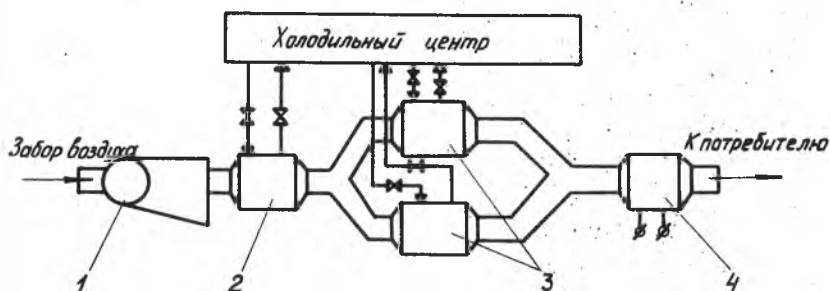


А.А.Поляков, Н.И.Ильина

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ
СИСТЕМ ТЕПЛО- И ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ
НА ОСНОВЕ ПАРОКОМПРЕССИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН
И ВИХРЕВЫХ ТРУБ

Работа вихревых устройств в воздушных системах большой холодопроизводительности (расход воздуха 2000-20000 м³/ч, при рабочем диапазоне температур 0 - +80°С) имеет целый ряд особенностей, требующих изучения. Нет достаточных данных по оптимальной геометрии ВТ большой производительности. Имеющиеся в настоящее время данные по эксплуатации установок, работающих на природном газе, получены в специфических условиях, и, как правило, не могут быть распространены на воздушные системы.

При проектировании систем термостатирования или кондиционирования приходится решать задачу выбора наиболее эффективных способов охлаждения и нагрева. Этот выбор определяется всесторонним технико-экономическим анализом. Экономическое сравнение для систем большой производительности представляет особый интерес.



Р и с. 1. Система термостатирования на основе ПКХМ: 1 - нагнетатель воздуха, 2 - воздухоохладитель предварительный, 3 - воздухоохладитель окончательный, 4 - электронагреватель.

Возможная схема воздушной системы на основе парокомпрессионных холодильных машин (ПКХМ) представлена на рис. 1. Характерным признаком таких систем является наличие одного или нескольких

холодильных центров, расположенных на некотором расстоянии от потребителя. Это обстоятельство оказывает большое влияние на экономические параметры систем.

При расчете ВТ использовались зависимости, полученные на основе анализа работ [1, 2, 3].

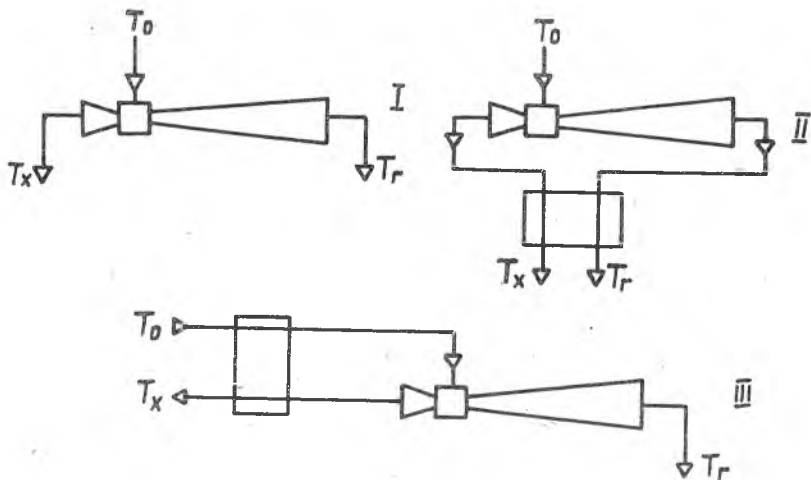
Температурная эффективность ВТ η для доли холодного потока воздуха $\mu = 0,2-0,9$ определялась из аппроксимирующей зависимости

$$\eta = \exp\{\exp(-0,708 - 0,006867 \pi_T) + \ln \mu \exp(-0,975 - 0,00676 \pi_T) - \mu \exp(0,642 - 0,005954 \pi_T)\}.$$

Доля холодного потока определяется из уравнения

$$(t_{\delta x} - t_x) - (0,5 + 0,3965\mu - 0,825\mu - 0,825\mu^2)(t_{\delta x} - 273)\left(1 - \frac{1}{\pi \kappa x}\right) = 0.$$

Для сравнения были проведены эскизные проработки воздушных систем на основе ВТ (рис. 2). За основу была принята коническая ВТ со следующими геометрическими параметрами:



Р и с. 2. Схемы включения вихревых труб в систему термоста-тирования

длина конической части корпуса

$$l = 12 D_0,$$

где D_0 - диаметр ВТ в сопловом сечении,

$$l_x = 3d_g,$$

d_g - диаметр отверстия диафрагмы;
длина цилиндрической части (соплового блока)

$$l_u = D_o;$$

длина диафрагмы - патрубка (сепарационной вставки)

$$l_{\text{ссм}} = 2d_g;$$

угол конусности горячего конца $\gamma = 3,5^\circ$ (0,0613);

угол конусности холодного конца $\beta = 1,5^\circ$ (0,2625);

угол конусности сепарационной вставки $\alpha' = 3^\circ$ (0,0525);

максимальный диаметр горячего конца ВТ

$$D_{\text{max}} = D_o + 2 \cdot 0,0613 l_r.$$

Некоторые результаты технико-экономического сравнения приведены в таблице. Сравнение проводилось по следующим показателям: установленной мощности;

площадям, занимаемым оборудованием холодильного центра и компрессорной станции, а также по площадям, занимаемым воздухоохладителями и блоками ВТ.

Проводилась также сравнительная оценка выбранных систем по степени надежности, ресурсу, возможности регулирования и точности поддержания технологических параметров воздуха, определялись капитальные и эксплуатационные затраты на оборудование этих систем и сравнение их по общей стоимости.

Определение капитальных и эксплуатационных затрат проводилось в соответствии с отраслевыми нормами на оборудование, используемое в базовых системах.

В ы в о д ы

Энергетические показатели систем с ВТ в большой степени зависят от типа примененной схемы (таблица).

При сравнении систем большой производительности энергетические показатели становятся соизмеримыми.

При тщательной обработке систем возможны случаи предпочтительного отношения к системам большой производительности на основе ВТ.

При проектировании систем с рабочим диапазоном температур,

Источник холода в системе	Расход воздуха	Нерегла- тир	Точка роса	Схема	Занимаемая площадь		Установки мощности	Капитальн. затраты	Эксплуат. затраты	Стоимость системы
					холод. центр	блока охладит.				
	$V, \text{ м}^3/\text{ч}$	$t, \text{ }^\circ\text{C}$	$t_{\text{р}}, \text{ }^\circ\text{C}$		$F, \text{ м}^2$	$F, \text{ м}^2$	$N, \text{ кВт}$	$K, \text{ р}$	$C, \text{ р}$	$S, \text{ р}$
I	20000 + 10%	-10 ⁰ ÷ +80 ⁰	-10 ⁰	-	600	2	2880	130840	181820	240000
	20000 с шагом 5000	-10 ⁰ ÷ +80 ⁰	-10 ⁰	II+III	450	4	3250	81230	142830	171000
II	2000	+5 ⁰ ÷ +80 ⁰	-		280	5,5	186	23000	16800	29100
	2000	+5 ⁰ ÷ +80 ⁰	-	II	180	4,5	400	16800	18700	21500
III	3000	+3 ⁰ ÷ +45 ⁰	-		-	-	78	38900	4580	54300
	3000	+3 ⁰ ÷ +45 ⁰	-	II	-	-	320	18940	6760	37120
I	15000 + 10%	0 ÷ +40 ⁰	-10 ⁰		450	2,5	1061	49950	132250	182200
	15000 с шагом 1500	0 ÷ +40 ⁰	-10 ⁰	I	470	10	2450	71930	213000	285020
I	15000 с шагом 5000	0 ÷ +40 ⁰	-10 ⁰	I	612	10	3130	54550	204310	258860

несовпадающим с требованиями по степени сухости воздуха (т.е. с температурой точки росы), появляется возможность полностью использовать энергию горячего потока для подогрева.

Л и т е р а т у р а

1. Поляков А.А., Лазарев В.И., Ильина Н.И. Оптимизация систем термостатирования с вихревыми трубами. - В сб.: Исследовательские работы по повышению эффективности холодильного оборудования. - М.: ВНИИХолодмаш, 1977, с. 163-183.
2. Бобровников Г.Н., Поляков А.А., Лепявко А.П., Ильина Н.И. Современное состояние и возможности применения вихревых труб в холодильной технике и в системах кондиционирования. - М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1978.
3. Поляков А.А. Исследование работы вихревых труб на влажном воздухе. См. настоящий сборник.

УДК 621.532.527

Л.И.Анатычук, Г.А.Смоляр

АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМБИНИРОВАННОГО ОХЛАЖДАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТОВ ПЕЛЬТЬЕ И РАНКА

Термоэлектрические охладители (ТЭО) и вихревые температурные разделители соответствуют основным требованиям, предъявляемым к устройствам летательных аппаратов (ЛА) [1-4].

Применение ТЭО в качестве оконечного каскада генератора холода позволяет обеспечить охлаждение элементов радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) ЛА, что существенно снижает требования к величине потребной холодопроизводительности [6] и упрощает конструкцию РЭА. Эффективность отвода тепла с горячего спая ТЭО вихревой трубой определяется режимами работы ТЭО.

Как указывалось в [5, 7], наиболее объективным показателем совершенства всего комбинированного охлаждающего устройства (КОУ)