

(12) МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В СООТВЕТСТВИИ С
ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

(19) ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
Международное бюро



(43) Дата международной публикации:
27 июня 2002 (27.06.2002)

(10) Номер международной публикации:
WO 02/50436 A1

(51) Международная патентная классификация ⁷:
F15D 1/10, B64C 23/06, B62D 35/00

(21) Номер международной заявки: PCT/RU01/00195

(22) Дата международной подачи:
17 мая 2001 (17.05.2001)

(25) Язык подачи: русский

(26) Язык публикации: русский

(30) Данные о приоритете:
2000131567 18 декабря 2000 (18.12.2000) RU

(71) Заявители и

(72) Изобретатели: НЕФЁДОВ Сергей Иванович [RU/RU]; 117593 Москва, Литовский бульвар, д. 5/10, кв. 676 (RU) [NEFEDOV, Sergei Ivanovich, Moscow (RU)]. НЕМЫКИН Артур Степанович [RU/RU]; 140188 Московская обл., Жуковский, ул. Баженова, д. 5, корп. 1, кв. 67 (RU) [NEMYKIN, Artur Stepa-

novich, Zhukovsky (RU)].

(74) Агент: КОНОПЛЯНИКОВА Татьяна Николаевна; 121165 Москва, а/я 32 (RU) [KONOP-LYANNIKOVA, Tatyana Nikolaevna, Moscow (RU)].

(81) Указанные государства (национально): BR, JP, US.

(84) Указанные государства (регионально): евразийский патент (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), европейский патент (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

Опубликована

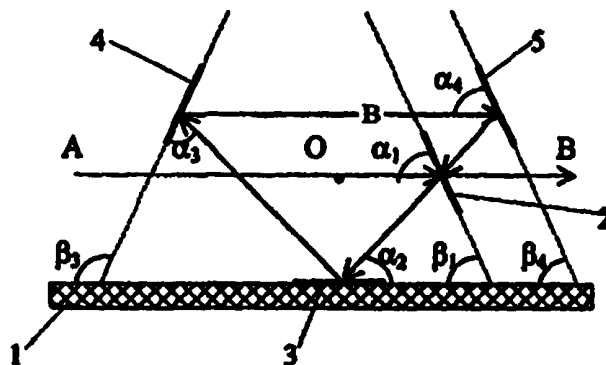
С отчётом о международном поиске.

В отношении двухбуквенных кодов, кодов языков и других сокращений см. «Пояснения к кодам и сокращениям», публикуемые в начале каждого очередного выпуска Бюллетеня РСТ.

(54) Title: METHOD FOR REDUCING HEAD RESISTANCE OF A MOVING OBJECT AND DEVICE FOR CARRYING OUT SAID METHOD.

(54) Название изобретения: СПОСОБ УМЕНЬШЕНИЯ ЛОБОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ДВИЖУЩЕГОСЯ ОБЪЕКТА И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Abstract: The invention relates to mechanical engineering and can be used for reducing the head resistance of moving objects whose surface is flowed round by liquid or gas. Said invention reduces the head resistance by reducing total pressure resistance. The inventive method consists in modifying direction of an approach flow by forming a rotatable flow near the moving object with the aid of surfaces. Said reflecting surfaces are arranged in such a way that they provide a flow leaving the moving object with a parallel direction with respect to the flow approaching the moving object. The centre of the rotatable flow is arranged at a distance which is greater than the thickness of a boundary layer of each reflecting surface. The inventive device comprises reflecting elements arranged on the moving body and forming the rotatable approach flow. The reflecting surfaces of



the reflecting elements are spatially arranged according to billiard trajectories in such a way that they provide the flow leaving the moving object with a parallel direction with respect to the flow approaching the moving object. Distances between the reflecting surfaces are chosen in such a way that they satisfy a condition of locating the centre of flow rotation outside the reflecting elements, the rotatable flow being located at a distance greater than the thickness of the boundary layer of each reflecting surface.

[Продолжение на след. странице]



WO 02/50436 A1



(57) Реферат: **Изобретение** относится к машиностроению и предназначено для снижения лобового сопротивления обтекаемых жидкостью или газом поверхностей подвижных объектов. Изобретение позволяет уменьшить лобовое сопротивление за счет снижения общего сопротивления давления. Для этого способ включает изменение направления набегающего потока путем создания при помощи поверхностей около движущегося объекта вращающегося потока. Отражающие поверхности располагают обеспечивающими параллельное направление сбегающего потока с движущегося объекта относительно направления набегающего потока на движущийся объект. Центр вращающегося потока располагают на расстоянии, большем толщины пограничного слоя потока для каждой из отражающих поверхностей. Устройство содержит отражающие элементы, установленные на движущемся объекте и предназначенные для вращения набегающего потока. Отражающие поверхности отражающих элементов пространственно расположены в соответствии с бильярдными траекториями с возможностью обеспечения параллельного направления сбегающего с движущегося объекта потока относительно направления набегающего на движущийся объект потока. Расстояния между отражающими поверхностями отражающих элементов выбраны удовлетворяющими условию расположения центра вращения потока вне отражающих элементов, а самого вращающегося потока на расстоянии, большем толщины пограничного слоя потока для каждой из отражающих поверхностей.

Способ уменьшения лобового сопротивления движущегося объекта и устройство для его осуществления.

Область техники.

5 Изобретение относится к машиностроению, предназначено для снижения лобового сопротивления обтекаемых жидкостью или газом поверхностей, и может быть использовано преимущественно в самолетостроении, автомобилестроении, а также в других областях, где происходит обтекание поверхности объекта потоком вязкой среды.

10 **Предшествующий уровень техники.**

Известны различные способы и устройства для создания вихревых потоков на несущих поверхностях, обтекаемых вязкой текучей средой (RU 907971, 1995, US 5972326, 1999, RU 2001833, 1990).

15 В этих технических решениях на несущих поверхностях создают вихревые течения, за счет чего уменьшается составляющая трения лобового сопротивления движущегося объекта путем создания пограничного слоя качения. Однако такая замена приводит к недостаточной эффективности снижения общего лобового сопротивления из-за наличия сопротивления давле-
20 ния.

Наиболее близким для заявляемого способа и устройств является

техническое решение (RU 2094313, 1997)

Известный способ включает изменение направления набегающего потока путем создания при помощи поверхностей около движущегося объекта вращающегося потока.

5

В этом способе при обтекании несущей поверхности движущегося объекта потоком жидкости или газа в донной части вихреобразователя создается область пониженного давления с присоединенным вихрем. За счет донного разряжения часть потока из пограничного слоя на обтекаемой поверхности через щелевые отверстия перетекает в вихреобразователь, предотвращая отрыв потока, и направленной струей возвращается в поток на несущей поверхности.

10

Известное устройство для уменьшения лобового сопротивления движущегося объекта содержит элементы, установленные на движущемся объекте и предназначенные для вращения набегающего потока.

15

Элементы в этом устройстве обтекаются набегающим потоком и выполнены в виде гребней, установленных поперек него, и имеющих выпуклую и вогнутую поверхности. Выпуклая поверхность обращена навстречу набегающему потоку. Вихреобразователь этого устройства имеет поперечную перегородку, установленную в нем на всей высоте гребня. В донной части вихреобразователя выполнено сквозное щелевое отверстие, выходящее на обтекаемую поверхность.

20

Ограничением известного технического решения также является недостаточное снижение общего лобового сопротивления из-за наличия сопротивления давления, которое имеет большую величину, чем силы трения.

25

Раскрытие изобретения.

Решаемая изобретением задача - уменьшение лобового сопротивления движущегося объекта.

30

Технический результат, который может быть получен при осуществлении заявленного способа - уменьшение лобового сопротивления за счет снижения общего сопротивления давления.

35

Техническим результатом, который может быть получен при осуществлении заявленного устройства, также является уменьшение лобового сопротивления.

Дополнительный технический результат, который может быть получен в дополнительных вариантах осуществления изобретения, - увеличение эффективности воздействия на движущийся объект в зависимости от его вида: воздушного транспортного средства или наземного.

40

Для решения поставленной задачи с достижением технического результата в способе уменьшения лобового сопротивления движущегося объекта, в способе уменьшения лобового сопротивления движущегося объекта, включающем изменение направления набегающего потока путем создания около движущегося объекта при помощи поверхностей вращающегося потока, поверхности выполняют отражающими набегающий поток и располагают обеспечивающими параллельное направление сбегающего потока с движущимся объектом.

45

щегося объекта относительно направления набегающего потока на движущийся объект, причем центр вращающегося потока располагают на расстоянии, большем толщины пограничного слоя потока для каждой из отражающих поверхностей.

5 В качестве отражающих поверхностей могут быть использованы четыре элемента, на первый из которых поступает набегающий поток, его располагают под острым углом α_1 большим 45° относительно набегающего потока, в качестве второго элемента используют базовую поверхность движущегося
10 объекта и располагают его параллельно набегающему потоку, третий отражающий элемент располагают выше и перед первым отражающим элементом под углом $\alpha_3 = \alpha_1$ относительно отраженного потока от второго отражающего элемента, четвертый из которых располагают на уровне второго отражающего элемента за первым отражающим элементом и располагают
15 его под углом $\alpha_4 = \alpha_1$ относительно отраженного потока от третьего отражающего элемента на расстоянии, обеспечивающим приход отраженного потока от четвертого отражающего элемента на первый отражающий элемент с обратной стороны.

20 Возможно такое выполнение, при котором первый отражающий элемент располагают под углом 60° относительно набегающего потока, второй отражающий элемент располагают под углом 60° относительно отраженного от первого отражающего элемента потока, третий отражающий элемент располагают под углом 60° относительно отраженного от второго отражающего элемента потока, а четвертый отражающий элемент располагают под
25 углом 60° относительно отраженного от третьего отражающего элемента потока.

В качестве отражающих поверхностей возможно использование четырех элементов, на первый из которых поступает набегающий поток, его располагают под острым углом α_1 меньшим 45° относительно набегающего
30 потока, в качестве второго отражающего элемента используют базовую поверхность движущегося объекта и располагают его параллельно набегающему потоку, третий отражающий элемент располагают на уровне и за первым отражающим элементом под углом $\alpha_3 = (90^\circ - \alpha_1)$ относительно отраженного потока от второго отражающего элемента на расстоянии, обеспечи-
35 вающим приход отраженного потока от третьего отражающего элемента на первый отражающий элемент с обратной стороны, четвертый из которых располагают выше и перед первым отражающим элементом и располагают его под углом $\alpha_4 = (90^\circ - \alpha_1)$ относительно отраженного потока от обратной
40 стороны первого отражающего элемента.

Кроме того, что в качестве отражающих поверхностей возможно использование выпуклых и вогнутых поверхностей, причем по ходу вращения набегающего потока форму отражающих поверхностей выбирают чередующейся по закону зеркальных отражений.

45 Также возможно, что в качестве, по меньшей мере, одной из отражающих поверхностей выбирают поток вязкой среды.

Возможно производить изменение направления набегающего потока на внешней поверхности движущегося объекта.

Возможно производить изменение направления набегающего потока внутри движущегося объекта.

5 Кроме того, возможно выполнение, при котором отражающие поверхности обеспечивают создание по меньшей мере трех вращающихся потоков.

10 Для решения поставленной задачи с достижением технического результата в устройстве для уменьшения лобового сопротивления движущегося объекта, содержащем отражающие элементы, установленные на движущемся объекте и предназначенные для вращения набегающего потока, отражающие элементы пространственно расположены по бильярдным траекториям с возможностью обеспечения параллельного направления сбегающего с движущегося объекта потока относительно направления набегающего потока на движущийся объект, при этом расстояния между отражающими элементами выбраны из условия расположения центра вращения потока вне отражающих элементов, а самого вращающегося потока на расстоянии, большем толщины пограничного слоя потока для каждого из отражающих элементов.

20 Кроме того, возможно выполнение отражающих элементов плоскостными, при этом в качестве второго отражающего элемента по ходу вращения набегающего потока использована базовая поверхность движущегося объекта, расположенная параллельно набегающему потоку, первый отражающий элемент расположен над базовой поверхностью под острым углом β_1 большим 45° к ней, третий отражающий элемент расположен выше и перед первым отражающим элементом под углом $\beta_3 = (180 - \beta_1)$ к базовой поверхности, четвертый отражающий элемент расположен на уровне третьего отражающего элемента за первым отражающим элементом под углом $\beta_4 = \beta_1$ к базовой поверхности на расстоянии, обеспечивающим приход отраженного потока от четвертого отражающего элемента на первый отражающий элемент с обратной стороны.

35 Возможно также, что отражающие элементы выполнены плоскостными, при этом в качестве второго отражающего элемента по ходу вращения набегающего потока использована базовая поверхность движущегося объекта, расположенная параллельно набегающему потоку, первый отражающий элемент расположен над базовой поверхностью под острым углом β_1 меньшим 45° к ней, третий отражающий элемент расположен на уровне и за первым отражающим элементом под углом $\beta_3 = (90^\circ - \beta_1)$ к базовой поверхности на расстоянии, обеспечивающем приход отраженного потока от третьего отражающего элемента с обратной стороны на первый отражающий элемент, четвертый отражающий элемент расположен выше и перед первым отражающим элементом под углом $\beta_4 = (90^\circ + \beta_1)$ к базовой поверхности.

45 Также отражающие элементы могут быть выполнены с выпуклыми и вогнутыми поверхностями, а по ходу вращения набегающего потока форма отражающих поверхностей отражающих элементов выполнена с чередованием по закону зеркальных отражений.

Также количество отражающих элементов выбрано с возможностью

формирования, по меньшей мере, трех вращающихся потоков.

5 Кроме того, базовая поверхность движущегося объекта может быть выполнена гофрированной, а отражающие элементы расположены с возможностью образования, по крайней мере, трех вращающихся потоков в шахматном порядке.

10 Возможны варианты при реализации способа и устройств согласно изобретению, когда что в качестве, по меньшей мере, одной из отражающих поверхностей выбирают поток вязкой среды либо поверхность естественных объектов (поверхность дороги, вода и т.п.). Кроме того, также возможно, что в качестве отражающих поверхностей используют, как минимум, две плоские, либо выпукло-вогнутые поверхности, установленные на концах движущегося объекта в точке схода потока с движущегося объекта, с углом рас-
15 твора между этими отражающими поверхностями, меньшим 90° и по форме повторяющимися хвост рыб.

Указанные преимущества, в также особенности настоящего изобретения поясняются лучшими вариантами его осуществления со ссылками на прилагаемые фигуры.

20

Краткое описание чертежей.

На фиг. 1 схематично изображено создание около объекта висячего вихря;

25 на фиг. 2 - один из вариантов устройств, при расположении отражающего плоскостного элемента под углом большим 45° к набегающему потоку;

на фиг. 3 - то же, что на фиг. 2, при расположении отражающего плоскостного элемента под углом 60° к набегающему потоку;

30 на фиг. 4 - то же, что на фиг. 2, при расположении отражающих элементов с выпуклыми и вогнутыми поверхностями;

на фиг. 5 - схематично другой из вариантов устройств, при расположении отражающего плоскостного элемента под углом меньшим 45° к набегающему потоку;

35 на фиг. 6 - схема оптимального расположения трех висячих вихрей, образованных отражающими поверхностями.

на фиг. 7 - еще один из вариантов устройства при расположении отражающих плоскостных элементов под углом δ меньше 90° .

Лучшие варианты осуществления изобретения.

40 Поскольку заявленный способ уменьшения лобового сопротивления движущегося объекта реализуется в работе устройства, то его описание осуществлено в разделе описания работы устройства.

45 Устройство (фиг. 1) для уменьшения лобового сопротивления движущегося объекта содержит отражающие элементы, установленные на движущемся объекте 1 и предназначенные для вращения набегающего «А» потока (направление набегающего, отраженного и сбегающего «В» потока показано стрелкой) Отражающие поверхности всех отражающих элементов (в том числе и самого движущегося объекта 1 при использовании его наружной или внутренней поверхности в качестве отражающей) пространственно расположены в соответствии с бильярдными траекториями с возможностью обес-

печения параллельного направления сбегающего «В» с движущегося объекта 1 потока относительно направления набегающего «А» на движущийся объект 1 потока. Расстояния между отражающими поверхностями отражающих элементов выбраны удовлетворяющими условию расположения центра «О» вращения потока вне отражающих элементов, а самого вращающегося потока на расстоянии, большем толщины пограничного слоя потока для каждой из отражающих поверхностей.

10 Работает устройство (фиг. 1) следующим образом.

Как и в известных технических решениях изменение направления набегающего «А» потока производят путем создания при помощи отражающих поверхностей около движущегося объекта 1 вращающегося потока, замкнутого самого на себя. Однако, в заявленном устройстве отражающие поверхности располагают обеспечивающими параллельное направление сбегающего «В» потока с движущегося объекта 1 относительно направления набегающего «А» потока на движущийся объект 1. При этом вращающийся поток формируют вне отражающих поверхностей так, чтобы его центр находился на расстоянии, большем толщины пограничного слоя потока для каждой из отражающих поверхностей.

25 Указанные выше условия являются математически необходимыми и достаточными для образования висячего вихря, функционирование которого ранее не описано в научно-технической литературе. Такой висячий вихрь имеет следующие особенности:

- вихрь существует в пространстве, его местоположение определено топологией течения и жестко не связано с твердой поверхностью движущегося объекта, как это бывает в случае присоединенного вихря;

30 - вихрь не сносится потоком, как это бывает в случае со свободным вихрем, а движется вместе с ним;

- наличие висячего вихря не требует введения контрольных точек на поверхности объекта для вычисления на практике интенсивности вихря, а интенсивность висячего вихря определяется самой топологической картиной течения потока.

35 Описанные выше свойства висячего вихря приводят к следующим физическим характеристикам:

40 Аэродинамические силы, действующие на систему висячих вихрей, не зависят от внешнего потока, а зависят только от их взаимного расположения, причем сила сопротивления системы висячих вихрей может быть как положительной, так и отрицательной (т.е. реализуется эффект тяги для данной топологии течения).

45 Скорость движения висячего вихря или системы висячих вихрей определяется внутренними силами и не зависит от динамики движения присоединенных и свободных вихрей.

Топология висячего вихря или системы висячих вихрей определяется только интегралом внутренней энергии системы и критерием устойчивости их взаимного расположения. Физическая природа висячего вихря заключа-

5 ется в следующем. Висячий вихрь представляет собой совокупность прямого и возвратного (обратного) потока жидкости или газа в пространстве около движущегося объекта 1, которые совместно образуют объемные круговые движения среды вокруг некоего центра «О». Центр «О» вихря может располагаться в любой точке вне поверхности движущегося объекта (внутри твердого тела, и/или над ним, и/или под ним): его положение определяется только топологией потока.

10 Движение центров «О» висячих вихрей происходит в полном соответствии с законами гидродинамики (система уравнений Гамильтона) по подобию движения квазивихрей, обладающих внутренней и внешней динамикой движения завихренных зон и не зависит от динамики движения вихрей другой природы (присоединенных вихрей, свободных вихрей). Устойчивость или неустойчивость системы висячих вихрей зависит от топологии течения и характерных геометрических соотношений (как, например, дорожка Кармана).

15 Являясь чем-то средним по физическим и геометрическим свойствам между присоединенными, свободными и квазивихрями, а именно в случае близкого расположения к твердой поверхности движущегося объекта 1 висячий вихрь приобретает свойства присоединенного вихря, но в случае нахождения центра «О» висячего вихря достаточно далеко (больше толщины пограничного слоя, образованного ламинарным и турбулентным течениями) он приобретает свойства свободного вихря. При этом законы движения висячего вихря внутренней и внешней динамикой аналогичны законам движения квазивихрей, а скосы на самом теле движущегося объекта 1 индуцируются висячими вихрями аналогично скосам вихревой нити.

20 Процесс формирования отражающих поверхностей с висячим вихрем определяется правилом «аэродинамической черной дыры» или «аэродинамической ловушки» и формулируется следующим образом. Возможно придание прямому и обратному потоку замкнутой траектории движения к первоначальному направлению набегающего потока, при этом формируют общую отражающую поверхность таким образом, чтобы прямой и/или обратный поток отражались от нее до возвращения к первоначальному направлению движения. Создание висячего вихря позволяет реализовать новую концепцию построения аэродинамических поверхностей, а система висячих вихрей позволяет построить аэродинамические поверхности, обладающие резонансными оптимальными свойствами, доставляющими экстремум функционалу аэродинамического качества.

25 В зависимости от области назначения могут быть реализованы различные устройства использующие эффект возникновения висячего вихря.

30 Устройство (фиг. 2) содержит отражающие элементы 2, 3, 4, 5, которые выполнены плоскостными. В качестве второго отражающего элемента 3 по ходу вращения набегающего «А» потока выбрана базовая поверхность движущегося объекта 1, расположенная параллельно набегающему «А» потоку. Базовую поверхность движущегося объекта возможно выполнять для этой цели по принципу закрылков самолета, обеспечивая ее ориентацию относительно набегающего потока всегда параллельно ему. Одним из вариантов выполнения базовой поверхности параллельно набегающему потоку

может служить также верхняя плоскость капота автомобиля либо днища автомобиля в сочетании с поверхностью дороги, как элемента отражающей поверхности. Первый отражающий элемент 3 расположен над базовой поверхностью под острым углом β_1 большим 45° к ней. Третий отражающий элемент 4 расположен выше и перед первым отражающим элементом 2 под углом $\beta_3 = (180^\circ - \beta_1)$ к базовой поверхности. Четвертый отражающий элемент 5 расположен на уровне третьего отражающего элемента 4 за первым отражающим элементом 2 под углом $\beta_4 = \beta_1$ к базовой поверхности на расстоянии, обеспечивающем приход отраженного потока от четвертого отражающего элемента 5 с обратной стороны на первый отражающий элемент 2. На фиг. 2 также показаны углы $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ по отношению к направлению набегающего потока и к направлениям переотраженного потока, а их величины указаны ранее и геометрически легко определяются.

Этот дополнительный вариант устройства целесообразно использовать для уменьшения общего лобового сопротивления воздушного транспорта. Он позволяет реализовать увеличение подъемной силы и увеличить аэродинамическое качество. Эффект создаваемый отражающими элементами 2, 3, 4, 5 прямо пропорционален отношению площадей отражающих элементов 2, 3, 4, 5 к площади движущегося объекта 1 в плане.

В частном случае при расположении первого отражающего элемента 2 под углом $\alpha_1 = 60^\circ$ к набегающему потоку (фиг. 3), все остальные углы $\alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ равны α_1 .

Отражающие элементы 2, 3, 4, 5 могут быть выполнены с выпуклыми и вогнутыми поверхностями (фиг. 4), а также с различной кривизной. В этом случае по ходу вращения набегающего «А» потока форма отражающих поверхностей отражающих элементов 2, 3, 4, 5 должна быть выполнена с чередованием по закону зеркальных отражений, в том числе, соответствовать этому закону и для отражающего элемента 3 на базовой поверхности движущегося объекта 1.

Специалистам понятно, что представленные примеры формы отражающих поверхностей отражающих элементов 2, 3, 4, 5 не исчерпывают всех возможных форм отражающих поверхностей, которые могут быть выполнены для реализации необходимого и достаточного условия формирования висячего вихря. Ясно, что в качестве, по меньшей мере, одной из отражающих поверхностей может быть выбран поток вязкой среды, например, газа или жидкости, а направление отраженного основного потока для создания вихря может быть рассчитана и экспериментально уточнена. Кроме того, висячий вихрь можно создать вращением потока с помощью различных вращающихся поверхностей.

В другом дополнительном варианте висячий вихрь создают направленным в противоположном направлении относительно направления закручивания вихря в первом дополнительном варианте устройства.

Для этого отражающие элементы 2, 3, 4, 5 (фиг. 5), также как и в первом дополнительном варианте выполнения устройства, выполнены плоскими, и в качестве второго отражающего элемента 3 по ходу вращения набегающего «А» потока выбрана базовая поверхность движущегося объек-

та 1, расположенная параллельно набегающему «А» потоку. Однако в этом варианте первый отражающий элемент 3 расположен над базовой поверхностью под острым углом β_1 меньшим 45° к ней. Третий отражающий элемент 4 расположен на уровне и за первым отражающим элементом 2 под углом $\beta_3 = (90^\circ - \beta_1)$ к базовой поверхности на расстоянии, обеспечивающем приход отраженного потока от третьего отражающего элемента 4 с обратной стороны на первый отражающий элемент 2. Четвертый отражающий элемент 5 расположен выше и перед первым отражающим элементом 2 под углом $\beta_4 = (90^\circ + \beta_1)$ к базовой поверхности. Следует отметить, что одним из элементов отражающих поверхностей может быть выбрана естественная поверхность земли (воды), по которой движется транспортное средство.

Этот вариант целесообразно использовать для уменьшения лобового сопротивления наземного (водного, автомобильного) транспорта, при этом создается сила, прижимающая движущийся объект 1 к земле, а общее сопротивление давления уменьшается.

Так, например, висячий вихрь образуется в ложбинке, образованной двумя плоскими отражающими поверхностями с углом раствора между ними $10-80^\circ$, и присоединенный к базовой поверхности (подобно хвосту рыб) в месте схода концевого вихря.

Отдельные вихреобразователи висячих вихрей, выполненные в соответствии с настоящим изобретением, могут быть установлены посредством различных соединительных элементов, например, штырей, концевых шайб, расположенных на концевой хорде крыла, внутри крыла. Вихреобразователи висячих вихрей могут быть тиражированы для различных реальных объектов и установлены на отдельных заданных направлениях. Кроме того, например, аэродинамическая поверхность может быть соответствующим образом гофрирована с многократным повторением отражающих элементов 2, 3, 4, 5. В ложбинках и на гребнях такой аэродинамической поверхности крыла формируются поля прямых и обратных течений, которые образуют систему висячих вихрей.

В этом случае количество отражающих элементов 2, 3, 4, 5 выбрано с возможностью формирования нескольких, по меньшей мере, трех вращающихся потоков (фиг. 6). Вихреобразователи (на фиг. 6 для простоты не показаны) расположены в шахматном порядке. Как показали испытания, соотношения расстояний между центрами «О» вращающихся потоков могут быть выбраны из соотношения:

$$0,1 < h/l < 0,3, \text{ где}$$

40 h – высота мысленного построенного треугольника, образуемого центрами трех вращающихся потоков, у которого основание параллельно набегающему потоку;

45 l – основание мысленного построенного треугольника, образуемого центрами трех вращающихся потоков, у которого основание параллельно набегающему потоку.

В этом случае аэродинамическая поверхность подвижного объекта обладает наименьшим аэродинамическим сопротивлением. Из указанного соотношения может быть определена высота гофра и его длина.

Следует отметить, что вышеприведенное соотношение для координат

центров висячих вихрей можно получить применяя различные способы создания завихренных потоков, таких как отсос-выдув, варьирование температуры поверхности тела, покрытием волосяным покровом с различной ориентацией волосков на поверхности тела и т.д.

5

При реализации способа и устройств согласно изобретению возможны варианты, когда что в качестве, по меньшей мере, одной из отражающих поверхностей выбирают поток вязкой среды либо поверхность естественных объектов (поверхность дороги, вода и т.п.).

10

Также возможно, что в качестве отражающих поверхностей используют, как минимум, две плоские, либо выпукло-вогнутые поверхности, установленные на концах движущегося объекта в точке схода потока с движущегося объекта, с углом раствора между этими отражающими поверхностями, меньшим 90° и по форме повторяющими хвост рыб (фиг. 7).

15

Промышленная применимость.

Сущность заявленного изобретения заключается в том, что удается создать около поверхности объекта не присоединенный, а висячий вихрь. Сверху, и/или снизу, и/или внутри движущегося объекта формируют такую общую отражающую поверхность, что набегающий и сбегающий поток отражается от общей поверхности, возвращаясь к первоначальному направлению движения, что позволяет сформировать висячий вихрь, жестко не связанный с поверхностью объекта и не сносимый самим потоком.

20

Как показали исследования и моделирование процессов образования висячих вихрей, предложенное техническое решение в зависимости от вида движущегося объекта 1 позволяет уменьшить лобовое сопротивление от 10 % до 30 %, чего нельзя достичь при использовании технических решений с вихреобразователями, которые создают вихри, обеспечивающие пограничный слой «качения».

25

Наиболее успешно заявленный способ уменьшения лобового сопротивления движущегося объекта и устройство для его осуществления, промышленно применимы в самолетостроении, автомобилестроении и судостроении.

30

35

Формула изобретения.

5 1. Способ уменьшения лобового сопротивления движущегося объекта, включающий изменение направления набегающего потока путем создания
около движущегося объекта при помощи поверхностей вращающегося пото-
ка, отличающийся тем, что поверхности выполняют отражающими набегаю-
щий поток и располагают обеспечивающими параллельное направление
10 сбегающего потока с движущегося объекта относительно направления набе-
гающего потока на движущийся объект, причем центр вращающегося потока
располагают на расстоянии, большем толщины пограничного слоя потока
для каждой из отражающих поверхностей.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве отражающих по-
15 верхностей используют четыре элемента, на первый из которых поступает
набегающий поток, его располагают под острым углом α_1 большим
 45° относительно набегающего потока, в качестве второго элемента исполь-
зуют базовую поверхность движущегося объекта и располагают его парал-
лельно набегающему потоку, третий отражающий элемент располагают вы-
ше и перед первым отражающим элементом под углом $\alpha_3 = \alpha_1$ относитель-
20 но отраженного потока от второго отражающего элемента, четвертый из ко-
торых располагают на уровне второго отражающего элемента за первым от-
ражающим элементом и располагают его под углом $\alpha_4 = \alpha_1$ относительно от-
раженного потока от третьего отражающего элемента на расстоянии, обес-
печивающим приход отраженного потока от четвертого отражающего эле-
25 мента на первый отражающий элемент с обратной стороны.

3. Способ по п.2, отличающийся тем, что первый отражающий элемент
располагают под углом 60° относительно набегающего потока, второй отра-
жающий элемент располагают под углом 60° относительно отраженного от
30 первого отражающего элемента потока, третий отражающий элемент распо-
лагают под углом 60° относительно отраженного от второго отражающего
элемента потока, а четвертый отражающий элемент располагают под углом
 60° относительно отраженного от третьего отражающего элемента потока.

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве отражающих по-
35 верхностей используют четыре элемента, на первый из которых поступает
набегающий поток, его располагают под острым углом α_1 меньшим
 45° относительно набегающего потока, в качестве второго отражающего
элемента используют базовую поверхность движущегося объекта и распола-
гают его параллельно набегающему потоку, третий отражающий элемент
40 располагают на уровне и за первым отражающим элементом под углом $\alpha_3 =$
 $(90^\circ - \alpha_1)$ относительно отраженного потока от второго отражающего эле-
мента на расстоянии, обеспечивающим приход отраженного потока от
третьего отражающего элемента на первый отражающий элемент с обрат-
45 ной стороны, четвертый из которых располагают выше и перед первым от-
ражающим элементом и располагают его под углом $\alpha_4 = (90^\circ - \alpha_1)$ относи-
тельно отраженного потока от обратной стороны первого отражающего эле-
мента.

5. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве отражающих по-

верхностей используют выпуклые и вогнутые поверхности, причем по ходу вращения набегающего потока форму отражающих поверхностей выбирают чередующейся по закону зеркальных отражений.

5 6. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве, по меньшей мере, одной из отражающих поверхностей выбирают поток вязкой среды.

7. Способ по п.1, отличающийся тем, что изменение направления набегающего потока производят на внешней поверхности движущегося объекта.

10 8. Способ по п.1, отличающийся тем, что изменение направления набегающего потока производят внутри движущегося объекта.

9. Способ по п.1, отличающийся тем, что отражающие поверхности обеспечивают создание по меньшей мере трех вращающихся потоков.

15 10. Устройство для уменьшения лобового сопротивления движущегося объекта, содержащее отражающие элементы, установленные на движущемся объекте и предназначенные для вращения набегающего потока, отличающееся тем, что отражающие элементы пространственно расположены по бильярдным траекториям с возможностью обеспечения параллельного
20 направления сбегающего с движущегося объекта потока относительно направления набегающего потока на движущийся объект, при этом расстояния между отражающими элементами выбраны из условия расположения центра вращения потока вне отражающих элементов, а самого вращающегося потока на расстоянии, большем толщины пограничного слоя потока для каждого из отражающих элементов.

25 11. Устройство по п.10, отличающееся тем, что отражающие элементы выполнены плоскостными, при этом в качестве второго отражающего элемента по ходу вращения набегающего потока использована базовая поверхность движущегося объекта, расположенная параллельно набегающему потоку, первый отражающий элемент расположен над базовой поверхностью под острым углом β_1 большим 45° к ней, третий отражающий элемент расположен выше и перед первым отражающим элементом под углом $\beta_3 = (180 - \beta_1)$ к базовой поверхности, четвертый отражающий элемент расположен на
30 уровне третьего отражающего элемента за первым отражающим элементом под углом $\beta_4 = \beta_1$ к базовой поверхности на расстоянии, обеспечивающим приход отраженного потока от четвертого отражающего элемента на первый отражающий элемент с обратной стороны.

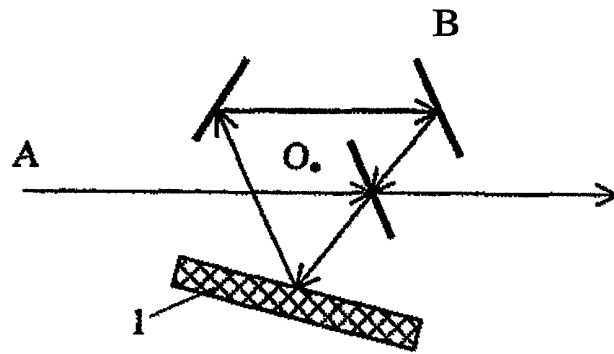
40 12. Устройство по п.10, отличающееся тем, что отражающие элементы выполнены плоскостными, при этом в качестве второго отражающего элемента по ходу вращения набегающего потока использована базовая поверхность движущегося объекта, расположенная параллельно набегающему потоку, первый отражающий элемент расположен над базовой поверхностью под острым углом β_1 меньшим 45° к ней, третий отражающий элемент расположен на уровне и за первым отражающим элементом под углом $\beta_3 = (90^\circ - \beta_1)$ к базовой поверхности на расстоянии, обеспечивающем приход отраженного потока от третьего отражающего элемента с обратной стороны на
45 первый отражающий элемент, четвертый отражающий элемент расположен выше и перед первым отражающим элементом под углом $\beta_4 = (90^\circ + \beta_1)$ к

базовой поверхности.

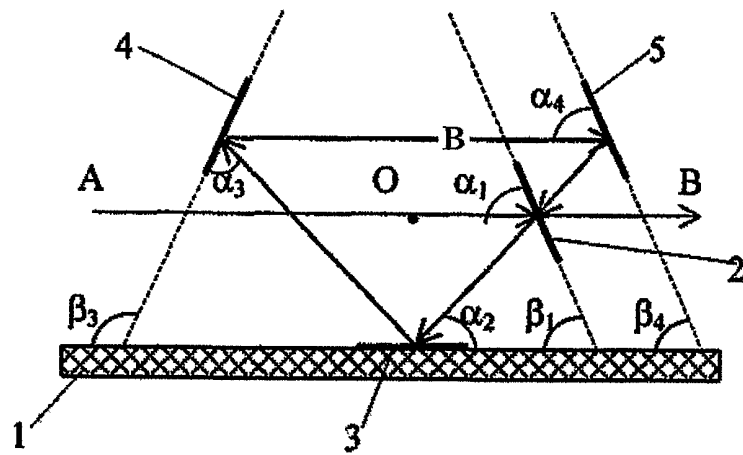
5 13. Устройство по п.10, отличающееся тем, что отражающие элементы выполнены с выпуклыми и вогнутыми поверхностями, а по ходу вращения набегающего потока форма отражающих поверхностей отражающих элементов выполнена с чередованием по закону зеркальных отражений.

14. Устройство по п.10, отличающийся тем, что количество отражающих элементов выбрано с возможностью формирования, по меньшей мере, трех вращающихся потоков.

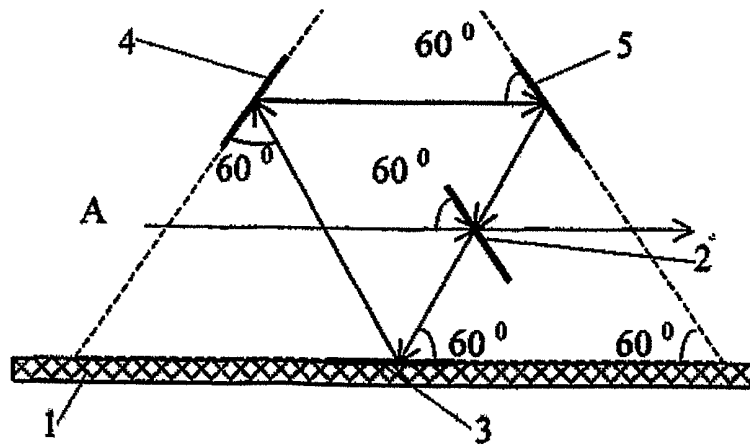
10 15. Устройство по п.10, отличающееся тем, что базовая поверхность движущегося объекта выполнена гофрированной, при этом отражающие элементы расположены с возможностью образования, по крайней мере, трех вращающихся потоков в шахматном порядке.



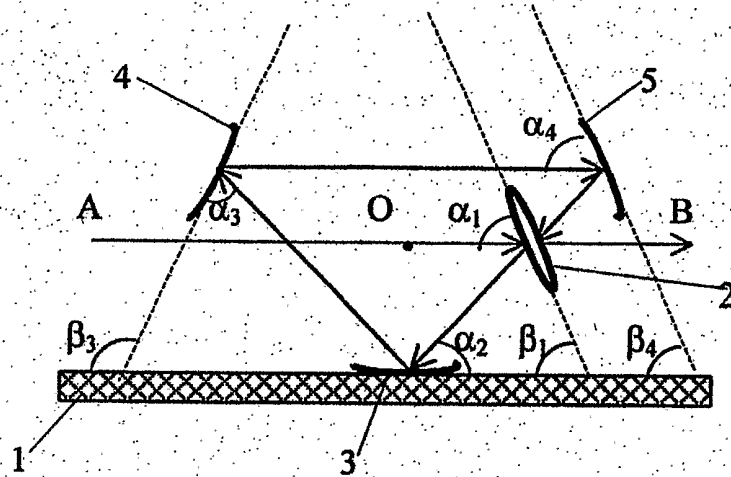
Фиг.1



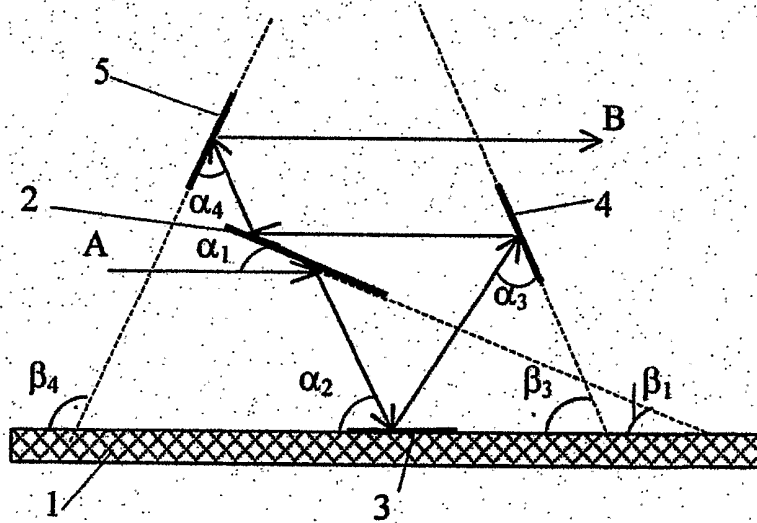
Фиг.2



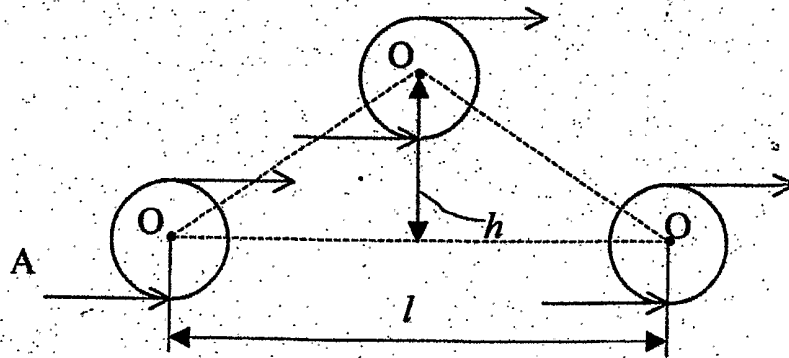
Фиг.3



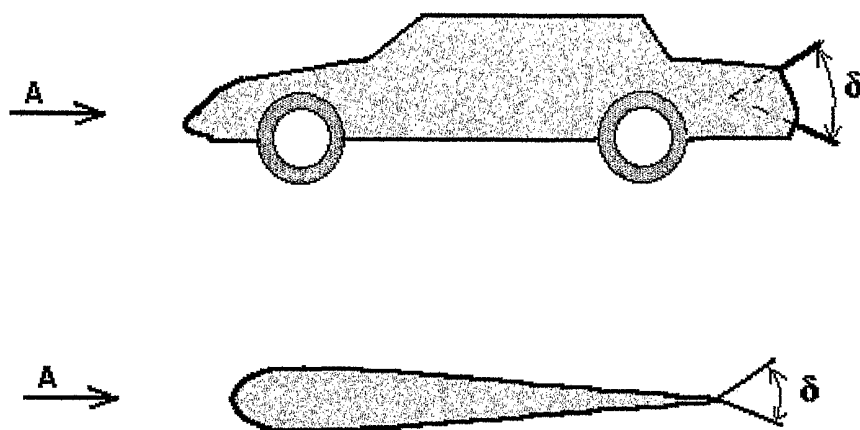
Фиг.4



Фиг.5



Фиг.6



Фиг. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/RU01/00195

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 F15D 1/10, B64C 23/06, B62D 35/00
 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 B62D 35/00, B64C 21/00, 21/02, 21/04, 21/06, 21/10, 23/00, 23/06, F15D 1/00,
 1/02, 1/06, 1/10, 1/12, 1/14

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	RU 2094313 C1 (VINOKUROV VIKTOR PAVLOVICH) 1997.10.27	1-15
A	US 3523661 A (S.C. RETHORST) Aug. 11, 1970	1-15
A	EP 0846617 A2 (DEUTSCHES ZENTRUM FUR LUFT- UND RAUMFAHRT E.V.) 10.06.1998	1-15
A	US 3578264 A (THE BATTELLE DEVELOPMENT CORPORATION) May 11, 1971	1-15
A	US 3934844 A (RAY R. REIGHART II) Jan. 27, 1976	1-15

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
 "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 31 October 2001 (31.10.01)	Date of mailing of the international search report 01 November 2001 (01.11.01)
---	---

Name and mailing address of the ISA/ RU	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Международная заявка №
PCT/RU 01/00195

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:		F15D 1/10, B64C 23/06, B62D 35/00
Согласно международной патентной классификации (МПК-7)		
В. ОБЛАСТИ ПОИСКА:		
Проверенный минимум документации (система классификации и индексы) МПК-7: B62D 35/00, B64C 21/00, 21/02, 21/04, 21/06, 21/10, 23/00, 23/06, F15D 1/00, 1/02, 1/06, 1/10, 1/12, 1/14		
Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки:		
Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, поисковые термины):		
С. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ:		
Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
A	RU 2094313 C1 (ВИНОКУРОВ ВИКТОР ПАВЛОВИЧ) 1997.10.27	1-15
A	US 3523661 A (S.C. RETHORST) Aug. 11, 1970	1-15
A	EP 0846617 A2 (DEUTSCHES ZENTRUM FUR LUFT- UND RAUMFAHRT E.V.) 10.06.1998	1-15
A	US 3578264 A (THE BATTELLE DEVELOPMENT CORPORATION) May 11, 1971	1-15
A	US 3934844 A (RAY R. REIGHART II) Jan. 27, 1976	1-15
<input type="checkbox"/> последующие документы указаны в продолжении графы С. <input type="checkbox"/> данные о патентах-аналогах указаны в приложении		
* Особые категории ссылочных документов: А документ, определяющий общий уровень техники Е более ранний документ, но опубликованный на дату международной подачи или после нее О документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д. Р документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета		
Т более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения Х документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну и изобретательский уровень У документ, порочащий изобретательский уровень в сочетании с одним или несколькими документами той же категории & документ, являющийся патентом-аналогом		
Дата действительного завершения международного поиска: 31 октября 2001 (31.10.2001)		Дата отправки настоящего отчета о международном поиске: 01 ноября 2001 (01.11.2001)
Наименование и адрес Международного поискового органа: Федеральный институт промышленной собственности Россия, 121858, Москва, Бережковская наб., 30-1 Факс: 243-3337, телетайп: 114818 ПОДАЧА		Уполномоченное лицо: В. Ионова Телефон № (095)240-58-88