



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2002130714/15, 05.04.2001

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
05.04.2001

(30) Конвенционный приоритет:
28.12.2000 (пп.1-23) US 09/750,801

(43) Дата публикации заявки: 27.03.2004

(45) Опубликовано: 20.06.2007 Бюл. № 17

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 5887439 A, 30.03.1999. EP 0301464
A2, 01.02.1989. FR 2748396 A1, 14.11.1997. WO
9947210 A1, 23.09.1999. SU 1257255 A1,
15.09.1986. US 4121790 A, 24.10.1978. SU
955946 A1, 07.09.1982. SU 994846 A1,
07.02.1983. US 5799652 A, 01.09.1998.

(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу:
18.11.2002

(86) Заявка РСТ:
IB 01/01505 (05.04.2001)

(87) Публикация РСТ:
WO 01/78843 (25.10.2001)

Адрес для переписки:
129010, Москва, ул. Б.Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры", пат.пов. С.А.Дорофееву

(72) Автор(ы):
КОТЛЯР Игорь К. (US)

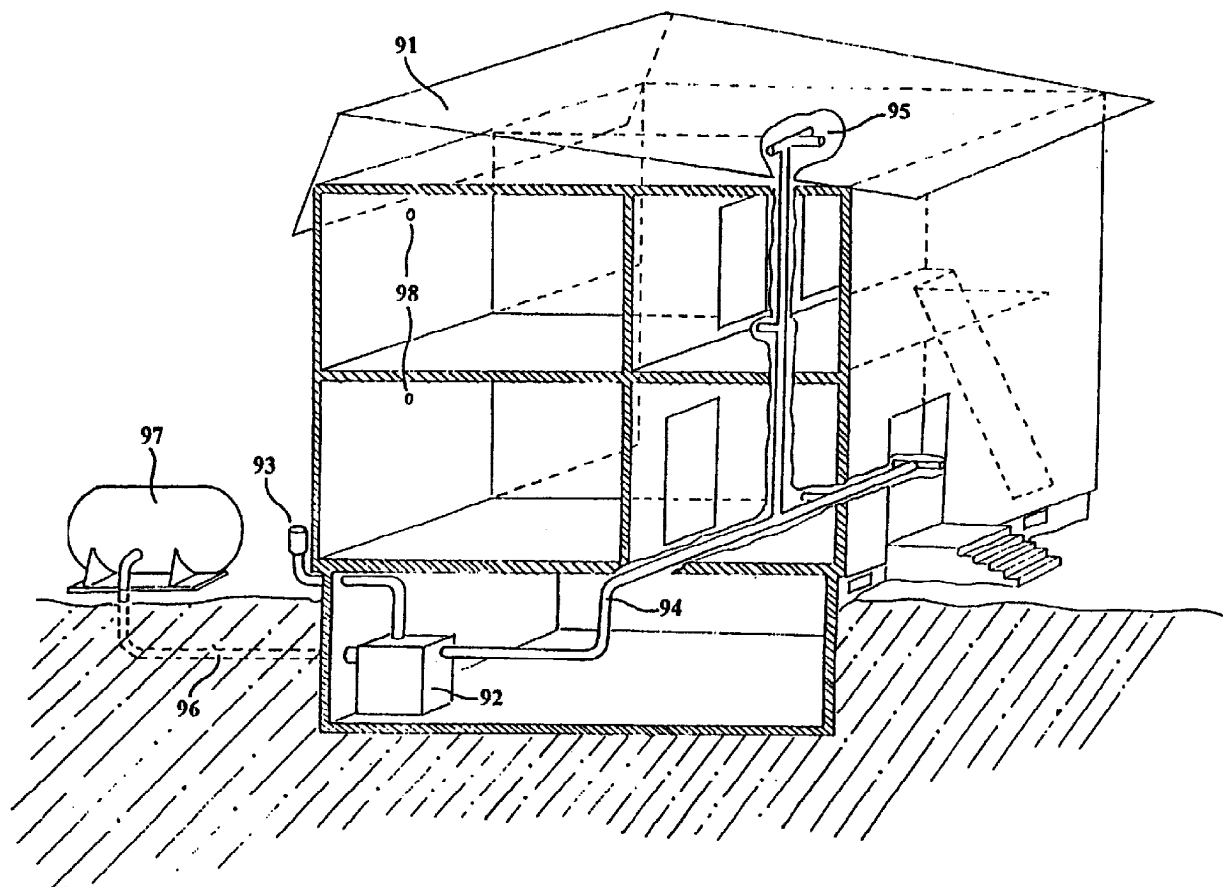
(73) Патентообладатель(и):
КОТЛЯР Игорь К. (US)

(54) ПРЕДОТВРАЩАЮЩИЕ ПОЖАР И ЛИКВИДИРУЮЩИЕ ПОЖАР СИСТЕМЫ И ПРИГОДНЫЕ ДЛЯ ДЫХАНИЯ ОГНЕГАСЯЩИЕ СОСТАВЫ С ПОНИЖЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ КИСЛОРОДА ДЛЯ ЗАНИМАЕМЫХ ЛЮДЬМИ ПОМЕЩЕНИЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к составам, способу и системам, предотвращающим и ликвидирующим пожар, и может быть использовано в любом закрытом занимаемом людьми пространстве. Предварительно приготовленный пригодный для дыхания состав, вводимый для получения постоянных предотвращающих пожар сред, включает азот или отличный от азота инертный газ или газовый состав, имеющий инертные свойства и от 12% до 18% кислорода, а для эпизодического использования в качестве огнегасящего агента состав содержит от 8% до 16,8% кислорода.

Система создает пригодную для дыхания предотвращающую пожар атмосферу. В системе для создания предотвращающей пожар атмосферы внутренняя среда постоянно вентилируется предварительно приготовленным составом, вновь генерируемым устройством для извлечения кислорода или регенерированным системой жизнеобеспечения. Контейнер для хранения огнегасящего состава с пониженным содержанием кислорода используется в системе в случае возникновения пожара. Изобретение обеспечивает безопасные и здоровые условия для людей без использования дорогого оборудования. 5 н. и 18



Фиг. 9

RU 2301095 C2

RU 2301095 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.

A62C 3/00 (2006.01)

A62D 1/06 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 2002130714/15, 05.04.2001

(24) Effective date for property rights: 05.04.2001

(30) Priority:
28.12.2000 (cl.1-23) US 09/750,801

(43) Application published: 27.03.2004

(45) Date of publication: 20.06.2007 Bull. 17

(85) Commencement of national phase: 18.11.2002

(86) PCT application:
IB 01/01505 (05.04.2001)(87) PCT publication:
WO 01/78843 (25.10.2001)

Mail address:
129010, Moskva, ul. B.Spasskaja, 25, str.3,
OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij i
Partnery", pat.pov. S.A.Dorofeevu

(72) Inventor(s):
KOTLJaR Igor' K. (US)(73) Proprietor(s):
KOTLJaR Igor' K. (US)

(54) FIRE PREVENTION AND FIRE SUPPRESSION SYSTEMS AND BREATHABLE FIRE-
EXTINGUISHING COMPOSITIONS WITH DECREASED OXYGEN CONTENT TO BE ADAPTED IN
INHABITED ROOMS

(57) Abstract:

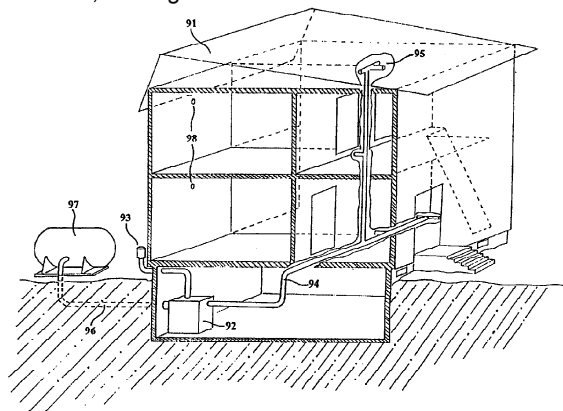
FIELD: firefighting, particularly fire-extinguishing compositions, methods and devices to be used to protect inhabited space against fire.

SUBSTANCE: preliminarily prepared breathable composition to be delivered in space for continuous fire protection medium obtaining in the space to be protected includes nitrogen or inert gas other than oxygen or gas mixture having inert properties and comprising 12-18% of oxygen. Occasionally used composition to be supplied for fire-extinguishment includes 8-16.8% of oxygen. The system creates breathable medium, which prevents fire occurrence in the space. The medium is continuously vented with newly prepared composition obtained in oxygen scavenging device or regenerated by life-support system. The system comprises fire-extinguishing composition storage container to store fire-extinguishing composition

with decreased oxygen content.

EFFECT: creation of safe conditions without the use of expensive equipment.

23 cl, 34 dwg



Фиг. 9

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение предлагает способ, оборудование и состав системы предотвращения пожара и ликвидации пожара, в которой используется среда с пониженным (гипоксическим) содержанием кислорода, для:

- 5 - мгновенного тушения возникшего пожара;
- предотвращения начала пожара.

При ее форме действия, основанной на контролируемом испускании пригодных для дыхания огнегасящих газов, эта безвредная для человека система является совершенно нетоксичной, полностью автоматической и полностью самоподдерживающейся.

- 10 Следовательно, она идеально подходит для обеспечения полной пожаробезопасности жилых домов, промышленных комплексов, транспортных тоннелей, транспортных средств, архивов, компьютерных залов и других закрытых помещений.

Для большинства пожаров (как промышленных, так и непромышленных), возникающих в местах с существенным количеством электронного оборудования, эта Система

- 15 предотвращения пожара и ликвидации пожара (FirePASS™) дает дополнительное преимущество, заключающееся в том, что она абсолютно не требует воды, пены или другого вызывающего повреждения вещества. Таким образом, она может полностью разворачиваться без нанесения ущерба сложному электрическому оборудованию (и хранящимся в нем данным), которое повреждается традиционными системами для
- 20 ликвидации пожара.

Хотя это крайне важно для высокотехнологичных организаций, таких как банки, страховые компании, коммуникационные компании, производители, поставщики медицинских услуг и военные объекты, это приобретает еще большее значение, когда предусматривается непосредственная взаимосвязь между наличием электронного

- 25 оборудования и повышенным риском возникновения пожара.

Описание предшествующего уровня техники

В существующих системах пожаротушения используются либо вода, химические агенты, газообразные агенты (такие как Halon 1301, углекислый газ и гептафторпропан), либо их комбинации. Фактически, все они истощают озоновый слой, токсичны и вредны для

- 30 окружающей среды. Кроме того, эти системы могут начинать действовать только после возгорания. Даже недавно появившаяся система пожаротушения Fire Master 200 (FM 200) (поставляемая Kidde-Fenwal Inc. в США) все же зависит от химикатов и только задерживает распространение пожара на несколько минут. Когда выпускается этот сдерживающий пожар газ, включается дождевальная система, что приводит к
- 35 невозможному повреждению электронного оборудования и других ценностей.

Контакт с FM-200 и другими огнегасящими агентами вызывает меньше беспокойства,

чем контакт с продуктами их разложения, которые большей частью высокотоксичны и опасны для жизни. Таким образом, в настоящее время нет доступного состава для

подавления/тушения пожара, который является и безопасным, и эффективным.

- 40 Относительно пожаров в поезде, на судне или самолете, невозможность быстро эвакуировать пассажиров создает особенно опасную ситуацию. Большинство пассажиров, погибших при пожаре в тоннеле Монблан во Франции, задохнулись в течение минут. В этом случае проблема дополнительно усложняется наличием вентиляционных шахт. Изначально предназначенные для подачи воздуха заблокированным в тоннеле людям, эти
- 45 шахты дают вредный побочный эффект резкого ускорения распространения пожара. Особенно опустошительные результаты дает "эффект дымовой трубы", возникающий в наклонных тоннелях. Примером этого является пожар, возникший в Капрунском тоннеле подъемника для лыжников в австрийских Альпах.

Кроме того, вентиляционные шахты (которые присутствуют фактически во всех

- 50 многоэтажных зданиях и промышленных объектах) значительно повышают риск вдыхания токсичных веществ. Эта проблема дополнительно усложняется частым наличием горючих материалов, которые могут резко ускорять распространение пожара.

Хотя распространение дистанционных датчиков привело к прорыву в области раннего

выявления пожара, усовершенствования в области предотвращения/тушения пожаров в лучшем случае незначительно продвинулись.

Например, наиболее передовая система тушения для борьбы с пожарами в тоннелях предложена Domenico Piatti в документе (PCT IT 00/00125), который можно обнаружить в сети Интернет на сайте robogat@tin.it. Основанное на быстро доставляемом автоматизированном самоходном транспортном средстве (ROBOGAT) устройство Robogat движется к месту пожара в пострадавшем тоннеле. По прибытии, оно выливает ограниченное количество воды и пены для начала пожаротушения. Если необходимо, Robogat может подключаться к внутреннему водоснабжению тоннеля для непрерывного пожаротушения. Эта система сильно ограничена по следующим причинам:

- Время, проходящее между моментом возникновения пожара и прибытием Robogat, неприемлемо.

- Высокие температуры, которые характерны для пожаров в тоннелях, будут вызывать деформацию и разрушение монорельса, линий водоснабжения и линий телекоммуникации.

- Огнестойкость конструкции Robogat вызывает большие сомнения.

- Использование воды и пены при высокотемпературных пожарах в тоннелях эффективно лишь частично и будет приводить к образованию высокотоксичных паров, которые повышают смертность среди заблокированных людей.

Одной из главных проблем в системе безопасности современных пассажирских самолетов, которая остается неразрешенной, является отсутствие надлежащего оборудования для пожаротушения и предотвращения пожара.

Фактически, при возникновении пожара на борту, большинство членов экипажа и пассажиров погибает не от пламени пожара, а от дыма, насыщенного такими токсинами, как бензол, диоксид серы, формальдегид, хлористый водород, аммиак и цианид водорода. Хотя эти и другие химические вещества смертельны, большее количество жертв погибает от угарного газа. Этот не имеющий цвета и запаха газ, в изобилии производимый при пожарах, особенно в замкнутых помещениях с недостаточной вентиляцией, является смертельным даже в малых концентрациях, составляющих менее одного процента.

Токсичные продукты сгорания, выпускаемые в замкнутое помещение, такое как салон самолета с трудно доступными средствами эвакуации, вызывают основное беспокойство на авиационном транспорте. Эта проблема особенно важна для пассажирских самолетов из-за постоянного роста вместимости самолетов и увеличения количества пассажиров, которые могут подвергаться риску.

Распространение токсичных химических веществ в современных передовых материалах приводит к тому, что конструкция салона, полностью выполненная из пластмасс, тканей, проводов и облицовочных материалов, может быть крайне опасной при нагреве, достаточном для выделения газов. Выживание в такой токсичной среде ограничено лишь несколькими минутами. Статистический анализ за последние десятилетия показывает, что около 70-80% смертельных случаев при пожарах происходит от вдыхания токсичного дыма.

Современный пассажирский самолет насыщен электрическим и электронным оборудованием, соединенным многими милями проводов и кабелей. Непредвиденные случайности различного происхождения могут приводить к коротким замыканиям с последующим воспламенением изоляционной оболочки и окружающих горючих материалов. Это приводит к массовому выделению токсичных аэрозолей, составляющих главную опасность согласно статистике гибели людей при пожарах.

Тогда как наиболее опасные для выживания самолета системы, такие как газовые турбины и топливные баки, в достаточной степени оснащены автоматическими системами пожаротушения, пассажирский салон и кабина пилотов практически не имеют средств для предотвращения пожара. Использование стандартных огнегасящих составов, таких как Halon 2000 или ему подобных, не разрешает проблемы из-за высокой токсичности продуктов их пиролиза. Патент США № 4726426 (Miller) описывает такие способы пожаротушения в салоне самолета, как использование вентиляционных каналов от системы пожаротушения в грузовом отсеке, что подвергает пассажиров контакту с

потенциально смертельными комбинациями дыма, огнегасящих составов и в высокой степени токсичных продуктов из пиролиза.

В случае возникновения пожара на борту, пилоты должны полностью пройти аварийный контрольный перечень для определения местонахождения очага пожара. Аварийный контрольный перечень пилотов слишком велик для того, чтобы позволить экипажу контролировать пожары в воздухе. Для экипажа рейса Swissair 111, который разбился вблизи Нова Скотия в 1998 году, унеся жизни 299 человек, время от первого доклада о появлении дыма до падения самолета составило 20 минут, тогда как для полного прохождения аварийного контрольного перечня требуется 30 минут.

Предполагается, что кислородные маски могут спасти пассажиров и летный экипаж от вдыхания токсичных веществ. В реальности, пилотов авиалиний инструктируют не доставать маски, когда риск питания пламени кислородом может обострить ситуацию. Более того, эти маски практически бесполезны против ядовитых газообразных продуктов сгорания. Стандартные кислородные маски для летных экипажей и пассажиров имеют отверстия для смешивания подаваемого кислорода с воздухом в салоне, таким образом, образующие прямой путь для проникновения смертельно опасных газов в легкие. Кроме того, подача кислорода в пассажирском самолете обеспечивает получение лишь менее 20% кислорода, требуемого для дыхания, и длится всего несколько минут.

Альтернативно, увеличение подачи свежего воздуха, как предложено в системе ECHO Air фирмы Indoor Air Technologies Inc. in Canada, будет только распространять пожар и ускорять его летальное действие. Заявка этой фирмы на патент, которую можно обнаружить на сайте www.indoorair.ca в сети Интернет, описывает то, что усовершенствованная вентиляционная система будет давать возможность удалять загрязненный воздух и подавать свежий воздух в салон самолета более эффективно. Заявляя улучшение пожаробезопасности, этот способ на практике улучшает снабжение кислородом очага возгорания.

Недавнее исследование, проведенное Ассоциацией пилотов авиалиний США (ALPA), показало, что в 1999 году в среднем один авиалайнер США в день совершил аварийную посадку из-за короткого замыкания, которое приводило к искрению и появлению дыма и огня в герметизированном салоне. Главной причиной являлась неисправная электропроводка.

Некоторые организации предприняли радикальные действия для решения проблемы. В 1987 году ВМС США заказали удаление наиболее уязвимой электропроводки из их самолетов, и в 1999 году НАСА запретила полеты всего ее флота челночных воздушно-космических аппаратов, когда неисправность электропроводки привела к отмене запуска. Также, каждый день миллионы пассажиров все еще перевозятся коммерческими самолетами, оснащенными старой электропроводкой, которую невозможно надлежащим образом тестировать на предмет наличия неисправностей. В США Федеральное управление гражданской авиации (FAA) организовало расследование проблем, которыми может страдать самолет, который пролетал более 20 лет. С 1988 года началось действие Программы оценки старения самолетов, которое побудил инцидент, когда фрагмент верхней части фюзеляжа старого Боинга 737 сорвало в небе над Гавайями. В 1996 году самолет рейса 800 TWA упал на берег Лонг Айленда, унеся жизни всех находившихся на борту 230 человек. В качестве наиболее вероятной причины, вызвавшей взрыв, была названа неисправность электропроводки внутри топливного бака. В свете этой катастрофы, проверки других самолетов по всему миру привели к обнаружению нескольких других самолетов, в которых изоляция старых проводов, ведущих к датчикам в топливных баках, перетерлась вследствие вибраций или была повреждена при текущем обслуживании.

В настоящее время существует только четыре способа ликвидации пожара в помещениях, где присутствуют люди:

- использование воды;
- использование пены;

- использование химических ингибиторов воспламенения;
- использование газообразных ингибиторов воспламенения.

Многие патенты и заявки описывают использование инертных газов и их смесей для разбавления закрытых атмосфер в замкнутых пространствах. Это техническое решение, названное "приданием инертности", использовалось в ВВС США и во многих промышленных вариантах применения с 1950 года. Однако придание инертности не может применяться в обитаемых средах, и некоторые изобретатели приходили к решениям осуществления частичного придания инертности посредством впрыскивания инертных газов и смесей в замкнутые пространства под строгим контролем электронных средств для достижения 10-12% концентрации кислорода в разбавленном воздухе. Этот диапазон концентраций кислорода до настоящего времени принимался исследователями за догмат, служащий примером порога воспламеняемости для большинства воспламеняемых материалов.

Важный шаг был предпринят Lambertsen и др. (патент США № 4807706 и патент Европы № 0301464А), которые изобрели газовую смесь, которая успешно продавалась по всему миру и представляла смесь из азота, аргона и углекислого газа. Однако это изобретение наряду с подобными решениями (патент Франции № 2748396А и патент США № 3893514А) показали следующие недостатки:

- Газовая смесь дорога в изготовлении.

- Ее приходится транспортировать и размещать на месте в контейнерах высокого давления (дополнительные затраты).

- Количество газовой смеси должно точно вычисляться так, чтобы в каждом случае, когда ее выпускают, образовывалась атмосфера с 10-12% O_2 , в которой люди могут дышать, но огонь будет погашен. Это нереально, поскольку если в момент возникновения пожара открыта дверь или окно, будет недостаточно газа для тушения пожара.

Альтернативно, если выпущено избыточное количество газа, люди могут погибнуть. Кроме того, согласно законам термодинамики, газ, выпускаемый из контейнера высокого давления, будет иметь очень низкую температуру и высокую плотность, что будет удерживать газ внизу, у пола в высококонцентрированной и смертельно опасной форме для лежащего человека.

- Газовая смесь не может служить атмосферой, предотвращающей пожар, поскольку она не пригодна для дыхания, и невозможно подавать большие количества газовой смеси для постоянной вентиляции.

Альтернативно, пригодный для дыхания огнегасящий состав с пониженным содержанием кислорода, соответствующий настоящему изобретению, совершенно не имеет этих недостатков:

- Он может дешево производиться на месте использования.

- Не требуется расходов на транспортировку.

- Содержание кислорода в замкнутом пространстве не может падать ниже концентрации O_2 в составе с пониженным содержанием кислорода при любых условиях, что делает его абсолютно безопасным. В режиме пожаротушения состав в контейнерах высокого давления содержит 12% O_2 , и в режиме предотвращения генераторы воздуха с пониженным содержанием кислорода постоянно вентилируют закрытое пространство пригодным для дыхания составом, содержащим 16% O_2 или менее, если необходимо.

- Состав с пониженным содержанием кислорода может использоваться в качестве постоянной предотвращающей пожар атмосферы, поскольку большие его количества могут производиться на месте с заданной 16-процентной концентрацией кислорода; это не требует дорогого электронного оборудования с обратной связью.

Wagner Ernst Werner и др. описывают (в документах DE 19811851C2 или WO 9947210A) способ уменьшения содержания кислорода в закрытых пространствах посредством введения чистого азота или инертной газовой смеси или извлечения кислорода из такого пространства. Система серьезно зависит от электронной обратной связи со сложной электронной системой или датчиками кислорода, мониторами и средствами управления

для регулирования количества азота, вводимого в закрытое пространство, или количества кислорода, извлеченного из него. Неисправность в такой системе с обратной связью определенно приведет к гибели людей. Кроме того, изобретение не обеспечивает на "базовом уровне придания инертности" возможности постоянной вентиляции обитаемого пространства, которая необходима для удаления водяных паров, углекислого газа и других газообразных продуктов жизнедеятельности человека и промышленного происхождения. Кроме того, на стенах невентилируемого помещения всегда будут размножаться бактерии и будет расти плесень. И наконец, впрыскивание большого количества азота из газовых баллонов для "придания полной инертности" в случае возникновения пожара будет определенно вызывать осаждение холодного и тяжелого азота у пола, что мгновенно убьет всех, кто может лежать на этом уровне.

Настоящее изобретение абсолютно не имеет этих недостатков. Оно не требует дорогого электронного оборудования обратной связи и управления, поскольку содержание кислорода вообще не требует регулирования, что дает наибольшую возможную надежность системы.

Изобретенная система в режиме предотвращения пожара постоянно вентилирует среду свежим воздухом с пониженным содержанием кислорода, удаляя избыточный углекислый газ и другие газы, и обеспечивает безопасные и здоровые условия для находящихся в ней людей.

Работая в режиме ликвидации пожара, система обеспечивает использование окружающего воздуха в закрытом пространстве без недостатков "базового уровня придания инертности", соответствующего документу Wagner и др. Впрыскивание холодного состава с пониженным содержанием кислорода из контейнеров высокого давления не создает риска удушья на уровне пола, поскольку сам состав безопасен для дыхания.

Главным отличием решений известного уровня техники и настоящего изобретения является то, что в системе с пониженным содержанием кислорода в закрытое помещение, в котором находятся люди, впрыскивается предварительно генерированный (или готовый к использованию), пригодный для дыхания огнегасящий состав, содержащий кислород, а не смесь инертных газов, выпускаемую для разбавления содержания кислорода в закрытом пространстве до необходимого уровня, как описано в связи с известным уровнем техники.

Согласно настоящему изобретению, применен радикально отличающийся подход: использование пригодного для дыхания воздуха с пониженным содержанием кислорода для предотвращения и тушения пожара. Эта среда с низким содержанием кислорода полностью исключает воспламенение и горение всех горючих материалов. Кроме того, она совершенно безопасна для дыхания человека (клинические исследования доказали, что длительное нахождение в среде с пониженным содержанием кислорода приносит существенную пользу для здоровья). Пригодный для дыхания воздух с пониженным содержанием кислорода может производиться с невысокими затратами в необходимом количестве посредством извлечения кислорода из окружающего воздуха.

С точки зрения предотвращения пожара, постоянно поддерживаемая среда с пониженным содержанием кислорода может полностью устранить возможность возникновения пожара с одновременным получением очень благоприятной для человека среды. С точки зрения тушения, это изобретение может мгновенно преобразовать среду с нормальным содержанием кислорода в среду с пониженным содержанием кислорода, абсолютно безвредную для жизни человека. Это очень полезно в случае мгновенного возникновения пожаров или взрывов.

Основанный на использовании фундаментальных различий между физиологией человека и хемо-физическими свойствами горения, этот абсолютно новый подход разрешает внутреннее противоречие между предотвращением пожара и созданием безопасной, пригодной для дыхания среды для людей. Следовательно, это изобретение является радикальным прорывом в борьбе с пожарами и делает существующие химические системы ненужными.

Системы для предотвращения пожара и тушения пожара на основе пониженного

содержания кислорода полностью предотвратят массовые социально-экономические потери, происходящие от возникновения пожаров.

Сущность изобретения

Принципиальными целями настоящего изобретения являются следующие:

- 5 - Разработка пригодного для дыхания огнегасящего состава.
- Разработка способа создания предотвращающей пожар атмосферы с пониженным содержанием кислорода внутри занимаемых людьми помещений.
- Разработка оборудования для понижения содержания кислорода, которое производит пригодный для дыхания воздух с пониженным содержанием кислорода, обладающий
- 10 огнегасящими свойствами. Такое оборудование работает на основе процесса адсорбции молекулярным ситом, мембранного отделения и других технологий извлечения кислорода.
- Разработка пригодных для дыхания огнегасящих составов для непрерывного или эпизодического использования в занимаемых людьми помещениях.
- Разработка устройства и способа для мгновенного создания огнегасящей атмосферы с
- 15 пониженным содержанием кислорода, в которой люди могут безопасно дышать (без вспомогательных средств для дыхания). Это может осуществляться посредством испускания огнегасящего агента для понижения содержания кислорода и создания огнегасящей атмосферы, имеющей содержание кислорода в пределах 10-17%.
- Разработка способа создания предотвращающей пожар атмосферы внутри
- 20 герметизированных объектов с регулируемыми уровнями температуры и влажности. Это может осуществляться посредством введения инертного балласта в искусственную атмосферу и изменения первоначальных установок существующих систем жизнеобеспечения и их перепрограммирования.
- Разработка предотвращающих пожар/тушащих пожар сред с пониженным содержанием
- 25 кислорода внутри тоннелей, транспортных средств, частных домов (отдельных комнат или строений в целом), общественных/промышленных объектов и всех других вариантах применения в негерметичных занимаемых людьми помещениях.
- Разработка системы пожаротушения, которая мгновенно выпускает хранящуюся газовую смесь с пониженным содержанием кислорода из пневматической системы
- 30 высокого давления или автономного контейнера.
- Разработка способа и возможности локализации очага пожара посредством использования падающих шторок, дверей или других средств для физического отделения с последующим выпуском пригодных для дыхания газовых огнегасящих смесей.
- Разработка самолетной системы пожаротушения с использованием понижающего
- 35 содержание кислорода огнегасящего агента для создания на борту пригодной для дыхания атмосферы, имеющей огнегасящие свойства.
- Разработка самолетной системы пожаротушения, имеющей эластичный накачиваемый контейнер для содержания огнегасящего агента для понижения содержания кислорода.
- Согласно изобретению предложен предварительно приготовленный пригодный для
- 40 дыхания предотвращающий или ликвидирующий пожар состав для создания пригодной для дыхания предотвращающей или ликвидирующей пожар атмосферы в закрытых пространствах, причем состав является готовым к использованию для введения в закрытые пространства и содержит газовую смесь, включающую кислород и азот, отличающийся тем, что газовая смесь содержит более 12% и менее 18% кислорода для постоянного
- 45 использования в качестве предотвращающей пожар атмосферы; или смесь содержит более 8% и менее 16,8% кислорода для эпизодического использования в качестве огнегасящего агента.
- Предпочтительно, пригодная для дыхания, предотвращающая пожар атмосфера содержит водяные пары, углекислый газ и другие атмосферные газы в количествах,
- 50 пригодных для дыхания.
- Предпочтительно, огнегасящий агент содержит достаточное количество углекислого газа для компенсации пониженного содержания кислорода в человеческом организме так, чтобы при выпуске огнегасящего агента, создавалась пригодная для дыхания огнегасящая

атмосфера с содержанием кислорода, составляющим до 16%, и содержанием углекислого газа, достигающим 5-10%.

Предпочтительно, в составе азот частично или полностью заменен другим инертным газом или газовой смесью, имеющей инертные свойства.

- 5 Также предложена система для создания пригодной для дыхания предотвращающей пожар атмосферы в закрытых пространствах, содержащая окружающую конструкцию, имеющую внутреннюю среду, содержащую пригодный для дыхания предотвращающий пожар состав с содержанием кислорода ниже 18%, и вход, сообщающийся с внутренней средой, при этом внутренняя среда постоянно вентилируется предварительно
- 10 приготовленным пригодным для дыхания предотвращающим пожар составом, имеющим содержание кислорода более 12% и менее 18%, вновь генерируемым устройством для извлечения кислорода или регенерированным системой жизнеобеспечения.

- Предпочтительно, выходное отверстие устройства для извлечения кислорода дополнительно сообщается с контейнером высокого давления для обеспечения
- 15 достаточной подачи огнегасящего состава, выпускаемого во внутреннюю среду для ликвидации пожара.

- Предпочтительно, система жизнеобеспечения имеет модуль регенерации воздуха для удаления излишней влаги, углекислого газа, пыли и других газообразных продуктов жизнедеятельности человека из пригодного для дыхания предотвращающего пожар
- 20 состава;

- причем модуль регенерации воздуха выполнен с возможностью постоянного принятия пригодной для дыхания предотвращающей пожар атмосферы из внутренней среды, с возможностью замены избыточного углекислого газа кислородом и с возможностью обеспечения пригодного для дыхания предотвращающего пожар состава в количествах,
- 25 необходимых для поддержания пригодного для дыхания качества атмосферы;

при этом пригодная для дыхания атмосфера и состав содержат постоянный балласт из азота или другого инертного газа в диапазоне от 83% до 88%, введенный первоначально в необходимом количестве, на которое не оказывает влияния модуль регенерации воздуха; и балласт автоматически предотвращает рост содержания кислорода выше 17%.

- 30 Предпочтительно, контейнер установлен в комбинации с устройством для извлечения кислорода и выполнен с возможностью принятия от него газообразного состава, причем состав постоянно поддерживается под выбранным барометрическим давлением посредством устройства для извлечения кислорода и/или промежуточного компрессора высокого давления.

- 35 Предпочтительно, контейнер является автономным контейнером, имеющим отдельную систему обнаружения огня и/или дыма, которая инициирует выпуск газообразного состава при пожаре.

- Также предложена система для создания пригодной для дыхания огнегасящей атмосферы в закрытых пространствах, содержащая окружающую конструкцию, имеющую
- 40 внутреннюю среду, содержащую внутреннюю атмосферу, и вход, сообщающийся с внутренней средой, при этом система содержит:

контейнер для хранения газа, содержащий предварительно приготовленный огнегасящий состав с пониженным содержанием кислорода в диапазоне от выше 8% до ниже 16% и азот;

- 45 причем количество состава, удерживаемого в контейнере или выпускаемого из него, позволяет при выпуске состава в закрытое пространство обеспечивать создание пригодной для дыхания огнегасящей атмосферы, имеющей концентрацию кислорода в диапазоне от выше 8% до ниже 16%.

- Предпочтительно, контейнер для газа содержит состав под высоким барометрическим
- 50 давлением, предпочтительно, составляющим выше 10 бар, и выполнен с возможностью выпуска его при приеме сигнала от оборудования обнаружения огня и дыма.

Предпочтительно контейнер имеет выпускной клапан, приводимый в действие инициирующим устройством, активизируемым этим сигналом;

причем контейнер имеет выпускные патрубки, подсоединенные непосредственно или через распределительный трубопровод; при этом патрубки имеют снижающее шум устройство для снижения уровня звука при выпуске состава.

Предпочтительно, контейнер установлен в комбинации с устройством для извлечения кислорода и выполнен с возможностью принятия от него газообразного состава, причем состав постоянно поддерживается под выбранным барометрическим давлением посредством устройства для извлечения кислорода и/или промежуточного компрессора высокого давления.

Предпочтительно, контейнер является автономным контейнером, имеющим отдельную систему обнаружения огня и/или дыма, которая инициирует выпуск газообразного состава при пожаре.

Предпочтительно, система содержит множество изолирующих разделительных стенок, образующих избранные сегменты внутреннего пространства; причем изолирующие разделительные стенки выполнены с возможностью избирательного закрывания в случае возникновения пожара для по существу изоляции в закрытом состоянии сегментов друг от друга и от внешней среды.

Предпочтительно, изолирующие разделительные стенки являются накачиваемыми падающими шторами, удерживаемыми в нормальном положении в ненакачанном и сложенном состоянии в держателях штор, установленных под потолком по всему внутреннему пространству;

причем падающие шторы изготовлены из прозрачного и мягкого синтетического материала в форме накачиваемых полотнищ, причем, в накачанном состоянии, они образуют достаточное препятствие для тяги или любого существенного перемещения воздуха в избранные сегменты;

при этом шторы выполнены с возможностью их накачивания газом от пиротехнического устройства или из контейнера, инициируемого сигналом от оборудования для обнаружения пожара.

Предпочтительно, внутренним пространством является внутреннее пространство самолета; огнегасящим составом является смесь кислорода, азота и углекислого газа, имеющая концентрацию кислорода выше 8% и ниже 16% и содержание углекислого газа выше 5%;

причем огнегасящий агент, при его выпуске внутрь пространства в случае возникновения пожара, создает пригодную для дыхания огнегасящую атмосферу с содержанием кислорода в диапазоне от 10% до 16% и с содержанием углекислого газа приблизительно 4-5%, при этом система содержит бортовую систему обнаружения огня и дыма, которая приводит систему в действие посредством открывания выпускного клапана (клапанов) и выключения вентиляционной системы самолета.

Предпочтительно, контейнер для хранения является гибким контейнером, накачиваемым огнегасящим составом до желаемого давления и расположенным в герметичном жестком контейнере, который сообщается с внутренним пространством самолета через средство для накачивания воздуха;

сигнал от бортовой системы обнаружения пожара вызывает открывание выпускного клапана (клапанов), выпускающих огнегасящий агент из контейнера для хранения во внутреннее пространство самолета, при этом средство для накачивания воздуха начинает откачивать загрязненный дымом воздух из внутреннего пространства самолета в жесткий контейнер, создавая положительное давление снаружи контейнера для хранения и вытесняя из него все количество огнегасящего агента;

при этом избыточное количество огнегасящей атмосферы при необходимости выпускается в наружную атмосферу через перепускной клапан.

Предпочтительно, контейнер для хранения является гибким контейнером для хранения, накачанным огнегасящим составом до желаемого давления и расположенным в негерметичном жестком контейнере, имеющем расположенный в нем дополнительный гибкий контейнер, который не накачан и сообщается с внутренним пространством самолета

через средство для накачивания воздуха, откачивающее при обнаружении дыма или огня загрязненный воздух из внутреннего пространства самолета в дополнительный не накачанный контейнер, который выполнен при его накачивании с возможностью приложения положительного давления к контейнеру для хранения и вытеснения из него

5 всего количества огнегасящего агента.

Также предложен способ создания пригодной для дыхания предотвращающей или ликвидирующей пожар атмосферы в закрытых пространствах, в соответствии с которым вышеуказанный предотвращающий или ликвидирующий пожар состав впускают в закрытое занимаемое людьми пространство.

10 Предпочтительно, в способе воздух в закрытом пространстве полностью или частично заменяют газовой смесью, создающей постоянную пригодную для дыхания предотвращающую пожар атмосферу с содержанием кислорода выше 12% и ниже 18% и содержание азота ниже 88%;

15 причем состав постоянно подают в количествах, достаточных для вентилирования закрытого пространства для поддержания пригодного для дыхания качества атмосферы.

Предпочтительно, воздух в закрытом пространстве полностью или частично заменяют газовой смесью, создающей пригодную для дыхания огнегасящую атмосферу, имеющую содержание кислорода выше 8% и ниже 16,8% и содержание азота ниже 92%.

20 Также согласно изобретению предложен предварительно приготовленный пригодный для дыхания предотвращающий или ликвидирующий пожар состав для создания пригодной для дыхания предотвращающей или ликвидирующей пожар атмосферы в закрытых пространствах, причем состав является готовым к использованию для введения в закрытые пространства и содержит газовую смесь, включающую кислород и отличный от азота инертный газ или газовый состав, имеющий инертные свойства, при этом газовая смесь
25 содержит более 12% и менее 18% кислорода для постоянного использования в качестве предотвращающей пожар атмосферы; или смесь содержит более 8% и менее 16,8% кислорода для эпизодического использования в качестве огнегасящего агента.

Краткое описание чертежей

30 Фиг.1 изображает схематический вид плотности молекул кислорода и азота в среде пониженного давления или среде на естественной высоте.

Фиг.2 - схематический вид плотности молекул кислорода и азота в среде нормального давления с пониженным содержанием кислорода с таким же парциальным давлением кислорода.

35 Фиг.3 - схематический вид плотности молекул кислорода и азота в среде нормального давления с нормальным содержанием кислорода или в окружающем воздухе на уровне моря.

Фиг.4 изображает принцип работы системы предотвращения пожара и тушения пожара при нормальном давлении с пониженным содержанием кислорода.

40 Фиг.5 - схематический вид принципа работы генератора НУР-100/В воздуха с пониженным содержанием кислорода.

Фиг.6 - будущую модификацию генератора, показанного на фиг.5.

Фиг.7 - принцип работы модуля мембранного отделения.

45 Фиг.8 - сравнение кривой тушения пламени и кривой насыщения гемоглобина кислородом при введении воздуха с пониженным содержанием кислорода в контролируемое помещение.

Фиг.9 - схематический вид системы, соответствующей настоящему изобретению, для жилого дома.

Фиг.10 - схематический вид системы, соответствующей изобретению, для многоэтажных зданий.

50 Фиг.11 - схематический вид системы, соответствующей изобретению, для промышленных сооружений.

Фиг.12 - схематический вид портативной системы пожаротушения для избранных помещений в здании любого типа.

Фиг.13 - уникальные качества системы, соответствующей изобретению, в мобильной модификации.

Фиг.14 - схематический вид системы, соответствующей изобретению, примененной в вентиляционной системе подземного военного объекта.

5 Фиг.15 - схематический вид принципа работы системы в автомобильном тоннеле.

Фиг.16 - схематический вид в сечении тоннеля с системой разворачивания локализирующих шторок.

Фиг.17 - схематический вид системы, соответствующей настоящему изобретению, для тоннелей электрической железной дороги или метро.

10 Фиг.18 - вид спереди въезда в тоннель с разделительной дверью.

Фиг.19 - схематический вид системы, соответствующей изобретению, для тоннелей для горнолыжных поездов или фуникулеров.

Фиг.20 - схематический вид бортовой системы On-Board FirePASS, которая может использоваться в поездах, автобусах, вагонах метро или других пассажирских

15 транспортных средствах.

Фиг.21 - применение технологии FirePASS в вентиляционной системе существующего пассажирского авиалайнера.

Фиг.22 - применение технологии FirePASS в следующем поколении авиалайнеров, которые могут летать за пределами земной атмосферы (или в космических аппаратах).

20 Фиг.23 - общий принцип работы автономной системы регенерации для герметизированных помещений, занимаемых людьми.

Фиг.24 - вариант применения технологии FirePASS с пониженным содержанием кислорода в автономной системе регенерации воздуха в боевой технике.

25 Фиг.25 - схематический вид применения огнегасящего, пригодного для дыхания состава с пониженным содержанием кислорода, как части внутренней атмосферы космической станции.

Фиг.26 - схематический вид морской системы FirePASS для использования на морских судах, например, танкерах, грузовых, круизных судах или военных кораблях.

Фиг.27 - принцип работы морской системы FirePASS.

30 Фиг.28 - применение системы пожаротушения в конструкции салона самолета.

Фиг.29, 30, 31 и 32 - схематически принцип работы самолетной системы пожаротушения.

Фиг.33 - изменение поглощения кислорода гемоглобином при 10% содержании O_2 во вдыхаемом воздухе, содержащем концентрацию CO_2 окружающей атмосферы в одном случае, и повышенную концентрацию до 4% CO_2 в другом случае.

35 Фиг.34 - схему, представляющую физиологическую реакцию на контакт с соответствующим настоящему изобретению пригодным для дыхания огнегасящим составом с пониженным содержанием кислорода на высоте 2,5 км или на борту современного пассажирского самолета.

Подробное описание изобретения

40 Изобретение основано на открытии, сделанном при проведении исследований с Huroxic Room System, произведенной Huroxico Inc. Изобретатель обнаружил, что процессы воспламенения и горения в среде с нормальным давлением и пониженным содержанием кислорода значительно отличаются от процессов воспламенения и горения, которые происходят в среде с пониженным давлением или на естественной высоте с таким же

45 парциальным давлением кислорода.

Например, воздух с парциальным давлением кислорода, составляющим 4,51 дюйма (114,5 мм) ртутного столба, на высоте 9000 футов (2700 м) может легко поддерживать горение свечи или воспламенение бумаги.

50 Однако, если создать соответствующую среду с нормальным давлением с таким же парциальным давлением кислорода (4,51 дюйм или 114,5 мм ртутного столба), свеча не будет гореть, и бумага не будет воспламеняться. Даже спичка будет мгновенно гаснуть после израсходования кислородосодержащих химических веществ на ее конце. Подобным образом, любой огонь, помещаемый в эту среду с нормальным давлением и пониженным

содержанием кислорода, моментально гаснет. Даже зажигалка на пропане или газовая горелка не зажигаются в такой среде.

Это неожиданное наблюдение ведет к очевидному вопросу: "Почему две среды, которые содержат кислород с одинаковым парциальным давлением (одинаковое количество молекул кислорода в удельном объеме), так по-разному влияют на процессы воспламенения и горения?".

Ответ прост: "Разность концентрации кислорода в этих двух средах сводит к минимуму способность кислорода поддерживать горение. Это происходит потому, что молекулы азота подавляют кинетические характеристики молекул кислорода". Другими словами, повышенная плотность молекул азота создает "буферную зону", которая блокирует действие кислорода.

На фиг.1 показан схематический вид плотности молекул кислорода и азота в среде с пониженным давлением или естественной среде на высоте 9000 футов/2,7 км (все другие атмосферные газы для упрощения дальнейшего описания не учтены). Темные кружки представляют молекулы кислорода, тогда как незакрашенные кружки представляют молекулы азота.

На фиг.2 показана плотность молекул в среде с пониженным содержанием кислорода при таком же парциальном давлении кислорода (при 4,51 дюйме или 114,5 мм ртутного столба), но при нормальном атмосферном давлении, составляющем 760 мм ртутного столба.

Как можно видеть, обе среды содержат одинаковые количества молекул кислорода в удельном объеме. Однако во втором случае (показан на фиг.2) количество молекул азота относительно молекул кислорода составляет приблизительно от 6:1 до 4:1 соответственно.

При сравнении кинетических характеристик обоих газов было обнаружено, что молекулы азота менее подвижны и менее проницаемы (с коэффициентом 2,5), чем молекулы кислорода. Это относительное увеличение количества молекул инертного азота подавляет кинетические характеристики молекул кислорода. Это уменьшает их способность поддерживать воспламенение и горение.

На фиг.3 показано, что на уровне моря состав из кислорода/азота в окружающем воздухе имеет большее парциальное давление (159,16 мм ртутного столба) кислорода, чем в воздухе, обнаруживаемом на высоте 9000 футов (114,5 мм). Следует отметить, что открытый воздух в любой части атмосферы Земли (от уровня моря до высоты Эвереста) имеет концентрацию кислорода, составляющую 20,94%. Однако открытый воздух, обнаруживаемый на уровне моря, имеет существенно большее давление. Таким образом, количество молекул газа в удельном объеме возрастает, поскольку расстояние между молекулами газа уменьшается.

"Гипоксический порог" и его физиологическая основа

В течение последнего десятилетия было накоплено существенное количество данных о физиологическом влиянии сред с пониженным содержанием кислорода. Обширные лабораторные эксперименты наряду с углубленными клиническими исследованиями установили очевидную пользу воздуха нормального давления и с пониженным содержанием кислорода при физических тренировках и для профилактики болезней. Концентрации кислорода в пригодном для дыхания воздухе нормального давления (на высотах до 2600 м) с соответствующим парциальным давлением кислорода абсолютно не оказывают вредного побочного влияния на человеческий организм (Peacock 1998).

На этой высоте проживают миллионы людей по всему миру без вреда для здоровья (Hochachka 1998).

Анализ данных, собранных изобретателем в результате множества экспериментов, привел к заключению, что в условиях нормального давления можно создать искусственную среду с пригодным для дыхания воздухом с пониженным содержанием кислорода, который может одновременно подавлять воспламенение и горение.

Было проведено много экспериментов, направленных на подавление воспламенения и тушение пламени в среде из пригодного для дыхания воздуха нормального давления с

пониженным содержанием кислорода. Было обнаружено, что воспламенение большинства горючих материалов было невозможно, когда содержание кислорода опускалось ниже 16,8%. В ходе испытаний с горением различных испытываемых материалов, распространяющееся пламя было полностью потушено, когда содержание кислорода падало ниже 16,2%.

Это открытие обосновало создание нового научного термина "гипоксический порог", который представляет пределы абсолютной воспламеняемости любого топлива в искусственной атмосфере с содержанием кислорода, составляющим 16,2%. Гашение пламени при гипоксическом пороге приводит к мгновенному устранению горения, включая ускоренное подавление тления. Это приводит к непрерывному подавлению выделения токсичных испарений и аэрозолей.

Эти эксперименты недвусмысленно доказали, что пригодная для дыхания, безопасная для человека среда с содержанием кислорода до 16,2% будет полностью подавлять воспламенение и горение. В отношении парциального давления кислорода, гипоксический порог (16,2% O_2) соответствует высоте 2200 м. Это идентично высоте, которой соответствует давление, создаваемое в пассажирском самолете в ходе обычных полетов. Доказано, что это давление абсолютно безопасно, даже для людей с хроническими заболеваниями, такими как сердечно-легочная недостаточность (Peacock 1998).

Среда с нормальным давлением при гипоксическом пороге обеспечивает предотвращающую пожар атмосферу, которая совершенно безопасна для частных жилых помещений или рабочих мест. Научно доказано, что физиологические эффекты от умеренно пониженного содержания кислорода при нормальном давлении идентичны эффектам, демонстрируемым на соответствующей естественной высоте. Миллионы людей отдыхают на этих высотах (от 2 до 3 км) без вредных побочных эффектов.

Схема, показанная на фиг.8, показывает сравнение разных реакций двух зависимых от кислорода систем (пламени и человеческого организма) в контакте со средой с пониженным содержанием кислорода.

Кривая Y представляет падение интенсивности горения (соответствующей высоте устойчивого распространяющегося пламени) относительно снижающегося содержания кислорода в контролируемой среде. 100% соответствует максимальной высоте пламени при содержании кислорода в открытой атмосфере, составляющем 20,94%. Когда содержание кислорода в контролируемой атмосфере падает ниже 18%, может наблюдаться резкое снижение высоты пламени. При гипоксическом пороге X (16,2% CO_2), пламя и связанное с ним тление полностью погашены.

С точки зрения предотвращения пожара, гипоксический порог может быть установлен на уровне 16,8%. Это связано с тем фактом, что распространяющееся пламя получает дополнительный кислород от комбинации конвекции и производства свободного радикала от расщепляющегося топлива, то есть факторов, которые не существуют, пока не произойдет воспламенение. Однако для обеспечения максимальной защиты каждый будущий вариант осуществления изобретения будет требовать среды с содержанием кислорода, соответствующим "гипоксическому порогу" (16,2%) или ниже его.

Кривая Z показывает изменение насыщения кислородом гемоглобина относительно парциального давления вдыхаемого кислорода. В открытом воздухе (на уровне моря) среднее насыщение гемоглобина составляет 98%. При динамическом равновесии молекулы кислорода связываются с кровяными тельцами (активными, несущими кислород частями молекул гемоглобина) при одинаковом выделении молекул кислорода. Когда PO_2 (парциальное давление кислорода) повышается, интенсивность, с которой молекулы кислорода связываются с гемоглобином, превышает интенсивность, с которой они высвобождаются. Когда PO_2 снижается, молекулы кислорода высвобождаются из гемоглобина с интенсивностью, которая превышает интенсивность, с которой они связываются.

При нормальных тепловых условиях насыщение гемоглобина остается выше 90%, даже при парциальном давлении (PO_2) кислорода в альвеолах, составляющем 60 мм ртутного

столба (которое соответствует высоте 3300 м или 14% O₂ в воздухе нормального давления с пониженным содержанием кислорода). Это означает, что передача кислорода будет продолжаться с допустимой интенсивностью независимо от значительного снижения содержания кислорода в воздухе, находящемся в альвеолах.

5 Важно отметить, что парциальное давление вдыхаемого кислорода может только определять насыщение гемоглобина в альвеолах. Вся последующая передача кислорода и обмен веществ зависят только от баланса между потребностями клеток организма и питающей производительностью сосудов. В стандартных атмосферных условиях парциальное давление нейтральных разбавляющих газов не оказывает влияния на обмен

10 веществ и передачу кислорода.

В противоположность этому, способность молекул кислорода поддерживать горение существенно снижается при увеличении относительной концентрации нейтральных или инертных газов (в данном случае - азота).

15 Радикально отличающиеся свойства этих зависимых от кислорода систем являются критическим фактором, который делает среду с пониженным содержанием кислорода при гипоксическом пороге совершенно безопасной для жизни человека, но не поддерживающей горение.

Схема, представленная на фиг.8, ясно иллюстрирует то, что гипоксический порог существенно не изменяет насыщение гемоглобина. И наоборот, гипоксический порог вызывает мгновенное гашение любого пламени. Следует отметить, что кривая Z представляет кривую насыщения гемоглобина человека, находящегося в среде с пониженным содержанием кислорода без предварительной адаптации. В случаях, когда среда с пониженным содержанием кислорода используется с предупреждающей целью (для предотвращения возникновения пожара), люди быстро адаптируются к пониженному

25 уровню содержания кислорода и будут иметь нормальные уровни насыщения гемоглобина.

Следовательно, для людей, проводящих длительный период времени в среде с пониженным содержанием кислорода, нет никакого риска. Фактически, многие медицинские публикации описывают существенную пользу для здоровья, связанную с долговременным нахождением в среде с нормальным давлением и пониженным содержанием кислорода.

30 Дополнительную информацию об этих исследованиях можно обнаружить на сайте фирмы Hypoxico Inc. (www.hypoxico.com).

Кроме того, дополнительные исследования показали, что высокие уровни влажности повышают способность среды с пониженным уровнем кислорода подавлять горение. Это происходит вследствие того факта, что быстро движущиеся молекулы воды создают

35 вторичную буферную зону, которая делает молекулы кислорода менее доступными для поддержания воспламенения или горения.

На фиг.4 показана базовая концепция создания защищенного от пожара занимаемого людьми пространства 11 нормального давления (или немного повышенного давления) для проживания или работы.

40 На фиг.4 показан конкретный случай с комнатой 11 с блоками электронного оборудования 13 (или с хранящимися горючими материалами), находящимися в среде нормального давления с пониженной концентрацией кислорода на уровне гипоксического порога или ниже. Эта среда обеспечивает абсолютную пожаробезопасность посредством:

- предотвращения воспламенения горючих материалов;
- 45 - мгновенного подавления электрических или химических возгораний.

Среды с пониженным содержанием кислорода, содержащие от 17% до 18% кислорода, также могут обеспечивать ограниченную защиту от воспламенения и горения. Однако относительно общественных помещений (например, музеев, архивов и т.д.) целесообразно поддерживать концентрацию кислорода на уровне от 15% до 16,8%. Относительно

50 занимаемых людьми общественных помещений, которые требуют повышенной защиты от пожара, рекомендуется содержание кислорода, составляющее от 14% до 15%. В помещениях, которые требуют лишь кратковременных периодических посещений людьми, могут использоваться среды с содержанием кислорода, составляющим от 12% до 14%. Это

соответствует высотам от 3 км до 4,5 км (10000-14500 футов).

Воздушная среда с пониженным содержанием кислорода в компьютерном зале поддерживается при температуре, составляющей приблизительно 67°F (18°C) раздельной установкой (14) кондиционирования воздуха, которая соединена с внешним теплообменником (15) шлангом 16. Теплый воздух поступает в установку 14 через входное отверстие 17, охлаждается и затем выходит из установки 14 через выходное отверстие 18. Горячий хладагент и водный конденсат (из воздуха) перемещаются по соединительному шлангу 16 во внешний блок 15. Здесь хладагент охлаждается, и конденсат либо испаряется, либо удаляется. Принцип работы раздельной установки кондиционирования воздуха хорошо известен и не будет описан в этом описании. Пригодным устройством является PAC/GSR, поставляемое итальянской компанией DeLonghi. Более крупные раздельные системы кондиционирования воздуха также легко доступны. Для помещений, которые не содержат компьютерного оборудования, кондиционирование воздуха не требуется.

Генератор 20 воздуха с пониженным содержанием кислорода установлен снаружи от помещения 11. Генератор 20 забирает окружающий воздух через входное отверстие 21 и извлекает кислород. Обогащенный кислородом воздух затем выпускается через выходное отверстие 22. Оставшаяся газовая смесь с пониженным содержанием кислорода перемещается внутрь помещения 11 через подающее выходное отверстие 23. Избыточный воздух с пониженным содержанием кислорода выходит из помещения 11 через дверь 12 для уравнивания атмосферного давления внутри помещения 11 с окружающей средой.

Дверь 12 для входа персонала негерметична, то есть позволяет избыточному воздуху выходить из помещения 11. Для помещения объемом 20 м³ достаточно щели шириной приблизительно 5 мм для немедленного уравнивания давления. При некоторых применениях изобретения полезно создавать среду с немного повышенным давлением. Это может легко осуществляться посредством герметизации помещения 11 и устранения щелей вокруг двери 12. Другие возможности описаны в предшествующих патентах США №№ 5799652 и 5887439.

Количество генераторов воздуха с пониженным содержанием кислорода, требуемых для помещения 11, зависит от комбинации его размеров и количества занимающих его людей. Наиболее пригодным генератором для помещения объемом 20 м³ может быть HYP-100/F. В настоящее время их производит компания Huroxico Inc. of New York. В HYP-100/F используется технология PSA (адсорбции колебанием давления), посредством которой из окружающего воздуха извлекается кислород. Эта не требующая обслуживания установка весит всего 55 фунтов (25 кг) и потребляет всего 450 Вт. Генератор азота с такой же производительностью был бы в 3 раза тяжелее и мог бы потреблять в 2-3 раза больше энергии. Дополнительным преимуществом генератора воздуха с пониженным содержанием кислорода является его способность увеличивать влажность воздуха с пониженным содержанием кислорода. Для исключения инцидентов установка концентрации кислорода не может изменяться пользователем.

На фиг.5 показан принцип работы генератора 20 воздуха с пониженным содержанием кислорода. Компрессор 24 забирает окружающий воздух через всасывающий фильтр 21 и сжимает его до 18 фунтов на квадратный дюйм. Сжатый воздух затем охлаждается в охладителе 25 и перемещается по каналу 26 в распределительный клапан 27. Он соединен с множеством разделительных контейнеров или слоев 29 молекулярных сит через коллектор 28. В зависимости от потребностей конструкции, они могут устанавливаться в линейном или кольцевом порядке. Количество слоев молекулярных сит может варьироваться от одного до 12. HYP-100/F сконструирован так, что он имеет 12 слоев молекулярного сита, расположенных кольцевым порядком, в которых повышается давление за три цикла по четыре слоя за один раз. Это осуществляется вращающимся распределительным клапаном 27. В этом конкретном случае, небольшой электрический приводной двигатель 30 приводит в действие вращающийся клапан 27. Как конструкция,

так и принцип работы вращающихся распределительных клапанов, электродвигателей и приводов хорошо известны и не будут дополнительно описаны. Все эти детали широко доступны от поставщиков клапанов.

Каждый слой 29 молекулярного сита (или группа слоев в случае с HYP-100/F)

5 подвергается повышению давления циклами через клапан 27, который избирательно перенаправляет сжатый воздух в каждый слой. Эти слои 29 наполнены материалом, представляющим собой молекулярное сито (предпочтительно, цеолитами), который пропускает через себя кислород, но адсорбирует другие газы, включая водяные пары (что важно для получения конечного продукта). Кислород (или обогащенная кислородом

10 фракция), прошедшая через цеолиты, накапливается в коллекторе 31 и выпускается через выпускной клапан 32. Затем он выпускается в атмосферу через выпускное отверстие 22.

Когда цеолиты в одном из слоев 29 оказываются насыщенными воздухом с пониженным содержанием кислорода, подача сжатого воздуха блокируется клапаном 27. Давление в этом слое затем сбрасывается, что позволяет воздуху с пониженным содержанием

15 кислорода выходить из цеолитов слоя 29. Затем он передается через коллектор 28 в трубопровод 23 подачи воздуха с пониженным содержанием кислорода. Однопутевой выпускной клапан 32 поддерживает насыщенную кислородом фракцию в коллекторе 31 под минимальным давлением (приблизительно 5 фунтов на квадратный дюйм). Это обеспечивает то, что при сбросе давления в слое 29 в него может снова поступать

20 достаточное количество кислорода. Это промывает цеолиты, которые насыщены азотом и водой, что, таким образом, повышает их абсорбционную способность.

Вращающийся электропривод 30 может быть заменен линейным приводом с механическим клапаном 27 распределения воздуха. Электропривод 30 может быть также заменен электромагнитным узлом или воздушными клапанами 27 с электроприводами.

25 Однако это будет требовать добавления монтажной платы, что сделает генератор 20 более дорогим и менее надежным. Электромагнитные клапаны, механические клапаны и линейные приводы широко распространены и не будут описываться дополнительно.

На фиг.6 показан генератор 40 воздуха с пониженным содержанием кислорода, который производит фирма Huroxico Inc. Эта модель работает на сжатом воздухе, подаваемом

30 компрессором 24, и не требует дополнительных электродвигателей, переключателей или печатных плат. В этом случае распределительный клапан 47 состоит из одного или более управляемых воздухом клапанов, установленных в коллекторе 48. Управляемые воздухом клапаны приводятся в действие сжатым воздухом и не требуют дополнительного обеспечения. Сжатый воздух очищается долговечным высокоэффективным сухим

35 воздушным фильтром 49, поставляемым Huroxico Inc. Пригодные приводимые в действие воздухом клапаны поставляются Humphrey Products in Kalamazoo, MI, USA. В распределительном клапане 47 могут использоваться многие комбинации для распределения сжатого воздуха циклическим образом. Пригодный клапан может быть подобран из группы, которая включает электрический, механический, приводимый в

40 действие воздухом или электромагнитный клапаны. Могут использоваться как линейные, так и вращающиеся конфигурации с приводами, управляемыми давлением, механическими пружинами, двигателями или реле времени. В этом описании невозможно охватить все потенциальные технические решения для распределения воздуха. Количество слоев молекулярных сит в этой модели может варьироваться от 1 до 12 (или более).

45 Генератор HYP-100/F выдает воздух с пониженным содержанием кислорода, составляющим 15%, с производительностью 100 л/мин (при этом возможны разные установки от 10% до 18%, которые должны предварительно устанавливаться на заводе). Генератор HYP-100/F защищен от несанкционированного вмешательства, и лицо, не обладающее полномочиями, не может изменить установку уровня кислорода. Huroxico Inc.

50 может также поставлять генераторы большего размера производительностью до 1200 л/мин.

Генератор 20 воздуха с пониженным содержанием кислорода выдает воздух с пониженным содержанием кислорода и приблизительно на 15% большей влажности, чем

окружающий открытый воздух. В мягких климатических условиях этот повышенный уровень влажности наряду с надлежащей температурой обеспечивает получение идеальной среды для компьютеров. В более сухих климатических условиях, или когда вместо генератора 20 воздуха с пониженным содержанием кислорода используется генератор азота,

- 5 целесообразно использование увлажнителя 19 (необязательного в других случаях) для поддержания в помещении относительной влажности, составляющей приблизительно 40%. Пригоден любой увлажнитель, сертифицированный для общественного использования.

- Несколько генераторов 20 можно размещать в специальном генераторном помещении с собственным источником переменного тока и питанием свежим воздухом в объеме свыше
10 500 кубических футов в час (14 м³/час) на каждый генератор HYP-100/F. Это пригодно для более крупных объектов с многими помещениями 11. В этом случае, следует устанавливать более крупные установки кондиционирования воздуха, работающие в режиме рециркуляции. Генераторы воздуха с пониженным содержанием кислорода будут обеспечивать достаточную вентиляцию и подачу свежего воздуха. Каждый генератор
15 воздуха с пониженным содержанием кислорода снабжен HEPA (высокоэффективным сухим воздушным фильтром), который выдает почти стерильный воздух. В дополнение, эта "чистая среда" также полезна для предотвращения пожара, поскольку она существенно уменьшает накопление пыли в компьютерном оборудовании.

- Помещение 11 может также представлять собой компьютерный кабинет 13. В этом
20 случае, воздух с пониженным содержанием кислорода, подаваемый миниатюрным генератором 20, охлаждается небольшим теплообменным модулем 14 (оба устройства поставляет Nuroxico Inc.).

- Вместо генератора 20 воздуха с пониженным содержанием кислорода может использоваться любое устройство для извлечения кислорода, такое как генератор азота
25 или концентратор кислорода. Однако это будет создавать существенные недостатки. Генераторы азота на основе PSA (адсорбции колебанием давления) и мембранного отделения требуют значительно больших давлений. В результате этого можно получить менее эффективную установку, которая тяжелее, шумнее и дороже в эксплуатации. Кроме того, генераторы азота неэффективны и создают очень сухой продукт, который требовал
30 бы усиленного увлажнения. В устройстве 20 для извлечения кислорода могут также использоваться другие технологии извлечения кислорода, такие как абсорбция колебанием температуры или колебанием электрического тока. Большинство этих технологий основано на использовании воздушного насоса и модуля разделения воздуха. Конструкция и принцип работы таких модулей разделения воздуха (с использованием технологий адсорбции
35 молекулярным ситом и мембранного отделения) хорошо известны и широко применяются.

- На фиг.7 показан схематический вид генератора азота или концентратора кислорода с использованием мембранного модуля 50 обогащения кислородом. Извлеченный кислород выпускается через выходное отверстие 53. Сухой сжатый воздух подается через входное отверстие 51 в модуль 50 с мембраной из полых волокон. Быстро движущиеся молекулы
40 кислорода под давлением диффундируют сквозь стенки полых волокон и выходят через выходное отверстие 53. Сухой азот или обогащенная азотом газовая смесь проходит через полые волокна и перемещается через выходное отверстие 52 в помещение 11. Использование этой технологии в системе Nuroxix FirePASS требовало бы дополнительного увлажнения среды в помещении 11.

- 45 Как генераторы азота, так и концентраторы кислорода требуют сложного компьютеризированного контрольного оборудования для контроля и текущего слежения за уровнями содержания кислорода. Это делает их небезопасными для объектов, занимаемых людьми.

- Принцип создания среды нормального давления с пониженным содержанием кислорода
50 для предотвращения и тушения пожара может применяться для любого помещения. Преимущество от создания предотвращающей пожар среды с пониженным содержанием кислорода получают закрытые объемы любой конфигурации и любого размера, включая здания, морские суда, грузовые контейнеры, воздушные лайнеры, космические

корабли/космические станции, компьютерные залы, частные дома и большинство промышленных и непромышленных объектов.

В большом компьютерном помещении каждый стеллаж с компьютерным оборудованием 13 может быть заключен в собственную оболочку 11 с пониженным содержанием кислорода. Такое энергосберегающее решение будет обеспечивать создание среды с нормальным содержанием кислорода вокруг стеллажей 13. Кроме того, это не будет мешать существующей противопожарной системе объекта. Более того, на объекте можно использовать значительно более дешевую дождевальную систему, поскольку вода не сможет повредить компьютерное оборудование, которое закрыто внутри водонепроницаемых панельных оболочек с пониженным содержанием кислорода. Фирма Huroxico Inc. in New York производит пригодные модульные панельные оболочки любого размера. В этом случае, кондиционирование воздуха для каждой оболочки становится необязательным, поскольку помещение может быть уже достаточно охлажденным.

На фиг.8 показано сравнение кривой Y гашения пламени и кривой Z насыщения гемоглобина в контролируемой атмосфере в ходе постепенного снижения содержания кислорода (это было описано ранее).

На фиг.9 показан схематический вид частного дома с двухрежимной модификацией системы FirePASS. Системе может быть задан режим предотвращения или режим ликвидации пожара.

Дом 91, имеющий развернутую систему Home FirePASS, будет содержать генератор 92 воздуха с пониженным содержанием кислорода с внешним входным отверстием 93 для воздуха и распределительным трубопроводом 94. Выпускные патрубки 95 будут располагаться в каждом помещении.

Этот тип генератора 92 воздуха с пониженным содержанием кислорода содержит дополнительный компрессор (не показан), который позволяет хранить воздух с пониженным содержанием кислорода в контейнере 97 высокого давления и пополнять его по трубе 96.

Воздух с пониженным содержанием кислорода, используемый в режиме предотвращения пожара, должен содержать кислород на уровне, составляющем приблизительно 16%. В режиме ликвидации пожара содержание кислорода во внутренней атмосфере (после срабатывания системы FirePASS) должно быть между 12% и 14%.

Датчики 98 дыма и пламени, установленные в доме, будут инициировать работу системы Home FirePASS в режиме ликвидации пожара (в режиме предотвращения пожара воспламенение невозможно). Все оборудование для обнаружения пожара и управления системой доступно на рынке и не будет дополнительно описано.

Контейнер 97 для хранения может содержать воздух с пониженным содержанием кислорода под давлением, составляющим приблизительно 100 бар (или выше), когда требуется небольшой контейнер. Контейнер 97 может быть установлен снаружи от дома 91, предпочтительно, в защитном корпусе. Контейнеры высокого давления для хранения газа и компрессоры легко доступны на рынке. Генератор 92 воздуха с пониженным содержанием кислорода для системы Home FirePASS поставляет Huroxico Inc.

Принцип работы системы можно описать следующим образом. Генератор 92 воздуха с пониженным содержанием кислорода всасывает снаружи свежий воздух через входное отверстие 93 и подает воздух с пониженным содержанием кислорода в контейнер 97 высокого давления при помощи встроенного компрессора. Рекомендуемое давление хранения в контейнере составляет приблизительно 100 бар.

Система имеет два режима работы: режим предотвращения и режим ликвидации. Когда дом остается незанятым людьми (в рабочее время или во время отпуска), режим предотвращения пожара включают нажатием кнопки на главной панели управления (не показана). Это инициирует работу системы посредством пуска генератора воздуха с пониженным содержанием кислорода и медленного выпуска воздуха с пониженным содержанием кислорода из контейнера 97 в распределительный трубопровод 94. Патрубки 95 находятся в каждом помещении дома. В результате, приблизительно через 15 минут

может установиться предотвращающая пожар среда (с содержанием кислорода на уровне 16%). Кроме того, может создаваться среда с пониженным содержанием кислорода на уровне ниже 10%. Это является очень эффективным защитным средством против незаконно вторгшихся в дом людей, поскольку это крайне дискомфортная среда для

5 пребывания человека. Когда люди возвращаются домой, они могут быстро восстановить атмосферу с нормальным содержанием кислорода посредством открывания окон или использования вентиляционной системы (не показана). Когда создана предотвращающая пожар среда, генератор 92 будет пополнять контейнер 97 воздухом с пониженным содержанием кислорода.

10 При необходимости, предотвращающая пожар среда может устанавливаться на постоянной основе, что делает контейнер 97 ненужным. В режиме предотвращения пожара генератор 92 системы Home FirePASS будет постоянно создавать безвредную для людей среду нормального давления с пониженным содержанием кислорода на уровне 16%. Это соответствует высоте 2200 м над уровнем моря. Эта пригодная для дыхания

15 предотвращающая пожар атмосфера дает ряд полезных для здоровья эффектов (описанных на сайте www.hypoxico.com) и исключает возможность горения (даже курение внутри дома 91 будет невозможным). Для приготовления пищи должны использоваться электрические приспособления. Приспособления для домашнего отопления, которые работают на газе или жидком топливе, могут работать посредством создания канала

20 подачи воздуха, который позволяет втягивать окружающий воздух для поддержания горения.

Режим ликвидации пожара системы непосредственно связан с работой датчиков 98 дыма или тепла, установленных в каждом помещении дома. Сигнал от датчика 98 дыма передается на главную панель управления, которая открывает автоматический выпускной

25 клапан (не показан). Это приводит к быстрому нагнетанию газовой смеси с пониженным содержанием кислорода из контейнера 97. Выпускные патрубки 95 могут быть снабжены приводимыми в действие воздухом сиренами, которые включаются при нагнетании воздуха с пониженным содержанием кислорода. Рекомендуются нагнетать газ с пониженным содержанием кислорода во все помещения одновременно. Однако для уменьшения

30 размеров контейнера 97, нагнетание воздуха с пониженным содержанием кислорода может быть ограниченным до помещения, в котором был обнаружен дым. Принимая во внимание, что время реакции системы FirePASS составляет менее одной секунды, этого должно быть более чем достаточно для ликвидации локального пожара. Для уменьшения размеров

35 контейнера 97 для хранения может использоваться также более концентрированный агент для ликвидации пожара с пониженным содержанием кислорода, составляющим от 0,1% до 10%. Точные размеры и количество агента для ликвидации пожара должны вычисляться так, чтобы при его выпуске он создавал пригодную для дыхания, подавляющую пожар атмосферу, имеющую концентрацию кислорода, составляющую от 10% до 16%.

Для уменьшения затрат система Home FirePASS может работать в режиме повышенного

40 давления без применения генератора 92. В этом случае система будет состоять из контейнера 97 высокого давления и системы 98 обнаружения и управления. Местная обслуживающая компания может обеспечивать необходимое текущее обслуживание и заправку контейнеров 97 для хранения газа.

На фиг.10 показан вид многоэтажного здания 101 с системой Building FirePASS,

45 установленной в режиме ликвидации пожара.

Более крупный блок FirePASS (поставляемый Hypoxico Inc.), установленный на крыше здания 101, имеет генератор 102 воздуха с пониженным содержанием кислорода, подающий воздух с пониженным содержанием кислорода (или огнегасящий агент) посредством извлечения кислорода из окружающего воздуха. Генератор 102 соединен с

50 компрессором 103, подающим воздух с пониженным содержанием кислорода под высоким давлением в контейнер 104 для хранения. Там воздух поддерживается под постоянным давлением, составляющим приблизительно 200 бар (или выше).

Как показано на фиг.10, по всему зданию может проходить вертикальная труба 105 для

доставки огнегасящего агента, имеющая нагнетательные патрубки 106 на каждом этаже и расположенная либо снаружи, либо в шахте лифта. Нагнетательные патрубки 106 снабжены глушителями для уменьшения шума, создаваемого при выпуске огнегасящего агента под высоким давлением.

5 Когда обнаружен пожар, сигнал от центрального пульта управления инициирует открывание выпускного клапана 107, выпускающего воздух с пониженным содержанием кислорода (огнегасящий агент) в распределительную трубу 105. Принимая во внимание
10 быстрое время реакции системы FirePASS, создание пригодной для дыхания огнегасящей среды на этаже, где возник пожар, должно быть достаточным. Однако, в качестве дополнительной меры предосторожности, агент с пониженным содержанием кислорода следует выпускать также на примыкающих этажах. Система Building FirePASS будет выпускать достаточное количество огнегасящего агента с пониженным содержанием
15 кислорода (с содержанием кислорода ниже 10%) на необходимые этажи, создавая пригодную для дыхания огнегасящую атмосферу с содержанием кислорода, составляющим приблизительно 12-15%.

Положительное давление атмосферы с пониженным содержанием кислорода будет обеспечивать ее проникновение во все помещения и мгновенное гашение очага пожара в
любой комнате. Кроме того, благодаря созданию среды с пониженным содержанием
20 кислорода на примыкающих этажах, пожар не сможет распространяться в верхнюю часть здания. Ключевым преимуществом этой системы является то, что она может быть включена в оборудование для обнаружения/тушения пожара, которое уже в настоящее время установлено (такое, как используемое в дождевальной системе, газовой системе пожаротушения и т.д.).

Отдельные этажи могут иметь индивидуальную систему обнаружения пожара,
25 соединенную с индивидуальной системой Floor FirePASS, как показано в нижней части фиг.10. Контейнеры 108 высокого давления с газом с пониженным содержанием кислорода могут выпускать агент с пониженным содержанием кислорода на всем этаже через распределительный трубопровод 109 с нагнетательными патрубками в каждом помещении. Для уменьшения давления хранения и размеров контейнера может использоваться очень
30 низкая концентрация кислорода в хранящемся газе, предусматривающая создание безопасной пригодной для дыхания атмосферы в каждом помещении с содержанием кислорода, составляющим около 12-15%. В избранных помещениях здания могут использоваться автономные установки пожаротушения с огнегасящим агентом с пониженным содержанием кислорода. Такие установки описаны ниже в связи с фиг.12.

35 На фиг.11 показан схематический вид промышленного здания 110. Первый этаж не имеет разделительных стен и может быть открытым в окружающую атмосферу, например, для разгрузки и т.д. В этом случае система FirePASS должна включать разделительные стенки или шторы 115, которые могут падать в случае возникновения пожара или могут быть установлены постоянно (например, в форме мягких прозрачных полотнищ).

40 Блок 111 генератора воздуха с пониженным содержанием кислорода/компрессора и контейнер 112 установлены на крыше или снаружи от здания 110. Система Building FirePASS подает воздух с пониженным содержанием кислорода по распределительному трубопроводу 113 и через нагнетательные патрубки 114. В случае возникновения локального пожара (в помещении или на верхнем этаже), система FirePASS будет
45 мгновенно выпускать воздух с пониженным содержанием кислорода в количестве, достаточном для установления гипоксического порога, составляющего 16,8% O₂, но создающем достаточно комфортную для дыхания человека атмосферу (рекомендуемые 14-15% или 10-14% в некоторых вариантах применения).

Когда на первом этаже обнаружен дым и/или огонь, шторы 115 (которые хранятся в
50 держателях 116 штор) высвобождаются, таким образом, разделяя этаж на локализованные районы. Это будет блокировать вентиляцию и движение воздуха. Когда обнаружен пожар, вентиляционная система здания должна быть немедленно отключена. Затем воздух с пониженным содержанием кислорода мгновенно выпускается в район возгорания (и в

примыкающий район), что вызывает быстрое тушение пожара.

Шторки 115 должны изготавливаться из огнестойкого мягкого и прозрачного синтетического материала. Вертикальные полотнища шторок 115 будут допускать быструю эвакуацию людей, оказавшихся в районе возгорания.

- 5 Система FirePASS может создавать среду с пониженным содержанием кислорода ниже гипоксического порога на определенном этаже или во всем здании. Если требуется, эта абсолютно пригодная для дыхания огнегасящая атмосфера может поддерживаться постоянно, обеспечивая жизнеспособность для людей, заблокированных внутри. Этот вариант осуществления изобретения пригоден для создания предотвращающих пожар и
10 тушащих пожар сред во многих вариантах применения.

- Например, атомные электростанции должны поддерживаться в состоянии предотвращения пожара. Если произошла авария, содержание кислорода должно быть уменьшено приблизительно до 10%. Эта среда с крайне низким содержанием кислорода все же безопасна в течение минимум 20 минут, что позволяет эвакуировать заблокированных
15 людей и защитить их организмы от радиации, которая наносит меньшее поражение, когда насыщение оксигемоглобином падает ниже 80%. Когда используются более низкие концентрации кислорода, добавление углекислого газа в огнегасящий агент может дополнительно стимулировать дыхание.

- Системы Home FirePASS и Building FirePASS могут разворачиваться в строго
20 предотвращающем режиме работы. В этом случае контейнеры 97, 104 и 112 становятся необязательными, и генератор будет постоянно накачивать воздух с пониженным содержанием кислорода в распределительный трубопровод. Это создает постоянную предотвращающую пожар среду.

- Другим экономичным решением может быть снабжение каждого помещения
25 собственным автоматическим устройством пожаротушения. На фиг.12 показана автономная установка 121 пожаротушения, имеющая расположенный внутри нее контейнер 122 для хранения газа. Выпускной клапан 123 (предпочтительно, типа разрывной диафрагмы) может открываться электропиротехническим иницирующим зарядом 124, который приводится в действие средством обнаружения тепла/дыма в блоке 125
30 управления. Когда обнаружен дым или огонь, сигнал от блока 125 управления приводит в действие иницирующий заряд 124. Это вызывает открывание клапана и выпуск огнегасящего состава с пониженным содержанием кислорода через выпускные патрубки 126 в каждом помещении. Блок 125 управления может питаться батареей увеличенного срока службы с необязательным подсоединением переменного тока.

- 35 Контейнер 122 для хранения содержит надлежащее количество огнегасящего агента с пониженным содержанием кислорода под высоким давлением. Содержание кислорода в огнегасящем составе приблизительно ниже 10%, и при выпуске он будет создавать пригодную для дыхания огнегасящую атмосферу на уровне гипоксического порога или немного ниже. Количество огнегасящего агента с пониженным содержанием кислорода в
40 контейнере 122 может легко регулироваться для каждого помещения посредством изменения давления хранящегося газа.

- В огнегасящий агент может быть добавлен в необходимых количествах углекислый газ, таким образом, заменяющий соответствующую часть азота. Это будет стимулировать процесс дыхания, если атмосфера с пониженным содержанием кислорода имеет
45 содержание кислорода ниже 14%. Количество углекислого газа, добавленного в огнегасящий агент, следует вычислять так, чтобы его содержание в созданной огнегасящей атмосфере достигало приблизительно 4-5%.

- Контейнер 122 окружен защитным заполнителем 127, который защищает его от ударов и обеспечивает тепловую защиту. Выпускные патрубки 126 снабжены глушителями или
50 шумоуловителями для снижения шума выпускаемого газа.

Установки 121 могут устанавливаться временно и являются отличной альтернативой дорогим системам пожаротушения, которые требуют разворачивания на постоянной основе.

На фиг.13 показаны уникальные возможности мобильной системы FirePASS для

промышленных вариантов применения. Например, пробитый бак или цистерна 130, имеющая люк 131, может быть заварена в среде с пониженным содержанием кислорода. Это неосуществимо с использованием существующих систем пожаротушения, поскольку пустые цистерны еще могут содержать взрывоопасные пары.

5 Мобильная установка 132 Mobile FirePASS, производящая приблизительно 2 м³ воздуха с пониженным содержанием кислорода в минуту, может быстро снизить содержание кислорода в цистерне 130 до 14%. Этот огнегасящий состав с пониженным содержанием кислорода будет тяжелее взрывоопасных паров в окружающем воздухе. Следовательно, он будет действовать как защитный слой, покрывающий поверхность огнеопасной жидкости.

10 Таким образом, внутри цистерны 130 будет создана абсолютно безопасная рабочая среда. Если сварщик имеет специальный дыхательный аппарат, могут использоваться более низкие концентрации кислорода. В этом случае, сварщик будет выдыхать воздух с содержанием кислорода, составляющим приблизительно 16,5%. Этот уровень близок к гипоксическому порогу и не будет отрицательно влиять на окружающую его среду.

15 В этой среде могут безопасно использоваться все типы резки или сварки, включая электросварку и кислородно-ацетиленовые горелки. Даже если искра или расплавленный металл коснется керосина, воспламенение не произойдет.

Подобные мобильные установки FirePASS могут использоваться во многих вариантах применения, когда ремонтные работы должны выполняться во взрывоопасной или

20 огнеопасной среде, например, внутри морского танкера, подземного топливного хранилища, трубопровода для сырой нефти и т.д.

На фиг.14 представлен схематический вид подземного военного объекта 140, в котором постоянно поддерживается предотвращающая пожар среда с пониженным содержанием кислорода. Это обеспечивается специальной системой Underground FirePASS.

25 Окружающий атмосферный воздух забирается через вентиляционный входной канал 141, который установлен в удаленном месте. Затем он подается по вентиляционной шахте 142 в модуль 143 генератора воздуха с пониженным содержанием кислорода. На его выходной стороне фильтрующая установка 144 очищает воздух, удаляя химические и бактериологические заражения.

30 Воздух с пониженным содержанием кислорода, имеющий содержание кислорода, составляющее приблизительно 15%, подается из генератора 143 в вентиляционные каналы 145 с нагнетательными патрубками 146, равномерно распределенными по объекту 140. Это обеспечивает создание в каждом помещении автономной, пригодной для дыхания предотвращающей пожар атмосферы немного повышенного барометрического давления.

35 Избыточный воздух с пониженным содержанием кислорода выходит из подземного объекта через шахту 147 подъемника с защищенным односторонним вентиляционным отверстием в верхней части (не показано). Когда покрытие 148 выхода шахты 147 открывается сдвигом, избыточное давление и более высокая плотность воздуха с пониженным содержанием кислорода предотвращает прорыв внутрь наружного воздуха, что является

40 дополнительным важным признаком системы. Эта предотвращающая пожар атмосфера создает дополнительную защиту от взрыва (например, от проникающей бомбы или внутреннего происшествия) посредством предотвращения распространения пожара внутри объекта.

Фиг.15 представляет схематический вид системы Tunnel FirePASS для автомобильных

45 тоннелей. Эта система пожаротушения является саморегулирующейся и полностью автоматической.

Труба 152 высокого давления проходит по всей длине тоннеля 151. Она может устанавливаться вблизи стены 151 или под сводом. Труба 152 соединяется с контейнером 153 высокого давления, расположенным снаружи от тоннеля 151. В результате такой

50 конфигурации получен полностью замкнутый газовый контур 152-153 высокого давления. Для более длинных тоннелей целесообразно иметь отдельные системы на каждом конце. Могут быть добавлены дополнительные системы, если необходимо, в избранных секциях. Например, открытый недавно в Норвегии 25-километровый тоннель может потребовать по

меньшей мере 10 дополнительных установок FirePASS, расположенных по его длине.

Патрубки 154 для нагнетания газа равномерно распределены по всей длине тоннеля.

Каждый патрубок 154 обслуживает отдельную секцию тоннеля, например, А, В, С и т.д.

Вентиляционная система тоннеля не показана на этом чертеже для упрощения описания. В

5 случае возникновения пожара, каждый сектор может отделяться мягкими падающими шторами 155, в нормальном положении удерживаемыми держателями 156 штор.

Генератор 157 воздуха с пониженным содержанием кислорода установлен снаружи от тоннеля и сообщается с контейнером 153 высокого давления через компрессорный блок 158. Контейнер 153 высокого давления и труба 152 содержат пригодный для дыхания

10 воздух с пониженным содержанием кислорода на уровне ниже 15%. Генерируемый генератором 157 воздух с пониженным содержанием кислорода и подаваемый в контейнер 153 компрессорным блоком 158, этот воздух находится под барометрическим давлением, составляющим приблизительно 200-300 бар. Длинные тоннели требуют установки многих установок Tunnel FirePASS, как показано на фиг.15.

15 Принцип работы этого варианта осуществления изобретения может быть описан следующим образом. Если в секции С возник пожар, он будет немедленно обнаружен датчиками 159 тепла/дыма, распределенными с 5-метровыми интервалами по всему тоннелю. Держатели 156 шторок, расположенные между секциями А, В, С, D и Е, будут высвобождать гибкие, прозрачные шторы. Это обеспечит отделение пожара в секции С от

20 остальной части тоннеля. Как показано на фиг.16, шторы 155 выполнены из синтетического материала и имеют мягкие прозрачные полотнища. Эти шторы 155 могут мгновенно накачиваться газовыми патронами или пиротехническими патронами 161. Эти пиротехнические патроны будут подобны используемым для накачиваемых автомобильных подушек безопасности. Патрон

25 будет приводиться в действие сигналом от датчиков 159 дыма/огня. Пригодное оснащение для обнаружения пожара доступно от многих производителей. Одновременно внутренняя вентиляционная система тоннеля будет перекрыта, и нагнетательные патрубки 154 в секции С будут выпускать воздух с пониженным содержанием кислорода под высоким давлением. Этот воздух с пониженным содержанием

30 кислорода хранится в трубе 152 и в контейнере 153. Объем воздуха с пониженным содержанием кислорода, выпускаемого в секцию С, будет превышать объем секции С в несколько раз. Таким образом, в секциях В, С и D произойдет полная замена воздуха, обеспечивающая быстрое создание пригодной для дыхания огнегасящей среды. В более коротких тоннелях (до 1000 м) объем воздуха с пониженным содержанием кислорода

35 должен быть достаточным для заполнения всего тоннеля. При вычислении количества огнегасящего состава с пониженным содержанием кислорода, которое требуется выпустить из контура 152-153 в секции В, С и D, должна учитываться конечная концентрация, составляющая от 13% до 15% кислорода в

40 огнегасящей атмосфере, получаемой при выпуске состава. Это соответствует атмосфере на высоте от 2700 до 3800 м, которая все же пригодна для дыхания человека. Эта среда с пониженным содержанием кислорода будет мгновенно тушить любой пожар, включая химические возгорания, электрические возгорания, пожары, вызванные горючими жидкостями, и пожары, вызванные детонацией газа. Кроме того, эта среда будет

45 мгновенно гасить пламя от взрыва. Это обеспечивает существенную защиту от атаки террориста.

Насадки 154 снабжены специальными глушителями для снижения шума, возникающего при выпуске газа высокого давления. Для подачи сигнала тревоги людям, находящимся как внутри, так и снаружи от тоннеля, рекомендуется также устанавливать на глушители воздушные сирены. Кроме того, поскольку содержание кислорода падает ниже

50 гипоксического порога, двигатели внутреннего сгорания заблокированных автомобилей не смогут работать. Следовательно, будет достаточно пригодного для дыхания воздуха на много часов.

Выпуск газа из патрубков 154 инициируется сигналом от автоматической системы

датчиков 159 пожара. Рекомендуется, чтобы объем воздуха с пониженным содержанием кислорода в системе 152-153 был достаточным для заполнения всего тоннеля. Если это неосуществимо, объем должен быть достаточно большим для заполнения секции, в которой произошло возгорание, и примыкающих к ней секциях.

5 В некоторых вариантах применения, труба 152 может поддерживаться под нормальным атмосферным давлением, что, таким образом, позволяет снизить ее вес. Это можно
10 осуществить посредством поддержания высокого давления воздуха с пониженным содержанием кислорода только в контейнере 153. Затем он выпускается в трубу 152 в случае возникновения пожара. Следовательно, может использоваться более легкий и
15 менее дорогой механизм выпуска воздуха в районе патрубков 154. Однако это требует установки компьютеризированной системы обнаружения пожара и выпуска газа, которая автоматически открывает выпускной клапан контейнера 153 и подает в трубу 152 воздух с
20 пониженным содержанием кислорода, который затем выпускается через патрубок 154 в требуемые секции.

15 Если в тоннеле 151 возник пожар, локализующие падающие шторы 155 могут высвободиться по всему тоннелю (предпочтительно, через каждые 50-100 м). Это обеспечит получение пригодной для дыхания, огнегасящей среды с пониженным содержанием кислорода во всем тоннеле и прекращение любой вентиляции. Кроме того, несчастные случаи будут исключены, поскольку среда с пониженным содержанием
20 кислорода предотвращает сгорание в автомобильных двигателях.

После того, как уполномоченный персонал объявит, что тоннель безопасен, выпускная система будет закрыта, и шторы 155 будут убраны в держатели 156 шторок. Вентиляционная система тоннеля 151 будет затем вновь открыта и будет доставлять свежий воздух.

25 Содержание кислорода внутри тоннеля быстро увеличится до 20,9% (нормальная концентрация в окружающем воздухе на любой высоте), что позволяет восстановить нормальную работу двигателей внутреннего сгорания.

Датчики текущего слежения за давлением, установленные в контейнере 153, будут включать генератор воздуха с пониженным содержанием кислорода 157 и компрессорный
30 блок 158 в случае, когда давление хранящегося газа падает, что может происходить при текущем обслуживании, или при пожаротушении. Эта автоматическая дозаправка обеспечивает то, что система будет всегда готова к пожаротушению.

Генератор 157 воздуха с пониженным содержанием кислорода всасывает окружающий воздух из окружающей атмосферы и извлекает из него часть кислорода. Затем он
35 направляет воздух с пониженным содержанием кислорода с содержанием O_2 ниже 15% в компрессорный блок 158. Здесь он сжимается до барометрического давления, составляющего приблизительно 200 бар, и затем доставляется в резервуар или контейнер 153 для хранения, сообщаясь непосредственно (или через выпускной клапан) с трубой 152.

40 Как отмечалось выше, шторы должны быть изготовлены из синтетического материала. Они должны быть мягкими, прозрачными и полностью накачиваемыми. Они должны иметь длинные вертикальные полотнища, которые наложены друг на друга в горизонтальном направлении (как показано на фиг.16).

Эти характеристики обеспечивают легкое прохождение транспортных средств сквозь
45 шторы 155, поскольку их прозрачность не будет создавать помех обзору водителей. Они будут обеспечивать достаточное отделение сектора, даже если грузовик остановится непосредственно под ними. Подобные шторы успешно использовались в Nuroxic Room System фирмы Nuroxico Inc. для отделения среды с пониженным содержанием кислорода от внешней атмосферы.

50 На фиг.16 показан вид сечения цилиндрического тоннеля 151, показывающий предпочтительный вариант осуществления системы разворачивания шторок.

Шторка 155 сложена внутри держателя 156 шторки. Сигнал от системы обнаружения дыма/огня инициирует срабатывание баллончика высокого давления или пиротехнического

патрона 161, которое приводит к выделению газа. Это вызывает накачивание шторы 155. Накачивание шторы 155 вызывает открывание крышки 162 держателя 156 шторы и ее падение вниз, на дорожное покрытие. Отдельные пиропатроны 161 могут устанавливаться над каждой полосой движения.

5 Дополнительные разделяющие сегменты 163 установлены по обе стороны от шторок, над и под дорожным покрытием, причем они обеспечивают проведение через них кабелей и труб. Сегменты 163 установлены только в местах, где расположены шторы 155. Эта комбинация обеспечивает существенные препятствия между разделенными секциями, предотвращающие естественную вентиляцию. Однако шторы 155 не предотвращают
10 прохождение сквозь них воздуха с пониженным содержанием кислорода, выпускаемого системой FirePASS. Вертикальные сегменты 163 должны изготавливаться из мягкого пластмассового материала для предотвращения повреждения транспортных средств.

Электронные переключатели, датчики температуры/дыма, клапаны и мониторы, установленные внутри тоннеля, будут инициировать выпуск агента с пониженным
15 содержанием кислорода. Эти компоненты широко доступны и не будут дополнительно описываться. Различные модели гипоксических генераторов 157 поставляются только фирмой Nuroxico Inc. of New York. В данном варианте применения могут использоваться различные устройства для извлечения кислорода, включая, но не ограничиваясь следующими: абсорберы на основе колебания давления, мембранные отделители и
20 установки с использованием технологий адсорбции на основе колебания электрического тока. Многоступенчатые компрессоры 158, сжимающие воздух до 200 бар или выше, также доступны от многих производителей по всему миру.

В некоторых случаях вычисленные количества азота могут использоваться для заполнения системы высокого давления. Это будет уменьшать размеры и вес системы, но
25 будет требовать дополнительного оборудования для обеспечения безопасности и текущего слежения. При выпуске требуемое количество азота будет смешиваться с наружным воздухом, создавая среду с пониженным содержанием кислорода с содержанием кислорода, составляющим 15% или ниже, если требуется.

На фиг.17 показан схематический вид экономичной системы Tunnel FirePASS для
30 электропоездов и других транспортных средств, в которых не используются двигатели внутреннего сгорания. Этот вариант осуществления изобретения обеспечивает поддержание во внутреннем пространстве тоннеля 171 предотвращающей пожар среды на уровне гипоксического порога или ниже него. Однако этот вариант осуществления изобретения непригоден для автомобильных тоннелей, поскольку двигатели внутреннего
35 сгорания не смогут работать в такой среде с пониженным содержанием кислорода.

Тоннель 171 оснащен двумя отделяющими дверками 172, находящимися в закрытом положении по одной на каждом конце. Когда поезд приближается к тоннелю 171, первая дверь 172 отрывается, позволяя поезду проехать, и после этого закрывается. Когда поезд приближается к концу тоннеля, вторая дверь открывается, обеспечивая возможность
40 выезда поезда. Один или более генераторов 173 воздуха с пониженным содержанием кислорода, которые установлены снаружи от тоннеля, подают воздух с пониженным содержанием кислорода во внутреннее пространство тоннеля 171. Воздух с пониженным содержанием кислорода, составляющим от 14% до 15%, создается генератором и затем подается внутрь тоннеля 171 по трубопроводу 174 и через патрубки 175. Это
45 обеспечивает поддержание постоянной предотвращающей пожар среды в тоннеле и ее распространение внутрь поезда, поскольку его внутреннее пространство вентилируется воздухом с пониженным содержанием кислорода.

Двери 172 могут быть выполнены в различных конфигурациях, например, таких как сдвижные, распахивающиеся или складывающиеся и открывающиеся по вертикали или по
50 горизонтали. Такие двери поставляются многими производителями. Двери должны устанавливаться приблизительно в 10-20 м от входа, внутри тоннеля для предотвращения их блокирования снегом или льдом. Электрический контактный провод 176 может прерываться в районе дверей 172 или других стыков и препятствий.

На фиг.18 показан вид спереди входа в тоннель с закрытой дверью 172.

На фиг.19 показан схематический вид тоннеля 171 для поезда, обслуживающего горнолыжный курорт, подобного тоннелю в Капрун в Австрии (где в ноябре 2000 года при пожаре погибло 159 человек). При длине 3,3 км и диаметре 3,6 м, тоннель имеет средний
5 уклон 39°. Это вызвало "эффект дымовой трубы", который всасывает воздух из нижней части тоннеля, таким образом раздувая пламя.

Двери 192 будут предотвращать возникновение такой тяги, сохраняя предотвращающую пожар среду внутри тоннеля 191. По трубопроводу 194 и через равномерно
10 распределенные (через каждые 50 м) нагнетательные патрубки 195 генератор 193 воздуха с пониженным содержанием кислорода будет подавать в тоннель пригодный для дыхания огнегасящий состав с содержанием кислорода, составляющим 15-16%. Автоматические двери 192 открываются при приближении поезда подобно дверям 172 в предшествующем варианте осуществления изобретения.

Кроме того, обогащенная кислородом фракция, производимая в процессе извлечения
15 кислорода, может направляться в станции очистки сточных вод, рыбопроизводные хозяйства, металлургические заводы, предприятия по отбеливанию бумаги и переработке пищевых продуктов и другие предприятия, обеспечивая большую выгоду местной экономике.

На фиг.20 показан схематический вид бортовой системы On-Board FirePASS для
20 пассажирских поездов, автобусов, вагонов метро и других пассажирских транспортных средств.

Этот вариант осуществления изобретения представляет развертывание системы пожаротушения внутри железнодорожного пассажирского вагона 201. Контейнер 202
высокого давления, заполненный огнегасящим агентом с пониженным содержанием
25 кислорода, установлен под потолком или крышей вагона 201. Контейнер 202 оснащен выпускным клапаном, соединенным с распределительным трубопроводом 203. Агент с пониженным содержанием кислорода выпускается через нагнетательные патрубки 204.

Когда обнаружен пожар, выпускной клапан с разрывной мембраной (не показан) будет
приводиться в действие электрическим пиротехническим инициирующим зарядом. Выпускные клапаны с разрывной мембраной и электрические пиротехнические
30 инициирующие заряды поставляет Kidde-Fenwal Inc. in the USA. Пригодные контейнеры, трубопроводы и патрубки также поставляют многие производители.

Огнегасящий агент с пониженным содержанием кислорода ниже гипоксического порога хранится в контейнере 202 под барометрическим давлением, составляющим
приблизительно 100 бар. Могут использоваться значительно более низкие концентрации
35 кислорода (от 0,01 до 10% O₂), поскольку легко вычислить объем огнегасящего агента, необходимого при выпуске, для создания пригодной для дыхания огнегасящей среды на уровне гипоксического порога. Это пониженное содержание кислорода позволяет уменьшить как объем, так и вес контейнера 202 высокого давления.

Например, для достижения ликвидации пожара при концентрации кислорода,
40 составляющей 16%, внутреннее пространство вагона или автобуса объемом 200 м³ может требовать приблизительно 75 м³ газовой смеси с пониженным содержанием кислорода, составляющим 2%. При давлении 100 атм будет требоваться всего 700-литровый контейнер или семь 100-литровых контейнеров. Последний можно существенно легче
устанавливать в вагоне 201. Может также использоваться чистый азот при его выпуске
45 через множество патрубков для лучшего распределения. В этом случае содержание кислорода внутри вагона должно поддерживаться между 12% и 16%. Это будет требовать всего 60 м³ азота. Он может храниться в 600-литровом контейнере при 100 атм (или 300-литровом контейнере при давлении 200 атм).

Все патрубки должны быть оснащены глушителями для снижения шума, создаваемого
50 при выпуске газа высокого давления.

Система On-Board FirePASS может быть установлена в автобусах, паромов, фуникулерах и других пассажирских транспортных средствах. С использованием аналогичных решений могут создаваться системы пожаротушения в частных автомобилях.

Успешное пожаротушение на борту летящего самолета крайне затруднительно, поскольку большинство этих пожаров вызывают электрические неисправности внутри самолетов.

Из-за того, что вес самолета снижен, конструкция самолета недостаточно прочна для герметизации наддувом на уровне моря. Следовательно, во всех пассажирских самолетах герметизацию наддувом осуществляют на высотах в пределах от 2 до 3 км. Это снижает перепад давлений между внутренней и наружной атмосферой, когда самолет находится в полете. В результате, внутренняя атмосфера самолета имеет пониженное парциальное давление кислорода. Однако внутренняя атмосфера все же имеет содержание кислорода на уровне 20,94%. Таким образом, для достижения состояния предотвращения пожара (гипоксический порог) было бы необходимо создавать атмосферу, соответствующую высоте приблизительно 4 км. Она была бы слишком некомфортна для большинства пассажиров. Это неблагоприятное условие ограничивает использование системы FirePASS в режиме предотвращения пожара в существующих пассажирских самолетах.

На фиг.21 показано применение технологии FirePASS в вентиляционной системе пассажирского авиалайнера 211. Все такие самолеты зависят от наружной атмосферы для поступления свежего воздуха. Это требует применения сложной воздухозаборной системы, которая здесь не будет описана. Вентиляционная система с распределительным трубопроводом 212 и патрубками 213 обеспечивает получение нормальной смеси рециркулирующего воздуха (наряду с небольшим количеством свежего воздуха). Трубопровод 212 сообщается с контейнером 214 высокого давления, заполненным огнегасящим агентом с пониженным содержанием кислорода. Контейнер 214 снабжен выпускным клапаном, который приводится в действие электропиротехническим устройством, описанным в связи с предшествующим вариантом осуществления изобретения, показанным на фиг.20.

В случае возникновения пожара, бортовая система обнаружения огня/дыма выдает сигнал, инициирующий приведение в действие клапана с разрывной мембраной при помощи электропиротехнического устройства. Огнегасящий агент с пониженным содержанием кислорода выпускается в вентиляционную систему и равномерно распределяется по всему самолету. Верхняя часть фиг.21 показывает движение воздуха с пониженным содержанием кислорода по самолету. Количество выпускаемого агента с пониженным содержанием кислорода должно обеспечивать получение гипоксического порога по всему самолету. Сигнал от системы обнаружения огня/дыма будет также вызывать закрывание заборных клапанов, обеспечивающих поступление свежего воздуха в самолет. Контейнер (или много контейнеров 214), содержащий агент с пониженным содержанием кислорода под барометрическим давлением, составляющим приблизительно 50 бар, должен быть оснащен клапаном постепенного выпуска и глушителем.

Избыточный объем внутренней атмосферы выпускается из самолета через чувствительный к давлению перепускной клапан 215, который приводится в действие увеличением давления внутри самолета. Это будет обеспечивать достаточную смену воздуха внутри самолета и удаление дыма или токсичных испарений от очага возгорания. Атмосфера на борту самолета теперь будет на уровне гипоксического порога и будет пригодной для дыхания в течение ограниченного периода времени даже для больных и пожилых людей. Это время ограниченного дыхания будет достаточным, поскольку пожар будет потушен в пределах секунд. Однако, если контакт со средой с пониженным содержанием кислорода должен быть продолжен, одновременное использование кислородных масок позволит пассажирам сохранять комфортабельное состояние. Для уравнивания воздействия среды с пониженным содержанием кислорода на организм человека, в выпускаемый огнегасящий агент с пониженным содержанием кислорода может быть добавлено необходимое количество углекислого газа, что позволит создать пригодную для дыхания огнегасящую атмосферу с 4-5% содержания углекислого газа. Это позволит безопасно поддерживать такую атмосферу в течение часов без дискомфорта или риска для здоровья пассажиров. Эффект применения дополнительного углекислого газа

дополнительно показан на фиг.33 и 34.

Этот способ пожаротушения будет немедленно подавлять любой пожар. Даже дым, который может производиться остаточным тлением, будет устранен. Следовательно, безопасность людей на борту самолета будет гарантирована.

5 На фиг.22 показана система FirePASS на борту самолетов следующего поколения, которые будут летать выше атмосферы Земли (включая космические корабли). Эти летательные аппараты, которые подобны челночному воздушно-космическому аппарату НАСА, не зависят от забора свежего воздуха, поскольку они оснащены автономными системами регенерации воздуха. Следовательно, давление в этих летательных аппаратах
10 повышают на уровне моря.

В течение десятилетий исследователи из НАСА (наряду с другими космическими агентствами) пытались найти безвредное для людей решение для ликвидации пожаров на борту космических летательных аппаратов (и космических станций). Согласно доступной в настоящее время наиболее передовой технологии ликвидации пожара, в качестве
15 огнегасящего агента используется углекислый газ. Преимуществом использования углекислого газа является то, что он может легко удаляться из замкнутой атмосферы абсорберами, используемыми в системах жизнеобеспечения. Однако главным недостатком углекислого газа является то, что при его выпуске атмосфера становится непригодной для дыхания.

20 Применение системы FirePASS на таком летательном аппарате (или челночном воздушно-космическом аппарате 221) требует первоначального установления и поддержания гипоксического порога в атмосфере на борту летательного аппарата. На земле летательный аппарат 221 вентилируется воздухом с пониженным содержанием кислорода мобильным генератором 222 системы FirePASS. Пассажиры могут садиться в
25 летательный аппарат одновременно, через шлюз аванкамерного типа.

По завершении полной замены воздуха, атмосфера будет на уровне гипоксического порога. Дверь летательного аппарата 221 после этого может быть закрыта, и в салоне может быть повышено давление. Теперь внутренняя атмосфера может рециркулировать при помощи автономной системы 223 регенерации воздуха. Эта система 223 содержит
30 специальный химический абсорбер (сложный состав из пероксидов лития и калия), который абсорбирует углекислый газ и производит кислород. Система управления установлена на поддержание содержания кислорода на необходимом уровне (рекомендован 15%).

Одним из ключевых преимуществ технологии FirePASS является простота, с которой она может применяться в летательных аппаратах такого рода, поскольку не будет
35 необходимости в модификациях аппаратного оборудования. Среда может изменяться посредством повышения содержания азота во внутренней атмосфере. Система управления снабжением воздухом может быть перепрограммирована для поддержания искусственной атмосферы на уровне гипоксического порога или ниже. Этот состав с пониженным содержанием кислорода будет обеспечивать благоприятную, комфортабельную среду со
40 100-процентной защитой от пожара.

В качестве огнегасящего балласта могут также использоваться другие инертные газы, такие как аргон, ксенон и т.д. (или их смеси). Однако гипоксический порог будет немного отличаться для каждой газовой смеси.

Такой же предотвращающий пожар состав пригоден для всех герметичных объектов,
45 включая космические станции, межпланетные колонии и подводные/подземные объекты. В будущем большинство зданий будет содержать искусственную атмосферу, которая может быть защищенной от пожара посредством создания среды с пониженным содержанием кислорода ниже 16,8%.

На фиг.23 показан герметичный объект с искусственной атмосферой. Бортовая система
50 жизнеобеспечения (не показана) включает автономную систему 231 регенерации воздуха, поддерживающую благоприятную для здоровья комфортабельную среду на уровне гипоксического порога.

Блок 232 регенерации собирает выдыхаемый воздух через заборные отверстия 233 и по

трубопроводу 234. Оборудование этого блока 232 удаляет часть воды и направляет ее в блок регенерации воды главной системы жизнеобеспечения. Обезвоженный воздух направляется в регенеративный абсорбер 232 блока, где избыточный углекислый газ абсорбируется. Кроме того, добавляется надлежащее количество кислорода, что, таким

5 образом, обеспечивает то, что внутренняя атмосфера поддерживается на уровне гипоксического порога. Компьютеризированный блок 235 управления поддерживает температуру, влажность и баланс кислорода/углекислого газа в системе 237 снабжения воздухом. Патрубки 238 равномерно распределены по замкнутому пространству или в

10 каждом замкнутом помещении. Дополнительный кислород (и азот, если необходимо) хранится в контейнерах 239. Однако, когда инертный балласт азота вносится во внутреннюю атмосферу, она будет оставаться здесь без необходимости в дальнейшей регенерации. Этот балласт будет автоматически предотвращать рост содержания

кислорода выше первоначальных установок, обеспечивая дополнительную безопасность в случае повреждения компьютеризированного оборудования управления.

15 Аналогичный пригодный для дыхания, предотвращающий пожар состав может использоваться в подводных лодках, подземных и подводных объектах, космических и межпланетных станциях.

Эти среды имеют одно общее свойство: они не могут зависеть от наружной атмосферы для вентиляции или обмена воздуха. Пожары в таких средах крайне опасны и их трудно

20 тушить. Кислород, в типичном варианте, генерируется химическими, биологическими или электролитическими средствами. В современном космическом корабле (или космической станции) кислород должен храниться на борту летательного аппарата до взлета.

Если поддержание постоянной среды с пониженным содержанием кислорода (предотвращающий пожар режим) невозможно, система может поддерживаться в режиме

25 пожаротушения. Эта среда может вводиться по необходимости. В зависимости от объема среды, летательный аппарат может подразделяться на зоны пожаротушения. Локализация может достигаться разделением отдельных секторов среды накачиваемыми пневматическими шторами, герметичными дверями или люками. В случае возникновения пожара, необходимое количество огнегасящего агента с пониженным содержанием

30 кислорода будет введено в локализованный сектор, что мгновенно создает среду с пониженным содержанием кислорода при гипоксическом пороге.

На фиг.24 показано применение технологии FirePASS в автономной системе регенерации воздуха в боевой машине. Танк 241 содержит герметически изолированную

35 среду с внутренней пригодной для дыхания атмосферой, находящейся на уровне гипоксического порога. Принцип работы этой системы идентичен описанным в предшествующих вариантах осуществления изобретения (фиг.23).

В системе 242 регенерации воздуха используется химический абсорбент, который абсорбирует углекислый газ и выпускает надлежащее количество кислорода. Это обеспечивает поддержание внутренней атмосферы в боевой машине на уровне ниже

40 гипоксического порога (предпочтительно, от 12 до 13%). Личный состав может легко адаптироваться к этим средам посредством сна в атмосфере системы Hypoxic Room System (или Hypoxic Tent System), производимой компанией Hypoxico Inc.

Аналогичная концепция применима для военных самолетов, подводных лодок и других боевых машин. Одним из ключевых преимуществ использования огнегасящего состава с

45 пониженным содержанием кислорода в боевых машинах состоит в том, что он обеспечивает получение пожаробезопасной внутренней среды для солдата, даже если боевая машина поражена боеприпасом.

Предотвращающие пожар составы и способы с применением технологии FirePASS обеспечивают то, что пожар не начнется при любых обстоятельствах.

50 На фиг.25 изображен вид космической станции 251, в которой используется пригодный для дыхания предотвращающий пожар состав в ее постоянной внутренней атмосфере. Система 252 регенерации воздуха постоянно собирает воздух, выдыхаемый обитателями станции. При этом она создает комфортную предотвращающую пожар атмосферу с

содержанием кислорода на уровне гипоксического порога или ниже (рекомендуемый уровень составляет 15%). Принцип работы этой системы схематически показан на фиг.23.

Главным преимуществом подачи пригодного для дыхания, предотвращающего пожар состава в герметичную, обитаемую людьми среду является ее способность автоматически поддерживать гипоксический порог. При введении инертный газообразный азот из состава с пониженным содержанием кислорода будет всегда присутствовать в такой искусственной атмосфере в его первоначальной концентрации, в которой не потребуется пополнение или регенерация. Он не может быть употреблен обитателями аппарата или абсорбирован системой регенерации воздуха. Этот фактор обеспечивает автоматическое поддержание гипоксического порога (или пониженный уровень кислорода в пригодном для дыхания диапазоне) в герметичной искусственной атмосфере, поддерживаемой при постоянном барометрическом давлении.

На фиг.26 показан схематический вид морского судна 261, такого как танкер, грузовое судно, круизное судно или военный корабль. Судно не может быть полностью защищено предотвращающей пожар атмосферой, поскольку некоторые помещения должны часто вентилироваться воздухом с нормальным содержанием кислорода. Следовательно, система Marine FirePASS должна работать в двойном режиме. Система FirePASS (работающая в режиме пожаротушения) может защищать помещения, которые часто открываются и/или вентилируются. Ниже следует краткий список надлежащих режимов работы в данном районе:

- контур ликвидации пожара (например, машинное отделение и каюты экипажа на верхней палубе);
- контур предотвращения пожара (например, район нахождения жидкого или сухого груза, склад боеприпасов, компьютерный центр и отсеки аппаратного оборудования на борту военного корабля).

Система Marine FirePASS состоит из генератора воздуха с пониженным содержанием кислорода 262, забирающего окружающий воздух и подающего пригодный для дыхания, предотвращающий пожар состав с пониженным содержанием кислорода в контур 263 предотвращения пожара. Нагнетательные патрубки 264 расположены в каждом помещении для груза или для военного аппаратного оборудования. Система постоянно поддерживает предотвращающую пожар атмосферу посредством непрерывной подачи воздуха с содержанием кислорода ниже гипоксического порога. Избыточный воздух выходит через простые вентиляционные отверстия или клапаны уравнивания давления (не показаны).

Контур ликвидации пожара системы Marine FirePASS состоит из контейнера 265 высокого давления, компрессора 266 и распределительного трубопровода 267. Патрубки 268 расположены в каждом помещении и в любых дополнительных районах, охватываемых контуром.

Принцип работы системы Marine FirePASS схематически показан на фиг.27. Генератор 262 забирает окружающий воздух, извлекает кислород и затем подает фракцию с пониженным содержанием кислорода в контур 271 предотвращения пожара. Охватываемый район 272 постоянно вентилируется свежим воздухом с пониженным содержанием кислорода, который выходит из защищаемого района 272 через вентиляционное отверстие 273.

Огнегасящий состав поддерживается под высоким давлением компрессором 266 в контейнере 265. В случае возникновения пожара электропиротехнический иницирующий заряд, описанный выше, приводит в действие выпускной клапан 274. Это приводит к замене (или разбавлению) поступающим из контейнера 265 огнегасящим составом с пониженным содержанием кислорода атмосферы в районе 275, охватываемом контуром ликвидации пожара. Следовательно, вдоль всего контура устанавливается пригодная для дыхания огнегасящая атмосфера с содержанием кислорода ниже гипоксического порога (предпочтительно, от 10% до 14%).

Самолетная система пожаротушения нового поколения

Самолетная система пожаротушения (AFSS), описанная в оставшейся части этого

документа, представляет экономичное, высоконадежное и практичное решение проблемы ликвидации пожара на борту любого самолета, в особенности, современных пассажирских самолетов, которые требуют герметизации наддувом на высоте 2-3 км, являющееся модификацией варианта осуществления изобретения, показанного выше на фиг.21.

5 На фиг.28 показан схематический вид сечения салона 281 пассажирского самолета, имеющего контейнер 282 для хранения газообразного агента самолетной системы пожаротушения, расположенный в верхней доле корпуса над потолком салона.

Конструкции некоторых самолетов не обеспечивают достаточно пространства для установки контейнера 282 в верхней доле корпуса. В таких случаях контейнер 282 может 10 устанавливаться в нижней доле корпуса или в любом районе корпуса самолета. Контейнер 282 может иметь любую форму и внешний вид, и он может иметь форму множества изоляционных панелей под обшивкой самолета. Для существующих самолетов, для снижения стоимости переоборудования, он может устанавливаться в один из стандартных авиационных контейнеров, помещаемых в грузовой отсек самолета.

15 Наиболее предпочтительный вариант выполнения контейнера 282 состоит из обшивки 283 из легкой твердой пластмассы, металла или композиционного материала, содержащей мягкий накачиваемый пакет 284 для хранения газа, выполненный из тонкого и легкого синтетического или композиционного материала. В ходе нормальной эксплуатации самолета пакет 284 накачивается и содержит под небольшим давлением пригодный для 20 дыхания огнегасящий агент, состоящий из воздуха с пониженным содержанием кислорода (с обедненным содержанием кислорода) и с повышенным содержанием углекислого газа. Используя более точную терминологию, отметим, что огнегасящий агент самолетной системы пожаротушения состоит из смеси кислорода, азота и углекислого газа с возможным добавлением других атмосферных газов, причем азот может быть заменен 25 частично или полностью другим инертным газом или газовой смесью.

Содержание кислорода в пригодной для дыхания огнегасящей атмосфере с пониженным содержанием кислорода в герметичном салоне после выпуска огнегасящего агента должно быть ниже гипоксического порога, составляющего 16,8%, и, предпочтительно - в пределах 14-16% (в зависимости от уровня давления внутри самолета) или ниже для некоторых 30 особых случаев, дополнительно описанных ниже. Содержание углекислого газа в этой внутренней атмосфере должно составлять приблизительно 4-5%. Остальная часть газовой смеси (79-82%) состоит из азота и других атмосферных газов.

На фиг.29 схематически показан принцип работы авиационной системы пожаротушения, непосредственно связанной с датчиками 285 дыма или тепла, распределенными по всему 35 герметичному салону 281. Сигнал от датчика 285 вызывает открывание расположенного в данном месте автоматического выпускного клапана 286 (или всех сразу, если необходимо) и также передается на главную панель управления, которая автоматически включает вентилятор 287, который приводит в действие авиационную систему пожаротушения. Для повышения надежности системы сигнал от любого датчика 285 должен открывать все 40 выпускные клапаны 286. Однако в некоторых случаях датчик 285, который обнаруживает огонь или дым первым, может открывать только находящийся в этом месте клапан или группу клапанов 286.

Открывание выпускных клапанов 286 приводит к быстрому введению огнегасящего агента с пониженным содержанием кислорода из пакета 284 в герметизированный салон 45 281. Одновременно вентилятор 287 высокой производительности всасывает вверх воздух, загрязненный дымом, из салона через систему 289 сбора воздуха и закачивает его в контейнер 282, полностью сдавливая пакет 284 и вытесняя весь объем огнегасящего агента с пониженным содержанием кислорода из пакета 284 в салон 281 через трубопровод 288 и выпускные клапаны 286.

50 В качестве дополнительной возможности, для того, чтобы удалять следы дыма и других продуктов пиролиза из воздуха в салоне, система 289 сбора воздуха, приводимая в действие вентилятором 287, может продолжать работу, даже после того, как пакет 284 будет полностью спущен. В этом случае давление внутри контейнера 282 будет расти до

достижения определенного значения, контролируемого вспомогательным перепускным клапаном (не показан), выпускающим избыточную газовую смесь в наружную атмосферу.

При нормальной эксплуатации самолета контейнер 282 сообщается с герметичным салоном 281 через вентилятор 287, который позволяет выравнивать давление в ходе полета.

Рекомендуется, чтобы агент с пониженным содержанием кислорода выпускался в весь салон одновременно. Однако для уменьшения размеров контейнера 282, выпуск огнегасящего агента с пониженным содержанием кислорода может быть ограничен пространством, в котором был обнаружен дым или огонь. Принимая во внимание то, что время реакции данной самолетной системы пожаротушения составляет менее одной секунды, этого будет более чем достаточно для подавления локального пожара. Если необходимо, герметичный салон 281 может быть также разделен на разные секции разделительными шторами, как описано в вариантах осуществления изобретения, показанных на фиг.11, 15 и 16.

Каждый нагнетательный патрубок 286 оснащен выпускным клапаном, имеющим электрическое или электропиротехническое иницирующее устройство. В случае повреждения системы электропитания также возможно управление вручную, то есть член экипажа может при необходимости открыть ближайший выпускной клапан. Пригодные электромагнитные клапаны или клапаны с разрывной мембраной, иницирующие устройства и датчики доступны от ряда производителей противопожарного оборудования.

Перепускной клапан 290, обычно устанавливаемый на самолете, обеспечивает то, что барометрическое давление внутри салона 281 будет поддерживаться в безопасных пределах при выпуске огнегасящего агента с пониженным содержанием кислорода. Когда начинается работа авиационной системы пожаротушения, необходимо выключить вентиляционную систему (не показана здесь вследствие ее сложности) салона 11. Вентиляционная система может включаться вновь через 5-10 минут, которых более чем достаточно для обнаружения очага ликвидированного пожара и предотвращения повторного возгорания.

Тогда как на фиг.29 показано начало работы авиационной системы пожаротушения, на фиг.30 показан этот же вариант осуществления изобретения незадолго до конца работы, когда пакет 284 для хранения газа почти спущен, и пожар потушен.

Для упрощения авиационной системы пожаротушения локальные клапаны 286 нагнетательных патрубков могут быть заменены только одним главным клапаном в верхней части питающего трубопровода 288, как показано на фиг.31 и 32.

Вариант осуществления изобретения, показанный на фиг.31 и 32, иллюстрирует то же решение, но с использованием двух накачиваемых пакетов 302 и 303, размещенных в негерметичном контейнере или раме 304, то есть необходимом только для удерживания обоих пакетов на месте. Когда самолетная система пожаротушения начинает работать, вентилятор 307 накачивает воздух из салона 301 внутрь пакета 303, который первоначально находится в спущенном состоянии. При накачивании пакет 303 прилагает давление к пакету 302, который сразу начинает выпускать огнегасящий агент с пониженным содержанием кислорода через клапан 311 и патрубки 306. Клапан 311 открывается по сигналу от датчиков 305 огня/дыма или вручную членом экипажа. Накачивание пакета 303 будет полностью сдавливать пакет 302, обеспечивая выпускание всего газа из системы. Перепускной клапан 310 будет обеспечивать необходимое давление в салоне 301.

Пригодный для дыхания огнегасящий агент должен быть доступен на борту самолета в количестве, достаточном для полной замены воздуха в салоне, если это возможно. Первоначальное содержание кислорода в огнегасящем агенте и давление при его хранении в пакете 14 могут меняться. Это зависит от наличия пространства для хранения на борту самолета. В любом случае, эти параметры вычисляются таким образом, чтобы, когда огнегасящий агент выпущен, он обеспечивал получение огнегасящей атмосферы на борту с содержанием кислорода на уровне 15%. Давление при хранении газа может

меняться от нормального атмосферного до 2-3 бар или даже выше.

Когда самолетная система пожаротушения начинает работать, система подачи в салон свежего воздуха должна автоматически выключаться. Также рекомендуется не использовать ее в ходе оставшейся части полета. Это будет обеспечивать сохранение огнегасящей атмосферы в случае возобновления пожара, который первоначально возник из-за неисправностей электрических средств. Свежий воздух может добавляться в точно контролируемых количествах для поддержания содержания кислорода в атмосфере салона на уровне от 15% до 16%.

Огнегасящий агент с пониженным содержанием кислорода может генерироваться в полете, если необходимо, бортовым генератором воздуха с пониженным содержанием кислорода, производимым Huroxico Inc., или систему может повторно заправлять наземное вспомогательное мобильное средство 222, показанное на фиг.22. Это мобильное средство оснащено генератором воздуха с пониженным содержанием кислорода и баллонами с хранящимся углекислым газом. Принцип работы генератора воздуха с пониженным содержанием кислорода полностью описан выше в этом документе и в предшествующих заявках на патенты, приведенных выше. Мобильное средство 222 выполняет наземное обслуживание авиационной системы пожаротушения и, если необходимо, заправляет систему пригодным для дыхания огнегасящим составом. Этот состав состоит из смеси газов воздуха с пониженным содержанием кислорода, генерированной на месте из окружающего воздуха и углекислого газа, добавленного в смесь. В генераторе воздуха с пониженным содержанием кислорода используется технология адсорбции молекулярным ситом, которая обеспечивает извлечение точной части кислорода из окружающего воздуха и получение воздуха с пониженным содержанием кислорода с точным содержанием кислорода. Концентрация кислорода в огнегасящем составе может меняться от 16% до 1% и даже менее, и всегда задается так, чтобы при его выпуске атмосфера в салоне самолета содержала приблизительно 15% кислорода (может быть ниже в боевых машинах).

Атмосфера с пониженным содержанием кислорода, составляющим 15%, при барометрическом давлении на высоте 2,5 км абсолютно безопасна для большинства людей (даже без дополнительного кислорода) в течение времени, необходимого для локализации и контроля очага возгорания (по меньшей мере 15 минут) или снижения самолета на меньшую высоту, которая обеспечит повышение барометрического давления на борту и уравнивание эффекта пониженного содержания кислорода.

Однако добавление всего 4-5% углекислого газа в газовую смесь с пониженным содержанием кислорода обеспечит сохранение огнегасящей атмосферы с пониженным содержанием кислорода в течение часов без отрицательных побочных влияний на здоровье пассажиров.

График, представленный на фиг.33, показывает изменение насыщения гемоглобина кислородом в результате падения содержания кислорода в воздухе, вдыхаемом из окружающей среды, с 20,9% до 10% при следующих двух условиях:

- a) при содержании в окружающей атмосфере углекислого газа на уровне 0,035% и
- b) при увеличенном содержании углекислого газа, составляющем 4%.

Эта иллюстрация подтверждена результатами обширного исследования "CO₂-O₂ Interactions In Extention Of Tolerance To Acute Hypoxia", проведенного для НАСА в 1995 году Медицинским центром Пенсильванского университета (Lambertsen, C.J.).

Кривая R иллюстрирует падение насыщения артериальным оксигемоглобином от 98% до около 70% при контакте с 10% O₂ во вдыхаемом воздухе, имеющем содержание углекислого газа окружающей среды.

Кривая S представляет физиологическую реакцию на восстановленную нормокапнию при пониженном содержании кислорода, когда 4% CO₂ добавлены во вдыхаемую газовую смесь с пониженным содержанием кислорода, имеющую 10% O₂. Она ясно показывает эффективность вызванного углекислым газом ускорения физиологической адаптации к пониженному содержанию кислорода.

В соответствии с исследовательским докладом НАСА: "... углекислый газ может улучшить кровоток в мозге и снабжение кислородом посредством расширения сосудов головного мозга. Этот усиленный поток крови (кислорода) обеспечивает ускоренную, полезную адаптацию к недопустимым в других случаях степеням пониженного содержания кислорода".

"В средах с пониженным содержанием кислорода увеличение артериального давления углекислого газа может поддерживать насыщение кислородом мозга и психические показатели."

Все это подтверждает то, что добавление 4-5% CO_2 в пригодный для дыхания огнегасящий агент с пониженным содержанием кислорода может обеспечивать то, что использование такого агента на борту самолета становится абсолютно безопасным. Кроме того, ряд исследователей подтвердил, что контакт с таким гиперкапническим уровнем, поддерживающимся много дней, не наносит вреда человеческому организму.

На фиг.34 показан график, представляющий среднюю физиологическую реакцию на контакт с соответствующим изобретению пригодным для дыхания огнегасящим составом с пониженным содержанием кислорода на высоте 2,5 км, соответствующей барометрическому давлению на борту современного пассажирского самолета вследствие повышения давления в нем на этой высоте.

В ходе полета среднее насыщение гемоглобина кислородом составляет около 96%. По прошествии около 20 минут после выпуска пригодной для дыхания огнегасящей газовой смеси с пониженным содержанием кислорода насыщение артериального оксигемоглобина может упасть в среднем до 93%, как показано кривой Q на графике, при условии, что газовая смесь содержит около 15% O_2 и 4% CO_2 . Такое незначительное падение насыщения оксигемоглобином может наблюдаться при умеренных упражнениях на уровне моря, что абсолютно безопасно.

Самолетная система пожаротушения позволяет поддерживать предотвращающую пожар среду с пониженным содержанием кислорода в течение оставшейся части полета, если необходимо, посредством простого сохранения выключенного состояния систем забора свежего воздуха и вентиляции герметичного салона. Свежий воздух может добавляться автоматически в ограниченных количествах для поддержания содержания кислорода внутри салона самолета на уровне около 16%. Такую автоматическую систему можно легко создать с применением датчика содержания кислорода.

В настоящее время новые композиционные материалы позволяют конструировать более прочные и более легкие самолеты без необходимости уменьшения давления внутренней атмосферы созданием давления на больших высотах. Такие самолеты будут обеспечивать нормальное атмосферное давление на борту в ходе полета и могут также выдерживать небольшое повышение внутреннего давления. Применение самолетной системы пожаротушения на борту такого самолета вызовет среднее падение артериального оксигемоглобина с 98% до около 95%, что едва ли будет заметно пассажиру.

Соответствующие изобретению система Nuroxic FirePASS, самолетная система пожаротушения и пригодные для дыхания огнегасящие составы с пониженным содержанием кислорода могут использоваться в любом закрытом занимаемом людьми пространстве, включая (но не ограничиваясь ими): помещения для обработки данных, телекоммуникационные станции, серверы управления процессом и сети Интернет, банки/финансовые организации, музеи, архивы, библиотеки и коллекции произведений искусства, военные и морские объекты, пассажирские/военные самолеты, космические корабли/станции, подземные/подводные объекты, морские суда, объекты, связанные с огнеопасными/взрывоопасными материалами, атомные электростанции, транспортные тоннели и транспортные средства, жилые и офисные комплексы, больницы, частные дома и другие изолированные занимаемые людьми объекты для проживания, работы, путешествий, занятий спортом, развлечений и других видов деятельности человека. Более полную информацию можно получить в сети Интернет на сайте www.firepass.com.

Формула изобретения

1. Предварительно приготовленный пригодный для дыхания предотвращающий или ликвидирующий пожар состав для создания пригодной для дыхания предотвращающей или ликвидирующей пожар атмосферы в закрытых пространствах, причем состав является

5 готовым к использованию для введения в закрытые пространства и содержит газовую смесь, включающую кислород и азот, отличающийся тем, что газовая смесь содержит более 12% и менее 18% кислорода для постоянного использования в качестве предотвращающей пожар атмосферы; или смесь содержит более 8% и менее 16,8% кислорода для эпизодического использования в качестве огнегасящего агента.

10 2. Состав по п.1, отличающийся тем, что пригодная для дыхания, предотвращающая пожар атмосфера содержит водяные пары, углекислый газ и другие атмосферные газы в количествах, пригодных для дыхания.

3. Состав по любому из пп.1 и 2, отличающийся тем, что огнегасящий агент содержит достаточное количество углекислого газа для компенсации пониженного содержания

15 кислорода в человеческом организме так, чтобы при выпуске огнегасящего агента создавалась пригодная для дыхания огнегасящая атмосфера с содержанием кислорода, составляющим до 16% и содержанием углекислого газа, достигающим 5-10%.

4. Состав по любому из пп.1 и 2, отличающийся тем, что азот частично или полностью заменен другим инертным газом или газовой смесью, имеющей инертные свойства.

20 5. Система для создания пригодной для дыхания предотвращающей пожар атмосферы в закрытых пространствах, содержащая окружающую конструкцию, имеющую внутреннюю среду (11, 91, 101, 110, 130, 140, 171, 191, 221, 241, 251, 272), содержащую пригодный для дыхания предотвращающий пожар состав с содержанием кислорода ниже 18%, и вход (12, 131, 172, 192), сообщающийся с внутренней средой, отличающаяся тем,

25 что внутренняя среда постоянно вентилируется предварительно приготовленным пригодным для дыхания предотвращающим пожар составом, имеющим содержание кислорода более 12% и менее 18%, вновь генерируемым устройством (20, 50, 92, 102, 111, 132, 143, 173, 193, 262) для извлечения кислорода или регенерированным системой (223, 232, 242, 252) жизнеобеспечения.

30 6. Система по п.5, отличающаяся тем, что выходное отверстие устройства для извлечения кислорода дополнительно сообщается с контейнером высокого давления для обеспечения достаточной подачи огнегасящего состава, выпускаемого во внутреннюю среду для ликвидации пожара.

7. Система по п.5, отличающаяся тем, что система жизнеобеспечения имеет модуль

35 регенерации воздуха для удаления излишней влаги, углекислого газа, пыли и других газообразных продуктов жизнедеятельности человека из пригодного для дыхания предотвращающего пожар состава; причем модуль регенерации воздуха выполнен с возможностью постоянного принятия пригодной для дыхания предотвращающей пожар атмосферы из внутренней среды с возможностью замены избыточного углекислого газа

40 кислородом и с возможностью обеспечения пригодного для дыхания предотвращающего пожар состава в количествах, необходимых для поддержания пригодного для дыхания качества атмосферы; при этом пригодная для дыхания атмосфера и состав содержат постоянный балласт из азота или другого инертного газа в диапазоне 83 - 88%, введенный первоначально в необходимом количестве, на которое не оказывает влияние

45 модуль регенерации воздуха;

и балласт автоматически предотвращает рост содержания кислорода выше 17%.

8. Система по любому из пп.6 и 7, отличающаяся тем, что контейнер (97, 104, 112, 153, 265) установлен в комбинации с устройством (92, 102, 111, 157, 262) для извлечения кислорода и выполнен с возможностью принятия от него газообразного

50 состава, причем состав постоянно поддерживается под выбранным барометрическим давлением посредством устройства для извлечения кислорода и/или промежуточного компрессора (103, 158, 266) высокого давления.

9. Система по любому из пп.5-7, отличающаяся тем, что контейнер является

автономным контейнером (121, 202, 214), имеющим отдельную систему обнаружения огня и/или дыма, которая инициирует выпуск газообразного состава при пожаре.

10. Система для создания пригодной для дыхания огнегасящей атмосферы в закрытых пространствах, содержащая окружающую конструкцию, имеющую внутреннюю среду (91, 101, 110, 140, 151, 201, 211, 275, 281, 301), содержащую внутреннюю атмосферу, и вход, сообщающийся с внутренней средой, отличающаяся тем, что система содержит контейнер (97, 104, 108, 112, 122, 153, 202, 214, 265, 284, 302) для хранения газа, содержащий предварительно приготовленный огнегасящий состав с пониженным содержанием кислорода в диапазоне от выше 8% до ниже 16% и азот; причем количество состава, удерживаемого в контейнере или выпускаемого из него, позволяет при выпуске состава в закрытое пространство обеспечивать создание пригодной для дыхания огнегасящей атмосферы, имеющей концентрацию кислорода в диапазоне от выше 8 до ниже 16%.

11. Система по п.10, отличающаяся тем, что контейнер для газа содержит состав под высоким барометрическим давлением, предпочтительно, составляющим выше 10 бар, и выполнена с возможностью выпуска его при приеме сигнала от оборудования (98, 125, 159, 285, 305) обнаружения огня и дыма.

12. Система по любому из пп.10 и 11, отличающаяся тем, что контейнер имеет выпускной клапан (107, 123, 274, 286, 311), приводимый в действие инициирующим устройством, активизируемым этим сигналом; причем контейнер имеет выпускные патрубки (95, 106, 114, 146, 154, 175, 195, 204, 213, 268, 306), подсоединенные непосредственно или через распределительный трубопровод (94, 105, 109, 113, 145, 152, 174, 194, 203, 212, 267, 288, 308); при этом патрубки имеют снижающее шум устройство для снижения уровня звука при выпуске состава.

13. Система по любому из пп.10 и 11, отличающаяся тем, что контейнер (97, 104, 112, 153, 265) установлен в комбинации с устройством (92, 102, 111, 157, 262) для извлечения кислорода и выполнен с возможностью принятия от него газообразного состава, причем состав постоянно поддерживается под выбранным барометрическим давлением посредством устройства для извлечения кислорода и/или промежуточного компрессора (103, 158, 266) высокого давления.

14. Система по любому из пп.10 и 11, отличающаяся тем, что контейнер является автономным контейнером (121, 202, 214), имеющим отдельную систему обнаружения огня и/или дыма, которая инициирует выпуск газообразного состава при пожаре.

15. Система по любому из пп.10 и 11, отличающаяся тем, что она содержит множество изолирующих разделительных стенок (115, 155), образующих избранные сегменты (А, В, С, D) внутреннего пространства; причем изолирующие разделительные стенки выполнены с возможностью избирательного закрывания в случае возникновения пожара для, по существу, изоляции в закрытом состоянии сегментов друг от друга и от внешней среды.

16. Система по п.15, отличающаяся тем, что изолирующие разделительные стенки (115, 155) являются накачиваемыми падающими шторами, удерживаемыми в нормальном положении в ненакаченном и сложенном состоянии в держателях (116, 156) штор, установленных под потолком по всему внутреннему пространству; причем падающие шторы изготовлены из прозрачного и мягкого синтетического материала в форме накачиваемых полотнищ, причем, в накаченном состоянии они образуют достаточное препятствие для тяги или любого существенного перемещения воздуха в избранные сегменты; при этом шторы выполнены с возможностью их накачивания газом от пиротехнического устройства или из контейнера, инициируемого сигналом от оборудования для обнаружения пожара.

17. Система по любому из пп.10 и 11, отличающаяся тем, что внутренним пространством является внутреннее пространство самолета; огнегасящим составом является смесь кислорода, азота и углекислого газа, имеющая концентрацию кислорода выше 8% и ниже 16% и содержание углекислого газа выше 5%; причем огнегасящий агент, при его выпуске внутрь пространства в случае возникновения пожара, создает пригодную для дыхания

огнегасящую атмосферу с содержанием кислорода в диапазоне от 10 - 16% и с содержанием углекислого газа приблизительно 4-5%, при этом система содержит бортовую систему (285, 305) обнаружения огня и дыма, которая приводит систему в действие посредством открывания выпускного клапана (клапанов) и выключения вентиляционной системы самолета.

18. Система по п.17, отличающаяся тем, что контейнер для хранения является гибким контейнером (284), накачиваемым огнегасящим составом до желаемого давления и расположенным в герметичном жестком контейнере (282), который сообщается с внутренним пространством самолета через средство (287) для накачивания воздуха; сигнал от бортовой системы (285) обнаружения пожара вызывает открывание выпускного клапана (клапанов) (286), выпускающих огнегасящий агент из контейнера для хранения во внутреннее пространство самолета, при этом средство для накачивания воздуха начинает откачивать загрязненный дымом воздух из внутреннего пространства самолета в жесткий контейнер, создавая положительное давление снаружи контейнера для хранения и вытесняя из него все количество огнегасящего агента; при этом избыточное количество огнегасящей атмосферы при необходимости выпускается в наружную атмосферу через перепускной клапан (290).

19. Система по п.18, отличающаяся тем, что контейнер для хранения является гибким контейнером (302) для хранения, накачанным огнегасящим составом до желаемого давления и расположенным в негерметичном жестком контейнере (304), имеющем расположенный в нем дополнительный гибкий контейнер (303), который не накачан и сообщается с внутренним пространством (301) самолета через средство (307) для накачивания воздуха, откачивающее при обнаружении дыма или огня загрязненный воздух из внутреннего пространства самолета в дополнительный не накаченный контейнер (303), который выполнен при его накачивании с возможностью, приложения положительного давления к контейнеру (302) для хранения и вытеснения из него всего количества огнегасящего агента.

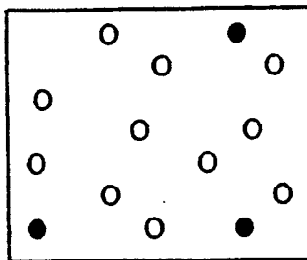
20. Способ создания пригодной для дыхания предотвращающей или ликвидирующей пожар атмосферы в закрытых пространствах, отличающийся тем, что предотвращающий или ликвидирующий пожар состав по любому из пп.1-4 впускают в закрытое занимаемое людьми пространство.

21. Способ по п.20, отличающийся тем, что воздух в закрытом пространстве полностью или частично заменяют газовой смесью, создающей постоянную пригодную для дыхания предотвращающую пожар атмосферу с содержанием кислорода выше 12% и ниже 18% и содержание азота ниже 88%; причем состав постоянно подают в количествах, достаточных для вентилирования закрытого пространства для поддержания пригодного для дыхания качества атмосферы.

22. Способ по п.20, отличающийся тем, что воздух в закрытом пространстве полностью или частично заменяют газовой смесью, создающей пригодную для дыхания огнегасящую атмосферу, имеющую содержание кислорода выше 8% и ниже 16,8% и содержание азота ниже 92%.

23. Предварительно приготовленный пригодный для дыхания предотвращающий или ликвидирующий пожар состав для создания пригодной для дыхания предотвращающий или ликвидирующий пожар атмосферы в закрытых пространствах, причем состав является готовым к использованию для введения в закрытые пространства и содержит газовую смесь, включающую кислород и отличный от азота инертный газ или газовый состав, имеющий инертные свойства, отличающийся тем, что газовая смесь содержит более 12% и менее 18% кислорода для постоянного использования в качестве предотвращающей пожар атмосферы; или смесь содержит более 8% и менее 16,8% кислорода для эпизодического использования в качестве огнегасящего агента.

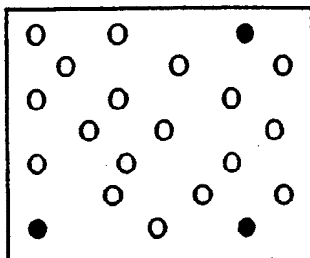
Среда на высоте или
среда с пониженным
давлением



● - Молекулы
кислорода

Фиг. 1

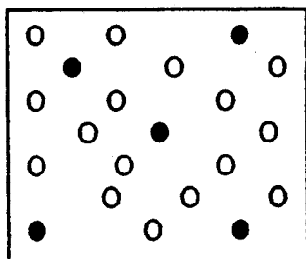
Среда нормального
давления с
пониженным
содержанием



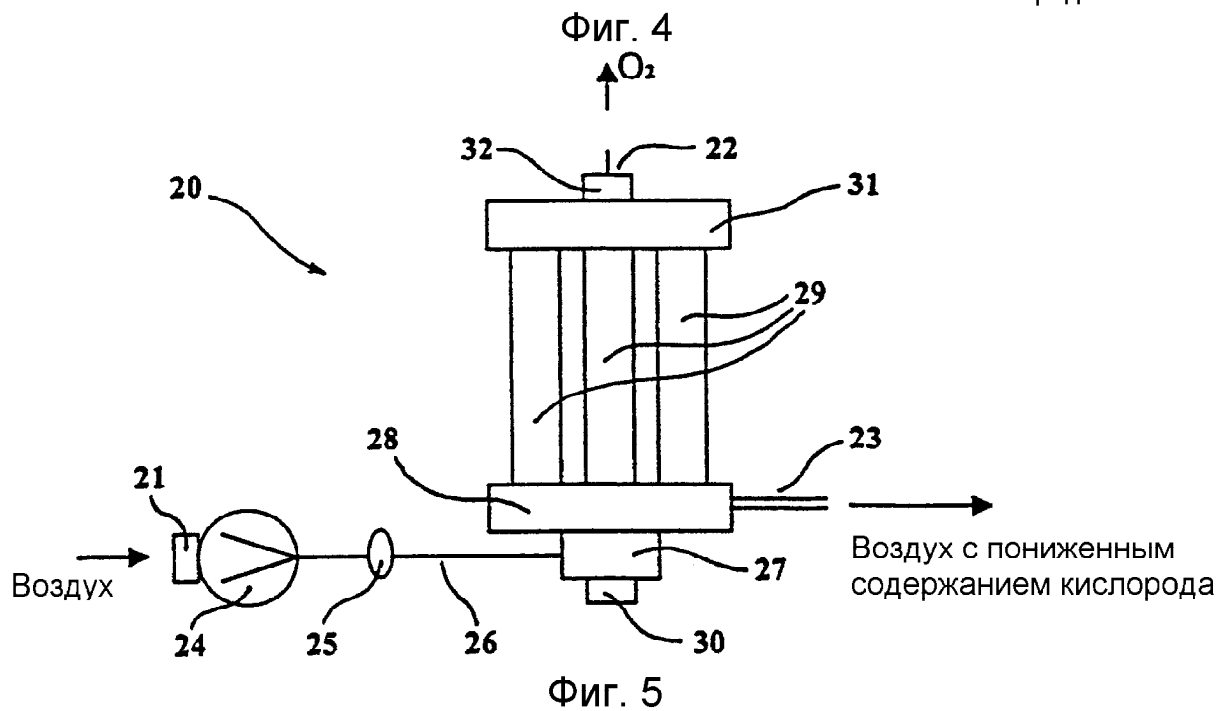
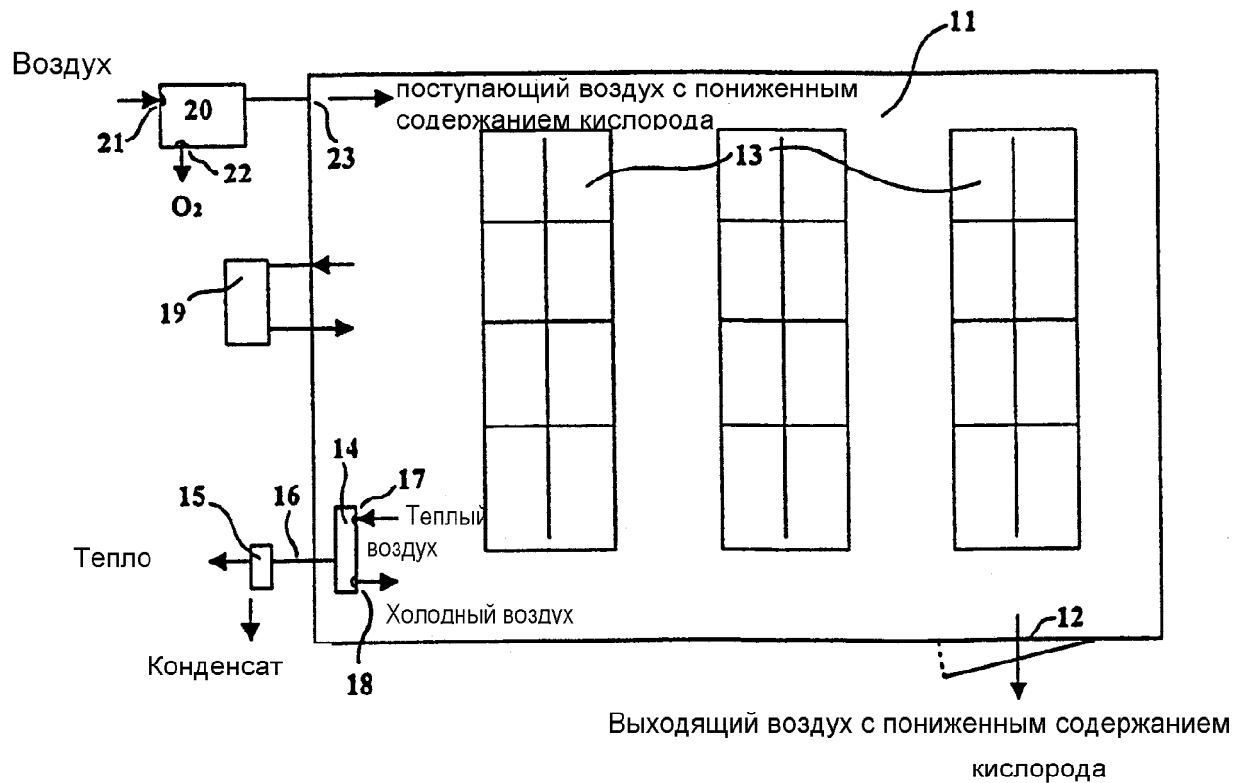
○ - Молекулы азота

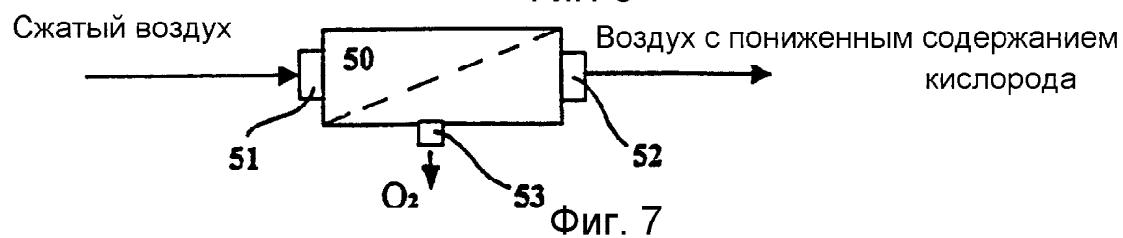
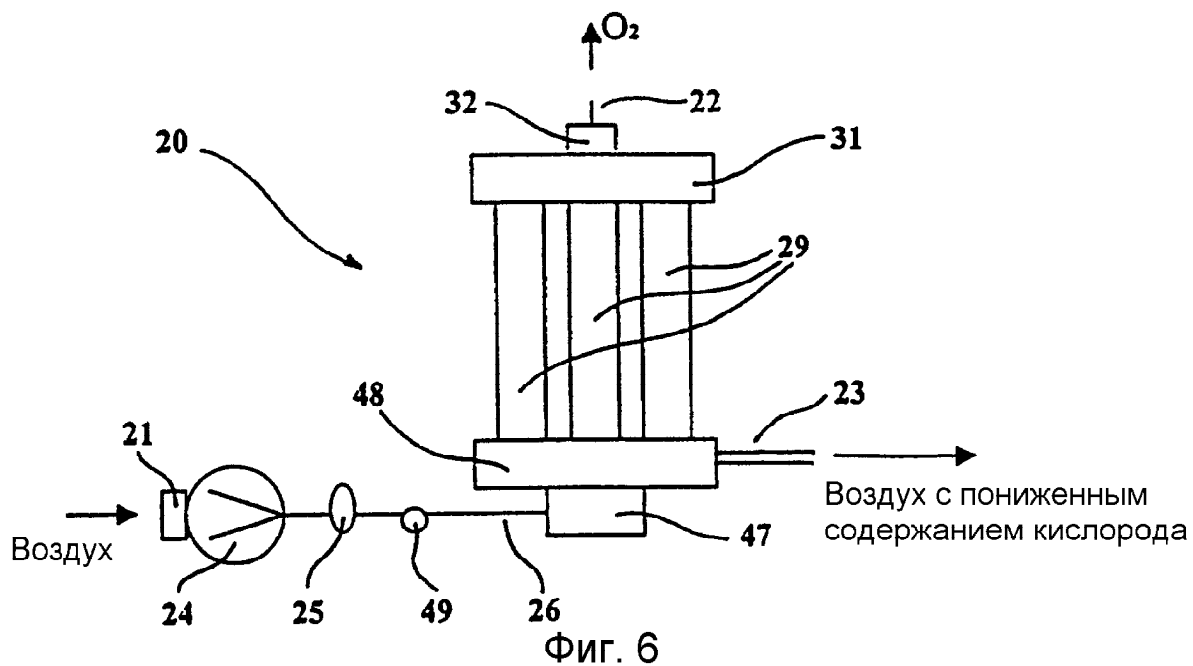
Фиг. 2

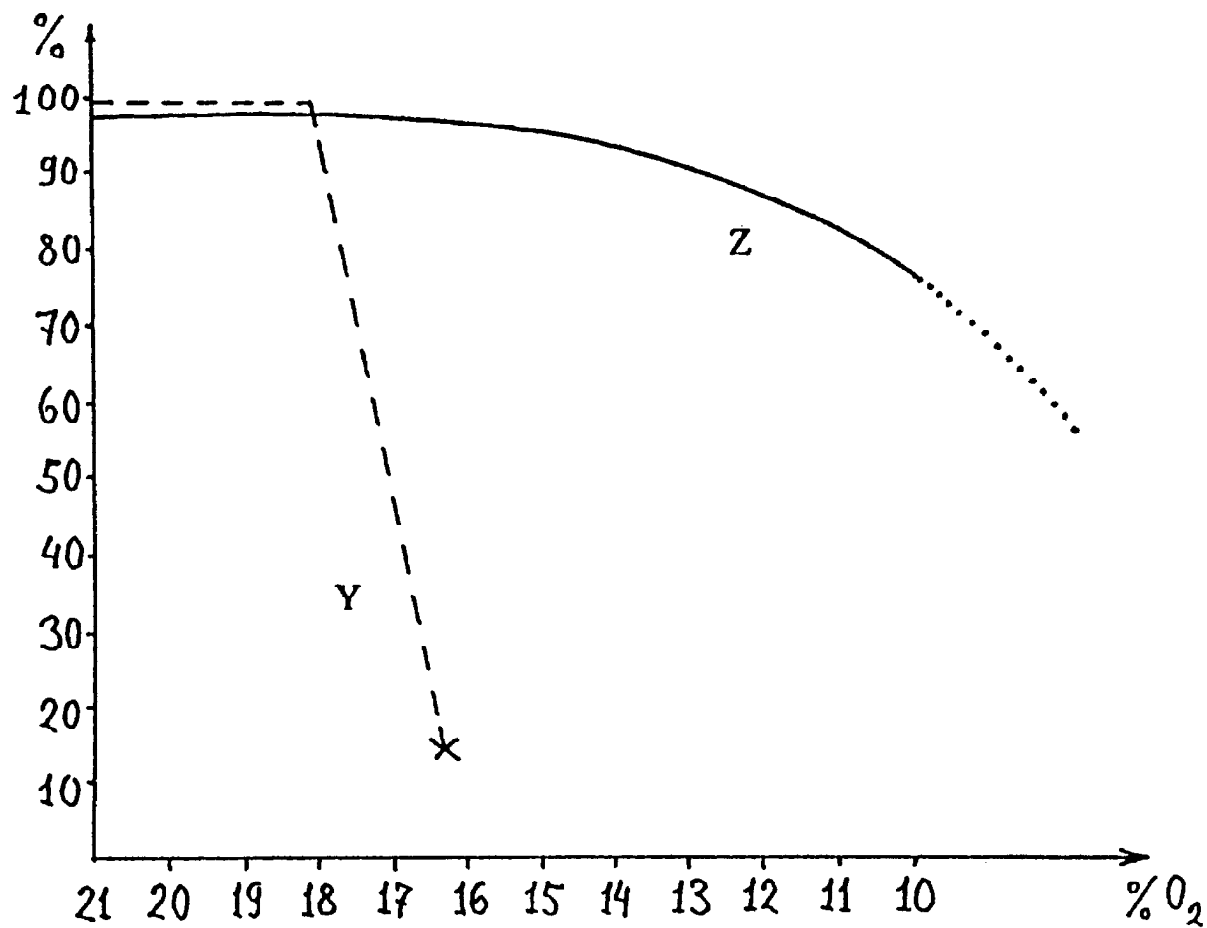
Среда нормального
давления с нормальным
содержанием кислорода



Фиг. 3



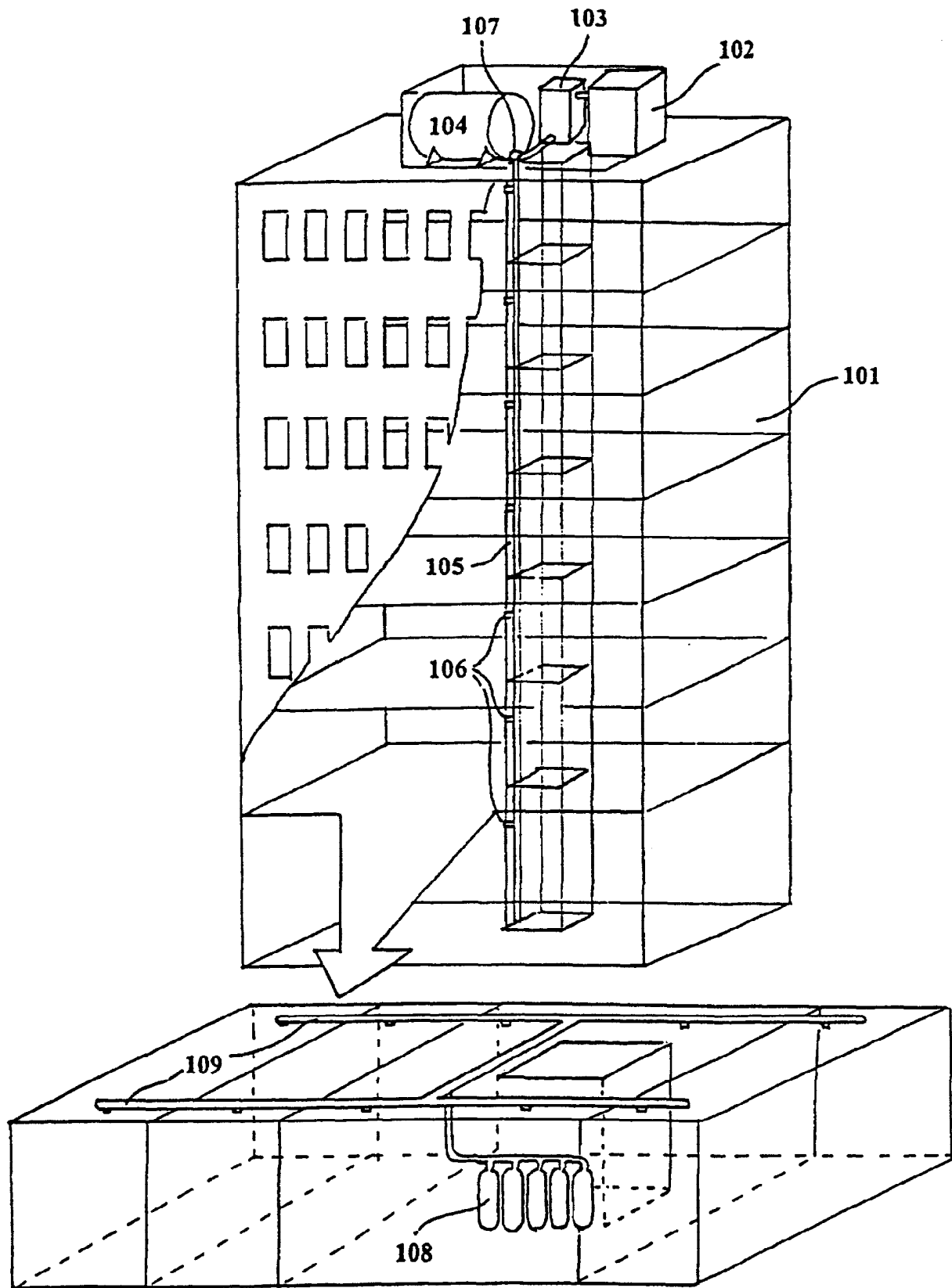




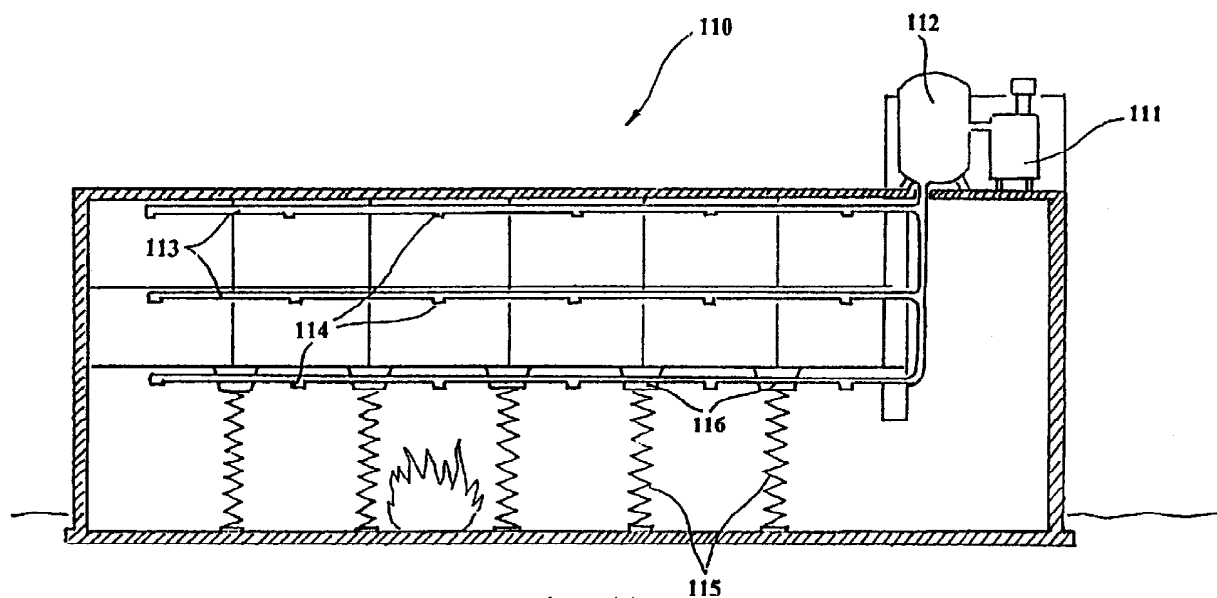
Z – Кривая насыщения гемоглобина кислородом

Y – Кривая гашения пламени в атмосфере с пониженным содержанием кислорода

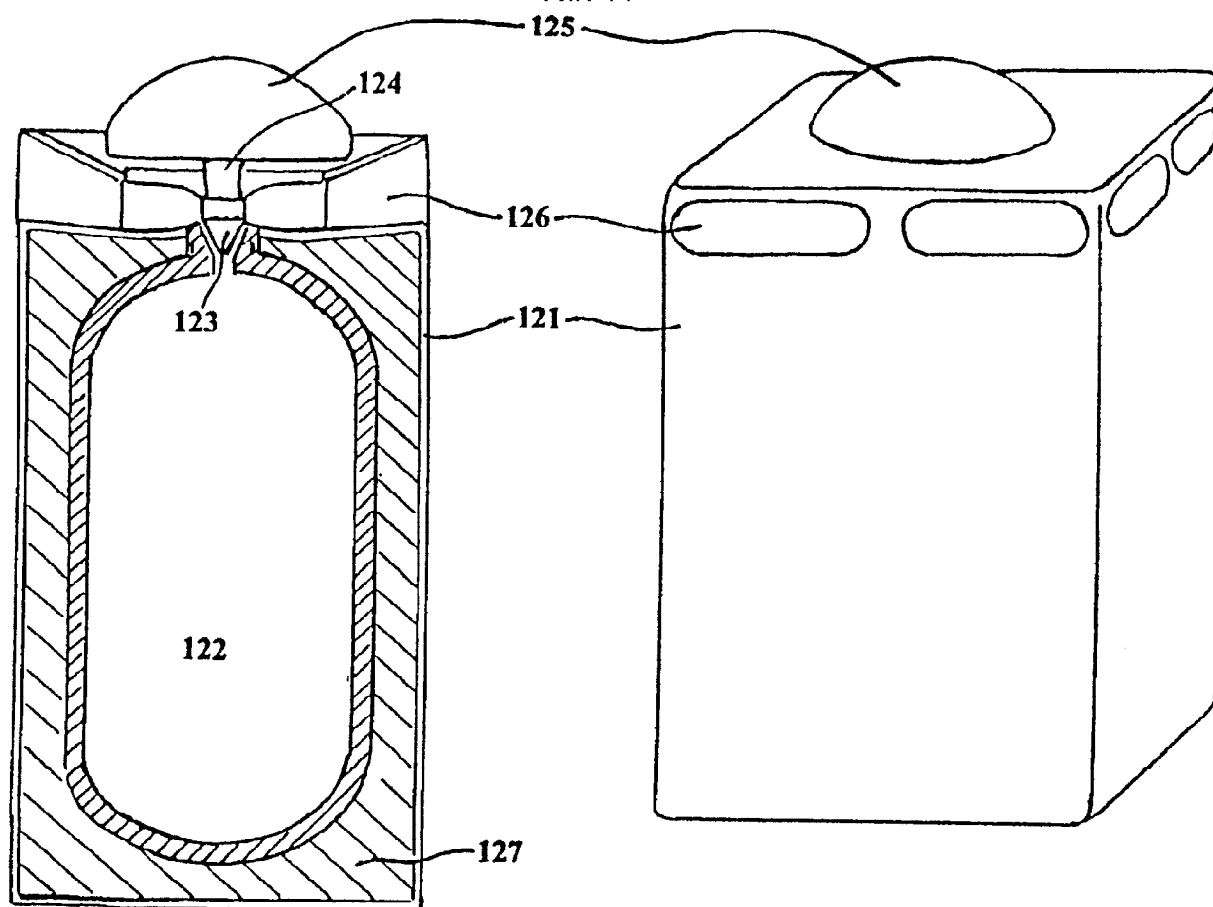
Фиг.8



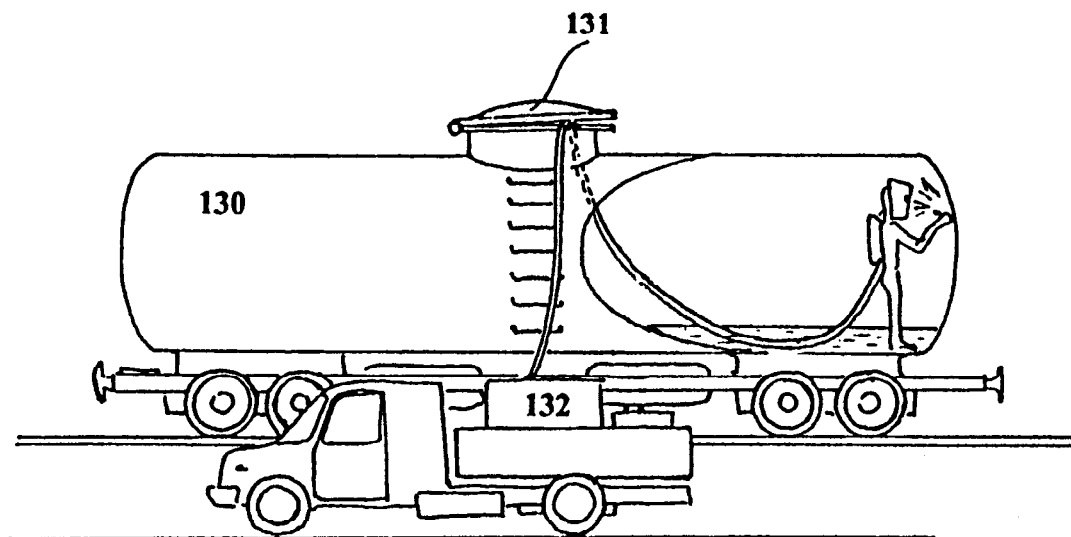
Фиг. 10



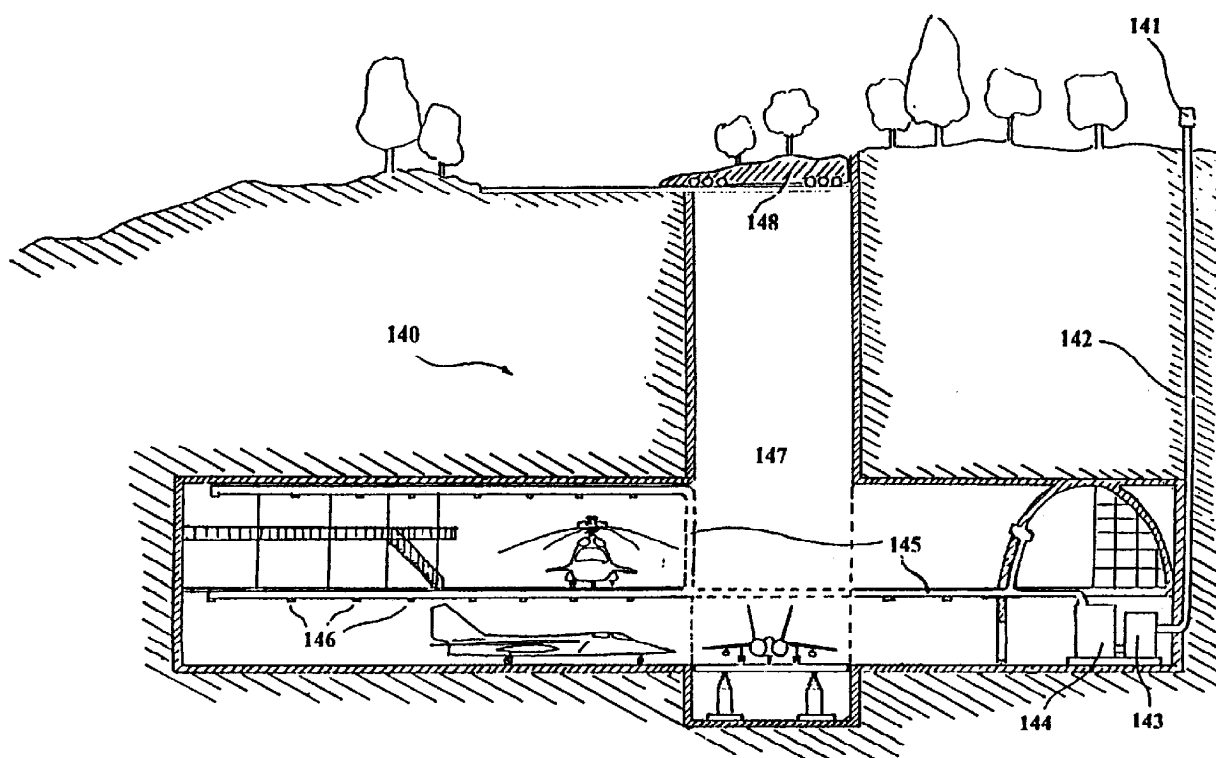
Фиг. 11



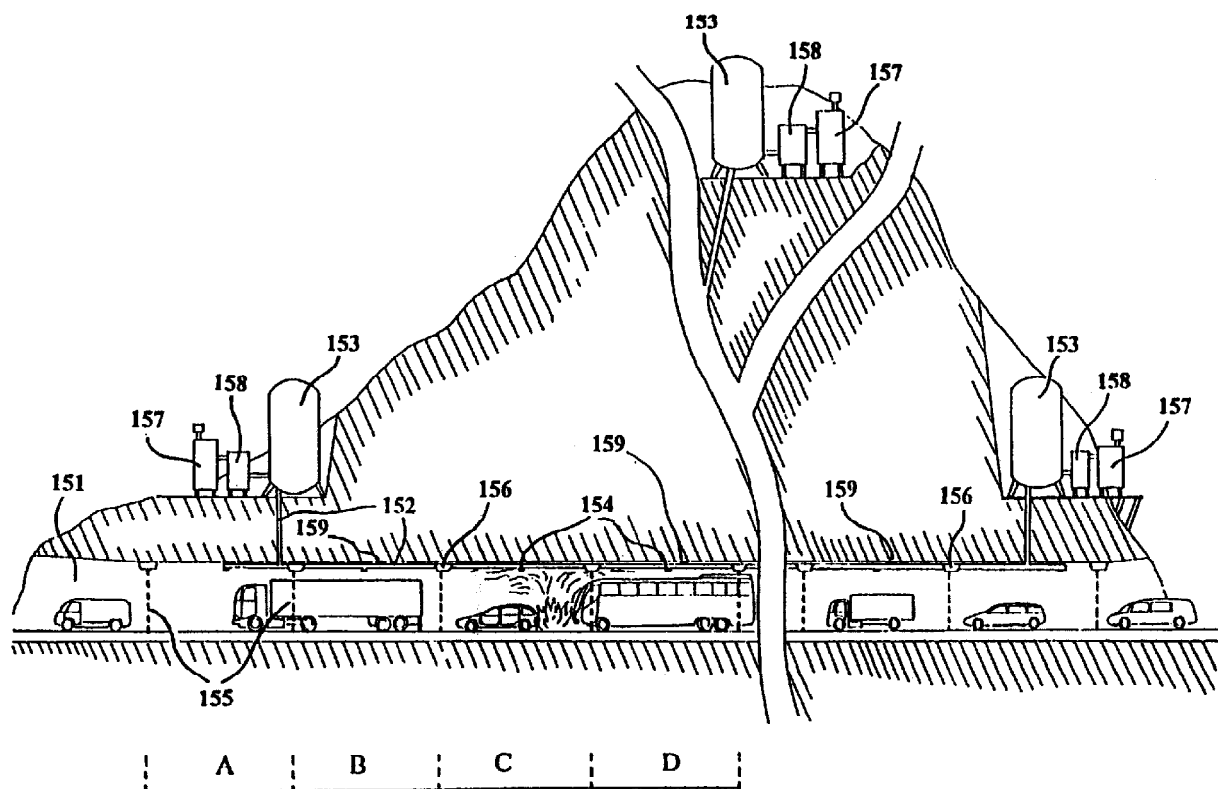
Фиг. 12



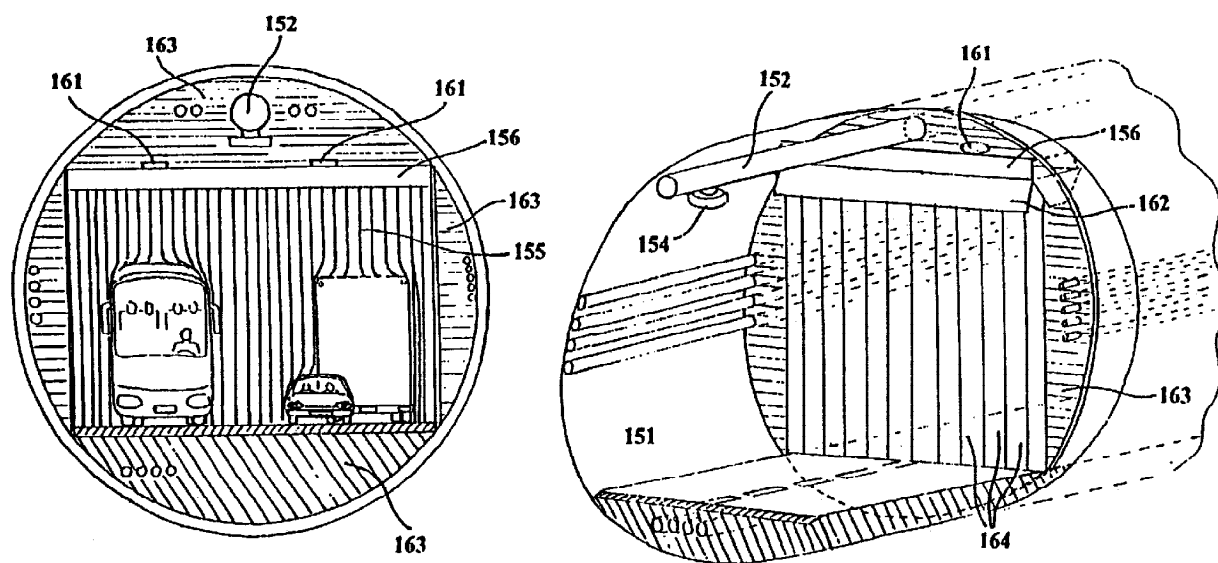
Фиг. 13



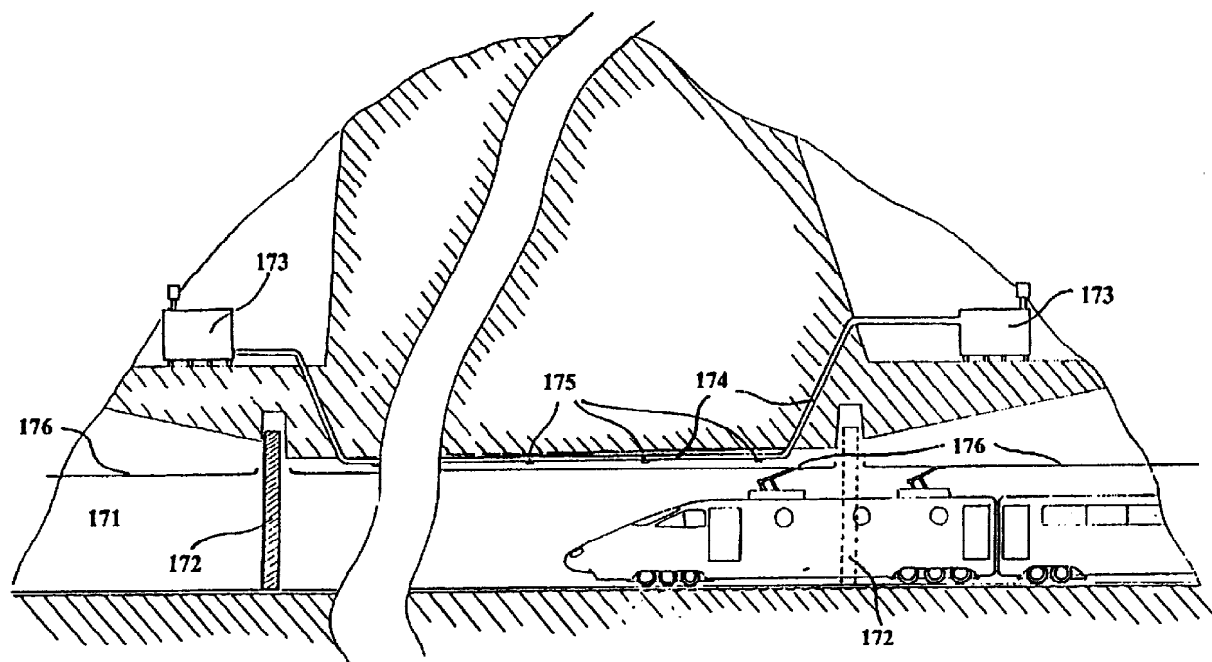
Фиг. 14



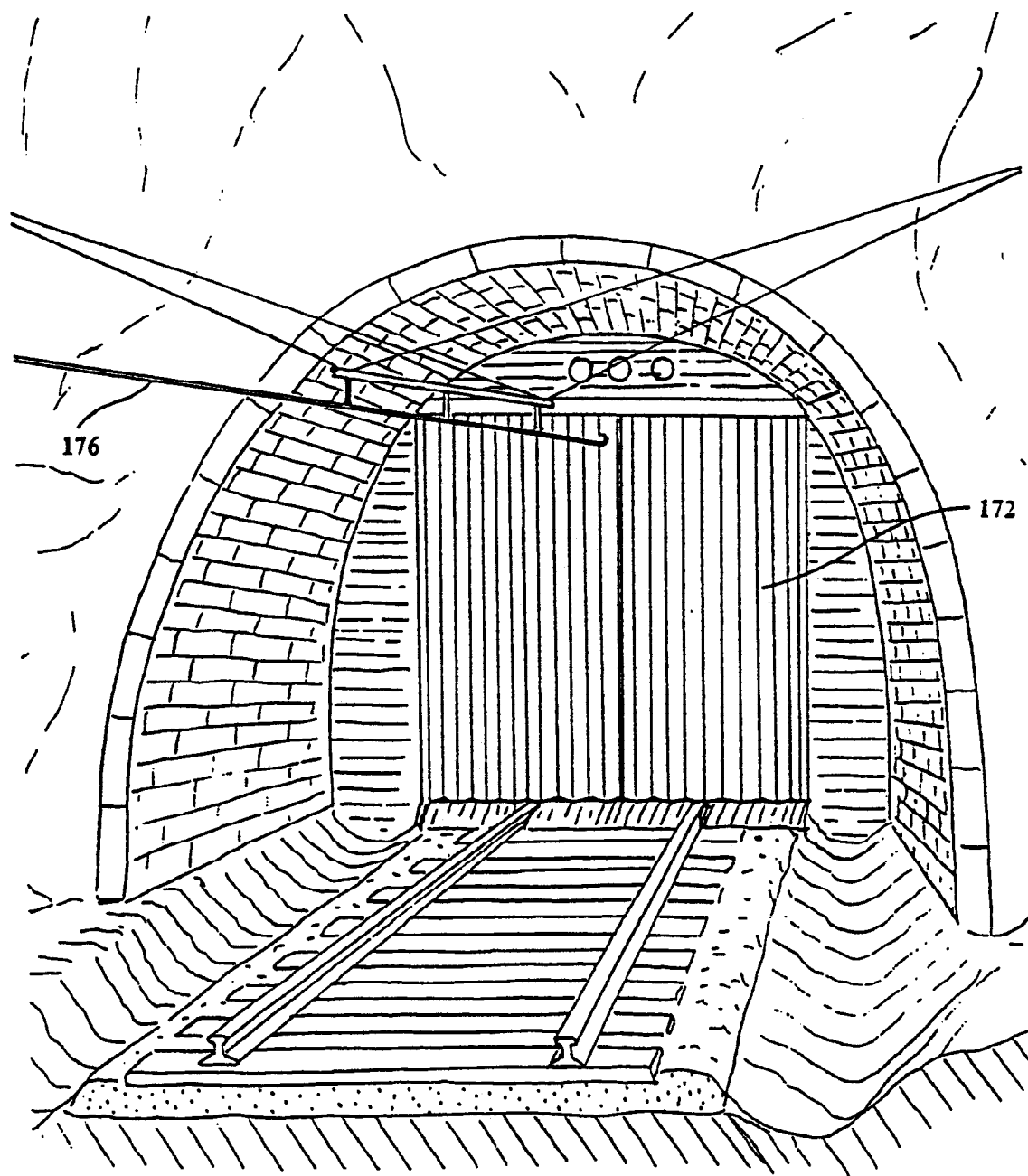
Фиг. 15



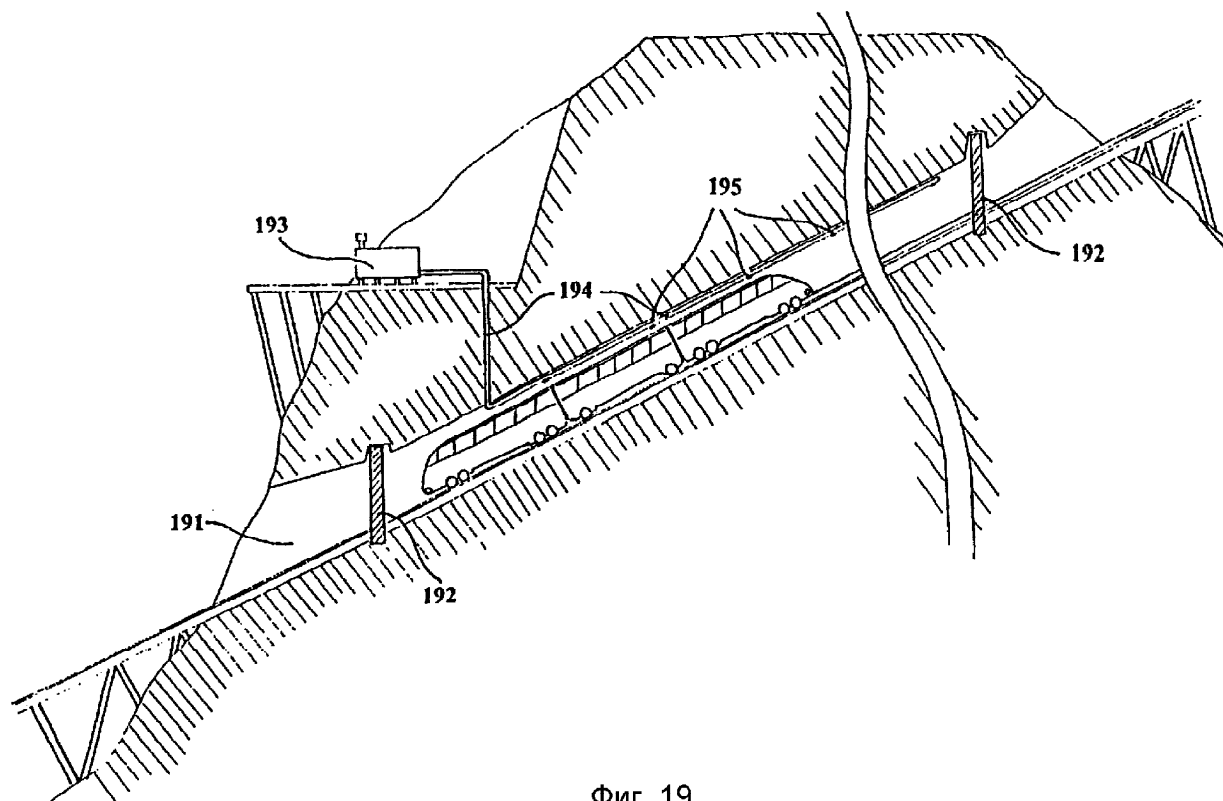
Фиг. 16



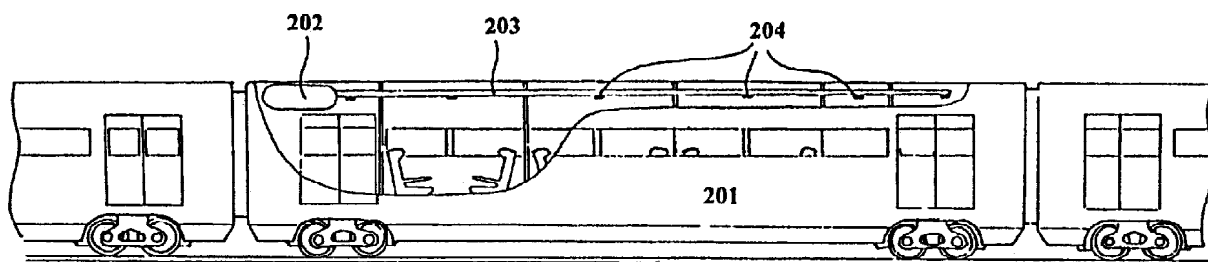
Фиг. 17



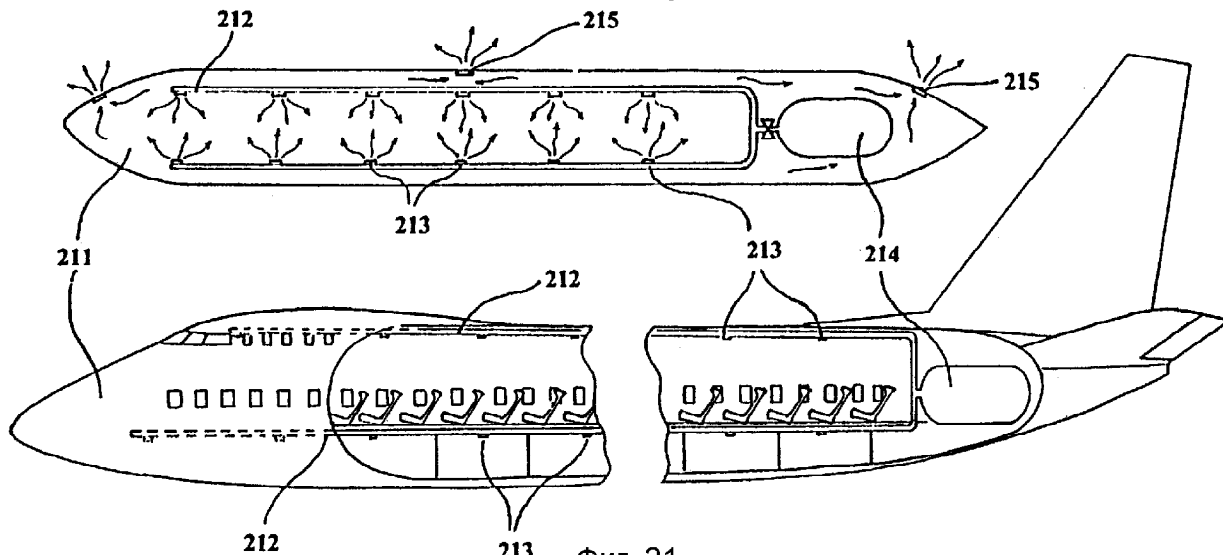
Фиг. 18



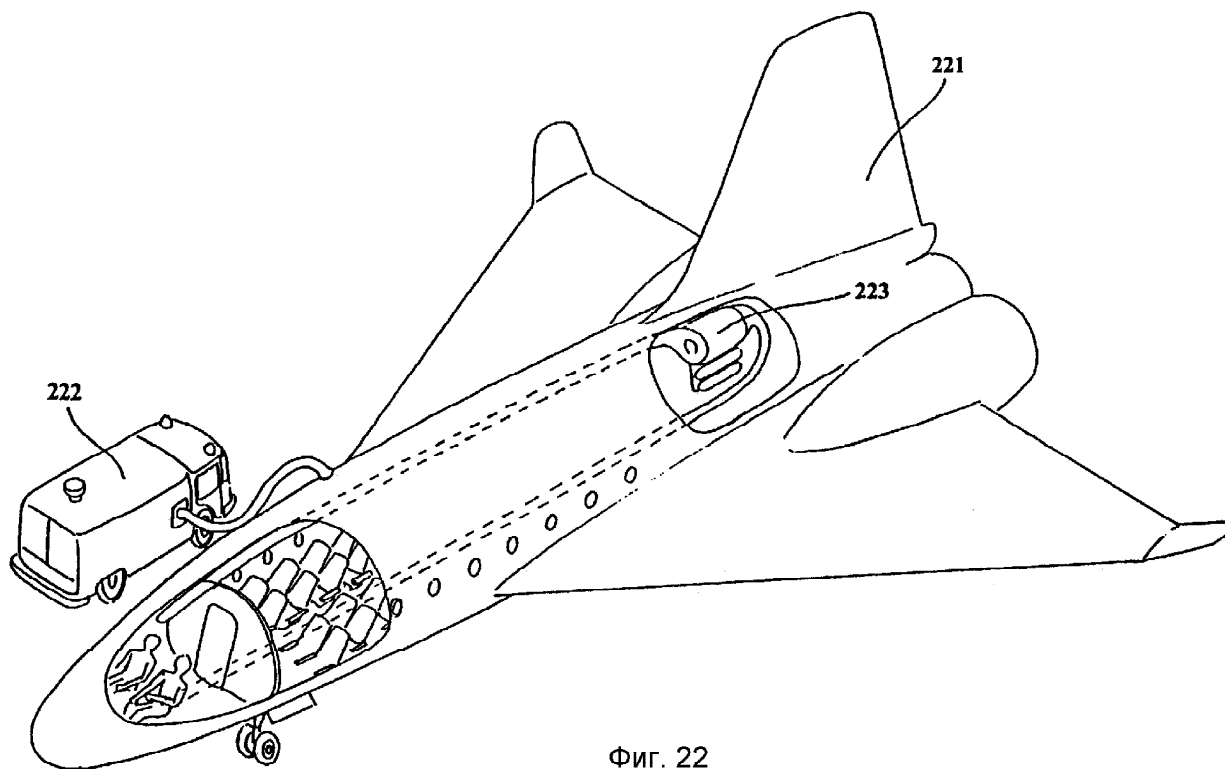
Фиг. 19



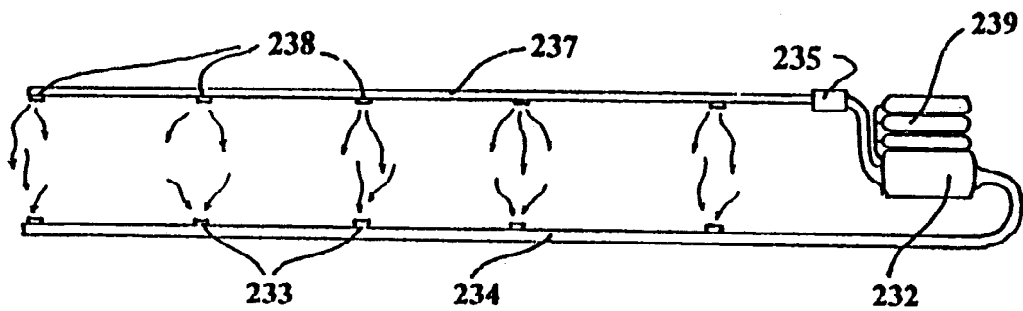
Фиг. 20



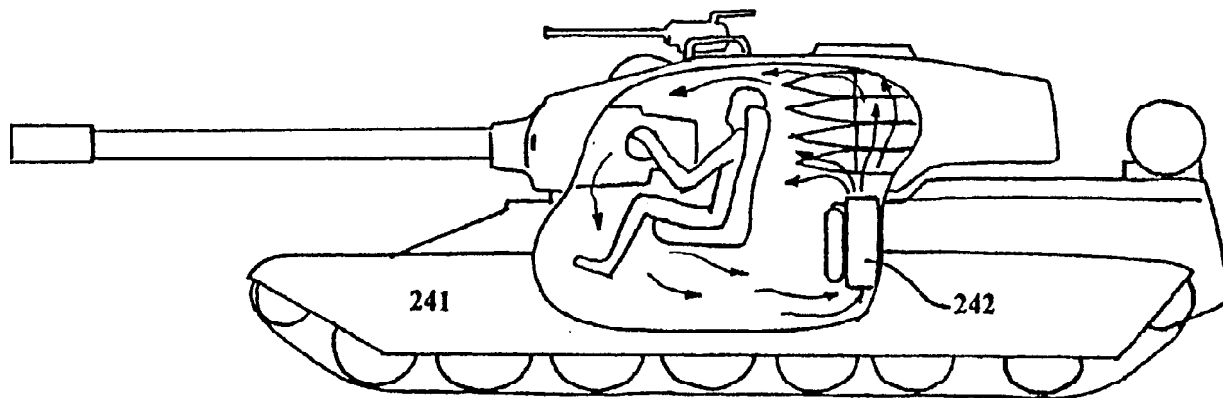
Фиг. 21



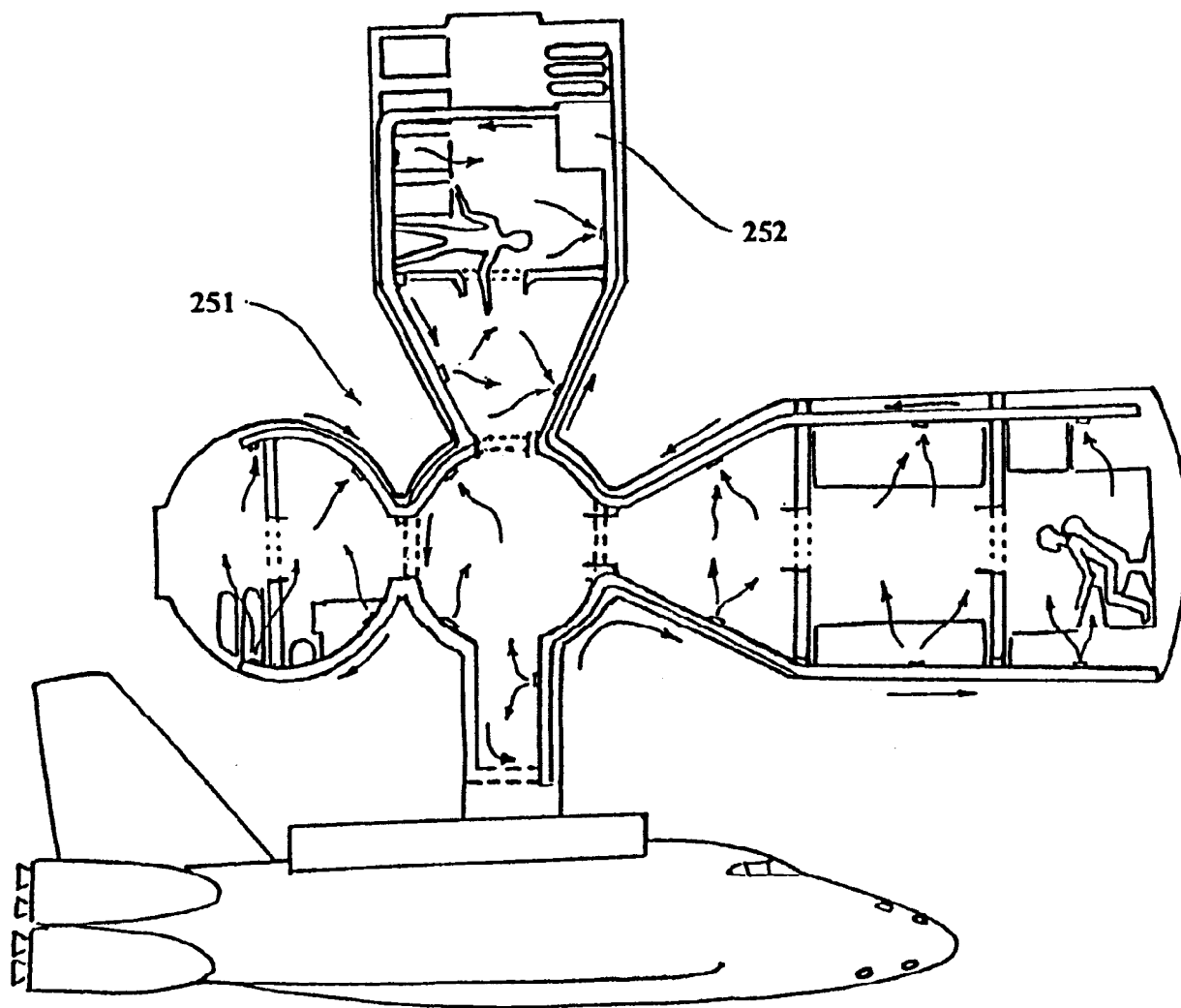
Фиг. 22



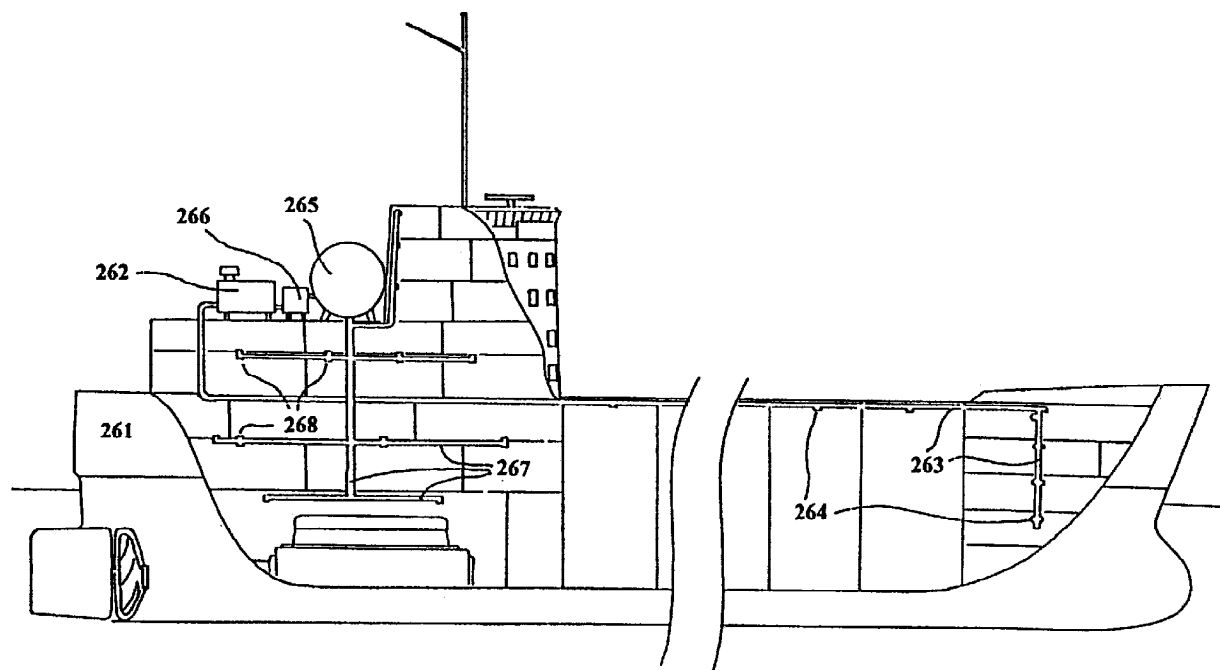
Фиг. 23



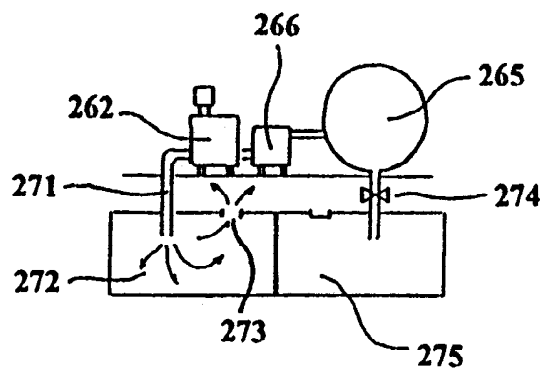
Фиг. 24



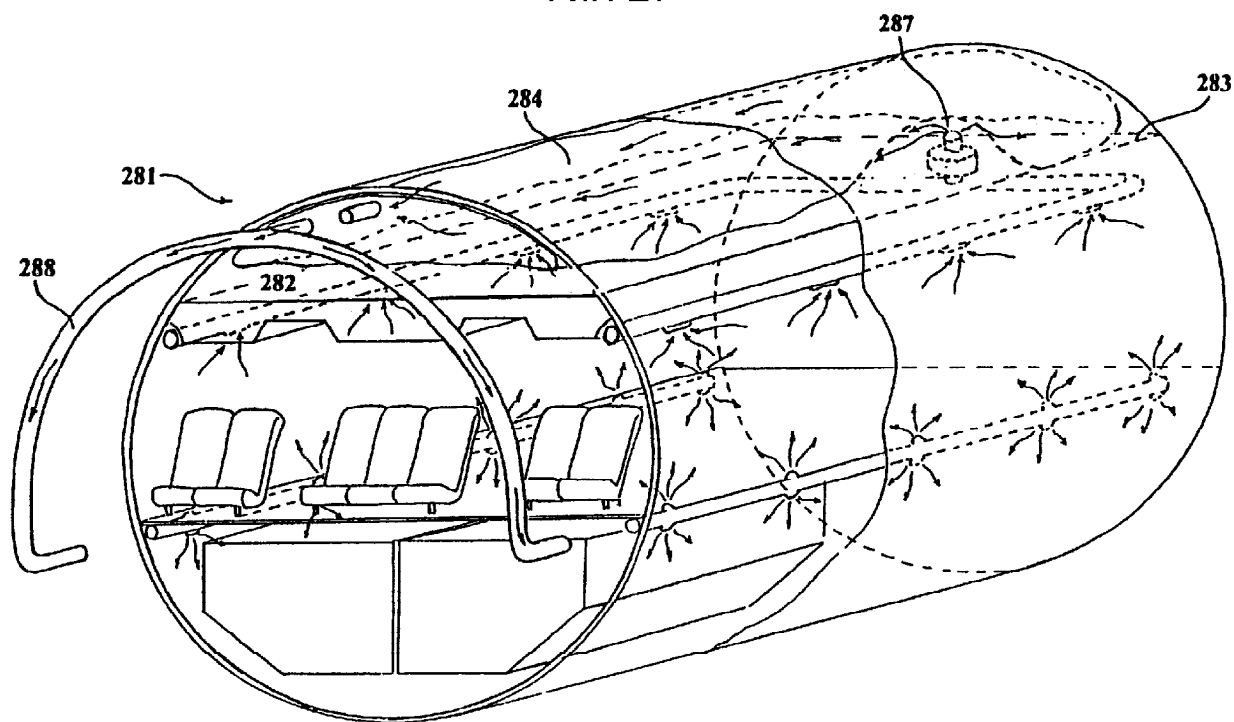
Фиг. 25



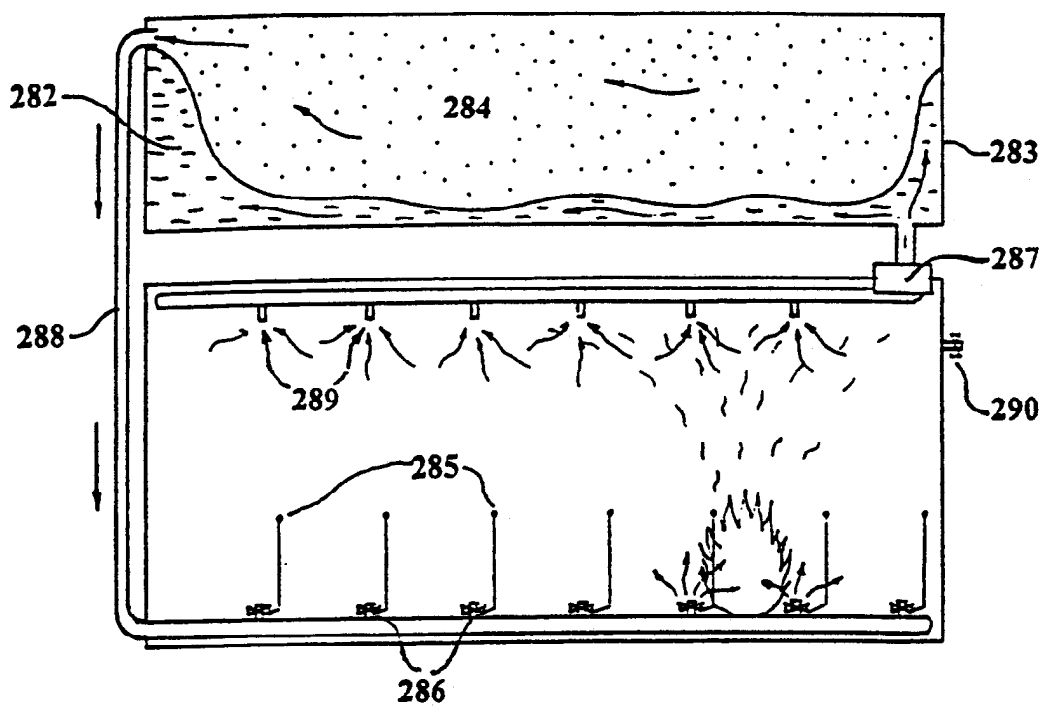
Фиг. 26



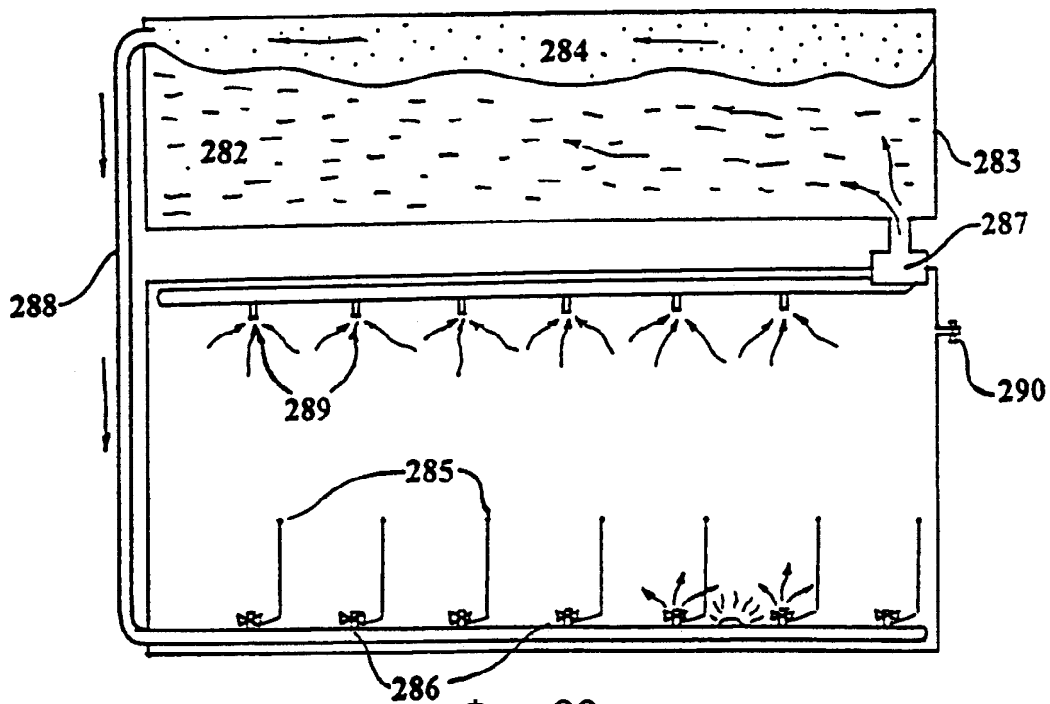
Фиг. 27



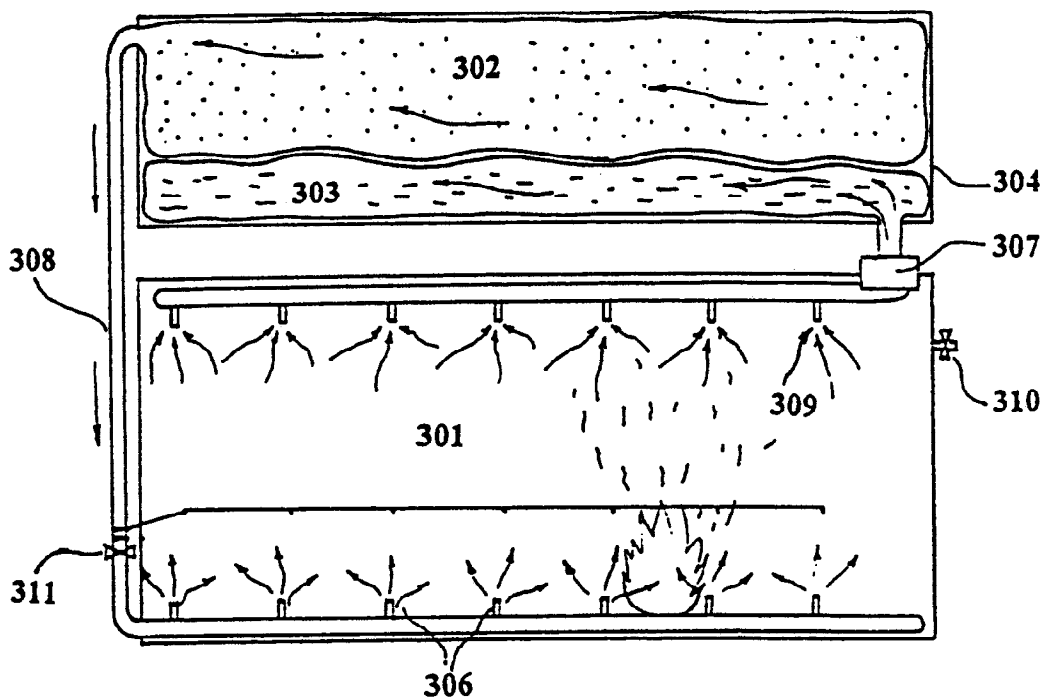
Фиг. 28



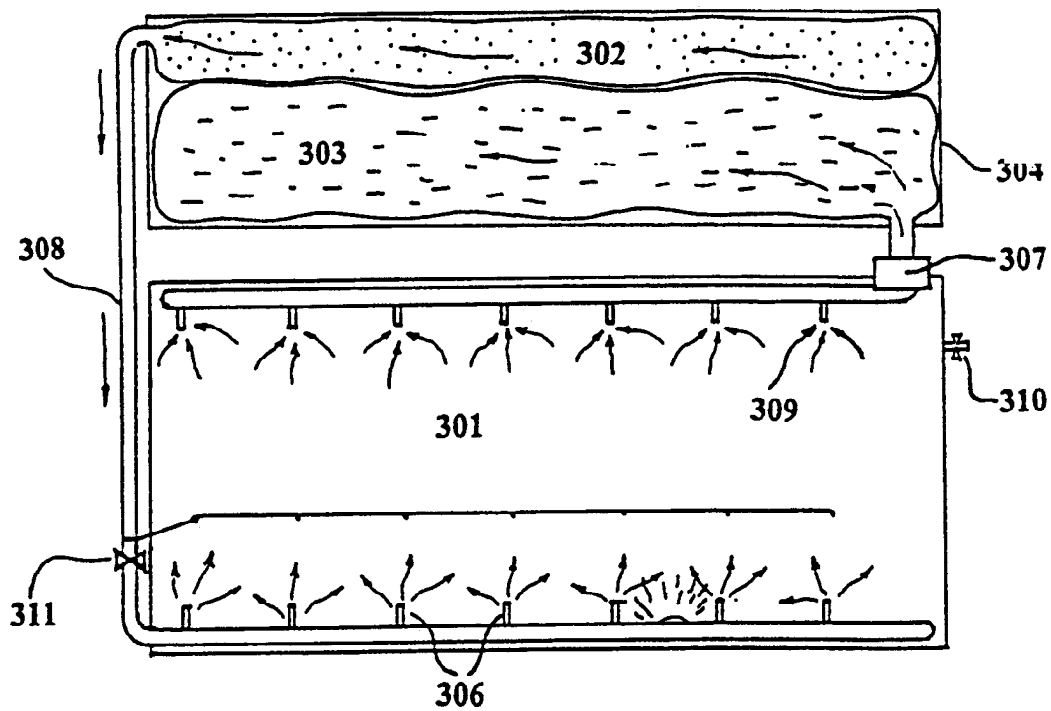
Фиг. 29



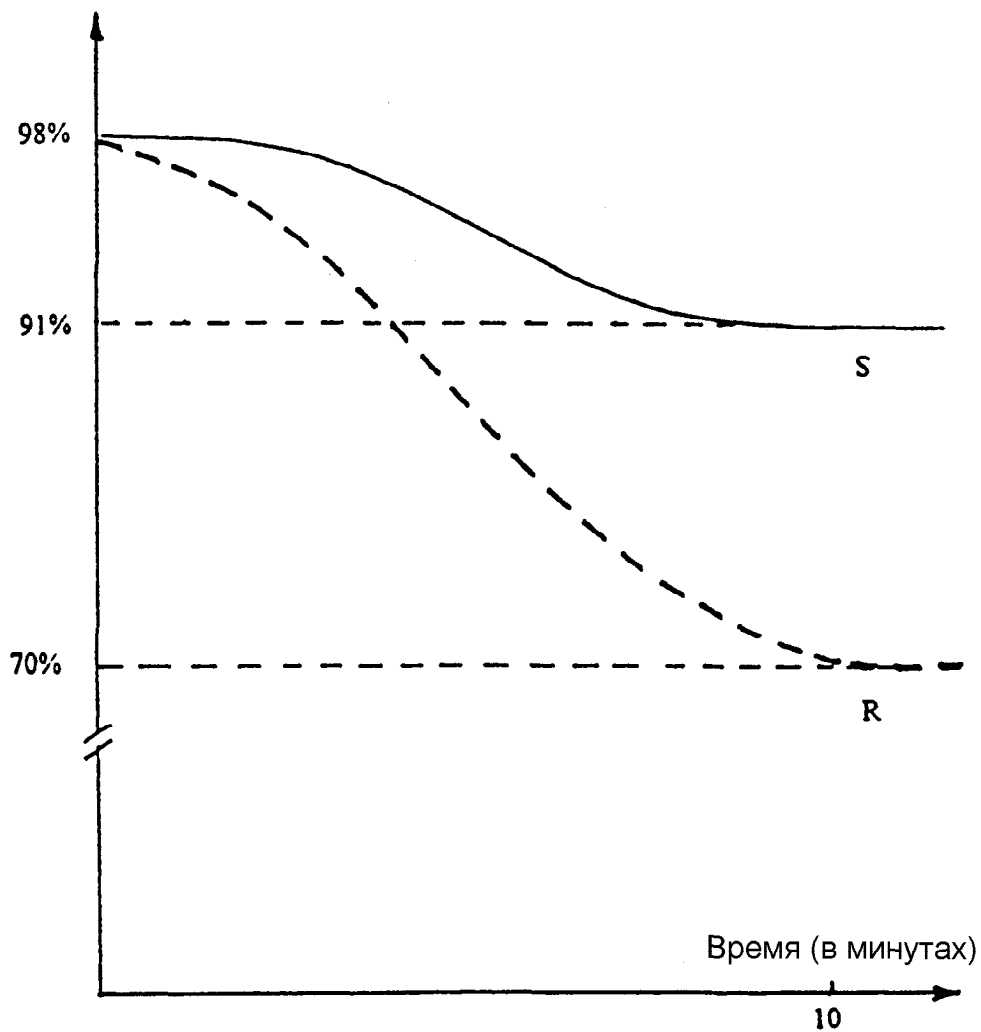
Фиг. 30



Фиг. 31



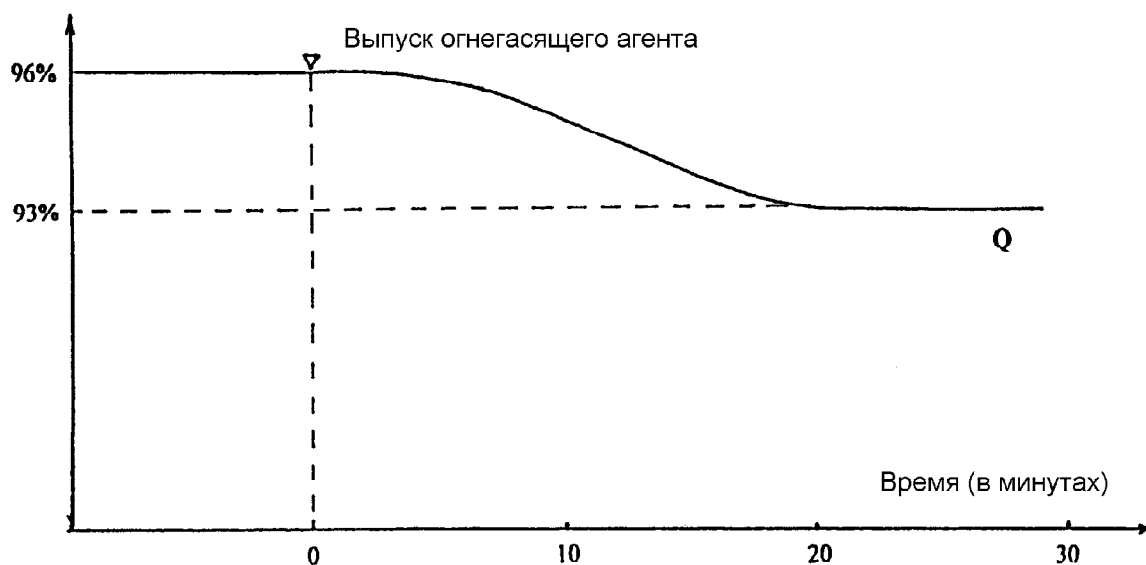
Фиг. 32



R - Насыщение оксигемоглобином при контакте с **10% O₂**

S - Насыщение оксигемоглобином при контакте с **10% O₂** с **4% CO₂** во вдыхаемом воздухе

Фиг. 33



Q - Насыщение оксигемоглобином на борту самолета после выпуска пригодного для дыхания огнегасящего агента

Фиг. 34