

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичної роботи
«Нормалізація теплового режиму в адміністративних
приміщеннях»

з дисципліни «Охорона праці в галузі»
для студентів всіх форм навчання

2013

Методичні вказівки до практичної роботи «Нормалізація теплового режиму в адміністративних приміщеннях» з дисципліни “Охорона праці в галузі” для студентів всіх форм навчання/
Укл. О.Л. Скуйбіда:– Запоріжжя: ЗНТУ, 2013.– 18 с.

Укладачі: Скуйбіда О.Л., ст. викл.

Рецензент: Нестеров О.В., доц.

Відповідальний за випуск: Нестеров О.В., доц.

Затверджено на засіданні
кафедри «Охорона праці і
навколишнього середовища»
Протокол №9 від 04.06.2013р

ЗМІСТ

1	Мета практичної роботи	4
2	Загальні положення	4
3	Методика розрахунку надходження теплоти в приміщення	6
3.1	Надходження теплоти через заповнення світлових прорізів	6
3.2	Виділення тепла від штучного освітлення	8
3.3	Виділення теплоти людьми	9
3.4	Розрахунок загальної кількості теплоти в приміщенні	9
3.5	Вибір кондиціонера та розрахунок часу охолодження приміщення шляхом кондиціонування	10
4	Приклад розрахунку надходження теплоти в приміщення	12
5	Завдання до практичної роботи	14
6	Література	14
	Додаток А Завдання на практичну роботу	15
	Для нотаток	17

1 МЕТА ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ

Дати можливість студентам оволодіти методами розрахунку вилучення надлишкової теплоти з адміністративних приміщень шляхом кондиціонування з метою створення сприятливого мікроклімату відповідно до вимог санітарних норм.

2 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Кондиціонування (від латинського *condicio* – умова, стан) – це комплекс технічних заходів, спрямованих на створення і автоматичну підтримку сприятливих кліматичних умов повітря в приміщеннях. Процес кондиціонування залежить від зміни температури зовнішнього повітря та кількості тепла, що виділяються в приміщенні. Для кондиціонування повітря застосовують спеціальні агрегати – кондиціонери. Сучасні кондиціонери є універсальними приладами для забезпечення сприятливих мікрокліматичних параметрів приміщень.

Надлишок тепла залежить від об'єму приміщення і додаткових джерел тепла: інтенсивності сонячного випромінювання, тепловиділення від людей, освітлювальних приладів, оргтехніки тощо. Системи кондиціонування часто виконують функції припливної вентиляції. В теплий період року вони охолоджують і осушують повітря, в холодний — підігрівають і зволожують. Таким чином системи кондиціонування можуть поєднувати в собі як декілька функцій одночасно, так і виконувати кожен окремо (вентиляцію, охолодження, обігрів, очищення, зволоження, осушення тощо).

На сьогоднішній день існують два різні типи кондиціонерів - моно і спліт-системи. У моносистемах головний конденсаторний блок поєднаний з внутрішнім вентилятором і системою управління. До цього типу відносяться віконні і деякі види мобільних кондиціонерів. Перевага даного типу кондиціонерів полягає в легкості і відносній дешевизні установки. До їх недоліків можна віднести підвищений рівень шуму і обмежений вибір місця установки (у вікні або біля стіни). Останнім часом найбільш популярними в світі стали спліт-системи, в яких компресорний блок встановлюється поза приміщенням і з'єднується з внутрішнім блоком за допомогою теплоізоляованих мідних фреонових труб та електрокабеля. Внутрішні блоки спліт-систем різних типів можуть бути встановлені в

будь-якому місці приміщення на стіні, на підлозі, горизонтально під стелею, усередині фальш-стелі або замість частини підвісної стелі.

Основними вузлами будь-якого кондиціонера є:

а) компресор (стискає фреон і підтримує його рух по холодильному контуру);

б) конденсатор (забезпечує перехід фреону з газоподібної фази в рідку);

в) випарник (забезпечує перехід фреону з рідкої фази в газоподібну);

г) терморегулюючий вентиль (знижує тиск фреону перед випарником);

д) вентилятори (створюють потік повітря, що обдуває випарник і конденсатор, а також здійснюють інтенсивний теплообмін з зовнішнім повітрям).

Охолодження відбувається за рахунок випаровування холодагента (фреону) в контурі випарника (внутрішнього блоку). Далі фреон в газоподібному стані всмоктується компресором, який підвищує його тиск до 20-25 атм. Відповідно підвищується і температура фреону (до 90 °С). Фреон, що надійшов в теплообмінник конденсатора (зовнішнього блоку) під високим тиском конденсується і переходить в рідкий стан. Далі фреон в рідкому стані потрапляє в регулятор потоку, де тиск зменшується. При цьому частина фреону може випаруватися і у випарник потрапить суміш рідини і пари. У випарнику фреон знову закипає, відбираючи тепло у навколишнього повітря, і виходить з конденсатора. Цикл повторюється. Деякі кондиціонери можуть і обігрівати приміщення за допомогою так званого теплового насоса. У цьому режимі фреон циркулює по контуру у зворотному напрямі, відбираючи тепло з повітря зовні і передаючи його всередину приміщення. Проте чим нижче температура на вулиці, тим важче відбирати тепло з повітря. Потужність обігріву падає у міру пониження температури на вулиці, і при зовнішній температурі нижче -5 °С не слід обігрівати приміщення за допомогою кондиціонера. Вибір системи кондиціонування та її продуктивності здійснюється на основі

розрахунків необхідного повітрообміну для теплого періоду року.

3 МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ НАДХОДЖЕННЯ ТЕПЛОТИ В ПРИМІЩЕННЯ

3.1 Надходження теплоти через заповнення світлових прорізів

Розрахунок кількості теплоти, яка надходить за рахунок сонячної радіації та внаслідок теплопередачі при різниці температур зовнішнього та внутрішнього повітря:

$$Q_{с.пр.} = (q_0 F_n + q_1 F_p) K_{відн.} \quad \text{ккал/год} \quad (3.1)$$

де q_0 та q_1 – кількість теплоти, яка надходить до приміщення через світлові прорізи, які опромінюються та неопромінюються прямою сонячною радіацією відповідно; значення q_0 та q_1 визначають за формулами (3.2)-(3.3), ккал/(год·м²);

F_n та F_p – площа заповнення світлового прорізу, яка опромінюється прямою та розсіяною сонячною радіацією відповідно, м²;

$K_{відн.}$ - коефіцієнт відносного проникнення сонячної радіації через заповнення світлового прорізу.

При одинарному склінні $K_{відн.}=0,9...1,0$; при подвійному $K_{відн.}=0,8...0,9$.

Кількість теплоти, яка передається сонячною радіацією, залежить від географічної широти розміщення будівель, орієнтації світлових прорізів та часу доби. Зокрема м. Запоріжжя знаходиться на 47°49' півн. ш.. Широтою є географічна координата в системі сферичних координат, яка визначає положення точок на поверхні Землі відносно екватора. Північною широтою називають географічну широту точок, які знаходяться в північній півкулі.

Для світлового прорізу, який частково або повністю опромінюється прямою сонячною радіацією, кількість теплоти розраховується за формулою:

$$q_0 = (q_{\text{в.п.}} + q_{\text{в.р.}}) K_1 K_2, \quad \text{ккал/(\text{год} \cdot \text{м}^2)} \quad (3.2)$$

де $q_{\text{в.п.}}$, $q_{\text{в.р.}}$ - кількість теплоти прямої та розсіяної сонячної радіації, ккал/(\text{год} \cdot \text{м}^2), (табл. 3.1);

K_1 - коефіцієнт, який враховує затінення оскелення світлових прорізів перепльотами та забруднення атмосфери (табл. 3.2);

K_2 - коефіцієнт, який враховує забруднення скла (табл. 3.2).

Для світлового прорізу, який знаходиться в тіні або при затіненні світлового прорізу зовнішніми сонцезахисними конструкціями (відкосами пройому) кількість теплоти розраховується за формулою:

$$q_1 = q_{\text{в.р.}} K_1 K_2, \quad \text{ккал/(\text{год} \cdot \text{м}^2)} \quad (3.3)$$

Таблиця 3.1 - Максимальні значення кількості теплоти прямої $q_{\text{в.п.}}$ та розсіяної $q_{\text{в.р.}}$ сонячної радіації, що надходить до приміщення, розташованого в м. Запоріжжі (47°49' півн. ш.) за СНиП 23-01-99 «Строительная климатология»

Показник	Кількість теплоти при заповненні світлових прорізів в залежності від часу доби та орієнтування світлових прорізів, ккал/(\text{год} \cdot \text{м}^2)							
	до полудня							
	Півн	ПівнСх	Сх	ПівдСх	Півд	ПівдЗ	З	ПівнЗ
	після полудня							
	Півн	ПівнЗ	З	ПівдЗ	Півд	ПівдСх	Сх	ПівнСх
$q_{\text{в.п.}}$	80	426	423	344	257	96	-	-

$q_{в.р.}$	64	93	112	95	75	66	56	54
------------	----	----	-----	----	----	----	----	----

Примітка: у випадку відсутності значень надходжень теплоти за рахунок прямої сонячної радіації $q_{в.п.}$, розраховуються надходження теплоти за рахунок розсіяної сонячної радіації $q_{в.р.}$.

Таблиця 3.2 - Коефіцієнт K_1 , який враховує затінення скління світлових прорізів перепльотами та забруднення атмосфери

Скління	Значення коефіцієнту для світлових прорізів K_1 , за атмосфери		
	незабрудненої (незалежно від опромінення)	забрудненій в промислових районах	
		які опромінюються сонцем в розрахункову годину	які в розрахункову годину перебувають в тіні
Одинарне без перепльотів	1	0,75	1,75
Подвійне без перепльотів	0,9	0,68	1,58

Таблиця 3.3 - Коефіцієнт K_2 , який враховує забруднення скла

Забруднення скла	Значення коефіцієнту
<i>Значне</i>	0,85
<i>Помірне</i>	0,9
<i>Незначне</i>	0,95
<i>Чисте скло</i>	1

3.2 Виділення тепла від штучного освітлення

Загальноприйнято, що частина енергії, яка витрачається на освітлення, переходить в теплоту, яка нагріває повітря приміщення.

Виділення теплоти від освітлення, ккал/год:

$$Q_{\text{осв}} = 860 \cdot n \cdot N_{\text{осв}}, \quad \text{ккал/год} \quad (3.4)$$

де n – коефіцієнт переходу електричної енергії в теплову;

для люмінісцентних ламп $n=0,5$;

$N_{\text{осв}}$ – сумарна потужність джерел освітлення, кВт.

При розрахунках слід пам'ятати правила переведення енергетичних одиниць:

1 кВт=860 ккал/год;

1 ккал/год=1,163 Вт;

1 Вт=Дж/с.

3.3 Виділення теплоти людьми

Виділення теплоти та вологи людьми залежить від кількості енергії, яку вони витрачають при роботі, та температури повітря в приміщенні. В табл. 3.4 наведено середні дані для чоловіків. Жінки виділяють в середньому 85%, а діти – 75% від тепла, яке виділяють чоловіки.

Таблиця 3.4 - Кількість теплоти, яка виділяється дорослими людьми (чоловіками)

Кількість теплоти, ккал/год, яка виділяється однією людиною при температурі повітря в приміщенні, °С					
10	15	20	25	30	35
130	105	85	55	35	5

3.4 Розрахунок загальної кількості теплоти в приміщенні

Загальна кількість теплоти в розрахункову годину, яку необхідно відвести за допомогою кондиціонування, визначається сумою теплоти джерел тепло надходження і визначається за формулою:

$$Q_{\text{заг}} = Q_{\text{с.пр.}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{л.}}, \quad \text{ккал/год} \quad (3.5)$$

3.5 Вибір кондиціонера та розрахунок часу охолодження приміщення шляхом кондиціонування

Вибір кондиціонера здійснюється в першу чергу за його розрахунковою потужністю та розмірами приміщення. Рекомендований діапазон потужності кондиціонера має максимально наближатися до розрахованого значення загальних теплонадходжень в приміщення (за можливості прагнуть до виконання співвідношення $Q_{\text{конд}} = (-5...+15)\% Q_{\text{заг}}$). Основні характеристики сучасних кондиціонерів, необхідні для проведення розрахунку, подано в табл. 3.5. Якщо приміщення має великі розміри, а загальна кількість теплоти перевищує можливості існуючих кондиціонерів, то встановлюють декілька кондиціонерів.

Розрахунок часу, необхідно для охолодження приміщення до заданої температури, здійснюється за наступною залежністю:

$$\tau = C \cdot \gamma \cdot V \cdot (t_{\text{вид}} - t_{\text{норм}}) / 3600 \cdot 1,163 \cdot Q_{\text{конд}}, \text{ год} \quad (3.6)$$

де C - масова теплоємність припливного повітря (дорівнює 1000 Дж/(кг·°C);

γ - густина припливного повітря (дорівнює 1,2 кг/м³);

V - об'єм приміщення, м³;

$t_{\text{вид}}$ - температура повітря, що видаляється з приміщення, °C;

$t_{\text{норм}}$ - нормована (оптимальна) температура в приміщенні, яку необхідно досягти шляхом кондиціонування (прийняти рівною 22°C).

Таблиця 3.5 - Характеристики кондиціонерів

№	Тип кондиціонера	Холодопродуктивність, ккал/год	Діапазон зовнішніх температур (охолодження), °C	Середній рівень шуму внутрішнього блоку, дБ	Площа приміщення, м ²
1	MIDEA MSG-12 HRDN1	3010	+21...+48	36	35
2	DELFA DSR-0916	2150	+21...+43	34	25
3	DEKKER DSH 105R/C	2270	+21...+43	36	30
4	LG A 09 AW 1	3010	+21...+48	29	30
5	SAMSUNG AQ 07 TSBN	1810	+15...+43	32	20
6	HITACHI RAS-10JH4	1150	+10...+43	40	20
7	SUZUKI SST-A09 Z	2600	+21...+43	34	25
8	mitsubishi electric MSZ-GE35VA	3010	+24...+46	30	40
9	COOPER&HUNTER CH-S12LHA	3100	+21...+43	31	36
10	GREE GWH18 KG	4560	+18...+43	32	50
11	PANASONIC CS/CU-E9MKD	2150	+16...+43	40	25
12	TOSHIBA RAS-18SKV-E2	4300	+24...+46	38	50
13	SAMSUNG AQ 18TSBN	4470	+24...+43	36	50
14	MIDEA MWF-	2240	+18...+43	45	20

	09CR				
15	CARRIER 42QCR021G	5700	+18...+43	47	65

4 ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ НАДХОДЖЕННЯ ТЕПЛОТИ В ПРИМІЩЕННЯ

Приклад. Визначити надходження теплоти в приміщення о 17 год. Орієнтування будівлі на ПівдЗ. Площа приміщення складає 20 м², висота 4,5 м. Розміри вікна 2х1,2 м², площа тіні 0,27 м², подвійне скління. Вікна без сонцезахисних пристроїв. Атмосфера району – незабруднена. Кількість робочих місць 12. Призначення – обчислювальний центр. Освітлення здійснюється за допомогою люмінесцентних ламп, загальна потужність яких в приміщенні складає 0,8 кВт.

Провести розрахунок надходжень теплоти від сонячної радіації через світлопрозорі огороження, штучного освітлення та виділення теплоти людьми. Обґрунтувати вибір найбільш економічного кондиціонера та розрахувати час охолодження приміщення за його допомогою.

Розв'язання

За табл. 3.1 визначаємо значення прямої ($q_{\text{в.п.}}$) та розсіяної ($q_{\text{в.р.}}$) сонячної радіації о 17 год:

$$q_{\text{в.п.}} = 344 \text{ ккал}/(\text{год} \cdot \text{м}^2); \quad q_{\text{в.р.}} = 95 \text{ ккал}/(\text{год} \cdot \text{м}^2).$$

Кількість теплоти, що надходить до приміщення через подвійне скління для розрахункової години зберігаємо :

де q_0 та q_1 – кількість теплоти, яка надходить до приміщення через світлові прорізи, які опромінюються та неопромінюються прямою сонячною радіацією відповідно; значення q_0 та q_1 визначають за формулами (3.2)-(3.3), ккал/(год·м²):

$$q_0 = (q_{\text{в.п.}} + q_{\text{в.р.}}) K_1 K_2 = (344 + 95) \cdot 0,9 \cdot 0,95 = 375,35, \\ \text{ккал/(\text{год} \cdot \text{м}^2)};$$

$$q_1 = q_{\text{в.р.}} K_1 K_2 = 95 \cdot 0,9 \cdot 0,95 = 81,23 \text{ ккал/(\text{год} \cdot \text{м}^2)}.$$

Площа віконного прорізу, яка опромінюється сонячною радіацією складає:

$$F_{\text{пр}} = F_{\text{о.с.}} - F_{\text{р.}} = 2,4 - 0,27 = 2,13 \text{ м}^2.$$

Загальна кількість теплоти, яка надходить до приміщення через віконний проріз, визначається за формулою (3.1):

$$Q_{\text{с.пр.}} = (q_0 F_{\text{п.}} + q_1 F_{\text{р.}}) K_{\text{відн}} = (375,35 \cdot 2,13 + 81,23 \cdot 0,27) \cdot 0,8 = 821,43 \text{ ккал/(\text{год} \cdot \text{м}^2)}.$$

Виділення теплоти від штучного освітлення розраховують за формулою (3.4):

$$Q_{\text{осв}} = 860 \cdot N_{\text{осв}} = 860 \cdot 0,5 \cdot 0,8 = 344 \text{ ккал/год.}$$

Розрахунок виділення теплоти людьми, відповідно до табл. 3.4, за умови, що в приміщенні знаходиться 10 студентів та 2 викладача, в т.ч. 6 чоловіків та 6 жінок:

$$Q_{\text{л}} = 130 \cdot 6 + 130 \cdot 6 \cdot 0,85 = 1443 \text{ ккал/год.}$$

Загальна кількість теплоти в розрахункову годину в липні, яку необхідно відвести за допомогою кондиціонування, визначається сумою теплоти джерел теплонаходження:

$$Q_{\text{заг}} = Q_{\text{с.пр.}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{л}} = 821,43 + 344 + 1443 = 2608,43 \\ \text{ккал/год.}$$

Оскільки площа приміщення складає 20 м², то найбільш доцільним є використання кондиціонера типу SUZUKI SST-A09 Z з холодопродуктивністю 2600 ккал/год. Тоді, за формулою (3.6) знаходимо час, необхідний для охолодження приміщення за допомогою цього кондиціонера:

$$\tau = \frac{C \cdot \gamma \cdot V \cdot (t_{\text{вид}} - t_{\text{норм}})}{1,163 \cdot 3600 \cdot Q_{\text{конд}}} = \frac{1000 \cdot 1,2 \cdot 90 \cdot (27 - 22)}{1,163 \cdot 3600 \cdot 2600} = 0,05 \text{ год.}$$

5 ЗАВДАННЯ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ

Провести розрахунок надходжень теплоти в приміщення обчислювального центру від сонячної радіації через світлопрозорі огороження, штучного освітлення та виділення теплоти людьми. Обґрунтувати вибір найбільш економічного кондиціонера.

6 ЛІТЕРАТУРА

- 1 ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»
- 2 СНиП 23-01-99 «Строительная климатология»
- 3 СНиП 2.04.05-91*У «Отопление, вентиляция и кондиционирование»
- 4 ДБН Д.2.2-20-99 Збірник 20 «Вентиляція і кондиціонування повітря»
- 5 ДБН Д.2.6-3-2000 Збірник 3. Системи вентиляції і кондиціонування повітря
- 6 Основи охорони праці / М. П. Гандзюк, Є. П. Желібо, М. О. Халімовський. – К.: Каравела, 2007. – 384 с.
- 7 Грибан В. Г. Охорона праці: навч. посібник [для студ. вищ. навч. закл.] / В. Г. Грибан, О. В. Негодченко. – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 280 с.
- 8 Жидецький В. Ц. Основи охорони праці. Підручник. – Вид. 3-є, перероб. і доп. – Львів: УАД, 2006. – 336 с.
- 9 Керб Л. П. основи охорони праці: навч. посібник. – К.; КНЕУ, 2003. – 215 с.

10 Основи охорони праці / К. Н. ткачук, М. О. Халімовський, В. С. Козьяков та ін.. – 3-є вид., доп. та перероб. – К.: Основа, 2011. – 480 с.

11 Гришук М. В. основи охорони праці. Підручник. –К.: Кондор, 2007. - 240 с.

Додаток А

Завдання на практичну роботу

№ варіанту	Площа приміщення, м2	Висота	Число робочих місць	Температура повітря в приміщенні, °С	Орієнтування будівлі	Розрахункова година	Площа тіні, м2	Площа скління, м2	Кількість скла у вікні	Забрудненість скла	Атмосфера району	Опромінення	Кількість чоловіків	Кількість жінок у	Потужність освітлювальної
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	20	3,0	3	21	Півн	7.00 (до полудня)	0,24	1,6	2	Незначне	незабруднене	-	2	1	1,0
2	25	3,5	3	29	Півн Сх	15.00 (після полудня)	0,28	1,9	1	Помірне	забруднена промісловістю	+	1	2	1,25
3	30	4,0	5	22	Півн З	10.00 (до полудня)	0,3	2,0	2	чисте скло	незабруднене	-	3	2	1,5
4	35	4,5	5	32	З	18.00 (після полудня)	0,32	2,2	2	Значне	забруднена промісловістю	+	2	3	1,75
5	40	3,2	7	34	Півд З	17.00 (після полудня)	0,34	2,5	1	Незначне	забруднена промісловістю	-	2	5	2,0
6	45	3,8	7	36	Півд	13.00 (після полудня)	0,36	2,7	2	Помірне	забруднена промісловістю	+	4	3	2,25

7	50	4,2	9	22	Півд Сх	7.00 (до полудня)	0,4	3,0	2	чисте скло	незаб рудне на	-	5	4	2,5
8	55	4,0	9	26	Сх	9.00 (до полудня)	0,45	3,3	1	Нез- начне	незаб рудне на	+	7	2	2,75
9	60	3,5	11	22	Півн Сх	8.00 (до полудня)	0,43	3,6	2	Помі- рне	забру днена проми словіс тю	-	2	9	3,0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
10	65	3,8	11	28	Півн	11.00 (до полудня)	0,5	4,0	2	Нез- начне	незаб рудне на	+	6	5	3,25
11	20	3,5	4	30	Півн Сх	15.00 (після полудня)	0,26	1,8	1	Знач- не	забру днена проми словіс тю	-	2	2	1,0
12	25	3,0	4	26	Півн З	19.00 (після полудня)	0,27	1,7	2	Помі- рне	забру днена проми словіс тю	+	3	1	1,25
13	30	4,5	6	28	З	10.00 (до полудня)	0,32	2,4	2	Помі- рне	незаб рудне на	-	3	3	1,5
14	35	4,0	6	38	Півд З	11.00 (до полудня)	0,33	2,0	1	Нез- начне	незаб рудне на	+	2	4	1,75
15	40	3,8	8	38	Півд	16.00 (після полудня)	0,36	2,6	2	чисте скло	незаб рудне на	-	5	3	2,0
16	45	3,2	8	35	Півд Сх	14.00 (після полудня)	0,38	2,8	2	Помі- рне	забру днена проми словіс тю	+	2	6	2,25
17	50	4,0	10	30	Сх	13.00 (після полудня)	0,42	3,2	1	значн е	забру днена проми словіс тю	-	5	5	2,5
18	55	4,2	10	28	Півн Сх	15.00 (після полудня)	0,44	3,4	2	чисте скло	незаб рудне на	+	3	7	2,75

19	60	3,7	12	28	Півн 3	8.00 до полудня)	0,4	4,0	2	Нез- начне	незаб рудне на	-	4	8	3,0
20	65	4,5	12	22	Півн	20.00 (після полудня)	0,5	4,5	1	Помі- рне	забру днена проми словіс тю	+	6	6	3,25

ДЛЯ НОТАТОК

ДЛЯ НОТАТОК