

Анализ данных рис.6, 7 и зависимость $\pi_{пов}^* = f(P_2^*)$ показывают незначительное повышение эффекта охлаждения в СВТ при наличии вращения диффузоров при различной мощности. Как видно из графика, оптимальным диском является вентиляторный тип, при этом снимается мощность $N = 110 \text{ Вт}$ ($n = 6500 \text{ об/мин}$). Вращающаяся часть диффузора позволяет использовать момент количества движения выходящего из ВТ закрученного потока для привода подвижных частей холодильной машины (например СГХМ) и тем самым обеспечивать полную автономность системы.

В результате анализа схем ВСО на основе СВТ можно отметить, что СВТ обеспечивает наибольшие перепады температур на различных режимах.

Библиографический список

1. Исследование возможности охлаждения тел в СВТ/Кольшев Н.Д., Вилякин В.Е.; Куйбышев.авиационный ин-т. М., 1987.-51 с. Рук.деп. в ВИНТИ 05.11.87, № 7757-В87.
2. Интенсификация охлаждения тел в самовакуумирующейся вихревой трубе /Кольшев Н.Д., Вилякин В.Е. Мат-лы IV Всесоюзн.научн.-техн. конф. Куйбышев, 1984. С.153-160.
3. Регенеративные схемы с охлаждаемой и самовакуумирующейся вихревыми трубами /Меркулов А.П., Вилякин В.Е., Сменковская П.Т.; Куйбышев.авиационный ин-т. М., 1984. 18 с. Рук.деп. в ВИНТИ 04.03.85, № 3852-85.

УДК 632.527

А.А.Казанцев

ОЦЕНКА АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ С ВИХРЕВЫМИ ТРУБАМИ ПО КРИТЕРИЮ "ПРИРАЩЕНИЕ ВЗЛЕТНОЙ МАССЫ САМОЛЕТА"

Принятые обозначения и сокращения:

АСС - авиационная система охлаждения; А - коэффициент роста носителя; КА - аэродинамическое качество самолета; М - скорость в Махах; Н - высота полета; ПВМС - приращение взлетной массы самолета; ТО - теплообменник; WU - отношение водяных эквивалентов охлаждае-

мого и охлаждающего теплоносителей; ТХ - турбохолодильник; $Q_{пот}$ - потребная холодопроизводительность АСО; ΔM^* , ΔM - соответственно ПВМС от АСО при полном торможении и рациональном сбросе горячего воздуха ВТ; ΔM_Q - ПВМС на единицу холодопроизводительности; $\Delta M_{\Delta B}$ - приращение массы двигателя, связанное с отбором воздуха через специальный воздухозаборник и воздухозаборник двигателя; $M_y, M_{y.го}$ - установочная масса АСО и ТО; $M_{т.у.}, M_{т.вз.}, M_{т.к.}, M_{т.эв}$ - соответственно массы топлива, затрачиваемые на транспортировку M_y , компенсацию сбора воздуха от специального воздухозаборника, компенсацию отбора воздуха от компрессора ТРД, транспортировку приращения $\Delta M_{\Delta B}$; $C_{уд}$ - удельный массовый расход топлива; τ_o - время полета самолета; g - ускорение свободного падения; CA - аэродинамическое сопротивление специального воздухозаборника; $*$ - составляющие ПВМС при полном торможении сбрасываемого горячего воздуха ВТ; 1, 2, 3 - соответственно параметры первого, второго и третьего каскадов.

Поскольку в авиационной технике в качестве определяющего показателя используется масса самолета, то в качестве комплексного критерия оценки эффективности АСО был использован критерий приращения в полетной массе самолета и проведен сопоставительный анализ простейших АСО с ВТ и ТХ, причем в качестве ТО использовался воздухо-воздушный теплообменник с перекрестным током теплоносителей. Расчет проводился по следующим основным формулам:

$$\Delta M_Q = \Delta M / Q_{пот}; \quad \Delta M = M_c + M_{доп};$$

$$M_c = M_y + M_{т.у.} + M_{т.вз.} + M_{т.к.} + \Delta M_{\Delta B} + M_{т.эв};$$

$$M_c = M_y + \Delta M_{\Delta B} + [\exp(C_{уд} \cdot \tau_o \cdot g / KA) - 1] \times [M_y + \frac{M_{вз.} \cdot KA}{g} + \Delta M_{\Delta B}];$$

$$M_{доп} = \frac{M_c \cdot A \cdot \exp(C_{уд} \cdot \tau_o \cdot g / KA)}{1 - A[\exp(C_{уд} \cdot \tau_o \cdot g / KA) - 1]}.$$

Машинный алгоритм расчета и подробный аналитический вывод всех составляющих ПВМС приведен нами в работе [1].

Анализ АСО с ВТ показывает, что организация рационального сброса горячего воздуха ВТ в значительной степени влияет на эффективность применения последних в АСО, причем с увеличением каскадов значимость организации сброса горячего воздуха увеличивается. На примере однокаскадной АСО с ВТ (рис. 1) видно, что минимальное значение ΔM_Q достигается при организации рационального сброса горя-

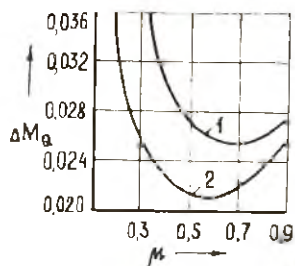


Рис. 1. Зависимость ΔM_a от M для однокаскадной АСО с ВТ: 1 - ΔM_R ; 2 - ΔM_A .

воздуха из АСО. Смещение оптимума по ΔM_a в сторону увеличения M , по сравнению со случаем организованного сброса горячего воздуха, объясняется отсутствием возвращенной тяги. На рис. 3 представлена сравнительная оценка АСО, работающей от небегущего потока по критерию ЦВМС. Из графика следует, что однокаскадная АСО с ВТ имеет преимущества перед АСО с Тл, так как ΔM_R от последней выше на 75%. Для двухкаскадной АСО с ВТ оптимальные режимы по M следующие: $M_1 = 0,8$, $M_2 = 0,9$. Для трехкаскадной АСО с ВТ: $M_1 = 0,8$, $M_2 = M_3 = 0,9$. Малые значения M_1 , M_2 , M_3 приводят к резкому увеличению расходов воздуха через ВТ, причем потребность в воздухе от последующей ВТ к предыдущей будет возрастать. Повышение отбора воздуха через воздухозаборник приводит к резкому увеличению аэродинамического сопротивления и, как следствие, к увеличению $M_{Т.ВЗ}$ (рис. 4). Увеличение потребного расхода воздуха от последующего каскада к предыдущему приводит к увеличению $M_{у.вз}$ на втором каскаде по сравнению с $M_{у.вз}$ на третьем каскаде в 17 раз (см. рис. 4). Анализ многокаскадных АСО показывает, что по этим же причинам оптимальное значение

чего воздуха ВТ и $M = 0,62$, в то же время для АСО с ВТ при полном торможении минимальное значение ΔM_R^* достигается при $M = 0,7$, что на 2% больше, чем ΔM_A . При больших значениях $Q_{пот}$ АСО с ВТ при полном торможении сбрасываемого горячего воздуха могут дать значительное приращение ΔM^* по сравнению с ΔM . Анализ составляющих ΔM^* (рис. 2) показывает, что $M_{1, ВЗ}$ на порядок превышает все остальные составляющие, что и определяет основное влияние организации сброса

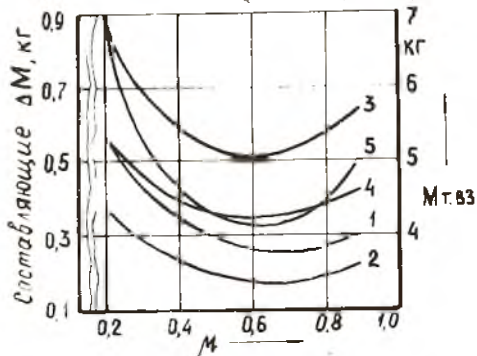
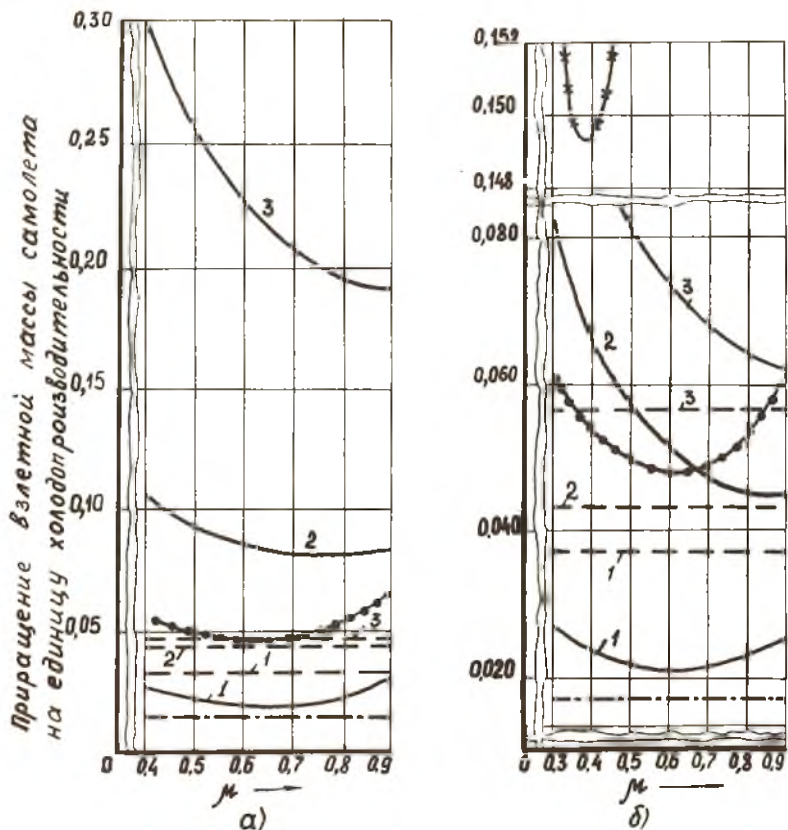


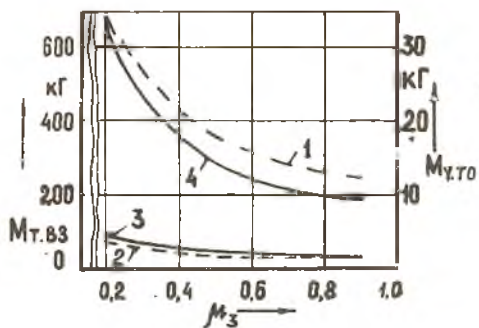
Рис. 2. Зависимость составляющих ΔM^* от M для однокаскадной АСО с ВТ: 1 - $M_{у}$; 2 - $M_{т.вз}$; 3 - $\Delta M_{вз}$; 4 - $M_{1, вЗ}$; 5 - $M_{т.вз}$.



Р и с. 3. Сравнительная оценка систем охлаждения, работающих от набегающего потока по критерию приращения взлетной массы самолета: — АСО с вихревыми трубами; - - - АСО с турбохододильниками; — — — АСО с охлаждаемой вихревой трубой $M = 1$; 1 - однокаскадная АСО; 2 - двухкаскадная АСО $M_1 = 0,6$; 3 - трехкаскадная АСО $M_1 = 0,8$; $M_2 = 0,9$; $Z = 1,4$ ч; $K_A = 2,36$; $A = 0,8$; $H = 200$ м; $M = 0,9$; \times - комбинированная АСО; — — — регенерационная однокаскадная АСО с вихревой трубой

$WU = 1,0$. Уменьшение же WU , например, до $WU = 0,35$, как в традиционных АСО с ТХ, приводит к резкому увеличению ΔM .

Сопоставительный анализ показал, что минимальное ΔM имеют АСО с охлаждаемой ВТ, однокаскадные АСО с ВТ лучше, чем подобные



Р и с. 4. Зависимость $M_{T,ВЗ}$ и $M_{y,TOOT}$ от M_3 в трехкаскадных АСО с ВТ: 1 - $M_{y,TOOT}$, 2 - $M_{y,TOOT}$, $M_1 = 0,2$, $M_2 = 0,2$; 3 - $M_{T,ВЗ}$, $M_1 = 0,8$, $M_2 = 0,9$; 4 - $M_{T,ВЗ}$, $M_1 = M_2 = 0,2$

АСО с ТХ, двухкаскадные - сопоставимы, трехкаскадные с ВТ значительно проигрывают перед трехкаскадными с ТХ, регенеративные однокаскадные АСО с ТО сопоставимы с двухкаскадными с ВТ, комбинированные АСО с ВТ и ТХ в горячей линии ВТ неконкурентноспособны. АСО с отбором воздуха от компрессора ТРД на ВТ неконкурентноспособны при сравнении их с АСО на ТХ.

Библиографический список

1. Казанцев А.А., Шустров Ю.М., Капустьян А.Н. С вихревой трубе и проблемах в авиационных системах кондиционирования/Комсомольский-на-Амуре политехн.ин-т.-Комсомольск-на-Амуре, 1981.-53 с. Деп. в ЦНТИ ГА 17.11.81, № 105-ДР.

УДК 621.694.2

В.И.Метенин, С.Н.Савельев, В.Б.Черепанов

ПРОТИВОТОЧНЫЙ ВИХРЕВОЙ ЭЖЕКТОР
И ОБЛАСТИ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ

Конструкция, геометрические соотношения, принцип работы и характеристики противоточного вихревого эжектора (ПВЭ) описаны в работе [1]. Для определения области применения ПВЭ было проведено сравнение технических возможностей ПВЭ с другими типами вакуумирующих устройств, а именно, прямооточным вихревым эжектором, прямоотруйным эжектором и механическим вакуум-насосом ВВН-3.

То обстоятельство, что ПВЭ обеспечивает высокие степени сжатия пассивного газа $\bar{P}_3 = P_{0,см} / P_{0,л}$ при малых степенях расширения ак-