

АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

на тему: «Особливості застосування
повітророзподільників при створенні динамічного
мікроклімату у спорудах»

Виконала: Ю.В. Ярмош

Керівник: В.П. Корбут

Кафедра теплогазопостачання і вентиляції

2023 р.

Мета і задачі дослідження

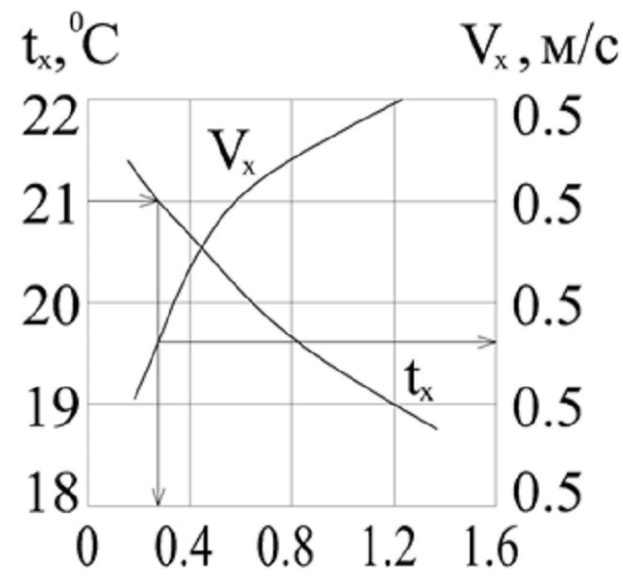
Актуальність теми. Робота присвячена дослідженню способу зниження енергоспоживання систем формування мікроклімату за рахунок удосконалення системи повітророзподілення.

Метою даної роботи є вдосконалення внутрішнього мікроклімату та зниження енергоспоживання при реконструкції системи кондиціонування повітря при застосуванні динамічного мікроклімату.

Дослідити зміни температурних умов в приміщенні при різних режимах роботи системи кондиціонування повітря.

Об'єкт досліджень – особливості впливу параметрів при перемінному режимі формуванню внутрішнього мікроклімату у виставковій залі.

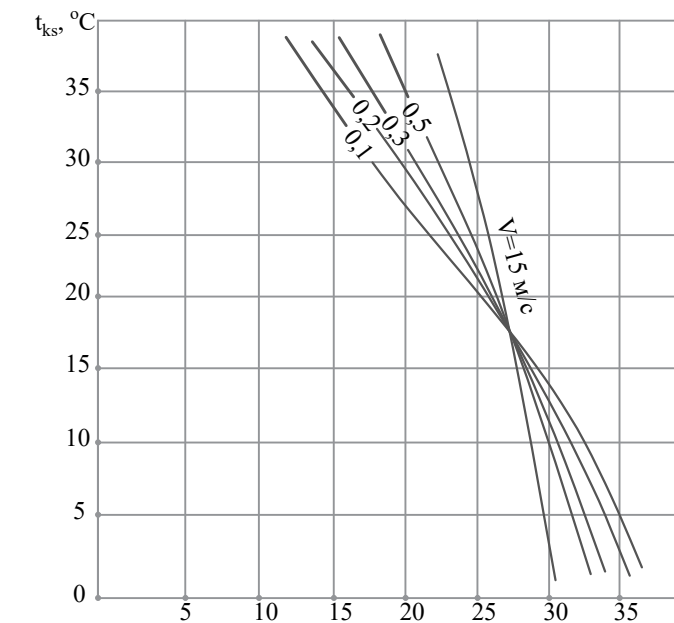
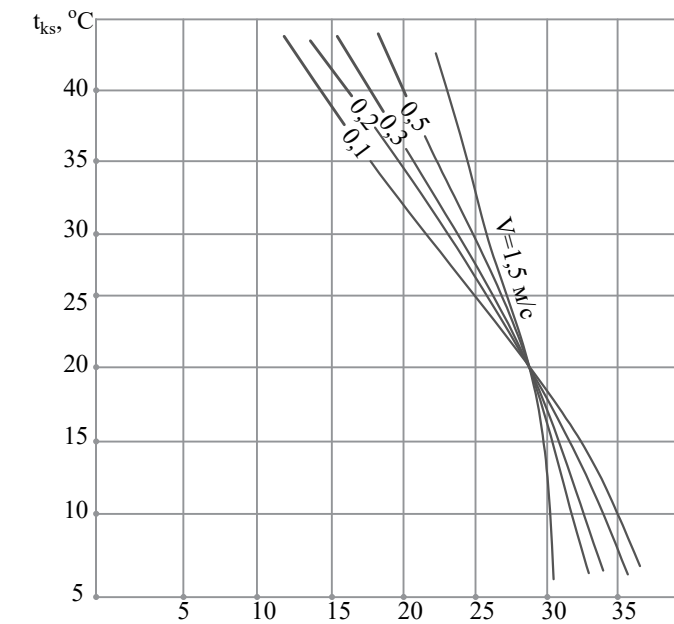
Предмет досліджень – створення відповідних умов для забезпечення належного повітряного та теплового середовища в залі виставок під час змінного режиму роботи.



Рекомендовані комбінації швидкості потоку v_x , її температури t_x і різниці в температурі t_x , є необхідними для підтримки оптимальних метеорологічних умов.

Швидкість повітря, які рекомендовані в робочій зоні

Автор	Температура, t °C	Швидкість руху повітря, v , м/с
Raedles	18 – 26	0,05 – 0,5
Kolmar	20 – 26	0,1 – 0,4
Боголюбов	18 – 22	0,15 – 0,25
Hardy	20	0,12 – 0,6
Frank	19 – 26	0,1 – 0,44

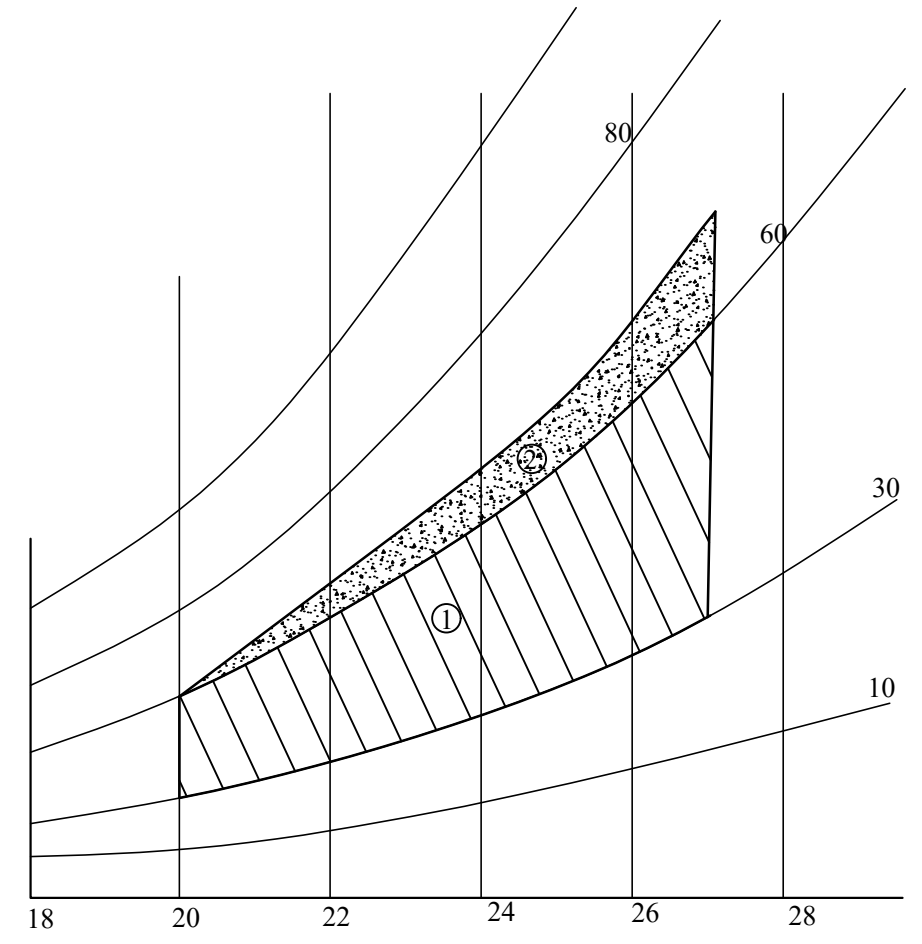
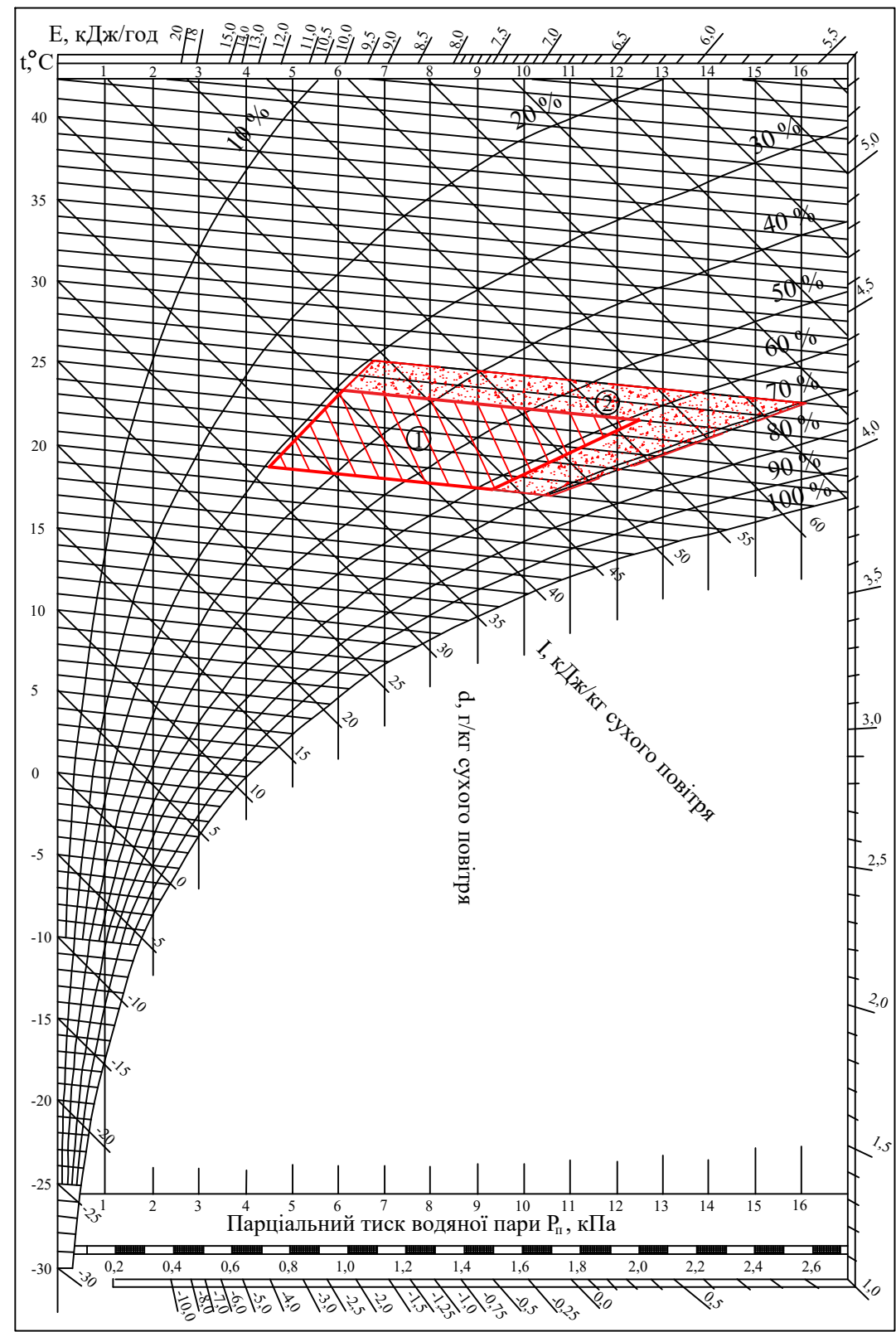


Діаграма комфорту Фангера

- а) для легко одягнених людей - $R = 0,5$ clo;
- б) для нормально одягнених людей - $R = 1,0$ clo

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА					
Особливості застосування повітророзподільників при створенні динамічного мікроклімату у спорудах					
Зм.	К-сть	Лист	№ док	Підпис	Дата
Зав. каф		Предун К.М			
Керівник		Корбут В.П			
Консульт					
Розробила		Ярмош Ю.В			
Вентиляція і кондиціонування				Стадія	Аркуш
Терморегуляція організму				ДП	Аркушів
				1	18
				ТВ-6н	

Согласовано



Умова	t, °C	φ, %
1- Оптимальні умови	20-25	30-60
2- Допустимі умови	27	70

Взам. инв. №

Поліпись и дата

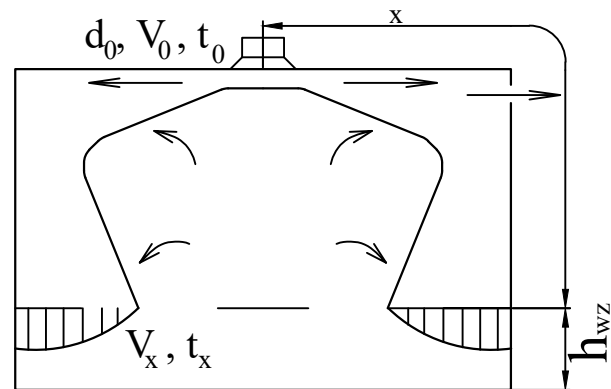
Инв. № подл.

						МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА			
						Особливості застосування повітророзподільників при створенні динамічного мікроклімату у спорудах			
Зм.	К-сть	Лист	№ док	Підпис	Дата	Вентиляція і кондиціонування	Стадія	Аркуш	Аркушів
Зав. каф	Предун К.М						ДП	2	18
Керівник	Корбут В.П								
Консульт						Параметри мікроклімату	ТВ-6н		
Розробила	Ярмош Ю.В								

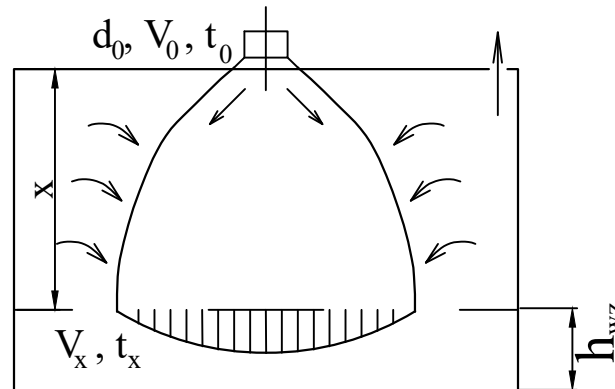
Схема організація повітрообміну та конструкції повітророзподільників

Основні способи організації повітрообміну в приміщеннях

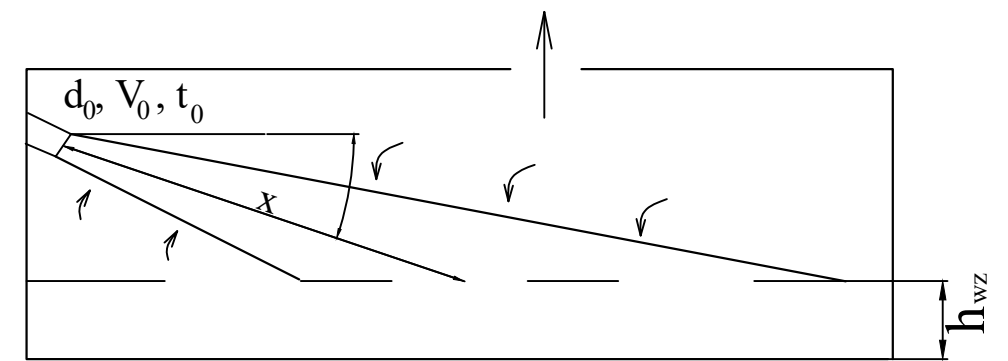
Подача повітря
настиляючими струминами



Подача повітря
вертикальними струминами

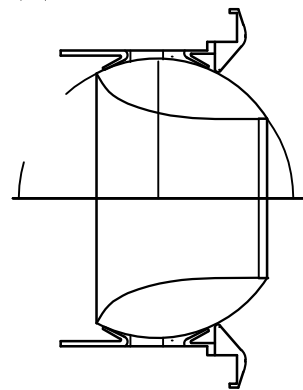


Подача повітря похилими струминами
під кутом до робочої зони

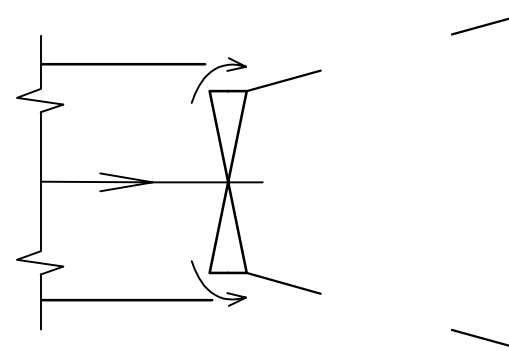


Типи повітророзподільних пристроїв для забезпечення розрахункової схеми

Соплові повітророзподільники , що створюють далекобійні струмини



Повітророзподільники, які створюють закручені струмини

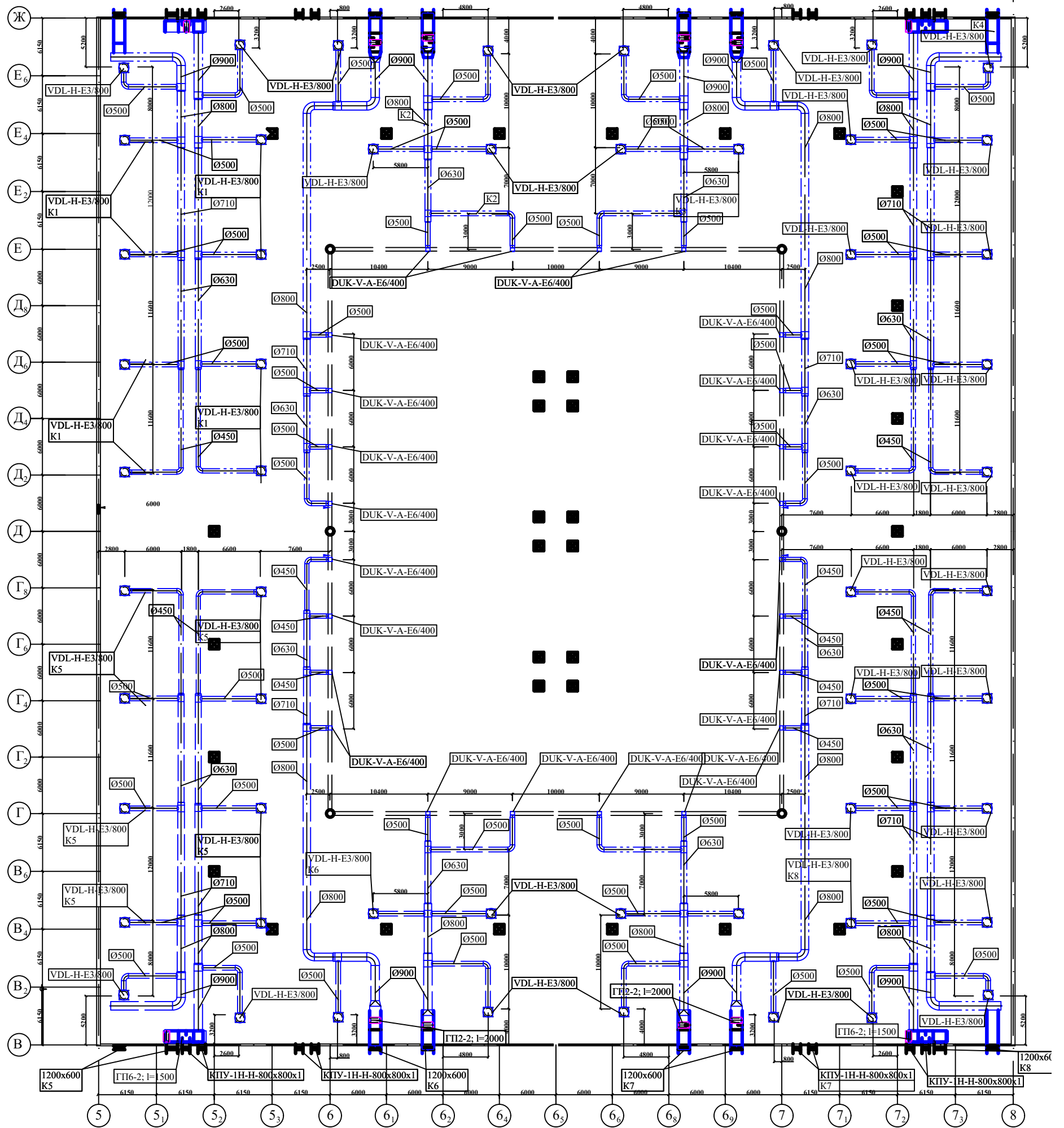


Согласовано

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

						МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА		
						Особливості застосування повітророзподільників при створенні динамічного мікроклімату у спорудах		
Зм.	К-сть	Лист	№ док	Підпис	Дата	Стадія	Аркуш	Аркушів
Зав. каф		Предун К.М				Вентиляція і кондиціонування	ДП	3
Керівник		Корбут В.П						
Консульт								
Розробила		Ярмош Ю.В				Схема організація повітрообміну та конструкції повітророзподільників		ТВ-6Н

План на відм. 8.000 у вісях 5-8/В-Ж

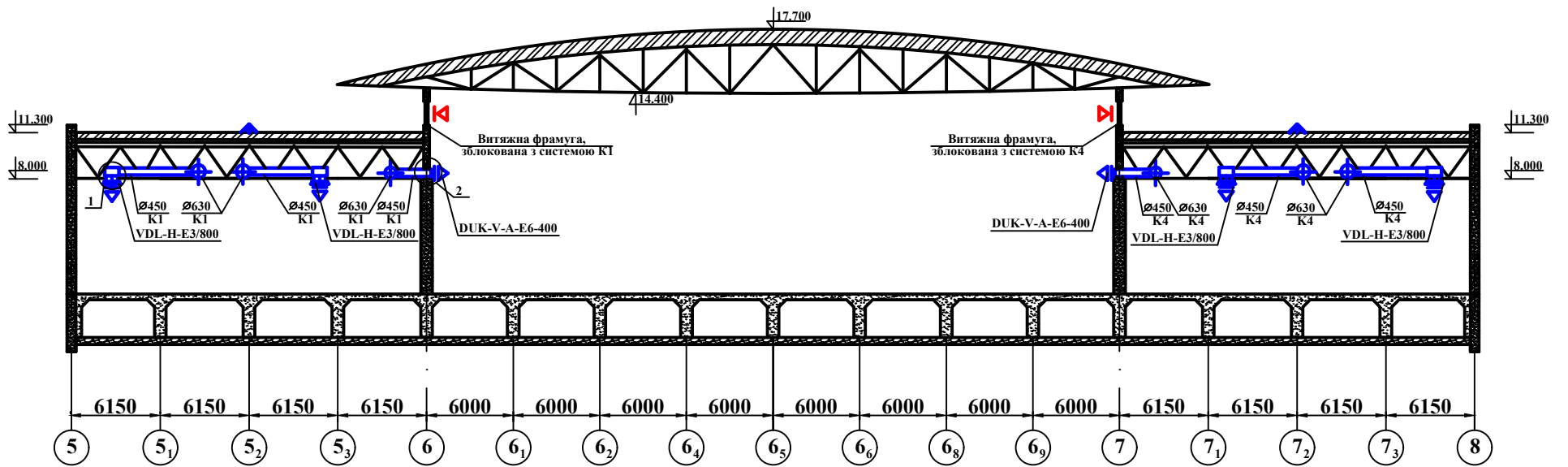


Умовні позначення	
	- повітророзподільвач типу VDL-H-E3/800
	- повітророзподільвач типу DUK-V-A-E6-400
	- вогнезатримуючий клапан
	- шумоглушник ГП6-2 (l=1,5 м)

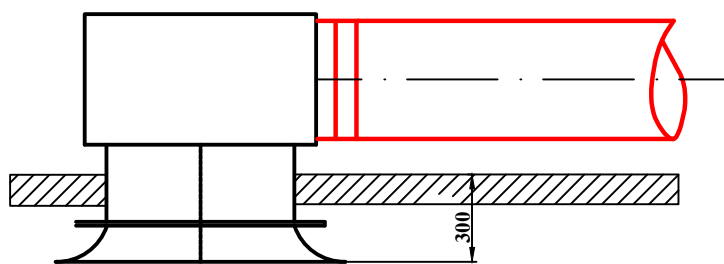
Зм.	К-сть	Лист	№док	Підпис	Дата
Зав. каф					
Керівник	Корбут В.П				
Консульт					
Розробив	Ярмош Ю.В				

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА			
Особливості застосування повітророзподільників при створенні динамічного мікроклімату у спорудах			
Вентиляція і кондиціонування		Стадія	Аркуш
		ДП	4
		Аркушів	18
План на відм. 8.000 у вісях 5-8/В-Ж		ТВ-6Н	

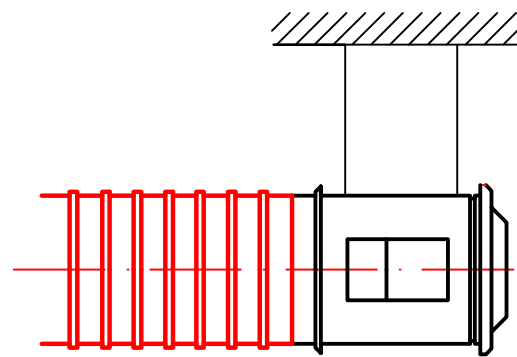
Розріз у вісях 5-8



Вузол 1



Вузол 2



Приклади встановлення повітророзподільників



Согласовано

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

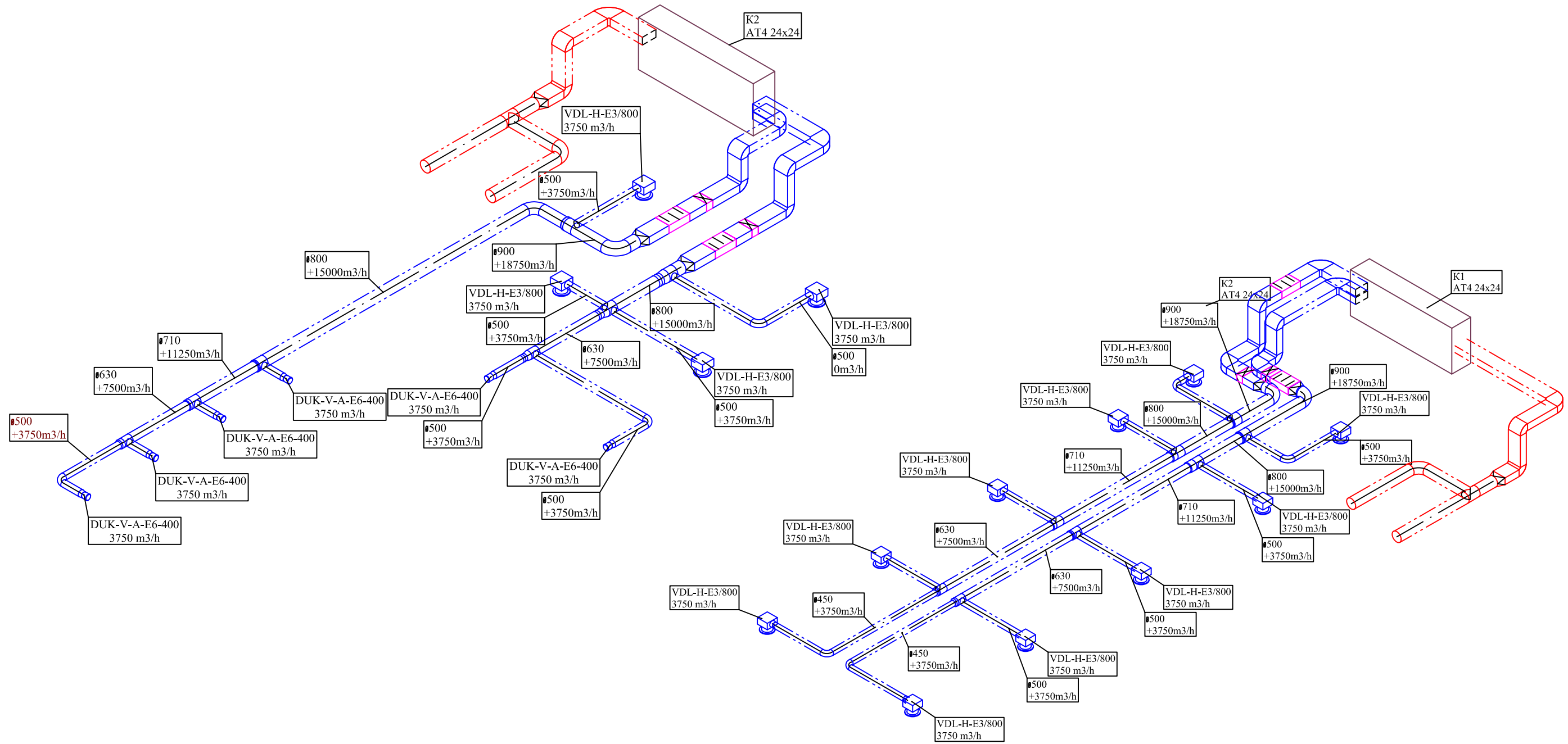
Зм.	К-сть	Лист	№ док	Підпис	Дата
Зав. каф					
Керівник	Корбут В.П				
Консульт					
Розробив	Ярмош Ю.В				

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

Особливості застосування повітророзподільників при створенні динамічного мікроклімату у спорудах

Вентиляція і кондиціонування	Стадія	Аркуш	Аркушів
	ДП	5	18
Розріз в осях 5-8, вузли підключення повітророзподільників		ТВ-6Н	

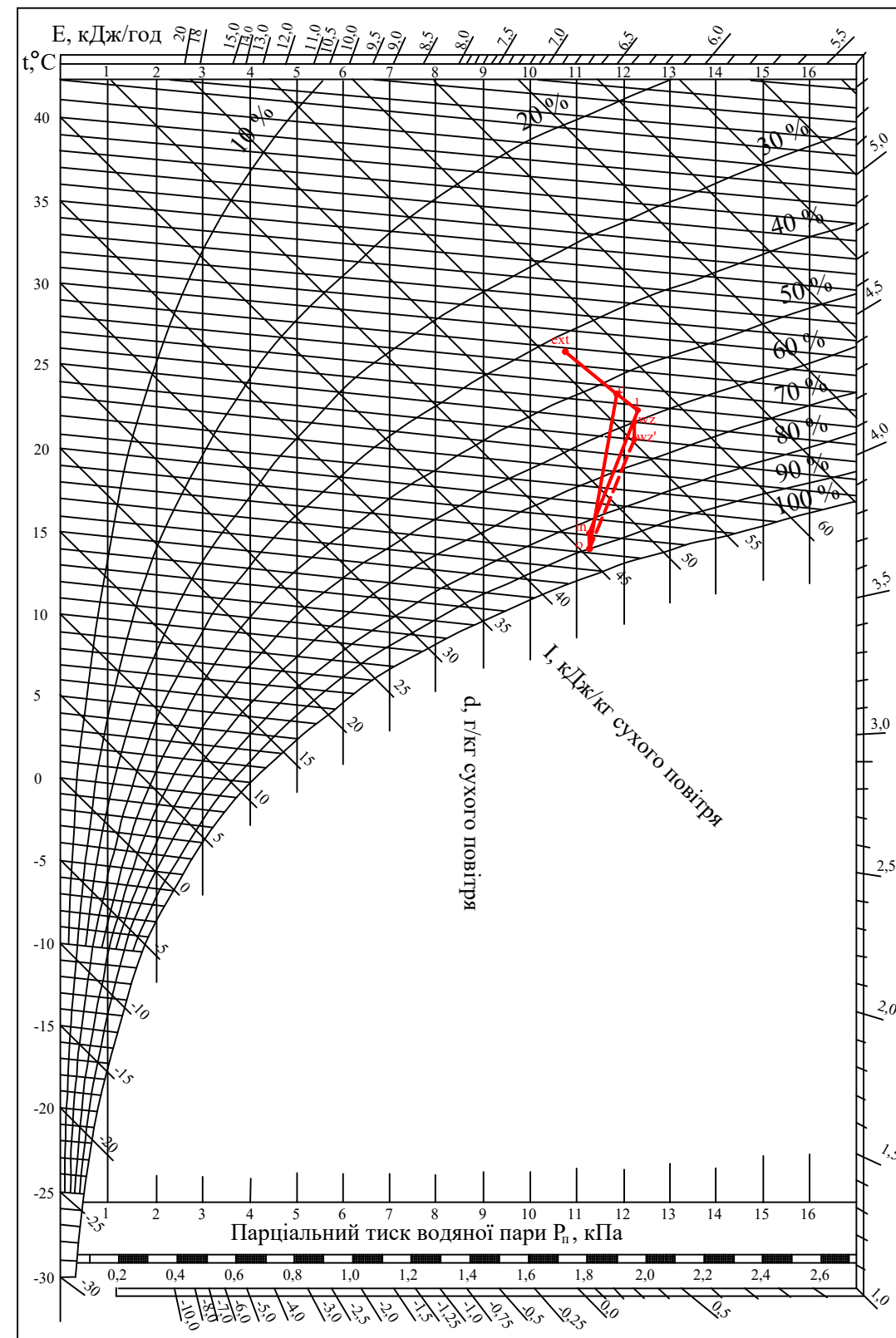
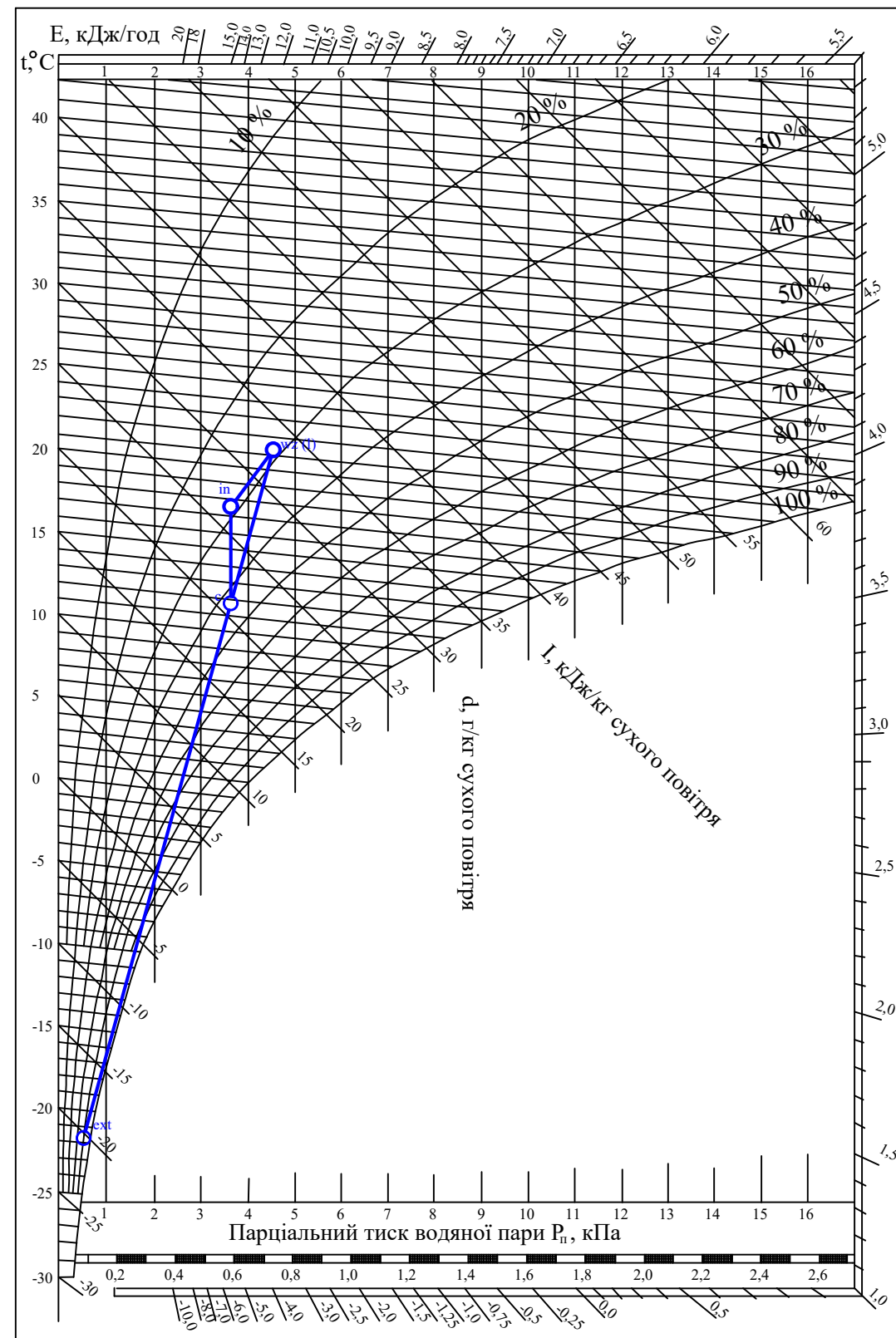
АксонOMETPичні схеми систем К1 та К2



Соголасовано				
Взам. инв. №				
Подпись и дата				
Инв. № подл.				

Умовні позначення	
	- повітророзподільвач типу VDL-H-E3/800
	- повітророзподільвач типу DUK-V-A-E6-400
	- вогнезатримуючий клапан
	- шумоглушник ГП6-2 (l=1,5 м)

						МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА			
						Особливості застосування повітророзподільників при створенні динамічного мікроклімату у спорудах			
Зм.	К-сть	Лист	№ док.	Підпис	Дата	Вентиляція і кондиціонування	Стадія	Аркуш	Аркушів
Зав. каф							ДП	6	18
Керівник	Корбут В.П.								
Консульт									
Розробив	Ярмош Ю.В.					АксонOMETPичні схеми систем К1 та К2			



При максимальних
розрахункових теплових
навантаженнях

$G^{ТП}$	360000	кг/год
$L^{ТП}$	300000	м ³ /год
$Q_{Холоду}$	1150	кВт

При наявності 50 % людей
у приміщення

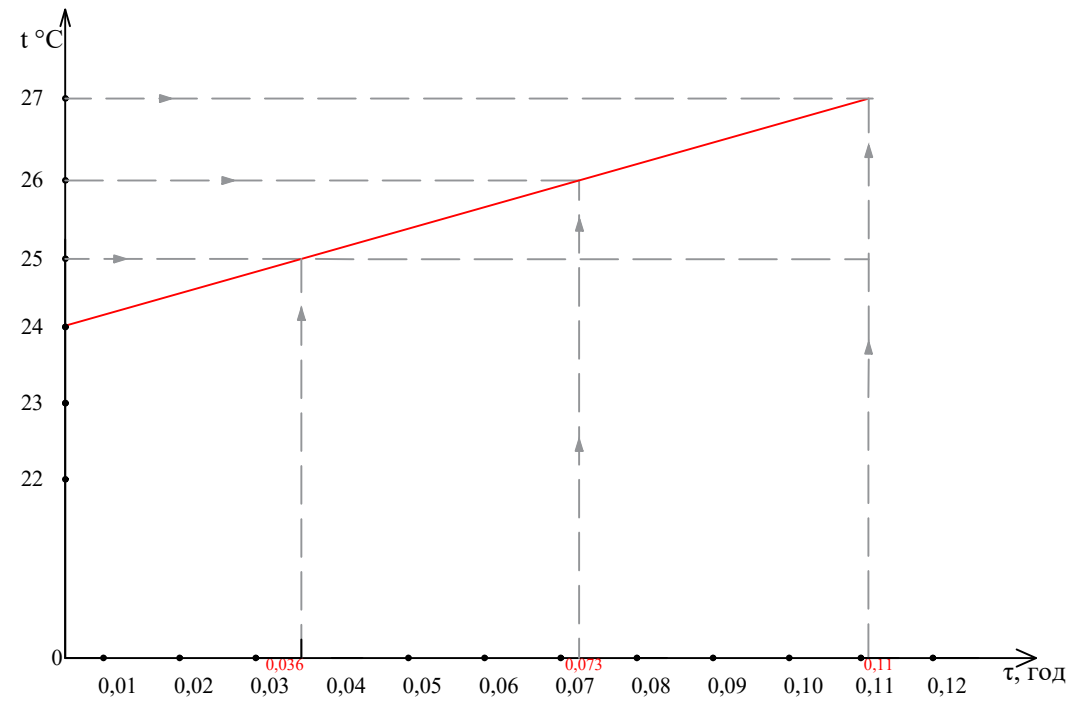
$G^{ТП}$	313000	кг/год
$L^{ТП}$	264000	м ³ /год
$Q_{Холоду}$	1029	кВт

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

Особливості застосування повітророзподільників при створенні динамічного мікроклімату у спорудах

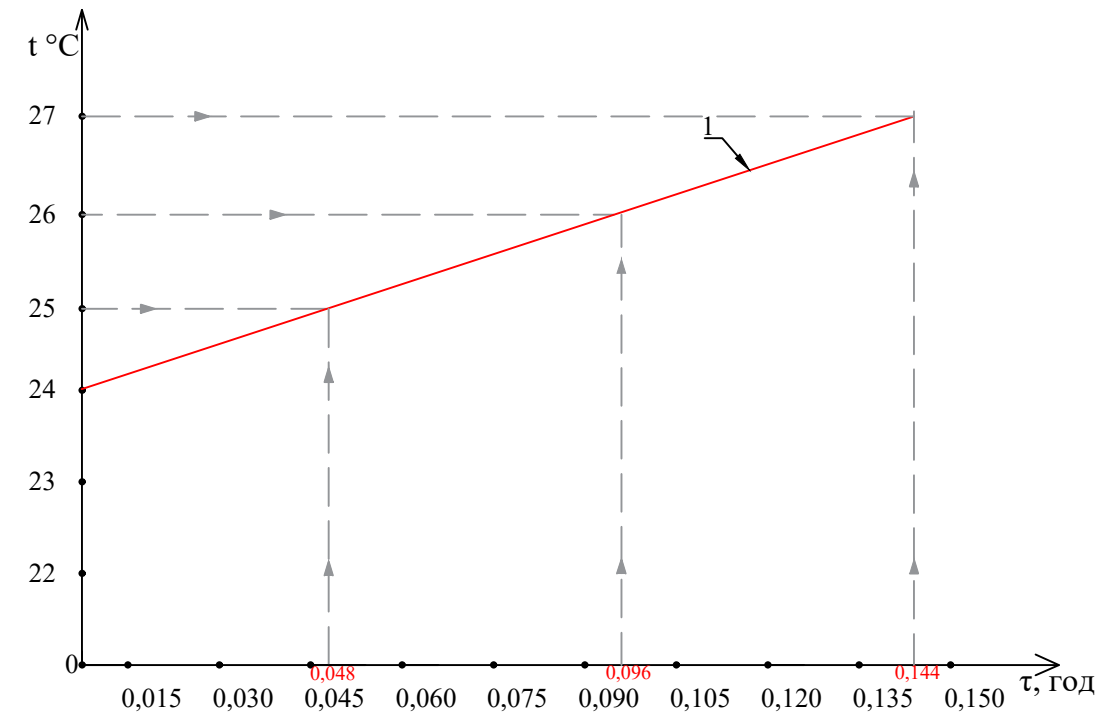
Зм.	К-сть	Лист	№док	Підпис	Дата	Вентиляція і кондиціонування	Стадія	Аркуш	Аркушів
Зав. каф	Предун К.М						ДП	7	18
Керівник	Корбут В.П								
Консульт									
Розробила	Ярмош Ю.В								
						I-d діаграми	ТВ-6н		

Зміна температури в приміщенні при відсутності вентиляції



Зміна температури в приміщенні при відсутності вентиляції при максимальному розрахунковому значенню теплового навантаження

У розрахункових зонах, без використання системи вентиляції при максимальному розрахунковому значенню теплового навантаження, коли $Q=1270$ кВт в теплий період року, температура приміщення збільшиться на $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ за $0,036$ год, тобто за 2хв. 21 сек.



Зміна температури в приміщенні при відсутності вентиляції при наявності 50% відвідувачів

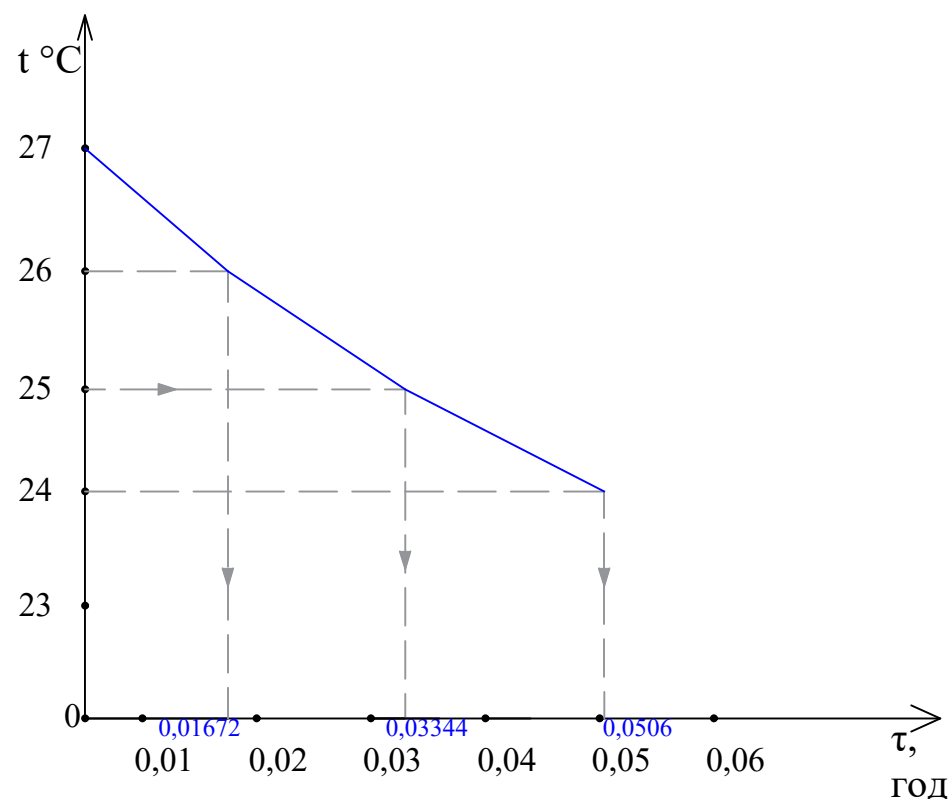
У розрахункових зонах, без використання системи вентиляції в теплий період року у випадку, коли при зменшенні теплового навантаження від людей в два рази від максимального розрахункового $Q=976$ кВт, температура приміщення збільшиться на $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ за $0,048$ год, тобто за 2,58 хв.

Согласовано

Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

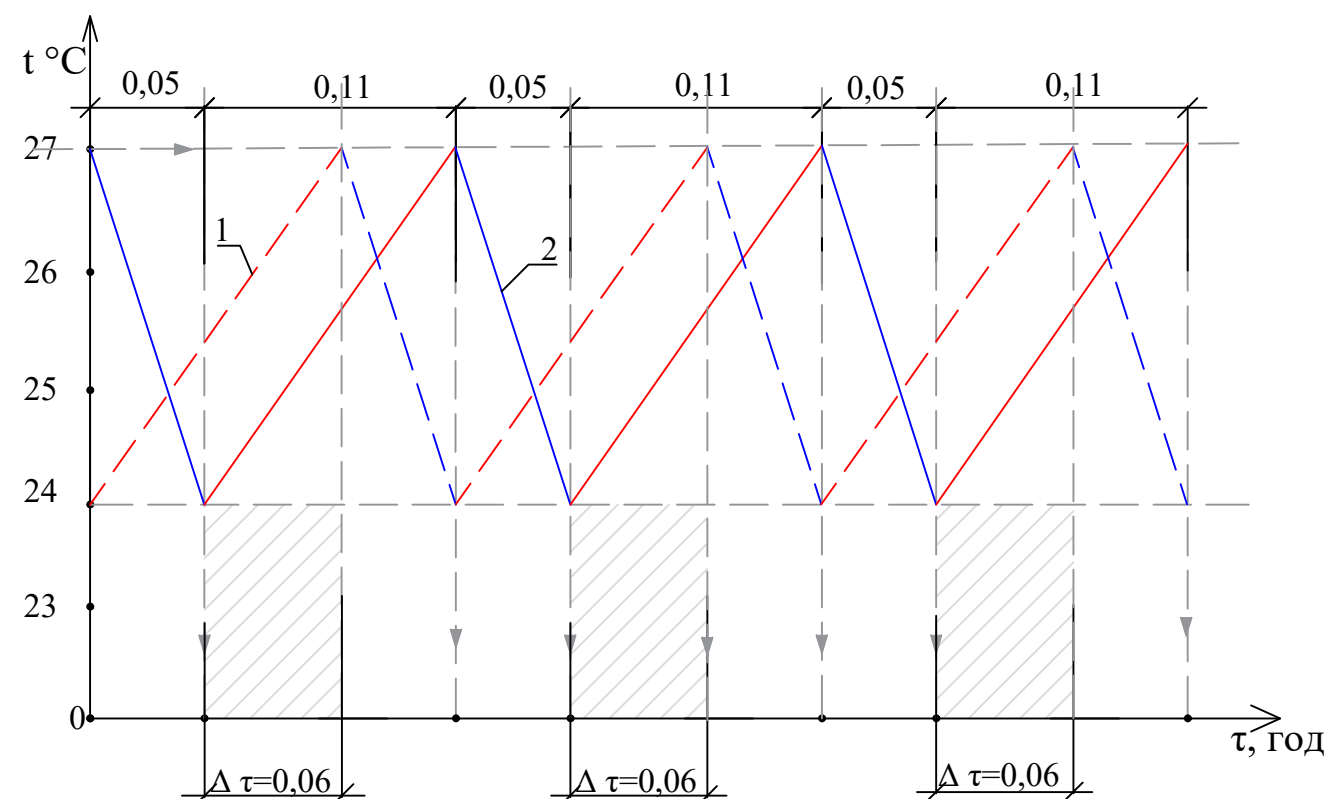
						МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА			
						Особливості застосування повітророзподільників при створенні динамічного мікроклімату у спорудах			
Зм.	К-сть	Лист	№ док	Підпис	Дата	Вентиляція і кондиціонування	Стадія	Аркуш	Аркушів
Зав. каф	Предун К.М						ДП	9	18
Керівник	Корбут В.П						ТВ-6Н		
Консульт									
Розробила	Ярмош Ю.В					Зміна температури в приміщенні при відсутності вентиляції			

Зміна температури в приміщенні при максимальному розрахунковому значенні теплового навантаження



Період зміни температури при заданих межах

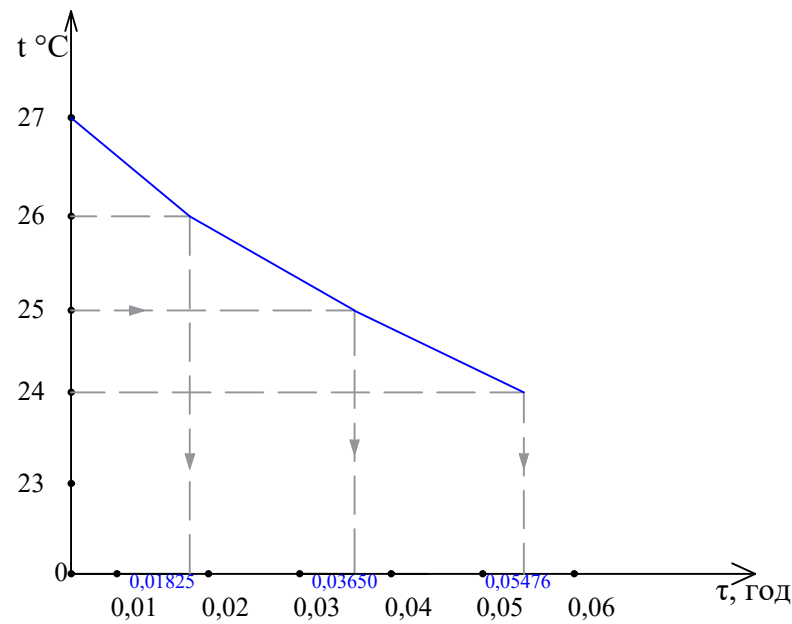
У розрахункових зонах при максимальному розрахунковому тепловому навантаженні $Q=1270$ кВт, з використанням системи вентиляції в теплий період року, температура приміщення зміниться (зменшиться) на $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ за $0,01672$ год, тобто за 1 хв. 03 сек.



- - при відсутності вентиляції система 1
- - з використанням системи вентиляції система 1
- - - при відсутності вентиляції система 2
- - - з використанням системи вентиляції система 2

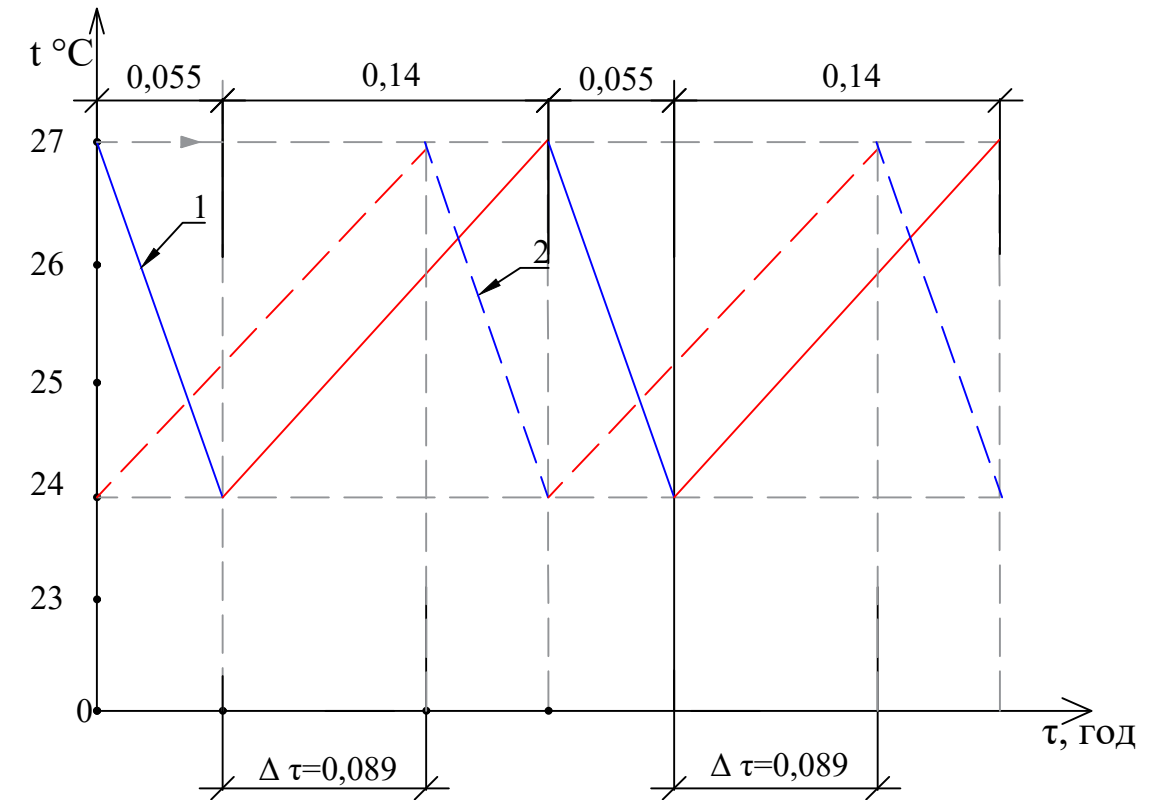
МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА					
Особливості застосування повітророзподільників при створенні динамічного мікроклімату у спорудах					
Зм.	К-сть	Лист	№док	Підпис	Дата
Зав. каф	Предун К.М				
Керівник	Корбут В.П				
Консульт					
Розробила	Ярмош Ю.В				
Вентиляція і кондиціонування				Стадія	Аркуш
Зміна температури в приміщенні				ДП	Аркушів
				10	18
				ТВ-6н	

Зміна температури в приміщенні при зменшенні ТЕПЛООВОГО НАВАНТАЖЕННЯ



Період зміни температури при зменшенні теплового навантаження від людей на 50% від максимального розрахункового

У розрахункових зонах при тепловому надходженні $Q=976$ кВт, з використанням системи вентиляції в теплий період року, температура приміщення зміниться (зменшиться) на 1°C за $0,01825$ год, тобто за 1 хв. 19 сек.



- - при відсутності вентиляції система 1
- - з використанням системи вентиляції система 1
- - - при відсутності вентиляції система 2
- - - з використанням системи вентиляції система 2

Соголасовано

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА					
Особливості застосування повітророзподільників при створенні динамічного мікроклімату у спорудах					
Зм.	К-сть	Лист	№ док	Підпис	Дата
Зав. каф		Предун К.М			
Керівник		Корбут В.П			
Консульт					
Розробила		Ярмош Ю.В			
Зміна температури в приміщенні при зменшенні теплового навантаження				Вентиляція і кондиціонування	Стадія
				ДП	Аркуш
				11	Аркушів
				18	ТВ-6н

Зміни температури приміщення при заданому повітрообміні

Рівняння балансу тепловиділень в приміщенні в диференціальній формі:

$$Q_{\text{вид}} dt + L_{in} t_{in} dt - L_l t dt - V_{\text{пр}} dt = 0$$

Розділивши змінні і представивши диференціал dt у вигляді:

$$dt = -d(-t) = -d\left(\frac{Q_{\text{вид}}}{L_l} + t_{in} - t\right)$$

Проінтегруємо рівняння:

$$\frac{L_l}{V_{\text{пр}}} \tau = -\ln \frac{\frac{Q_{\text{вид}}}{L_l} + t_{in} - t}{\frac{Q_{\text{вид}}}{L_l} + t_{in} - t_o}$$

Останній вираз можна перетворити в залежності від призначення розрахунку. Розрахунку періоду зміни температури в заданих межах:

$$\tau = \frac{V_{\text{пр}}}{L_l} \ln \frac{t_{in} - t_o + \frac{Q_{\text{вид}}}{L_l}}{t_{in} - t + \frac{Q_{\text{вид}}}{L_l}}$$

При розрахунку зміни температури :

$$t = \frac{3,6Q_{\text{вид}}}{L_l c \rho_l} + t_{in} - \left(\frac{3,6Q_{\text{вид}}}{L_l c \rho_l} + t_{in} - t_o\right) e^{-\tau \frac{L_l}{V_{\text{пр}}}}$$

де t_o – температура в будь-якій точці приміщення , °С;

t_{in} – температура припливного повітря , °С;

$Q_{\text{вид}}$ – тепловиділення, Вт;

$V_{\text{пр}}$ – об'єм приміщення, м³;

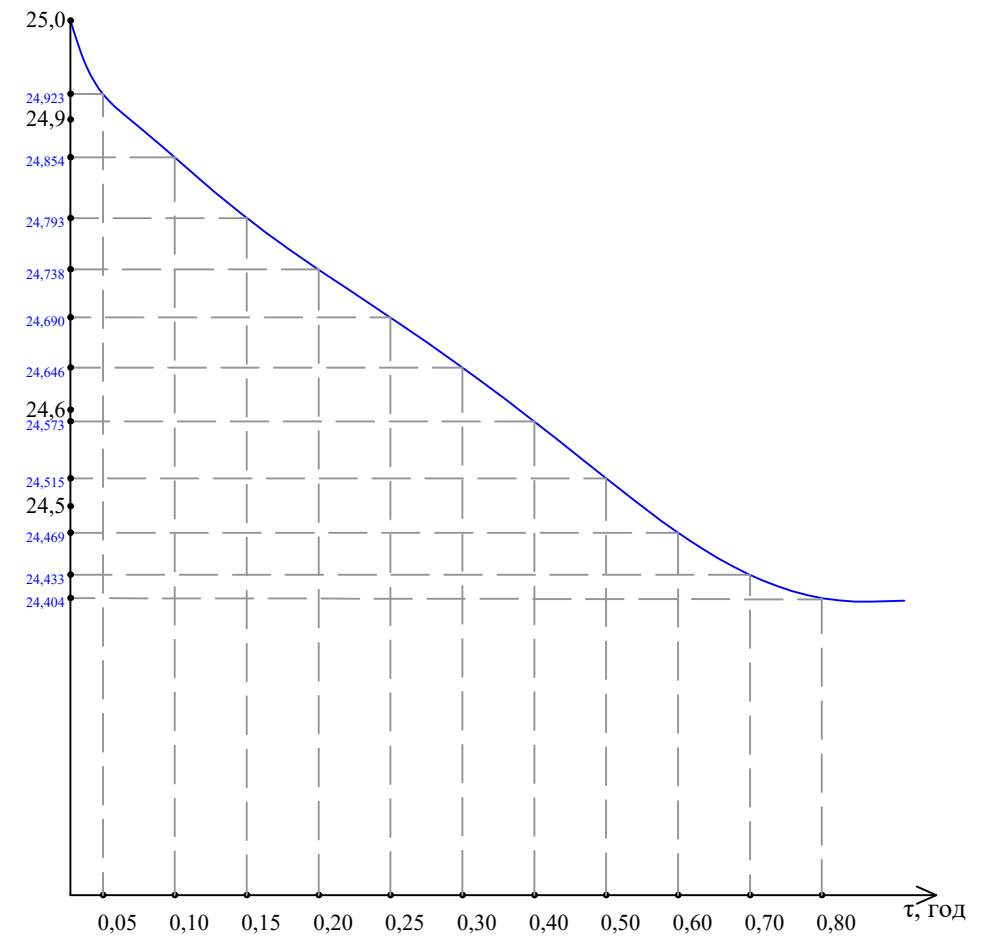
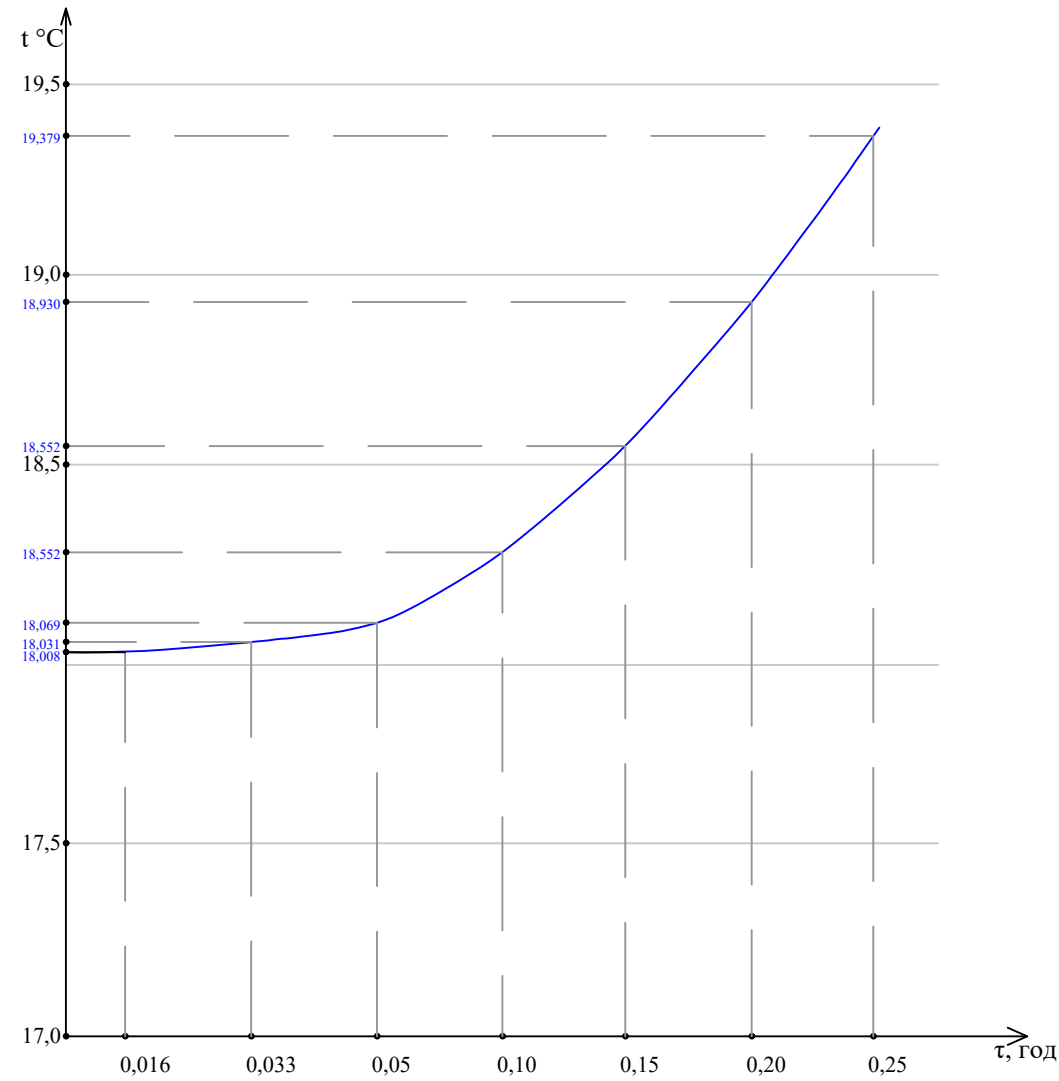
C_p – теплоємність повітря , дорівнює 1,005 кДж/(кг · К);

ρ – густина повітря , дорівнює 1,2 кг/м³;

L_l – продуктивність системи , м³/год.

						МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА		
						Особливості застосування повітророзподільників при створенні динамічного мікроклімату у спорудах		
Зм.	К-сть	Лист	№ док	Підпис	Дата	Стадія	Аркуш	Аркушів
Зав. каф		Предун К.М				Вентиляція і кондиціонування	ДП	12
Керівник		Корбут В.П						
Консульт								
Розробила		Ярмош Ю.В				Формули зміни температури в приміщенні при заданому повітрообміні	ТВ-6н	

Зміни часу при змінній кількості тепловиділень та зміні температурного режиму



а) - в приміщенні задана температура припливного повітря t_{in} та відомий повітрообмін $L=const$ без тепловиділень в приміщенні. Потім діє джерело тепловиділень $Q=Q_{роз}$;

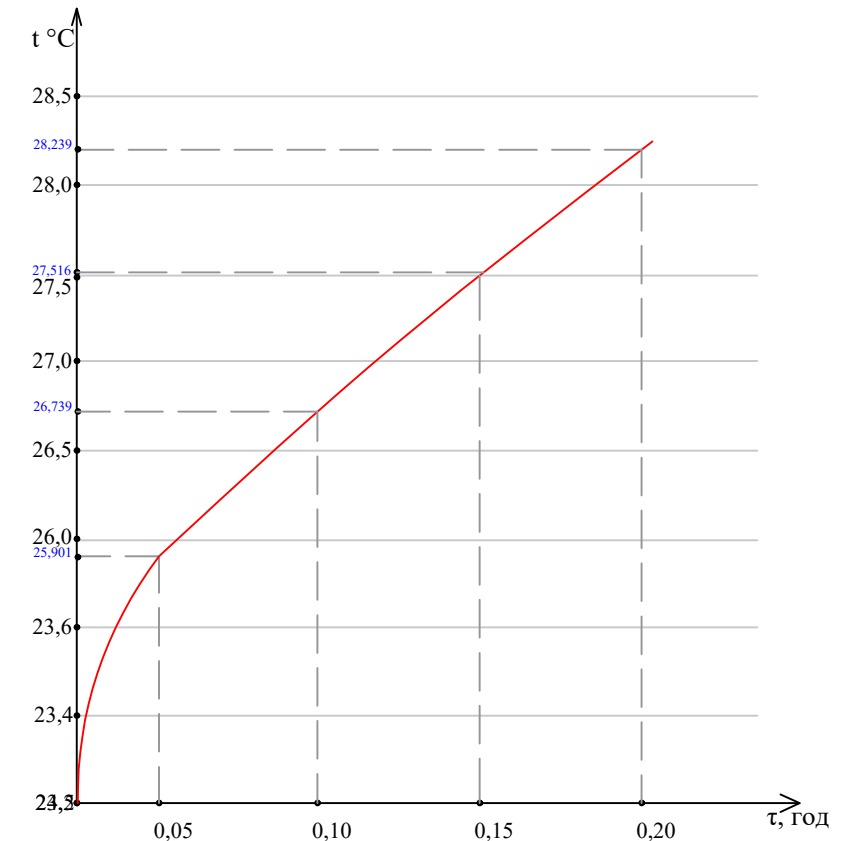
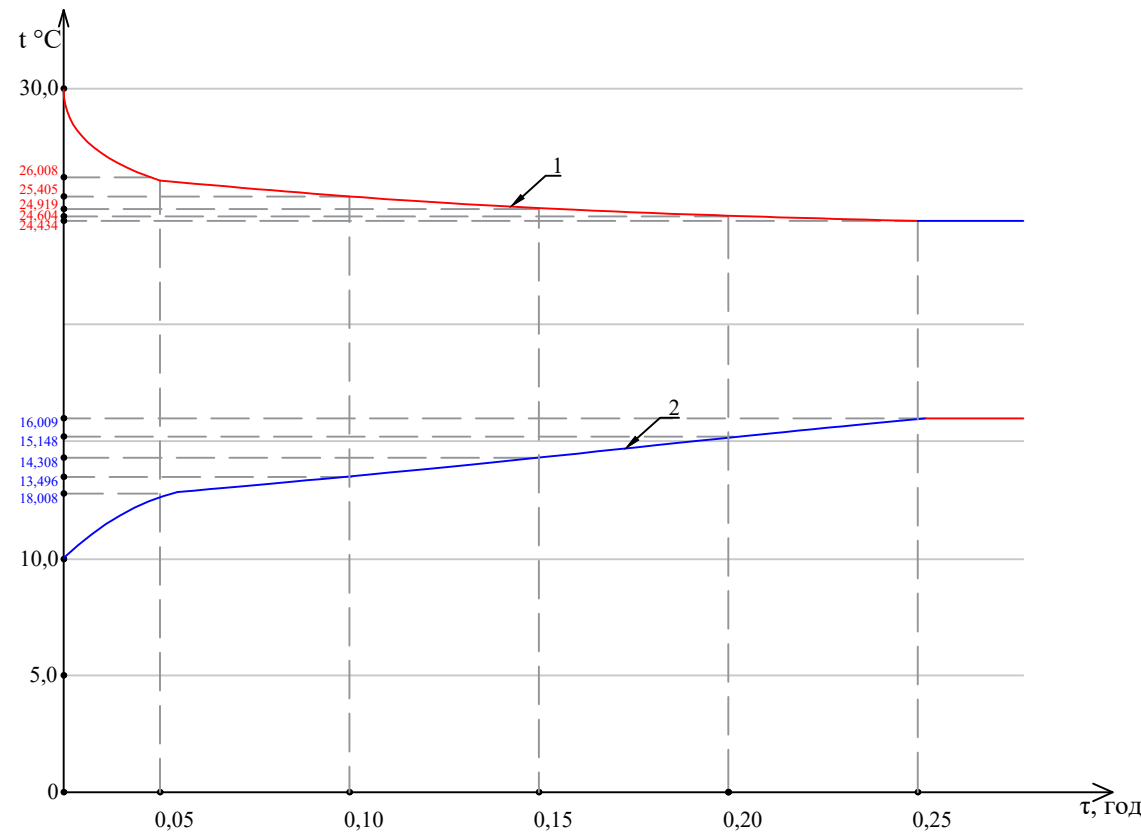
б) - при наявності початкової температури $t_0=t_{wz}$, але тепловиділення зменшуються , а $Q=0,5 Q_{роз}$, $L=const$;

Согласовано

Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА					
Особливості застосування повітророзподільників при створенні динамічного мікроклімату у спорудах					
Зм.	К-сть	Лист	№док	Підпис	Дата
Зав. каф		Предун К.М			
Керівник		Корбут В.П			
Консульт					
Розробила		Ярмош Ю.В			
Вентиляція і кондиціонування				Стадія	Аркуш
Зміни часу при змінній кількості тепловиділень та зміні температурного режиму				ДП	Аркушів
				13	18
				ТВ-6н	

Зміни часу при кількості тепловиділень та зміні температурного режиму



в) - при заданому повітрообміні, довільному значенні початкової температури і заданій кількості тепловиділень;

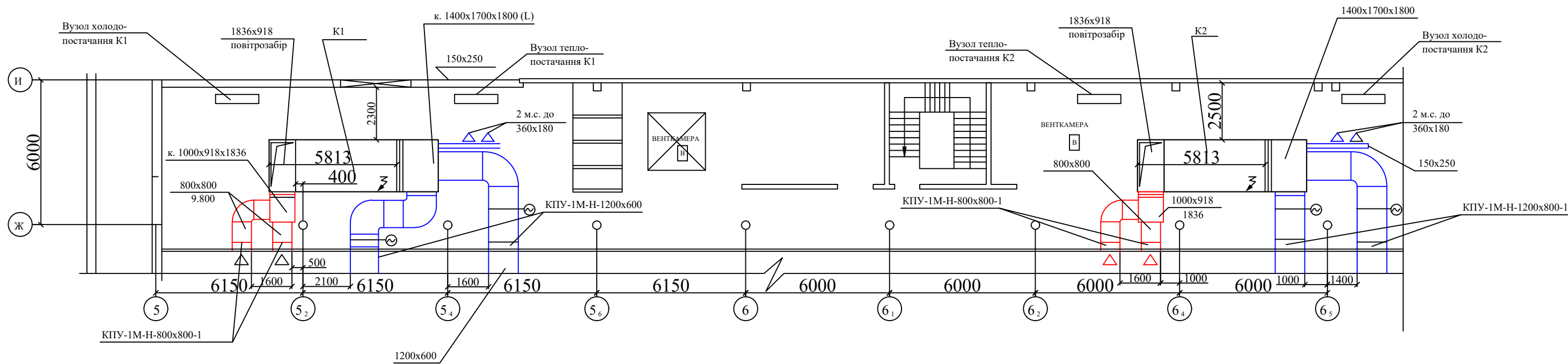
лінія 1 - $t_0 > t_{in}$; у теплий період року, коли температура повітря перевищує максимально допустиме значення.

лінія 2 - $t_0 < t_{in}$ - при черговому опаленні, коли температура $t = 10\text{ }^\circ\text{C}$

г) - при повітрообміні в приміщенні менше розрахункового при заданій t_0 , $Q_{роз}$, $L = 0,5 L_{роз}$;

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА					
Особливості застосування повітророзподільників при створенні динамічного мікроклімату у спорудах					
Зм.	К-сть	Лист	№ док	Підпис	Дата
Зав. каф	Предун К.М				
Керівник	Корбут В.П				
Консульт					
Розробила	Ярмош Ю.В				
Вентиляція і кондиціонування				Стадія	Аркуш
Зміни часу при кількості тепловиділень та зміні температурного режиму				ДП	Аркушів
				14	18
				ТВ-6н	

ПЛАНИ НА ВІДМ. 11.300 В ОСЯХ 5-8/Б-В;Ж-И



Согласовано	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

						МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА			
						Особливості застосування повітророзподільників при створенні динамічного мікроклімату у спорудах			
Зм.	К-сть	Лист	№ док	Підпис	Дата	Вентиляція і кондиціонування	Стадія	Аркуш	Аркушів
Зав. каф				Предун К.М			ДП	15	18
Керівник				Корбут В.П					
Консульт									
Розробила				Ярмош Ю.В					
						План вентиляційної камери	ТВ-6Н		
						Формат А3			

Розрахунок сопел при неізотермічних струминах

Співвідношення між гравітаційними й інерційними силами в поперечному перерізі струмини доцільно оцінювати поточним критерієм Архімеда Ar_x .

$$Ar_x = \frac{gx\Delta t}{v_x^2 T_{wz}}$$

Зміни швидкості і надлишкової температури підкоряються закономірностям слабконеізотермічних течій, то вираз для Ar_x вісесиметричних течій може бути представлений у вигляді:

$$Ar_x = \frac{n}{m^2} Ar_o \left(\frac{x}{d_o}\right)^2$$

де Ar_o - критерій Архімеда у початковому перетині вісесиметричної струмини.

Співвідношення гравітаційних і інерційних сил у вісесиметричній неізотермічній струмині зростає від перетину до перетину пропорційно квадрату відстані

$$\frac{Ar_x}{Ar_o} = \left(\frac{x}{d_o}\right)^2$$

Далекобійність струмини:

$$x_{0,3} = 3,3mv_o\sqrt{F_o}K_cK_HK_{вз}$$

Швидкість V_x на відстані x , м/с

$$\frac{v_x}{v_o} = m \frac{\sqrt{F_o}}{x} K_H$$

Температура t_x на відстані x , оС

$$\frac{\Delta t_x}{\Delta t_o} = n \frac{\sqrt{F_o}}{x} \frac{1}{K_H}$$

де K_H – коефіцієнт неізотермічності

m – коефіцієнт загасання швидкості

n – коефіцієнт загасання температури

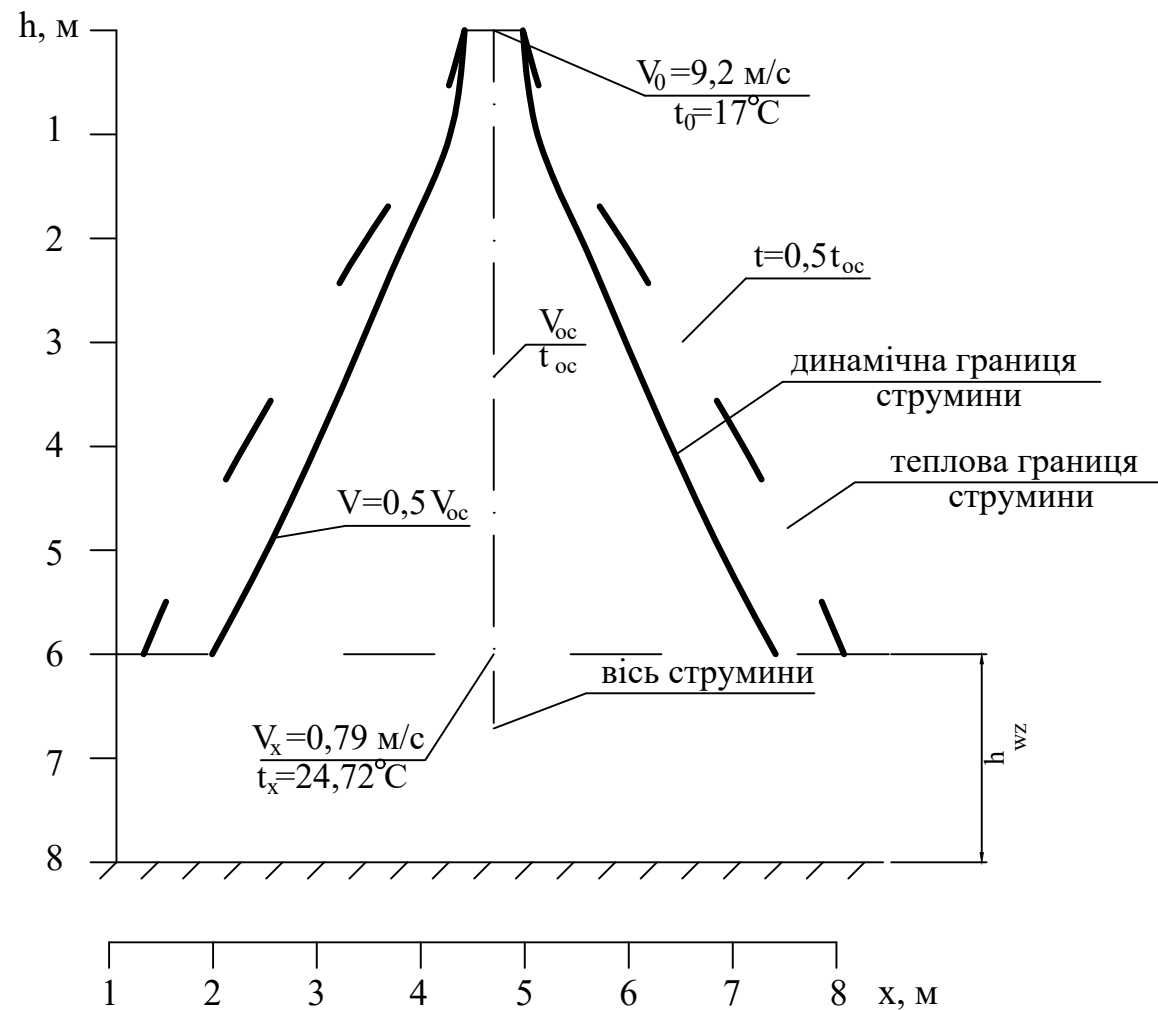
$\sqrt{F_o}$ – площа живого перерізу, м²

						МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА			
						Особливості застосування повітророзподільників при створенні динамічного мікроклімату у спорудах			
Зм.	К-сть	Лист	Недок	Підпис	Дата	Стадія	Аркуш	Аркушів	
Зав. каф		Предун К.М				Вентиляція і кондиціонування	ДП	16	18
Керівник		Корбут В.П							
Консульт									
Розробила		Ярмош Ю.В				Формули для практичних розрахунків неізотермічних струмин	ТВ-6н		

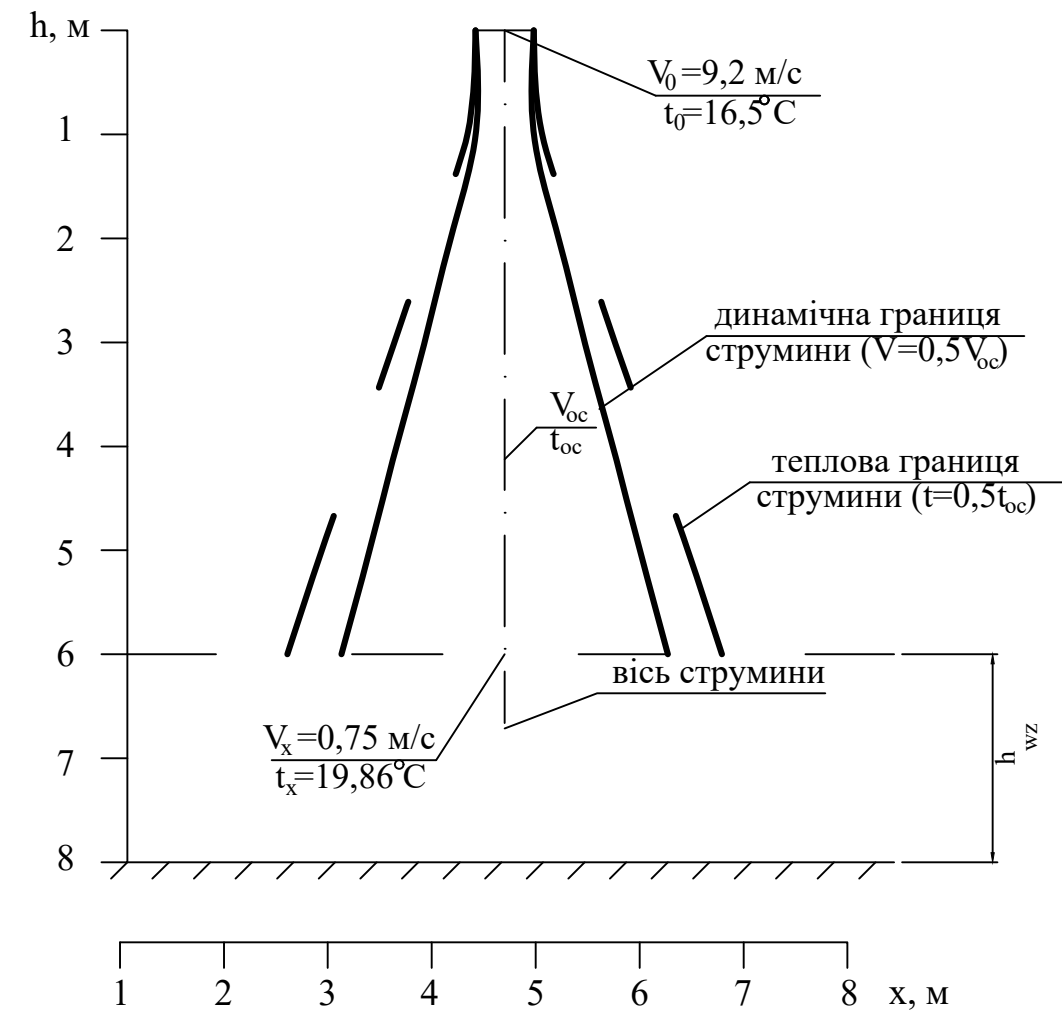
Подача повітря за допомогою повітророзподільників, які створюють закручені струмини

Розрахункова схема припливної струмини

теплий період



холодний період



Положення робочої частини при різних умовах подачі повітря



Горизонтальна подача



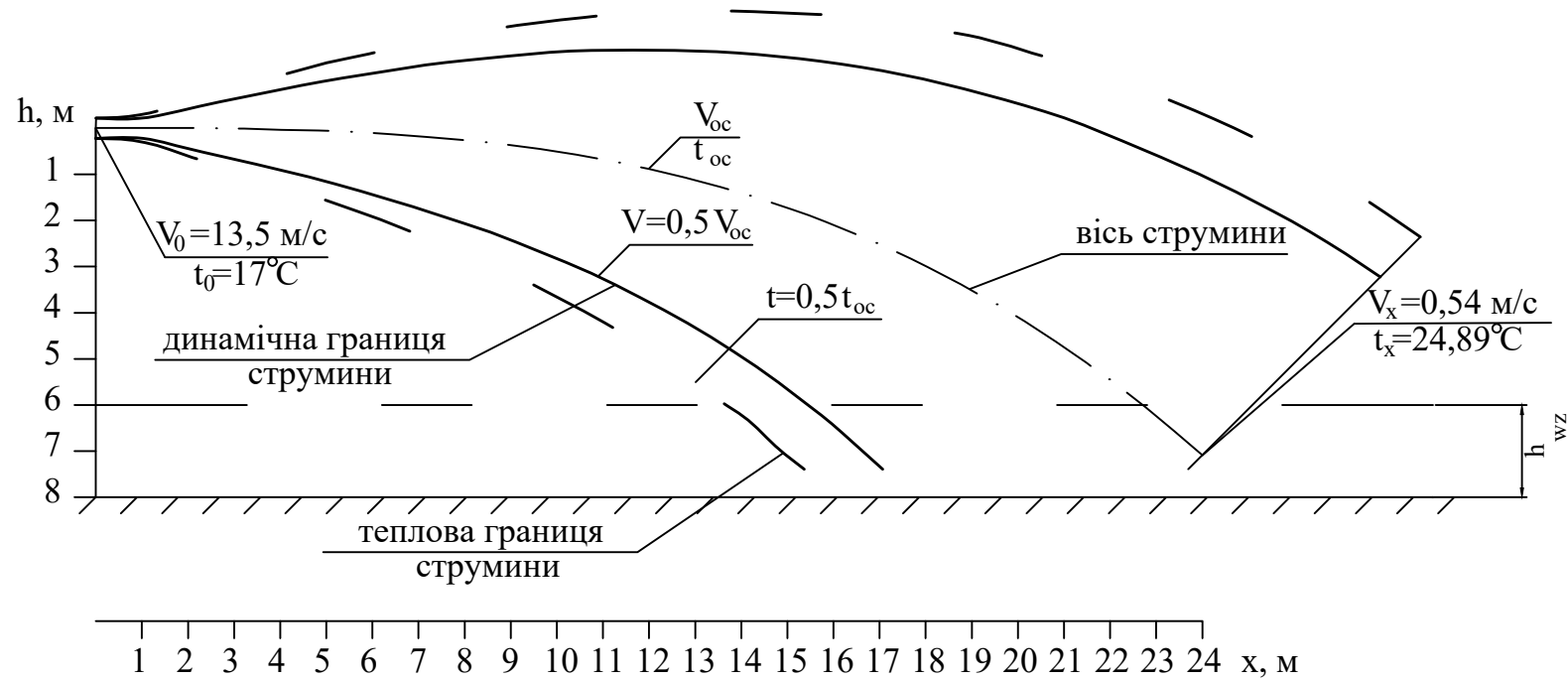
Вертикальна подача

						МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА				
						Особливості застосування повітророзподільників при створенні динамічного мікроклімату у спорудах				
Зм.	К-сть	Лист	Медок	Підпис	Дата					
Зав. каф						Вентиляція і кондиціонування		Стадія	Аркуш	Аркушів
Керівник								ДП	17	18
Консульт										
Розробив						Подача повітря за допомогою закручених повітророзподільників		ТВ-6Н		
Ярмош Ю.В.										

Подача повітря за допомогою далекобійних сопел

Розрахункова схема припливної струмини

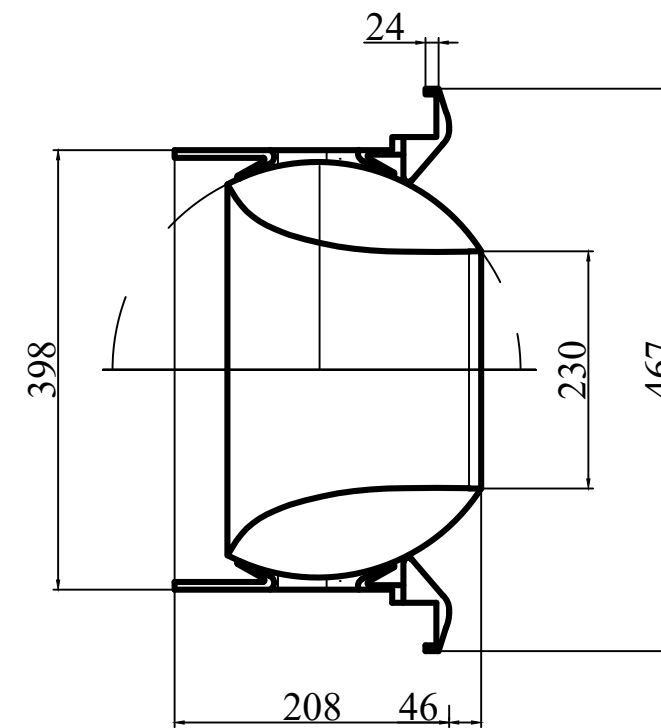
Теплий період



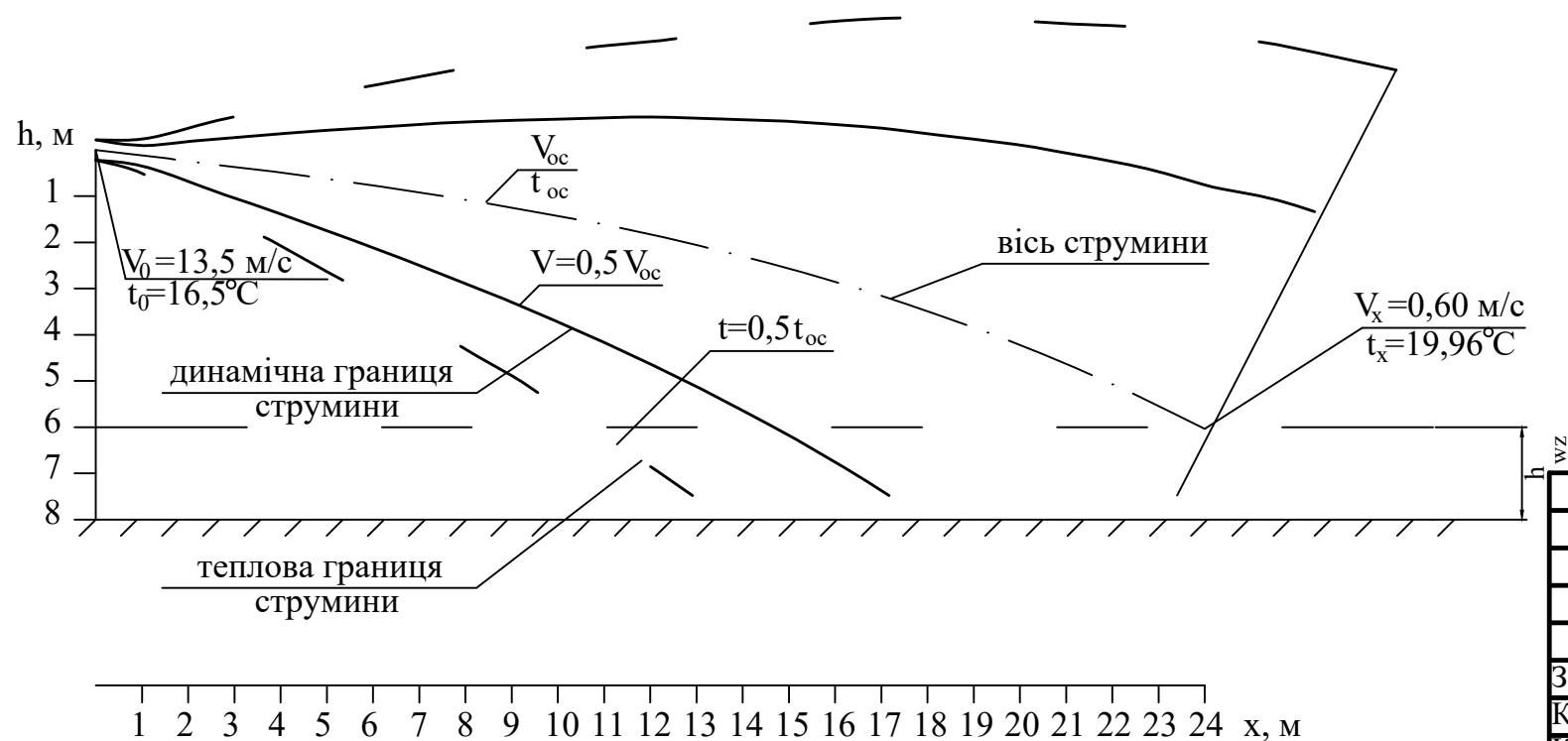
Зовнішній вигляд



Схема сопла



Холодний період



МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

Особливості застосування повітророзподільників при створенні динамічного мікроклімату у спорудах

Зм.	К-сть	Лист	Модок	Підпис	Дата
Зав. каф					
Керівник	Корбут В.П.				
Консульт					
Розробив	Ярмош Ю.В.				

Вентиляція і кондиціонування

Стадія	Аркуш	Аркушів
ДП	18	18

Подача повітря за допомогою далекобійних сопел

ТВ-6н

Согласовано

Взам. инв. №

Получить и дата

Инв. № подл.

Загальні висновки

1. В умовах постійного зростання вартості енергоносіїв та прийняття стратегії енергетичної безпеки все більш актуальними стають питання раціональної подачі та ефективного використання припливного і витяжного повітря у вентиляваному приміщенні з метою зниження енергоспоживання системами формаування мікроклімату;
2. За результатами дослідження зміни температурного режиму в приміщенні при вимкненій системі кондиціонування повітря було встановлено, що у розрахункових зонах в теплий період року, температура підвищується на $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ за $\tau = 0,036$ год , тобто за $\tau = 2\text{хв. } 21\text{ сек.}$ Це дозволяє застосовувати періодичне вимкнення окремих ділянок системи кондиціонування, які обслуговують зони з меншою інтенсивністю теплового навантаження;
3. Результати дослідження теплового режиму приміщення показали, що при змінному тепловому навантаженні можна досягти зменшення фактичної витрати повітря до 50% від максимальної розрахункової за рахунок перерозподілу потоків повітря між зонами;
4. При визначення параметрів повітряного потоку в струмині припливного повітря від різних типів повітророзподільників при змінних умовах роботи системи кондиціонування швидкість повітря та перепад температур на вході в робочу зону не перевищує нормованого значення. Далекобійність припливної струмини дозволяє їй перекривати проектну відстань в усіх режимах роботи системи кондиціонування.

Дякую за увагу!