

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **041567**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.11.07

(21) Номер заявки
202092601

(22) Дата подачи заявки
2018.12.03

(51) Int. Cl. **B64D 23/00** (2006.01)
A63G 31/00 (2006.01)
G01M 9/02 (2006.01)
E04H 12/10 (2006.01)

(54) ВЕРТИКАЛЬНАЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКАЯ ТРУБА ДЛЯ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ СВОБОДНОГО ПАРЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА В ВОЗДУХЕ

(31) 2018134391; 2018134392

(32) 2018.09.28

(33) RU

(43) 2021.02.12

(86) PCT/RU2018/000779

(87) WO 2020/067917 2020.04.02

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

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

(74) Представитель:
**Медведев В.Н., Абубакиров С.Р.,
Андрюшина М.В., Баженов А.Н.,
Дорофеев С.А., Ибрагимов А.Э.,
Кузнецов Ю.Д., Матюшин В.А., Миц
А.В., Назина Е.Е., Оразов С.А. (RU)**

(56) RU-C2-2458825
JP-A-H08299515
WO-A1-2011044860

(57) Изобретение относится к устройствам воспроизведения свободного парения в воздухе, а именно к вертикальным аэродинамическим трубам замкнутого рециркуляционного типа, и может быть использовано как для тренировки спортсменов, так и в качестве развлекательного аттракциона. Предложена вертикальная аэродинамическая труба замкнутого рециркуляционного типа для воспроизведения свободного парения человека в воздухе, содержащая вертикальную полетную камеру, центральный канал, диффузор, верхнюю коллекторную камеру, два верхних горизонтальных воздуховодных канала, четыре поворотных колена, два боковых вертикальных обводных воздуховодных канала, два нижних горизонтальных воздуховодных канала, нижнюю коллекторную камеру, конфузор в основании полетной камеры, основные вентиляторы и систему терморегулирования, отличающаяся тем, что система терморегулирования расположена в верхних горизонтальных воздуховодных каналах и выполнена в виде двух симметрично расположенных узлов терморегулирования, каждый из которых состоит из блока принудительной приточно-вытяжной вентиляции и блока теплообмена, причем блок принудительной приточно-вытяжной вентиляции снабжен регулируемыми вентиляторами, расположенными в патрубках отвода и подвода воздуха, и выполнен с возможностью воздухообмена внутреннего объема аэродинамической трубы с атмосферой; и блок теплообмена содержит теплообменные камеры, содержащие теплообменник-радиатор, связанный с внешним холодильным агрегатом, и встроенные регулируемые вентиляторы теплообменника, при этом блок теплообмена выполнен с возможностью притока нагретого воздуха из верхнего горизонтального воздухоотводящего канала и оттока охлажденного воздуха обратно в него.

041567 B1

041567 B1

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к устройствам воспроизведения свободного парения в воздухе, а именно к вертикальным аэродинамическим трубам замкнутого рециркуляционного типа, и может быть использовано как для тренировки спортсменов, так и в качестве развлекательного аттракциона.

Уровень техники

Известны различные конструкции установок типа вертикальных аэродинамических труб, предназначенных для воспроизведения свободного падения человека в воздухе (RU 162175, опубл. 27.05.2016; RU 2516947, опубл. 20.05.2014; RU 2389528, опубл. 20.05.2010; RU 2381147, опубл. 10.02.2010), многие из которых решают задачи повышения эффективности терморегулирования в вертикальных полетных камерах установок либо направлены на повышение коммерческой ценности за счет уменьшения высоты и упрощения конструкций.

Важнейшим фактором при выборе конструкции вертикальной аэродинамической трубы является ее высокая энергоэффективность при сравнительно небольших габаритах. Известно, что для экономически выгодных вертикальных аэродинамических труб для имитации плавного и безопасного парения человека в воздухе необходимо свести к минимуму гидравлические сопротивления и бесперебойно приводить в движение достаточное количество воздуха комфортной температуры, при этом потребление мощности должно иметь низкий уровень.

Известна аэродинамическая труба замкнутого типа, которая содержит конфузور, рабочую зону, диффузор, обратный канал, вентиляторную установку и четыре поворотных колена с углом поворота потока 90°, с диффузорным участком между первым и вторым коленами (Аэродинамические трубы и газодинамические установки Научно-исследовательского центра им. Эймса NASA. Выпуск № 450 Г., ЦАГИ, ОНТИ, 1974 г., с. 11).

Недостатками известной конструкции являются большие гидравлические потери, связанные с нерациональностью компоновки. Первое и второе поворотные колена являются одними из основных источников гидравлических потерь в аэродинамическом контуре и основной причиной больших гидравлических потерь в диффузоре. Это связано с тем, что уменьшение гидравлических потерь в поворотных коленах требует уменьшения скорости потока в местах их расположения, для чего необходимо увеличивать степень расширения диффузора, что, в свою очередь, приводит к увеличению потерь полного давления в диффузоре. Кроме того, увеличение степени расширения диффузора требует увеличения его длины, что приводит к увеличению общих геометрических размеров аэродинамической трубы и материалоемкости конструкции.

Другим аналогом является конструкция аэродинамической трубы, которая содержит два вертикальных канала, полетную камеру в одном из каналов, а в обводном канале которой стационарно размещен основной вентилятор с двигателем (US 2016288002, опубл. 06.10.2016).

Недостатком известной конструкции являются высокие гидравлические потери и низкая эффективность эксплуатации из-за отсутствия систем терморегулирования и второго обводного воздуховодного канала.

Более того, существующие аэродинамические трубы, которые используются как для тренировки спортсменов, так и в качестве развлекательного аттракциона, прежде всего не должны доставлять дискомфорт, оказывать негативное влияние на здоровье как самих пользователей, так и окружающих по причине высокого уровня вибрации и возникающих резонансных явлений, вызывающих шум при работающих механизмах таких установок.

Кроме того, особое внимание необходимо уделять безопасности пользователей, находящихся внутри полетной камеры во время тренировок и выполнения сложных трюков.

В большинстве современных аэродинамических труб с целью снижения шума поток проходящего воздуха расширяют и замедляют сразу после полетной камеры. Однако если расширять воздушный поток слишком быстро, то он будет разделяться и станет турбулентным, а не ламинарным, что приведет к ухудшению рабочих параметров всей системы и увеличению расхода энергии. Кроме того, ухудшение качества воздушного потока приведет к тому, что имитация свободного падения не будет адекватной. Увеличение высоты аэродинамической трубы может решить эту задачу, но при этом снизить ее эффективность.

Однако минимизация высоты при максимальном торможении воздушного потока после полетной камеры является необходимым условием коммерческого успеха.

Таким образом, экономически выгодная установка должна быть относительно невысокой и малошумной.

В уровне техники не известны конструкции аэродинамических труб с небольшими вертикальными размерами и низким уровнем шума и вибрации.

Наиболее близкой по своей технической сущности к настоящему изобретению является конструкция устройства для имитации затыжного прыжка с парашютом с вертикальной аэродинамической трубой замкнутого рециркуляционного типа, содержащая воздухообменную систему, верхний и нижний воздуховодные каналы, два боковых вертикальных обводных воздуховодных канала, четыре поворотных колена, верхнюю и нижнюю коллекторные камеры, узлы основных вентиляторов, а также центральный

канал с вертикальной полетной камерой и страховочной сеткой (RU 2458825, опубл. 20.08.2012).

Два вентиляторных узла размещены в верхнем вертикальном воздухопроводном канале и содержат по два расположенных друг с другом вентилятора. Предусмотрена система пассивного терморегулирования за счет наличия впускных и выпускных больших жалюзи в каждом возвратном канале и создания пониженного статического давления без использования дополнительных вентиляторов. Коллекторные камеры и поворотные колена содержат поворотные направляющие лопатки.

Регулирование температуры воздушного потока осуществляется посредством открытия или закрытия соответствующих впускных или выпускных жалюзи (воздухообменных заслонок), что приводит к следующим нежелательным явлениям:

крайне затруднительно поддержание необходимой температуры в автоматическом режиме регулирования, не вмешиваясь при этом в равномерное (ламинарное) течение воздушного потока;

мощность потока в данном исполнении регулирования температуры расходуется на дополнительный энергоемкий воздухообмен;

при работе на максимальных мощностных режимах, самых спортивных и энергоемких, когда требуется наилучшее качество и скорость потока, открытие воздухообменных заслонок на максимальную величину создает наибольшую неравномерность движения потока, что в случае эксплуатации недопустимо;

мощность основных вентиляторных электродвигателей используется нерационально.

Недостатками известного устройства являются низкая эффективность эксплуатации и высокие гидравлические потери за счет низкоэффективной системы терморегулирования и воздухообмена в аэродинамической трубе, а также в результате высоких гидравлических потерь из-за нерационального расположения основных вентиляторных узлов, конструкций коллекторных камер и поворотных колен, содержащих поворотные направляющие лопатки, которые также увеличивают гидравлические потери.

Более того, регулирование воздушного потока основными нагнетательными вентиляторными узлами посредством открытия или закрытия соответствующих впускных или выпускных жалюзи является причиной распространения шума и вибрации во внешнее пространство, особенно на максимальных режимах работы аэродинамической трубы, которые невозможно заглушить, что доставляет дискомфорт и пагубно влияет на здоровье.

Узлы основных вентиляторов также являются источниками интенсивного шума и вибрации, так как не предусмотрены их шумоизоляция и виброизоляция.

Появлению шума и вибрации способствует также скоростное движение воздушного потока по воздухопроводным каналам, выполненным из листового проката, что способствует появлению дополнительных резонансных явлений, увеличивающих уровень вибрации и шума. Вибро- и звукопоглощающие элементы отсутствуют.

Страховочная сетка набрана из плетеных шнуров с низким аэродинамическим сопротивлением и предназначена для опоры пользователя и снижения аэродинамического сопротивления. Однако такая конструкция сетки не обеспечивает необходимые демпфирующие свойства при резком приземлении и тем более падении пользователя, находящегося в полетной камере, что может привести к травмированию пользователя, не обеспечивая его безопасность. В конструкции прототипа не предусмотрены средства смягчения силы удара пользователя в аварийных ситуациях.

Таким образом, недостатками прототипа также являются высокий уровень шума и вибрации в процессе эксплуатации аэродинамической трубы, а также недостаточная безопасность пользователя при резком приземлении или падении на страховочную сетку полетной камеры.

Раскрытие изобретения

Настоящее изобретение направлено на преодоление по крайней мере некоторых из вышеперечисленных недостатков уровня техники и решает проблему повышения эффективности эксплуатации аэродинамической трубы за счет улучшения системы терморегулирования и воздухообмена, снижения гидравлических потерь и создания комфортных и безопасных условий эксплуатации вертикальной аэродинамической трубы.

В одном из аспектов предложена вертикальная аэродинамическая труба замкнутого рециркуляционного типа для воспроизведения свободного парения человека в воздухе, содержащая

вертикальную полетную камеру,

центральный канал,

диффузор,

верхнюю коллекторную камеру,

два верхних горизонтальных воздухопроводных канала,

четыре поворотных колена,

два боковых вертикальных обводных воздухопроводных канала,

два нижних горизонтальных воздухопроводных канала,

нижнюю коллекторную камеру,

конфузор в основании полетной камеры,

основные вентиляторы и

систему терморегулирования,
отличающаяся тем, что

система терморегулирования расположена в верхних горизонтальных воздуховодных каналах и выполнена в виде двух симметрично расположенных узлов терморегулирования, каждый из которых состоит из блока принудительной приточно-вытяжной вентиляции и блока теплообмена, причем блок принудительной приточно-вытяжной вентиляции снабжен регулируемыми вентиляторами, расположенными в патрубках отвода и подвода воздуха, и выполнен с возможностью воздухообмена внутреннего объема аэродинамической трубы с атмосферой; и

блок теплообмена содержит теплообменные камеры, содержащие теплообменник-радиатор, связанный с внешним холодильным агрегатом, и встроенные регулируемые вентиляторы теплообменника, при этом блок теплообмена выполнен с возможностью притока нагретого воздуха из верхнего горизонтального воздухоотводящего канала и оттока охлажденного воздуха обратно в него.

В одном из вариантов предложена аэродинамическая труба, в которой коллекторные камеры и поворотные колена выполнены с жесткими концентричными перфорированными перегородками, образующими каналы.

В одном из вариантов предложена аэродинамическая труба, в которой основные вентиляторы установлены в боковых обводных воздуховодных каналах на мотораме и снабжены спрямляющими лопатками.

В одном из вариантов предложена аэродинамическая труба, в которой моторамы установлены на виброамортизаторах.

В одном из вариантов предложена аэродинамическая труба, в которой электродвигатели основных вентиляторов расположены в кольцевых кожухах обтекателей с выхлопными патрубками, выполненными с возможностью отвода нагретого воздуха в атмосферу.

В одном из вариантов предложена аэродинамическая труба, в которой предусмотрена карусельная дверь с вращающимися секторами-проемами и уплотнителями по ее периметру, а между полетной камерой и карусельной дверью предусмотрена шлюзовая камера.

В одном из вариантов предложена аэродинамическая труба, в которой перфорированные перегородки поворотных колен снабжены слоями звукопоглощающего материала.

В одном из вариантов предложена аэродинамическая труба, в которой корпуса отдельных узлов выполнены с элементами жесткости.

В одном из вариантов предложена аэродинамическая труба, расположенная внутри ферменной конструкции, которая установлена на виброопорах.

В одном из вариантов предложена аэродинамическая труба, в которой виброопоры содержат слои демпфирующих материалов, армированных высокопрочной сеткой.

В одном из вариантов предложена аэродинамическая труба, в которой между фланцами корпусов отдельных узлов установлены вибропоглощающие прокладки.

В одном из вариантов предложена аэродинамическая труба, в которой патрубок отвода нагретого воздуха выполнен в виде диффузора со звукопоглощающими перегородками, образующими расширяющиеся радиальные каналы.

В одном из вариантов предложена аэродинамическая труба, в которой патрубок подвода наружного воздуха выполнен в виде цилиндрической детали с верхним перфорированным участком, на котором установлено основание цилиндрического стакана с образованием кольцевого зазора между их внутренними поверхностями с нанесенным звукопоглощающим покрытием.

В одном из вариантов предложена аэродинамическая труба, в которой вертикальная полетная камера снабжена страховочной сеткой, содержащей систему натяжных тросов и выполненной с возможностью двухступенчатой упругой амортизации при падении пользователя.

Благодаря осуществлению настоящего изобретения обеспечивается технический результат, состоящий в создании условий эффективной и безопасной эксплуатации аэродинамической трубы благодаря использованию усовершенствованной системы терморегулирования и воздухообмена, которая обеспечивает устойчивое поддержание необходимой температуры воздушного потока в любом режиме регулирования от минимальной до максимальной, при этом факторы, влияющие на формирование неравномерного течения воздушного потока, а также на ухудшение его качества и скорости, исключены, более того, снижен уровень шума в сравнении с прототипом.

При открытии заслонок воздухообмена в прототипе происходит распространение шума основного воздушного потока во внешнее пространство, окружающее аэродинамическую трубу, а система шумоглушения входных и выходных воздушных потоков отсутствует, поэтому размещение воздухообменной системы аэродинамической трубы в верхнем горизонтальном воздуховодном канале, которая содержит симметрично расположенные патрубки подвода наружного и отвода нагретого воздуха, в сравнении с прототипом имеет существенные преимущества.

В последующем описании показаны и более подробно описаны варианты осуществления предложенного изобретения и другие положительные эффекты его осуществления. Следует понимать, что изобретение допускает другие варианты осуществления, и некоторые их детали допускают модификацию в

различных очевидных аспектах без отступления от изобретения, как изложено и описано в последующей формуле изобретения. Соответственно, чертежи и описание, по характеру, должны рассматриваться в качестве иллюстративных, а не в качестве ограничительных.

Краткое описание чертежей

Изобретение проиллюстрировано следующими фигурами.

На фиг. 1 показан общий вид аэродинамической трубы, размещенной в ферменной конструкции.

На фиг. 2 аэродинамическая труба показана в разрезе, на котором представлены узлы, составляющие корпус аэродинамической трубы, стрелками показаны направления движения воздушных потоков.

На фиг. 3 схематично изображено поворотное колено с жесткими перфорированными перегородками, где R_1, R_2, R_3 - средний радиус поворота канала между перфорированными перегородками, а L_1, L_2, L_3 - ширина соответствующего канала.

На фиг. 4 показаны слои звукопоглощающего материала, которым могут быть снабжены перфорированные перегородки.

На фиг. 5 показан узел основного вентилятора с моторамой, установленной на виброамортизаторах.

На фиг. 6 показан патрубок подвода наружного воздуха в разрезе.

На фиг. 7 показан блок теплообмена системы терморегулирования устройства по настоящему изобретению.

На фиг. 8 показан патрубок отвода нагретого воздуха в вертикальном разрезе.

На фиг. 9 показан вид патрубка по фиг. 8 в горизонтальном разрезе.

На фиг. 10 показана в общем виде конструкция входного блока в полетную камеру для пользователя.

На фиг. 11 показана конструкция входного блока в полетную камеру для пользователя на виде сверху.

На фиг. 12 показана конструкция страховочной сетки.

На фиг. 13 показан разрывной элемент страховочной сетки до разрыва.

На фиг. 14 показан разрывной элемент страховочной сетки после разрыва.

На фиг. 15 показаны пружина и натяжной трос страховочной сетки после разрыва разрывного элемента.

На фиг. 16 показана конструкция виброопор.

Фигуры выполнены в приблизительном масштабе, некоторые элементы могут быть показаны более крупно для ясности, некоторые элементы могут быть показаны более мелко или не показаны для упрощения понимания сущности изобретения. Следует понимать, что варианты осуществления, проиллюстрированные на фигурах, не являются ограничивающими объем прилагаемой формулы изобретения.

Описание предпочтительных вариантов осуществления изобретения

Варианты осуществления не ограничиваются описанными здесь вариантами осуществления, и специалисту в области техники на основе информации, изложенной в описании, и знаний уровня техники станут очевидны и другие варианты осуществления изобретения, не выходящие за пределы сущности и объема данного изобретения. Элементы, упомянутые в единственном числе, не исключают множественности элементов, если отдельно не указано иное.

На фиг. 1 показан общий вид аэродинамической трубы 1, размещенной в ферменной конструкции 7. На фиг. 2 аэродинамическая труба 1 показана в разрезе, на котором представлены узлы, составляющие корпус аэродинамической трубы, стрелками показаны направления движения воздушных потоков.

Вертикальная аэродинамическая труба 1 замкнутого рециркуляционного типа для воспроизведения свободного парения человека в воздухе по настоящему изобретению содержит вертикальную полетную камеру 2, центральный канал 11, диффузор 9, верхнюю коллекторную камеру 12, два верхних горизонтальных воздуховодных канала 13, четыре поворотных колена 14, два боковых вертикальных обводных воздуховодных канала 15, два нижних горизонтальных воздуховодных канала 16, нижнюю коллекторную камеру 17 и конфузор 18 в основании полетной камеры 2, а также основные вентиляторы 3.

Продолжая далее по фиг. 3-4, коллекторные камеры 12, 17 и поворотные колена 14 выполнены с жесткими концентричными перфорированными перегородками 142, образующими каналы 141, 171, что позволяет повысить эффективность работы аэродинамической трубы, снижая гидравлические потери и обеспечивая равномерность течения воздушного потока при его развороте по сравнению с лопаточными поворотными спрямляющими решетками в прототипе. При этом наибольшая эффективность наблюдается, если выполнены следующие соотношения:

$$R(R_1, R_2, R_3)/L(L_1, L_2, L_3) = 1,5-2,0,$$

где R_1, R_2, R_3 - средний радиус поворота канала между перфорированными перегородками;

L_1, L_2, L_3 - ширина соответствующего канала.

При этом также обеспечивается жесткость конструкции и повышается технологичность при изготовлении.

Дополнительно, предусмотрены слои звукопоглощающего материала 144, который обеспечивает снижение шума при прохождении воздушного потока через отверстия 143 перегородки 142 поворотных колена 14.

Продолжая далее по фиг. 5, основные вентиляторы 3 расположены в боковых воздуховодных каналах 15 и установлены на мотораме 30. Моторама 30 представляет собой корпус с вмонтированным в него основным вентилятором 3, спрямляющими лопатками 31 и электродвигателем 32. Спрямляющие лопатки 31 расположены равномерно по длине окружности с шагом образующей дуги не менее 30 град. Количество лопаток составляет не менее одиннадцати. Основная функция спрямляющих лопаток 31 состоит в обеспечении ламинарного течения воздушного потока. Предложенная конструкция обеспечивает в случае необходимости быстрый монтаж и демонтаж моторамы 30 в аэродинамической трубе.

Следует понимать, что основной вентилятор 3 с изменяемой частотой вращения является динамической системой и создает дополнительную вибронгрузку с изменяемой частотой колебаний как на сам узел вентилятора 3, так и передает эти колебания на соседние корпуса узлов. Для снижения этого явления моторамы 30 узлов основных вентиляторов 3 установлены на опорные виброамортизаторы 35. Кроме того, передачу нагрузок на опорные виброамортизаторы 35 осуществляют и спрямляющие лопатки 31, связывая таким образом между собой в единую жесткую конструкцию узел основного вентилятора 3.

Спектр собственных частот всех корпусов узлов может быть представлен набором масс и жесткостей, а виброактивность в целом аэродинамической трубы при этом будет определяться уровнями этих спектральных колебаний на резонансных частотах, поэтому наличие ребер 19 жесткости корпусов узлов, а также межфланцевые вибропоглощающие прокладки 36 способствуют снижению уровня колебаний на резонансных частотах.

Размещение основных вентиляторов 3 в боковых воздуховодных каналах 15 является рациональным с точки зрения снижения гидравлических потерь и обеспечения жесткости конструкции, а наличие спрямляющих лопаток 31 обеспечивает равномерность течения воздушного потока и дополнительно способствует снижению гидравлических потерь.

Для отвода тепла от электродвигателя 32 и исключения попадания нагретого им воздуха в воздуховодные каналы 15 между кольцевым кожухом обтекателя 37 и корпусом электродвигателя 32 предусмотрен воздушный кольцевой канал 38, по которому нагретый электродвигателем воздух 34 выбрасывается в атмосферу через щелевые выхлопные патрубки 33 при работе аэродинамической трубы 1.

Продолжая далее по фиг. 6-9, вертикальная аэродинамическая труба 1 по настоящему изобретению также содержит систему терморегулирования, выполненную в виде двух симметрично расположенных узлов терморегулирования, расположенных в каждом из верхних горизонтальных воздуховодных каналов 13. Каждый узел терморегулирования может содержать блок принудительной приточно-вытяжной вентиляции и блока 60 теплообмена. Блок принудительной приточно-вытяжной вентиляции снабжен регулируемыми вентиляторами, расположенными в патрубках 4 и 5 для подвода и отвода воздуха, соответственно, и выполнен с возможностью воздухообмена внутреннего объема аэродинамической трубы 1 с атмосферой. Блок 60 теплообмена содержит теплообменные камеры 61, содержащие теплообменник-радиатор 6, связанный с внешним холодильным агрегатом 63, и встроенные регулируемые вентиляторы 62 теплообменника. Блок 60 теплообмена выполнен с возможностью притока нагретого воздуха из верхнего горизонтального воздухоотводящего канала 13 и оттока охлажденного воздуха обратно в указанный канал. Направление потока воздуха показано стрелками. Блок 60 теплообмена по фиг. 7 соответствует узлу терморегулирования, расположенному в левой части аэродинамической трубы 1.

Для обеспечения воздухообмена внутри аэродинамической трубы через патрубки 4 осуществляют подвод наружного воздуха 45 в основной воздушный поток. Воздух 45 всасывается в кольцевой зазор между наружной стороной стенки цилиндрической детали 41 и внутренней стороной стенки цилиндрического стакана 43 патрубка 4 с помощью регулируемых вентиляторов (на фиг. 6 не обозначены). Далее воздух 45 проходит через перфорированный участок 42 в верхней части цилиндрической детали 41 патрубка 4, разворачиваясь на угол 180°, и далее проходит через внутреннее пространство цилиндрической детали 41, ограниченное ее стенками, и попадает в верхний горизонтальный воздуховодный канал 13. Звуковая волна, двигаясь от вентилятора вверх, поглощается звукопоглощающим покрытием 44, расположенным на внешней поверхности стенок стакана 43, меняет направление на 180°, теряет свою энергию, проходя через кольцевой зазор, и гасится до приемлемого уровня.

Блок принудительной приточно-вытяжной вентиляции выполнен с возможностью отведения части нагретого воздуха через патрубки 5, расположенные в верхнем горизонтальном воздуховодном канале 13, с помощью регулируемых вентиляторов (на фиг. 8 не обозначены). Нагретый воздух, проходя через диффузорную часть патрубка 5, снижает скорость, движется вдоль его стенок со звукопоглощающим покрытием 51 и разделяется на потоки, выходящие через расширяющиеся радиальные каналы 53 вдоль звукопоглощающих перфорированных перегородок 52, выполненных, например, из жесткого пенополиуретана. При этом скорость воздушного потока в сравнении с первоначальной снижается примерно в три раза, так же как и уровень шума.

Звукопоглощающее покрытие 44, 51 патрубков 4 и 5, а также покрытие 144 поворотных колен 14 могут быть выполнены, например, из самовспенивающегося самотвердеющего пенополиуретана.

Далее, на фиг. 10-11 показан общий вид и вид сверху конструкции входного блока для входа пользователя в полетную камеру. Входной блок 20 содержит карусельную дверь 22 с вращающимися секторами-проемами 23 входа-выхода, а также шлюзовую камеру 25 и проем-дверь 26, выполненный

в стенке полетной камеры 2. Герметичность карусельной двери 22 обеспечена уплотнителями 24 сектора-проема 23. Дополнительно может быть предусмотрена аварийная дверь 27.

Пользователь попадает через герметичный сектор-проем 23 карусельной двери 22 с уплотнителями 24 в шлюзовую камеру 25 и далее через проем-дверь 26 непосредственно в полетную камеру 2. При аварийной ситуации пользователь имеет возможность покинуть полетную камеру 2 через аварийную дверь 27. Герметичная карусельная дверь 22 обеспечивает комфортное безударное вхождение пользователей в рабочую зону полетной камеры 2, сводя при этом к минимуму скачки и перепады давления и скорости воздушного потока.

Далее, на фиг. 12-15 показаны конструкция страховочной сетки, разрывной элемент страховочной сетки до разрыва и после разрыва, а также пружина и натяжной трос страховочной сетки после разрыва разрывного элемента. Следует отметить, что создание комфортных условий эксплуатации аэродинамической трубы предусматривает безопасность пользователя, который совершает трюки внутри полетной камеры 2. Конструкция страховочной сетки 21 создает безопасные условия для пользователя, обеспечивая двухэтапную упругую амортизацию при падении пользователя. На первом этапе при падении пользователя, например, со средним весом 80 кг с высоты 6 м сетка, угловой участок 210 которой показан на фиг. 12, амортизирует тело пользователя за счет упругости натяжных тросов 211 и упругих эластичных втулок. Натяжные тросы переплетены между собой перпендикулярно и образуют прочный каркас. Такая система позволяет регулировать степень натяжения тросов, их прогиб и общую жесткость конструкции.

В случае превышения нагрузочных усилий, например при падении пользователя с большим весом или с большой высоты, обеспечивается второй этап амортизации, на котором срабатывают предохранительные узлы, включающие разрывные элементы 214, закрепленные внутри пружин 212, на которых закреплены натяжные тросы 211. При разрыве разрывных элементов 214 эффективная амортизация удара будет осуществляться посредством пружин 212. Усилие растяжения пружины выбирается с учетом поглощения значительных растягивающих усилий, достаточных для смещения страховочной сетки в направлении падения пользователя. Сетка 21 при этом сохраняет недеформированное состояние и смягчает удар, обеспечивая максимальную безопасность пользователя.

Как уже было указано, предложенная конструкция аэродинамической трубы 1 содержит ряд конструктивных элементов, обеспечивающих снижение вибрации и шума.

Однако практические испытания показали, что указанных мер недостаточно для того, чтобы снизить вибрацию (примерно до 2 мм/с) и шум (примерно до 60 дБ), т.е. до приемлемых уровней. Поэтому по периметру фундамента 710 предусмотрено множество виброопор 71 (фиг. 16), закрепленных под ферменной конструкцией 7 с помощью узлов 711 крепления, внутри которой размещена аэродинамическая труба 1.

Каждая виброопора 71 содержит упор 712, слой 713 материала-гасителя высокочастотных колебаний, слой 714 демпфирующего материала и армирующую сетку 715. Армирующая сетка может быть выполнена из различных материалов, например металла, полимерных материалов или стекловолокна, обеспечивающих как прочностные характеристики, так и улучшающие показатели вибропоглощения и вибродемпфирования.

Такими материалами могут служить вибродемпфирующая резина, армированная металлической нержавеющей сеткой, может также использоваться композиционный пластик, армированный сеткой из стекловолокна с полимерной прослойкой. При этом размер ячеек может составлять до 10 толщин нитей армирующего материала. Заявляемая конструкция виброопор 71 обеспечивает дополнительное снижение уровня вибрации до 2-2,5 мм/с.

Далее со ссылкой на фиг. 1-16 описывается работа предложенной аэродинамической трубы 1. При включении электродвигателя 32 основного вентилятора 3 обоих боковых каналов 15 создается перепад давления, под действием которого воздушный поток, поступающий через патрубки 4, движется вниз через переходные стаканы к поворотному колену 14 и меняет направление с вертикального на горизонтальное (угол примерно 90°). При этом спрямляющие лопатки 31 основных нагнетательных вентиляторов 3 обеспечивают ламинарное течение воздушного потока по направлению к нижней коллекторной камере 17, создавая при этом безвихревое перемещение воздуха. Следует понимать, что корпуса узлов аэродинамической трубы представляют собой опорные конструкции и являются источниками виброакустической активности, поэтому равномерное течение воздушного потока способствует снижению виброакустических явлений внутри них.

Воздушные потоки из боковых воздуховодных каналов 15 и поворотных колен 14 движутся по нижним горизонтальным воздуховодным каналам 16 в каналы 171 нижней коллекторной камеры 17, где вновь меняют направление на угол около 90°. Встречные воздушные потоки смешиваются в конфузоре 18. В результате плавного сужения проходного сечения конфузора 18 происходит выравнивание полей скоростей и ускорение движения воздушного потока до значений порядка 50 м/с (180 км/ч) и более, обеспечивающих поддержку пользователя в вертикальной полетной камере 2 в свободном парящем состоянии. Страховочная сетка 21 также способствует выравниванию полей скоростей воздушного потока в полетной камере 2.

Скорость воздушного потока внутри полетной камеры 2 может регулироваться автоматически либо по команде оператора с использованием системы управления преобразователями частоты (не показаны) регулируемых электродвигателей 32 основных вентиляторов 3.

При прохождении воздушного потока вдоль стенок боковых воздухопроводных каналов 15, развороте его в поворотных коленах 14, нижней коллекторной камере 17 происходит увеличение внутренних потерь на трение, что соответственно приводит к существенному нагреву воздуха (например, свыше 35°C) и уменьшению содержания в нем кислорода, что может вызвать дискомфортное состояние пользователя. Нагретый воздух, поднимаясь по центральному каналу 11, делится в верхней коллекторной камере 12 на два противоположных потока.

Охлаждение нагретого потока и насыщение его свежим наружным воздухом осуществляется в верхнем горизонтальном воздухопроводном канале 13, в котором располагается система терморегулирования. Часть нагретого воздуха принудительно отбирается регулируемыми вентиляторами 5 и выбрасывается наружу в атмосферу, при этом примерно тот же объем свежего наружного воздуха нагнетается регулируемыми вентиляторами 4 из атмосферы в систему терморегулирования.

При работе аэродинамической трубы 1 на максимальных режимах или в жарком климате дополнительно может использоваться теплообменная камера 61 блока 60 теплообмена, в которую встроенным регулируемым вентилятором 62 воздух нагнетается и прокачивается через теплообменники-радиаторы 6, охлаждаясь при этом до необходимой температуры, и далее с помощью аналогичного вентилятора 62 охлажденный воздушный поток нагнетается в каждое из поворотных колен для направления в каждый из боковых вертикальных каналов 15.

Предложенное изобретение обеспечивает достижение множества преимуществ благодаря своей конструкции, которая обладает целым рядом особенностей. Так, система терморегулирования расположена в верхнем горизонтальном воздухопроводном канале и выполнена в виде двух симметрично расположенных узлов терморегулирования, каждый из которых состоит из блока принудительной приточно-вытяжной вентиляции и блока теплообмена.

Блок принудительной приточно-вытяжной вентиляции оснащен регулируемыми вентиляторами и выполнен с возможностью воздухообмена внутреннего объема аэродинамической трубы с атмосферой.

Блок теплообмена оснащен теплообменными камерами, содержащими теплообменник-радиатор, связанный с внешним холодильным агрегатом, встроенные регулируемые вентиляторы теплообменника, и выполнен с возможностью притока нагретого воздуха из верхнего горизонтального воздухоотводящего канала и оттока охлажденного воздуха обратно в указанный канал.

Коллекторные камеры и поворотные колена выполнены с жесткими концентричными перфорированными перегородками, образующими каналы, при этом основные вентиляторы установлены в боковых обводных воздухопроводных каналах, снабжены спрямляющими лопатками, а электродвигатели основных вентиляторов размещены в кольцевых кожухах обтекателей с выхлопными патрубками для отвода нагретого воздуха в атмосферу.

В устройстве по настоящему изобретению терморегулирование осуществляется с использованием принудительной системы воздухообмена и охлаждения, которая содержит узлы терморегулирования, каждый из которых состоит из блока принудительной приточно-вытяжной вентиляции и блока теплообмена, что обеспечивает устойчивое поддержание необходимой температуры воздушного потока в любом режиме регулирования от минимальной до максимальной, при этом факторы, влияющие на формирование неравномерного течения воздушного потока, а также на ухудшение его качества и скорости, исключены.

Система принудительной приточно-вытяжной вентиляции представляет собой систему, состоящую из приточных и вытяжных регулируемых вентиляторов, смонтированных в воздухопроводных каналах аэродинамической трубы и обеспечивающих как принудительную вытяжку нагретого воздушного потока, так и принудительный приток свежего атмосферного воздуха, благодаря чему обеспечивается вентиляция и охлаждение воздушного потока в полетной камере аэродинамической трубы.

Система содержит также блок теплообмена, содержащий теплообменные камеры, содержащие теплообменник-радиатор, связанный с внешним холодильным агрегатом, и встроенные регулируемые вентиляторы теплообменной камеры. Указанный блок выполнен с возможностью притока нагретого воздуха из верхнего горизонтального воздухоотводящего канала и оттока охлажденного воздуха обратно в указанный канал. Теплообменник-радиатор охлаждается хладагентом, циркулирующим между ним и внешним холодильным агрегатом, позволяя ему работать в режиме интенсивного принудительного охлаждения, что является весьма востребованным, особенно при работе на максимальных режимах и в жаркую погоду.

Все вентиляторы являются регулируемыми и могут управляться преобразователями частоты, работать с переменной производительностью, что позволяет с высокой точностью осуществлять автоматический и ручной контроль температуры в аэродинамической трубе.

Размещение основных вентиляторов в боковых воздухопроводных каналах является рациональным с точки зрения снижения гидравлических потерь и жесткости конструкции, а наличие спрямляющих лопаток обеспечивает равномерность течения воздушного потока и способствует снижению гидравлических

потерь.

В дополнение к принудительной системе охлаждения используется пассивная система охлаждения набегающим потоком воздуха корпусов электродвигателей основных вентиляторов за счет размещения последних в кольцевых кожухах обтекателя с отводом из них нагретого воздуха через воздушные каналы и выхлопные патрубки в атмосферу, что способствует снижению температуры воздушного потока, а также минимизации гидравлических потерь.

Выполнение коллекторных камер и поворотных колен с жесткими концентричными перфорированными перегородками, образующими каналы, позволяет повысить эффективность работы аэродинамической трубы, снижая гидравлические потери и обеспечивая равномерность течения воздушного потока при его развороте по сравнению с лопаточными поворотными спрямляющими решетками в прототипе.

Полетная камера в конструкции-прототипе имеет входной и выходной проемы в промежуточной площадке. Промежуточные площадки могут быть оборудованы дверями различной конструкции, в том числе и скользящими - откатными, а промежуточная площадка приспособлена к воздушному шлюзу.

При такой схеме входных и выходных проемов необходимо наличие средств, обеспечивающих синхронизацию открытия дверей между собой, в противном случае одновременное открытие входных, выходных и шлюзовых проемов ведет к резким перепадам давлений в этих помещениях, которые могут привести к снижению эффективности работы устройства, а также к травмированию пользователя, находящегося внутри полетной камеры.

В устройстве по настоящему изобретению входной блок оснащен карусельной дверью с вращающимися секторами-проемами входа-выхода и уплотнителями по ее периметру, а между полетной камерой и карусельной дверью установлена шлюзовая камера с аварийной дверью. При аварийной ситуации пользователь имеет возможность покинуть полетную камеру через аварийную дверь. Такая конструкция при переходе пользователя из одного сектора-проема в противоположный не создает вынужденного перепада давления между полетной камерой и промежуточными площадками входа-выхода, что обеспечивает комфортное безударное вхождение пользователей и смену экипажей.

Кроме того, с целью обеспечения безопасности и дополнительного выравнивания поля скоростей воздушного потока полетная камера снабжена страховочной сеткой.

Дополнительно с целью снижения шума при прохождении воздушного потока через поворотные колени жесткие перфорированные перегородки, расположенные внутри них, могут быть снабжены слоями звукопоглощающего материала.

Корпус аэродинамической трубы состоит из корпусов отдельных узлов, снабженных элементами жесткости, и размещен внутри ферменной конструкции, которая установлена на виброопорах, содержащих слои демпфирующих материалов, армированных высокопрочной сеткой.

Между фланцами корпусов отдельных узлов установлены вибропоглощающие прокладки, гасящие низкочастотные колебания, воздухообменная система аэродинамической трубы, размещенная в верхнем горизонтальном воздухопроводном канале, содержит симметрично расположенные патрубки подвода наружного и отвода нагретого воздуха.

Патрубок отвода нагретого воздуха выполнен в виде диффузора со звукопоглощающими перегородками, образующими расширяющиеся радиальные каналы, а патрубок подвода наружного воздуха выполнен в виде цилиндрической детали с верхним перфорированным участком, на котором установлено основание цилиндрического стакана с образованием кольцевого зазора между их внутренними поверхностями с нанесенным звукопоглощающим покрытием.

Страховочная сетка рабочей камеры снабжена системой натяжных тросов и выполнена с возможностью двухэтапной упругой амортизации при падении пользователя с помощью разрывных элементов, установленных внутри пружин.

Кроме того, в одном из дополнительных вариантов изобретения узлы основных вентиляторов, размещенные в боковых воздухопроводных каналах, снабжены спрямляющими лопатками, при этом моторамы указанных узлов установлены на виброамортизаторах, что дополнительно обеспечивает снижение вибрации и шума.

Конструктивные особенности корпусов отдельных узлов, выполненных с ребрами жесткости, так же как и гасящие низкочастотные колебания межфланцевые прокладки, позволяют существенно снизить уровень вибрации корпуса аэродинамической трубы.

Виброопоры, на которые установлена ферменная конструкция, обладают свойством гасить вибрацию, так как их конструкция содержит слои материалов с разными демпфирующими свойствами, армированные высокопрочной сеткой.

Причем каждая виброопора изготовлена с заданными характеристиками исходя из максимального снижения уровня вибрации, которая может возникнуть в каждой точке ферменной конструкции в зависимости от скорости основного воздушного потока и частоты вращения электродвигателей основных вентиляторов.

При монтаже аэродинамической трубы в каждом конкретном случае по результатам расчетов и замеров уровня вибрации задают определенный набор слоев виброопоры, чтобы уровень вибрации не превышал существующие нормы, а уровень шума воспринимался как комфортный. Конструкция виброопор

обеспечивает максимальное поглощение и уменьшение передачи вибрации как непосредственно на конструкцию аэродинамической трубы, так и во внешнее пространство.

При открытии заслонок воздухообмена в прототипе происходит распространение шума основного воздушного потока во внешнее пространство, окружающее аэродинамическую трубу, а система шумоглушения входных и выходных воздушных потоков отсутствует, поэтому размещение воздухообменной системы аэродинамической трубы в верхнем горизонтальном воздуховодном канале, которая содержит симметрично расположенные патрубки подвода наружного и отвода нагретого воздуха, в сравнении с прототипом имеет существенные преимущества.

Конструкция патрубка отвода нагретого воздуха по настоящему изобретению позволяет нагретому воздуху расширяться при прохождении в диффузоре. Далее, проходя вдоль радиальных расширяющихся шумоглушающих каналов, поток воздуха максимально гасит скорость своего движения, снижая уровень шума.

Конструкция патрубков подвода наружного воздуха позволяет осуществлять забор наружного воздуха с помощью регулируемых вентиляторов в кольцевой зазор в нижней части патрубка, проходя через перфорированный участок и поворачиваясь на угол 180°. Звуковая волна, двигаясь от вентилятора вверх, частично гасится звукопоглощающим покрытием, меняет направление на 180° и теряет свою энергию, проходя через кольцевой зазор, и гасится до приемлемого уровня.

Конструкция страховочной сетки обеспечивает двухэтапную упругую амортизацию при падении пользователя. На первом этапе сетка амортизирует тело пользователя за счет упругости натяжных тросов и упругих эластичных втулок. Натяжные тросы переплетены между собой перпендикулярно и образуют прочный каркас. Такая система позволяет регулировать степень натяжения тросов, их прогиб и общую жесткость конструкции.

В случае превышения нагрузочных усилий, например при падении пользователя с большим весом или с большой высоты, осуществляется второй этап амортизации, на котором срабатывает предохранительный узел, содержащий разрывной элемент, закрепленный внутри пружины, на которой закреплен трос. Тогда эффективная амортизация будет осуществляться посредством пружин, внутри которых рвется этот элемент. Усилие растяжения пружины выбирается с учетом поглощения значительных растягивающих усилий, достаточных для смещения страховочной сетки в направлении падения пользователя. Сетка при этом сохраняет недеформированное состояние и смягчает удар, обеспечивая максимальную безопасность пользователя.

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.

Список ссылочных позиций:

- 1 - аэродинамическая труба;
- 9 - диффузор;
- 11 - центральный канал;
- 12 - верхняя коллекторная камера;
- 13 - верхний горизонтальный воздуховодный канал;
- 14 - поворотное колено;
- 141 - канал поворотного колена 14;
- 142 - перфорированная перегородка;
- 143 - отверстие перфорированной перегородки;
- 144 - звукопоглощающий материал;
- 15 - боковые вертикальные воздуховодные каналы;
- 16 - нижний горизонтальный воздуховодный канал;
- 17 - нижняя коллекторная камера;
- 18 - конфузор;
- 19 - ребра жесткости корпусов;
- 2 - вертикальная полетная камера;
- 20 - входной блок;
- 21 - страховочная сетка;
- 210 - угловой участок страховочной сетки 21;
- 211 - натяжные тросы;
- 212- пружины;
- 213 - эластичная втулка;
- 214 - разрывной элемент пружины 212;
- 22 - карусельная дверь;

23 - вращающийся сектор-проем входа-выхода;
 24 - уплотнитель;
 25 - шлюзовая камера;
 26 - проем-дверь;
 27 - аварийная дверь;
 3 - основной вентилятор;
 30 - моторама узла основного вентилятора;
 31 - спрямляющие лопасти основного вентилятора;
 32 - электродвигатель основного вентилятора;
 35 - виброамортизаторы;
 36 - межфланцевые вибропоглощающие прокладки;
 37 - кольцевой кожух обтекателя;
 38 - воздушный кольцевой канал;
 4 - патрубок подвода наружного воздуха;
 41 - цилиндрическая деталь патрубка 4;
 42 - перфорированный участок детали 41;
 43 - цилиндрический стакан патрубка 4;
 44 - звукопоглощающее покрытие;
 45 - наружный воздух;
 5 - патрубок отвода нагретого воздуха;
 51 - звукопоглощающее покрытие;
 52 - звукопоглощающие перегородки патрубка отвода нагретого воздуха;
 53 - радиальные каналы;
 6 - теплообменник-радиатор;
 60 - блок теплообмена;
 61 - теплообменная камера;
 62 - регулируемый вентилятор;
 63 - холодильный агрегат;
 7 - ферменная конструкция;
 71 - виброопоры;
 710 - фундамент;
 711 - узел крепления виброопоры;
 712 - упор виброопоры;
 713 - слой материала-гасителя высокочастотных колебаний;
 714 - слой демпфирующего материала;
 715 - армирующая сетка.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Вертикальная аэродинамическая труба замкнутого рециркуляционного типа для воспроизведения свободного парения человека в воздухе, содержащая вертикальную полетную камеру, центральный канал, диффузор, верхнюю коллекторную камеру, два верхних горизонтальных воздуховодных канала, четыре поворотных колена, два боковых вертикальных обводных воздуховодных канала, два нижних горизонтальных воздуховодных канала, нижнюю коллекторную камеру, конфузор в основании полетной камеры, основные вентиляторы и систему терморегулирования, отличающаяся тем, что система терморегулирования расположена в верхних горизонтальных воздуховодных каналах и выполнена в виде двух симметрично расположенных узлов терморегулирования, каждый из которых состоит из блока принудительной приточно-вытяжной вентиляции и блока теплообмена, причем блок принудительной приточно-вытяжной вентиляции снабжен регулируемыми вентиляторами, расположенными в патрубках отвода и подвода воздуха, и выполнен с возможностью воздухообмена внутреннего объема аэродинамической трубы с атмосферой; и блок теплообмена содержит теплообменные камеры, содержащие теплообменник-радиатор, связанный с внешним холодильным агрегатом, и встроенные регулируемые вентиляторы теплообменника, при

этом блок теплообмена выполнен с возможностью притока нагретого воздуха из верхнего горизонтального воздухоотводящего канала и оттока охлажденного воздуха обратно в него.

2. Аэродинамическая труба по п.1, в которой коллекторные камеры и поворотные колена выполнены с жесткими концентричными перфорированными перегородками, образующими каналы.

3. Аэродинамическая труба по п.2, в которой перфорированные перегородки поворотных колен снабжены слоями звукопоглощающего материала.

4. Аэродинамическая труба по любому из пп.1-3, в которой основные вентиляторы установлены в боковых обводных воздуховодных каналах на мотораме и снабжены спрямляющими лопатками.

5. Вертикальная аэродинамическая труба по п.4, в которой моторамы установлены на виброамортизаторах.

6. Аэродинамическая труба по любому из пп.1-5, в которой основные вентиляторы содержат электродвигатели, расположенные в кольцевых кожухах обтекателей с выхлопными патрубками, выполненными с возможностью отвода нагретого воздуха в атмосферу.

7. Аэродинамическая труба по любому из пп.1-6, причем аэродинамическая труба имеет входной блок, содержащий карусельную дверь с вращающимися секторами-проемами и уплотнителями по ее периметру, а также шлюзовую камеру, расположенную между полетной камерой и карусельной дверью.

8. Аэродинамическая труба по любому из пп.1-7, причем аэродинамическая труба содержит корпус, состоящий из корпусов отдельных узлов, выполненных с элементами жесткости.

9. Аэродинамическая труба по п.8, причем корпус аэродинамической трубы расположен внутри ферменной конструкции, установленной на виброопорах.

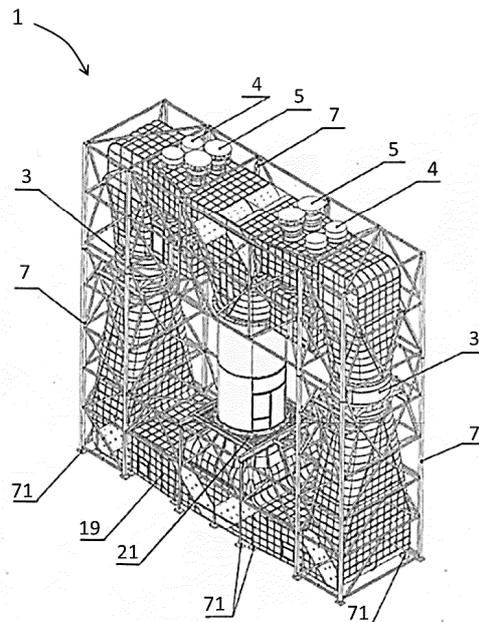
10. Аэродинамическая труба по п.9, в которой виброопоры содержат слои демпфирующих материалов, армированных высокопрочной сеткой.

11. Аэродинамическая труба по любому из пп.8-10, в которой корпусы отдельных узлов содержат фланцы, между которыми установлены вибропоглощающие прокладки.

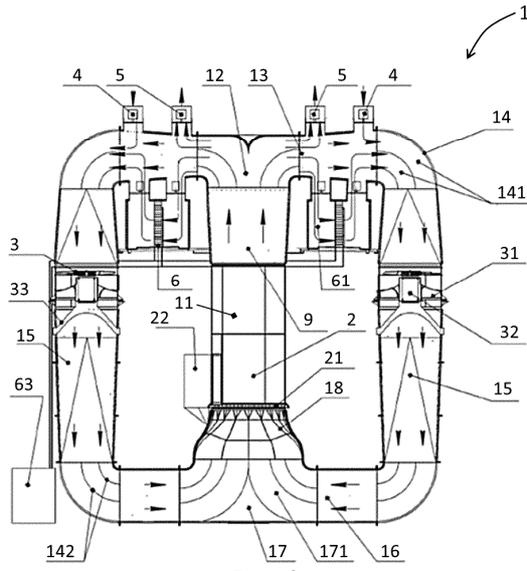
12. Аэродинамическая труба по любому из пп.1-11, в которой патрубок отвода нагретого воздуха выполнен в виде диффузора со звукопоглощающими перегородками, образующими расширяющиеся радиальные каналы.

13. Аэродинамическая труба по любому из пп.1-12, в которой патрубок подвода наружного воздуха выполнен в виде цилиндрической детали с верхним перфорированным участком, на котором установлено основание цилиндрического стакана с образованием кольцевого зазора между их внутренними поверхностями с нанесенным звукопоглощающим покрытием.

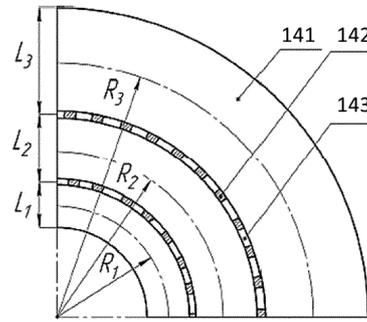
14. Аэродинамическая труба по любому из пп.1-13, в которой вертикальная полетная камера снабжена страховочной сеткой, содержащей систему натяжных тросов и выполненной с возможностью двухступенчатой упругой амортизации при падении пользователя.



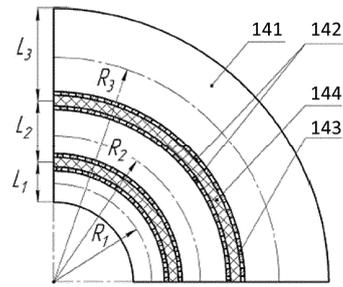
Фиг. 1



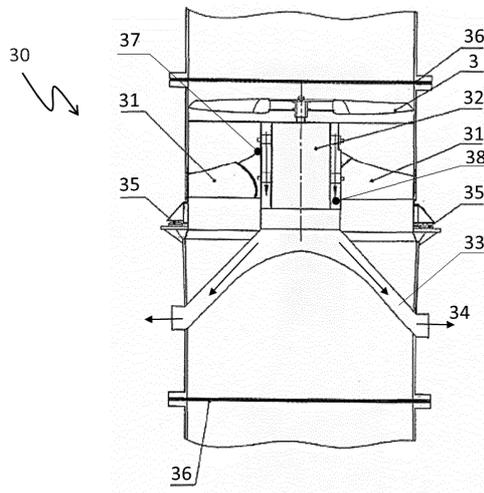
Фиг. 2



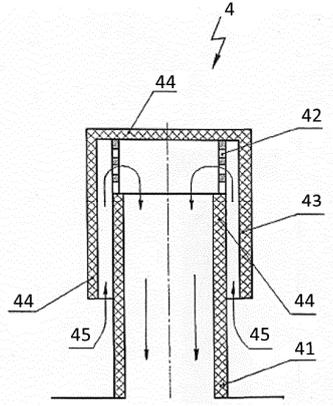
Фиг. 3



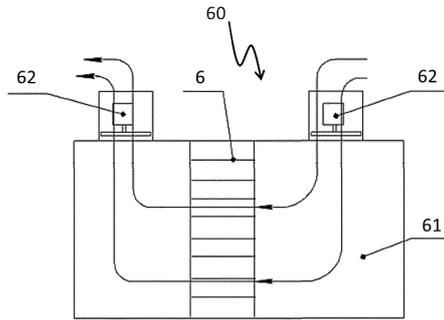
Фиг. 4



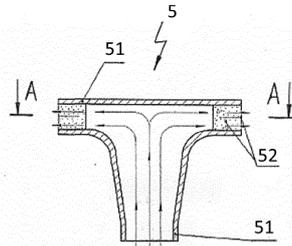
Фиг. 5



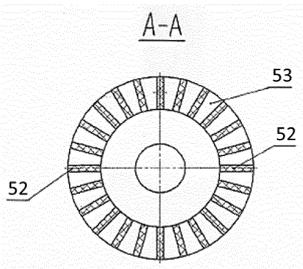
Фиг. 6



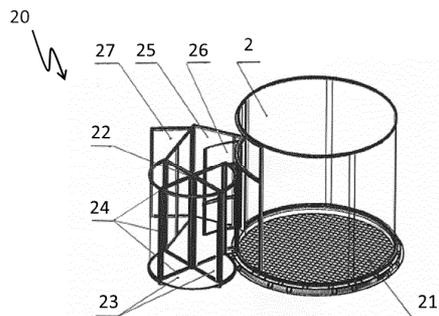
Фиг. 7



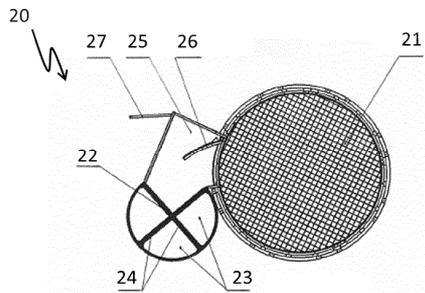
Фиг. 8



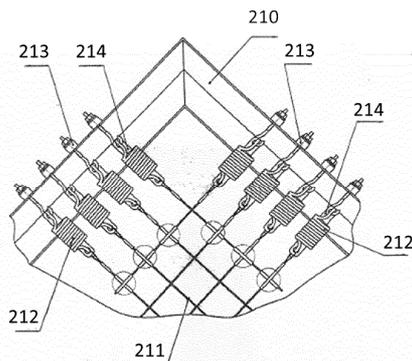
Фиг. 9



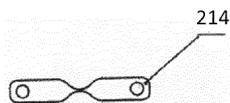
Фиг. 10



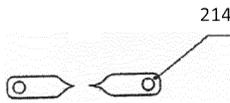
Фиг. 11



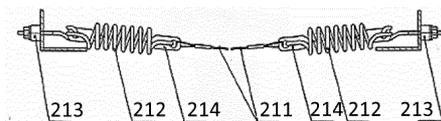
Фиг. 12



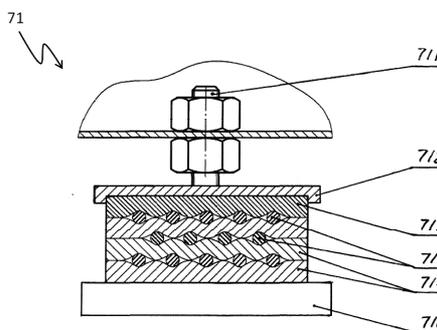
Фиг. 13



Фиг. 14



Фиг. 15



Фиг. 16