



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
F01D 5/18 (2020.08)

(21)(22) Заявка: 2020125316, 21.07.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
21.07.2020

Дата регистрации:
09.12.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 21.07.2020

(45) Опубликовано: 09.12.2020 Бюл. № 34

Адрес для переписки:
152934, Ярославская обл., г. Рыбинск, ул.
Пушкина, 53, ФГБОУ ВО "РГАТУ имени П.А.
Соловьева", Служба интеллектуальной
собственности

(72) Автор(ы):

Белова Светлана Евгеньевна (RU),
Демян Нахджаван Тапех Рональд (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Рыбинский государственный
авиационный технический университет
имени П.А. Соловьева" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 161058 U1, 10.04.2016. RU 2715464
C2, 28.02.2020. RU 2623600 C2, 28.06.2017. DE
102019135335 A1, 02.07.2020. FR 3079551 B1,
24.04.2020. CN 108019240 A, 11.05.2018. CN
104254669 A, 31.12.2014.

(54) Охлаждаемая сопловая лопатка турбины газотурбинного двигателя

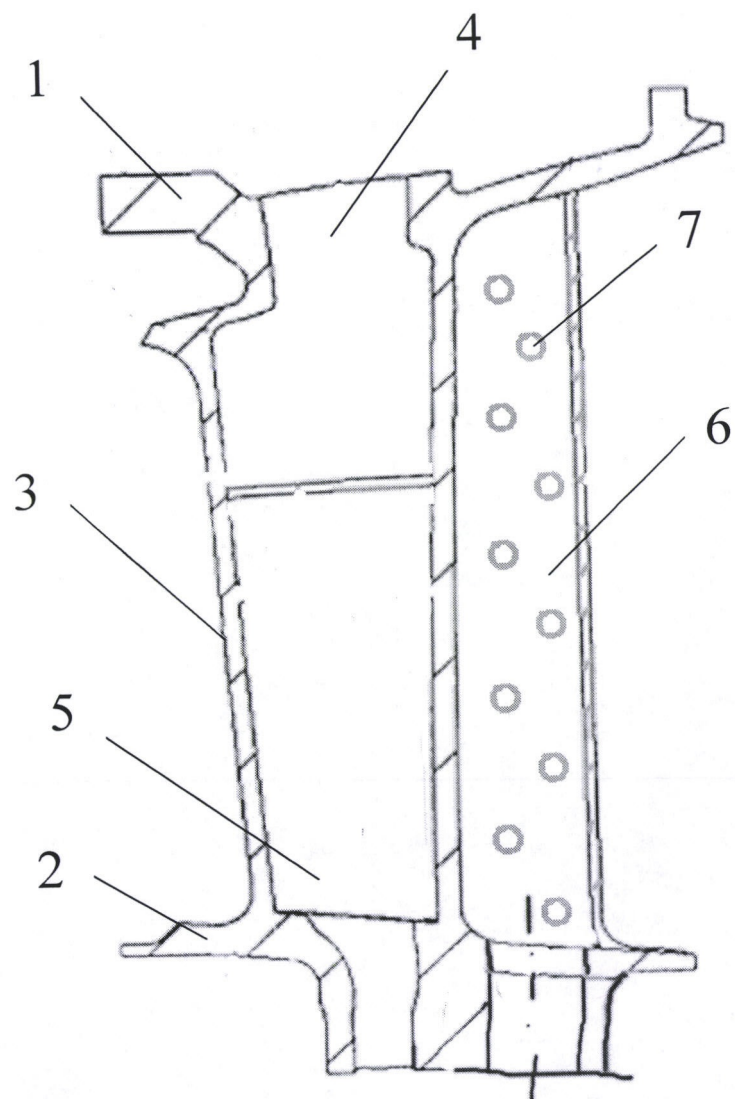
(57) Реферат:

Предлагаемая полезная модель относится к
авиадвигателестроению и энергетическому
машиностроению.

Технический результат при этом выражается
в снижении температуры наиболее
теплонапряженного (горячего) участка пера
лопатки, достижение более высокой
эффективности охлаждения, предотвращение
появления трещин и прогаров, в росте ресурса
лопатки и увеличении ее надежности.

Технический результат достигается тем, что в
охлаждаемой сопловой лопатке турбины

газотурбинного двигателя, содержащей верхнюю
и нижнюю торцевые полки и полое перо, в
котором организованы полости для подачи
охлаждающего воздуха - передняя в зоне
передней кромки и задняя в области средней части
лопатки и задней кромки, при этом для
охлаждения наиболее верхней части передней
кромки организована дополнительная полость,
расположенная в верхней части передней кромки,
в которую отдельно подается охлаждающий
воздух.



Предлагаемая полезная модель относится к авиадвигателестроению и энергетическому машиностроению.

Известна охлаждаемая сопловая лопатка турбины (Конструкция и прочность авиационных газотурбинных двигателей: учеб. пособие: в 2 кн. Кн. 1. Силовые нагрузки и конструкция основных элементов авиационных газотурбинных двигателей / В.П. Карасев, А.В. Кацура; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. - Красноярск, 2006. - 192 с. - рисунок 5.18 - <https://lektsii.org/11-96300.html>), содержащая полую оболочку, внутренняя полость которой разделена на две полости: переднюю - в зоне передней кромки, и заднюю - для охлаждения средней части лопатки и ее концевой части. В передней полости располагается дефлектор, во второй - штырьки-турбулизаторы для интенсификации теплообмена. Охлаждающий воздух из обеих полостей выдувается в проточную часть через ряды перфораций.

Также известна охлаждаемая сопловая лопатка турбины (<https://leg.co.ua/arhiv/generaciya/teplovaya-zaschita-lopatok-turbin-2.html> - рисунок 1.3), содержащая полую оболочку, внутренняя полость которой разделена на две полости: переднюю - в зоне передней кромки, и заднюю - для охлаждения средней части лопатки и ее концевой части. В задней полости располагается дефлектор для интенсификации теплообмена. Охлаждающий воздух из обеих полостей выдувается в проточную часть через ряды перфораций.

Недостатком данных конструкций можно считать неэффективное охлаждение периферийной части входной кромки за счет того, что охлаждающий воздух поступает в эту зону, уже частично выработав свою охлаждающую способность (при подаче охладителя снизу) или нагревается из-за контакта с более горячими нижними слоями и менее эффективно охлажденной частью оболочки лопатки (при подаче охлаждающего воздуха сверху).

Как известно из термодинамики турбин, радиальная эпюра температуры газа перед лопаткой неравномерна - она имеет максимум, расположенный примерно в средней части верхней половины пера (т.е. примерно на 2/3 высоты лопатки от втулочного сечения).

При проектировании существующих конструкций охлаждаемых рабочих лопаток не учтен характер распределения температуры газа перед входной кромкой, поэтому, у всех конструкций сопловых лопаток для охлаждения всей входной кромки организуется одна полость, в которую подается охладитель и выдувается в ряды перфораций в проточную часть.

Таким образом, в зону максимального воздействия температуры газа на лопатку подается охладитель с более низким расходом (т.к. некоторая его часть выдувается в перфорации в корневых сечениях) и уже частично выработавший свою охлаждающую способность на нижней половине высоты пера. В случае же подачи охлаждающего воздуха сверху, он немедленно нагревается за счет влияния воздуха, находящегося нижней части, располагающейся по всей высоте лопатки.

Прототипом предлагаемой полезной модели может служить охлаждаемая сопловая лопатка турбины газотурбинного двигателя (патент РФ №2573096, F01D 5/18, дата публ. 20.07.2014 г.), содержащая полую оболочку, внутренняя полость которой разделена на две полости: переднюю - в зоне передней кромки, и заднюю - для охлаждения средней части лопатки и ее концевой части. В передней полости расположен выступ и опирающаяся на него нагружаемая распорка для уменьшения вызываемых в лопатке напряжений. Охлаждающий воздух из обеих полостей выдувается в проточную часть через ряды перфораций.

Недостатком прототипа, также как и недостатком аналогов, является недостаточное охлаждение периферийной части входной кромки за счет того, что охладитель поступает в периферийную часть пера в зоне входной кромки, уже частично выработав свою охлаждающую способность,

Для устранения вышеописанного недостатка предлагается полезная модель охлаждаемой сопловой лопатки турбины газотурбинного двигателя, содержащая полую оболочку, внутренняя полость которой разделена на три полости: две в зоне передней кромки (располагаются одна над другой по высоте лопатки) и одну - для охлаждения средней части лопатки (по ее длине) и хвостовой части лопатки.

Преимущество данной полезной модели заключается в том, что ее конструкция позволяет подавать к наиболее проблемному в плане температурной напряженности (максимально горячему) участку пера лопатки поток охлаждающего воздуха, не использованного при охлаждении других (в данном случае - корневых) участков пера лопатки, за счет чего достигается более высокий уровень эффективности охлаждения, более интенсивно снижается температура лопатки, а значит, снижается вероятность появления трещин и прогара. В итоге - повышается надежность лопатки и ее ресурс.

Целью создания предлагаемой полезной модели сопловой лопатки является необходимость повышения ее надежности и ресурса за счет обеспечения эффективного охлаждения наиболее нагретого участка пера без ущерба для процесса охлаждения других зон лопатки.

Технический результат при этом выражается в снижении температуры наиболее теплонапряженного (горячего) участка пера лопатки, достижение более высокой эффективности охлаждения, предотвращение появления трещин и прогаров, в росте ресурса лопатки и увеличении ее надежности.

Технический результат достигается тем, что в охлаждаемой сопловой лопатке турбины газотурбинного двигателя, содержащей верхнюю и нижнюю торцевые полки и полое перо, в котором организованы полости для подачи охлаждающего воздуха - передняя в зоне передней кромки и задняя в области средней части лопатки и задней кромки, при этом для охлаждения наиболее верхней части передней кромки организована дополнительная полость, расположенная в верхней части передней кромки, в которую отдельно подается охлаждающий воздух.

На фиг. 1 представлена предлагаемая конструкция лопатки. Охлаждаемая сопловая лопатка турбины состоит из верхней 1 и нижней 2 торцевых полок и полого пера 3. В полом пере организованы три полости для охлаждения: две передних для охлаждения передней кромки 4 и 5 и задняя 6 для охлаждения средней части лопатки и хвостовика. Задняя полость 6 снабжена турбулизаторами 7 для интенсификации процесса охлаждения. Охлаждающий воздух из этих полостей в ряды перфораций выдувается в проточную часть турбины.

Передняя верхняя полость 4 организована для эффективного охлаждения максимально нагретого горячим газом участка передней кромки, расположенного примерно в средней части верхней половины пера (т.е. примерно на 2/3 высоты от втулочного сечения).

Для охлаждения лопаток сопловых аппаратов применяется воздух, подаваемый из компрессора в полости, расположенные внутри лопатки. Охлаждаемые лопатки выполняются полыми с внутренними полостями для течения охлаждающего воздуха, который после процесса теплосъема выдувается в проточную часть через ряды перфораций в оболочке лопатки. Расположение, формы и другие конструктивные особенности полостей при проектировании определяются из соображений получения

максимальных коэффициентов эффективности охлаждения для различных участков и сечений пера.

Принцип действия предлагаемой полезной модели базируется на использовании охлаждающей способности ветви потока охладителя, не соприкасающегося в нагретой газом стенкой (оболочкой) лопатки. Он заключается в том, что для охлаждения наиболее нагретого участка передней кромки лопатки охлаждающий воздух подается в специально созданную для этого полость, не сообщающуюся с другими полостями охлаждения.

(57) Формула полезной модели

Охлаждаемая сопловая лопатка турбины газотурбинного двигателя, содержащая верхнюю и нижнюю торцевые полки и полое перо, в котором организованы полости для подачи охлаждающего воздуха - передняя в зоне передней кромки и задняя в области средней части лопатки и задней кромки, отличающаяся тем, что для охлаждения наиболее верхней части передней кромки организована дополнительная полость, расположенная в верхней части передней кромки, в которую отдельно подается охлаждающий воздух.

1

