

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **041948**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.12.16

(51) Int. Cl. **G01M 9/02 (2006.01)**

(21) Номер заявки
202291645

(22) Дата подачи заявки
2019.12.26

(54) **АЭРОДИНАМИЧЕСКАЯ ТРУБА ЗАМКНУТОГО РЕЦИРКУЛЯЦИОННОГО ТИПА**

(43) **2022.08.24**

(56) WO-A2-2006012647
WO-A1-2017142461
RU-C1-2692744
RU-C1-2693106
RU-C2-2377525

(86) **РСТ/RU2019/001029**

(87) **WO 2021/133198 2021.07.01**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ПЛЕТНЕВ РОМАН
АЛЕКСАНДРОВИЧ (RU)**

(72) Изобретатель:
**Плетнев Роман Александрович,
Плетнев Александр Владимирович,
Юнусов Шафигулла Набегулович
(RU)**

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(57) Изобретение относится к устройству для имитации спортивных упражнений в воздушном потоке, а именно к аэродинамическим трубам замкнутого рециркуляционного типа, которые могут быть использованы для аэродинамических исследований техники выполнения человеком (спортсменом, пилотом) упражнений в различных профессиональных дисциплинах, в том числе для спортивных испытаний и проведения тестирования профессиональной экипировки для спортсменов, летчиков, парашютистов. В предпочтительном варианте осуществления предложена аэродинамическая труба замкнутого рециркуляционного типа, содержащая вентиляторный узел (1), конфузور (4), полетную камеру (5), диффузор (10), обратный воздуховод (19) и множество поворотных воздуховодов (2), объединяющих элементы аэродинамической трубы в единую систему, при этом полетная камера (5) выполнена по меньшей мере с одним криволинейным участком (7, 8), который выполнен с профилем (6) криволинейной траектории, описываемой участком спирали Корню.

B1

041948

041948

B1

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к устройству для имитации спортивных упражнений в воздушном потоке, а именно к аэродинамическим трубам замкнутого рециркуляционного типа, которые могут быть использованы для аэродинамических исследований техники выполнения человеком (спортсменом, пилотом) упражнений в различных профессиональных дисциплинах, в том числе для спортивных испытаний и проведения тестирования профессиональной экипировки для спортсменов, летчиков, парашютистов.

Уровень техники

Аэродинамические трубы предложенного типа должны формировать воздушный поток с характеристиками, необходимыми для выполнения имитационных упражнений в наиболее приближенных к естественным реальным условиям.

Поэтому важнейшим фактором при выборе конструкции аэродинамической трубы является возможность наиболее точно моделировать воздушный поток для аэродинамических исследований, включая такие основные характеристики как необходимая скорость воздушного потока, его равномерность - отсутствие завихрений, и создание необходимых реальных углов атаки воздушного потока по отношению к полетной конфигурации пилота-спортсмена.

Из международной публикации WO 2017/142461 известна аэродинамическая труба для свободного парения человека в воздухе с регулируемым углом воздушного потока в рабочей камере, содержащая туннель, состоящий из двух рабочих секций с гибкой соединительной частью, позволяющей регулировать вышеупомянутые углы воздушного потока в рабочей камере, причем первая секция имеет предпочтительный угол в 15-60°, а вторая секция в пределах 5-85°, при этом углы могут регулироваться с помощью исполнительного механизма в виде гидравлического цилиндра, а неоднородность воздушного потока в секциях может корректироваться с помощью небольших отверстий в стенках туннеля, через которые наружный воздух, попадая в проблемные участки, приводит к уменьшению неравномерности отрыва потока от стенки образованного завихрения.

Недостатком известной аэродинамической трубы являются усложнения конструкции, обусловленные использованием гибких сочленений воздухопроводов, что может привести к значительным гидравлическим потерям в сочленениях при изменении угла их установки относительно горизонтальной оси, как при обтекании воздушным потоком, так и вследствие частичной негерметичности соединений.

Поскольку коэффициент гидравлических потерь зависит от угла поворота потока, т.е. при большем угле поворота соответственно возникают и большие гидравлические потери, поэтому наличие на поворотных коленах известной аэродинамической трубы резких перепадов в сочленениях может привести в целом к неприемлемым гидравлическим потерям, завихрениям и неравномерности потока в рабочей зоне и соответственно к повышенному энергопотреблению вентиляторной установки.

Другим аналогом, наиболее близким по своей технической сущности к предложенному изобретению является конструкция устройства "Имитатор прыжков с парашютом в аэродинамической трубе", описанного в международной публикации WO 2018/015766, содержащего полетную камеру с секцией наклонной и изогнутой к вертикальной плоскости, форма этой кривой имеет плавный переход от приблизительно горизонтальной к приблизительно вертикальной, где первая часть полетной камеры может быть установлена от 0 до 45° по горизонтали, и последняя часть полетной камеры от 45 до 90° по горизонтали, или криволинейная поверхности изогнута в двух или более размерах, или кривизна изогнутой поверхности определяется сплайном.

Недостатками известного устройства является неопределенность формирования воздушного потока в полетной камере. Более того, для каждой конкретной спортивной дисциплины, например, прыжки с WingSuit или прыжки лыжников с трамплина, требуется своя траектория полета, обусловленная наличием конкретных углов атаки конфигурации спортсмена по его отношению к движущемуся воздушному потоку в рабочей зоне аэродинамической трубы.

Раскрытие изобретения

Настоящее изобретение направлено на преодоление выше перечисленных недостатков уровня техники и позволяет решить техническую проблему, состоящую в наиболее полном и точном моделировании воздушного потока применительно к конкретной полетной конфигурации пилота-спортсмена.

В одном из аспектов изобретения предложена аэродинамическая труба замкнутого рециркуляционного типа, содержащая вентиляторный узел, конфузор, полетную камеру, диффузор, обратный воздухопровод и множество поворотных воздухопроводов, объединяющих элементы аэродинамической трубы в единую систему, при этом полетная камера выполнена по меньшей мере с одним криволинейным участком, который выполнен с профилем криволинейной траектории, описываемой участком спирали Корню.

Настоящее изобретение обеспечивает наиболее полную имитацию различных режимов полетных конфигураций спортсменов, которые задействуют в своих выступлениях свободное парение человека в воздухе, например парашютисты, а так же и скольжение, планирование вдоль воздушного потока, например, WingSuit или лыжники по прыжкам с трамплина, таким образом, чтобы подобный профиль кривой обеспечивал равномерность течения воздушного потока в поперечном ее сечении и их устойчивое скольжение в воздушном пространстве во всех трехмерных плоскостях, как по положительным, так и отрицательным направлениям движения осей координат, а так же устойчивое скольжение под положи-

тельным или отрицательным углом атаки конфигурации пилота относительно движущегося воздушного потока.

Технический результат достигается за счет того, что в аэродинамической трубе для имитационных упражнений человека в воздушном потоке, содержащем полетную камеру по меньшей мере с одним криволинейным участком, который выполнен с профилем криволинейной траектории, описываемой участком спирали Корню (которая также известна как клотоида или спираль Эйлера, т.е. кривая, у которой кривизна изменяется линейно как функция длины дуги). Благодаря этому обеспечивается непрерывность функции кривизны с минимально возможной для заданной длины скоростью изменения кривизны и, соответственно, с минимальной скоростью нарастания центробежной силы при постоянной скорости вдоль образующей кривой воздушного потока. Минимальное нарастание центробежной силы обуславливает равномерность течения воздушного потока в криволинейной полетной камере и снижение гидравлических потерь.

В дополнительном варианте осуществления предложена аэродинамическая труба, в которой по меньшей мере один криволинейный участок полетной камеры выполнен с профилем криволинейной траектории, описываемой участком отрицательной ветви спирали Корню.

В дополнительном варианте осуществления предложена аэродинамическая труба, в которой по меньшей мере один криволинейный участок полетной камеры выполнен с профилем криволинейной траектории, описываемой участком положительной ветви спирали Корню.

В дополнительном варианте осуществления предложена аэродинамическая труба, в которой полетная камера выполнена с двумя криволинейными участками, причем первый криволинейный участок выполнен с профилем криволинейной траектории, описываемой участком отрицательной ветви спирали Корню, а второй криволинейный участок выполнен с профилем криволинейной траектории, описываемой участком положительной ветви спирали Корню.

В дополнительном варианте осуществления предложена аэродинамическая труба, в которой предусмотрен узел входа-выхода в верхней части по меньшей мере одного криволинейного участка полетной камеры, и/или предусмотрен узел входа-выхода в нижней части по меньшей мере одного криволинейного участка полетной камеры.

В дополнительном варианте осуществления предложена аэродинамическая труба, в которой полетная камера выполнена с двумя криволинейными участками, причем узел входа-выхода, расположенный в верхней части первого криволинейного участка, и узел входа-выхода второго криволинейного участка представляют собой единый узел.

В дополнительном варианте осуществления предложена аэродинамическая труба, в которой предусмотрен вертикальный участок полетной камеры.

В дополнительном варианте осуществления предложена аэродинамическая труба, в которой предусмотрен узел входа-выхода в нижней части вертикального участка полетной камеры.

В дополнительном варианте осуществления предложена аэродинамическая труба, в которой вертикальный участок полетной камеры расположен выше по меньшей мере одного из криволинейных участков полетной камеры.

В дополнительном варианте осуществления предложена аэродинамическая труба, в которой ниже вертикального участка полетной камеры, но выше по меньшей мере одного из криволинейных участков полетной камеры предусмотрена страховочная сетка.

В дополнительном варианте осуществления предложена аэродинамическая труба, в которой вертикальный участок полетной камеры, расположен выше криволинейного участка полетной камеры, выполненного с профилем криволинейной траектории, описываемой участком положительной ветви спирали Корню, при этом в верхней части криволинейного участка полетной камеры предусмотрен узел входа-выхода для доступа и в криволинейный участок полетной камеры, и в вертикальный участок полетной камеры.

В дополнительном варианте осуществления предложена аэродинамическая труба, в которой вертикальный участок полетной камеры расположен ниже по меньшей мере одного из криволинейных участков полетной камеры.

В дополнительном варианте осуществления предложена аэродинамическая труба, в которой выше вертикального участка полетной камеры, но ниже по меньшей мере одного из криволинейных участков полетной камеры предусмотрена страховочная сетка.

В дополнительном варианте осуществления предложена аэродинамическая труба, в которой ниже полетной камеры предусмотрена страховочная сетка, предпочтительно такая страховочная сетка расположена между конфузуром и полетной камерой.

В дополнительном варианте осуществления предложена аэродинамическая труба, в которой вдоль профиля криволинейной траектории по меньшей мере одного криволинейного участка смонтирован морсель, по которому перемещается подвесная тележка, выполненная с возможностью удержания спортсмена.

В дополнительном варианте осуществления предложена аэродинамическая труба, в которой предусмотрен узел входа-выхода в верхней части диффузора.

Следует понимать, что в дополнительных вариантах осуществления изобретения также обеспечиваются указанные выше технический результат.

В последующем описании показаны и более подробно описаны варианты осуществления предложенного изобретения, а также положительные эффекты его осуществления.

Краткое описание чертежей

Изобретение поясняется на фигурах чертежей, на которых

на фиг. 1 показана спираль Корню, участки которой описывают траекторию профиля криволинейного участка полетной камеры;

на фиг. 2 показан вариант осуществления аэродинамической трубы по настоящему изобретению, содержащей криволинейный участок полетной камеры с профилем криволинейной траектории, описываемой участком отрицательной ветви спирали Корню;

на фиг. 3 показан вариант осуществления аэродинамической трубы по настоящему изобретению, содержащей криволинейный участок полетной камеры с профилем криволинейной траектории, описываемой участком положительной ветви спирали Корню;

на фиг. 4 показан еще один вариант осуществления аэродинамической трубы по настоящему изобретению, содержащей криволинейный участок полетной камеры с профилем криволинейной траектории, описываемой участком положительной ветви спирали Корню;

на фиг. 5 показан еще один вариант осуществления аэродинамической трубы по настоящему изобретению, содержащей криволинейный участок полетной камеры с профилем криволинейной траектории, описываемой участком отрицательной ветви спирали Корню;

на фиг. 6 показан еще один вариант осуществления аэродинамической трубы по настоящему изобретению, содержащей два криволинейных участка, один из которых выполнен с профилем криволинейной траектории, описываемой участком отрицательной ветви спирали Корню, а другой выполнен с профилем криволинейной траектории, описываемой участком положительной ветви спирали Корню;

Описание предпочтительных вариантов осуществления изобретения

Настоящее изобретение относится к устройству для имитации спортивных упражнений в воздушном потоке, а именно к аэродинамическим трубам замкнутого рециркуляционного типа, которые могут быть использованы для аэродинамических исследований техники выполнения человеком (спортсменом, пилотом) упражнений в различных профессиональных дисциплинах, в том числе для спортивных испытаний и проведения тестирования профессиональной экипировки для спортсменов, летчиков, парашютистов.

Со ссылкой на прилагаемые чертежи в одном из аспектов настоящего изобретения предложена аэродинамическая труба замкнутого рециркуляционного типа, содержащая вентиляторный узел 1, конфузор 4, полетную камеру 5, диффузор 10, обратный воздухопровод 19 и множество поворотных воздухопроводов 2, объединяющих элементы аэродинамической трубы в единую систему, при этом полетная камера 5 выполнена по меньшей мере с одним криволинейным участком 7, 8, который выполнен с профилем 6 криволинейной траектории, описываемой участком спирали Корню.

Следует понимать, что хотя отдельные узлы и элементы предложенной аэродинамической трубы на фигурах не показаны, они предусмотрены настоящим изобретением и могут быть выполнены известными средствами и методами. Например, устройства охлаждения, устанавливаемые в обратном воздуховоде, шумопоглощающие элементы в поворотных воздуховодах, элементы безопасности в полетной камере или антивибрационные опоры для установки аэродинамической трубы, которые по существу раскрыты в патенте РФ на изобретение № 2693106 и/или патенте РФ на изобретение № 2692744, материалы которых в полном объеме включены в материалы настоящего изобретения посредством ссылки.

На фиг. 1 показана спираль Корню, которая описывается следующей системой уравнений:

$$x = \begin{cases} b \int_0^s \cos \frac{\pi u^2}{2} du \text{ при } s \in (-\infty; 0) \\ a \int_0^s \cos \frac{\pi u^2}{2} du \text{ при } s \in (0; +\infty) \end{cases}$$

$$y = \begin{cases} b \int_0^s \sin \frac{\pi u^2}{2} du \text{ при } s \in (-\infty; 0) \\ a \int_0^s \sin \frac{\pi u^2}{2} du \text{ при } s \in (0; +\infty) \end{cases}$$

При этом кривую, определяемую для $s < 0$, принято считать отрицательной (или левой, или нижней) ветвью спирали Корню, а кривую определяемую для $s > 0$, принято считать положительной (или правой, или верхней) ветвью спирали Корню.

На фиг. 1 указано значение параметра u в разных точках кривой. Пусть θ - угол, который составляет касательная к спирали Корню в данной точке к оси абсцисс, тогда $\theta = \frac{\pi}{2} u^2$, откуда следует, что если нужен угол $\theta=90^\circ$, то $u=\pm 1$ и т.д. Эти значения не зависят от параметров a и b , то есть от размеров кривой слева и справа. Для фиг. 1 значения параметров a и b равны.

Место обрезки спирали можно выбирать в зависимости от необходимого угла наклона касательной к оси абсцисс. При этом кривую можно в любом месте обрезать, ограничивая область изменения параметра s . Таким образом, масштабирование наклонного криволинейного воздуховода, сформированного спиралью Корню, можно производить в любых произвольных параметрах, при этом равномерность течения воздушного потока сохраняется в любом поперечном сечении воздуховода.

В качестве неограничивающего примера ниже приведен расчет криволинейного участка 7 полетной камеры, который выполнен с профилем криволинейной траектории, описываемой участком отрицательной ветви спирали Корню.

Предположим, что криволинейный участок 7 полетной камеры должен продолжаться, по существу, от горизонтального участка ($\theta=0^\circ$), по существу, до вертикального участка ($\theta=90^\circ$), если смотреть по направлению полета. Соответственно и выбирают от 0 до -1. Следует понимать, что для направления потока воздуха такой участок, напротив, будет продолжаться, по существу, от вертикального участка ($\theta=90^\circ$), по существу, до горизонтального участка ($\theta=0^\circ$). Координаты параметров x и y приведены в табл. 1 ниже для различных значений параметра b .

Таблица 1

u	$b=1$		$b=5$		$b=9$	
	x	y	x	y	x	y
0	0	0	0	0	0	0
-0,1	-0,099998	-0,0005236	-0,49999	-0,00262	-0,89998	-0,00471
-0,2	-0,199921	-0,0041876	-0,99961	-0,02094	-1,79929	-0,03769
-0,3	-0,299401	-0,014117	-1,49701	-0,07059	-2,69461	-0,12705
-0,4	-0,397481	-0,0333594	-1,98741	-0,1668	-3,57733	-0,30023
-0,5	-0,492344	-0,0647324	-2,46172	-0,32366	-4,4311	-0,58259
-0,6	-0,581095	-0,11054	-2,90548	-0,5527	-5,22986	-0,99486
-0,7	-0,659652	-0,172136	-3,29826	-0,86068	-5,93687	-1,54922
-0,8	-0,722844	-0,249341	-3,61422	-1,24671	-6,5056	-2,24407
-0,9	-0,764823	-0,339776	-3,82412	-1,69888	-6,88341	-3,05798
-1	-0,779893	-0,438259	-3,89947	-2,1913	-7,01904	-3,94433

Таким образом, габаритные размеры рассчитанного криволинейного участка 7 полетной камеры в наиболее предпочтительном варианте, при $b = 9$, составляют около 4 м по высоте и около 7 м по ширине. Соответственно, для уменьшения габаритных размеров следует уменьшить параметр b . И наоборот, для увеличения габаритных размеров следует увеличить параметр b .

В качестве еще одного неограничивающего примера ниже приведен расчет криволинейного участка 8 полетной камеры, который выполнен с профилем криволинейной траектории, описываемой участком положительной ветви спирали Корню.

Предположим, что криволинейный участок 8 полетной камеры должен продолжаться, по существу, от вертикального участка ($\theta=90^\circ$), по существу, до горизонтального участка ($\theta=0^\circ$), если смотреть по направлению полета. Соответственно и выбирают от 1 до 0. Следует понимать, что для направления потока воздуха такой участок, напротив, будет продолжаться, по существу, от горизонтального участка ($\theta=0^\circ$), по существу, до вертикального участка ($\theta=90^\circ$). Координаты параметров x и y приведены в табл. 2 ниже для различных значений параметра a .

Таблица 2

u	$a=1$		$a=5$		$a=9$	
	x	y	x	y	x	y
0	0	0	0	0	0	0
0,1	0,099998	0,0005236	0,499988	0,002618	0,899978	0,004712
0,2	0,199921	0,0041876	0,999605	0,020938	1,799289	0,037688
0,3	0,299401	0,014117	1,497005	0,070585	2,694609	0,127053
0,4	0,397481	0,0333594	1,987405	0,166797	3,577329	0,300235
0,5	0,492344	0,0647324	2,46172	0,323662	4,431096	0,582592
0,6	0,581095	0,11054	2,905475	0,5527	5,229855	0,99486
0,7	0,659652	0,172136	3,29826	0,86068	5,936868	1,549224
0,8	0,722844	0,249341	3,61422	1,246705	6,505596	2,244069
0,9	0,764823	0,339776	3,824115	1,69888	6,883407	3,057984
1	0,779893	0,438259	3,899465	2,191295	7,019037	3,944331

Таким образом, габаритные размеры рассчитанного криволинейного участка 8 полетной камеры в наиболее предпочтительном варианте, при $a=9$, составляют около 4 м по высоте и около 7 м по ширине. Соответственно, для уменьшения габаритных размеров следует уменьшить параметр a . И наоборот, для увеличения габаритных размеров следует увеличить параметр a .

Как показано на фиг. 2 и 5, в предпочтительном варианте предложена аэродинамическая труба, в которой по меньшей мере один криволинейный участок 7 полетной камеры выполнен с профилем криволинейной траектории, описываемой участком отрицательной ветви спирали Корню. Такой вариант осуществления аэродинамической трубы является предпочтительным для проведения тренировок лыжников-прыгунов с трамплина.

Как показано на фиг. 3 и 4, в предпочтительном варианте предложена аэродинамическая труба, в которой по меньшей мере один криволинейный участок 8 полетной камеры выполнен с профилем криволинейной траектории, описываемой участком положительной ветви спирали Корню. Такой вариант осуществления аэродинамической трубы является предпочтительным для проведения тренировок прыгунов WingSuit.

Наконец, как показано на фиг. 6, в предпочтительном варианте предложена аэродинамическая труба, в которой полетная камера выполнена с двумя криволинейными участками, причем первый криволинейный участок 7 выполнен с профилем криволинейной траектории, описываемой участком отрицательной ветви спирали Корню, а второй криволинейный участок 8 выполнен с профилем криволинейной траектории, описываемой участком положительной ветви спирали Корню. Соответственно, такой вариант осуществления аэродинамической трубы является предпочтительным для проведения тренировок как лыжников-прыгунов с трамплина, так и прыгунов WingSuit.

Следует понимать, что, по существу, одинаковые элементы обозначены одинаковыми ссылочными позициями на разных фигурах. Так, например, поворотные воздухопроводы 2 могут представлять собой элементы, которые обеспечивают изменение потока воздуха внутри аэродинамической трубы на 90° , 180° , 270° или любой другой угол, необходимый для обеспечения единого пути протекания воздуха внутри аэродинамической трубы. Все такие поворотные воздухопроводы будут обозначены ссылочной позицией 2.

Кроме того, следует понимать, что некоторые узлы и элементы аэродинамической трубы могут быть не показаны на некоторых фигурах для упрощения. Однако это не означает, что они отсутствуют в варианте осуществления, проиллюстрированном на данной фигуре. Например, на фиг. 2-3 не показаны конфузур, хонейкомб и диффузор, однако они могут быть предусмотрены в конфигурации аэродинамической трубы по фиг. 2-3, если обратное прямо не указано в материалах описания. Кроме того, воздухопровод 91, по существу, является не обратным воздухопроводом 19 для направления воздушного потока из полетной камеры 5 к вентиляторному узлу 1, а воздухопроводом, по которому воздушный поток направляется от вентиляторного узла 1 в криволинейную полетную камеру. Тем не менее, их конструкция, по существу, совпадает и в общем случае представляет собой цилиндрическую трубу или трубу с прямоугольным поперечным сечением.

Продолжая в целом по фиг. 2-6, будет описана работа предложенной аэродинамической трубы. При включении вентиляторного узла 1, содержащего один или более вентиляторов, расположенных в воздухопроводе, создается перепад давления, под действием которого, воздушный поток от вентилятора через поворотное колено 2 поступает на хонейкомб 3. В хонейкомбе 3 происходит выравнивание поля скоростей воздушного потока. Далее, в конфузуре 4 в результате плавного сужения проходного сечения происходит ускорение движения воздушного потока до конкретной полетной конфигурации, обеспечивающей необходимую устойчивую поддержку пилота в воздушном потоке полетной камеры.

В одном из вариантов осуществления предложена аэродинамическая труба, в которой ниже полетной камеры предусмотрена страховочная сетка 18, предпочтительно, такая страховочная сетка расположена непосредственно между конфузуром 4 и нижним участком полетной камеры. Такая страховочная сетка 18 так же способствует выравниванию поля скоростей воздушного потока.

Скорость воздушного потока внутри полетной камеры может регулироваться автоматически, либо по команде оператора с использованием системы управления (не показана), содержащей преобразователи частоты для регулируемых электродвигателей (не показаны) вентиляторного узла.

Воздушный поток, пройдя через полетную камеру 5, поступает в поворотный воздухопровод 2, обратный воздухопровод 19 и далее на вход осевого нагнетательного вентиляторного узла 1.

Движение воздушного потока в полетной камере происходит по криволинейной траектории, профиль 6 которой образован спиралью Корню. При этом, как было указано выше, образующая левой нижней ветви в отрицательных координатах ($-x$; $-y$) образует участок 7 полетной камеры, который может быть использован, например, для имитационных упражнений лыжников-прыгунов с трамплина. Образующая правой верхней ветви в положительных координатах ($+x$; $+y$) образует участок 8 полетной камеры, который в свою очередь используется, например, для имитационных упражнений прыгунов WingSuit.

Для осуществления полета в криволинейной аэродинамической трубе спортсмен или пилот может войти в полетную камеру по нескольким дверям-проемам, которые могут быть предусмотрены в пред-

ложенной аэродинамической трубе. Указанные двери-проемы или узлы входа-выхода могут быть использованы также для выхода из полетной камеры. Такие узлы входа-выхода могут быть выполнены аналогично карусельным дверям, которые, по существу, раскрыты в патенте РФ на изобретение № 2693106 и/или патенте РФ на изобретение № 2692744, которые упоминались выше.

В одном из вариантов осуществления предложена аэродинамическая труба, в которой предусмотрен узел 13, 15 входа-выхода в верхней части по меньшей мере одного криволинейного участка полетной камеры, и/или предусмотрен узел 15, 17 входа-выхода в нижней части по меньшей мере одного криволинейного участка полетной камеры.

Следует понимать, что в зависимости от конфигурации аэродинамической трубы возможны различные количества, комбинации и местоположения для размещения узлов входа-выхода.

Например, в одном из вариантов осуществления предложена аэродинамическая труба, в которой полетная камера выполнена с двумя криволинейными участками 7, 8, как показано на фиг. 6, причем узел 15 входа-выхода, расположенный в верхней части первого криволинейного участка 7, и узел 15 входа-выхода второго криволинейного участка 8, по существу, представляют собой единый узел.

Таким образом, обеспечивается следующий доступ в полетную камеру предложенной аэродинамической трубы: узел 13 входа-выхода используется для входа в полетную камеру на криволинейном участке 8 положительной кривизны, т.е. на участке, который выполнен с профилем криволинейной траектории, описываемой участком положительной ветви спирали Корню, для выполнения упражнений прыгунами WingSuit.

Узел 15 входа-выхода используется для выхода из полетной камеры на криволинейном участке 8 положительной кривизны и для входа в полетную камеру на криволинейном участке 7 отрицательной кривизны, т.е. на участке, который выполнен с профилем криволинейной траектории, описываемой участком отрицательной ветви спирали Корню, где могут выполняться упражнения лыжниками-прыгунами с трамплина и упражнения горизонтального полета на малых углах атаки.

Узел 17 входа-выхода используется для выхода из полетной камеры на криволинейном участке 7 отрицательной кривизны, где могут выполняться упражнения лыжниками-прыгунами с трамплина и упражнения горизонтального полета на больших углах атаки.

Соответственно, возможно осуществление комбинированного полета. Для этого спортсмен использует узел 13 входа-выхода для входа в полетную камеру на криволинейном участке 8 положительной кривизны совершает прыжок (полет) по двум криволинейным участкам 7, 8 и использует узел 17 входа-выхода для выхода из полетной камеры на криволинейном участке 7 отрицательной кривизны.

В зависимости от приоритета тренировок, например, лыжников по прыжкам с трамплина, и необходимой конфигурации полета при имитации спортивных упражнений, наклонная криволинейная аэродинамическая труба может быть выполнена с полетной камерой, содержащей только криволинейный участок 7 отрицательной кривизны, как показано на фиг. 2. При реальном прыжке и выходе лыжника 20 со стола отрыва направление потока воздуха 21 по отношению к прыгающему лыжнику 20 может составлять угол 22 атаки около 10° , а во время дальнейшего полета до приземления угол 23 атаки может увеличиваться до 40° .

Альтернативно, наклонная криволинейная аэродинамическая труба может быть выполнена с полетной камерой, содержащей только криволинейный участок 8 положительной кривизны, как показано на фиг. 3. Такая аэродинамическая труба может быть преимущественно предназначена для тренировки спортсменов WingSuit. При прыжке угол 24 атаки в начале полета пилота 25 может принимать как положительные, так и отрицательные значения, а в конце полета при торможении для раскрытия парашюта угол 26 атаки может принимать значительные положительные значения.

Более того, в дополнительных вариантах может быть предусмотрена аэродинамическая труба, в которой также предусмотрен вертикальный участок 11 полетной камеры. Вертикальный участок 11 полетной камеры используется для выполнения упражнений свободного парения парашютистов. В этом случае, в аэродинамической трубе может быть предусмотрен узел 12 входа-выхода в нижней части вертикального участка 11 полетной камеры.

В дополнительных вариантах осуществления (см., например, фиг. 4 и 6) предложена аэродинамическая труба, в которой вертикальный участок 11 полетной камеры расположен выше по меньшей мере одного из криволинейных участков 7, 8 полетной камеры. Предпочтительно вертикальный участок 11 расположен выше криволинейного участка 8 положительной кривизны, так как в этом случае не требуется использования дополнительных поворотных воздухопроводов для перенаправления потока воздуха.

В дополнительных вариантах осуществления предложена аэродинамическая труба, в которой ниже вертикального участка 11 полетной камеры, но выше по меньшей мере одного из криволинейных участков 7, 8 полетной камеры предусмотрена страховочная сетка 18. Соответственно, страховочная сетка 18 может быть выполнена с возможностью вставляться и убираться в место своей установки. Страховочная сетка 18 может использоваться, когда на вертикальном участке 11 полетной камеры проводят тренировку менее опытные спортсмены. Наоборот, если в аэродинамической трубе проводят тренировку более опытные спортсмены, то страховочная сетка может быть убрана, обеспечивая при этом возможность совершения комбинированных тренировок, как с парением в вертикальном участке 11 полетной камеры,

так и с полетом в расположенных ниже криволинейных участках.

Таким образом, в одном из наиболее предпочтительных вариантов предложена аэродинамическая труба, в которой вертикальный участок 11 полетной камеры, расположен выше криволинейного участка 8 полетной камеры, выполненного с профилем криволинейной траектории, описываемой участком положительной ветви спирали Корню, при этом в верхней части криволинейного участка 8 полетной камеры предусмотрен узел 12 входа-выхода для доступа и в криволинейный участок 8 полетной камеры, и в вертикальный участок 11 полетной камеры (см. например, фиг. 4).

Кроме того, может быть предложена аэродинамическая труба, в которой вертикальный участок 11 полетной камеры расположен ниже по меньшей мере одного из криволинейных участков 7, 8 полетной камеры. Предпочтительно вертикальный участок 11 полетной камеры расположен ниже криволинейного участка 7 отрицательной кривизны, так как в этом случае не требуется использования дополнительных поворотных воздухопроводов для перенаправления потока воздуха.

Дополнительно выше вертикального участка 11 полетной камеры, но ниже по меньшей мере одного из криволинейных участков 7, 8 полетной камеры предусмотрена страховочная сетка 18, которая повышает безопасность совершения прыжков и полетов в расположенных выше криволинейных участках 7, 8 полетной камеры. Следует понимать, что такая страховочная сетка 18 может быть выполнена убираемой для обеспечения возможности совершения комбинированных прыжков и полетов.

Кроме того, в отдельных вариантах осуществления аэродинамической трубы может быть предусмотрен узел 9 входа-выхода в верхней части диффузора 10, в этом случае обеспечивается возможность выполнения упражнений парашютистов по бейсджампингу (base jumping).

Соответственно, при конфигурации аэродинамической трубы, показанной на фиг. 6 в отсутствие страховочной сетки 18, которая может быть предусмотрена ниже вертикального участка 11 полетной камеры, возможно совершение сложного прыжка, при котором спортсмен входит через узел 9 входа-выхода в верхнюю часть диффузора 10, совершает прыжок с обрыва (бейсджампинг), парит в вертикальном участке 11 полетной камеры, и переходит в сложный полет при разных углах атаки, перемещаясь по криволинейным участкам 7 и 8 полетной камеры. Завершая прыжок в нижней части полетной камеры, спортсмен покидает ее через узел 17 входа-выхода. При необходимости, прыжок (полет) может быть прерван и спортсмен может покинуть полетную камеру через один из других предусмотренных узлов 12, 13, 15 входа-выхода.

В еще одном дополнительном варианте осуществления изобретения предложена аэродинамическая труба, в которой вдоль профиля 6 криволинейной траектории по меньшей мере одного криволинейного участка 7, 8 смонтирован монорельс 29, по которому перемещается подвесная тележка 28, выполненная с возможностью удержания спортсмена. Для надежного удержания спортсмена может использоваться тросовая подвеска 27, которая крепится одним концом к подвесной тележке 28, а другим концом удерживает спортсмена. Таким образом, дополнительно обеспечивается безопасность движения спортсмена 20 и 25 вдоль образующей воздушного потока 21 наклонной криволинейной аэродинамической трубы.

В каждом из описанных выше вариантов осуществления обеспечивается технический результат благодаря тому, что в аэродинамической трубе для имитационных упражнений человека в воздушном потоке предусмотрена полетная камера по меньшей мере с одним криволинейным участком, который выполнен с профилем криволинейной траектории, описываемой участком спирали Корню. Благодаря этому обеспечивается непрерывность функции кривизны с минимально возможной для заданной длины скоростью изменения кривизны и, соответственно, с минимальной скоростью нарастания центробежной силы при постоянной скорости вдоль образующей кривой воздушного потока. Минимальное нарастание центробежной силы обуславливает равномерность течения воздушного потока в криволинейной полетной камере и снижение гидравлических потерь.

Таким образом, в настоящем изобретении гарантируется наиболее полная имитация различных режимов полетных конфигураций спортсменов, которые задействуют в своих выступлениях свободное парение человека в воздухе, например парашютисты, а так же и скольжение, планирование вдоль воздушного потока, например, WingSuit или лыжники по прыжкам с трамплина, таким образом, чтобы подобный профиль кривой обеспечивал равномерность течения воздушного потока в поперечном ее сечении и их устойчивое скольжение в воздушном пространстве во всех трехмерных плоскостях, как по положительным, так и отрицательным направлениям движения осей координат, а так же устойчивое скольжение под положительным или отрицательным углом атаки конфигурации пилота относительно движущегося воздушного потока.

Несмотря на то, что примерные варианты осуществления были подробно описаны и показаны на сопроводительных чертежах, следует понимать, что такие варианты осуществления являются лишь иллюстративными и не предназначены ограничивать более широкое изобретение, и что данное изобретение не должно ограничиваться конкретными показанными и описанными компоновками и конструкциями, поскольку различные другие модификации могут быть очевидны специалистам в соответствующей области.

Рядовому специалисту в данной области будет понятно, что варианты осуществления, охваченные настоящим описанием, не ограничены конкретными иллюстративными вариантами осуществления, опи-

санными выше. В связи с этим, хотя были показаны и описаны иллюстративные варианты осуществления, в вышеизложенном описании предполагается большой диапазон модификаций, изменений, комбинаций и замен. Должно быть понятно, что в изложенном выше такие варианты можно сделать без выхода из объема настоящего изобретения. Соответственно, целесообразно широкое толкование приложенной формулы изобретения и способом, согласующимся с настоящим описанием.

Список ссылочных позиций:

- 1 - вентиляторный узел;
- 2 - поворотный воздуховод;
- 3 - хонейкомб;
- 4 - конфузор;
- 5 - полетная камера;
- 6 - профиль криволинейной траектории полетной камеры;
- 7 - криволинейный участок полетной камеры с отрицательной кривизной;
- 8 - криволинейный участок полетной камеры с положительной кривизной;
- 9 - узел входа-выхода в диффузор;
- 10 - диффузор;
- 11 - вертикальный участок полетной камеры;
- 12 - узел входа-выхода в вертикальный участок;
- 13 - узел входа-выхода в криволинейный участок положительной кривизны;
- 15 - узел входа-выхода в криволинейные участки отрицательной кривизны и положительной кривизны;
- 17 - узел входа-выхода в криволинейный участок отрицательной кривизны;
- 18 - страховочная сетка;
- 19 - обратный воздуховод;
- 20 - лыжник-прыгун с трамплина;
- 21 - направление потока воздуха в полетной камере;
- 22, 23 - углы атаки между направлением потока воздуха и конфигурацией лыжника-прыгуна с трамплина;
- 24, 26 - углы атаки между направлением потока воздуха и конфигурацией пилота WingSuit;
- 25 - пилот WingSuit;
- 27 - тросовая подвеска;
- 28 - тележка монорельса;
- 29 - монорельс;
- 91 - воздуховод.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Аэродинамическая труба замкнутого рециркуляционного типа, содержащая вентиляторный узел (1), конфузор (4), полетную камеру (5), диффузор (10), обратный воздуховод (19) и множество поворотных воздуховодов (2), объединяющих элементы аэродинамической трубы в единую систему, при этом

полетная камера (5) выполнена по меньшей мере с одним криволинейным участком (7, 8), который выполнен с профилем (6) криволинейной траектории, описываемой участком спирали Корню.

2. Аэродинамическая труба по п.1, в которой по меньшей мере один криволинейный участок (7) полетной камеры выполнен с профилем криволинейной траектории, описываемой участком отрицательной ветви спирали Корню.

3. Аэродинамическая труба по п.1, в которой по меньшей мере один криволинейный участок (8) полетной камеры выполнен с профилем криволинейной траектории, описываемой участком положительной ветви спирали Корню.

4. Аэродинамическая труба по п.1, в которой полетная камера выполнена с двумя криволинейными участками, причем первый криволинейный участок (7) выполнен с профилем криволинейной траектории, описываемой участком отрицательной ветви спирали Корню, а второй криволинейный участок (8) выполнен с профилем криволинейной траектории, описываемой участком положительной ветви спирали Корню.

5. Аэродинамическая труба по любому из пп.1-4, в которой предусмотрен узел (13, 15) входа-выхода в верхней части по меньшей мере одного криволинейного участка полетной камеры, и/или предусмотрен узел (15, 17) входа-выхода в нижней части по меньшей мере одного криволинейного участка полетной камеры.

6. Аэродинамическая труба по п.5, в которой полетная камера выполнена с двумя криволинейными участками (7, 8), причем узел (15) входа-выхода, расположенный в верхней части первого криволинейного участка (7), и узел (15) входа-выхода второго криволинейного участка (8) представляют собой единый узел.

7. Аэродинамическая труба по любому из пп.1-4, в которой предусмотрен вертикальный участок (11) полетной камеры.

8. Аэродинамическая труба по п.7, в которой предусмотрен узел (12) входа-выхода в нижней части вертикального участка (11) полетной камеры.

9. Аэродинамическая труба по п.7, в которой вертикальный участок (11) полетной камеры расположен выше по меньшей мере одного из криволинейных участков (7, 8) полетной камеры.

10. Аэродинамическая труба по п.9, в которой ниже вертикального участка (11) полетной камеры, но выше по меньшей мере одного из криволинейных участков (7, 8) полетной камеры предусмотрена страховочная сетка (18).

11. Аэродинамическая труба по п.8, в которой вертикальный участок (11) полетной камеры, расположен выше криволинейного участка (8) полетной камеры, выполненного с профилем криволинейной траектории, описываемой участком положительной ветви спирали Корню, при этом в верхней части криволинейного участка (8) полетной камеры предусмотрен узел (12) входа-выхода для доступа и в криволинейный участок (8) полетной камеры, и в вертикальный участок (11) полетной камеры.

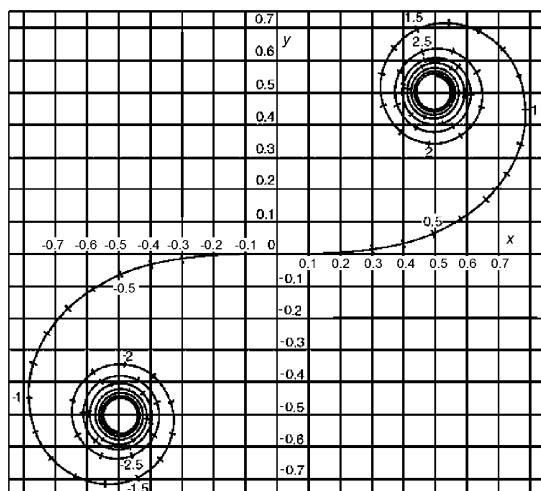
12. Аэродинамическая труба по п.7, в которой вертикальный участок (11) полетной камеры, расположен ниже по меньшей мере одного из криволинейных участков (7, 8) полетной камеры.

13. Аэродинамическая труба по п.12, в которой выше вертикального участка (11) полетной камеры, но ниже по меньшей мере одного из криволинейных участков (7, 8) полетной камеры предусмотрена страховочная сетка (18).

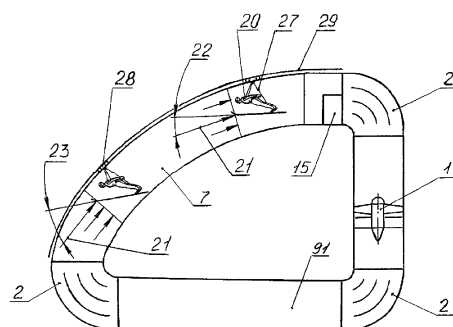
14. Аэродинамическая труба по любому из пп.1-13, в которой ниже полетной камеры предусмотрена страховочная сетка (18), предпочтительно такая страховочная сетка расположена между конфузуром (4) и полетной камерой.

15. Аэродинамическая труба по любому из пп.1-14, в которой вдоль профиля (6) криволинейной траектории по меньшей мере одного криволинейного участка (7, 8) смонтирован монорельс (29), по которому перемещается подвесная тележка (28), выполненная с возможностью удержания спортсмена.

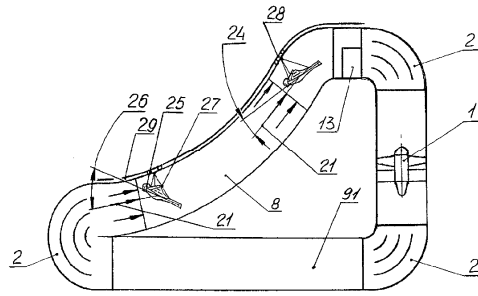
16. Аэродинамическая труба по любому из пп.1-15, в которой предусмотрен узел (9) входа-выхода в верхней части диффузора (10).



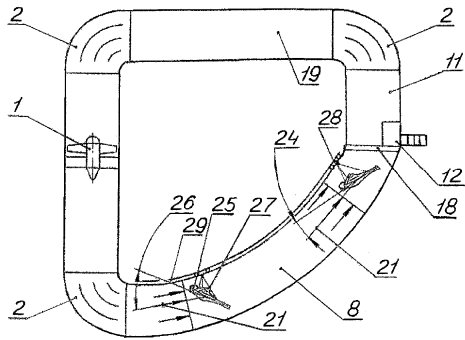
Фиг. 1



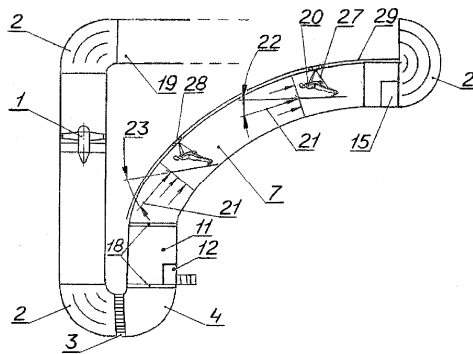
Фиг. 2



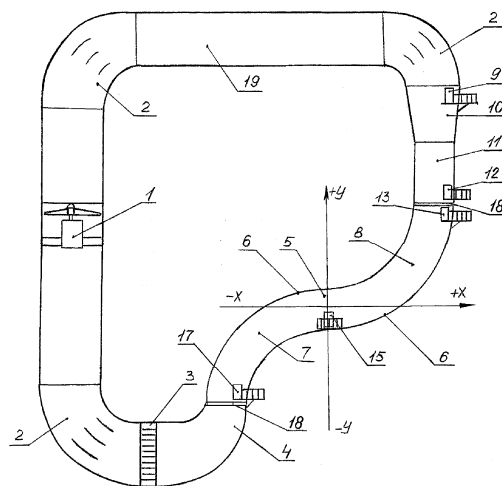
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6