

R U 2 5 7 5 5 0 3 C 2



(19) RU (11) 2 575 503<sup>(13)</sup> C2

(51) МПК  
F02K 1/34 (2006.01)  
F02K 1/46 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012152095/06, 11.05.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
11.05.2011

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
12.05.2010 FR 1053756

(43) Дата публикации заявки: 20.06.2014 Бюл. № 17

(45) Опубликовано: 20.02.2016 Бюл. № 5

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: US 2010/0065680 A1, 18.03.2010. US  
2008/0078159 A1, 03.04.2008. US 7246481 B2,  
24.07.2007. WO 2008/100712 A2, 21.08.2008. RU  
2379536 C1, 20.01.2010. RU 2310766 C1,  
20.11.2007.

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на  
национальной фазе: 12.12.2012

(86) Заявка РСТ:  
FR 2011/051060 (11.05.2011)

(87) Публикация заявки РСТ:  
WO 2011/141678 (17.11.2011)

Адрес для переписки:  
129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, строение 3,  
ООО "Юридическая фирма Городисский и  
Партнеры"

(72) Автор(ы):

БОДАР Гийом (FR),  
ВЮИЛЛЬМЕН Александр Альфред Гастон  
(FR)

(73) Патентообладатель(и):  
СНЕКМА (FR)

R U 2 5 7 5 5 0 3 C 2

(54) СОПЛО ВЫБРОСА ГАЗОВ И ТУРБОРЕАКТИВНЫЙ МНОГОКОНТУРНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

(57) Реферат:

Сопло летательного аппарата содержит заднюю часть, образованную шевронами, распределенными вдоль периферии сопла, и средства впрыскивания дополнительных газовых струй. Каждый из шевронов проходит назад между передней и задней поперечными плоскостями и имеет свободные края, ориентированные в направлениях, сходящихся назад и определяющих ребро обтекания. Шевроны обеспечивают образование турбулентных закручиваний на границе струи, испускаемой соплом. Дополнительные струи

впрыскиваются перед свободными краями шевронов в струю, выбрасываемую соплом, через отверстия, расположенные перед передней плоскостью, так чтобы выходить перед передней плоскостью шевронов для инициирования турбулентных закручиваний перед свободными краями шевронов. Другое изобретение группы относится к турбoreактивному многоконтурному двигателю, содержащему указанное выше сопло. Группа изобретений позволяет повысить эффективность снижения шума соплом турбoreактивного двигателя, имеющим шевроны.

2 н. и 4 з.п. ф-лы, 3 ил.

R U 2 5 7 5 5 0 3 C 2

R U 2 5 7 5 5 0 3 C 2

FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

## (12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: 2012152095/06, 11.05.2011

(24) Effective date for property rights:  
11.05.2011

Priority:

(30) Convention priority:  
12.05.2010 FR 1053756

(43) Application published: 20.06.2014 Bull. № 17

(45) Date of publication: 20.02.2016 Bull. № 5

(85) Commencement of national phase: 12.12.2012

(86) PCT application:  
FR 2011/051060 (11.05.2011)(87) PCT publication:  
WO 2011/141678 (17.11.2011)

Mail address:

129090, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, stroenie 3,  
OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij Partnery"

(72) Inventor(s):

BODAR Gijom (FR),  
VJuILL'MEN Aleksandr Al'fred Gaston (FR)

(73) Proprietor(s):

SNEKMA (FR)

R U  
2 5 7 5 5 0 3  
C 2

## (54) GAS EXHAUST NOZZLE AND MULTIFLOW TURBOJET ENGINE

## (57) Abstract:

FIELD: engines and pumps.

SUBSTANCE: aircraft nozzle comprises rear side composed by stripes distributed along the nozzle edges and extra gas jets injectors. Every stripe extends backward between the front and rear transverse wings and has free edges oriented in the directions converging backward to define the streamlined rib. Said stripes produce the turbulent swirls at the nozzle jet boundaries. Extra jets are injected ahead of the free ends of the

stripes into the jet injected by the nozzle through the bores arranged ahead of the front wing to exit ahead of the stripe front plane to initiate the turbulent swirling ahead of the stripe free ends. Another invention of proposed set covers gas turbine engine with above described nozzle.

EFFECT: reduced noise of turbojet stripe nozzle noise.

6 cl, 3 dwg

R U  
2 5 7 5 5 0 3  
C 2

Настоящее изобретение относится к области обеспечения движения летательных аппаратов и направлено на устройство, позволяющее уменьшать шум, который испускается струей тяговых двигателей, в частности турбореактивных двигателей, которыми они оснащены.

5      Описание известного уровня техники

Звуковое загрязнение в настоящее время представляет собой серьезный предмет исследования мотористов и авиаконструкторов, одной из приоритетных задач которых является уменьшение негативного звукового воздействия тяговых двигателей, в частности турбореактивных двигателей.

10     Турбореактивный двигатель, как правило, является многоконтурным с первичным газовым потоком - горячим и центральным, испускаемым частью двигателя, образующей газогенератор, и по меньшей мере одним холодным потоком, концентрическим относительно первого, и называемым вторичным потоком. Газогенератор образован газотурбинным двигателем, приводящим в движение вентилятор, посредством которого 15    воздух просто сжимается и направляется в канал, называемый вторичным, концентрическим относительно канала первичного потока. Потоки могут смешиваться сразу за газогенератором перед выбросом в атмосферу через единственное сопло или могут быть выброшены раздельно через концентрические сопла.

Даже если источники шума являются интенсивными и многочисленными, шум струи 20    остается доминирующим на этапе взлета летательного аппарата, когда двигатель работает на максимальной мощности. Этот шум вызван сильными турбулентными потоками и слоями сдвига, создаваемыми в зонах смешения потоков, обладающими различными физическими свойствами, таких как между первичным потоком и вторичным потоком или между вторичным потоком и окружающей атмосферой. Речь 25    идет о широкополосном шуме, интенсивность которого увеличивается, в частности, со скоростью выброса струи. Шум струи был сильно понижен в современных двигателях в результате, например, увеличения степени двухконтурности, которая представляет собой соотношение между холодным потоком и горячим потоком. Однако остается еще, что уменьшить.

30     Для его ослабления одним из применяемых в настоящее время средств является использование устройств, называемых шевронами, которые устанавливаются на сопле первичного потока двигателя в двигателе с раздельными потоками. Такое решение, хотя и оказывает негативное влияние на рабочие характеристики двигателя при взлете и на этапе крейсерского полета, применяется ввиду своей эффективности в плане 35    уменьшения шума струи.

Технической задачей изобретения является реализация средства, улучшающего эффективность ослабляющего шум средства, образованного шевронами, не ухудшая при этом рабочих характеристик двигателя.

Вместе с тем известно другое средство ослабления шума, образуемого струей газов 40    с большой скоростью, посредством которого ускоряется ее смешение с окружающей средой. Оно заключается в создании дополнительных струй, которые отделены от основной струи и распределены вдоль ее периферии. Они подаются назад в направлении, расположенному под углом относительно продольной оси центральной струи с возможной тангенциальной составляющей. Описание этого принципа приведено в 45    патенте FR 1195859 или также, в случае варианта вентилируемого сопла, в патенте FR 1542668 от имени SNECMA.

В патенте EP 1580418 приводится описание устройства ослабления шума для сопла газотурбинного двигателя, снабженного шевронами на заднем краю, содержащего

коллектор, к которому подсоединенено множество труб, имеющих азимутальное расположение. Трубы связаны с шевронами и выходят за их ребра обтекания. Когда они запитываются коллектором, воздух или другой газ впрыскивается непосредственно в турбулентный поток, образующийся сзади каждого шеврона. Этот воздух позволяет 5 задерживать ослабление, стимулируя центральную часть турбулентных потоков. В параграфе 21 указывалось, что небольшая струя сжатого воздуха впрыскивается в турбулентные потоки и взаимодействует с ними для улучшения смешивания между активной зоной турбулентного потока и вторичным потоком, с одной стороны, и вторичным потоком и окружающим воздухом, с другой стороны. Таким образом, 10 замедляется ослабление турбулентного потока и поддерживается сцепление турбулентного потока на большую длину сзади ребра обтекания сопла, что приводит к уменьшению шума струи. Устройства дополнительного впрыскивания текучей среды также описаны в FR2929336, US2008/078159 и FR2929334.

#### Изложение сути изобретения

15 Настоящее изобретение направлено на улучшение уменьшения шума струи в сопле выброса газов, снабженном шевронами вдоль периферии его заднего края; причем понятия «задний» и «передний» рассматриваются относительно направления струи газа.

Изобретение относится, таким образом, к соплу выброса газов, в частности, для 20 обеспечения движения летательного аппарата, содержащему по меньшей мере заднюю часть с ребром обтекания типа так называемых шевронов, образованную шевронами, распределенными вдоль периферии сопла. Каждый из шевронов проходит назад между передней поперечной плоскостью и задней поперечной плоскостью, вдоль свободных краев, ориентированных в двух направлениях, сходящихся назад и определяющих 25 упомянутое ребро обтекания; причем шевроны обеспечивают образование турбулентных закручиваний на границе струи, испускаемой соплом. Согласно изобретению, сопло отличается тем, что оно содержит средства впрыскивания дополнительных газовых струй, расположенных перед упомянутыми свободными краями упомянутых шевронов и выходящих перед упомянутой передней плоскостью шевронов; причем средства 30 расположены для впрыскивания дополнительных газовых струй, способных инициировать упомянутые турбулентные закручивания перед свободными краями.

Таким образом, в отличие от патента EP 1550418, воздействие происходит перед 35 образованием турбулентных потоков. Воздух впрыскивается перед шевроном для того, чтобы вызвать турбулентное закручивание перед плоскостью выброса. Таким образом, улучшается смешивание в слое сдвига. Такое решение представляет двойной интерес: оно позволяет лучше организовать смешение и уменьшить низкие частоты, используя при этом преимущества дополнительных струй или микроструй, которые образуют меньше проблем с высокими частотами, чем только шевроны.

Кроме того, по сравнению с патентом EP 1550418, представляется возможным 40 разместить трубы подвода воздуха для образования дополнительных струй в толще сопла; они не продолжаются на уровне шевронов, не увеличиваются габаритные размеры шевронов, источник аэродинамических потерь.

Средства впрыскивания дополнительных струй, выходящие перед упомянутой 45 передней плоскостью шевронов, представляют возможным инициировать более эффективное турбулентное закручивание. В частности, шевроны, содержащие плоскость осевой симметрии, средства впрыскивания дополнительных струй расположены таким образом, чтобы впрыскивать дополнительные струи с одной и с другой стороны упомянутой плоскости симметрии.

Для обеспечения оптимального эффекта дополнительных струй, они могут обладать одним или другим из следующих признаков:

Дополнительные струи направлены в направлении оси сопла под углом, составляющим между  $10^\circ$  и  $50^\circ$  к упомянутой оси.

5 Ориентация дополнительных струй содержит тангенциальную составляющую.

Все дополнительные струи, распределенные вдоль периферии сопла, имеют одно и то же направление или же имеют различные направления. В частности, дополнительные струи, связанные с каждым шевроном, имеют различные направления.

Шевроны имеют по существу треугольную или трапециевидную форму.

10 Изобретение направлено, в частности, на многоконтурный турбореактивный двигатель, содержащий по меньшей мере одно сопло выброса потока, обладающее по меньшей мере одним из вышеуказанных признаков. Речь может идти о сопле первичного потока, о сопле вторичного потока или об обоих. Изобретение также применяется к камере смешения потока в случае турбореактивного двигателя со смешенными

15 потоками.

Краткое описание чертежей

Другие признаки и преимущества изобретения проявятся после изучения нижеследующего описания со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых:

- фиг.1 представляет собой вид в осевом разрезе двухконтурного турбореактивного 20 двигателя, к которому применяется изобретение;

- фиг.2 представляет собой виды, выполненные в три четверти сзади, реактивных сопел турбореактивного двигателя, установленного под крылом и содержащего устройство согласно изобретению;

- фиг.3 изображает деталь шеврона, с которым связано средство выброса 25 дополнительных струй согласно изобретению.

Описание варианта реализации

Турбореактивный двигатель 1, представленный на фиг.1, относится к двухконтурному и двухвальному типу, имеющему симметрию вращения вокруг оси X-X', с выбросом 30 разделенных потоков. Известно, что этот турбореактивный двигатель 1 содержит внутри гондолы 2, служащей кожухом для его различных механизмов, воздухозаборник 3, через который поток входящего воздуха F может проникнуть для того, чтобы затем пройти через входной вентилятор 4. Этот поток воздуха F разделяется на два потока, соответственно первичный FP и вторичный FS, посредством промежуточного корпуса 5, край которого образует разделяющий носик.

35 В последующем описании термины «передний» и «задний» относятся к осевым положениям вдоль продольной оси X-X' в направлении движения потока воздуха в турбореактивном двигателе 1.

Вторичный поток FS проходит через ступень спрямляющего аппарата для того, чтобы затем быть выброшенным сзади турбореактивного двигателя через сопло 20

40 холодного или вторичного потока. Первичный поток FP последовательно проходит через ступень 6 компрессора низкого давления, ступень 7 компрессора высокого давления, камеру 8 сгорания, ступень 9 турбины высокого давления и ступень 10 турбины низкого давления для того, чтобы затем быть выброшенным за пределы турбореактивного двигателя через сопло 30 первичного потока.

45 Гондола 2 этого турбореактивного двигателя является кольцеобразной и расположена коаксиально вокруг продольной оси X-X'. Она позволяет направлять газовые потоки, образуемые турбореактивным двигателем, определяя внутренние и внешние линии аэродинамического течения для газовых потоков.

Воздухозаборник 3, ось которого совпадает с осью Х-Х' вращения турбомашины I, содержит канал 11 воздухозаборника, а также конус 12 воздухозаборника. Последний позволяет осуществлять аэродинамическое направление и распределение общего потока F вокруг оси Х-Х'.

5 Сопло 30 первичного потока определяет вместе с выхлопным конусом 31 кольцевое пространство, через которое выбрасывается первичный поток FP.

Сопло 20 вторичного потока определяет вместе с обтекателем первичного потока кольцевое пространство, через которое выбрасывается вторичный поток FS.

10 Согласно примеру, изображеному на фиг.2, сквозь кольцевые пространства проходит пylon P, на котором подвешен двигатель.

Как это известно, шум струи уменьшается за счет расположения элементов в виде треугольных или трапециевидных щитков сзади края одного или двух сопел, в данном случае на двух соплах согласно варианту реализации, представленному на фиг.2. Эти элементы 40, которые называются шевронами, крепятся их самой широкой стороной 15 к соплу и проходят между передней плоскостью против участка выброса из сопла и задней плоскостью; предпочтительно, они образуют ненулевой угол с осью ХХ двигателя. В данном случае они все имеют одну и ту же форму и размеры, но они также могут быть различными вдоль периферии сопел. Свободные края шевронов 20 ориентированы по сходящимся направлениям между передней плоскостью и задней плоскостью. Они прямолинейные или имеют также изогнутые части. Общая форма ребра обтекания, таким образом, представляет собой зубья пилы вдоль периферии сопла. Такое расположение способствует образованию турбулентных потоков в слое сдвига между первичными и вторичными потоками и между вторичным потоком и окружающим воздухом.

25 Эффективность шевронов улучшается, согласно изобретению, путем инициирования закручивания турбулентных потоков впереди относительно свободных краев 41 и 42 шевронов.

Данный результат достигается путем впрыскивания в основную первичную или вторичную струю дополнительных газовых струй при помощи средств впрыскивания 30 дополнительных газовых струй в устройстве 50 перед свободными краями 41 и 42, в частности перед передней плоскостью 43 шевронов. На фиг.3 изображен шеврон 40. В данном варианте реализации он имеет треугольную форму и жестко соединен с вторичным соплом 20 своим краем, расположенным в передней плоскости 43.

35 Внутренняя сторона сопла 20, показанная от оси ХХ, просверлена двумя отверстиями 51 и 52, в которые выходят трубы 53 и 54, питаемые воздухом или отработавшим газом из коллектора 55. Часть труб, вытянутых вдоль обтекателя вторичного потока, показана на фиг.2. Питание из коллектора 55 управляется посредством клапана 56. Два отверстия 51 и 52 расположены перед передней плоскостью 43 и подают при работе аттенюатора шума струи дополнительные струи A1. Согласно этому представленному варианту 40 реализации, каждая струя ориентирована по оси основной струи в направлении края. Предпочтительно, они наклонены в направлении оси двигателя под углом, возможно, равным углу наклона шеврона, с которым они связаны. Согласно другому варианту реализации, они могут иметь разную ориентацию, например, могут быть расходящимися. Их отклонение, а также их диаметр являются параметрами, которые следует учитывать. 45 Это относится и к термодинамическим параметрам дополнительных струй, таким как давление, температура и расход.

На фиг.3 изображены два отверстия для формирования двух дополнительных струй для шеврона, но в рамках изобретения также предполагается различное количество

дополнительных струй и расположение, отличное от изображенного.

Во время взлета летательного аппарата хотят ввести в действие аттенюатор шума струи, управляют клапаном 56, устанавливая коллектор в сообщение с источником воздуха на уровне газогенератора, в частности. Дополнительные струи, истекающие из отверстий 51 и 52, приведут к образованию турбулентных потоков, которые за счет их положения будут усилены при прохождении свободных краев 41 и 42 шеврона. Турбулентные потоки противоположного вращения, создаваемые, таким образом, сзади шеврона, являются более энергетическими и позволяют обеспечить более хорошее смешение потоков, уменьшая излучение низких частот.

10

#### Формула изобретения

1. Сопло выброса газов для обеспечения движения летательного аппарата, содержащее заднюю часть с ребром обтекания в виде шевронов, образованную шевронами (40), распределенными вдоль периферии сопла; причем каждый из шевронов проходит назад между передней поперечной плоскостью (43) и задней поперечной плоскостью и имеет свободные края, ориентированные в двух направлениях, сходящихся назад и определяющих упомянутое ребро обтекания; причем шевроны обеспечивают образование турбулентных закручиваний на границе струи, испускаемой соплом, отличающееся тем, что оно содержит средства (50) впрыскивания дополнительных газовых струй (A1); причем упомянутые дополнительные струи впрыскиваются перед упомянутыми свободными краями (41, 42) шевронов в струю, выбрасываемую соплом, через отверстия (51, 52), расположенные перед упомянутой передней плоскостью, так чтобы выходить перед упомянутой передней плоскостью (43) шевронов для инициирования упомянутых турбулентных закручиваний перед свободными краями шевронов.

2. Сопло по п. 1, шевроны (40) которого содержат осевую плоскость симметрии, причем средства впрыскивания дополнительных газовых струй расположены таким образом, чтобы впрыскивать дополнительные струи с одной и с другой стороны упомянутой плоскости симметрии.

30

3. Сопло по п. 1, средства впрыскивания дополнительных газовых струй которого расположены таким образом, чтобы впрыскивать дополнительные струи в направлении к оси сопла под углом, составляющим между  $10^\circ$  и  $50^\circ$  к упомянутой оси.

35

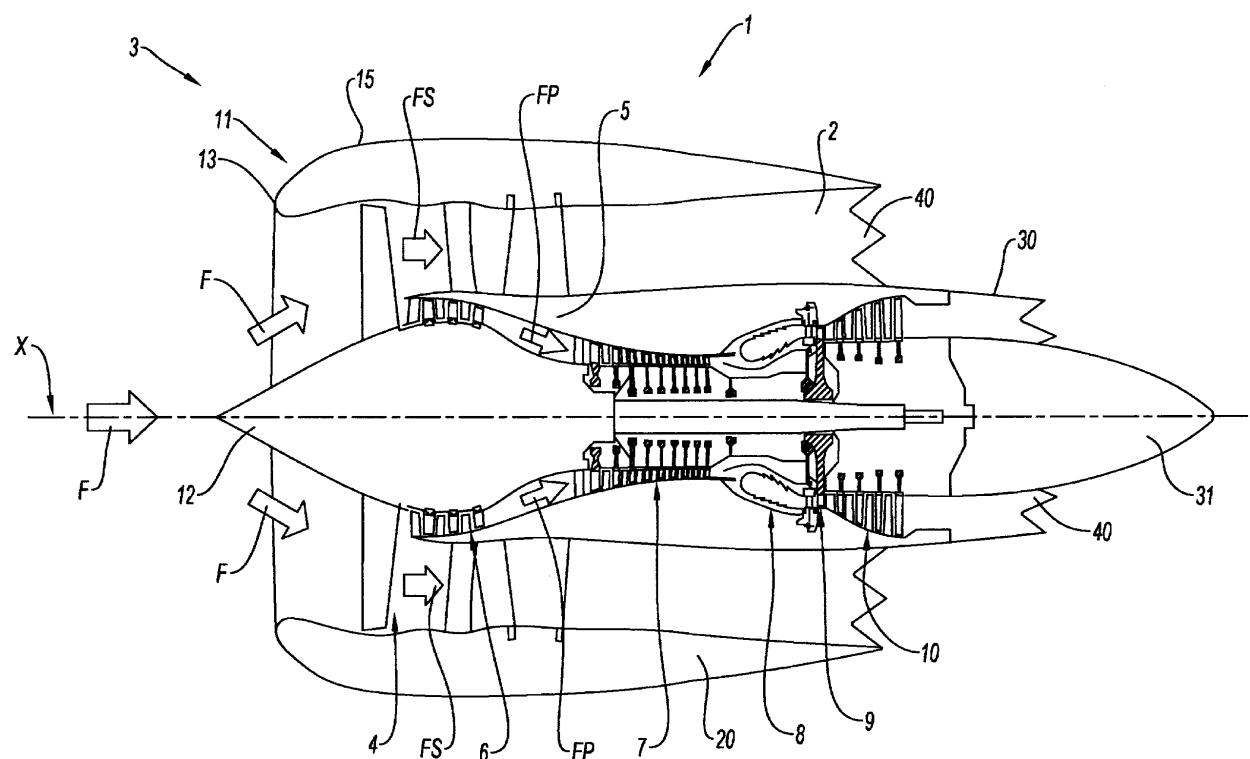
4. Сопло по п. 1, содержащее средства впрыскивания дополнительных газовых струй, расположенные таким образом, чтобы впрыскивать дополнительные струи, содержащие тангенциальную составляющую относительно оси сопла.

5. Сопло по п. 1, шевроны которого имеют по существу треугольную или трапециевидную форму.

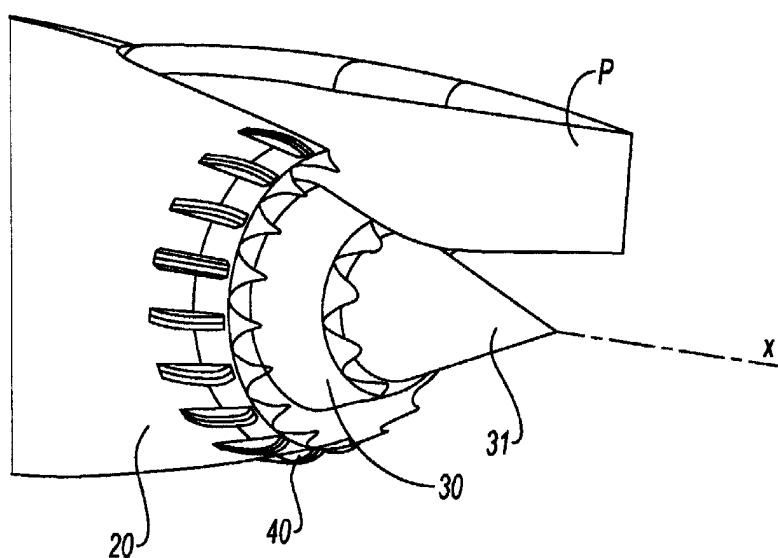
6. Турбореактивный многоконтурный двигатель, содержащий по меньшей мере одно сопло выброса газов по любому из предыдущих пунктов.

40

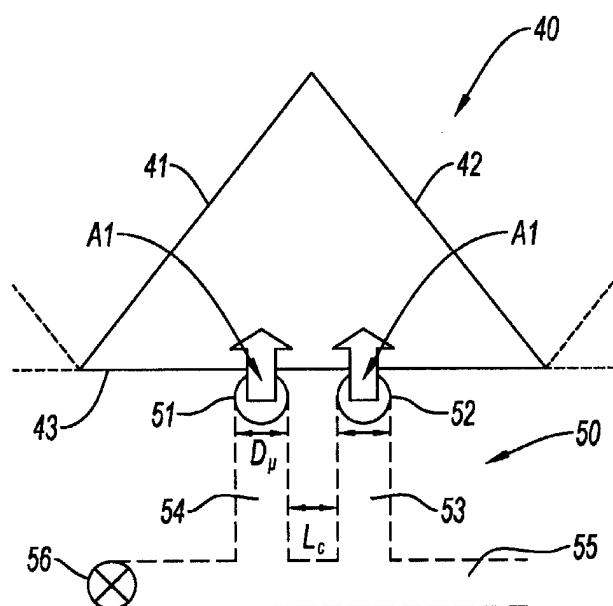
45



Фиг. 1



Фиг. 2



ФИГ.3