

конструкция пресса на основе силового элемента из сплава с памятью формы, в котором цикл нагрева-охлаждения осуществляется с помощью охлаждаемой и самоуплаивающейся вихревых труб соответственно, работающих от заводской пневмосети.

Цилиндрический пустотелый силовой элемент своим верхним торцом закреплен в опоре, а нижний соединен с силовой плитой пресса. Силовой элемент помещен в присоединительной зоне самоуплаивающейся вихревой трубы (СВТ). При подаче сжатого воздуха в тангенциальные входы СВТ происходит быстрый нагрев ее наружной стенки - силового элемента. Последний теряет свои упругие свойства и под действием пружин возврата сжимается по длине, осуществляя свободный (возвратный) ход силовой плиты пресса. При подаче сжатого воздуха в тангенциальные входы СВТ силовой элемент быстро охлаждается и, восстановив свои упругие свойства, удлиняется, осуществляя рабочий ход силовой плиты пресса.

Достоинствами этой системы являются достаточно высокая цикличность, исключительная простота конструкции, высокая надежность, экологичность, возможность настройки в широком диапазоне температуры перехода деформации-восстановления.

УДК 621.694

В.Е.Вилякин, Н.Д.Колышев

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА  
ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИХРЕВОГО ОХЛАДИТЕЛЯ  
В МИКРОДРОСЕЛЬНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

(Самарский аэрокосмический университет)

Приводятся результаты экспериментального исследования предварительного охлаждения сжатого газа перед микродрозельным охладителем на базе самоуплаивающейся вихревой трубы. Излагаются результаты исследования спирально-трубчатого теплообменника (СТТ) при различных

ISBN 5-230-16926-5

Вихревой эффект  
и его применение в технике.  
Самара, 1992

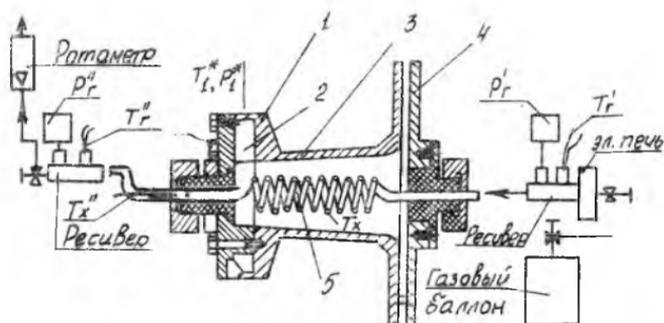
12-200

температурных режимах и теплоотдачи спирали. Определяются действительные значения отводимой в СТТ тепловой нагрузки при заданном температурном уровне.

В проведенном ранее теоретическом анализе возможности использования самовакуумирующейся вихревой трубы в микропроцессельных авиационных системах (МПС) показана ее практическая целесообразность с точки зрения сокращения времени выхода на режим и увеличение холодопроизводительности (В.Е.Вилякин и др. К вопросу использования вихревых охладителей в микропроцессельных авиационных системах, см. наст. сборник, с. 89 ).

Для подтверждения полученных выводов были проведены экспериментальные исследования системы, спроектированной и изготовленной по теоретически определенным оптимальным параметрам.

Объектом исследований являлся спирально-трубчатый теплообменник, предназначенный для охлаждения сжатого газа и размещенный в осевой зоне самовакуумирующейся вихревой трубы (рис.).



Р и с. Принципиальная схема установки

Самовакуумирующаяся вихревая труба (СВТ) состоит из: корпуса I с 3-сопловым вводом 2 питающего воздуха, зоны энергетического разделения 3 (цилиндрической или конической формы), щелевого раскруточного диффузора 4. В осевой зоне СВТ расположен спирально-трубчатый теплообменник (СТТ) 5, предназначенный для охлаждения сжатого (до 15 МПа) газа, проходящего по внутреннему каналу.

До настоящего времени исследовалось охлаждение в СВТ только сплошных цилиндрических тел [1] (с гладкой или оребренной поверх-

ностью). Для данной задачи было важно выяснить, соответствуют ли ранее полученные результаты для спирально-трубчатого теплообменника, расположенного в осевой зоне СВТ, так как все описанные расчеты базируются на этом предположении. Поэтому основной целью данных экспериментов было исследование температурных режимов и теплоотдачи спирали, помещенной в приосевую зону СВТ, при различных ее геометрических характеристиках (внешнем диаметре и шаге), тепловой нагрузке, режимах работы СВТ, а также определение действительных значений отводимой в СТТ тепловой нагрузки при заданном температурном уровне.

Сжатый воздух из баллона подавался в СВТ и охлаждался, проходя по его спирали. Внешняя и внутренняя поверхности трубки не обрешены. Измерялись температуры:  $T_2', T_2''$  - сжатого воздуха на входе и выходе из СТТ;  $T_1^*$  - сжатого воздуха на входе в СВТ;  $T_{X1}'$  - температура стенки трубки СТТ внутри СВТ;  $T_{X1}''$  - температура сжатого воздуха на выходе из СТТ внутри СВТ. Измерялись давления:  $P_1^*$  - давление сжатого воздуха на входе в СВТ;  $P_2''$  - давление воздуха на выходе из СВТ. Испытания проводились на избыточном давлении воздуха, питающего СВТ в диапазоне его температур  $T_1^* = 20 \dots 150$  С. Температура сжатого воздуха, поступающего в СТТ, принималась равной  $T_1^*$  и изменялась в том же диапазоне:  $T_2' = 20 \dots 150$  С. Расход сжатого воздуха через СТТ на каждом режиме принимался равным  $M_2 = 0,066$  г/с и  $0,22$  г/с.

Результаты испытаний представлены в табл. I и 2. Анализ позволяет сделать следующие выводы.

Относительная температура  $\theta_{\text{экс.}}$  поверхности спирали  $\theta = \frac{T_x}{T_1^*}$  близка к относительной температуре  $\theta_{\text{ц}}$  гладкого цилиндра при соответствующих значениях степени расширения.

Степень приближения  $\theta_{\text{экс.}} (N=0)$  к  $\theta_{\text{ц}}$  практически не зависит от зазора между витками спирали, при этом разность  $\theta_{\text{экс.}} - \theta_{\text{ц}}$  положительна и составляет  $0,02 \dots 0,05$ , что можно объяснить тормозящим воздействием спирали на вихревой поток в СВТ по сравнению с поверхностью сплошного цилиндра.

Коэффициент теплоотдачи на поверхности спирали возрастает с увеличением зазора между ее витками  $\Delta S$  от 0 до 1,0 мм, что объясняется повышением интенсивности теплоотдачи внутренней поверхности спирали СТТ. Дальнейшее увеличение  $\Delta S$  нецелесообразно. Уровень значений  $\alpha_{\text{экс.}}$  на большинстве режимов превышает  $\alpha_{\text{ц}}$  (до 30%). Аналогичные выводы по  $\theta_{\text{экс.}}$  и  $\alpha_{\text{экс.}}$  позволяют сделать и эксперименты со спиралью диаметром 10 мм ( $d_{\text{сн}} = 0,4$ ).

Т а б л и ц а 1

$P_1^*$ МПа	$T_1^*$ °C	$T_{x'}$ °C	$P_{x0}$ МПа	$N$ Вт	$\theta_{\text{экс}} = \frac{T_{x'}}{T_1^*}$	$d_{\text{экс.}}$ Вт/м	$d_u$ К	$\Delta S$ мм	$d_{\text{с.н.}}$ мм	$\theta_u = \frac{T_u}{T_1^*}$
0,2	20	-10,3	0,06	10	0,83	340	320	0,9	7,5	0,81
0,2	20	-10,8	0,06	10	0,83	350	320	1,5	7,5	0,81
0,3	20	-34,2	0,035	10	0,73	270	300	0,4	7,5	0,70
0,3	20	-38,7	0,04	10	0,73	330	300	0,9	7,5	0,70
0,3	20	-42,0	0,04	10	0,72	335	300	1,5	7,5	0,70
0,3	20	-50,3	0,04	0	0,76		330	1,0	10,0	0,72
0,3	20	-36,9	0,04	10	0,76	355	330	1,0	10,0	0,72
0,2	120	61,0	0,06	0	0,85		400	1,5	10,0	0,81
0,2	150	72,3	0,06	10	0,85	420	400	1,5	10,0	0,80

Т а б л и ц а 2

$T_1^*$ °C	$T_2^*$ °C	$T_{x'}$ °C	$T_2''$ °C	$T_{x''}$ °C	$P_1^*$ МПа	$P_2''$ МПа	$M_2$ г/с
23	23	-60,5	-54	-18	0,4	52	0,066
50	50	-46	-39	-9	0,4	72	0,066
50	50	4,5	6,5	10	0,2	67	0,22
100	100	-15	-12	9	0,4	13	0,066
100	100	46	47	39	0,2	14	0,22
150	150	8,5	14	33,5	0,4	11	0,066
150	150	84	85,5	61,5	0,2	11	0,22

На основании изложенного можно утверждать, что расчеты охлаждения сжатого газа в СВТ на основе данных по охлаждению цилиндров в СВТ являются обоснованными. При незначительном увеличении  $\theta_{\text{экс}}$  имеется превышение по коэффициенту теплоотдачи (по сравнению с расчетным), что позволяет ожидать совпадения расчетных и действительных значений температуры газа на выходе из СТТ.

#### Библиографический список

И. К о л ы ш е в Н.Д., В и л ь к и н В.Е. Исследование возможности охлаждения тел в самовакуумирующейся вихревой трубе /Куйбышев. авиац. ин-т. Куйбышев, 1983. Деп. в ВНИТИ 05.11.87. № 7757-В 87.