



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(51) МПК
B64D 13/08 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **2006122579/11**, **30.12.2004**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
30.12.2004

(30) Конвенционный приоритет:
30.12.2003 DE 103 61 646.2

(43) Дата публикации заявки: **10.02.2008**

(45) Опубликовано: **10.12.2009** Бюл. № 34

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **US 2959028 A, 08.11.1960. EP 0555500 A1, 18.08.1993. GB 1140181 A, 15.01.1969. GB 1284959 A, 09.08.1972. FR 2485473 A1, 31.12.1981. SU 242521 A1, 11.09.1969.**

(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу: **31.07.2006**

(86) Заявка РСТ:
EP 2004/014858 (30.12.2004)

(87) Публикация РСТ:
WO 2005/063577 (14.07.2005)

Адрес для переписки:
**191186, Санкт-Петербург, а/я 230,
"АРС-ПАТЕНТ", пат.пов. М.В.Хмаре, рег.
№ 771**

(72) Автор(ы):

**СЕНТОФАНТЕ Нико (DE),
ПЕТРАК Маркус (DE),
ШЕРЕР Томас (DE),
БУХХОЛЬЦ Уве (DE)**

(73) Патентообладатель(и):

ЭЙРБАС ДОЙЧЛАНД ГМБХ (DE)

(54) УСТРОЙСТВО И СПОСОБ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В КАБИНЕ ВОЗДУШНОГО СУДНА

(57) Реферат:

Предложены устройство и способ регулирования температуры в кабине воздушного судна, в которых при помощи первого устройства управления подачей осуществляется управление подачей нагретого воздуха от первого источника в первую климатическую зону кабины воздушного судна в зависимости от первой температуры, заданной для первой климатической зоны. В случае отказа первого устройства управления

подачей при помощи первого устройства управления давлением осуществляется управление текущим давлением нагретого воздуха, поступающего от первого источника, в первом устройстве управления подачей в зависимости от заданной первой температуры. Технический результат заключается в повышении эффективности управления температурой в кабине воздушного судна. 2 н. и 19 з.п. ф-лы, 5 ил.

RU 2 375 256 C2

RU 2 375 256 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2006122579/11, 30.12.2004**
 (24) Effective date for property rights:
30.12.2004
 (30) Priority:
30.12.2003 DE 103 61 646.2
 (43) Application published: **10.02.2008**
 (45) Date of publication: **10.12.2009 Bull. 34**
 (85) Commencement of national phase: **31.07.2006**
 (86) PCT application:
EP 2004/014858 (30.12.2004)
 (87) PCT publication:
WO 2005/063577 (14.07.2005)
 Mail address:
191186, Sankt-Peterburg, a/ja 230, "ARS-PATENT", pat.pov. M.V.Khmare, reg. № 771

(72) Inventor(s):
**SENTOFANTE Niko (DE),
PETRAK Markus (DE),
ShERER Tomas (DE),
BUKKhKhOL'Ts Uve (DE)**
 (73) Proprietor(s):
EhJRBAS DOJChLAND GMBKh (DE)

(54) AIRCRAFT CAB TEMPERATURE CONTROL METHOD

(57) Abstract:
 FIELD: aircraft engineering.
 SUBSTANCE: proposed invention covers device and method to control aircraft cab temperature. In compliance with this invention, first feed control device control feed of heated air from first source into first climatic zone of aircraft cab depending

upon first temperature preset for first climatic zone. In case first aforesaid first device fails, current pressure of heated air forced from first source is controlled in first air feed device depending upon first temperature.
 EFFECT: higher efficiency of control.
 21 cl, 5 dwg

RU 2 375 256 C2

RU 2 375 256 C2

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение в целом относится к регулированию температуры в кабине воздушного судна.

Уровень техники

5 Для управления температурными режимами в кабинах воздушных судов обычно используют системы, которые отбирают горячий воздух от двигателей силовой
установки воздушного судна. Этот горячий воздух, который называют воздухом
отбора, охлаждают до температуры, которую необходимо иметь в кабине воздушного
10 судна. В случае самолетов, кабины которых разделены на несколько температурных
или климатических зон, часть горячего воздуха охлаждают до наименьшей
температуры одной или нескольких температурных зон. Чтобы в остальных
температурных зонах получить более высокие температуры, горячий воздух перед его
15 охлаждением до наименьшей температуры частично отводят и подвергают
охлаждению в меньшей степени, приводя к температуре, более высокой, нежели
наименьшая, после чего указанный воздух смешивают с воздухом, который был
охлажден до наименьшей температуры, чтобы в рассматриваемых температурных
зонах получить желаемые значения температур. При помощи такой системы, которую
20 также называют «системой с балансировочным воздухом», можно обеспечить
индивидуальное регулирование температур в разных температурных зонах кабины
самолета.

На фиг. 1 в упрощенной форме показана такая известная система 2 регулирования
25 температуры в кабине 4 самолета. Конкретное функциональное назначение
упомянутых ниже элементов, которое они имеют в системе, отмечено в скобках.

Кабина 4 самолета разделена на две климатические зоны 6 и 8, которые, например,
представляют собой соответственно левую и правую стороны кабины 4 самолета.
Каждая климатическая зона 6, 8, в свою очередь, разделена на индивидуальные
30 температурные зоны. На фиг. 1 в качестве примера показаны четыре температурные
зоны 10-16 для климатической зоны 6 и четыре температурные зоны 18-24 для
климатической зоны 8.

Для измерения текущих температур в температурных зонах 10-24 используются
35 датчики 26-40 температуры (датчики воздухопроводов). Датчики 26-40 температуры
расположены внутри концевых участков (не показаны) воздухопроводов 42-56, которые
служат для подачи воздуха в климатические зоны 6 и 8. Кроме того, дополнительные
датчики (не показаны) температуры расположены в самой кабине 4 самолета для
выдачи дополнительной информации о температурах в температурных зонах 10-24.

40 В каждом из подающих воздухопроводов 42-56 расположен клапан 58-72 (клапан
балансировочного воздуха). Управление клапанами 58-72 осуществляется в
зависимости от температур, которые в текущий момент времени имеются в
соответствующих температурных зонах 10-24. Сигналы от датчиков 26-40 температур
обрабатываются управляющим устройством 74 (контроллером системы
45 балансировочного воздуха) с целью управления клапанами 58-72 таким образом,
чтобы получить и поддерживать желаемые температуры в климатических зонах 6 и 8
и, соответственно, в температурных зонах 10-24.

Система 2 получает нагретый воздух через два клапана 76 и 78 (клапан регулировки
50 давления балансировочного воздуха). Нагретый воздух, подаваемый через клапан 76,
получается из горячего воздуха, поступающего от части силовой установки одного
борта самолета, в то время как воздух, подаваемый через клапан 78, берется из
горячего воздуха, поступающего от части силовой установки другого борта.

Клапаны 76 и 78 представляют собой клапаны с пневматическим управлением, которые предварительно настроены так, что поддерживают по существу постоянное давление относительно давления внутри кабины 4 самолета и относительно давлений, действующих в климатических зонах 6 и 8 внутри воздухопроводов 80 и 82 (воздуховоды 5 подачи балансировочного воздуха). Настройка клапанов 76 и 78 осуществляется механически заранее и не может быть изменена во время полета.

Помимо того, что при нормальной работе положение клапанов 76 и 78 может изменяться за счет пневматического управления, клапаны 76 и 78 могут быть открыты полностью, если для обогрева кабины 4 самолета требуется предельная тепловая мощность. Это, например, касается случая, когда требуется быстро обогреть самолет перед взлетом.

Нагретый воздух, подаваемый через клапаны 76 и 78, направляется через воздухопроводы 80 и 82 через участки 84 и 86 к клапанам 58-72. Участки 84 и 86 можно сравнить с коллекторами, поэтому их также называют коллекторами балансировочного воздуха. В точках, расположенных по ходу движения воздуха после клапанов 58-72, но до датчиков 26-40 температуры, нагретый воздух, подаваемый через клапаны 76 и 78, смешивается с воздухом, температура которого соответствует наименьшей температуре, требуемой для температурных зон 10-24. Элементы, необходимые для этого, на фиг.1 не показаны.

Воздуховоды 80 и 82 могут быть соединены вместе через клапан 88 (запорный клапан балансировочного воздуха), который при нормальной работе закрыт. Если, например, возникает отказ клапана 76 или отказ подачи воздуха через этот клапан, то открывается клапан 88, чтобы дополнительно к климатической зоне 8 вести управление температурой климатической зоны 6 при помощи нагретого воздуха, полученного через клапан 78.

После клапанов 76 и 78 и, соответственно, перед участками 84 и 86 в воздухопроводах 80 и 82 расположены обратные клапаны 90 и 92 (обратные клапаны балансировочного воздуха). Клапаны 90 и 92 играют роль блокирующего средства, препятствуя обратному течению воздуха из клапанов 76 и 78. Если в случае неисправности, например, клапана 76 клапан 88 будет открыт, клапан 90 не даст нагретому воздуху, подаваемому через клапан 78, подойти к клапану 76, и, следовательно, указанный воздух может быть использован для регулирования температуры в кабине 4 самолета.

Что касается построения показанной на фиг.1 системы 2 регулирования температуры в двух климатических зонах 6, 8, то такую структуру также именуют двухсегментной системой. Если один из клапанов 58-72 начнет давать сбой или выйдет из строя полностью, далее станет невозможно осуществлять управление температурой в соответствующих температурных зонах и, потенциально, в соответствующей климатической зоне, так чтобы можно было получать и, соответственно, поддерживать требуемые значения температур.

Если, например, произойдет отказ клапана 58 по существу в полностью открытом положении, то возможно, что по меньшей мере температурная зона 10 окажется слишком нагретой. В случае отказа клапана 58 по существу в закрытом состоянии в температурной зоне 10 может произойти нежелательно интенсивное падение температуры.

На фиг.1 элементы системы 2 балансировочного воздуха климатической зоны 6 представляют первый сегмент, а элементы, обслуживающие климатическую зону 8, представляют второй сегмент.

Чтобы избежать вышеупомянутых явлений, в случае отказа одного из клапанов 58-72 полностью закрывают клапан 76, 78 подачи нагретого воздуха соответствующего сегмента. Например, если происходит отказ клапана 58 (частичный/полный), то закрывают клапан 76. Соответственно, далее прекращается подача нагретого воздуха к клапанам 60-64 и температурным зонам 12-16. После этого далее невозможно и управление температурой в климатической зоне 6.

Снабжать исправные клапаны 60-64 нагретым воздухом от клапана 78, открыв клапан 88, не удастся, так как неисправный клапан 58 тогда также будет снабжаться нагретым воздухом. Однако именно это и следует исключить.

Чтобы избежать слишком интенсивного падения или увеличения температуры в климатической зоне 6, можно увеличивать или уменьшать минимальную температуру воздушной смеси, получаемой в точках после клапанов 58-72 (т.е. наименьшую температуру климатической зоны). В этом случае следует добиваться компромисса между температурами в климатических зонах 6 и 8 так, чтобы, с одной стороны, не подвергать пассажиров климатической зоны 8 действию слишком высоких температур, а, с другой стороны, не подвергать пассажиров климатической зоны 6 действию чересчур низких температур.

Раскрытие изобретения

Задача настоящего изобретения состоит в предложении решения, которое обеспечит более эффективное управление температурой в отсеке, в частности решит вышеупомянутые проблемы известных технических решений.

В изобретении указанная задача решается посредством устройства и способа, которые охарактеризованы в независимых пунктах формулы изобретения.

Соответствующее настоящему изобретению устройство для регулирования температуры в кабине воздушного судна содержит первое устройство управления подачей для управления подачей нагретого воздуха от первого источника в первую климатическую зону кабины воздушного судна в зависимости от первой температуры, заданной для первой климатической зоны, и первое устройство управления давлением для управления текущим давлением нагретого воздуха, подаваемого от первого источника, в первом устройстве управления подачей в случае неисправности первого устройства управления подачей, в зависимости от заданной первой температуры.

При нормальной работе устройства, соответствующего настоящему изобретению, регулирование температуры осуществляется за счет управления подачей нагретого воздуха от первого источника, таким образом, что в первой климатической зоне достигается и, соответственно, поддерживается заданная первая температура. В случае неисправности первого устройства управления подачей управление подачей нагретого воздуха от первого источника в зависимости от температуры заменяется управлением давлением в первом устройстве управления подачей посредством первого устройства управления давлением. В этом случае управление давлением воздуха осуществляется так, что в первой климатической зоне достигается и, соответственно, поддерживается первая температура.

Под неисправностью первого устройства управления подачей следует понимать любое рабочее состояние, при котором невозможно путем изменения подачи необходимым образом осуществлять регулирование температуры в первой климатической зоне. Это может произойти не только, если сами органы управления подачей выйдут из строя, но также, если управление подачей не будет соответствовать требованиям получения или поддержания заданной первой температуры. Последнее может быть, например, в случае, если в первой климатической зоне текущая,

фактически действующая температура, регулирование которой осуществляется за счет управления подачей, отклонится от заданной первой температуры на максимально допустимую величину.

5 Желательно дополнительно предусмотреть, чтобы первое устройство управления подачей выполняло управление подачей нагретого воздуха от первого источника во вторую климатическую зону кабины воздушного судна, и чтобы указанное управление осуществлялось в зависимости от второй температуры, заданной для второй климатической зоны. При этом, по меньшей мере в режиме нормальной работы, можно осуществлять раздельное регулирование температуры в различных климатических зонах кабины при помощи воздуха, который используется для обеих климатических зон, а именно нагретого воздуха от первого источника. Поскольку регулирование температуры первой и второй климатических зон посредством управления подачей может быть реализовано, в общем случае, независимо друг от друга, значения первой и второй температур могут различаться несмотря на то, что для обеих климатических зон используется нагретый воздух от первого источника.

10 В случае неисправности первого устройства управления подачей предполагается, в зависимости от заданной второй температуры, осуществлять регулирование температуры при помощи первого устройства управления давлением за счет управления текущим давлением в первом устройстве управления подачей в зависимости от заданной второй температуры. Регулирование температуры в кабине воздушного судна за счет управления давлением, в частности, выгодно в том случае, когда первое устройство управления подачей содержит различные элементы для подачи нагретого воздуха от первого источника в первую климатическую зону и во вторую климатическую зону. Если неисправность первого устройства управления подачей сказывается на второй климатической зоне, то регулирование температуры второй климатической зоны может осуществляться путем управления давлением в зависимости от заданной второй температуры с эффективностью, сравнимой с нормальным режимом работы. Как будет далее следовать из более подробного описания, совсем не требуется для первой климатической зоны регулирование температуры посредством управления подачей менять на регулирование посредством управления давлением.

35 Устройство, соответствующее настоящему изобретению, может также содержать второе устройство управления подачей для управления подачей нагретого воздуха от второго источника в третью климатическую зону кабины воздушного судна в зависимости от третьей температуры, заданной для третьей климатической зоны, и второе устройство управления давлением для управления, в зависимости от заданной третьей температуры, текущим давлением во втором устройстве управления подачей в случае неисправности последнего.

45 Приводимые ранее рассуждения, касающиеся регулирования температуры за счет управления подачей в режиме нормальной работы и регулирования температуры за счет управления давлением в случае неисправности, соответственно применимы и в данном случае.

Использование второго устройства управления подачей и второго устройства управления давлением позволяет построить систему, которая по отношению к кабине воздушного судна является двухсегментной, при этом по меньшей мере в режиме нормальной работы снабжение кабины воздухом осуществляется через два устройства управления подачей и/или два устройства управления давлением.

Желательно, чтобы второе устройство управления подачей служило для

управления подачей нагретого воздуха от второго источника в четвертую климатическую зону кабины воздушного судна в зависимости от четвертой температуры, заданной для четвертой климатической зоны, при этом в случае неисправности второго устройства управления подачей второе устройство управления давлением служит для управления текущим давлением во втором устройстве управления подачей в зависимости от заданной четвертой температуры. Ранее приведенные рассуждения также, соответственно, применимы и в данном случае.

Соответствующий настоящему изобретению вариант осуществления устройства для регулирования температуры в четырех климатических зонах кабины самолета позволяет построить четырехсегментную систему для управления по меньшей мере в режиме нормальной работы четырьмя различными зонами кабины с отдельным поддержанием желаемых температур.

В случае неисправности одного из устройств управления подачей одной из четырех климатических зон можно поддерживать соответствующую температуру в этой климатической зоне за счет управления давлением. Регулирование температуры не затронутых климатических зон может быть продолжено путем управления подачей нагретого воздуха, как это описано ниже более подробно.

Кроме того, предполагается, что соответствующее изобретению устройство может содержать дополнительные устройства управления подачей, обладающие вышеприведенными свойствами и функциями, а также дополнительные устройства управления давлением, связанные с указанными дополнительными устройствами управления подачей и также обладающие вышеприведенными свойствами и функциями, для обеспечения воздухом более четырех климатических зон.

Независимо от числа устройств управления подачей, числа устройств управления давлением и/или числа климатических зон устройство, соответствующее настоящему изобретению, способно исключать ситуации, когда из-за сбоя, влияющего на состояние климатической зоны, регулирование температуры рассматриваемой зоны приходится прекращать. Наоборот, в случае отказа может быть продолжено регулирование температур даже в климатических зонах с нарушенным функционированием, а именно регулирование посредством управления давлением.

В последующих предпочтительных вариантах осуществления изобретения, в общем случае, в описании дается ссылка на одно устройство управления подачей, одну климатическую зону, одно устройство управления давлением и т.д. В зависимости от числа предусмотренных устройств управления подачей, климатических зон, устройств управления давлением и т.п. нижеприведенное описание применимо к первому устройству управления подачей и/или второму устройству управления подачей, первой климатической зоне и/или второй климатической зоне, и/или третьей климатической зоне, и/или четвертой климатической зоне, первому устройству управления давлением и/или второму устройству управления давлением и т.д.

В предпочтительном варианте устройство управления подачей содержит воздушное впускное устройство, связанное с устройством управления давлением, которое предусмотрено для устройства управления подачей, воздушное впускное устройство, связанное с климатической(-кими) зоной(-нами), которая обслуживается данным устройством управления давлением, и воздуховод для передачи соответствующего воздуха от воздушного впускного устройства к воздушному выпускному устройству.

Когда по меньшей мере одна из климатических зон подразделяется на температурные зоны, в которых должно осуществляться отдельное регулирование температур, воздушное впускное устройство, которое принадлежит устройству

управления подачей и которое соответствует данной климатической зоне, содержит подающие воздуховоды для снабжения нагретым воздухом различных температурных зон.

5 Желательно, чтобы управление подачей воздуха в климатическую зону выполнялось посредством клапанного устройства, входящего в состав устройства управления подачей, предусмотренного для рассматриваемой климатической зоны. В этом случае клапанное устройство может быть размещено в соответствующем воздушном выпускном устройстве для подачи нагретого воздуха в соответствующую 10 климатическую зону и управления подачей данного воздуха в зависимости от температуры.

В случае, если подающие воздуховоды используются для снабжения различных температурных зон, клапанное устройство в каждом подающем воздуховоде может 15 иметь в своем составе клапан. Устройство, соответствующее настоящему изобретению, для обнаружения неисправности устройства управления подачей может содержать по меньшей мере одно средство определения рабочего состояния, которое связано с устройством управления подачей. Данные о рабочем состоянии устройства(-ств) управления подачей могут также быть сформированы устройствами 20 или средствами, которые являются отдельными от устройства, являющегося предметом настоящего изобретения, при этом указанные отдельные устройства или средства подключаются согласно соответствующему устройству управления подачей и/или в согласии с устройством, являющимся предметом изобретения.

Желательно, чтобы по меньшей мере одно средство определения рабочего 25 состояния служило для установления текущего рабочего состояния соответствующего клапанного устройства и/или соответствующих клапанов (там, где они присутствуют).

Устройство, соответствующее настоящему изобретению, может содержать по 30 меньшей мере одно устройство измерения давления, связанное с устройством управления давлением, для определения текущего давления воздуха в соответствующем устройстве управления подачей. Применение устройства измерения давления позволяет использовать в качестве устройства управления давлением пневмоуправляемый клапан, которым, например, при нормальной работе можно 35 управлять иным способом - от предварительных начальных установок. Устройство измерения давления дополнительно позволяет, в случае отказа сопряженного устройства управления подачей, снабжать соответствующее устройство управления давлением информацией о текущих давлениях в рассматриваемом устройстве управления подачей, не пользуясь отдельными системами измерения давления.

40 В случае использования первого устройства управления подачей и второго устройства управления подачей предполагается применение соединительного устройства, чтобы иметь возможность избирательного подключения устройств управления подачей.

45 Когда соответствующее изобретению устройство предусматривается, например, для снабжения воздухом первой климатической зоны и второй климатической зоны, и во время нормальной работы выходит из строя одно из устройств управления давлением, то посредством соединительного устройства можно установить соединение между первым устройством управления подачей и вторым устройством управления подачей, 50 так чтобы оба устройства управления подачей снабжались воздухом от другого устройства управления давлением. Применение устройства, соответствующего настоящему изобретению, для более двух климатических зон позволяет, в случае отказа, за счет соединительного устройства продолжать контролируемые по

температуре обогрев и/или охлаждение климатических зон, не подвергшихся влиянию неисправности, путем соединения друг с другом первого устройства управления подачей и второго устройства управления подачей, так что обслуживание указанных климатических зон осуществляется одним устройством управления давлением.

5 Температуру в климатической зоне, подвергшейся влиянию отказа, можно будет затем поддерживать на относительно приемлемом уровне за счет изменения давления при помощи другого устройства управления давлением.

Желательно, чтобы устройство, соответствующее настоящему изобретению,
10 содержало по меньшей мере одно запирающее устройство, связанное с устройством управления подачей, для предотвращения обратного течения воздуха в направлении от соответствующей климатической зоны к соответствующему устройству управления давлением. Такое конструктивное исполнение, в частности, выгодно в случае применения соединительного устройства, чтобы воспрепятствовать течению воздуха
15 от устройства управления давлением, которое снабжает климатические зоны, не подвергшиеся влиянию неисправности, к другому устройству управления давлением, и, в частности, чтобы предотвратить возникающие по данной причине изменения давления, которые мешают или препятствуют процессу регулирования температуры, путем изменения давления в климатической зоне, на которую оказала влияние
20 неисправность. При нормальной работе указанное по меньшей мере одно запирающее устройство может предотвратить повреждение соответствующего устройства управления давлением, например, в случае падения давления в кабине воздушного судна.

25 Вышеприведенные пояснения, касающиеся соответствующего настоящему изобретению устройства, соответственно применимы и к способу регулирования температуры в кабине воздушного судна.

Краткое описание чертежей

30 Далее приведено описание предпочтительных вариантов осуществления изобретения со ссылкой на прилагаемые чертежи, где:

на фиг.1 схематически представлена известная система регулирования температуры в кабине самолета;

35 на фиг.2 показано устройство, соответствующее настоящему изобретению, предназначенное для регулирования температуры в одной климатической зоне кабины самолета (одноsegmentная система);

на фиг.3 показано устройство, соответствующее настоящему изобретению, предназначенное для регулирования температуры в двух климатических зонах кабины
40 самолета и содержащее одно устройство управления давлением;

на фиг.4 показано устройство, соответствующее настоящему изобретению, предназначенное для регулирования температуры в двух климатических зонах кабины самолета и содержащее два устройства управления давлением (двухsegmentная система), и

45 на фиг.5 показано устройство, соответствующее настоящему изобретению, предназначенное для регулирования температуры в четырех климатических зонах кабины самолета (четырёхsegmentная система).

Осуществление изобретения

50 На фиг.2 показан вариант осуществления системы 102 регулирования температуры кабины 104 самолета, в частности температуры климатической зоны 106 кабины 104 самолета.

Климатическая зона 106 разделена на индивидуальные смежные температурные

зоны 110-124. Датчики 126-140 температуры служат для измерения текущих значений температур в температурных зонах 110-124. Датчики 126-140 температуры расположены в области выпускных отверстий подающих воздухопроводов 142-156, через которые нагретый воздух подается в температурные зоны 110-124.

Для управления подачей нагретого воздуха в температурные зоны 110-124 в подающих воздухопроводах 142-156 соответственно установлены клапаны 158-172. На основе сигналов/данных от датчиков 126-140 температуры контроллер 174 осуществляет управление клапанами 158-172 таким образом, что в климатической зоне 106 достигается заданная температура.

Нагретый воздух, получаемый от одного или нескольких двигателей силовой установки самолета, подается через пневмоуправляемый клапан 176. Клапан 176 управляется при помощи давления и служит в качестве устройства для управления давлением воздуха в воздуховоде 180, который соединен с клапаном 176 посредством воздушного впускного отверстия 181, и содержит участок 184, который соединен с воздушными выпускными отверстиями воздухопроводов 142-156 для подачи нагретого воздуха, пропущенного через клапан 176, через клапаны 158-172 в температурные зоны 110-124.

По ходу движения воздуха после клапана 176 в воздуховоде 180 расположен датчик 177 давления для измерения текущего значения давления, действующего в указанном воздуховоде. После датчика 177 давления расположено запирающее устройство 190 в виде обратного клапана. Обратный клапан 190 разрешает течение воздуха в направлении от клапана 176 к клапанам 158-172. Обратный клапан запрещает течение воздуха в противоположном направлении.

Контроллер 174, который получает информацию от датчика 177 давления, также осуществляет управление клапаном 176.

При нормальной работе клапан 176 приводится в действие контроллером 174 в зависимости от давления в воздуховоде 180, таким образом, что поддерживается постоянное давление относительно текущего давления в кабине 104 самолета. В отличие от описанной ранее известной системы, при нормальной работе пневмоуправляемый клапан 176 позволяет заданным образом варьировать давление в воздуховоде 180 относительно давления внутри кабины 104 самолета.

При нормальной работе управление температурой климатической зоны 106 осуществляется путем получения с помощью датчиков 126-140 температуры данных о температурах в температурных зонах 110-124 и путем закрывания или открывания на необходимую величину клапанов 158-172 при помощи контроллера 174 с целью получения требуемой температуры для климатической зоны 106. Кроме показанных на чертеже датчиков 126-140 температуры в климатической зоне 106 могут быть использованы дополнительные датчики температуры, например, связанные с температурными зонами 110-124 (не показаны), чтобы получать дополнительную информацию о текущих температурах, действующих в климатической зоне 106 и/или в температурных зонах 110-124.

В случае неисправности одного или нескольких клапанов 158-172 может оказаться, что по меньшей мере для температурных зон, клапан которых неисправен, будет далее невозможно получать и/или поддерживать требуемую температуру за счет регулирования подачи воздуха при помощи управляемых клапанов. Предполагается, что описываемое ниже управление температурой климатической зоны 106 за счет изменения давления не будет предприниматься в случае любого сбоя в работе клапана. Если произойдет отказ одного из клапанов 158-172, но несмотря на это

сохранится возможность поддержания температуры климатической зоны 106 в заданных пределах за счет изменения подачи воздуха, то система 102 будет действовать, как при нормальной работе (т.е. при отсутствии отказов клапанов) с определенной потерей теплового комфорта в климатической зоне 106. В случае сбоя в работе клапана, который не позволяет осуществлять управление температурой в климатической зоне 106 за счет изменения подачи воздуха, система 102 будет действовать таким образом, что управление подачей воздуха в температурную зону 106 будет заменено управлением давлением.

Если, например, клапан 158 выйдет из строя в полностью открытом или почти полностью открытом состоянии и останется в этом состоянии заблокированным, в соответствующую температурную зону 110 будет поступать чересчур большая тепловая мощность из-за слишком большой подачи нагретого воздуха. Тогда дальнейшее управление температурой температурной зоны 110 путем изменения подачи становится невозможным. В случае обнаружения отказа клапана 158 режим управления температурой климатической зоны 106 за счет изменения подачи деактивируется и заменяется режимом управления температурой за счет изменения давления.

Чтобы воспрепятствовать чрезмерному росту температуры в температурной зоне 110 из-за слишком большого раскрытия клапана 158, осуществляется управление клапаном 176, так чтобы давление, действующее в воздуховоде 180, снизилось до величины, которая обеспечит такое снижение количества воздуха, подаваемого через клапан 158 в температурную зону 110, при котором в указанной зоне будет достигнута требуемая температура. В этом случае факт достижения требуемой температуры в температурной зоне 110 устанавливается посредством датчика 126 температуры. Если клапан 176 исправен, то им управляют таким образом, чтобы получить спад давления в воздуховоде 180 и последующее снижение подачи воздуха через клапан 158. Как только в температурной зоне 110 будет получена требуемая температура, начинают при помощи соответствующего контроллера клапана 176 поддерживать давление в воздуховоде 180 и/или управлять указанным давлением, чтобы можно было поддерживать в температурной зоне 110 требуемую температуру.

Чтобы поддерживать соответствующие температуры в температурных зонах 112-124, клапаны которых исправны, осуществляют управление исправными клапанами 160-172, так чтобы количество нагретого воздуха, попадающего в зоны 112-124 через указанные клапаны, было достаточно для получения и/или поддержания температур в соответствующих температурных зонах. В случае рассматриваемой неисправности производят снижение давления в воздуховоде 180. Соответственно, клапаны 160-172 открывают сильнее, чтобы компенсировать снижение питающего давления и обеспечить температурные зоны 112-124 соответствующей тепловой мощностью.

Если, например, клапан 158 откажет в почти закрытом состоянии, тепловой мощности, которая обеспечивается количеством воздуха, протекающего через указанный клапан, будет уже недостаточно для поддержания требуемой температуры в температурной зоне 110. В этом случае режим управления температурой климатической зоны 106 за счет изменения подачи прекращается и заменяется режимом управления температурой за счет изменения давления. В указанном случае приводят в действие клапан 176, так чтобы получить такое приращение давления в воздуховоде 180, при котором, несмотря на состояние клапана 158, через данный клапан проходило бы достаточно воздуха для необходимого управления

температурой в зоне 110. Чтобы предотвратить появление высоких температур в температурных зонах 112-124, питание которых производится через исправные клапаны 160-172, указанные клапаны прикрывают на величину, достаточную для компенсации увеличения питающего давления, так чтобы в данных зонах можно было
5 получить требуемые температуры.

Если в случае такой неисправности по данным, полученным от датчика 126 температуры, будет установлено, что увеличение давления в воздуховоде 180 не приводит к желаемому росту температуры в температурной зоне 110, то
10 предполагается прекратить дальнейшее наращивание давления через клапан 176. Тем самым можно исключить появление в воздуховоде 180 давлений, которые не обеспечивают требуемого управления температурой в температурной зоне 110, но которые могут привести к повреждениям.

Если клапан 158 откажет в полностью закрытом состоянии, то режим управления температурой климатической зоны 106 за счет изменения подачи может быть сохранен или заменен управлением температурой за счет изменения давления. Поскольку в
15 случае такой неисправности дальнейшая подача воздуха через клапан 158 в климатическую зону 106 невозможна, невозможно и индивидуальное управление температурой для температурной зоны 110. Чтобы получить и/или поддерживать температуры в зонах 112-124 с исправными клапанами на уровне, сравнительно соответствующем требуемому, клапанами 160-172 можно управлять как при
20 нормальной работе. Из-за того, что клапан 158 закрыт, в воздуховоде 180 возникает увеличение давления. Соответственно, чрезмерное увеличение температуры в температурных зонах 112-124, клапаны которых исправны, исключают, управляя
25 клапанами 160-172, так чтобы через указанные клапаны проходило меньше нагретого воздуха. Как вариант, также предполагается переход от режима управления за счет изменения подачи на режим управления за счет изменения давления, при этом
30 производят управление клапаном 176, чтобы компенсировать рост давления, вызванный отказом клапана 158.

Вариант осуществления изобретения, представленный на фиг.3, отличается от варианта, показанного на фиг.2, тем, что кабина 104 самолета наряду с климатической зоной 106 содержит климатическую зону 108, которая разделена на
35 температурные зоны 194-208. Для снабжения температурных зон 194-208 воздухом предусмотрены подающие воздухопроводы 212-226, в которых соответственно установлены клапаны 228-242. В местах выпуска воздуха из воздухопроводов 212-226 соответственно расположены (не показанные на чертеже) датчики, которые
40 аналогичны датчикам 126-140. Подающие воздухопроводы 212-226 подключены к воздухопроводу 182. Воздуховод 182 содержит обратный клапан 192 и патрубок 183 забора воздуха, через который производится подача воздуха от клапана 176. Для измерения давления в воздуховоде 182 по ходу движения воздуха после клапана 176 установлен датчик 177 давления. Ко всем отличительным особенностям и функциям
45 варианта осуществления изобретения, представленного на фиг.3, соответственно применимы вышеприведенные пояснения, касающиеся фиг.2. В частности, это относится к случаю нормальной работы, когда управление температурой климатических зон 106 и 108 осуществляется путем изменения подачи воздуха, и к
50 случаю неисправности, когда управление температурой климатической зоны, в которой произошел отказ, осуществляется путем изменения давления.

В варианте осуществления изобретения, который показан на фиг.4, система 102 служит для регулирования температуры в кабине 104 самолета с двумя

климатическими зонами 106 и 108. Систему 102 можно назвать двухсегментной системой, так как можно осуществлять раздельное управление температурами в климатических зонах 106 и 108. Климатическая зона 106 содержит температурные зоны 110-116, которые снабжаются нагретым воздухом через воздухопроводы 142-148, клапаны 158-164, воздухопровод 180, обратный клапан 190, впускной воздушный патрубок 181 и клапан 176, служащий в качестве устройства для регулирования давления. Климатическая зона 108 содержит температурные зоны 118-124, которые снабжаются воздухом через подающие воздухопроводы 150-156, клапаны 166-172, воздухопровод 182, обратный клапан 192, впускной воздушный патрубок 183 и клапан 178, служащий в качестве устройства для регулирования давления. Для измерения давления воздухопроводы 180 и 182 оснащены датчиками 177 и 179 давления, которые работают в сочетании с устройством регулирования давления 176 и/или 178. Информацию о температурах в климатических зонах 106 и 108 получают от датчиков 126-132 и/или 134-140 температуры.

Воздуховоды 180 и 182 могут соединяться через клапан 188. При нормальной работе клапан 188 закрыт. Поэтому элементы системы 102, которые используются для климатической зоны 106, работают независимо от элементов системы 102, которые отвечают за климатическую зону 108. Клапан 188 остается закрытым также и в случае отказа одного из клапанов 158-164 и/или 166-172; таким образом, и в случае отказа клапана в отношении климатической зоны 106 и климатической зоны 108 системой 102 можно управлять относительно независимо. Следовательно, вышеприведенные пояснения, касающиеся фиг.2, также применимы соответственно для описываемых здесь случаев нормальной работы и неисправности как для элементов системы 102 климатической зоны 106, так и для элементов системы 102 климатической зоны 108.

В случае неисправности клапана 176 или 178 снабжение соответствующей климатической зоны 106 и/или 108 воздухом далее продолжаться не сможет. В таком случае открывают клапан 188, чтобы соединить друг с другом воздухопроводы 180 и 182. Например, если выйдет из строя клапан 176, и если открыть клапан 188, то снабжение и климатической зоны 106 и климатической зоны 108 будет происходить через клапан 178. Обратный клапан 190 не дает воздуху, который поступил через клапан 178, дойти до клапана 176 и повредить его или вызвать утечку в месте клапана 176. Система запирания воздухопровода 180 посредством обратного клапана 190 аналогична системе из варианта осуществления изобретения, показанного на фиг.2, а именно системе, содержащей устройство 178 формирования давления для управления температурой всей кабины 104 самолета. Соответственно, и в тех случаях, когда клапан 188 открыт, и снабжение климатических зон 106, 108 осуществляется через один из клапанов 176, 178, в случае неисправности режим управления температурой за счет изменения подачи воздуха заменяется, как было описано выше, режимом управления температурой за счет изменения давления.

Вариант осуществления системы 102, представленный на фиг.5, служит для обеспечения воздухом четырех климатических зон 106, 108, 107 и 109. Систему 102 на фиг.5 можно назвать четырехсегментной системой, поскольку управление климатическими зонами 106-109 может выполняться с раздельным регулированием температуры.

Климатическая зона 106 содержит температурные зоны 110-116, которые снабжаются нагретым воздухом через подающие воздухопроводы 142-148, клапаны 158-164, воздухопровод 180, обратный клапан 190, впускной патрубок 181 и клапан 176, служащий в качестве устройства для регулирования давления. Климатическая зона 108

содержит температурные зоны 118-124, которые снабжаются нагретым воздухом через подающие воздухопроводы 150-156, клапаны 166-172, воздухопровод 182, обратный клапан 192, впускной патрубок 183 и клапан 178, служащий в качестве устройства для регулирования давления.

5 Климатическая зона 107 содержит температурные зоны 194-200, которые снабжаются нагретым воздухом через подающие воздухопроводы 212-218, клапаны 228-234, воздухопровод 244, обратный клапан 246, впускной патрубок 245 и также через клапан 176. Климатическая зона 109 содержит температурные зоны 202-208, которые
10 снабжаются нагретым воздухом через подающие воздухопроводы 220-226, клапаны 236-242, воздухопровод 248, обратный клапан 250, впускной патрубок 249 и также через клапан 178.

Для измерения давления в воздухопроводах 180, 244 и 182, 248 предусмотрены датчики 177 и 179 давления, которые являются частью устройства 176 и/или 178
15 управления давлением. Информацию о температурах в климатических зонах 106 и 108 получают посредством датчиков 126-132 и/или 134-140 температуры; соответственно, датчики температуры предусмотрены (не показаны) и для климатических зон 107 и 109.

Воздуховоды 180 и 182 можно соединять посредством клапана 188. При
20 нормальной работе клапан 188 закрыт. Воздуховоды 244 и 248 также можно соединять через клапан 252, который при нормальной работе также закрыт. При нормальной работе регулирование температур в климатических зонах 106-109 осуществляется путем изменения подачи воздуха при помощи соответствующих элементов системы 102. В случае неисправности клапана 176 или 178 снабжение
25 воздухом соответствующих климатических зон 106, 107 и/или 108, 109 далее продолжаться не сможет. В таком случае открывают клапаны 188 и 252, чтобы соединить друг с другом воздухопроводы 180 и 182, а также 244 и 248. Например, если выйдет из строя клапан 176, и если открыть клапаны 188 и 252, снабжение
30 климатических зон 106-109 будет происходить через клапан 178. Обратные клапаны 190 и 246 не дают воздуху, который подается через клапан 178, достичь клапана 176. Система запираания воздухопроводов 180 и 244 посредством обратного клапана 190 и/или 246 аналогична варианту осуществления изобретения, показанному на фиг.3, а именно системе, содержащей устройство 178 формирования давления для
35 управления температурой всей кабины 104 самолета. В случае, если во время работы возникает неисправность режима управления температурой за счет изменения подачи воздуха, указанный режим заменяется режимом управления температурой за счет изменения давления, который обеспечивается клапаном, используемым для снабжения
40 воздухом климатических зон 106-109.

В случае, если во время работы возникает неисправность режима управления температурой климатических зон 106-109 за счет изменения подачи воздуха (клапаны 188 и 252 закрыты), то для климатической зоны, в которой возникла
45 неисправность, вместо режима управления температурой за счет изменения подачи вступает в силу режим управления температурой за счет изменения давления.

Например, если произойдет отказ клапана 158, то управление температурой в климатической зоне 106, как было описано выше в отношении фиг.2, будет осуществляться за счет изменения давления. Если клапаны 188 и 252 останутся
50 закрытыми, то, как было описано в отношении фиг.3, снабжение климатической зоны 107 нагретым воздухом будет также осуществляться путем управления давлением.

Чтобы продолжить снабжение климатической зоны 107, на которую неисправность

клапана 158 непосредственно не повлияла, в режиме управления подачей воздуха открывают клапан 252. Это дает возможность подавать нагретый воздух в климатическую зону через клапан 178. В случае таких действий следует учитывать, что давление в воздухопроводах 182, 244 и 248 должно быть выше, чем давление в воздуховоде 180, чтобы клапан 246 оставался в закрытом состоянии. Закрытый клапан 246 отделяет участки системы 102, которые участвуют в регулировании температуры за счет изменения давления, от тех участков, которые используются для регулирования температуры за счет изменения подачи воздуха.

Если в случае неисправности клапана 158, которая предполагается в данных рассуждениях, потребуется снижение давления, то управление в системе 102 в отношении климатических зон 107, 108 и 109 может осуществляться по существу в неизменном режиме управления подачей, поскольку клапан 178, как и в случае нормальной работы, когда клапаны 188 и 252 закрыты, обеспечивает сравнительное постоянство давления в воздухопроводах 182, 244 и 248.

Если отказ клапана 158 потребует увеличения давления в воздуховоде 180, то давление в воздухопроводах 182, 244 и 248 должно быть уменьшено до уровня, меньшего, чем давление в воздуховоде 180. С этой целью соответственно изменяют положение клапана 178, так чтобы отрегулировать на более низком уровне давление, подаваемое на клапаны 150-156, 228-234 и 236-242.

Если при управлении температурой за счет изменения давления будет установлено, что увеличение давления в соответствующем воздуховоде не приводит к желаемому росту температуры в температурной зоне, с которой связана неисправность, то предполагается прекращать дальнейшее наращивание давления через клапан, используемый для этой цели. Тем самым можно исключить появление в соответствующем воздуховоде давлений, которые не обеспечивают требуемого управления температурой в рассматриваемой температурной зоне, но которые могут привести к повреждениям.

Формула изобретения

1. Устройство для регулирования температуры в кабине (104) воздушного судна, содержащее первое устройство управления подачей для управления подачей нагретого воздуха от первого источника в первую климатическую зону (106) кабины (104) воздушного судна в зависимости от первой температуры, заданной для первой климатической зоны, и первое устройство (176) управления давлением для управления текущим давлением нагретого воздуха, подаваемого от первого источника в первое устройство управления подачей в случае неисправности первого устройства управления подачей, в зависимости от заданной первой температуры, причем воздух, подаваемый первым источником, доставляется в первую климатическую зону кабины посредством первого устройства управления подачей.

2. Устройство по п.1, содержащее первое устройство управления подачей для управления подачей нагретого воздуха от первого источника во вторую климатическую зону (108) кабины (104) воздушного судна в зависимости от второй температуры, заданной для второй климатической зоны, и первое устройство (176) управления давлением для управления текущим давлением нагретого воздуха, подаваемого от первого источника, в первом устройстве управления подачей в случае неисправности первого устройства управления подачей, в зависимости от заданной второй температуры.

3. Устройство по п.1, содержащее второе устройство управления подачей для

управления подачей нагретого воздуха от второго источника в третью климатическую зону (107) кабины (104) воздушного судна в зависимости от третьей температуры, заданной для третьей климатической зоны, и второе устройство (178) управления давлением для управления текущим давлением нагретого воздуха, подаваемого от второго источника, во втором устройстве управления подачей в случае неисправности второго устройства управления подачей, в зависимости от заданной третьей температуры.

4. Устройство по п.3, содержащее второе устройство управления подачей для управления подачей нагретого воздуха от второго источника в четвертую климатическую зону (109) кабины (104) воздушного судна в зависимости от четвертой температуры, заданной для четвертой климатической зоны, и второе устройство (178) управления давлением для управления текущим давлением нагретого воздуха, подаваемого от второго источника, во втором устройстве управления подачей в случае неисправности второго устройства управления подачей, в зависимости от заданной четвертой температуры.

5. Устройство по любому из пп.1-4, отличающееся тем, что устройство управления подачей содержит воздушное впускное устройство (181, 183, 245, 249), которое связано с соответствующим устройством (176, 178) управления давлением, воздушное выпускное устройство, которое связано с соответствующей климатической зоной, и воздуховод (182, 244, 248), соединяющий воздушное впускное устройство с воздушным выпускным устройством.

6. Устройство по п.5, отличающееся тем, что воздушное выпускное устройство содержит подающие воздуховоды (142-156, 212-226), которые связаны с температурными зонами (110-124, 194-208) соответствующей климатической зоны.

7. Устройство по п.5, отличающееся тем, что устройство управления подачей содержит клапанное устройство для температурно-зависимой подачи нагретого воздуха в соответствующую климатическую зону (106-109), при этом указанное клапанное устройство расположено в соответствующем воздушном выпускном устройстве (142-156, 212-226).

8. Устройство по п.7, отличающееся тем, что клапанное устройство содержит клапаны (138-172, 228-242) для температурно-зависимой подачи нагретого воздуха в соответствующую температурную зону (110-124, 194-208), причем указанные клапаны (142-156, 212-226) расположены в каждом из соответствующих подающих воздуховодов (142-156, 212-226) соответствующей климатической зоны (106-109).

9. Устройство по любому из пп.1-4, отличающееся тем, что с устройством управления подачей связано средство определения рабочего состояния для установления текущего рабочего состояния соответствующего устройства управления подачей.

10. Устройство по любому из пп.1-4, отличающееся тем, что содержит устройство (177, 179) измерения давления для определения текущего давления в соответствующем устройстве управления подачей, причем устройство (177,179) измерения давления связано с устройством (176, 178) управления давлением и расположено в соответствующем устройстве управления подачей.

11. Устройство по п.3 или 4, отличающееся тем, что содержит соединительное устройство (188, 252) для избирательного соединения первого устройства управления подачей и второго устройства управления подачей.

12. Устройство по любому из пп.1-4, отличающееся тем, что устройство управления подачей содержит запирающее устройство (190, 192, 246, 250) для предотвращения

обратного течения воздуха в направлении от соответствующей климатической зоны к соответствующему устройству (176, 178) управления давлением.

5 13. Способ регулирования температуры в кабине воздушного судна, в котором управляют подачей нагретого воздуха от первого источника в первую климатическую зону кабины воздушного судна в зависимости от первой температуры, заданной для первой климатической зоны, причем в случае неисправности системы управления подачей воздуха в первую климатическую зону, осуществляют управление текущим давлением нагретого воздуха, подаваемого от первого источника, в зависимости от 10 заданной первой температуры, при этом нагретый воздух от первого источника поступает в первую климатическую зону кабины.

14. Способ по п.13, отличающийся тем, что управляют подачей нагретого воздуха от первого источника во вторую климатическую зону кабины воздушного судна в зависимости от второй температуры, заданной для второй климатической зоны, 15 причем в случае неисправности системы управления подачей воздуха во вторую климатическую зону, осуществляют управление текущим давлением нагретого воздуха, подаваемого от первого источника, в зависимости от заданной второй температуры.

20 15. Способ по п.13, отличающийся тем, что управляют подачей нагретого воздуха от второго источника в третью климатическую зону кабины воздушного судна в зависимости от третьей температуры, заданной для третьей климатической зоны, причем в случае неисправности системы управления подачей воздуха в третью климатическую зону, осуществляют управление текущим давлением нагретого 25 воздуха, подаваемого от второго источника, в зависимости от заданной третьей температуры.

16. Способ по п.15, отличающийся тем, что управляют подачей нагретого воздуха от второго источника в четвертую климатическую зону кабины воздушного судна в зависимости от четвертой температуры, заданной для четвертой климатической зоны, 30 причем в случае неисправности системы управления подачей воздуха в четвертую климатическую зону, осуществляют управление текущим давлением нагретого воздуха, подаваемого от второго источника, в зависимости от заданной четвертой температуры.

35 17. Способ по любому из пп.13-16, отличающийся тем, что управление подачей воздуха в соответствующую климатическую зону осуществляют средствами на основе управляемых клапанов.

40 18. Способ по любому из пп.13-16, отличающийся тем, что подачу воздуха осуществляют в температурные зоны соответствующей климатической зоны.

19. Способ по любому из пп.13-16, отличающийся тем, что контролируют процесс управления подачей воздуха для обнаружения отказов в системе управления подачей воздуха.

45 20. Способ по любому из пп.13-16, отличающийся тем, что измеряют текущее давление воздуха для управления подачей воздуха.

50 21. Способ по п.14 или 15, отличающийся тем, что в случае отказа системы управления подачей нагретого воздуха от первого источника и/или отказа системы управления давлением воздуха, подаваемого от первого источника, подачу нагретого воздуха от первого источника по меньшей мере частично заменяют подачей воздуха от второго источника, а в случае отказа системы управления подачей нагретого воздуха от второго источника и/или отказа системы управления давлением воздуха, подаваемого от второго источника, подачу воздуха от второго источника по меньшей

мере частично заменяют подачей воздуха от первого источника.

5

10

15

20

25

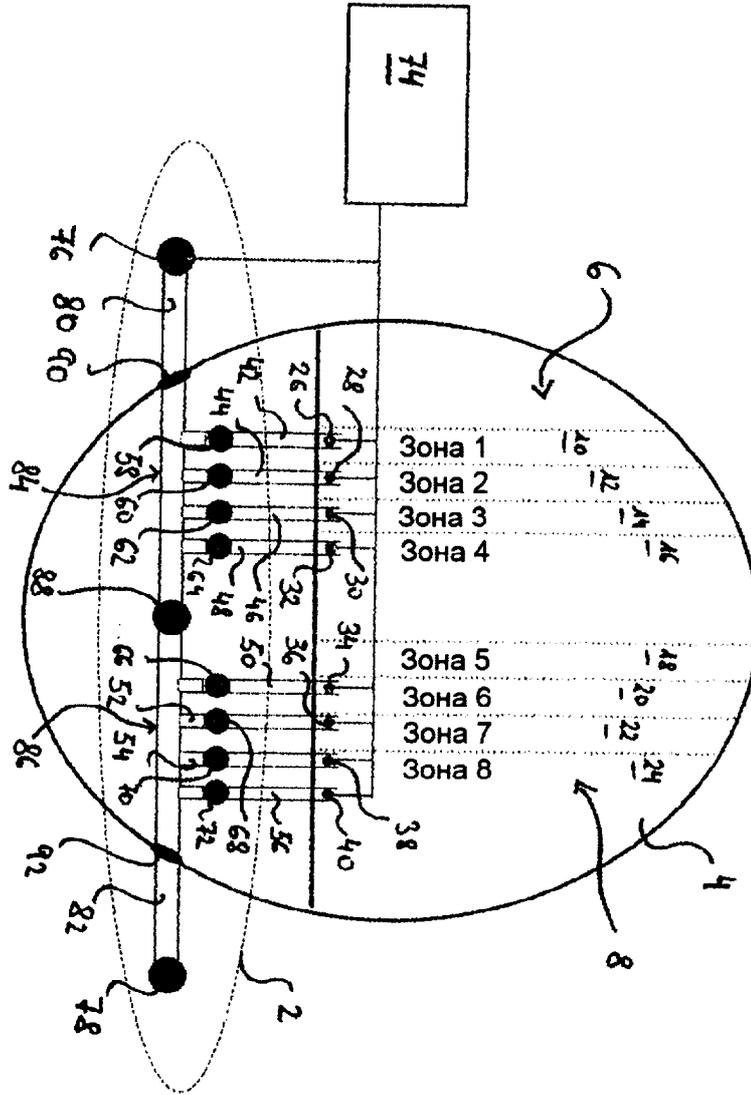
30

35

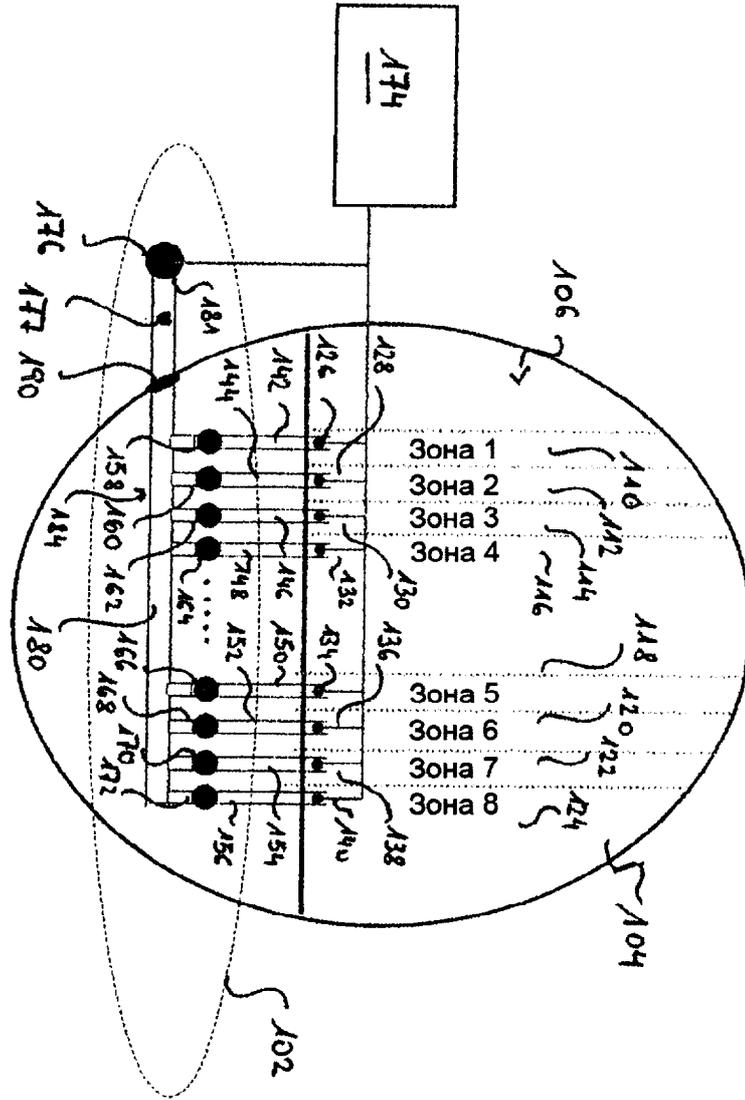
40

45

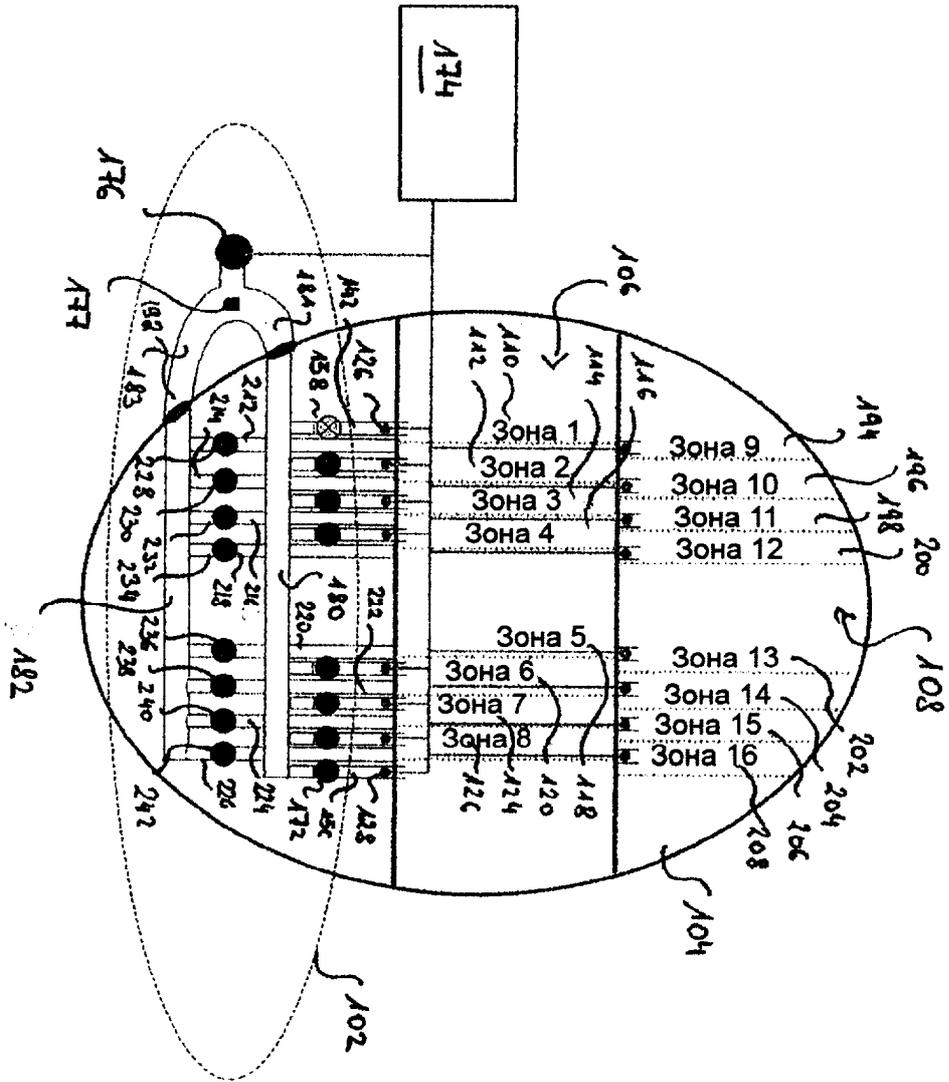
50



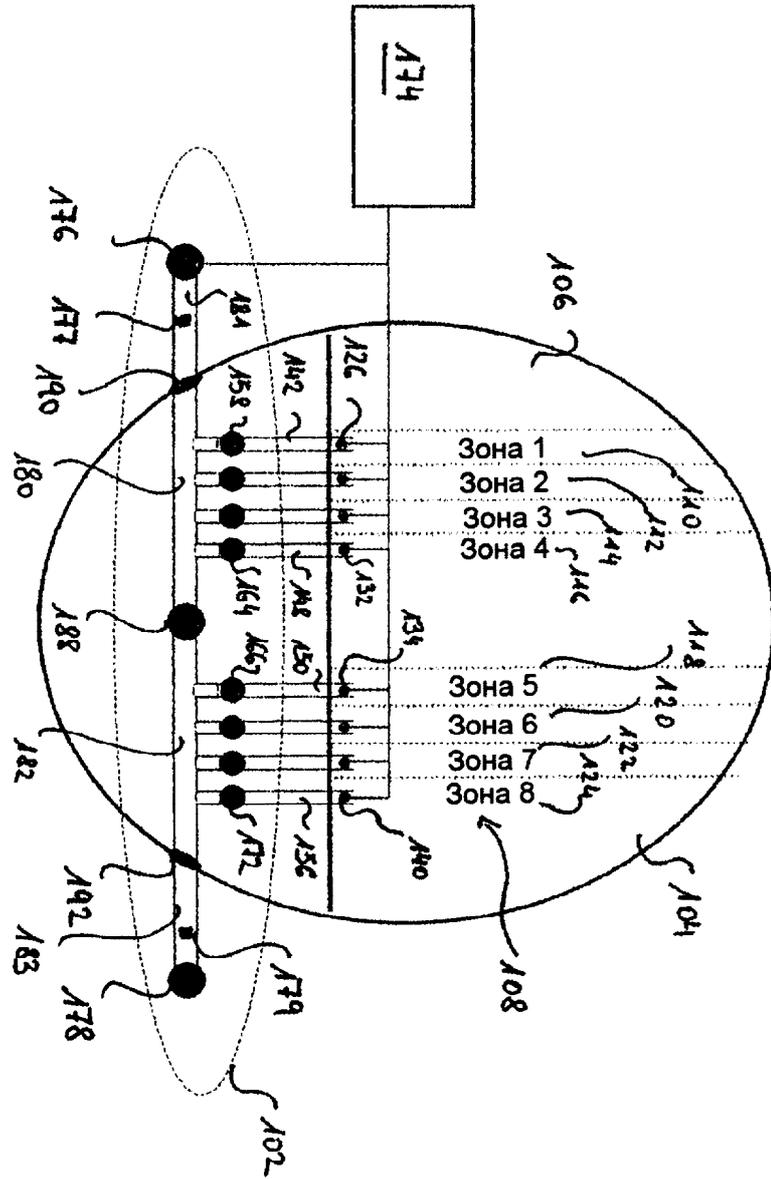
ФИГ. 1



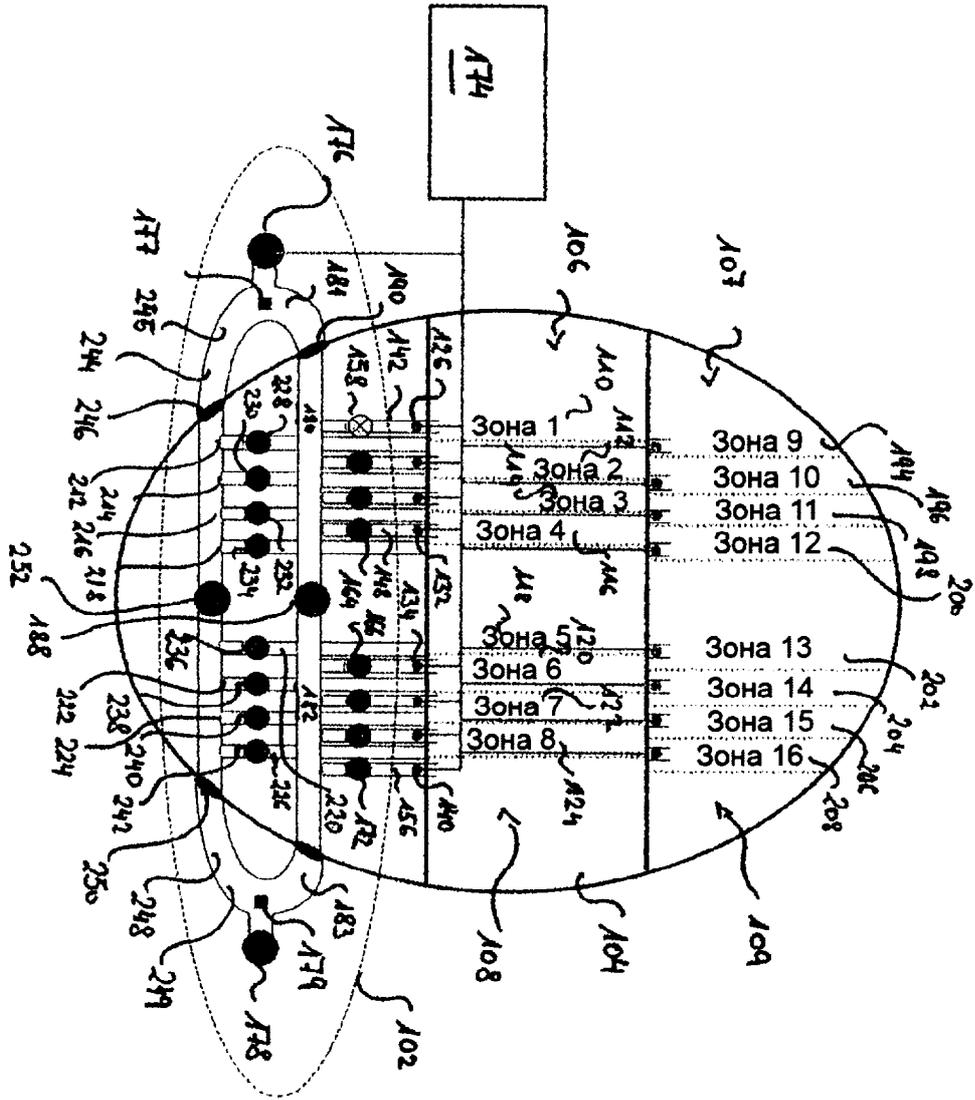
ФИГ. 2



ФИГ. 3



ФИГ. 4



ФИГ. 5