вимогах до комфортності будинку в сполученні із вентиляцією або кондиціонуванням.

Електричне опалювання може бути застосоване при економічному обґрунтуванні й узгодженні з електропостачальними організаціями.

У зв'язку з тим, що водяні системи опалення розробляються на стадії проектування будинків і мають досить складний розрахунок, то в даних методичних вказівках буде більш детально розглянуте електричне опалення.

Для нагрівання офісних приміщень, коли вони не підключені до систем центрального опалення можна за допомогою, теплових гармат, масляних, інфрачервоних обігрівачів, калориферів, тепловентиляторів та інше.

Інфрачервоні обігрівачі – це прилади, які нагрівають навколишнє середовище шляхом випромінювання теплової складової сонячного спектра. Таке випромінювання, як і звичайне світло, не поглинається повітрям. Конструктивно інфрачервоні обігрівачі представляють собою металевий корпус з тепловипромінювальною панеллю, у яку вмонтовані тенти (рис. 1). Їх потужність може коливатись в діапазоні 0,3 – 1,5 кВт. Вони є єдиним типом приладів, що дозволяють здійснити зональний або крапковий обігрів. У випадку зонального обігріву в різних частинах приміщень будуть підтримуватися режими з різною температурою. Крапковим можна вважати розміщення приладів над окремими робітниками місцями без обігріву усього приміщення.



Рис. 6. Інфрачервоний обігрівач

При порівнянні з традиційними способами обігріву, інфрачервоні обігрівачі знижують електроживлення і зменшують витрати на обігрів на 15-40 %.

До переваг інфрачервоних обігрівачів можна віднести:

- швидке нагрівання повітря;
- легке регулювання теплового режиму приміщення;
- підтримку оптимальної температури в зоні перебування людей.

Тепловентилятори призначені для загального або локального обігріву будинків і окремих приміщень будь-яких типів. Вони можуть не тільки обігрівати, але і здійснювати вентиляцію, очищення і осушення повітря. Характеризуються: компактністю, легкістю, надійністю, мобільністю, простотою в експлуатації.

Тепловентилятор – це компактний опалювальний прилад, дія якого заснована на створюванні за допомогою нагрівальних елементів теплих потоків повітря, які рівномірно розподіляються в приміщенні (рис. 2).



Рис. 7. Тепловентилятори

До переваг вентиляторів слід віднести:

- швидкий прогрів приміщення, відсутність високої температури на корпусі, мобільність, невеликі розміри, велику потужність від 3 до 20 кВт, простоту обслуговування.

Масляні обігрівачі – це найбільш популярний вид побутових приладів. Вони представляють собою багатосекційний герметичний корпус, який наповнений мінеральною олією, що нагрівається за допомогою занурених в корпусі тентів (рис. 3). При включенні радіа-

тора олія перемішується і рівномірно нагрівається, передаючи тепло корпусові обігрівача, а той у свою чергу завдяки конвекції нагріває повітря приміщення (рис. 4). Сучасні масляні обігрівачі мають красивий дизайн і здатні легко прикрасити інтер'єр.



Рис. 8. Масляний обігрівач



Рис. 9. Ефект конвекції повітря

прогрів приміщення – до 15 - 20 хв.



Рис. 10. Конвектор



Рис. 11. Теплова гармата

використання; переносні теплові гармати для тимчасового обігріву і створення персонального комфорту.

Переваги:

- можливість швидкого і рівномірного нагрівання повітря в приміщенні;

До переваг таких обігрівачів слід віднести:

- автоматичне регулювання заданої температури;
- безшумність;
- мобільність;
- екологічну безпеку.

До недоліків масляних обігрівачів відносять довгий

Електричні конвектори призначені для обігріву побутових і офісних приміщень у яких недостатньо ефективно працює центральне опалення. Вони представляють собою повний прямокутний металевий корпус, в нижній частині якого розміщений електронагрівач, що управляється термостатом (рис. 5). До їх переваг відносять: простоту монтажу, безшумність, високий КПД, висока точність підтримки заданих температур, відсутність продуктів згоряння.

Тепловою "гарматою" називається тепловентилятор напівпромислового застосування потужністю від 2 кВт і вище (рис. 6). Ці прилади призначені для тимчасового або постійного обігріву приміщень, не підключених до міської теплової мережі. До основної сфери застосування теплових гармат відносять будівництво, промислові і складські будинки, магазини, гаражі і т.п.

Розрізняють два типи теплових гармат: стаціонарні теплові гармати для тривалого

використання; переносні теплові гармати для тимчасового обігріву і створення персонального комфорту.

- висока потужність приладів (від 2 до 60 кВт);
- низький рівень шуму;
- можливість роботи в режимі вентиляції;

Теплові завіси призначені для розділення зон (відкритих прорізів) з різною температурою повітря, наприклад, вхідних дверей, воріт інше. Могутній вентилятор, встановлений усередині теплової завіси, створює сильний потік повітря, так названі "невидимі двері" які не дозволяють тепловому повітрю виходити назовні, а холодному – проникати в приміщення.

Теплові завіси випускають трьох типів: без обігріву, із блоками електрообігрівання та з теплообмінниками на гарячій воді, що подається із системи центрального опалення. Підвищена складність монтажу водяних завіс компенсується низькими витратами при експлуатації і високій потужності. Такі завіси звичайно застосовують у промислових будинках з великими відкритими прорізами.

При порівнянні з традиційними системами обігріву теплові завіси на 75-80% знижують тепловтрати, що істотно скорочує витрати на обігрів. Більшість теплових завіс призначено для горизонтальної установки зверху відкритого прорізу. Однак бувають і вертикальні теплові завіси, що встановлюються збоку від прорізу. Висота (довжина) вертикальної завіси повинна бути не менш 3/4 висоти прорізу, що захищається.

7. ОБГРУНТУВАННЯ І ВИБІР СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ І КОНДИЦІОНУВАННЯ

Для вибору опалювального приладу або кондиціонера необхідно визначити його потужність, яка забезпечить нормалізацію кліматичних умов у приміщенні.

Потужність можна визначити за формулою

$$L = kQ_{\text{надл/те}} ; \text{кВт}, \quad (5.1)$$

де k – коефіцієнт, що враховує величину втрат, $k = 1,1$ – якщо обладнання встановлене у приміщенні, $k = 1,15$ – якщо обладнання встановлене поза приміщенням; $Q_{\text{надл/те}}$ – загальна кількість надлишкового тепла (теплових витрат) в приміщенні, кВт.

Визначивши необхідну потужність з табл. 7.1 вибираємо тип кондиціонерів, який здатен забезпечити необхідні кліматичні умови.

Марка конкретного кондиціонера вибирається за каталогами компаній та фірм, виходячи з його типу з урахуванням його габаритних розмірів, шумових характеристик, повітряного обміну, ціни та номінальної потужності.

Технічні характеристики деяких марок кондиціонерів різних виробників наведені у додатку (табл. А).

Технічні характеристики опалювальних приладів наведені у додатку (табл. Б).

Таблиця 7.1.

Тип кондиціонера	Потужність охолодження в кВт							
	1.5	2	2.6	3.5	5.5	7	10	>13
Типова нумерація моделі	05	07	09	12	18	24		
Мобільні моноблоки	X	X	X					
Мобільні сплінт-системи			X	X	X			
Віконні кондиціонери	X	X	X	X	X	X		
Настінні кондиціонери	X	X	X	X	X	X		
Касетні кондиціонери					X	X	X	X
Колонні кондиціонери						X	X	X
Канальні кондиціонери						X	X	X
Стелеві кондиціонери						X	X	X

8. ПРИКЛАД ВИБОРУ ТИПУ КОНДИЦІОНЕРА

Вихідні дані

Вибрати засоби для нормалізації мікроклімату в приміщенні лабораторії електронно-обчислювальної техніки з розмірами $4 \times 8 \times 3$, яке розміщується на другому поверсі дев'ятиповерхового будинку з південного боку. Площа вікон з дерев'яними плетіннями складає $F = 4,7 \text{ м}^2$. На вікнах розміщені жалюзі. У приміщенні з кількістю людей $n = 5$ розташовано $N_{ПК} = 5$ персональних ЕОМ та холодильник. Для штучного освітлення використовується $N_{ЕЛ} = 12$ електричних ламп розжарювання.

Розрахунок теплових надлишків у приміщенні

Джерелами тепловиділень у цьому приміщенні є штучне освітлення, електроприлади, люди, що знаходяться в приміщенні, сонячне тепло, яке потрапляє через вікна і стіни.

Виділення тепла від джерел штучного освітлення

$$Q_{ОСВ} = 12 \cdot 100 \cdot 0,95 = 1140 \text{ Вт}$$

Виділення тепла від радіотехнічних приладів і комп'ютерних систем

$$Q_{КС} = 5 \cdot 250 \cdot 0,6 + 300 \cdot 1 \cdot 0,3 = 840 \text{ Вт}$$

Виділення тепла від людей

$$Q_{л} = 5 \cdot 125 = 625 \text{ Вт}$$

Виділення тепла від сонячної радіації

Оскільки дане приміщення розташоване не на останньому поверсі тепло, що надходить через покриття не враховується.

Згідно з орієнтацією вікон з дерев'яними плетіннями на південь питоме тепловиділення $q_{зас} = 145 \text{ Вт/м}^2$ (табл. 3.2). Значення коефіцієнта $A_{зас} = 1,15$ (табл. 3.3). Оскільки на вікнах приміщення є жалюзі, то в формулу (2.2.3) вводиться коефіцієнт $k = 0,5$.

Кількість тепла, що надходить у приміщення від сонячної радіації:

$$Q_{оск} = 4,7 \cdot 145 \cdot 1,15 \cdot 0,5 = 391 \text{ Вт}$$

Визначення зовнішніх теплових надходжень

$$Q_1 = 40 \cdot 4 \cdot 8 \cdot 3 + 391 = 4231 \text{Вт}$$

Визначення внутрішніх теплових надходжень

$$Q_2 = 840 + 1140 + 625 = 2605 \text{Вт}$$

Визначення загальних теплових надходжень у приміщення

$$Q_3 = 4231 + 2605 = 6836 \text{Вт}$$

$Q_m = 0$ (оскільки розрахунок ведеться для літнього періоду)

$$Q_{\text{надл}} = 6,8 \text{ кВт}$$

Для вибору кондиціонера необхідно визначити його потужність, яка забезпечить необхідні кліматичні умови.

Необхідна потужність кондиціонера

$$L = 1,1 \cdot 6,8 = 7,5 \text{ кВт}$$

Вибір типу кондиціонера

Визначивши необхідну потужність кондиціонера, за табл. 5.1 вибираємо клас кондиціонерів, який здатен забезпечити необхідні кліматичні умови. Згідно з цільовим призначенням і характеристиками приміщення вибираємо настінний кондиціонер. Марку кондиціонера можна підібрати за ціновим фактором з каталогів підприємств, що випускають кондиціонери.

9. СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Державні санітарні норми. ДСН 3.3.6.042-99. К., 1999. – 29 с.
2. ДсанПіН 3.3.1.007-98. “Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин, затверджені МЗ України 10.12.98.
3. Нимич Г.В., Михайлов В.А., Бондарь Е.С. Современные системы вентиляции и кондиционирования воздуха: [Учеб. пособие] - К.: Тов “Видавничий будинок” Аванпост-Прим.” 2003. – 630 с.
4. Ананьев В.А., Балужева Л.Н., Гальперин А.Д. и др. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика. 2003. – 416 с.
5. Методичні рекомендації до самостійної роботи “Розрахунок промислової вентиляції” з дисципліни “Охорона праці в галузі” для студентів усіх спеціальностей /Упорян.: В.І. Голінько, Я.Я. Лебедев, С.О. Алексеєнко, В.Г. Марченко. – Дніпропетровськ: НГА України, 2013. – 33 с.
6. НПАОП 0.00-1.28-10 Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин. Наказ Держгірпромнагляду від 26.03.2010р. № 65.

10. ВИХІДНІ ДАНІ ДО ВИБОРУ КОНДИЦИОНЕРІВ ТА ЗАСОБІВ ОПАЛЕННЯ

Вибрати засоби для нормалізації мікроклімату в приміщенні лабораторії електронно-обчислювальної техніки з розмірами $D \times L \times h$, яке розміщується на другому поверсі дев'ятиповерхового будинку з східного боку. Зовнішні стіни будинку зроблені з залізобетону товщиною 30 см. Площу вікон з дерев'яними плетіннями складає F . На вікнах розміщені жалюзі. У приміщенні з кількістю людей n розташовано $N_{ПК}$ персональних ЕОМ та холодильник. Для штучного освітлення використовується $N_{ЕЛ}$ електричних ламп розжарювання.

Завдання виконується за вихідними даними, наведеними в табл. 10.1

Таблиця 8.1

№ варіанту	Кількість людей, n	Кількість ПК, $N_{ПК}$	Кількість іншого обладнання		Площа вікон, F , m^2	Тип рами	Характер застосування (згідно табл.3.3)	Кількість освітлювальних приладів, $N_{ЕЛ}$	Основні параметри приміщення		
			холодильники	електроприлади					ширина D , м	довжина L , м	висота h , м
1	5	5	1	1	5,0	Д	1	8	4,0	6,0	2,5
2	6	6	2	1	5,2	М	2	12	3,5	6,5	2,7
3	7	7	1	1	5,5	Д	3	10	5,0	7,0	2,9
4	8	7	2	1	4,7	М	4	9	4,6	7,5	3,1
5	9	9	1	1	4,9	Д	5	11	3,8	8,0	3,3
6	10	9	2	1	6,0	М	6	12	4,8	6,0	3,5
7	5	4	1	1	5,7	Д	7	8	3,9	7,0	2,6
8	6	5	1	1	5,1	М	6	9	4,0	5,5	2,8
9	7	6	1	1	5,3	Д	5	10	3,7	6,8	3,0
10	8	7	2	1	5,5	М	4	8	4,3	7,5	3,2
11	9	7	2	1	4,5	Д	3	11	4,1	6,4	3,4
12	10	9	1	1	4,8	М	2	9	3,8	7,3	2,5
13	5	9	2	1	5,2	Д	1	12	3,5	8,0	3,0
14	6	6	1	1	4,9	М	7	10	4,1	6,8	3,5
15	7	7	2	1	5,3	Д	3	8	4,7	7,0	2,8

Примітка: потужність: ПК – 200 ÷ 350 Вт; електричної лампи – 100 Вт; холодильника 250 ÷ 300 Вт.

5. ДОДАТОК

Таблиця А

Технічні характеристики основних марок побутових кондиціонерів

Спліт-системи	Потужність		Розміри ШхВхГ, мм	Кількість повітря, м ³ /год.	Рівень шуму, дБ	Площа приміщення, м ²
	охолодж., кВт	нагрівання, кВт				
1	2	3	4	5	6	7
Настінні						
<u>S07LHK</u>	2.1	2.1	824x260x155	380	36	до 21
<u>G07LH</u>	2.1	2.1	824x260x155	384	36	до 21
<u>G09LH</u>	2.6	2.6	824x260x155	360	36	до 26
<u>G12LH</u>	3.5	3.5	900x285x156	570	40	до 35
<u>S12LHT telefon</u>	3.5	3.5	900x285x156	570	40	до 35
<u>S18LHT telefon</u>	5.3	5.3	1090x314x172	750	42	до 53
<u>S24LHT telefon</u>	7.0	7.0	1090x314x172	890	44	до 70
Віконні						
CW-C51LE	1.47	—	525x340x482	306	48 / 44	до 15
CW-XC51LE	1.47	—	525x340x482	306	48 / 44	до 15
CW-C70KE	2.06	—	450x350x580	396	47 / 42	до 21
CW-C90KE	2.58	—	450x350x580	414	47 / 43	до 26
CW-C120VE	3.55	—	560x375x606	570	48 / 45	до 36
CW-C180KE	5.34	—	660x428x770	798	51 / 47	до 53
CW-C240KE	6.95	—	660x428x770	984	57 / 54	до 70
CW-A90VE	2.67	2.55	560x375x606	510	45 / 42	до 27
CW-A120VE	3.4	3.14	560x375x606	570	48 / 45	до 34
CW-A180KE	4.85	4.5	660x428x770	840	51 / 48	до 48
Касетні						
CU-A24BBP5	6.3	-	840x840x240	1020	38 / 34	до 63
CU-A28BBP8	7.1	-	840x840x240	1200	40 / 36	до 71
CU-A34BBP8	10.0	-	840x840x290	1560	43 / 39	до 100
CU-A43BBP8	12.5	-	840x840x290	1800	48 / 43	до 125
CU-A50BBP8	14.0	-	840x840x290	1860	49 / 43	до 140
CS-A24BB4P	6.3	7.1	840x840x240	1020	38 / 34	до 63
CS-A28BB4P	7.1	8.0	840x840x240	1200	40 / 36	до 71
CS-A34BB4P	10.0	11.2	840x840x290	1560	43 / 39	до 100
CS-A43BB4P	12.5	14.0	840x840x290	1800	48 / 43	до 125
CS-A50BB4P	14.0	15.5	840x840x290	1860	49 / 43	до 140
Стелеві						
CS-A12CTP/CU-A12CTP5	3.52	4.00	1028x200x540	582	33 / 39	до 35
CS-A18CTP/CU-A18CTP5	5.30	6.00	1028x200x540	612	37 / 42	до 53
CS-A24CTP/CU-A24CTP5	6.40	7.50	1028x200x540	774	42 / 47	до 64
CS-A24BTP/CU-A24BBP5	6.3	7.1	1245x210x700	1020	42 / 38	до 63
CS-A28BTP/CU-A28BBP5	7.1	8.0	1245x210x700	1080	44 / 40	до 71
CS-A34BTP/CU-A34BBP5	10.0	11.2	1600x250x700	1620	45 / 40	до 100

1	2	3	4	5	6	7
CS-A43BTP/CU-A43BBP8	12.5	14.0	1600x250x700	1860	48 / 44	до 125
CS-A50BTP/CU-A50BBP8	14.0	15.5	1600x250x700	1920	50 / 46	до 140
Канальні						
CS-A24BD2P/CU-A24BBP5	6.5	7.1	1100x290x500	1080	45 / 43	до 65
CS-A28BD2P/CU-A28BBP5	7.3	7.75	1100x290x500	1200	45 / 43	до 73
CS-A34BD2P/CU-A34BBP5	10.45	11.2	1100x360x650	2100	47 / 45	до 105
CS-A43BD2P/CU-A43BBP8	13.0	14.2	1100x360x650	2400	50 / 49	до 130
CS-A50BD2P/CU-A50BBP8	14.5	15.7	1100x360x650	2700	52 / 51	до 145
Колонні						
LP-K3063ZA	8.1	8.1 / 2.0 (тЭН)	500x1800x320	1140	46	до 81
LP-E5082ZA	12.9	14.1 / 3.0 (тЭН)	500x1810x440	2100	48	до 129
LP-F8081ZL	20.9	21.7 / 8.0 (тЭН)	1050x1880x495	3420	55	до 209
Напільні						
Mizushi 9171	2.6	1.6	430x870x400	460	38	до 26
Mizushi 12171	3.38	1.6	430x870x400	460	40	до 34
Mizushi 14171	3.97	1.6	490x930x390	550	45	до 40
Mizushi 19171	5.46	1.6	490x930x390	700	49	до 55
ИНРОСТ АС 15000RH	4.1	4.4	377x750x400	380	44	до 41

Таблиця Б

Технічна характеристика деяких опалювальних приладів

Модель	Габарити, мм	Вага, кг	Потужність, кВт	Виробник
1	2	3	4	5
P31	290x450x391	6,0	3,0	Переносні тепловентилятори "TIGER"
P33	290x450x392	6,3	3,0	
P53	290x450x393	6,7	5,0	
P39	350x530x480	10,2	9,0	
P153	410x510x530	15,9	15,0	
P203	630x590x600	25,5	20,0	
P303	630x590x601	29,5	20,0	
FB3	255x410x360	6,0	3,0	Переносні тепловентилятори "FINNWIK"
FB5	255x410x360	6,7	5,0	
FB9	310x480x400	10,2	9,0	
FB15	410x505x525	17,0	15,0	
C3	335x276x255	6,3	3,0	Переносні тепловентилятори
C5	335x276x255	6,7	5,0	

C9	405x335x315	10,2	9,0	"CAT"	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	
HP30021	600x600	5,4	300	Інфрачервоні обігрівачі Thermocassette HP	
HP60021	1200x600	10,3	600		
HP30421	600x600	5,9	300		
HP60421	1200x600	10,8	600		
EC45021	1080x90x100	2,6	450	Інфрачервоні обігрівачі "Thermoplus"	
EC60021	1500x90x100	3,7	600		
EC75021	1810x90x100	4,4	750		
EC90021	2140x90x100	4,8	900		
ECVT30021	870x90x100	2,6	300		
ECVT55021	1510x90x100	4,3	550		
ECVT70021	1810x90x100	5,0	700		
ECV30021	870x90x100	2,3	300		
051221 M	350x220x645	5	0 – 1,2		Масляні обігрівачі DE'LONGHI
061521 T	390x220x645	6	0 – 0,7 – 1,5		
061563	390x220x645	6	0 – 0,7 – 1,5		
061563 T	390x220x645	6	0 – 0,7 – 1,5		
082021	470x220x645	8	0 – 0,9 – 2,0		
082021 T	470x220x645	8	0 – 0,9 – 2,0		
082063	470x220x645	8	0 – 0,9 – 2,0		
082063 T	470x220x645	8	0 – 0,9 – 2,0		
082067 E	470x220x645	8	0 – 0,9 – 2,0		
102521	550x220x645	10	0 – 1,1 – 2,5		
H 190510 M	280x160x640	5	0 – 1,0		
H 190715	350x160x640	7	0 – 0,7 – 1,5		
H 190920	430x160x640	8	0 – 0,9 – 2,0		
R 030510 M	280x160x640	5	0 – 1,0		
R 030715	350x160x640	7	0 – 0,7 – 1,5		
R 030715 V	350x160x640	7	0 – 0,7 – 1,5		
R 030920	430x160x640	9	0 – 0,9 – 2,0		
R 030920 V	430x160x640	9	0 – 0,9 – 2,0		
R 031225	550x160x640	12	0 – 1,1 – 2,5		
C2F 02 XSC	475/200/87	***	250	Електричні конвектори "NOBO"	
C2F 05 XSC	775/200/87	***	500		
C2F 07 XSC	1075/200/87	***	750		
C2F 10 XSC	1375/200/87	***	1000		
C2F 12 XSC	1575/200/87	***	1250		
C2F 15 XSC	1775/200/87	***	1500		
C4F 05 XSC	425/400/87	***	500		
C4F 07 XSC	525/400/87	***	750		
C4F 10 XSC	625/400/87	***	1000		
C4F 12 XSC	825/400/87	***	1250		
C4F 15 XSC	925/400/87	***	1500		
C4F 20 XSC	1275/400/87	***	2000		

Укладачі:
Алексєєнко Сергій Олександрович
Муха Олег Анатолійович
Чеберячко Сергій Іванович
Кривцун Генадій Павлович

Методичні рекомендації до практичних занять і самостійної роботи
“Нормалізація параметрів мікроклімату у виробничих приміщеннях”
з дисциплін «Основи охорони праці» і «Промислова вентиляція та
кондиціонування повітря»
для студентів усіх спеціальностей

Редакційно-видавничий комплекс
Редактор Ю.В. Рачковська

Підписано до друку . Формат 30x42/4.
Папір Captain. Ризографія. Умовн. друк. арк. 1,2.
Обліково-видавн. арк. 1,2. Тираж 50 прим. Зам. № .

НГУ
49027, м. Дніпропетровськ-27, просп. К. Маркса, 19.