

Изобретение относится к реверсору тяги двуконтурного турбореактивного двигателя.

В этом типе турбореактивного двигателя, имеющего первичный канал циркуляции так называемых газов горячего потока, образующих основной поток выпуска, и кольцевой канал, коаксиальный первому каналу, в котором циркулируют так называемые газы холодного потока, например, на выходе из нагнетателя, расположенного на входе турбореактивного двигателя, и образующий вторичный поток выпуска, в особенности при высокой степени отнесения массы вторичного воздуха к массе сгоревших газов, реверсирование тяги приводит, в основном или исключительно, к отклонению холодного вторичного потока.

Примеры осуществления типа реверсирования тяги турбореактивного двигателя с опрокидывающимися створками описаны, в частности, во французских патентах №А-2486153 и А-2506843. Также были предложены решения для улучшения профиля потока, соответствующего правильной аэродинамической оболочке потока при работе в режиме прямой тяги.

В частности, во французском патенте А-2621082 описана створка реверсивного устройства, имеющая внутреннюю подвижную часть, приспособленную к профилю потока при работе в режиме прямой тяги, убирающуюся при работе в режиме реверсирования тяги для получения требуемых характеристик.

Недостатком всех перечисленных изобретений являются большие аэродинамические потери.

Другая проблема заключается в контроле за реверсированной струей при работе в режиме реверсирования тяги. Исследовалось решение в различных усовершенствованиях, введенных в форму кромок канала реверсирования, образованного в обтекателе при раскрытии створок реверсивного устройства. Известно также использование с этой целью блока отражателей, связанного с каждой створкой, такого как фронтальный отражатель. Однако в некоторых случаях применения эти ранее известные усовершенствования могут оказаться недостаточными для обеспечения требуемых параметров. В самом деле, поток должен быть направлен вперед в целях создания тяги, направленной противоположно к скорости продвижения самолета (либо реверсирование тяги), а также в боковом направлении, во избежание ударов со смежными частями самолета (крыло или фюзеляж), предотвращая при этом направление вторичного потока ко входным воздухозаборникам различных двигателей, приводя к возникновению явлений повторного впрыска. С учетом этих требований технология этого контроля отклонений струи в боковом направлении и вперед будет называться "управление поверхностями текущих слоев".

За прототип заявляемого изобретения принят реверсор тяги турбореактивного двигателя, содержащий трубу инверсии, образующую канал для реверсированного потока в режиме реверсирования тяги, которая ограничена, по крайней мере, со стороны выше по потоку неподвижной кромкой изменения направления, выполненной заодно с неподвижной конструкцией выше по потоку реверсора (Патент Франции №А-2559838, кл. F02R1/56, 1985).

Недостаток известного изобретения заключается в том, что полость реверсора тяги ограничена кромкой изменения направления воздушного потока, коэффициент формы которой не соответствует форме внутренней стенки обтекателя, испытующей воздействия давления потока, и по существу кромка способствует искажению потока и его завихрению в режиме прямой тяги, что существенно увеличивает аэродинамические потери и снижает расход текучей среды.

В основу изобретения поставлена задача получения максимального расхода текучей среды в режиме реверсирования в реверсоре тяги турбореактивного двигателя путем выполнения кромки изменения направления реверсированного потока с профилем, кривизна последовательности линий которого при пересечении продольными плоскостями, проходящими через ось реверсора, является переменной, что вызывает изменение формы канала реверсирования при соответствии коэффициента формы кромок изменения направления форме внутренней стенки обтекателя, и тем самым увеличивает коэффициент расхода текучей среды и снижает аэродинамические потери.

Поставленная задача решается за счет того, что в реверсоре тяги турбореактивного двигателя, содержащем трубу инверсии, образующую канал для реверсированного потока в режиме реверсирования тяги, которая ограничена, по крайней мере, со стороны выше по потоку неподвижной кромкой изменения направления, выполненной заодно с неподвижной конструкцией выше по потоку реверсора, согласно изобретению, сечения кромки изменения направления, расположенные в продольных плоскостях, проходящих через геометрическую ось реверсора в направлении от одной боковой кромки трубы инверсии к другой, имеют переменную изменяющуюся кривизну.

При этом кривизна сечения кромки изменения направления, выполненная на боковой кромке трубы инверсии, положительна и соответствует форме, закругленной наружу от кромки изменения направления, с обеспечением максимальной пропускной способности, а в направлении изменения сечений вдоль кромки изменения направления кривизна сечения выполнена с уменьшением от эллиптической до нулевой, при этом сечение в этом месте является плоским или прямолинейным, а на другой боковой кромке кривизна отрицательна и соответствующее сечение имеет носок, обращенный к потоку с обеспечением минимальной пропускной способности.

Кроме того, реверсор содержит поворотные створки, приводимые в движение силовым цилиндром, а кромка изменения направления имеет конец ниже по потоку с постоянным изгибом в поперечной плоскости, перпендикулярной продольной геометрической оси реверсора, либо упомянутая кромка имеет конец ниже по потоку, изгиб которого выполнен наклонным, по крайней мере, локально.

Изобретение применяется к любому типу устройства реверсирования тяги, в котором подвижный блок открывает при работе в режиме реверсирования тяги канал, называемый "каналом реверсирования", через который проходит вторичный поток после его блокирования либо створками, либо препятствиями или любой формой закрылков либо обшивки в случае с реверсором решетчатого типа. Во всех случаях канал реверсирования ограничен спереди соответствующим отвердением, выполненным в неподвижной структуре реверсора и заканчивающимся обтекателем, называемым "кромкой изменения направления", а затем, по бокам, боковыми сторонами, и, наконец, сзади - створками или дверцами.

На фиг.1 изображен в перспективе предлагаемый реверсор тяги, канал реверсирования которого имеет

кромку изменения направления с постоянным отведением; на фиг.2 - 5 - соответственно сечения А - А, В - В, С - С и D - D на фиг.1; на фиг.6 - в перспективе предлагаемый реверсор тяги, канал реверсирования которого имеет кромку изменения направления с наклонным отведением; на фиг.7 - 10 - соответственно сечения А - А, В - В, С - С и D - D на фиг.6; на фиг.11 - продольный разрез через плоскость, проходящую через ось вращения турбореактивного двигателя, реверсора тяги с поворотными створками в закрытом положении; на фиг.12 - то же, в развернутом положении.

Как отмечено ранее, изобретение применимо для реверсора тяги любого известного типа, так называемого с решетками профилей реверсора тяги, с поворотными створками или с задними створками реверсора, но содержащего во всех случаях канал реверсирования, выполненный в канале циркуляции потока текущих газов. На фиг.1 показан пример выполнения реверсора тяги с поворотными створками.

Реверсор тяги имеет неподвижную часть выше по потоку, держатель силового цилиндра 2, а затем подвижную часть 3, образованную створками 4 и неподвижным хвостовым конусом 5.

В открытом положении створок 4, как изображено на фиг.1, соответствующем работе в реверсировании тяги реверсора тяги, вторичный поток турбореактивного двигателя, как это было известно и ранее было отмечено, заблокирован в канале реверсора задней частью поворотных створок 4. Таким образом, указанный реверсированный поток направляется через канал реверсирования 6, соответствующий отверстию, выполненному в наружной стенке кольцевого канала реверсора и ограниченному, со стороны ниже по потоку, внутренней стенкой и кромкой стенки 4, на боках, боковыми поверхностями и, в частности, кромкой неподвижной балки 7, и наконец, со стороны выше по потоку концевой кромкой внутренней стенки неподвижной части 1 выше по потоку реверсора, образующей наружную стенку кольцевого канала циркуляции потока текущих газов. На стороне ниже по потоку внесены, в частности, усовершенствования, как это известно, в кромку канала реверсирования 6 с помощью усовершенствований внутренней стенки створки 4 и с помощью отражателей, добавленных к кромкам створки, в частности, переднего отражателя 8, на концевой кромке выше по потоку створки 4, как изображено на фиг.1. Аналогичным образом, со стороны вверх по потоку кромка канала реверсирования 6 снабжена обтекателем, выполненным заодно с неподвижной частью выше по потоку 1 реверсора, продолжая указанную стенку, ограничивающую поток газов. Изобретение касается конкретных усовершенствований, внесенных в этот обтекатель, называемый кромкой изменения направления 9, в целях улучшения управления потоков реверсированной струи. Кромка изменения направления 9 предназначена для получения максимального расхода текущей среды в целях обеспечения общих характеристик реверсора, в частности, при работе в режиме реверсирования тяги. Влияние кромки изменения направления 9 теперь вызвано коэффициентом формы, соответствующим форме внутренней стенки обтекателя, испытывающей воздействие давления потока, и определяемой кривой, отмечаемой на разрезе кромки изменения направления 9 через продольную плоскость, проходящую через геометрическую ось реверсора или ось вращения связанного турбореактивного двигателя. Коэффициенты расхода получаются максимальные, когда кромка является закругленной, при этом указанная кривая сечения имеет положительную кривизну, при этом конец кромки изменения направления 9 обращен наружу по отношению к геометрической продольной оси реверсора. Часто однако бывает, независимо от типа реверсора тяги, что установочные напряжения, с учетом других требований, таких как масса и габариты, предъявляемых к определению канала реверсирования и, в частности, к установке кромки изменения направления, не позволяют получать оптимальный закругленный теоретический профиль кромки изменения направления 9. Изобретение направлено на поиск оптимального компромисса между этими различными напряжениями.

Далее, как изображено на фиг.2 - 5, кромка изменения направления 9 согласно изобретению, один пример установки и применения которой в реверсоре тяги с поворотными створками показан на фиг.1, имеет переменный профиль, такой, что кривизна последовательных линий или кривых, получаемых при сечении продольными плоскостями, проходящими через продольную геометрическую ось реверсора и перемещающимися азимутально от одной боковой кромки к другой от кромки изменения направления 9, и обозначенных соответственно 10, 11, 12, 13С на фиг.2, 3, 4, 5 является переменной и изменяющейся. Таким образом, стенка 10 имеет отрицательную кривизну и показывает зарождение носика 14 на краю 15 кромки изменения направления 9, расположенной на боковой стороне. Стенка 11, расположенная в середине канала реверсирования 6, вблизи от силового цилиндра 2 привода створки 4, имеет нулевую кривизну, при этом стенка сечения является плоской и линия 11 является прямой. Стенка 12 принимает положительную кривизну, которая усиливается в месте 13, переходя в эллипсоидальную и имея значительную кривизну и сильное закругление вблизи у другой боковой кромки, которая, в частности, отделена от любой опасности помехи между реверсированным потоком и соседними зонами самолета и которая будет соответствовать каналу с максимальным расходом. Выбранная эволюция величин кривизны от одной боковой кромки к другой на кромке изменения направления 9 определяется с учетом требований непрерывности поверхностей и поиска оптимизированного управления потоками реверсированной текущей среды, а также достижения общих технических параметров. В примере, изображенном на фиг.1 и на фиг.2 - 5, в результате отмечается увеличение коэффициента расхода сечения кромки изменения направления 9 при переходе от одной боковой кромки вблизи от 10 до, другой боковой кромки вблизи от 13. Также отмечают, что в примере, изображенном на фиг.1, конец ниже по потоку 15 кромки изменения направления 9 имеет постоянное изменение направления, расположенное в поперечной плоскости, перпендикулярной к продольной геометрической оси реверсора. Напротив, боковой обтекатель, такой как 16, был присоединен к кромке изменения направления 9, и этот элемент способствует, обычным образом, улучшению коэффициента расхода истечения реверсированного потока, а также снижению потерь напора истечения прямой струи. Другие усовершенствования, известные сами по себе, могут потребоваться для учета либо близости земли, либо близости несущих поверхностей самолета, и они сообщают, в частности, конкретную обработку по заданному профилю углов створки, так называемых ломаных, который встречается также в форме кромок неподвижной части, ограничивающий канал реверсирования.

Эти различные параметры влияния также должны учитываться в оптимальном определении потоков обратного потока.

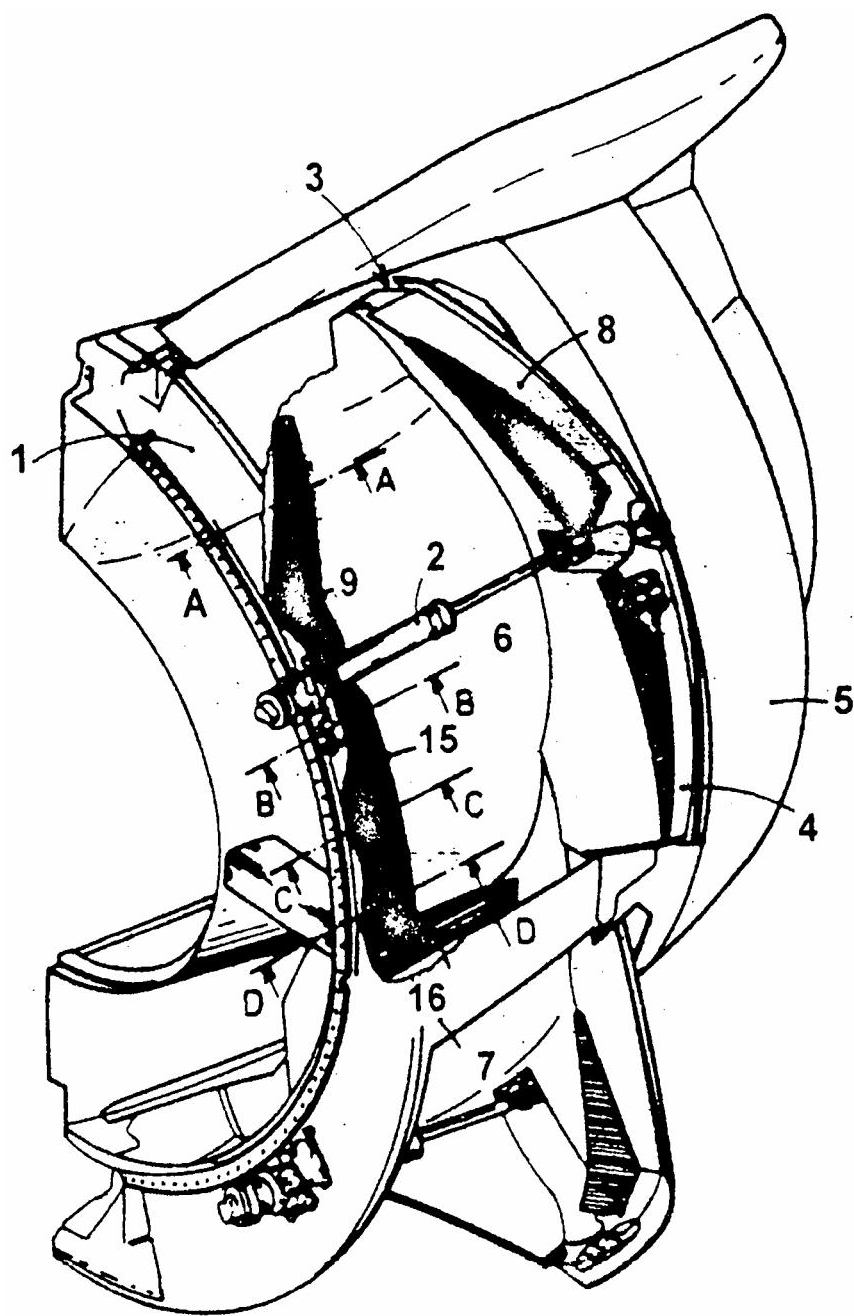
Среди средств, которые возможно могут использоваться для воздействия на управление потоками обратного потока, в вышеуказанном французском патенте А-2559838 приведен, в частности, конкретный вырез неподвижной кромки канала реверсора на уровне трубы реверсирования и показан пример выполнения, когда неподвижная кромка имеет общий вырез, наклонный по отношению к поперечной плоскости, перпендикулярной к продольной геометрической оси реверсора, в результате чего труба реверсирования шире с одной стороны, чем с другой. Эта техника часто встречает пределы применения в напряжениях установки кромки изменения направления, упомянутые ранее. Однако, всякий раз, когда эти решения возможны, а выбор их применения был сделан, усовершенствования кромки изменения направления согласно изобретению также дают дополнительные преимущества, которые были выявлены в вышеописанном примере выполнения применительно к фиг.1 и 2 - 5. На фиг.6 и 7 - 9 таким образом показан пример выполнения реверсора тяги турбореактивного двигателя с поворотными створками, относящегося к типу, аналогичному изображенному на фиг.1, и в котором кромка изменения направления 17 имеет концевую закраину 18, ограничивающую трубу реверсирования 19, выполненную согласно описанию патента Франции А-2559838 и имеющую, следовательно, наклонный обвод. Напротив, согласно изобретению, имеет место эволюция по азимуту кривизны различных сечений кромки изменения направления 17 по продольным плоскостям, проходящим через геометрическую ось реверсора. В изображенном примере встречается, как ранее в примере, изображенном на фиг.1; зона уменьшенного расхода, сечение 20 которой имеет отрицательную кривизну и концевой носок 21, а затем плоское сечение с прямой линией 22, за которым следует зона возрастающего расхода, сечения которой имеют положительную кривизну, в точках 23 и 24, при этом линия переходит от эллиптической формы к сильному закруглению, вблизи от боковой кромки, где расход достигает своего максимального значения.

На фиг.11 (в приложении) показан известный пример осуществления реверсора тяги этого типа, состоящего из трех основных частей - неподвижной части 1, расположенной выше по потоку, в продолжение наружной стенки канала вторичного потока, который внутри ограничен оболочкой центральной конструкции турбореактивного двигателя, подвижной части 3 и неподвижной задней обечайки (хвостовым концом) 5. Указанная передняя неподвижная часть 1 содержит наружную панель 25 кабины, внутреннюю панель 26, ограничивающую снаружи поток вторичного воздуха, и передний каркас 27, который обеспечивает соединение указанных панелей 24 и 26. Указанный передний каркас 27 служит также опорой для устройства управления перемещениями подвижной части 3, которая, в основном, состоит из некоторого числа перемещаемых элементов или препятствий, обычно называемых створками 4, причем это число может изменяться в зависимости от конкретных случаев применения, например, двух, трех или четырех створок 4, образующих кольцевой блок, возможно во взаимодействии с неподвижной частью, согласно варианту установки блока тяги, образованного турбореактивным двигателем на самолете.

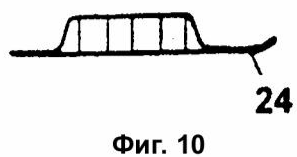
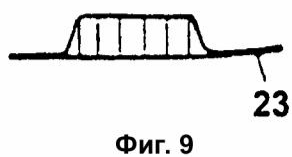
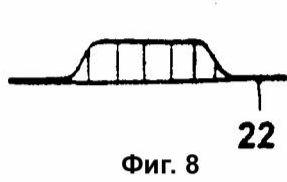
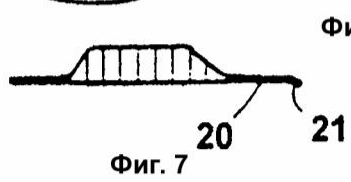
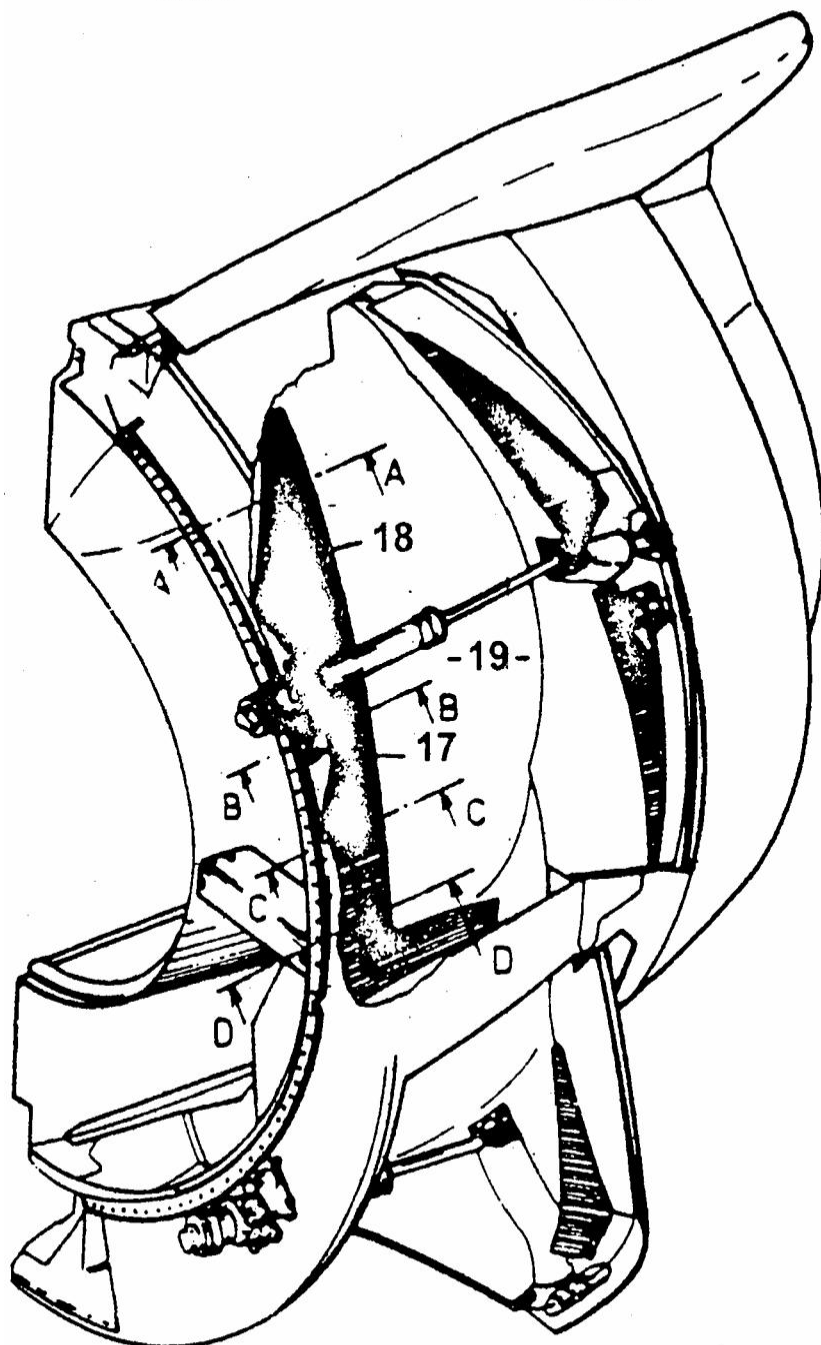
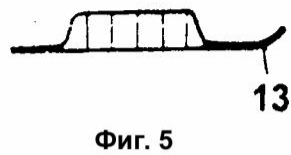
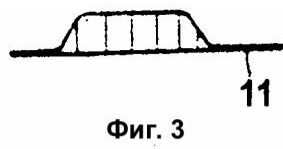
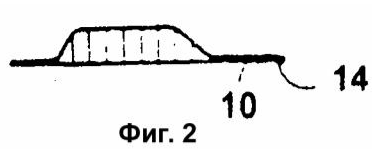
На фиг.12 приложения показан в соответствии с частичным схематичным видом в перспективе пример выполнения такого реверсора тяги двухконтурного реактивного двигателя, при этом реверсор содержит в этом случае четыре створки 4, две из которых видны на фиг.12 и показаны раскрытыми, что соответствует работе в режиме реверсирования тяги. Каждая створка 4 связана со средством управления перемещениями, таким как силовой цилиндр 2.

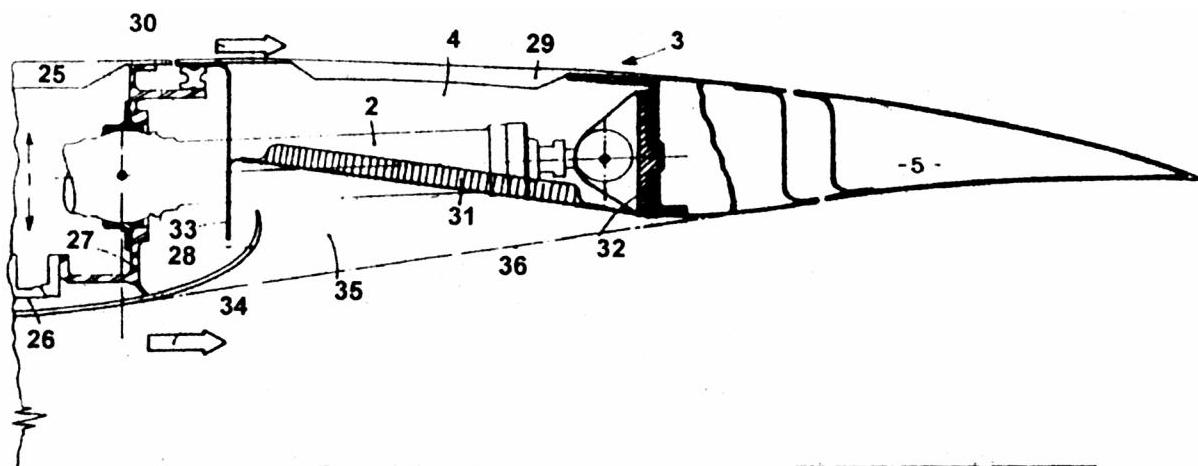
Ниже по потоку от неподвижной части 1, при этом верхняя и нижняя части по потоку определяются по отношению к нормальному направлению циркуляции газов при прямой тяге, при этом данная конструкция продолжена кромкой изменения направления 28, закрепленной под передним каркасом 27 и предназначенной для обеспечения соответствующего ориентирования потока, в положении реверсирования тяги. Каждая створка 4 состоит из наружной панели 29, устанавливаемой в положении прямой струи в продолжение наружной панели 25 неподвижной части 1, находящейся выше по потоку, для образования сплошной аэродинамической стенки, ограничивающей поток, являющийся внешним по отношению к двигателю, изображенный стрелкой 30, внутренней панели 31 и внутренней конструкции, выполненной из ребер жесткости 32, обеспечивающих связь между панелями 29 и 31. Створка 4 дополнена набором отражателей, предназначенных для придания направления реверсированному потоку, когда реверсирующее устройство находится в положении реверсирования тяги, а створка 4 в раскрытом или развернутом положении. Этот узел содержит, в частности, выше по потоку от створки 4 отражатель 33, состоящий из лобовой части, соединенной или не соединенной с боковыми частями. Для того, чтобы створка 4 в открытом положении реверсирования тяги обеспечивала достаточные характеристики, обычно требуется, как в известном примере, изображенном на фиг.11, чтобы передняя часть внутренней панели 31 отходила в наружном радиальном направлении от теоретической оболочки совершенного непрерывного аэродинамического ограничения вторичного потока газов, обозначенного стрелкой 34. В результате с внутренней стороны створки 4 оказывается образованной полость 35, когда она находится в закрытом положении, соответствующем прямой тяге, эта полость ограничена спереди отражателем 33 створки и кромкой изменения направления 28 неподвижной части 1 вниз по потоку с наружной стороны, частью выше по потоку внутренней панели 31 створки, и с внутренней по радиусу стороны указанной теоретической поверхностью 36. Часть потока загоняется кромкой изменения направления 28 в указанную полость 35, создавая в результате искажение потока и завихрения в вытекающих струях. Отсюда следуют аэродинамические потери, которые вредны для работы в режиме прямой тяги.

Ожидаемый технический результат достигается за счет выполнения сечения кромки с переменной кривизной, что обуславливает последовательное прохождение текучей среды вдоль участков с различной степенью кривизны, протяженность и форма которых соответствует пропускной способности, при которой отсутствуют завихрения и потери потока являются минимальными.

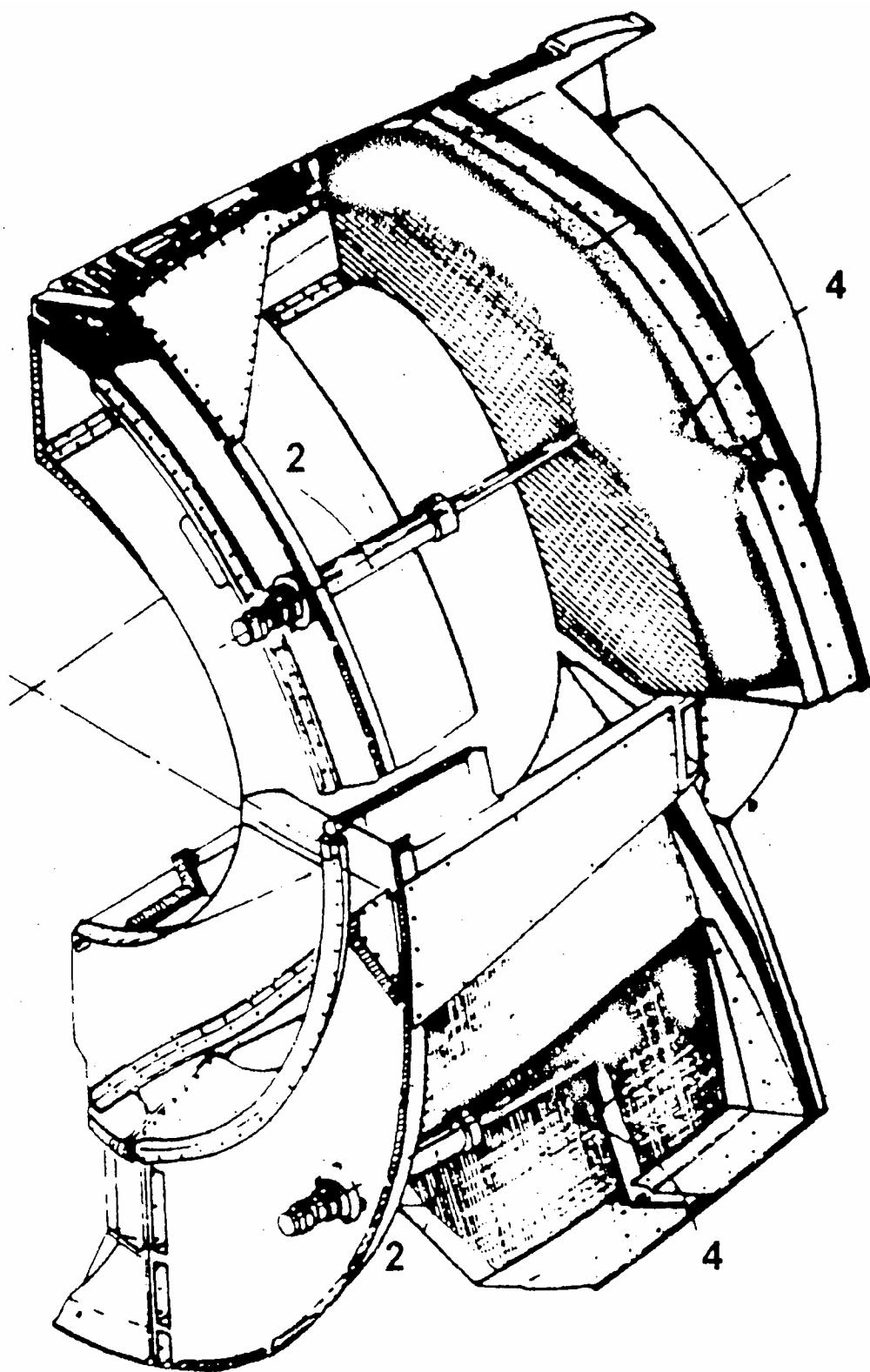


Фиг. 1





Фиг. 11



Фиг. 12