



(51) МПК  
 C12M 1/04 (2006.01)  
 C12N 1/12 (2006.01)  
 C12N 1/20 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014153346/10, 29.12.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
29.12.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 29.12.2014

(45) Опубликовано: 10.06.2016 Бюл. № 16

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2458980 С1, 20.08.2012. RU 2148635 С1, 10.05.2000. RU 2012593 С1, 15.05.1994. SU 1479503 А1, 15.05.1989.

Адрес для переписки:

394036, Воронежская обл., г. Воронеж, пр-кт Революции, 19, ФГБОУ ВО "ВГУИТ", Отдел интеллектуальной собственности, Шахову С.В.

(72) Автор(ы):

Шевцов Александр Анатольевич (RU),  
 Дранников Алексей Викторович (RU),  
 Шабунина Елена Александровна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Воронежский государственный университет инженерных технологий" (ФГБОУ ВО "ВГУИТ") (RU)

(54) АППАРАТ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ АВТОТРОФНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ

(57) Реферат:

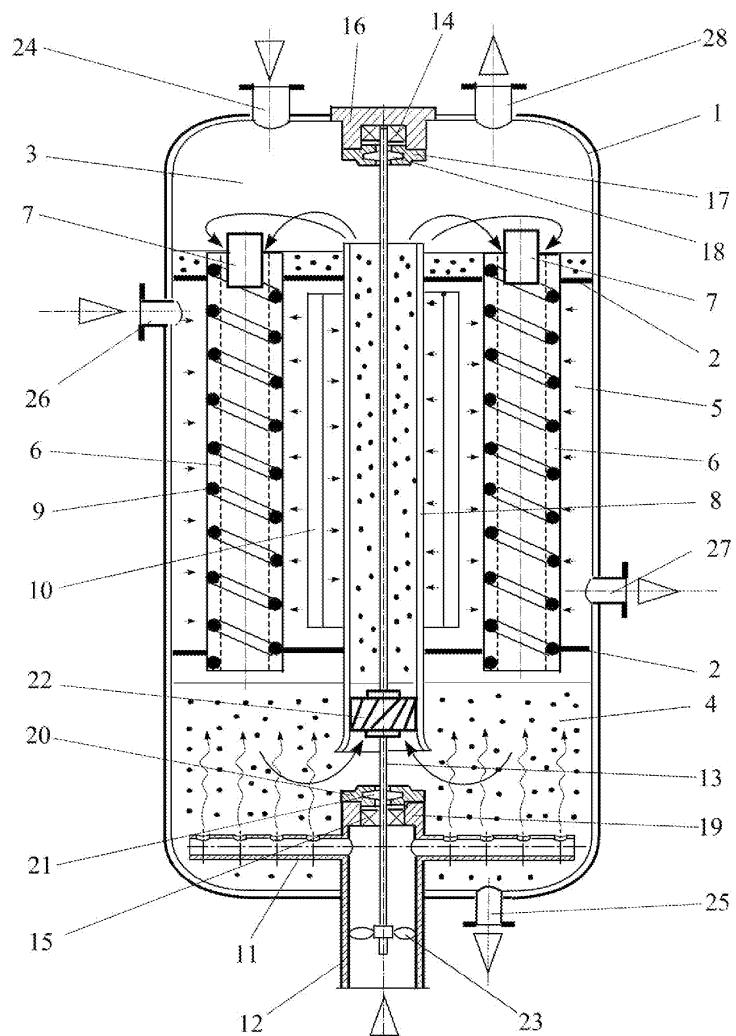
Изобретение относится к области культивирования микроорганизмов. Предложен аппарат для культивирования автотрофных микроорганизмов. Аппарат содержит цилиндрический корпус, разделенный горизонтальными перегородками на секции для ввода и вывода культуральной жидкости и дополнительную секцию с внутренней зеркальной поверхностью, патрубки для ввода и вывода охлаждающего воздуха, пленкообразующее устройство, лампу накаливания, барботажное устройство, систему рециркуляции культуральной жидкости. Система состоит из прозрачной рециркуляционной трубы, расположенной вертикально по оси симметрии аппарата. Барботажное устройство с патрубком подачи смеси углекислого газа с воздухом выполнено в

виде кольцевого коллектора в секции вывода культуральной жидкости, при этом внутри центральной рециркуляционной трубы установлен вал, причем на валу в зоне дополнительной секции закреплен роторный нагнетатель, направляющий культуральную жидкость из секции вывода питательной среды через рециркуляционную трубу в секцию ее ввода. Нижняя часть вала снабжена крыльчаткой, выполненной с возможностью вращения вокруг своей оси за счет кинетической энергии потока газа. Изобретение обеспечивает повышение выхода биомассы, повышение её качества, уменьшение габаритных размеров аппарата, упрощение его конструкции, снижение удельных затрат, рациональное распределение потока газа, а также повышение качества массобмена. 1 ил.

C1  
4  
3  
5  
6  
5  
3  
4  
2  
5  
8  
6  
5  
3  
4  
RU

R  
U  
2  
5  
8  
6  
5  
3  
4  
C  
1

R U 2 5 8 6 5 3 4 C 1



Фиг. 1

R U 2 5 8 6 5 3 4 C 1



(51) Int. Cl.  
 C12M 1/04 (2006.01)  
 C12N 1/12 (2006.01)  
 C12N 1/20 (2006.01)

FEDERAL SERVICE  
 FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: 2014153346/10, 29.12.2014

(24) Effective date for property rights:  
 29.12.2014

Priority:

(22) Date of filing: 29.12.2014

(45) Date of publication: 10.06.2016 Bull. № 16

Mail address:

394036, Voronezhskaja obl., g. Voronezh, pr-kt Revoljutsii, 19, FGBOU VO "VGUI", Otdel intellektualnoj sobstvennosti, SHakhovu S.V.

(72) Inventor(s):

SHevtsov Aleksandr Anatolevich (RU),  
 Drannikov Aleksej Viktorovich (RU),  
 SHabunina Elena Aleksandrovna (RU)

(73) Proprietor(s):

Federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya "Voronezhskij gosudarstvennyj universitet inzhenernykh tekhnologij" (FGBOU VO "VGUI") (RU)

(54) APPARATUS FOR CULTURING AUTOTROPHIC MICROORGANISMS

(57) Abstract:

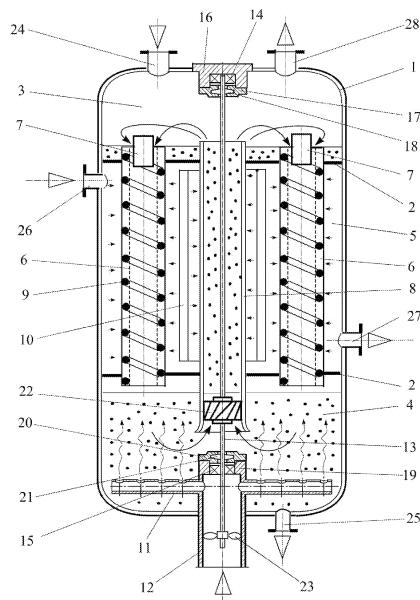
FIELD: biology.

SUBSTANCE: invention relates to cultivation of microorganisms. Device for culturing autotrophic microorganisms is disclosed. Apparatus comprises a cylindrical housing divided by horizontal partitions into sections for inlet and outlet of culture fluid and an additional section with inside mirror surface, pipes for inlet and outlet of cooling air, a film-forming device, an incandescent lamp, a bubbling device, a system for recirculation of culture fluid. System consists of a transparent circulation pipe located vertically along axis of symmetry of vehicle. Bubbling device with a mixture of carbon dioxide gas feed branch pipe with air is made in form of annular header in output of culture fluid, wherein inside central tube there is a shaft, circulation on shaft in zone of additional section is fixed rotary blower guide culture liquid from output of culture medium through circulation pipe in section of its input. Lower part of shaft is equipped with impeller made with possibility of rotation around its axis due to gas flow kinetic energy.

EFFECT: invention provides higher yield of biomass, higher quality, reduced dimensions of device,

simplified design, reduced power consumption, optimum distribution of gas flow, higher quality of transfer.

1 cl, 1 dwg



Фиг. 1

RU 2 5 8 6 5 3 4 C 1

RU 2 5 8 6 5 3 4 C 1

Изобретение относится к пленочным аппаратам для культивирования автотрофных микроскопических организмов и может быть использовано в микробиологической и других отраслях промышленности, предусматривающих применение продукции культивирования, например, в комбикормовой, в фармацевтической и косметической промышленности.

Известен аппарат для выращивания микроорганизмов [Пат. РФ 2221038 / Н.А. Войнов, О.Н. Войнова, П.Б. Козленко. - 4918978/26. Заявлено 10.01.2001. Опубл. 19.01.2004 г.], содержащий корпус со штуцерами для ввода и вывода жидкости, ввода и вывода газа-теплоносителя, разделенный горизонтальными перегородками на секции для ввода и вывода жидкости, теплообменную и дополнительную секции, через которые пропущены цилиндрические трубы, снабженные распределителем жидкости и винтовой спиралью.

Однако данный аппарат не может быть использован для культивирования автотрофных микроорганизмов, таких как микроскопические водоросли, цианобактерии, для роста и размножения которых необходима световая энергия в силу следующих причин:

- не позволяет снабжать автотрофный микроорганизм световой энергией, так как в конструкции не предусмотрена установка источника световой энергии для освещения суспензии в дополнительной секции, а цилиндрические трубы в зоне освещения выполнены непрозрачными;

- не позволяет осуществлять интенсивный теплоотвод для компенсации нагрева при освещении, так как в дополнительную секцию подается воздух с низким коэффициентом теплопроводности;

- не создает равных условий культивирования в каждой из цилиндрических труб, поскольку не обеспечивается равномерная подача углекислого газа;

- не предусматривает в секции вывода жидкости непрерывного барботажа, повышающего суммарный коэффициент массообмена в аппарате.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому эффекту является аппарат для культивирования автотрофных микроорганизмов [Пат. № 2458980 С1 РФ, МПК C12M 1/00, C12M 1/06, B01D 3/32. Аппарат для культивирования автотрофных микроорганизмов / А.А. Шевцов, А.В. Дранников, Н.Ю. Ситников, А.В. Пономарев, И.В. Мажулина, заявитель и патентообладатель Воронеж. гос. технол. акад. - № 2011126828/10. Заявлено 29.06.2011. Опубл. 20.08.2012. Бюл. № 23], включающий цилиндрический корпус, разделенный горизонтальными перегородками на секции для ввода и вывода культуральной жидкости и дополнительную секцию с внутренней зеркальной поверхностью и патрубками для ввода и вывода охлаждающего воздуха, предназначенную для освещения, через которые пропущены вертикально установленные прозрачные цилиндрические трубы, каждая из которых имеет винтовую спираль из проволоки, закрепленной на ее внутренней поверхности, пленкообразующее устройство; лампу накаливания и барботажное устройство.

Однако данное устройство имеет следующие недостатки:

- невысокий выход биомассы, поскольку отсутствует рециркуляционная труба, обеспечивающая интенсивное перемещение культуральной жидкости;

- низкое качество получаемой биомассы в связи с тем, что не созданы условия для более равномерного освещения культуральной жидкости при ее рециркуляции посредством коаксиального размещения лампы;

- компоновочное решение аппарата нельзя признать оптимальным, т.к. в центральной зоне рабочего объема аппарата расположены лампы для освещения культуральной

жидкости, а не рециркуляционная труба, обеспечивающая многократный возврат жидкости с последующим культивированием до достижения заданной концентрации биомассы культуральной жидкости с требуемым выходом;

- сложность конструкции аппарата из-за чередующихся секций при культивировании 5 супензии с учетом чередования участков освещения и охлаждения делает её части труднодоступными при профилактическом обслуживании, а также непосредственно связана с увеличением габаритных размеров аппарата;
- высокие удельные энергозатраты на получение биомассы, поскольку не используется кинетическая энергия газового субстрата на входе в биореактор;
- 10 - не созданы условия для более равномерного освещения культуральной жидкости при ее рециркуляции посредством коаксиального размещения лампы;
- не позволяет обеспечить рациональное распределение потока газа, так как в конструкции не используется кольцевой коллектор по всему сечению аппарата.

Техническая задача изобретения заключается в создании аппарата для

- 15 культивирования автотрофных микроорганизмов, позволяющего снизить удельные энергозатраты на рециркуляцию культуральной жидкости и газового субстрата и повысить эффективность тепло- и массообмена с высоким выходом готовой биомассы за счет увеличения поверхности контакта газа с жидкостью путем интенсивного барботирования газовой фазы.
- 20 Поставленная техническая задача изобретения достигается тем, что в аппарате для культивирования автотрофных микроорганизмов, содержащем цилиндрический корпус, разделенный горизонтальными перегородками на секции для ввода и вывода культуральной жидкости и дополнительную секцию с внутренней зеркальной поверхностью, предназначенную для освещения, и патрубками для ввода и вывода 25 охлаждающего воздуха; через горизонтальные перегородки пропущены вертикально установленные прозрачные цилиндрические трубы, каждая из которых имеет винтовую спираль из проволоки, закрепленной на ее внутренней поверхности; пленкообразующее устройство; лампу накаливания и барботажное устройство, новым является то, что аппарат снабжен системой рециркуляции культуральной жидкости, состоящей из 30 прозрачной рециркуляционной трубы, расположенной вертикально по оси симметрии аппарата, причем лампа накаливания установлена коаксиально в секции дополнительного освещения с возможностью освещения вертикальных трубок и центральной рециркуляционной трубы; а барботажное устройство с патрубком подачи смеси углекислого газа с воздухом выполнено в виде кольцевого коллектора по всему 35 сечению аппарата в секции вывода культуральной жидкости, при этом внутри центральной рециркуляционной трубы установлен вал в подшипниках, корпус одного из которых расположен в верхней части аппарата, корпус другого подшипника расположен в патрубке подачи газа барботажного устройства, причем на валу в зоне дополнительной секции, предназначенной для освещения, закреплен роторный 40 нагнетатель, направляющий культуральную жидкость из секции вывода питательной среды через рециркуляционную трубу в секцию ее ввода, а нижняя часть вала снабжена крыльчаткой, которая расположена в патрубке барботажного устройства с возможностью вращения вокруг своей оси за счет кинетической энергии потока газа, подаваемого в секцию вывода культуральной жидкости.
- 45 На фиг.1 представлен общий вид аппарата для культивирования автотрофных микроорганизмов.

Аппарат состоит из корпуса 1, который разделен горизонтальными перегородками 2 на секции ввода культуральной жидкости 3, вывода культуральной жидкости 4, и

дополнительную секцию 5 с внутренней зеркальной поверхностью, предназначенную для освещения суспензии автотрофных микроорганизмов. В горизонтальных перегородках 2 вертикально установлены прозрачные цилиндрические трубы 6 с пленкообразующим устройством 7 и прозрачная рециркуляционная труба 8,

5 расположенная вертикально по оси симметрии аппарата. По длине прозрачных цилиндрических трубок на их внутренней поверхности нанесена винтовая спираль из проволоки 9.

В дополнительной секции 5 коаксиально установлена лампа накаливания 10 с возможностью освещения прозрачных цилиндрических трубок 6 и прозрачной

10 рециркуляционной трубы 8. В секции вывода культуральной жидкости 4 размещено барботажное устройство 11, выполненное в виде кольцевого коллектора по всему сечению аппарата, с патрубком подачи смеси углекислого газа и воздуха 12. Внутри рециркуляционной трубы 8 установлен вал 13 в подшипниках 14 и 15. Корпус 16 подшипника 14 с крышкой 17 и сальником 18 закреплен в верхней части аппарата.

15 Корпус подшипника 15 с крышкой 20 и сальником 21 расположен в патрубке барботажного устройства 11.

На валу 13 внутри рециркуляционной трубы 8 в зоне вывода жидкости 4 закреплен роторный нагнетатель 22, направляющий культуральную жидкость из секции вывода культуральной жидкости 4 через рециркуляционную трубу 8 в секцию её ввода 3. Нижняя

20 часть вала 13 снабжена крыльчаткой 23, которая расположена в патрубке 12 барботажного устройства 11 с возможностью вращения вокруг своей оси за счет кинетической энергии потока смеси углекислого газа с воздухом, подаваемой в секцию вывода культуральной жидкости 4.

На корпусе аппарата 1 размещены штуцера для ввода культуральной жидкости

25 (суспензии автотрофного организма) 24 и вывода культуральной жидкости (готовой биомассы) 25, штуцера для ввода и вывода охлаждающего воздуха 26 и 27, штуцера для вывода отработанной смеси углекислого газа с воздухом 28.

Аппарат для культивирования автотрофных микроорганизмов работает следующим образом.

30 Суспензия автотрофного микроорганизма поступает через штуцер 24 в камеру для ввода культуральной жидкости 3, проходит через кольцевой зазор пленкообразующих устройств 7 и в виде жидкостной пленки стекает по внутренней поверхности прозрачных цилиндрических трубок 6. Обтекая витки винтовых спиралей 9, выполненных в виде канавки полукруглого сечения на внутренней стороне прозрачных цилиндрических

35 трубок 6, жидкостная пленка в противотоке со смесью углекислого газа и воздуха интенсивно взаимодействует. Винтовая спираль 9 обеспечивает вращательно-поступательное движение жидкости и позволяет удержать большое количество культуральной жидкости на внутренней поверхности трубок 6. Наличие центробежной силы, вызванной вращательным движением пленки жидкости, предотвращает ее срыв 40 и обеспечивает равномерное распределение по высоте прозрачных цилиндрических трубок 6.

45 При этом подача смеси углекислого газа с воздухом в аппарат осуществляется через патрубок 12 барботажного устройства 11, которое обеспечивает дополнительное насыщение жидкости углекислым газом в секции 4 и равномерное распределение потока газовоздушной смеси в прозрачных цилиндрических трубках 6.

За счет кинетической энергии потока смеси углекислого газа с воздухом, подаваемого в секцию вывода культуральной жидкости 4 через патрубок барботажного устройства 12, крыльчатка 23 приводится во вращательное движение и заставляет вращаться вал

13, установленный в подшипниках 14 и 15, а вместе с ним и роторный нагнетатель 22, направляющий культуральную жидкость из секции вывода культуральной жидкости 4 через рециркуляционную трубу 8 в секцию её ввода 3. Рециркуляция культуральной жидкости позволяет обеспечить необходимое время культивирования автоавтотрофных

5 микроорганизмов для достижения необходимой концентрации биомассы при заданном расходе смеси углекислого газа с воздухом (газового субстрата) с минимальными энергозатратами на процесс массообмена.

В дополнительной секции 5 суспензия автотрофного микроорганизма подвергается воздействию световой энергии посредством коаксиально установленной лампы

10 накаливания дневного света 10. В процессе освещения лампой накаливания 10 выделяется теплота, которая компенсируется подачей охлаждающего воздуха в секцию 5 через штуцер 26. Отвод охлаждающего воздуха из секции 5 осуществляется через штуцер 27.

На выходе из цилиндрических трубок 6 насыщенная углекислым газом суспензия автотрофного микроорганизма поступает в секцию для вывода культуральной жидкости

15 4, где дополнительно насыщается газовоздушной смесью с помощью барботажного устройства 11, при этом повышается суммарный коэффициент массообмена и тем самым интенсифицируется процесс культивирования. Из секции для вывода культуральной жидкости 4 суспензия автотрофного организма выводится в качестве готовой биомассы через штуцер 25.

20 Предложенный аппарат для культивирования автотрофных микроорганизмов позволяет:

- повысить выход готовой биомассы, поскольку предусмотрено использование рециркуляционной трубы, обеспечивающей интенсивное перемещение культуральной жидкости;

25 - повысить качество получаемой биомассы в связи с тем, что созданы условия для более равномерного освещения культуральной жидкости при ее рециркуляции посредством коаксиального размещения лампы;

- уменьшить габаритные размеры аппарата и упростить его конструкцию за счет перехода от многоступенчатого аппарата к одноступенчатому;

30 - снизить удельные энергозатраты на получение биомассы, поскольку используется кинетическая энергия газового субстрата на входе в биореактор;

- обеспечить рациональное распределение потока газа в конструкции за счет использования кольцевого коллектора по всему сечению аппарата;

- повысить коэффициент массообмена благодаря равномерному освещению

35 культуральной жидкости при ее рециркуляции посредством коаксиального размещения лампы и рационального распределения потока газа с помощью кольцевого коллектора, установленного по всему сечению аппарата.

#### Формула изобретения

40 Аппарат для культивирования автотрофных микроорганизмов, содержащий цилиндрический корпус, разделенный горизонтальными перегородками на секции для ввода и вывода культуральной жидкости и дополнительную секцию с внутренней зеркальной поверхностью, предназначенную для освещения, и патрубками для ввода и вывода охлаждающего воздуха; через горизонтальные перегородки пропущены

45 вертикально установленные прозрачные цилиндрические трубы, каждая из которых имеет винтовую спираль из проволоки, закрепленной на ее внутренней поверхности, пленкообразующее устройство; лампу накаливания и барботажное устройство, отличающийся тем, что аппарат снабжен системой рециркуляции культуральной

жидкости, состоящей из прозрачной рециркуляционной трубы, расположенной вертикально по оси симметрии аппарата, причем лампа накаливания установлена коаксиально в секции дополнительного освещения с возможностью освещения вертикальных трубок и центральной рециркуляционной трубы, а барботажное

- 5 устройство с патрубком подачи смеси углекислого газа с воздухом выполнено в виде кольцевого коллектора по всему сечению аппарата в секции вывода культуральной жидкости, при этом внутри центральной рециркуляционной трубы установлен вал в подшипниках, корпус одного из которых расположен в верхней части аппарата, корпус 10 другого подшипника расположен в патрубке подачи газа барботажного устройства, причем на валу в зоне дополнительной секции, предназначеннной для освещения, закреплен роторный нагнетатель, направляющий культуральную жидкость из секции 15 вывода питательной среды через рециркуляционную трубу в секцию ее ввода, а нижняя часть вала снабжена крыльчаткой, которая расположена в патрубке барботажного устройства с возможностью вращения вокруг своей оси за счет кинетической энергии потока газа, подаваемого в секцию вывода культуральной жидкости.

20

25

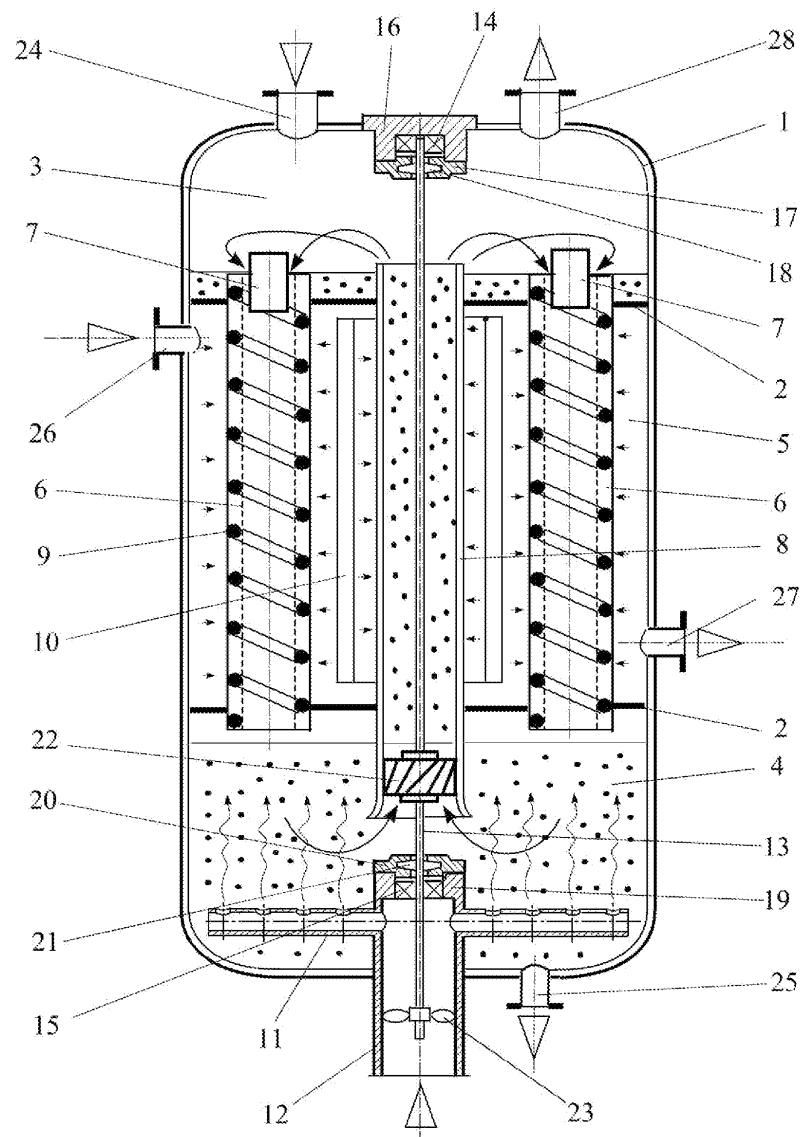
30

35

40

45

## Аппарат для культивирования автотрофных микроорганизмов



Фиг. 1