



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
B64G 1/10 (2018.08); B64G 4/00 (2018.08)

(21) (22) Заявка: 2018117527, 11.05.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
11.05.2018

Дата регистрации:
25.04.2019

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 11.05.2018

(45) Опубликовано: 25.04.2019 Бюл. № 12

Адрес для переписки:
111250, Москва, ул. Авиамоторная, 53,
Акционерное общество "Российская
корпорация ракетно-космического
приборостроения и информационных систем"
(АО "Российские космические системы"),
начальнику патентно-лицензионной службы

(72) Автор(ы):
Баркова Мария Евгеньевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Акционерное общество "Российская
корпорация ракетно-космического
приборостроения и информационных систем"
(АО "Российские космические системы") (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: Debris Engine: A Potential Thruster
for Space Debris Removal. Lei Lan, Jingyang
Li, Hexi Baoyin (Submitted on 23 Nov 2015
(v1), last revised 9 Dec 2015 (this version, v2).
Найдено 25.12.2018. Интернет:
<https://arxiv.org/abs/1511.07246>. АНАТОЛИЙ
ШИБАНОВ. Заботы космического
архитектора. М., Детская литература, 1982,
с.38-39. US 5199671 А, (см. прод.)

(54) Космический аппарат для утилизации космического мусора

(57) Реферат:

Изобретение относится к средствам очистки околоземного космического пространства от отработавших свой срок искусственных космических объектов и их обломков. Предложенный космический аппарат (КА) включает в себя ловушку для космического мусора (КМ) и систему утилизации КМ. Ловушка состоит из сходящихся и расходящихся куполо- и конусообразной сетей, связанных между собой тросами с возможностью образования замкнутой полости. Система утилизации обеспечивает переработку КМ в порошок посредством

двухваликового измельчителя и барабанно-шаровой мельницы. В корпус КА вмонтирован регенератор воды, из которой посредством мембранно-электродного блока получают газообразные кислород и водород. Последние, смешиваясь с порошком КМ, образуют псевдожидкое топливо для двигателей КА. Техническим результатом является энергетически эффективная утилизация КМ посредством его переработки в псевдожидкое топливо для КА. 21 ил.

(56) (продолжение):
06.04.1993. RU 2266240 C2, 20.12.2005. RU 2040448 C1, 25.07.1995. RU 2017659 C1, 15.08.1994.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(19) **RU** (11)

2 686 415⁽¹³⁾ C1

(51) Int. Cl.
B64G 1/10 (2006.01)
B64G 4/00 (2006.01)

(52) CPC

B64G 1/10 (2018.08); *B64G 4/00* (2018.08)

(21) (22) Application: **2018117527, 11.05.2018**

(24) Effective date for property rights:
11.05.2018

Registration date:
25.04.2019

Priority:

(22) Date of filing: **11.05.2018**

(45) Date of publication: **25.04.2019** Bull. № 12

Mail address:

111250, Moskva, ul. Aviamotornaya, 53,
Aksionernoe obshchestvo "Rossijskaya
korporatsiya raketno-kosmicheskogo
priborostroeniya i informatsionnykh sistem" (AO
"Rossijskie kosmicheskie sistemy"), nachalniku
patentno-litsenzionnoj sluzhby

(72) Inventor(s):

Barkova Mariya Evgenevna (RU)

(73) Proprietor(s):

**Joint Stock Company "Russian Space Systems"
(JSC "RSS") (RU)**

(54) **SPACECRAFT FOR THE UTILIZATION OF SPACE DEBRIS**

(57) Abstract:

FIELD: astronautics.

SUBSTANCE: invention relates to means of cleaning near-earth space from spent artificial space objects and their fragments. Proposed spacecraft comprises a space debris (SD) trap and a SD recycling system. Trap consists of convergent and divergent dome- and cone-shaped networks interconnected by ropes with the possibility of formation of a closed cavity. Recycling system ensures the SD processing

into powder by means of a two-roller grinder and a drum-and-ball mill. Water regenerator is mounted into the spacecraft body, from which gaseous oxygen and hydrogen are obtained by means of a membrane-electrode unit. Latter mix with SD powder to form pseudo-liquid fuel for spacecraft engines.

EFFECT: energetically effective utilization of SD by its processing into pseudo-liquid fuel for spacecraft.

1 cl, 21 dwg

R U 2 6 8 6 4 1 5 C 1

R U 2 6 8 6 4 1 5 C 1

Изобретение относится к области космонавтики и предназначено для очистки околоземного космического пространства от отработавших свой срок искусственных спутников Земли, прочих космических объектов и их обломков.

Известен космический аппарат для утилизации космического мусора (Патент на изобретение RU2040448, заявка RU 5025498/23 от 04.02.1992г.), содержащий энергетическую установку, выполненную в виде термоэмиссионного реактора-преобразователя, систему обнаружения тел, подлежащих уничтожению, устройство генерации и направленной передачи энергии, выполненное в виде лазера, снабженного системой охлаждения, и двигательную установку для маневрирования и коррекции орбиты. Лазер выполнен с ядерной накачкой и встроен в термоэмиссионный реактор-преобразователь, а в качестве рабочего тела лазера выбрана смесь газов $\text{CO}_2\text{N}_2\text{He}$. Двигательная установка для маневрирования и коррекции орбиты выполнена электрореактивной.

Недостатком известного устройства является применение лазера, приводящее к образованию более мелких обломков, а также большая масса космического аппарата с ядерным преобразователем.

Наиболее близким аналогом по технической сущности и достигаемому результату является космический аппарат для утилизации космического мусора с двигателем, способным перерабатывать обломки в топливо, сначала измельчая их в порошок посредством планетарной шаровой мельницы; который затем перетирается вольфрамовыми иглами и превращается в плазму (Лей Лан и др., «Сборщик космического мусора: потенциальный охотник за космическим мусором», 2015, <https://arxiv.org/abs/1511.07246>). Энергия для этого процесса добывается от ядерной и солнечной энергии. Под высоким давлением заряженные частицы приводят в действие сборщик космического мусора, позволяя выполнить орбитальный маневр для захвата космического мусора.

Недостатком устройства является процесс преобразования обломков в плазму, требующий высоких температур, и больших затрат энергии, что делает проект нецелесообразным и неэкономичным.

В свою очередь, предлагаемый космический аппарат для утилизации космического мусора – сборщик космического мусора (далее используем сокращение – СКМ) может устранить недостатки аналогов и обеспечить эффективность сборки космического мусора, при уменьшении затрат энергии на переработку обломков. СКМ включает ловушку для космического мусора и систему утилизации космического мусора в псевдожидкое топливо для двигателей космического аппарата, на основе измельчённого космического мусора, смешиваемого с кислородом и водородом. В отличие от ближайшего аналога, ловушка для космического мусора состоит из деформируемых куполообразной сети и конусообразной сети, связанных между собой тросами и сходящихся-расходящихся друг относительно друга с возможностью образования замкнутой полости. При обнаружении космического мусора куполообразная сеть автоматически выпускается на тросах из телескопических направляющих балок конусообразной сети, способных затягивать тросы обратно внутрь. Тросы пронизывают куполообразную сеть насквозь, пересекаясь в её вершине. Соединяясь, также посредством тросов, куполообразная и конусообразная сети, образуют замкнутую полость – мусоросборник, сжимающийся по мере поступления космического мусора на утилизацию.

Главным отличием от ближайшего аналога является использование псевдожидкого топлива вместо плазмы. Система утилизации космического мусора обеспечивает его

переработку в порошок, который, смешиваясь с кислородом и водородом, образует псевдожидкое топливо для двигателей космического аппарата, посредством двухваликового измельчителя.

5 Систему поиска космического мусора и управляющее устройство питают веерообразные солнечные панели и панели, служащие обшивкой корпуса СКМ.

Техническим результатом, достигаемым при использовании изобретения, является сборка космического мусора и его утилизация посредством переработки в псевдожидкое топливо, что позволяет очистить околоземное космическое пространство от отработавших свой срок искусственных объектов и их обломков, способных нанести
10 ущерб действующим космическим объектам.

Изобретение поясняется чертежами:

фиг. 1 – общий вид СКМ;

фиг. 2 – СКМ в собранном виде;

фиг. 3 – способ развёртывания СКМ;

15 фиг. 4а – СКМ с соединёнными куполообразной и конусообразной сетями;

фиг. 4б – соединённые куполообразная и конусообразная сети, образующие замкнутую полость;

фиг. 5 – СКМ с сжатыми куполообразной и конусообразной сетями;

фиг. 6 – блок-схема оборудования СКМ;

20 фиг. 7 – схема СКМ с сечениями;

фиг. 8 – двухваликовый измельчитель по сечению А-А;

фиг. 9 – барабанно-шаровая мельница по сечению Б-Б;

фиг. 10 – мембранно-электродный блок для получения водорода и кислорода из воды по сечению В-В;

25 фиг. 11 – резервуар с топливом по сечению Г-Г;

фиг. 12 – трубы системы подачи топлива в двигатели по сечению Д-Д;

фиг. 13 – схема складывания куполообразной и конусообразной сетей;

фиг. 14 – вид развёрнутых куполообразной и конусообразной сетей;

фиг. 15 – вид куполообразной сети;

30 фиг. 16 – сложенная куполообразная сеть (вид сверху);

фиг. 17а – телескопическая направляющая балка (вид сверху);

фиг. 17б – телескопическая направляющая балка (вид сбоку).


фиг. 18а – отталкивающие пружины в телескопических обручах (вид сверху);

фиг. 18б – отталкивающие пружины в телескопических обручах (вид сбоку).

35 СКМ состоит из ловушки для космического мусора и системы утилизации космического мусора.

Ловушка для космического мусора (фиг. 1-5) оборудована конусообразной сетью 1 с четырьмя направляющими телескопическими балками 2, корпусом 3 с фотоэлементами и веерообразными солнечными панелями 4, двигателем ориентации 5, тяговыми
40 двигателями 6, а также включает в себя четыре троса 7, втягивающие внутрь куполообразную сеть 8, соединяя её с конусообразной сетью 1 в единую замкнутую полость 9. Складывание (схождение) и развёртывание (расхождение) куполообразной 8 и конусообразной 1 сетей (фиг. 14-17) обеспечивается при помощи телескопических обручей 10 и телескопических балок 2, способных затягивать тросы 7 внутрь
45 телескопических балок 2, и шаровых закрепителей тросов 20. Куполообразная сеть 8 и конусообразная сеть 1 состоят из треугольных звеньев, которые при складывании образуют плотно сжимаемой замкнутой полости 9. Данное строение сетей 8 и 1 обеспечивает создание плотного полотна из треугольных звеньев во избежание

запутывания обломков в звеньях сетей.

На фиг. 15 односторонними стрелками  показаны направления складывания под натяжениями первого (1) и второго (2) тросов 7 и телескопических обручей 10. Телескопические обручи 10 имеют внутри себя специальные отталкивающие пружины 24 (фиг. 18а и 18б), предназначенные для раскрытия куполообразной сети 8 при ослабевании натяжения тросов 7.

На фиг. 18а и 18б изображен фрагмент куполообразной сети 8 в сложенном и развернутом виде соответственно. Телескопические направляющие балки 2 снабжены электродвигателями 21 с блоками 23 на стойках 22. Электродвигатели 21 обеспечивают наматывание тросов 7 на блок 23 и расположены внутри телескопических балок 2.

Система утилизации космического мусора (фиг. 6-12) содержит двухваликовый измельчитель 11 (сечение А-А, фиг. 8), барабанно-шаровую мельницу 12 (фиг.9), регенератор воды 13, мембранно-электродный блок 14 и трубы системы подачи топлива 16. Трубы регенератора воды 13 интегрированы в корпус 3 СКМ. Барабанно-шаровая мельница 12 (сечение Б-Б) отделена от двухваликового измельчителя 11 решёткой 17 для просеивания мелких обломков. Мембранно-электродный блок 14 для получения водорода и кислорода из воды (сечение В-В, фиг. 10) оснащён трубами с фильтрами для подачи водорода и кислорода 18 в резервуар топлива 15 (фиг. 11) с трубой 19 для поступления обломков.

Непрерывное производство воды осуществляет регенератор воды 13, который выполнен в виде труб, вмонтированных в корпус 3 СКМ, внутри которого для измельчения крупных обломков космического мусора последовательно размещены двухваликовый измельчитель 11, барабанно-шаровая мельница 12, мембранно-электродный блок 14 и резервуар с топливом 15.

Ракета-носитель выводит СКМ на низкую орбиту 600-700 км, в расчетное место скопления обломков, где происходит развёртывание ловушки для сбора космического мусора. Роботизированная система поиска находит местоположение обломков, подлежащих уничтожению. СКМ уничтожает космический мусор, перерабатывая его в топливо, использование которого позволяет космическому аппарату постепенно подниматься на более высокие орбиты, вплоть до орбиты захоронения (>40000 км), очищая космическое пространство от обломков.

В ходе работы СКМ выпускает куполообразную сеть 8 на тросах 7 и, разворачивая тяговые двигатели 6 на 180°, захватывает обломки, продвигаясь сквозь скопление космического мусора. По мере заполнения куполообразной сети 8, происходит втягивание тросов 7 через шаровые закрепители 20 тросов 7 внутрь телескопических балок 2, изображенных на фиг. 1. При этом, сети 8 и 1, образовавшие замкнутую полость 9 (фиг. 4а, фиг. 4б, фиг. 5), стягиваются тросами 7, телескопическими обручами 10 и направляющими телескопическими балками 2 (изображенные на фиг. 17а и 17б), снабжёнными электродвигателем 21 с блоком 23 на стойках 22, способным наматывать тросы 7 на блок 23.

После чего замкнутая полость 9 сжимается, позволяя проталкивать собранный космический мусор в двухваликовый измельчитель 11, где он, охлаждаясь, измельчается (дробится). Охлаждение происходит на случай переработки обломков ступеней ракет-носителей, где еще могли остаться пары топлива, что может спровоцировать взрыв. Данный этап утилизации позволяет разрушить крупные обломки, или цельные спутники для дальнейшей переработки.

Далее, после измельчения, космический мусор просеивается с помощью решётки 17 для просеивания мелких обломков и помещается в барабанно-шаровую мельницу 12

для дробления в мелкодисперсный порошок. В регенераторе воды 13, меньшая часть в газообразном виде поступает в мембранно-электродный блок 14, а оставшаяся часть требуется для продолжения процесса регенерации воды. Из трубы для поступления обломков 19 резервуара с топливом 15 поступает мелкодисперсный порошок, полученный из космического мусора, и одновременно, через трубы 18 из мембранно-электродного блока 14 поступает водород и кислород, образуя смесь, называемую псевдожидким топливом. При этом концентрация мелкодисперсного порошка меньше концентрации газов. По трубам системы подачи топлива 16, в зависимости от поставленной задачи, псевдожидкое топливо поступает в тяговые двигатели 6, в случае сбора мусора или в двигатели ориентации 5, в случае коррекции орбиты КА.

Изначально, СКМ выводится на орбиту с регенератором воды 13, заполненным водой H_2O и диоксидом углерода CO_2 . Регенератор воды 13 использует процесс гидрирования диоксида углерода по реакции Сабатье (см. Голосман Е.З., Ефремов В.Н. Промышленные катализаторы гидрирования оксидов углерода // Катализ в промышленности, С.: 2012, №5, С. 36-55): $CO_2 + 4H_2 \xrightarrow{кат.} CH_4 + 2H_2O + 165 \text{ кДж/ моль}$.

Катализатором данной реакции может служить, например, оксид палладия PdO или оксид платины PdO_2 .

В результате гидрирования CO_2 по Сабатье, продуктами реакции являются метан CH_4 и два объема воды H_2O . Диоксид углерода получается из побочно-протекающих реакций.

Таким образом, СКМ осуществляет сборку и переработку космического мусора в псевдожидкое топливо, используя при этом электролиз воды, за непрерывное производство которой отвечает процесс гидрирования диоксида углерода по реакции Сабатье. Использование СКМ позволит очистить околоземное пространство от мелких (< 20см) и средних (<1-1.8м) обломков.

(57) Формула изобретения

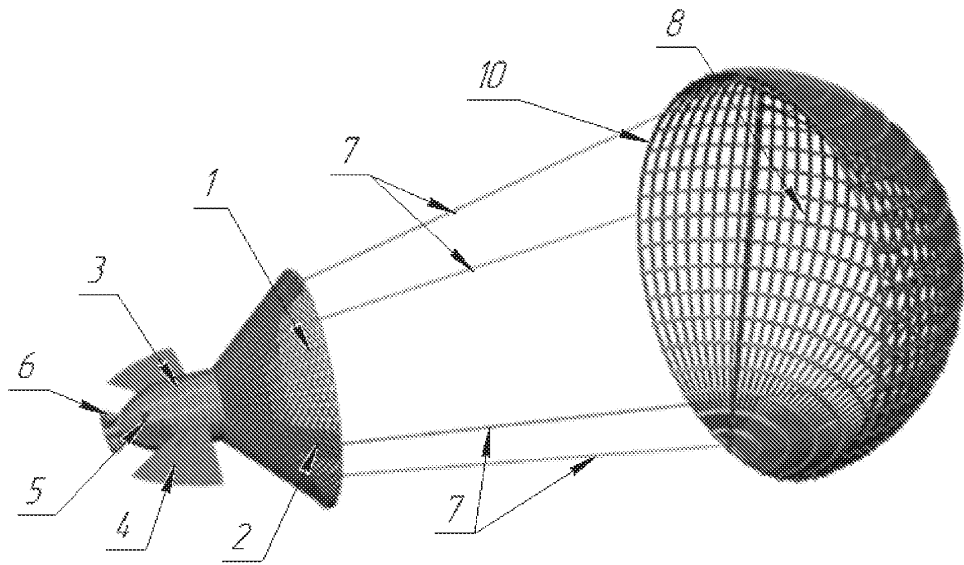
Космический аппарат для утилизации космического мусора, включающий ловушку для космического мусора и систему утилизации космического мусора в топливо на основе измельченного в барабанно-шаровой мельнице космического мусора для двигателей космического аппарата, роботизированную систему поиска космического мусора, отличающийся тем, что

ловушка для космического мусора состоит из деформируемых куполообразной и конусообразной сетей, сходящихся-расходящихся друг относительно друга и связанных между собой тросами, которые затягиваются с помощью телескопического обруча куполообразной сети и телескопических балок конусообразной сети, образуя при этом замкнутую полость, а

система утилизации использует двухваликовый измельчитель и барабанно-шаровую мельницу для получения мелкодисперсного порошка, который, смешиваясь в резервуаре для топлива с кислородом и водородом, полученными из воды с использованием регенератора воды и мембранно-электродного блока, образует псевдожидкое топливо, при этом

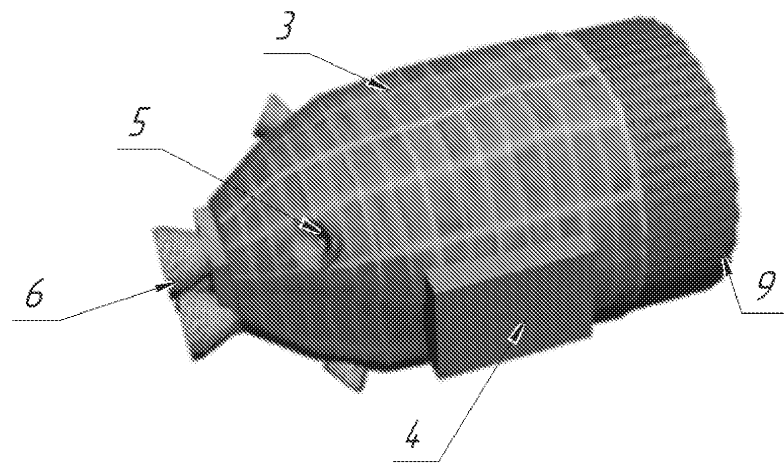
внутри корпуса космического аппарата последовательно размещены двухваликовый измельчитель, барабанно-шаровая мельница, мембранно-электродный блок и резервуар для топлива, а регенератор воды вмонтирован в корпус космического аппарата и выполнен в виде труб.

1

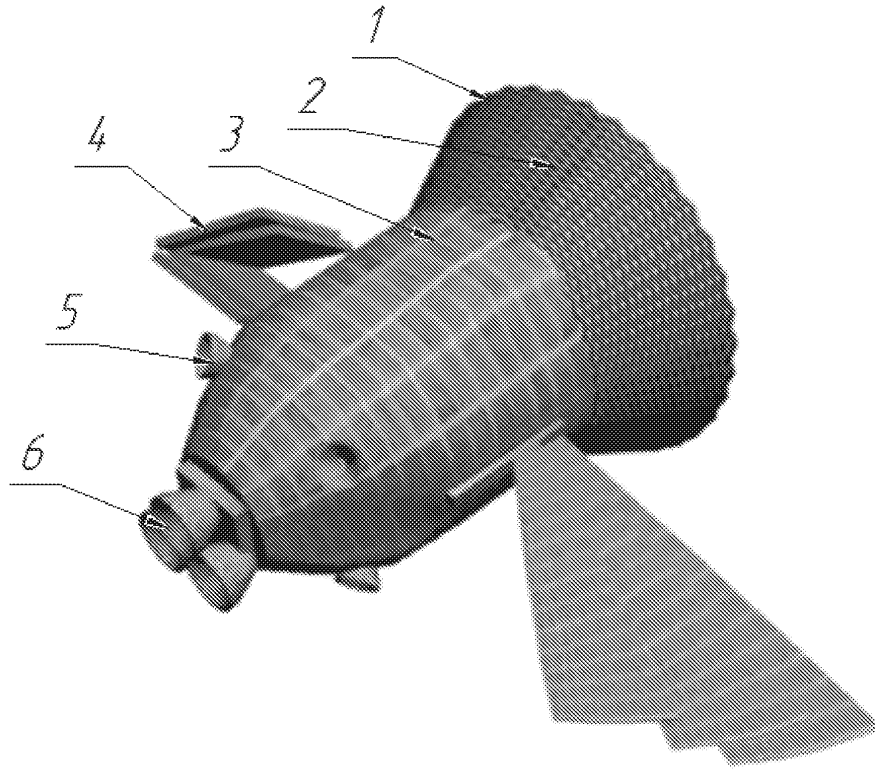


Фиг. 1

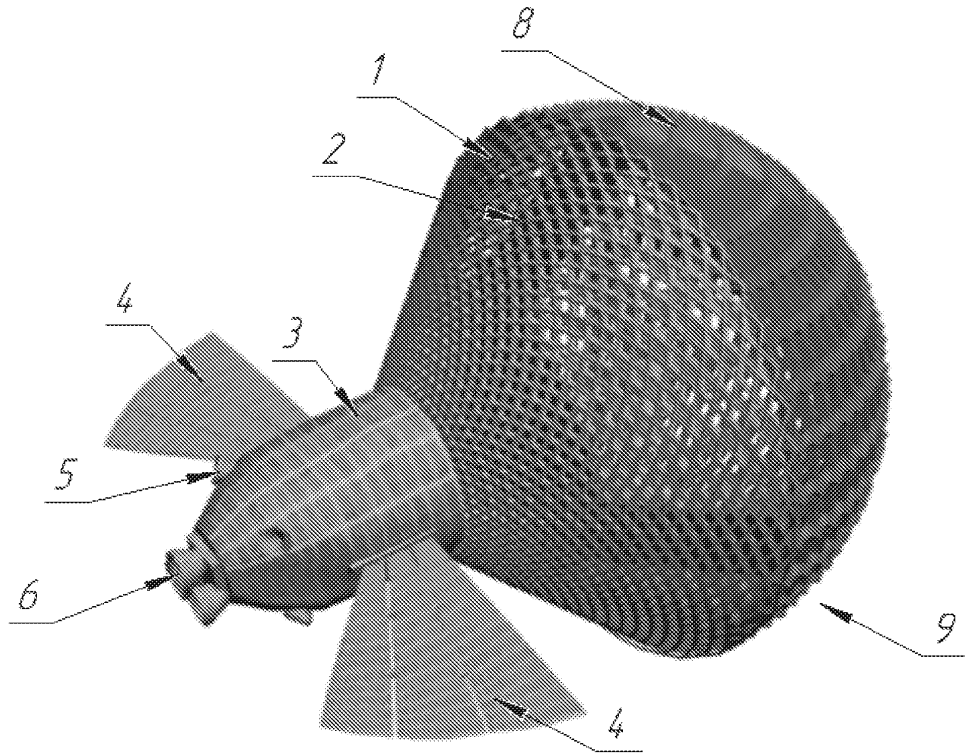
2



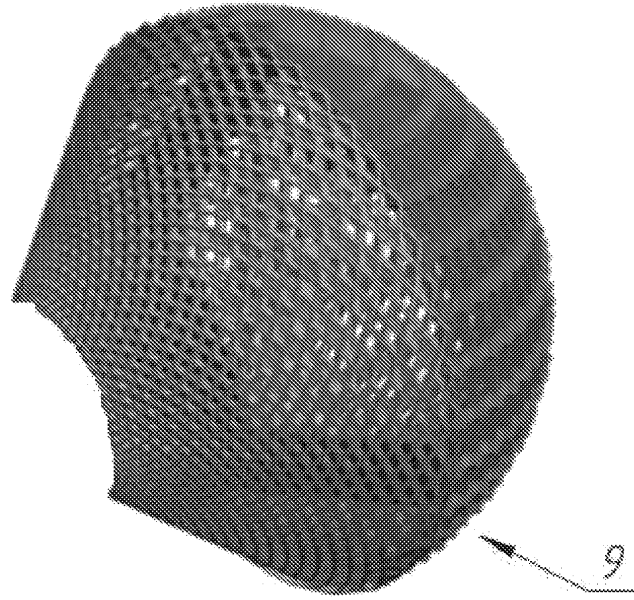
Фиг. 2



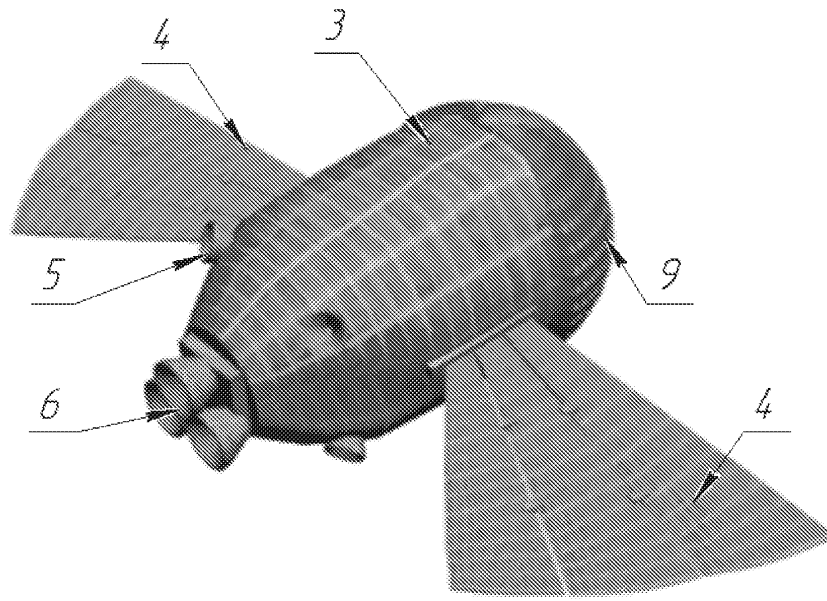
Фиг. 3



Фиг. 4а



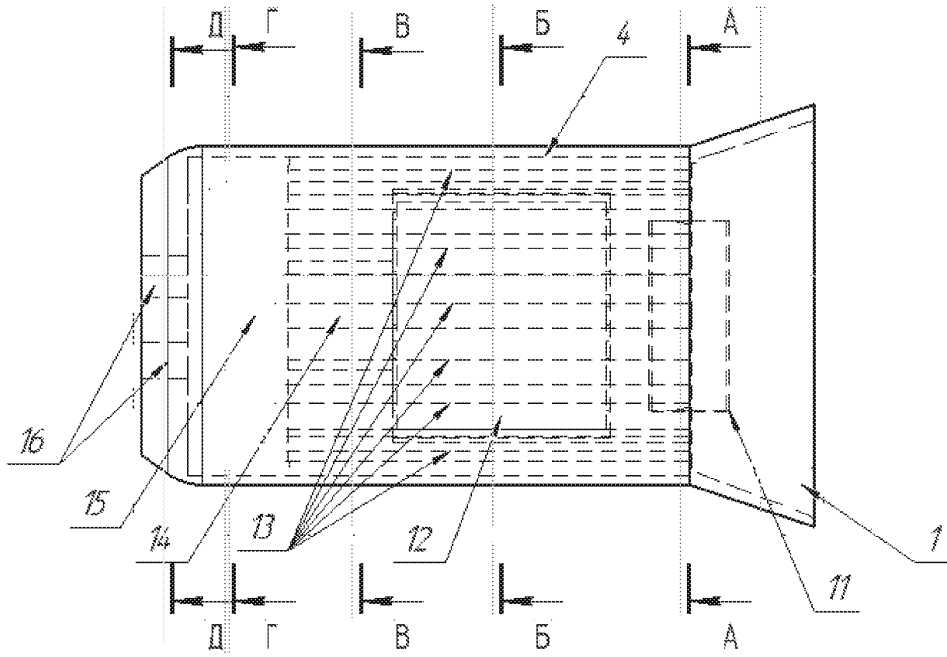
Фиг. 46



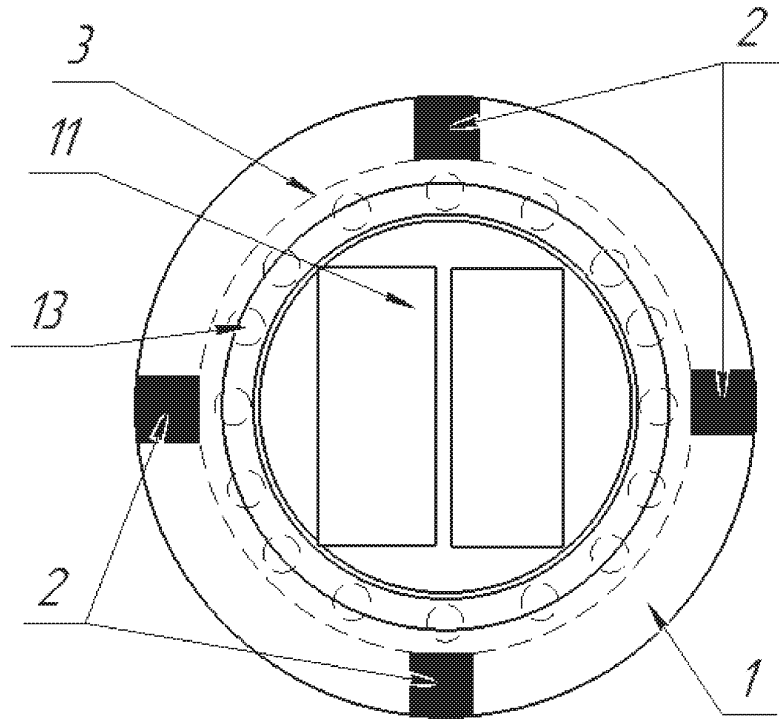
Фиг. 5



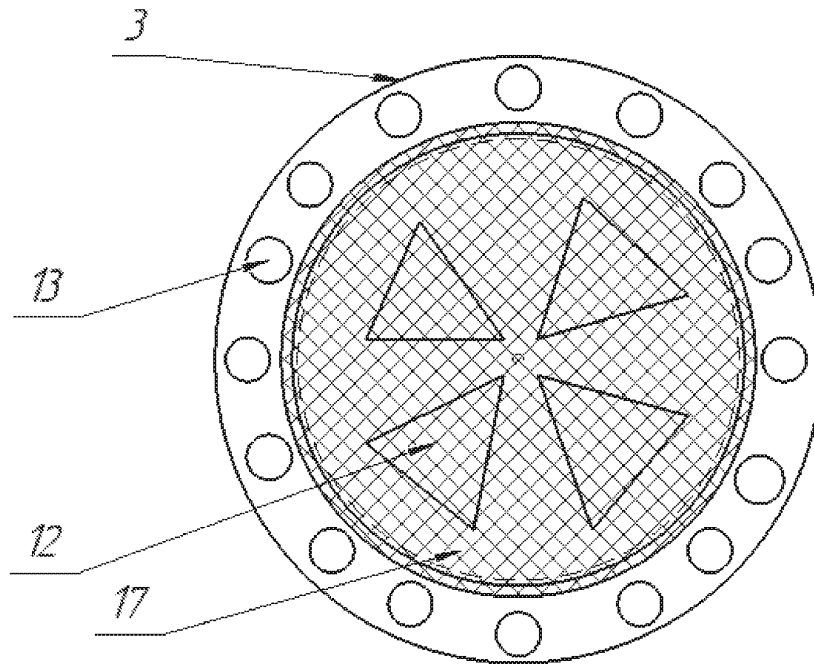
Фиг. 6



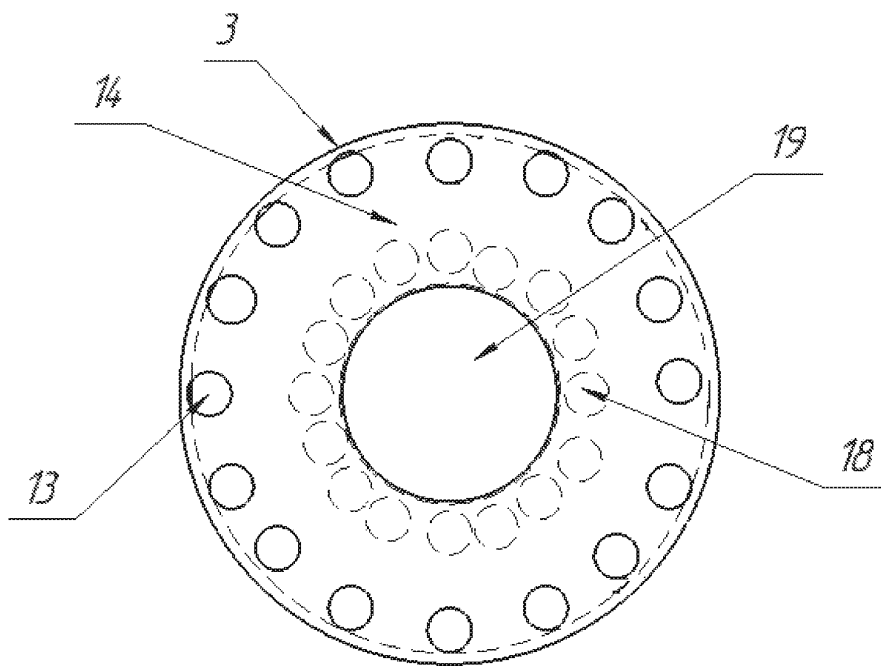
Фиг. 7



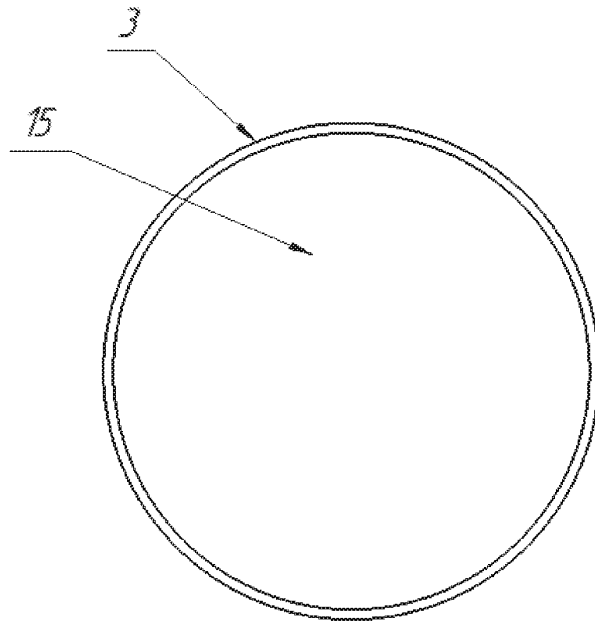
Фиг. 8



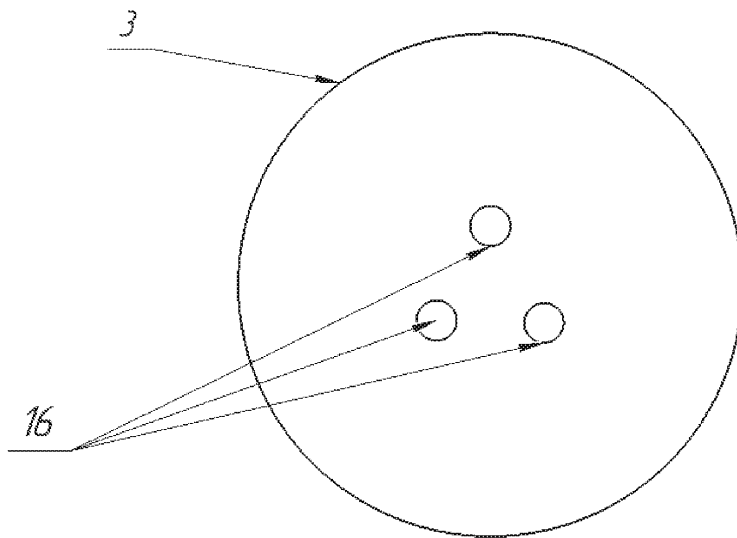
Фиг. 9



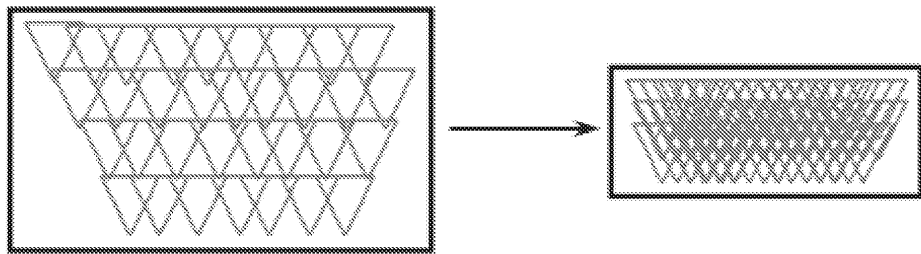
Фиг. 10



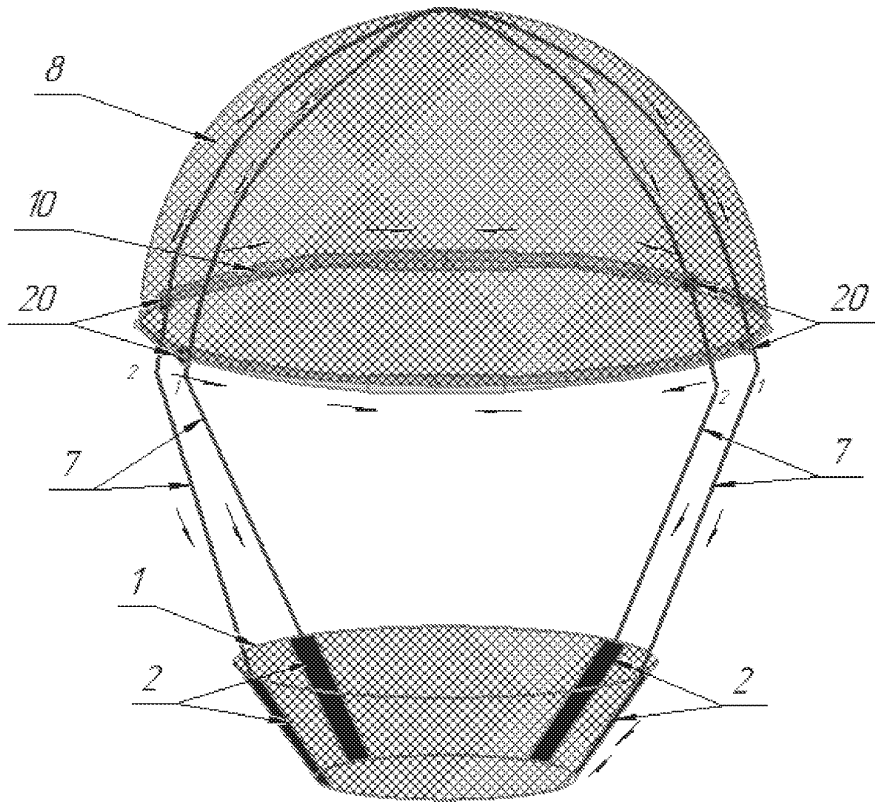
Фиг. 11



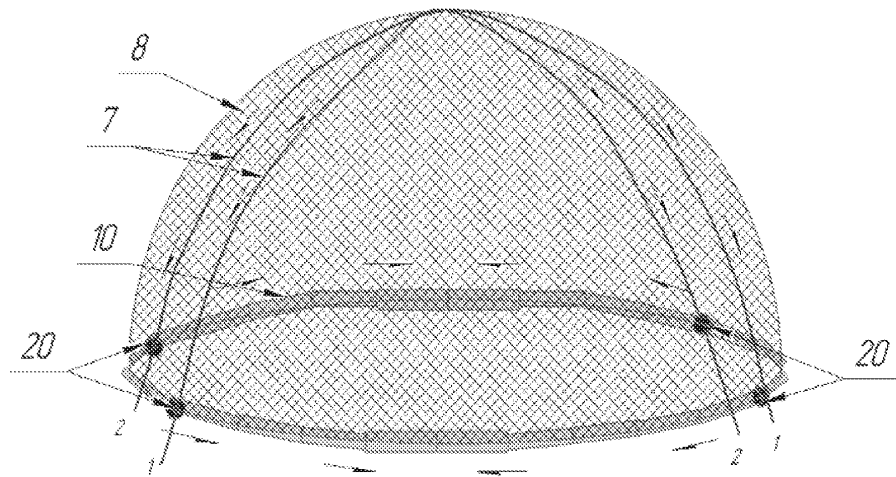
Фиг.12



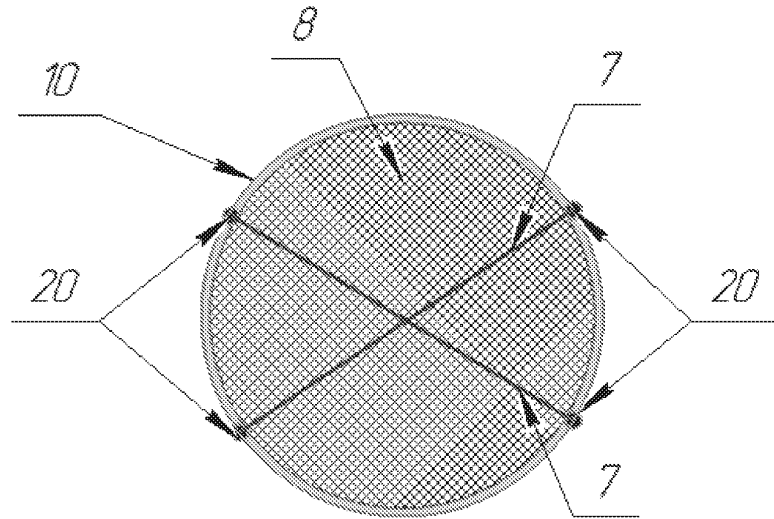
Фиг. 13



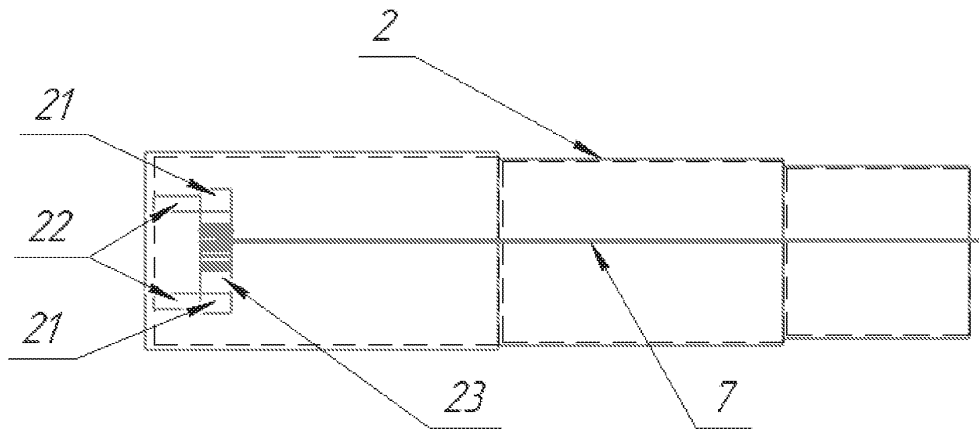
Фиг. 14



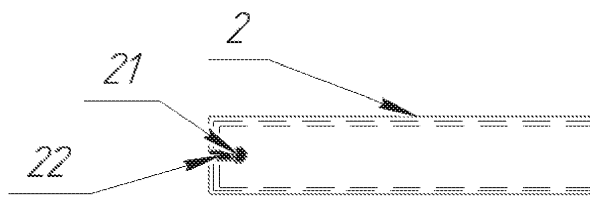
Фиг. 15



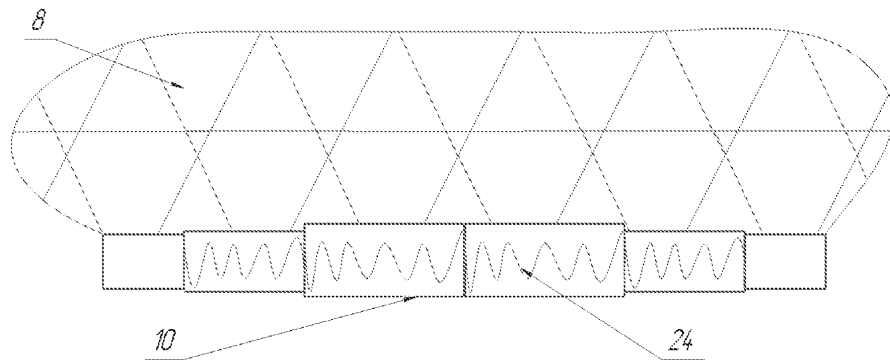
Фиг. 16



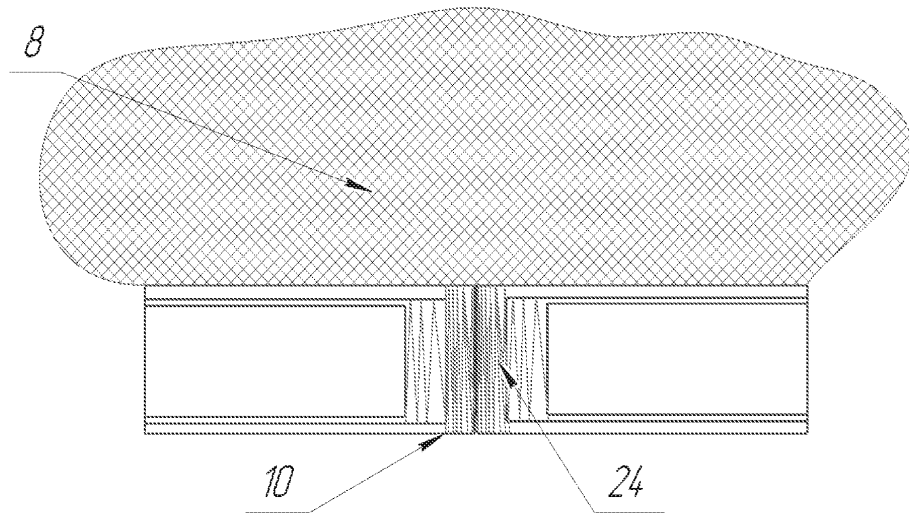
Фиг. 17а



Фиг. 17б



Фиг. 18а



Фиг. 186