



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Практическое занятие № 15

Раздел: Конструктивные элементы вентиляционных установок и систем. Защита от шума

Тема: Подбор воздухонагревателя центрального кондиционера

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ

- Приведена таблица с техническими требованиями к центральным кондиционерам КЦКП.

Технические характеристики воздухонагревателей центральных кондиционеров КЦКП

Типоразмер кондиционера	Обозначение воздухонагревателя ВНВ воздухоохладителя ВОВ	Площадь фронтального сечения, м ²	Размеры, мм		Площадь теплообмена однорядного теплообменника, м ² , при шаге пластин, мм	
			Длина трубок	Высота трубной решетки	1,8	2,5
КЦКП- 5	243.1-073-065	0,475	730	650	12,4	9,8
КЦКП- 6,3	243.1-103-065	0,67	1030	650	18,3	13,8
КЦКП- 8	243.1-072-085	0,865	720	850	23,6	17,9
КЦКП- 10	243.1-102-085	0,927	1020	850	25,3	19,1
КЦКП- 12,5	243.1-102-115	1,236	1020	1150	33,8	25,5
КЦКП- 16	243.1-133-115	1,596	1330	1150	43,6	33,0
КЦКП- 20	243.1-133-145	1,956	1330	1450	53,5	40,4
КЦКП- 25	243.1-166-145	2,445	1660	1450	66,9	50,5
КЦКП- 31,5	243.1-166-175	2,934	1660	1750	80,2	60,6
КЦКП- 45	243.1-196-205	3,474	1960	2050	95	71,7
КЦКП- 50	243.1-185-200	3,96	1850	2000	108,3	81,8

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Исходные данные для расчета воздухоохладителя: начальные и конечные параметры воздуха температура $t_{вн}, t_{вк}, ^\circ C$, и энтальпия $i_{вн}, i_{вк}$ кДж/кг, расход воздуха G_v , кг/час.

Требуется определить: необходимую площадь поверхности теплообмена воздухоохладителя, его аэродинамическое и гидравлическое сопротивление.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАСЧЕТА

Необходимая площадь обеспечивается подбором числа рядов труб теплообменника при выбранном значении расстояния между пластинами. Расстояние между пластинами воздухонагревателя может быть равным 1,8; 2,5; 4 мм. Принимаем шаг 2,5 мм. Число ходов по теплоносителю определяется в зависимости от рекомендуемой скорости движения теплоносителя в трубках. Для воздухонагревателей рекомендуемая скорость - от 1,5 до 2,0 м/с .

1. Определяют массовую скорость воздуха во фронтальном сечении кондиционера, кг/с м²:

$$v\rho = \frac{G_{\epsilon}}{3600F_f}.$$

2. Рассчитывают количество теплоты для нагревания воздуха, Вт:

$$Q = 0,278c_{\epsilon} G_{\epsilon} (t_{\kappa} - t_{\text{н}})$$

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАСЧЕТА

3. Определяют расход теплоносителя, кг/ч

$$G_w = \frac{3,6Q}{c_w (t_1 - t_2)}$$

4. Задаваясь скоростью движения теплоносителя в трубках от 1,2 до 1,5 м/с, определяют число ходов и площадь живого сечения для прохода воды. Предварительно также следует задаться числом рядов трубок по ходу движения воздуха р.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАСЧЕТА



$$N = \frac{pH_{\text{тр}}}{h},$$

где $H_{\text{тр}}$ – высота трубной решетки, м;

h – шаг труб по высоте, м, для КЦКП $h = 0,05 \text{ м}$.

Число ходов:

$$n = \frac{N}{m},$$

где m – число трубок, подключаемых к подающему коллектору,
определяемое

ориентировочно по заданному значению скорости движения воды
в трубках:

$$m = \frac{G_w}{3600 \rho_w f_w w}.$$

Число ходов может быть равным 2, 4, 6, 8, 12, 16.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАСЧЕТА

Принимают ближайшее значение числа ходов, определяют количество подключений к коллектору и уточняют скорость движения воды в трубках, м/с:

$$w = \frac{G_w}{3600 \rho_w f_w m}$$

где f_w - площадь живого сечения медной трубки, m^2 ; при внутреннем диаметре трубки 11,8 мм (КЦКП) составляет 0,0001108 m^2 ,

6. Определяют коэффициент теплопередачи, К, Вт/($m^2 \cdot C$); для воздухонагревателей центрального кондиционера КЦКП фирмы «Веза» – по формуле:

$$k = A(v\rho)^{0,37} w^{0,18};$$

7. Аэродинамическое сопротивление воздухонагревателя, Па, определяют по формуле:

$$\Delta P_a = B(v\rho)^m,$$

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАСЧЕТА

8. Гидравлическое сопротивление воздухонагревателя, кПа, определяют по формуле:

$$\Delta P_w = 1,968 l_{\text{хода}} w^{1,69},$$

где $l_{\text{хода}}$ – приведенная длина хода воды в трубках; определяется как произведение числа ходов на длину трубок

9. Требуемая площадь поверхности теплообмена:

$$F = \frac{Q}{k \Delta t_{\text{cp}}}$$

ТАБЛИЦА КОЭФФИЦИЕНТОВ А И Б

Обозначение показателя	Количество рядов трубок по ходу воздуха							
	1			2		3		4
	Шаг пластин, мм							
	1,8	2,5	4	1,8	2,5	1,8	1,8	
А	20,94	21,68	23,11	20,94	21,68	20,94	20,94	
Б	2,104	1,574	1,034	4,093	3,035	6,044	7,962	
m	1,64	1,74	1,81	1,65	1,72	1,66	1,59	

УСЛОВИЕ ЗАДАЧИ

- Подобрать поверхностный воздухонагреватель. Исходные данные для расчета воздухонагревателя: начальные и конечные параметры воздуха $t_n = -3,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_k = 17\text{ }^{\circ}\text{C}$, расход воздуха $G_v = 23428\text{ кг/час}$, начальная и конечная температура теплоносителя $t_1 = 110\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_2 = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

ВАРИАНТЫ ОТВЕТА

- №1 $F = 47,3 \text{ м}^2; \Delta P_a = 15,06 \text{ Па}; \Delta P_w = 14,86 \text{ кПа} (!)$
- №2 $F = 57 \text{ м}^2; \Delta P_a = 13,45 \text{ Па}; \Delta P_w = 15,86 \text{ кПа}$
- №3 $F = 102,4 \text{ м}^2; \Delta P_a = 12,45 \text{ Па}; \Delta P_w = 18,86 \text{ кПа}$
- №4 $F = 202,4 \text{ м}^2; \Delta P_a = 16,45 \text{ Па}; \Delta P_w = 13,86 \text{ кПа}$
- №5 Нет верного ответа

ПОДСКАЗКА



- Уточните верно ли вы выбрали типоразмер кондиционера.

ПОЛНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ

Принимаем воздухонагреватель ВНВ 243.1-133-145 кондиционера КЦКП-20, площадь фронтального сечения $1,956 \text{ м}^2$.

1. Массовая скорость воздуха во фронтальном сечении кондиционера КЦКП-20, $\text{кг}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$:

$$v\rho = \frac{23428}{3600 \cdot 1,956} = 3,32 \text{ кг/с} \cdot \text{м}^2.$$

2. Количество теплоты для нагревания воздуха, Вт:

$$Q = 0,278 \cdot 23428 (17 - (-3,5)) = 133516 \text{ Вт}.$$

3. Расход теплоносителя, кг/ч :

$$G_w = \frac{3,6 \cdot 133516}{4,187 (110 - 70)} = 2870 \text{ кг/час}.$$

ПОЛНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ

4. Задаваясь скоростью движения теплоносителя в трубках от 1,2 до 1,5 м/с, определяют число ходов и площадь живого сечения для прохода воды. Предварительно также следует задаться числом рядов трубок по ходу движения воздуха p .

Принимаем $p=1$; при $H_{тр}=1,45$ м общее количество трубок:

$$N = \frac{pH_{тр}}{h} = \frac{1 \cdot 1,45}{0,05} = 29,$$

где $H_{тр}$ – высота трубной решетки, м;

h – шаг труб по высоте, м, для КЦКП $h = 0,05$ м .

ПОЛНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ

Принимаем скорость движения воды в трубках 1,2 м/с. Тогда

$$m = \frac{2870}{3600 \cdot 1000 \cdot 0,0001108 \cdot 1,2} = 6,15.$$

Принимаем $m=6$ и определяем число ходов

5. Число ходов:

$$n = \frac{N}{m},$$

где m — число трубок, подключаемых к подающему коллектору, определяемое ориентировочно по заданному значению скорости движения воды в трубках:

$$n = \frac{29}{6,15} \approx 4.$$

ПОЛНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ

Принимают ближайшее значение числа ходов, определяют количество подключений к коллектору и уточняют скорость движения воды в трубках, м/с:

$$w = \frac{G_w}{3600 \rho_w f_w m},$$

где f_w - площадь живого сечения медной трубки, м^2 ; при внутреннем диаметре трубки 11,8 мм (КЦКП) составляет $0,0001108 \text{ м}^2$,

Скорость движения воды в трубках:

$$w = \frac{2870}{3600 \cdot 1000 \cdot 0,0001108 \cdot 6} = 1,23 \text{ м/с}.$$

Коэффициент теплопередачи:

$$k = 21,68 \cdot (3,32)^{0,37} \cdot 1,23^{0,18} = 35,08 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{С}.$$

ПОЛНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ

Разность средних температур воды и воздуха:

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{110 + 70}{2} - \frac{17 - 3,5}{2} = 83,25^{\circ}\text{C}.$$

Требуемая площадь поверхности теплообмена:

$$F = \frac{133516}{35,08 \cdot 83,25} = 45,7 \text{ м}^2$$

При расстоянии между пластинами 2,5 мм площадь поверхности теплообмена однорядного теплообменника 40,4 м², что недостаточно для передачи необходимого количества теплоты. Принимаем расстояние между пластинами 1,8 мм и повторяем расчет.

Коэффициент теплопередачи:

$$k = 20,94 \cdot (3,32)^{0,37} \cdot 1,23^{0,18} = 33,9 \text{ Вт/м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

ПОЛНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ

Требуемая площадь поверхности теплообмена:

$$F = \frac{133516}{33,9 \cdot 83,25} = 47,3 \text{ м}^2.$$

Площадь поверхности теплообмена однорядного теплообменника при расстоянии между пластинами 1,8 мм – 53,5 м². Коэффициент запаса:

$$\alpha = \frac{53,5 - 47,3}{53,5} 100 = 9,9\%.$$

Аэродинамическое сопротивление воздухонагревателя:

$$\Delta P_a = 2,104(3,32)^{1,64} = 15,06 \text{ Па}.$$

Гидравлическое сопротивление воздухонагревателя

$$\Delta P_w = 1,968 \cdot 4 \cdot 1,33 \cdot 1,23^{1,69} = 14,86 \text{ кПа}.$$

ЗАДАЧА ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

- Подобрать поверхностный воздухонагреватель. Исходные данные для расчета воздухонагревателя: начальные и конечные параметры воздуха $t_n = -3,5$ °C, $t_k = 17$ °C, расход воздуха $G_v = 323428$ кг/час, начальная и конечная температура теплоносителя $t_1 = 110$ °C, $t_2 = 70$ °C .

ВАРИАНТЫ ОТВЕТА

- №1 $F = 47,3 \text{ м}^2; \Delta P_a = 15,06 \text{ Па}; \Delta P_w = 14,86 \text{ кПа}$
- №2 $F = 57 \text{ м}^2; \Delta P_a = 13,45 \text{ Па}; \Delta P_w = 15,86 \text{ кПа}$
- №3 $F = 102,4 \text{ м}^2; \Delta P_a = 12,45 \text{ Па}; \Delta P_w = 18,86 \text{ кПа}$
- №4 $F = 202,4 \text{ м}^2; \Delta P_a = 16,45 \text{ Па}; \Delta P_w = 13,86 \text{ кПа}$
- №5 Нет верного ответа (!)



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!