



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 063 534** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) МПК⁶ **F 02 K 1/10**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 93005790/06, 01.02.1993

(46) Дата публикации: 10.07.1996

(56) Ссылки: 1. Патент США N3138921, кл. 60 - 271, опублик. 1964. 2. Абрамов А.М. и др. Производство газотурбинных двигателей.- М.: Машиностроение, 1965, с.184 - 186, фиг.2.

(71) Заявитель:

Акционерное общество открытого типа
Самарский научно-технический комплекс
"Двигатели НК"

(72) Изобретатель: Фишбейн Б.Д.,
Абаимов Л.С.

(73) Патентообладатель:

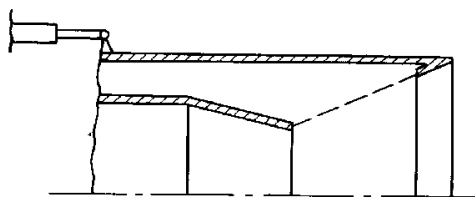
Акционерное общество открытого типа
Самарский научно-технический комплекс
"Двигатели НК"

(54) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЕАКТИВНОГО СОПЛА ВТОРОГО КОНТУРА ДВУХКОНТУРНОГО ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ

(57) Реферат:

Использование: реактивные сопла второго контура газотурбинных двигателей преимущественно со степенью двухконтурности $m = 15-17$. Сущность изобретения: реактивное сопло изготавливают из материала с "памятью" формы, преимущественно из никелида титана. заготовку 1 деформируют в два этапа с получением требуемых геометрий на крейсерском 2 и взлетном 3 режимах. Деформацию заготовки осуществляют при температуре стенки реактивного сопла, соответствующей температуре на крейсерском режиме с учетом положительного температурного отклонения от стандартных атмосферных условий окружающего воздуха и при температуре, соответствующей взлетному режиму с учетом отрицательного температурного отклонения от стандартных атмосферных условий окружающего воздуха. Последовательность

этапов деформации заготовки любая и не зависит от режима работы и типа двигателя. Применение изобретения позволит изменить геометрическую форму реактивного сопла в соответствии с заданной оптимальной геометрической формой на крейсерском режиме и режиме "взлет", выполнить конструкцию сопла изменяемой геометрии с минимальным весом, повысить экономичность авиационного газотурбинного двигателя на режиме "взлет" путем снижения удельного расхода топлива на 2,6%. 6 ил.



Фиг. 1

RU 2 0 6 3 5 3 4 C 1

RU 2 0 6 3 5 3 4 C 1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 063 534** ⁽¹³⁾ **C1**

(51) Int. Cl.⁶ **F 02 K 1/10**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 93005790/06, 01.02.1993

(46) Date of publication: 10.07.1996

(71) Applicant:
Aksionernoe obshchestvo otkrytogo tipa
Samarskij nauchno-tehnicheskij kompleks
"Dvigateli NK"

(72) Inventor: Fishbejn B.D.,
Abaimov L.S.

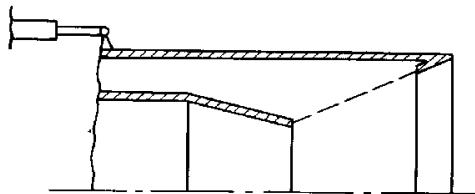
(73) Proprietor:
Aksionernoe obshchestvo otkrytogo tipa
Samarskij nauchno-tehnicheskij kompleks
"Dvigateli NK"

(54) **METHOD OF MANUFACTURE OF JET NOZZLE OF SECOND STAGE OF DOUBLE-FLOW GAS-TURBINE ENGINE**

(57) Abstract:

FIELD: jet nozzles of second stage of gas-turbine engine mainly at by-pass ratio of m_0 - 15-17. SUBSTANCE: jet nozzle is made of material possessing form memory, mainly of titanium nickelide. Blank 1 is deformed at two stages obtaining required geometries at cruise mode 2 and take-off mode 3. Deformation of blank is effected at temperature of jet nozzle wall corresponding to temperature at cruise mode taking into account positive temperature deviation from standard atmospheric conditions of surrounding air and at temperature corresponding to take-off mode taking into account negative temperature deviation from standard atmospheric conditions of surrounding air. Any sequence of deformation of blank may be adopted; it does not depend on mode of operation and type of engine.

EFFECT: possibility of change of geometric shape of jet nozzle in accordance with preset optimal geometric form at cruise and take-off modes; construction of nozzle of variable geometry and minimum mass; enhanced economical efficiency of aircraft gas-turbine engine at take-off mode due to reduction of specific fuel consumption by 216 percent. 6 dwg



Фиг. 1

RU 2 0 6 3 5 3 4 C 1

RU 2 0 6 3 5 3 4 C 1

Изобретение относится к области изготовления реактивного сопла второго контура двухконтурного газотурбинного двигателя, преимущественно со степенью двухконтурности $m=15-17$.

Известен способ изготовления сопла переменной геометрии. Для изменения геометрии сопла предусмотрено механическое устройство, перемещающее конусообразный профиль, расположенный в конце обечайки (фиг.1), (патент США 3138921). Такое исполнение реактивного сопла существенно увеличивает вес его конструкции и тем самым ухудшает эффективность двигателя и силовой установки в целом.

Известен способ изготовления реактивного сопла авиационного газотурбинного двигателя из стали включающий деформацию заготовки на заданную геометрию (Е. Л. Фельдман, Авиационный турбореактивный двигатель РД-3М-500, М. "Транспорт", 1968 г. стр. 157 и А.М.Абрамов и др. Производство газотурбинных двигателей. М.Машиностроение, 1966 г. стр. 184-186), (фиг. 2).

При таком способе изготовления реактивного сопла выходная площадь его остается неизменной во всей области условий эксплуатации авиационного газотурбинного двигателя, что делает сопло неоптимальным в основных условиях эксплуатации на некоторых режимах работы и является его недостатком.

Задачей изобретения является разработка способа изготовления реактивного сопла второго контура двухконтурного газотурбинного двигателя, преимущественно со степенью двухконтурности $m=15-17$, создающего повышенную эффективность авиационного двигателя в широком диапазоне высот и скоростей полета как в стандартных атмосферных условиях, так и при температурных отклонениях воздуха.

Реактивное сопло изготавливают из материала с "памятью" формы, преимущественно из никелида титана. Деформируют заготовку сопла в два этапа. Получают требуемые геометрии ее на крейсерском и взлетном режимах. Заготовку деформируют при температуре стенки реактивного сопла соответствующей температуре на крейсерском режиме с учетом положительного температурного отклонения от стандартных атмосферных условий окружающего воздуха и при температуре, соответствующей взлетному режиму с учетом отрицательного температурного отклонения от стандартных атмосферных условий окружающего воздуха. Причем последовательность этапов деформации заготовки сопла любая и не зависит от режима работы и типа двигателя

Часть материала представлена графически.

На фиг. 1 показана схема реактивного сопла с механически изменяемой геометрией (патент США 3138921).

На фиг. 2 изображена схема реактивного сопла неизменной геометрии, получаемое деформацией заготовки на заданную геометрию (А.М.Абрамов и др. "Производство газотурбинных двигателей", М. Машиностроение, 1966 г. стр. 184-186).

На фиг. 3 приведены для сведения изменения по высоте стандартной температуры окружающего воздуха и ее положительные и отрицательные отклонения в соответствии с ДСОС-9051-АН/896, принятого ИКАО (см. в книге "Единые нормы летной годности гражданских, транспортных самолетов стран членов СЭВ", 1985 г. стр. 32).

На фиг. 4 показана зависимость температур, при которых проявляется способность никелида титана восстанавливать свою форму в зависимости от содержания никеля в сплаве (построена по материалам приведенным в таблице книги: И.И.Корнилов, О.К.Белоусов, Е.В.Качур, "Никелид титана и другие сплавы с эффектом "памяти", М. Наука, 1977 г. стр. 124).

На фиг. 5 показана схема последовательной деформации заготовки сопла для получения требуемых геометрий на крейсерском и взлетном режимах.

На фиг. 6 приведены зависимости изменения удельного расхода топлива на крейсерском и взлетном режимах от изменения площади сопла второго контура винто-вентиляторного двигателя с указанием значений на крейсерском и взлетном режимах для случая конкретной реализации способа изготовления реактивного сопла второго контура винто-вентиляторного двигателя (ΔF_{clkr} , ΔF_{clvzl}).

Эффект "памяти" формы присущ многим материалам. Однако эффект "памяти" формы на никелиде титана, в отличие от подобных эффектов у других материалов, уникален. Он полностью обратим, может повторяться в течение многих тысяч циклов. Материал обладает хорошими механическими свойствами, прочен, пластичен, коррозионно стоек. Из него можно получать листы, ленту, фольгу, поковки.

Большинство ученых согласно с теорией, что изменение формы никелида титана возникает тогда, когда на атомном уровне происходит переход от сложной ромбической структуры к менее сложной кубической, и вызвано температурным перепадом, составляющим всего +9 градусов Цельсия. Процесс изменения формы полностью обратим. Обратный температурный перепад, составляющий всего -9 градусов вызывает обратный переход от кубической структуры к ромбической с восстановлением исходной формы никелида титана.

Приводим пример конкретной реализации способа изготовления реактивного сопла второго контура винто-вентиляторного двигателя с указанием температур, при которых производят деформацию на заданные конфигурации сопла, соответствующие крейсерскому и взлетному режимам с учетом влияния на стенку сопла не только температуры наружного воздуха, но и температуры истекающей из сопла реактивной воздушной струи. Предварительно выбирают сплав с необходимым соотношением никеля и титана.

Например, для взлетного режима сопло второго контура винто-вентиляторного двигателя из никелида титана, содержащего 50,83% никеля и 49,17% титана, деформируют при температуре $t_{взл}$ 10 °С, а для крейсерного режима деформируют при

$t_{кр}$ 30°C. Причем последовательность деформации заготовки сопла любая, не зависит от режима работы и типа двигателя по причине полной обратимости эффекта "памяти" формы изделий из никелида титана.

Сопло второго контура винто-вентиляторного двигателя имеет превышение температуры по сравнению с температурой окружающего воздуха всего на $\Delta t_c + 1$ градус как на взлетном, так и на крейсерском режимах, что объясняется невысокой степенью повышения давления во втором контуре винто-вентилятора равной $\frac{v}{v_{взл}} = 1,21 \div 1,26$.

В этом случае можно принять, что расчетная температура сопла определяется по выражению

$$t_{сопла} = \frac{t_n + t_{ст. струи}}{2},$$

где $t_{сопла}$ температура материала сопла, t_n температура наружного воздуха, $t_{ст. струи}$ статическая температура истекающей из сопла реактивной воздушной струи.

Например, взлетный режим в стандартных атмосферных условиях ($H=0$, $Mп=0$, $Pн=1,0332 \text{ кгс/см}^2$, $t_n+15^\circ\text{C}$).

Температура наружного воздуха $t_n+15^\circ\text{C}$.

Статическая температура истекающей из сопла реактивной воздушной струи $t_{ст. струи} + 17,2^\circ\text{C}$. Температура материала сопла $t_{сопла} + 16,1^\circ\text{C}$.

Превышение температуры сопла над температурой наружного воздуха $\Delta t_c + 1,1$.

Другой пример: крейсерский режим в стандартных атмосферных условиях ($H=11 \text{ км}$, $Mп=0,75$, $Pн=0,2314 \text{ кгс/см}^2$, $t_n - 56,5^\circ\text{C}$)

Температура наружного воздуха $t_n - 56,5^\circ\text{C}$.

Статическая температура истекающей из сопла реактивной воздушной струи $t_{ст. струи} - 53,8^\circ\text{C}$.

Температура материала сопла $t_{сопла} - 55,2^\circ\text{C}$.

Превышение температуры сопла над температурой наружного воздуха $\Delta t_c + 1,3$.

Сплав из никелида титана, содержащий 50,83% никеля и 49,17% титана, выбран предварительно. Этот сплав имеет характеристики, полученные по построению материалов, приведенных в таблице 1, на стр. 8 в книге А.С.Тихонова и др. Применение эффекта памяти формы в современном машиностроении, М. Машиностроение, 1981 г.

$Mн$ температура начала прямого мартенситного превращения $Mн - 25^\circ\text{C}$;

$Mк$ температура конца прямого мартенситного превращения $Mк - 51^\circ\text{C}$;

$Aн$ температура начала обратного мартенситного превращения $Aн - 14^\circ\text{C}$; $Aк$ температура конца обратного мартенситного превращения $Aк + 11,5^\circ\text{C}$.

Исходя из выше приведенных данных с учетом температурных отклонений окружающего воздуха, например, для взлетного режима сопло деформируют при температуре $t_{д.взл} - 10^\circ\text{C}$, для крейсерского режима сопло деформируют при $t_{д.кр} - 3^\circ\text{C}$.

При нагреве выше температуры обратного мартенситного превращения $Aк + 11,5^\circ\text{C}$ или

при охлаждении ниже температуры прямого мартенситного превращения $Mк - 51^\circ\text{C}$ сопло принимает форму, соответствующую взлетному или крейсерскому режиму (книга А.С.Тихонова и др. Применение эффекта памяти формы в современном машиностроении, М. Машиностроение, 1981 г. стр. 4).

На режиме взлет в стандартных атмосферных условиях и при положительном температурном отклонении окружающего воздуха обеспечивается форма сопла, соответствующая режиму взлет.

На крейсерском режиме обеспечивается форма сопла, соответствующая этому режиму в стандартных атмосферных условиях и при отрицательном температурном отклонении окружающего воздуха.

Реактивное сопло, изготовленное по предложенному способу, работает следующим образом.

На режиме взлет в стандартных атмосферных условиях и при любом положительном отклонении, реактивное сопло имеет заданную геометрическую форму 3 (см. фиг. 5).

При суточном колебании температур окружающего воздуха форма 3 сопла сохраняется.

В процессе разгона набора высоты самолетом происходит понижение температуры окружающего воздуха (см. фиг 3). 2 При достижении материалом сопла температуры конца прямого мартенситного превращения $Mк - 51^\circ\text{C}$ сопло принимает

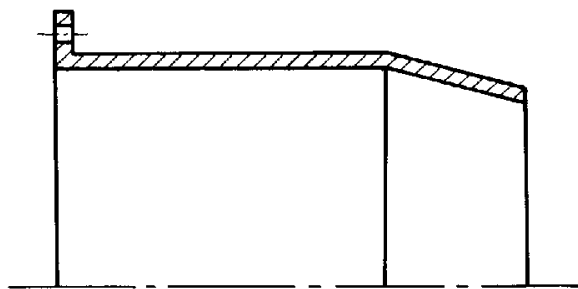
геометрическую форму 2, соответствующую крейсерскому режиму, и сохраняет форму при любых положительных и отрицательных отклонениях от стандартных полетных условий.

Применение изобретения позволяет: изменить геометрическую форму реактивного сопла в соответствии с заданной оптимальной геометрической формой на крейсерском режиме и режиме взлет;

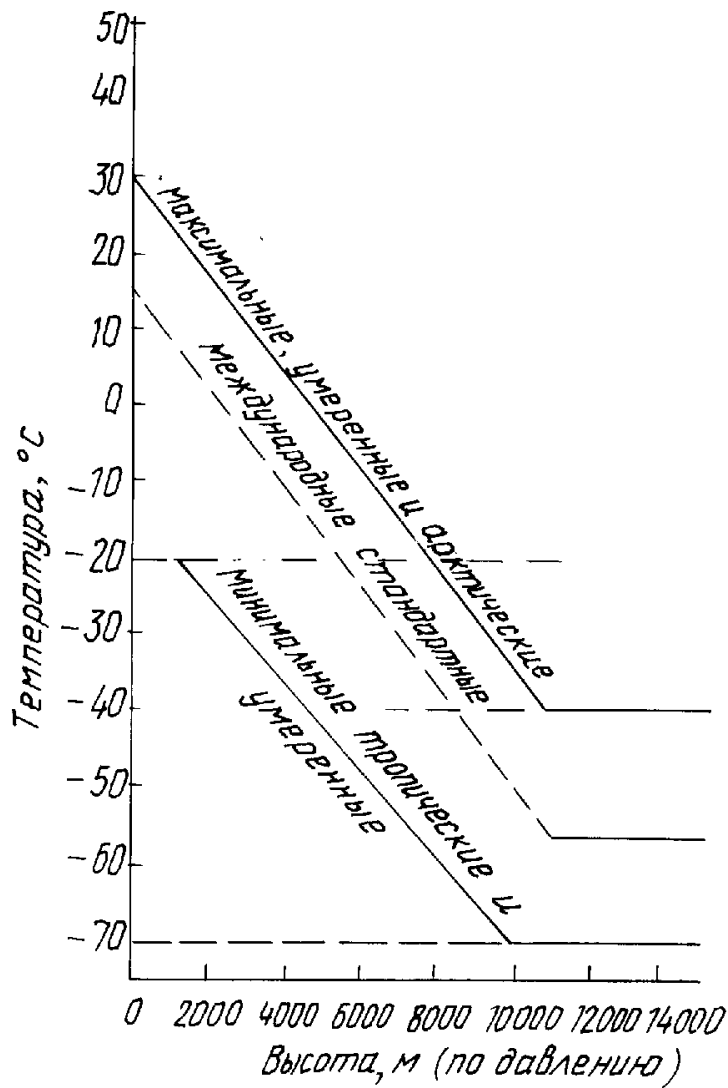
выполнить конструкцию сопла изменяемой геометрии с минимальным весом; повысить экономичность авиационного газотурбинного двигателя на режиме взлет путем снижения удельного расхода топлива на 2,6% (см. фиг. 6). ЫЫЫЫ2 ЫЫЫЫ4

Формула изобретения:

Способ изготовления реактивного сопла второго контура двухконтурного газотурбинного двигателя преимущественно со степенью двухконтурности $m=15 - 17$, включающий деформацию заготовки на заданную геометрию, отличающийся тем, что реактивное сопло изготавливают из материала с памятью формы, преимущественно из никелида титана, а деформацию заготовки осуществляют в два этапа с получением требуемых геометрий на крейсерском и взлетном режимах при температуре стенки реактивного сопла на одном этапе, соответствующей температуре на крейсерском режиме с учетом положительного температурного отклонения от стандартных атмосферных условий окружающего воздуха, и на другом этапе при температуре, соответствующей взлетному режиму с учетом отрицательного температурного отклонения от стандартных атмосферных условий окружающего воздуха.

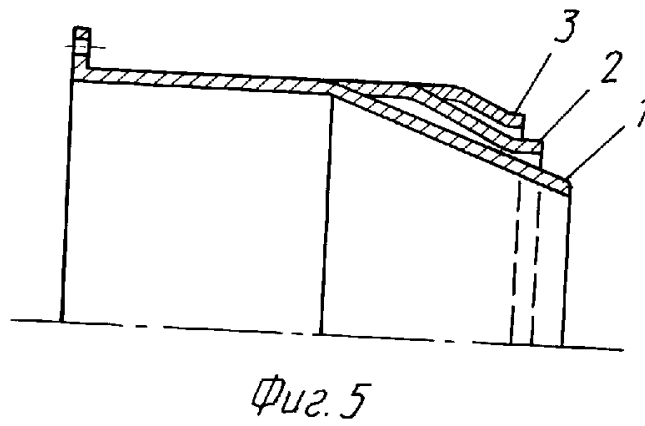
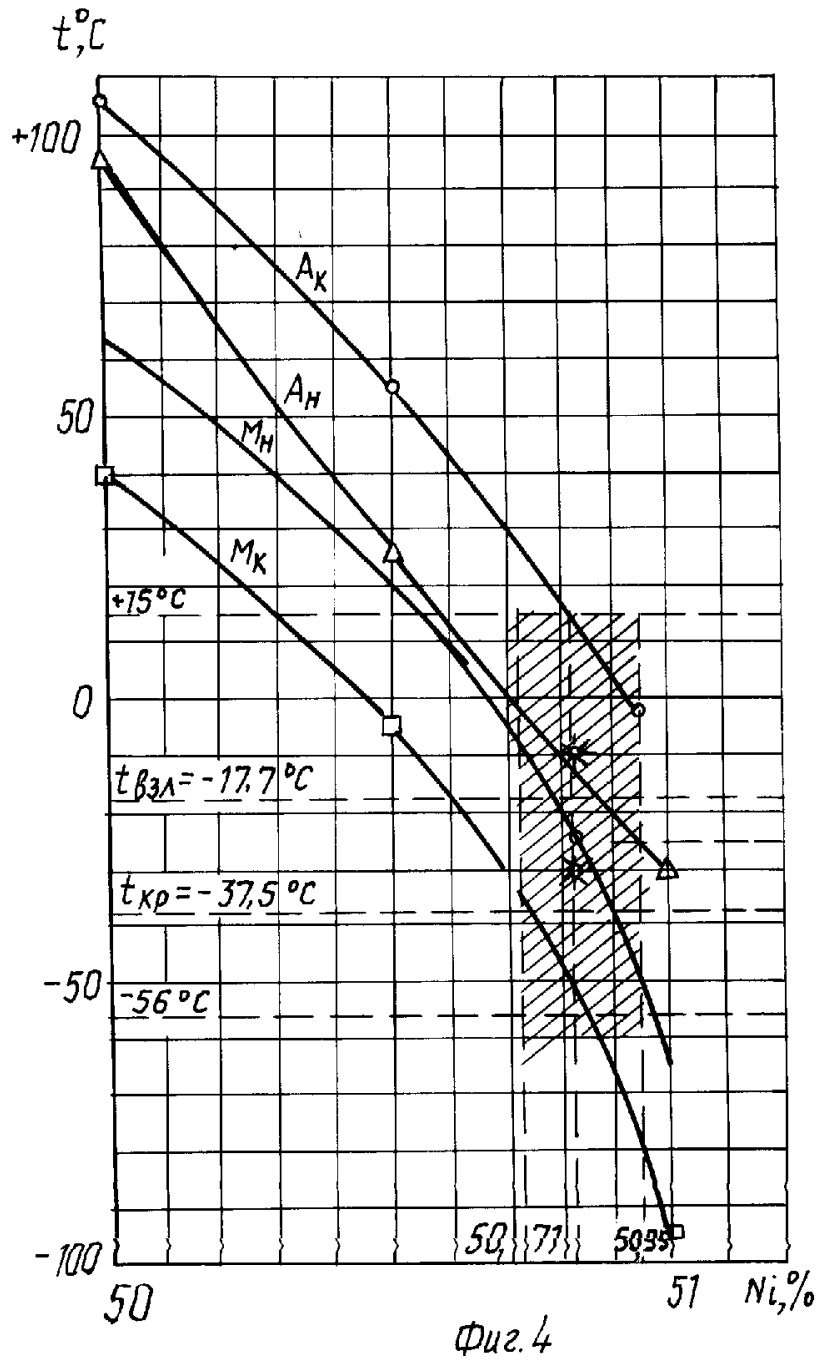


Фиг. 2



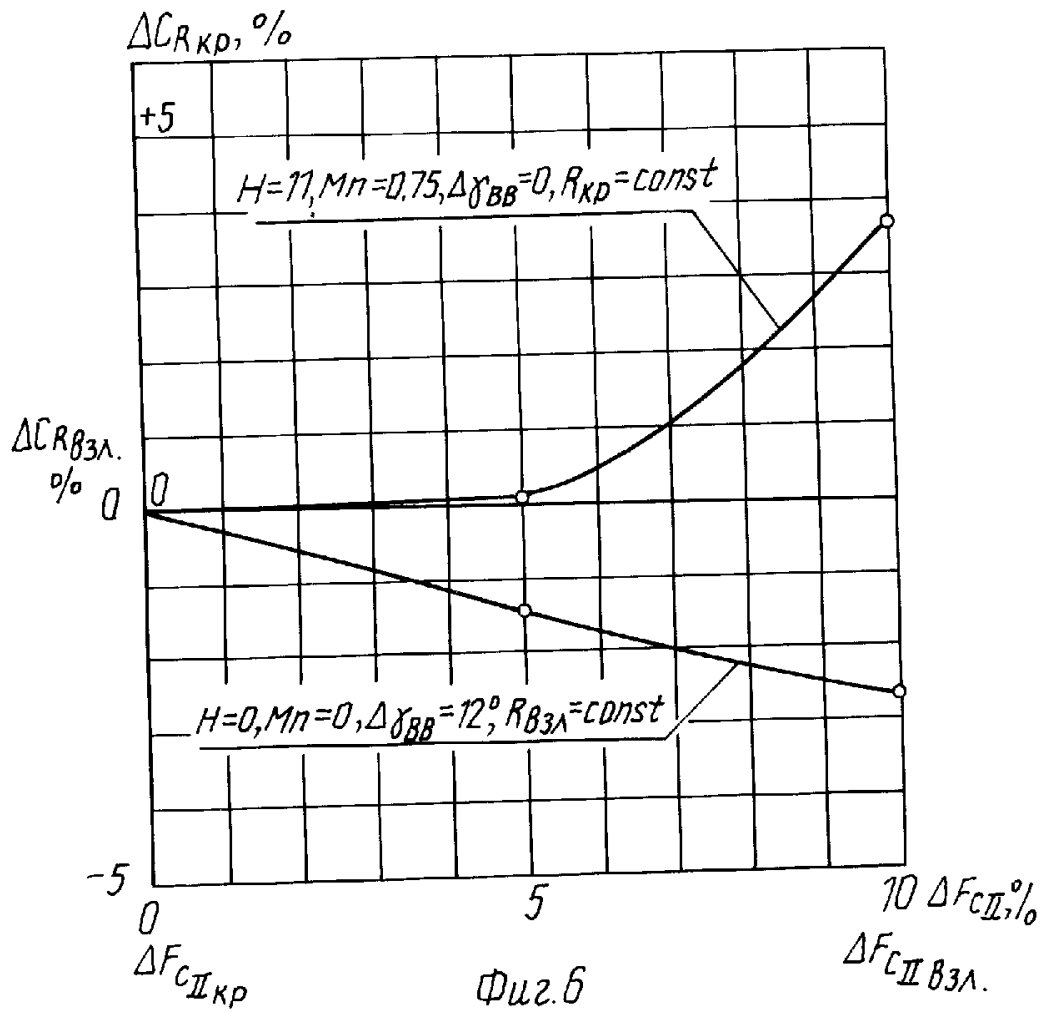
Фиг. 3

RU 2063534 C1



RU 2063534 C1

RU 2063534 C1



RU 2063534 C1