

1921

2021

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 13

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

Исходные данные для расчета воздухонагревателя: начальные и конечные параметры воздуха $t_{ев}, t_{евн}$, °C, расход воздуха G_g , кг/час, начальная и конечная температура теплоносителя t_1, t_2 , °C.

Требуется определить необходимую площадь поверхности теплообмена воздухонагревателя A , м², коэффициент запаса площади a , потери давления по воздуху ΔP_a , Па, и потери давления по теплоносителю ΔP_w , кПа. Коэффициент запаса площади не должен превышать 10%, потери давления по воде - 25 кПа.

Необходимые значения площади поверхности теплообмена и потерь по воде обеспечиваются подбором сочетания трех конструктивных параметров: числа рядов труб теплообменника по ходу воздуха p , числа ходов n и числа подключений к коллектору m при выбранном значении расстояния между пластинами. Расстояние между пластинами воздухонагревателя может быть равным 1,8; 2,5; 4,2; 8 мм. Обычно принимают шаг 2,5 мм.

Последовательность конструкторского расчета воздухонагревателя следующая:

1. Выбирают типоразмер калорифера и определяют площадь фронтального сечения A_f . Определяют массовую скорость воздуха во фронтальном сечении калорифера, кг/(см²)

$$v\rho = \frac{G_g}{3600 \cdot A_f}.$$

2. Рассчитывают количество теплоты для нагревания воздуха, Вт

$$Q = 0,278 \cdot c_g \cdot G_g \cdot (t_1 - t_2).$$

3. Определяют расход теплоносителя, кг/ч

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

4. Задают число рядов трубок по ходу движения воздуха p (не менее двух) и определяют общее количество трубок

$$N = \frac{p \cdot H_{mp}}{h},$$

где H_{mp} - высота трубной решетки, м; h - шаг труб по высоте, м, $h = 0,05$ м.

5. Задавая скорость движения теплоносителя в трубках от 1,2 до 2 м/с, определяют число подключений к коллектору m

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

где ρ_w - средняя плотность воды, кг/м³; f_w - площадь живого сечения для прохода воды одной медной трубки, м²; при диаметре трубки 11,8 мм составляет 0,0001108 м²; v - скорость движения теплоносителя в трубках, м/с.

6. Определяют число ходов

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

Число ходов может быть равным 2, 4, 6, 8, 12, 16. Принимают ближайшее значение числа ходов, определяют количество подключений к коллектору и уточняют скорость движения воды в трубках, м/с

$$v_{\text{действ}} = \frac{G_w}{3600 \cdot \rho_w \cdot f_w \cdot m}.$$

7. Определяют коэффициент теплопередачи, K , Вт/(м²·°С), для поверхностных теплообменников центрального кондиционера по формуле

$$K = A \cdot (v\rho)^{0.37} \cdot v_{\text{действ}}^{0.18}.$$

8. Средний температурный перепад $\Delta t_{\text{ср}}$ допускается рассчитывать по приближенной формуле

$$\Delta t_{\text{ср}} = (t_1 - t_2)/2 - (t_{\text{вх}} - t_{\text{вых}})/2.$$

9. Требуемая площадь поверхности теплообмена, м²

$$A_{\text{треб}} = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{\text{ср}}}.$$

10. Определяют фактическую площадь поверхности теплообмена для принятого значения числа рядов трубок калорифера. Определяют запас площади поверхности теплообмена a , %

$$a = \frac{A_{\text{ф}} - A_{\text{треб}}}{A_{\text{ф}}}.$$

11. Потери давления по воде в воздухонагревателе, кПа, определяют по формуле

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

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

12. Если запас площади поверхности теплообмена превышает 10% или фактическая площадь меньше требуемой, следует изменить конструктивные параметры: шаг трубок, число рядов трубок по ходу воздуха, число ходов и число подключений к коллектору и повторить расчет. Если потери давления по воде превышают 25 кПа, то следует уменьшить число ходов и повторить расчет.

13. Потери давления по воздуху, Па, определяют по формуле

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ

Типоразмер кондиционера	Обозначение воздухонагревателя ВНВ воздухоохладителя ВОВ	Площадь фронтального сечения теплообменника, 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	0,479	730	650	12,4	9,8
КЦКП-6,3	243.1-103-065	0,673	1030	650	18,3	13,8
КЦКП-8	243.1-073-090	0,855	730	900	23,6	17,9
КЦКП-10	243.1-103-090	0,926	1030	900	25,3	19,1
КЦКП-12,5	243.1-103-120	1,24	1030	1200	33,8	25,5
КЦКП-16	243.1-133-120	1,587	1330	1200	43,6	33,0
КЦКП-20	243.1-163-120	1,984	1630	1200	53,5	40,4
КЦКП-25	243.1-163-150	2,48	1630	1500	66,9	50,5
КЦКП-31,5	243.1-163-180	2,917	1630	1800	80,2	60,6
КЦКП-40	243.1-190-180	3,367	1900	1800	95	71,7
КЦКП-50	243.1-185-200	3,654	1850	2000	108,3	81,8

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	
<i>A</i>	20,94	21,68	23,11	20,94	21,68	20,94	20,94	
<i>B</i>	2,104	1,574	1,034	4,093	3,035	6,044	7,962	
<i>m</i>	1,64	1,74	1,81	1,65	1,72	1,66	1,59	

Подобрать калорифер приточной установки, если $t_{вн}=-28^{\circ}\text{C}$, $t_{вк}=20^{\circ}\text{C}$, $t_1=90^{\circ}\text{C}$, $t_2=70^{\circ}\text{C}$, $G_g=5000$, кг/час. В ответ вывести требуемую площадь, потери по воде (кПа) и потери по воздуху (Па).

Варианты ответов:

20.35, 20.6, 18.3

10.45, 12.12, 8.1

26.6, 20.85, 10.6 (!)

10.3, 16.09, 28.89

17.33, 12.3, 158.3

В случае получения неправильного ответа следует:

1. проверить правильность выбора данных из таблицы. Пересчитать нули в малых числах и т.д.
2. внимательно проверить вычисления, при необходимости воспользоваться таблицами Excel или другими средствами автоматизации расчётов.

ПОЛНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ

Расчёт выполняется по формулам. При необходимости делается пересчёт с другими параметрами нагревателя. Результаты сведены в таблицу.

$t_1=$	90	$v\rho=$	2.064
$t_2=$	70	$Q=$	67054
$G=$	5000	$G_w=$	2880.584
$t_{вн}=$	-28	$N=$	26
$t_{вк}=$	20	$m=$	5
$A_f=$	0.673	$n=$	5
$p=$	2	$\Pi_{лейств}=$	6
$H_{гр}=$	0.65	$V_{действ}=$	1.376
$h=$	0.05	$K=$	30.020
$v=$	1.5	$\Delta t_{ср}=$	84.000
$f_w=$	0.0001108	$A_{гр}=$	26.591
$A_1=$	13.8	$a=$	3.656
$A_\phi=$	27.6	$\Delta P_w=$	20.847
$l=$	1.03	$\Delta P_a=$	10.553
$A=$	21.68	$m=$	1.72
$B=$	3.035		

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

Подобрать калорифер приточной установки, если $t_{вн}=-33^{\circ}\text{C}$, $t_{вк}=18^{\circ}\text{C}$, $t_1=90^{\circ}\text{C}$, $t_2=70^{\circ}\text{C}$, $G_g=3600$, кг/час. В ответ вывести требуемую площадь, потери по воде (кПа) и потери по воздуху (Па).

**СПАСИБО
ЗА ВНИМАНИЕ**