



(19) RU⁽¹¹⁾ 2 196 239⁽¹³⁾ C2
(51) МПК⁷ F 02 C 7/12

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 2001109018/06, 05.04.2001

(24) Дата начала действия патента: 05.04.2001

(46) Дата публикации: 10.01.2003

(56) Ссылки: RU 2159335, 20.11.2000. CN 472571 A, 30.06.1969. GB 1516042 A, 28.06.1978. FR 2482196 A, 13.11.1981. DE 2042478 B2, 02.01.1975. EP 0318026 A1, 31.05.1989.

(98) Адрес для переписки:
129301, Москва, ул. Касаткина, 13, АО
"А.Люлька-Сатурн"

(71) Заявитель:
Открытое акционерное общество
"А.Люлька-Сатурн"

(72) Изобретатель: Гойхенберг М.М.,
Канахин Ю.А., Марчуков Е.Ю., Чепкин В.М.

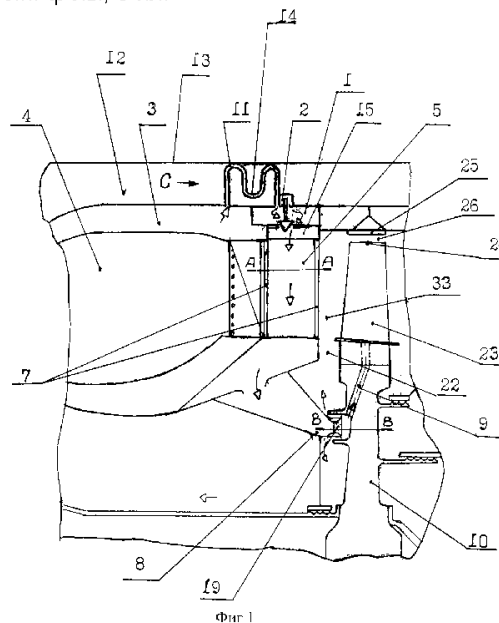
(73) Патентообладатель:
Открытое акционерное общество
"А.Люлька-Сатурн"

(54) СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ ТУРБИНЫ ТУРБОРЕАКТИВНОГО ДВИГАТЕЛЯ

(57)

Система охлаждения турбины турбореактивного двигателя содержит последовательно установленные коллектор с управляемыми клапанами на выходе, сообщенный своим входом с воздушной полостью камеры сгорания, многоканальный воздуховод, проходящий через внутренние полости сопловых лопаток, сопловой аппарат закрутки и каналы охлаждения рабочего колеса. Для двухконтурного турбореактивного двигателя система охлаждения снабжена воздухо-воздушным теплообменником, размещенным в воздушном тракте наружного контура. Сообщение коллектора с воздушной полостью камеры сгорания выполнено через охлаждаемые каналы теплообменника. Между выходом коллектора и многоканальным воздуховодом установлен дополнительный коллектор. Каждый канал воздуховода образован дефлектором, установленным в сопловой лопатке вдоль ее внутренней поверхности. Выходной канал соплового аппарата закрутки повернут в сторону вращения рабочего колеса, причем средняя линия этого колеса образует с продольной осью двигателя угол в интервале 60-85°. Изобретение позволяет снизить

температуру рабочего колеса турбины и связанного с ним уменьшения радиального зазора между статором и рабочим колесом. 2 з.п. ф-лы, 5 ил.





(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 196 239** ⁽¹³⁾ **C2**
 (51) Int. Cl.⁷ **F 02 C 7/12**

RUSSIAN AGENCY
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2001109018/06, 05.04.2001
 (24) Effective date for property rights: 05.04.2001
 (46) Date of publication: 10.01.2003
 (98) Mail address:
 129301, Moskva, ul. Kasatkina, 13, AO
 "A.Ljul'ka-Saturn"

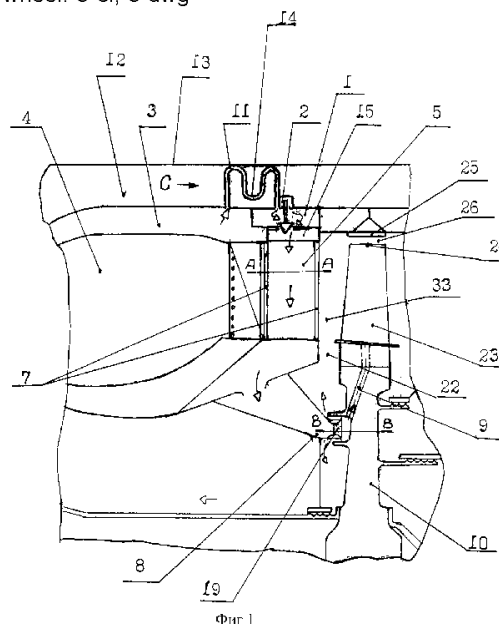
(71) Applicant:
 Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo
 "A.Ljul'ka-Saturn"
 (72) Inventor: Gojkhenberg M.M.,
 Kanakhin Ju.A., Marchukov E.Ju., Chepkin V.M.
 (73) Proprietor:
 Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo
 "A.Ljul'ka-Saturn"

(54) **TURBOJET ENGINE TURBINE COOLING SYSTEM**

(57) Abstract:

FIELD: turbojet engines. SUBSTANCE: proposed cooling system of turbojet engine has the following units installed in series: manifold with controlled valves at outlet communicating by inlet with air space of combustion chamber, multichannel air duct passing through inner spaces of nozzle blades, swirling nozzle assembly and working wheel cooling channels. Cooling system of double flow turbojet engine incorporates air-to-air heat exchanger located in air duct of outer loop. Manifold communicates with air space of combustion chamber through cooled channels of heat exchanger. Additional manifold is placed between manifold outlet and multichannel air duct. Each channel of air duct is formed by deflector installed in nozzle blade along its inner surface. Outlet channel of swirling nozzle assembly is turned in direction of rotation of working wheel, middle line of said wheel forming angle of 60°-85° with longitudinal axis of engine. EFFECT: reduced temperature of turbine working wheel with resulting decrease of

radial clearance between stator and working wheel. 3 cl, 5 dwg



Изобретение относится к области авиадвигателестроения, а именно к системам охлаждения турбин ТРД.

Известна система охлаждения турбины ТРД [1].

Из известных систем охлаждения наиболее близкой к предложенной является система охлаждения турбины ТРД, содержащая последовательно установленные коллектор с управляемыми клапанами на выходе, сообщенный своим входом с воздушной полостью камеры сгорания, многоканальный воздухопровод, проходящий через внутренние полости сопловых лопаток, сопловой аппарат закрутки и каналы охлаждения рабочего колеса [2].

В указанной системе элементы турбины охлаждаются воздухом, отобранным за последней ступенью компрессора, который имеет самый высокий уровень температуры в газозоудушном тракте двигателя. Этот воздух подается на охлаждение рабочих лопаток через диск рабочего колеса в его средней и периферийной зонах. С другой стороны, теплоподвод к диску происходит из газозоудушного тракта турбины через рабочие лопатки и их замковую часть. Высокая температура охлаждающего воздуха приводит к росту температуры периферийной и средней зоны при относительно "холодной" ступице диска. Такая неравномерность температур в диске приводит к высокому уровню напряжений в нем, что уменьшает ресурс двигателя на максимальных режимах. Кроме того, высокая температура элементов рабочего колеса приводит к их значительным температурным расширениям, вследствие чего увеличивается радиальный зазор между статором и рабочим колесом.

Задачей изобретения является снижение температуры рабочего колеса турбины и связанного с ним уменьшения радиального зазора между статором и рабочим колесом. В схеме одноконтурного двигателя нет возможности снизить температуру воздуха, подаваемого на охлаждение рабочего колеса турбины, хотя имеется достаточный запас по давлению.

Наличие аппарата закрутки позволяет частично снизить температуру воздуха, подаваемого к рабочему колесу в том случае, когда воздух выпускается в направлении вращения рабочего колеса. В большей степени снижение температуры без использования дополнительного рабочего тела может быть осуществлено в схеме широко применяемых двухконтурных турбореактивных двигателей.

Указанная задача решается тем, что известная система охлаждения турбины ТРД, содержащая последовательно установленные коллектор с управляемыми клапанами на выходе, сообщенный своим входом с воздушной полостью камеры сгорания, многоканальный воздухопровод, проходящий через внутренние полости сопловых лопаток, сопловой аппарат закрутки и каналы охлаждения рабочего колеса, для двухконтурного турбореактивного двигателя снабжена воздухо-воздушным теплообменником, размещенным в воздушном тракте наружного контура, сообщение коллектора с воздушной полостью камеры сгорания выполнено через охлаждаемые каналы теплообменника, между

выходом коллектора и многоканальным воздухопроводом установлен дополнительный коллектор, при этом каждый канал воздухопровода образован дефлектором, установленным в сопловой лопатке вдоль ее внутренней поверхности, а выходной канал соплового аппарата закрутки повернут в сторону вращения рабочего колеса, причем средняя линия этого канала образует с продольной осью двигателя угол в интервале $60 \div 85^\circ$. При этом теплообменник выполнен в виде отдельных секций, равномерно распределенных по периметру наружного контура двигателя. Дефлектор может быть выполнен перфорированным, а полость, образованная дефлектором и внутренней поверхностью сопловой лопатки, через щель в задней кромке сообщена с газозоудушным трактом турбины.

Наличие теплообменника, размещенного в наружном контуре, вход которого по охлаждаемому тракту сообщен с воздушной полостью камеры сгорания, а выход - с воздухопроводом, позволяет значительно снизить температуру охлаждающего воздуха.

Выполнение воздухопровода в виде дефлектора, установленного в сопловой лопатке вдоль ее внутренней поверхности, приводит, с одной стороны, к снижению потерь давления охлаждающего воздуха, что частично компенсирует потери давления в теплообменнике, а с другой снижает подогрев транзитного воздуха от сопловых лопаток.

В результате имеем минимальные потери давления в охлаждающем тракте при значительном снижении температуры охлаждающего воздуха, подаваемого в аппарат закрутки. Высокое давление воздуха, подаваемого в аппарат закрутки, обеспечивает высокую скорость этого воздуха в его выходных каналах, что приводит к дополнительному снижению его температуры. При этом максимальное снижение температуры реализуется в случае подачи воздуха в направлении вращения рабочего колеса в диапазоне углов $60 \div 85^\circ$.

На фиг.1 показан продольный разрез двигателя с системой охлаждения;

на фиг.2 - поперечное сечение сопловой лопатки с дефлектором;

на фиг. 3 - поперечное сечение сопловой лопатки с перфорированным дефлектором;

на фиг.4 - сечение по сопловому аппарату закрутки и рабочему колесу;

на фиг.5 - вид по стрелке С на секции теплообменника.

Система охлаждения ТРД содержит коллектор 1 с управляемыми клапанами 2, воздушную полость 3 камеры сгорания 4, многоканальный воздухопровод 5, проходящий через внутренние полости 6 сопловых лопаток 7, сопловой аппарат закрутки 8, каналы охлаждения 9 рабочего колеса 10 турбины. Система охлаждения снабжена воздухо-воздушным теплообменником 11, размещенным в воздушном тракте 12 наружного контура 13. Сообщение коллектора 1 с воздушной полостью 3 камеры сгорания 4 выполнено через охлаждаемые каналы 14 теплообменника 11, а между выходом коллектора 1 и многоканальным воздухопроводом 5 установлен дополнительный коллектор 15, при этом каждый канал 16 воздухопровода 5 образован дефлектором 17, установленным в сопловой лопатке 7 вдоль

ее внутренней поверхности 18.

Выходной канал 19 соплового аппарата закрутки 8 повернут в сторону вращения рабочего колеса 10, причем средняя линия 20 канала 19 образует с продольной осью 21 двигателя угол α в интервале $60 \div 85^\circ$. Сопловой аппарат закрутки 8 и рабочее колесо 10 образуют переднюю думисную полость 22 турбины. Рабочее колесо содержит каналы охлаждения 9 и рабочую лопатку 23, торец 24 которой отделен от статора 25 радиальным зазором 26.

Теплообменник 11 выполнен в виде отдельных секций 27, равномерно распределенных по периметру 28 наружного контура 13. Для высокотемпературных ТРД дефлектор 17 выполнен перфорированным отверстиями 29, а полость 30, образованная дефлектором 17 и внутренней поверхностью 18 сопловой лопатки 7 через щель 31 в задней кромке 32 сообщена с газовоздушным трактом 33 турбины.

Система охлаждения ТРД работает следующим образом.

Воздух из воздушной полости 3 камеры сгорания 4 поступает в охлаждаемые каналы 14 теплообменника 11, где он охлаждается более холодным воздухом воздушного тракта 12 наружного контура 13. После охлаждения воздух поступает в коллектор 1 по всему периметру. Далее из коллектора 1 воздух поступает через клапаны 2 в дополнительный коллектор 15, в котором он также распределяется по всему периметру, что позволяет равномерно запитать им многоканальный воздухопровод 5. Воздух проходит через внутренние полости дефлекторов 17 сопловых лопаток 7 и поступает в сопловой аппарат закрутки 8, а из него выбрасывается в переднюю думисную полость 22 турбины. Давление в думисной полости 22 равно давлению в газовоздушном тракте 33 и значительно ниже уровня входного давления в сопловом аппарате закрутки 8. Выбрасывая охлаждающий воздух через выходные каналы 19 соплового аппарата закрутки 8, расширяют воздух до скорости, при которой статическое давление разгоняемого потока равно давлению в думисной полости 22. При таком расширении потока с падением давления падает и температура потока. Направляя поток разгоняемого воздуха в сторону вращения рабочего колеса, в относительном движении принимают охлаждающий поток воздуха в рабочее колесо 10 с более низкой температурой, чем была температура на входе в сопловой аппарат закрутки 8. Изменяя углы поворота потока α , можно изменять уровень температуры воздуха в охлаждающем тракте 9 рабочего колеса 10. При угле 60° реализуется режим "умеренного" охлаждения, а при угле 85° - режим "большого" охлаждения, дальнейшее увеличение угла α большего 85° - ограничено технологическими возможностями, а угол α , меньший 60° - температурной целесообразностью. Далее воздух поступает в каналы охлаждения 9 рабочего колеса 10, охлаждает его до уровня температур, близкого к температуре поступающего воздуха. Из каналов охлаждения 9 воздух, охладив рабочие лопатки, выбрасывается в газовоздушный

тракт турбины.

Выполнение теплообменника в виде отдельных секций упрощает сборку и повышает ремонтпригодность, распределение секций по периметру наружного тракта улучшает условия обтекания секций, повышая их эффективность.

В случае применения дефлектора на высокотемпературных турбинах наилучший эффект по уменьшению потерь давления и снижению подогрева транзитного воздуха в сопловых лопатках достигается, если дефлектор выполняется перфорированным.

Установка дополнительного коллектора обеспечивает равномерное распределение охлаждающего воздуха по внутренним полостям дефлекторов независимо от количества сопловых лопаток и количества управляемых клапанов.

Охлаждение воздуха в теплообменнике, транспортировка его с минимальными потерями давления и подогрева через сопловые лопатки, а также расширение воздуха в передней думисной полости в направлении вращения приводит к значительному снижению температуры охлаждающего воздуха, что в свою очередь уменьшает температуру рабочего колеса, увеличивая тем самым ресурс и надежность ТРД. Понижение уровня температуры рабочего колеса уменьшает его расширение и позволяет уменьшить радиальный зазор между торцом лопатки и статором, увеличить КПД турбины и повысить экономичность двигателя.

Источники информации

1. Патент США 4807433, НКИ 60-39.29, опубл. 1989 г.

2. Патент РФ 2159335, МКИ F 01 D 25/12, опубл. 2000 г.

Формула изобретения:

1. Система охлаждения турбины, содержащая последовательно установленные коллектор с управляемыми клапанами на выходе, сообщенный своим входом с воздушной полостью камеры сгорания, многоканальный воздухопровод, проходящий через внутренние полости сопловых лопаток, сопловой аппарат закрутки и каналы охлаждения рабочего колеса, отличающаяся тем, что для двухконтурного турбореактивного двигателя она снабжена воздухо-воздушным теплообменником, размещенным в воздушном тракте наружного контура, сообщение коллектора с воздушной полостью камеры сгорания выполнено через охлаждаемые каналы теплообменника, между выходом коллектора и многоканальным воздухопроводом установлен дополнительный коллектор, при этом каждый канал воздухопровода образован дефлектором, установленным в сопловой лопатке вдоль ее внутренней поверхности, а выход канала соплового аппарата закрутки повернут в сторону вращения рабочего колеса, причем средняя линия этого канала образует с продольной осью двигателя угол в интервале $60-85^\circ$.

2. Система охлаждения турбины по п. 1, отличающаяся тем, что теплообменник выполнен в виде отдельных секций, равномерно распределенных по периметру наружного контура двигателя.

3. Система охлаждения турбины по п. 1,

отличающаяся тем, что дефлектор выполнен перфорированным, а полость, образованная дефлектором и внутренней поверхностью

сопловой лопатки, через щель в задней кромке сообщена с газовоздушным трактом турбины.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

RU 2196239 C2

RU 2196239 C2

