

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013102110/13, 17.01.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
17.01.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 17.01.2013

(45) Опубликовано: 10.08.2014 Бюл. № 22

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: WO2008105649A1, 04.09.2008.  
GB2471492A, 05.01.2011. SU377030A1,  
25.02.1974

Адрес для переписки:

140050, Московская обл., Люберецкий р-н, пос.  
Красково, ул. Школьная, 2/3, кв.45, Гиндину  
М.Н.

(72) Автор(ы):

ВАЙНШТЕЙН Марк Михайлович (RU),  
ГИНДИН Михаил Наумович (RU),  
СТОРОЖУК Игорь Константинович (RU),  
ЧЕПУРНОВ Виктор Александрович (BE)

(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной ответственностью  
"КИВИ Энерджи" (RU)C1  
C3  
C9  
C4  
C2  
RUR U  
2 5 2 4 9 9 3

C 1

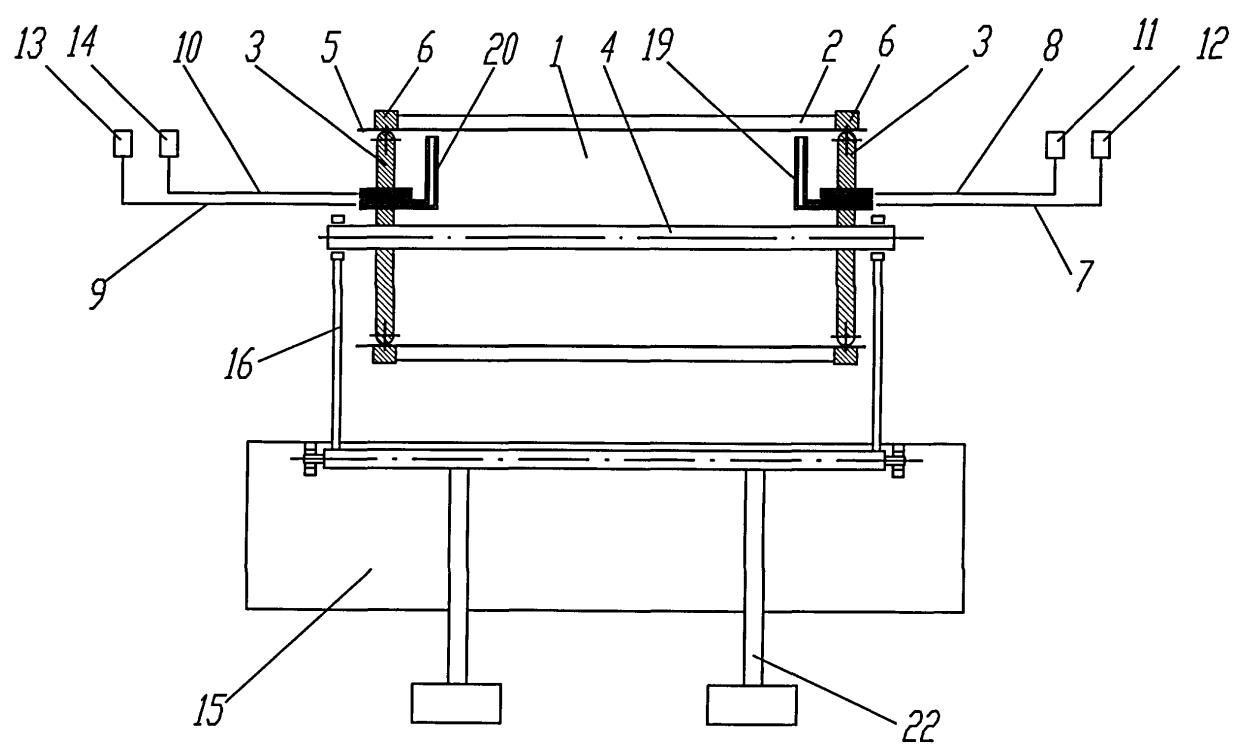
(54) ПЛАВУЧИЙ БИОРЕАКТОР ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ В ОТКРЫТОМ  
ВОДОЕМЕ

(57) Реферат:

Плавучий биореактор включает по меньшей мере один установленный на поверхности водоема герметичный контейнер из мягкого светопроницаемого полимерного материала с трубопроводами с запорной арматурой для загрузки исходных сырьевых компонентов, разгрузки микроводорослей и подачи и отбора газов из контейнера. Контейнер снабжен горизонтальным каркасом в форме поверхности кругового полого цилиндра, основания которого посредством стержней соединены между собой по образующим. На одной оси с каркасом

смонтирован вал. Трубопроводы для загрузки исходных сырьевых компонентов и подачи газов, а также разгрузки микроводорослей и отбора газов смонтированы в основаниях каркаса контейнера. Биореактор снабжен понтоном, шарнирно сочлененным с контейнером посредством одноплечих рычагов, смонтированных на валу контейнера с возможностью его свободного вращения и качания по вертикали. Изобретение позволяет увеличить производительность биореактора. 1 з.п. ф-лы, 3 ил.

R U 2 5 2 4 9 9 3 C 1



ФИГ. 1

R U 2 5 2 4 9 9 3 C 1

FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

## (12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: 2013102110/13, 17.01.2013

(24) Effective date for property rights:  
17.01.2013

Priority:

(22) Date of filing: 17.01.2013

(45) Date of publication: 10.08.2014 Bull. № 22

Mail address:  
140050, Moskovskaja obl., Ljuberetskij r-n, pos.  
Kraskovo, ul. Shkol'naja, 2/3, kv.45, Gindinu M.N.

(72) Inventor(s):

VAJNShTEJN Mark Mikhajlovich (RU),  
GINDIN Mikhail Naumovich (RU),  
STOROZHUK Igor' Konstantinovich (RU),  
ChEPURNOV Viktor Aleksandrovich (BE)

(73) Proprietor(s):

Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'ju  
"KIVI Ehnerdzhi" (RU)

## (54) FLOATING BIOREACTOR FOR GROWING MICROALGAE ON OPEN WATER BODY

## (57) Abstract:

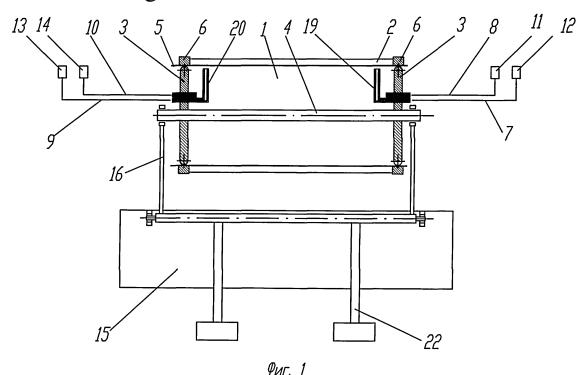
FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: floating bioreactor includes a sealed container located on the surface of the water body, said container being made of soft transparent polymer material and having pipes with stop valves for loading raw components, unloading microalgae and feeding and collecting gases from the container. The container is provided with a horizontal frame in the form of the surface of a hollow circular cylinder whose bases are connected on the periphery by a rod. A shaft is mounted on the same axis as the frame. The pipes for loading raw components and feeding gases as well as unloading microalgae and collecting gases are mounted in the bases of the frame of the container. The bioreactor is provided with a buoyancy tank which pivotally connected to the container by single-arm levers, which are

mounted on the shaft of the container while allowing free rotation and vertical rocking thereof.

EFFECT: invention improves efficiency of the bioreactor.

2 cl, 3 dwg

R U  
2 5 2 4 9 9 3 C 1  
C 1  
C 9 6 3  
2 5 2 4 9 6 3  
R UR U  
2 5 2 4 9 9 3 C 1

Изобретение относится к оборудованию для производства различных видов микроводорослей. В настоящее время в качестве одного из видов эффективных экологически чистых источников органических веществ рассматривается выращивание и использование биомассы водорослей, имеющих высокое содержание белковых питательных веществ и микроэлементов.

Наиболее перспективными считаются устройства, для которых не нужны пахотные земли, то есть размещаемые на поверхности водной среды.

Разработка устройства для промышленного производства биомассы микроводорослей - актуальная задача во всем мире, поскольку из такой биомассы можно получать широкий спектр продукции: лекарственные препараты, корма для животных, удобрения и т.п.

Более перспективным для получения биомассы микроводорослей с заданными свойствами (высоким содержанием жиров и т.д.) является выращивание их в специально разработанных закрытых системах - биореакторах, в которых создаются оптимальные условия: требуемые температура и освещенность, необходимый газообмен и подвод питательных веществ. Микроводоросли обладают самым эффективным аппаратом по биоконверсии солнечной энергии и являются ее природными биоаккумуляторами. В процессе жизнедеятельности микроводоросли, потребляя углекислый газ, выделяют кислород.

Известно устройство - биореактор для выращивания пресноводных водорослей в естественных водоемах и водохранилищах. Конструктивно биореактор представляет собой плавающие в акватории моря длинные гибкие пластиковые трубы, заполняемые городскими сточными водами и рассадой водорослей (<http://mimt.m/environmet/metod-vyraschivaniya-biotopliva-iz-stochnyh-vod>). В процессе роста водоросли в трубках очищают сточную воду и разрешают проблемы окружающей среды, поглощая вещества, содержащиеся в сточных водах, и двуокись углерода и используя для своего роста солнечную энергию. По мере роста водоросли насыщают воздух кислородом.

Однако известный биореактор для выращивания микроводорослей имеет существенные недостатки. Поверхность пластиковых трубок биореактора застает водорослями, и очистка поверхностей для поддержания их светопропускной способности ведет к удорожанию конечного продукта и усложнению конструкции. Горизонтально расположенные длинные светопроницаемые трубы занимают большие площади водной поверхности и вынуждены быть связаны коммуникациями с сушей, при этом процессы перемешивание жидкой среды и газообмен в этих конструкциях биореакторов идут хаотично и неэффективно.

Известен также биореактор, являющийся наиболее близким по технической сущности к разработанному устройству для выращивания водорослей, содержащий, по меньшей мере, один устанавливаемый на поверхности водоема герметичный контейнер из мягкого светопроницаемого полимерного материала с трубопроводами с запорной арматурой для загрузки исходных сырьевых компонентов, разгрузки микроводорослей и трубопроводами для подачи и отбора газов из контейнера ([http://www.ted.com/talks/lang/ru/jonathan\\_trent\\_energy\\_from\\_floating\\_algae\\_pods.html](http://www.ted.com/talks/lang/ru/jonathan_trent_energy_from_floating_algae_pods.html)).

Контейнер плавает по поверхности открытого водоема, а биореактор может содержать несколько соединенных между собой однотипных контейнерных модулей.

За счет выполнения контейнера с оболочкой из мягкого светопроницаемого полимерного материала решается проблема удешевления стоимости биореактора и лучшей освещенности всего объема культуральной жидкости в контейнере, при этом последний не требует земельных площадей.

Однако это устройство не обеспечивает равномерного перемешивания культуральной жидкости с водорослями, что сказывается на скорости выращивания биомассы, устройство также является более дорогим, так как при застое внутренней поверхности полимерного контейнера сложно проводить его очистку, а также 5 удорожается ремонт в случае повреждения контейнера. Кроме того, обслуживание такой системы очень трудоемко.

Задачей изобретения является создание плавучего биореактора для выращивания микроводорослей в открытом водоеме, характеризующегося повышенной производительностью, упрощенной конструкцией, удобством и простотой обслуживания 10 и в целом меньшей его стоимостью.

Поставленная задача решается тем, что в плавучем биореакторе для выращивания микроводорослей в открытом водоеме, содержащем, по меньшей мере, один установленный на поверхности водоема герметичный контейнер из мягкого светопроницаемого полимерного материала с трубопроводами с запорной арматурой 15 для загрузки исходных сырьевых компонентов, разгрузки микроводорослей и для подачи и отбора газов из контейнера, согласно изобретению контейнер снабжен горизонтальным каркасом в форме поверхности кругового полого цилиндра, основания которого посредством стержней соединены между собой по образующим и соосно с каркасом смонтирован вал, а трубопроводы для загрузки исходных сырьевых 20 компонентов и подачи газов и трубопроводы для разгрузки микроводорослей и отбора газов соединены соответственно с противолежащими основаниями каркаса, при этом биореактор снабжен понтоном, шарнирно сочлененным с контейнером посредством одноплечих рычагов, смонтированных на валу контейнера с возможностью его свободного вращения и качания по вертикали.

25 Вал контейнера на обоих его концах может быть выполнен с концевыми камерами, из которых камеры на одном конце вала соединены с трубопроводами для загрузки исходных сырьевых компонентов и подачи газов, а противолежащие камеры на другом конце вала - соответственно с трубопроводами для разгрузки микроводорослей и отбора газов из контейнера. Камеры вала посредством патрубков выполнены 30 сообщающимися с технологическим объемом контейнера.

Сущность изобретения поясняется чертежами, где на фиг.1 схематично изображен биореактор, на фиг.2 - биореактор, вид сверху и на фиг.3 - биореактор, вид в варианте расположении патрубков в камерах вала контейнера.

Герметичный контейнер 1 биореактора содержит горизонтальный каркас в форме 35 кругового полого цилиндра, поверхность которого образована стержнями 2, сопряженными с торцевыми основаниями 3. Соосно с каркасом контейнера смонтирован вал 4. На стержни 2 натянута полимерная светопроницаемая пленка 5, закрепленная посредством хомутов 6 к торцевым основаниям 3 цилиндра. Контейнер содержит также трубопровод 7 для загрузки исходных сырьевых компонентов и трубопровод 8 подачи 40 газов, в частности углекислого газа или кислорода, а также трубопровод 9 для разгрузки микроводорослей и трубопровод 10 для отбора газа - кислорода. Все упомянутые трубопроводы 7, 8, 9 и 10 на входе в контейнер 1 оборудованы соответственно запорными кранами 11, 12, 13 и 14. Биореактор снабжен понтоном 15, который шарнирно сочен с контейнером 1 посредством одноплечих рычагов 16, также 45 шарнирно соединенных с валом 4 контейнера. Рычаги обеспечивают контейнеру возможность его свободного вращения и качания по вертикали.

Трубопроводы 7, 8, 9 и 10 могут быть смонтированы и соединены с внутренним объемом контейнера через вал 4. В последнем случае вал выполнен с концевыми

камерами 17 и 18 на каждом из его концов. Камеры 17 и 18 соединены с трубопроводами 7 и 8 соответственно для загрузки исходных сырьевых компонентов и подачи газов. Противолежащие камеры 17 и 18 соединены соответственно с трубопроводами 9 и 10 для разгрузки микроводорослей и отбора газов из контейнера.

5 Через трубопровод 7 загружают исходные сырьевые компоненты, поступающие в технологический объем контейнера по патрубку 19, а разгрузку микроводорослей осуществляют по трубопроводу 9, соединенному с патрубком 20. В другом варианте изобретения камеры 17 вала 4 сообщаются с технологическим объемом контейнера посредством патрубков 19 и 20, а камеры 18 - посредством выпускных отверстий 21.

10 В цилиндрический объем контейнера 1, образованный торцевыми основаниями 3 и наружной прозрачной пленкой 5, через трубопровод 7 заливают морскую воду с растворенными в ней питательными веществами. Затем через этот же трубопровод 7 в контейнер загружают рассаду водорослей.

15 В процессе выращивания количество водорослей увеличивается не менее чем в 1000 раз. При размножении водоросли потребляют растворенные в морской воде питательные вещества и углекислый газ из воздуха, выделяя в воду продукты жизнедеятельности. По мере роста водорослей снижается pH питательной среды в контейнере, и рост водорослей замедляется. При достижении pH минимально возможного значения в воду вводят углекислый газ через трубопровод 8. Углекислый газ повышает pH среды, и 20 рост водорослей продолжается.

25 Во время размножения водоросли выделяют кислород. Высокая концентрация кислорода в газовой среде контейнера не только отрицательно влияет на процесс увеличения биомассы водорослей, но может привести последних к гибели. Для восстановления необходимой газовой среды в контейнере биореактора избыток воздуха, обогащенного кислородом, удаляют через трубопровод 10, а в объем контейнера 30 подают воздух через трубопровод 8 для подачи углекислого газа. Когда концентрация водорослей достигает расчетной, их удаляют через трубопровод 9. Подача углекислого газа, питательной среды, отбор газов и выращенных водорослей из биореактора производятся при остановке вращения контейнера, когда патрубки 19 и 20 находятся 35 нижнем положении.

Контейнер сочленяют посредством поворотных рычагов 16 с понтоном 15, плавающим в море, и опускают на поверхность водоема, удерживая понтон на якорях. Волнение водной поверхности в зоне приливного течения, вектор которого направлен 35 перпендикулярно продольной оси биореактора, вращает контейнер и заставляет его совершать вертикальные колебания, способствуя активному перемешиванию в нем жидкой питательной среды, что благотворно влияет на рост микроводорослей.

Для облегчения вращения корпуса контейнера 1 в рычагах 16 нагрузка от него на воду снижается противовесами 22.

Изолированность технологического объема контейнера от воды водоема позволяет 40 создавать в системе оптимальные условия выращивания биомассы водорослей. При этом использование недорогих мягких полимерных материалов - пленок на облегченном каркасе - обеспечивает максимальный доступ солнечного света, необходимого для эффективного фотосинтеза, упрощает эксплуатацию биореактора, а простая замена пленки при ее зарастании водорослями снижает его стоимость в целом.

45 Биореактор обеспечивает возможность культивирования в промышленных масштабах любых форм фотосинтезирующих микроорганизмов.

Конструкция предложенного биореактора позволяет создавать крупнотоннажные производства биомассы микроводорослей путем соединения отдельных понтонов с

биореакторами в большие группы (караваны), которые могут располагаться в акватории морей, озер, бухт океана.

#### Формула изобретения

5 1. Плавучий биореактор для выращивания микроводорослей в открытом водоеме, содержащий по меньшей мере один установленный на поверхности водоема герметичный контейнер из мягкого светопроницаемого полимерного материала с трубопроводами с запорной арматурой для загрузки исходных сырьевых компонентов, разгрузки микроводорослей и для подачи и отбора газов из контейнера, отличающийся тем, что

10 контейнер снабжен горизонтальным каркасом в форме поверхности кругового полого цилиндра, основания которого посредством стержней соединены между собой по образующим, соосно с каркасом смонтирован вал, трубопроводы для загрузки исходных сырьевых компонентов и подачи газов, а также разгрузки микроводорослей и отбора газов смонтированы в основаниях каркаса контейнера, при этом биореактор снабжен

15 понтоном, шарнирно сочлененным с контейнером посредством одноплечих рычагов, смонтированных на валу контейнера с возможностью его свободного вращения и качания по вертикали.

2. Плавучий контейнер по п.1, отличающийся тем, что вал контейнера на обоих его концах выполнен с концевыми камерами, из которых камеры на одном конце вала соединены с трубопроводами для загрузки исходных сырьевых компонентов и подачи газов, а противолежащие камеры на другом конце вала - соответственно с трубопроводами для разгрузки микроводорослей и отбора газов из контейнера, при этом камеры вала выполнены сообщающимися с технологическим объемом контейнера.

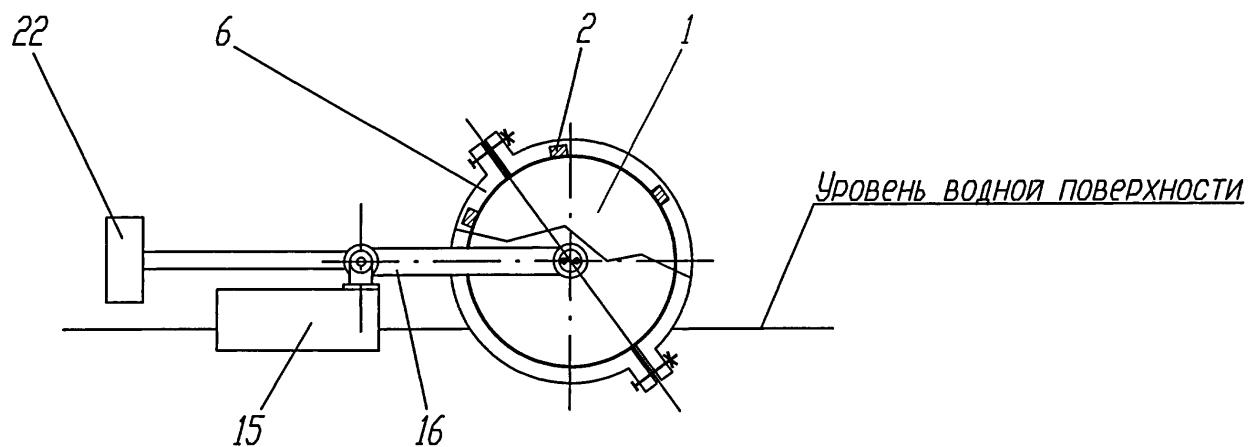
25

30

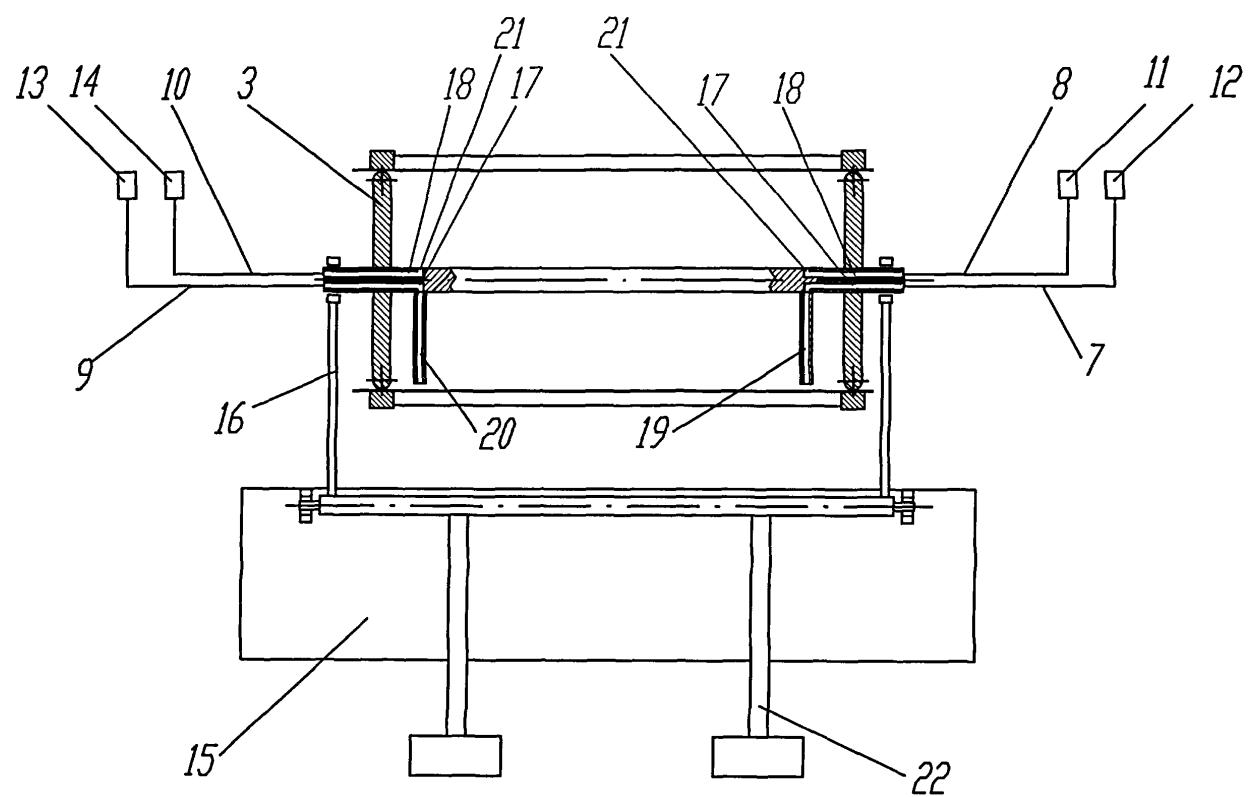
35

40

45



Фиг. 2



Фиг. 3