



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
A01G 31/02 (2021.08)

(21)(22) Заявка: 2021113631, 13.05.2021

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
13.05.2021

Дата регистрации:
21.12.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 13.05.2021

(45) Опубликовано: 21.12.2021 Бюл. № 36

Адрес для переписки:
119602, Москва, Востряковское ш., 7, стр. 6, кв.
27, Капралов О.Е.

(72) Автор(ы):

Котловкер Илья Фёдорович (RU),
Капралов Олег Ефимович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Капралов Олег Ефимович (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 151251 U1, 27.05.2015. RU 2315805
C2, 27.01.2008. RU 152917 U1, 20.06.2015. RU
146601 U1, 20.10.2014. US 20110124087 A1,
26.05.2011.

(54) Полезная модель фотобиореактора для промышленного производства микроводорослей

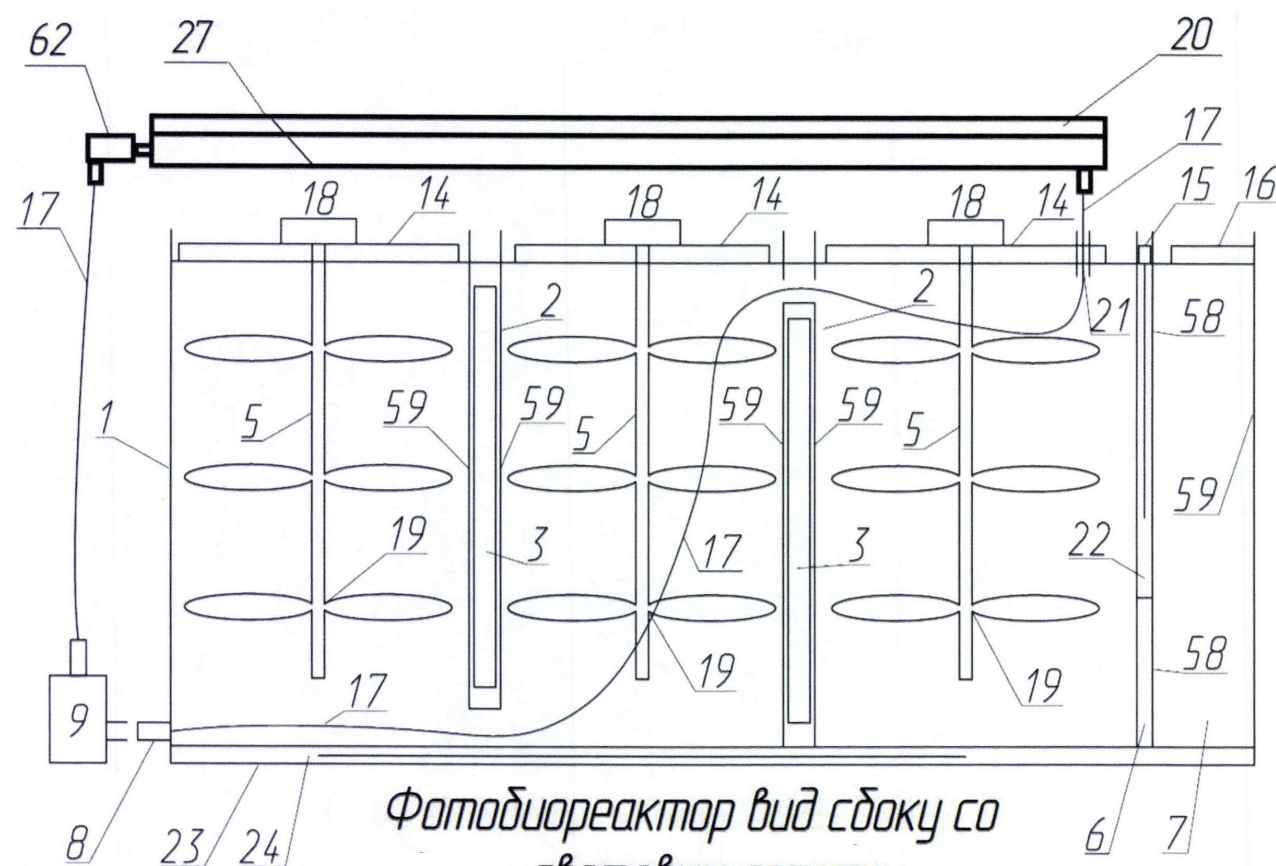
(57) Реферат:

Полезная модель относится к биотехнологии и микробиологической промышленности, в частности к установкам для выращивания микроводорослей, например хлореллы. Задача полезной модели - увеличение скорости выращивания микроводорослей, увеличение возможности роста микроводорослей (сохранение процесса фотосинтеза) при плотности клеток свыше 100000000 в 1 мл и повышения качества суспензии. Поставленная задача решается за счет того, что установка для выращивания микроводорослей содержит несколько емкостей в фотобиореакторе. В каждой емкости создаются идеальные условия для быстрого и длительного роста микроводорослей. Для этого используются различные источники света (светодиодные светильники и индукционные лампы типа «Сатурн») с длинами волн: красный 660-665 нм и синий 430-440 нм. Используется два вида перемешивания: горизонтальное - подача суспензии внешним насосом на световой лоток с последующим сливом в фотобиореактор и вертикальное перемешивание, осуществляемое в каждой емкости ФБР, помещенными в них

вертикальными мешалками с лопастями из нейтральной пластмассы, закрепленными на оси привода для их вращения с электродвигателем, находящимся на крышке каждой емкости, при скорости вращения 30-60 оборотов в минуту. Через вводный патрубок подается электроактивированная вода католит и питательные среды для фотопериодов ДЕНЬ и НОЧЬ. Также, в одно из отверстий на крышке подается углекислый газ. Предусмотрены отверстия на крышке одной из емкостей для подачи инокулянта микроводорослей в размере 10% от объема ФБР, отверстия для электрода РН и ОВП контролеров, температурного датчика, клапана выпуска излишков кислорода и углекислого газа. В корпусе ФБР предусмотрен кран для забора проб суспензии, кран для слива готовой продукции и насос для подачи суспензии на розлив. К емкости ФБР присоединен, через насос, дополнительный световой лоток прямоугольной формы с бортиками и крышкой, который имеет накопитель, рассекаль, освещаемое поле с отражателем и осветители микроводорослей, закрепленные в ее крышке. В

корпусе ФБР предусмотрена секция для проточного, дугообразного электроактиватора для получения отрицательного окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) со значением (-80, -100), что значительно улучшает питание микроводорослей, влияет на скорость деления и роста клеток и повышает качество конечного продукта. В смежной стенке двух торцевых емкостей, в одну из которых сливается суспензия из лотка, предусмотрено отверстие для выравнивания уровня жидкости. Охлаждение процесса производства микроводорослей производится через змеевик, установленный в днище ФБР, через который пропускается хладагент. Охлаждение суспензии регулируется термодатчиком, находящемся в одной из емкостей ФБР. Конструкция ФБР строится по принципу образования в ФБР нескольких емкостей длиной 0,4 м, шириной 0,4 м и высотой 0,65 м (100 л), разделенных горизонтальными и вертикальными стойками, образующими остов ФБР, и

оснащенных стеклянными вставками, образующими стенки емкостей, через которые происходит освещение процесса производства микроводорослей. Количество емкостей, так же как и их размеры, обусловлены объемом проектируемого ФБР. За счет использования легких нейтральных прочных пластмасс или других нейтральных материалов или металлов для конструирования остова ФБР и использования тонких и прочных стекол для внутренних и внешних стенок емкостей, вес ФБР значительно легче предыдущих проектов. Данная конструкция полезной модели идеально совмещает возможности освещения и перемешивания микроводорослей, за счет чего происходит понижение себестоимости конечного продукта, повышение плотности клеток за более короткий срок производства, увеличение скорости производства и улучшение качества суспензии. Цикл выращивания микроводорослей сокращается до 18-20 ч.



Фотобиореактор вид сбоку со
световым лотком

фиг. 3

Полезная модель относится к биотехнологии и микробиологической промышленности, в частности к установкам для выращивания микроводорослей, например хлореллы. Известна установка для выращивания микроводорослей, содержащая последовательно соединенные между собой культиватор с источниками света и теплообменником, побудитель расхода суспензии клеток микроводорослей и инкубационные емкости (Авт. св. СССР №1083944, кл. А01G 31/02, 1982 г.).

В указанной установке в инкубационные емкости попеременно сливается суспензия клеток микроводорослей, прошедших световую стадию генерационного цикла развития клеток. В этих емкостях проходит темновая стадия генерационного цикла развития клеток (подготовка клеток к делению, деление клеток). Наличие нескольких инкубационных емкостей значительно удорожает установку.

Известна установка для выращивания микроводорослей, содержащая соединенные между собой газообменник, побудитель расхода суспензии клеток и светоприемник в виде змеевика. В указанной установке вся масса клеток микроводорослей, в том числе клетки, находящиеся на световой стадии генерационного цикла развития клеток, и клетки, находящиеся на темновой стадии генерационного цикла, непрерывно находятся на свету при температуре, оптимальной для световой стадии (Авт. св. СССР №656592, кл А01G 33/02, 1976 г.).

Недостатком этой установки является низкая производительность выращивания микроводорослей и низкие фотоэнергетические характеристики процесса, такие, как эффективность использования световой энергии (КПД фотосинтеза), ухудшение условий для прохождения темновой стадии генерационного цикла развития клеток.

Наиболее близким вариантом к предлагаемой полезной модели установки для производства микроводорослей является предыдущий патент Котловкера И.Ф. RU 151251 U1 Начало действия: 2014.08.26.

Недостатками данной модели являются:

1. держатели перемешивающего и светового устройства являются громоздкими и значительно увеличивают вес и размеры установки;

2. толстые стеклянные стенки кейсов, в которых находится освещение (индукционные лампы или светодиоды), уменьшают мощность светового потока, изменяют заданную длину световых волн, измеряемую в нанометрах (нм), что замедляет процесс фотосинтеза и влияет на не прогнозируемое изменение биохимического состава микроводорослей;

3. недостаточная скорость перемешивания, что значительно замедляет процесс фотосинтеза при увеличении количества клеток микроводорослей и плотности суспензии;

4. отсутствие процесса электроактивации внутри установки, что снижает влияние используемого электроактивированного раствора католит на питание и скорость процесса производства микроводорослей (особенно в завершающей стадии производства) и на качество выпуска конечной продукции (отсутствие отрицательного значения окислительного - восстановительного потенциала - ОВП);

5. перегрев процесса производства микроводорослей;

6. сложная и дорогая система охлаждения, использующая охлаждающие чиллеры.

Задача полезной модели - увеличение скорости выращивания микроводорослей, в частности хлореллы.

Далее используются термины: аббревиатура ФБР (Фотобиореактор) или установка.

В данной полезной модели представлен вариант установки для производства 500 л, суспензии в течение суток (20-24 часа). Модель является базовой. За счет увеличения количества и объема секций, может использоваться для производства ФБР от 100 л до 10000 л в сутки.

Поставленная задача решается за счет:

1. Коренного изменения конструкции фотобиореактора. Конструкция ФБР строится по принципу образования в ФБР нескольких емкостей (секций) длиной 0,4 м, шириной 0,4 м и высотой 0,65 м (104 л), разделенных горизонтальными и вертикальными стойками, образующими остов ФБР, оснащенными пазами, в которые герметично вставляются стеклянные перегородки из тонкого стекла или прозрачной пленки, образующие стенки секций, через которые происходит освещение процесса производства микроводорослей. Размеры секций (0,4 м×0,4 м×0,65 м) позволяют создать возможность освещения процесса фотосинтеза при высокой плотности клеток суспензии и интенсивном перемешивании.
- 10 Количество секций в данной полезной модели на 500 л в сутки - 6 штук.

За счет использования легких, нейтральных и прочных пластмасс или других нейтральных материалов или металлов, для конструирования остова ФБР и использования тонких прочных стекол или пленок толщиной 1-2 мм для внутренних и внешних стенок секций, вес ФБР значительно легче предыдущих проектов.

- 15 2. За счет изменения конструкции ФБР и подбора стекол или пленок, пропускающих заданные длины световых волн, стало возможным использование вместо общей монолитной конструкции ФБР, герметичные вставки из тонкого (1-2 мм) стекла или пленки в пазы горизонтальных и вертикальных стоек ФБР, что значительно увеличило КПД использования освещения (фотосинтез) процесса производства микроводорослей,
- 20 увеличило мощность светового потока и сохранение заданных длин волн (красного 660-665 нм и синего 440-450 нм).

3. Освещение производства внутреннее и внешнее осуществляется любыми источниками света, которые соответствуют заданным длинам волн (красного 660-665 нм и синего 440-450 нм), и которые могут появиться в будущем. В данной модели
- 25 внутреннее освещение осуществляется индукционными лампами типа «Сатурн» - 300 Вт, так как эти лампы светят в обе стороны и очень экономичные. Внешнее освещение осуществляется сборными светильниками из светодиодов общей мощностью 300 Вт каждый, оснащенных воздушным охлаждением. Для светильников используются светодиоды мощностью 5 Вт. Светодиодные светильники устанавливаются вплотную
- 30 к стеклам - перегородкам. Такое использование светодиодных светильников значительно уменьшает нагрев суспензии, увеличивая качество и мощность освещения производства.

Тонкие стеклянные или пленочные вставки делятся пополам вертикальной полосой из того же материала, что и конструкция ФБР, шириной 10 мм, которая уменьшает давление жидкости на полотно стекла или пленки.

- 35 При освещении каждой секции, расход электроэнергии 1, 2 кВт в час. Затраты на электроэнергию компенсируются высокой скоростью роста микроводорослей. Место, куда вставляются светодиодные светильники, оснащено ребрами жесткости остова ФБР, за которые крепятся светильники.

- 40 Индукционные лампы «Сатурн - 300» вставляются сверху в продольные перегородки и сбоку в поперечные.

4. Перемешивание суспензии горизонтальное и вертикальное. Горизонтальное перемешивание осуществляется внешним мембранным насосом, который подает суспензию в световой лоток, находящийся сверху установки на высоте 1,2-1,5 м. Суспензия, пройдя световой лоток, сливается в ФБР. Скорость горизонтального
- 45 перемешивания небольшая и ограничивается длиной светового лотка и временем прохождения по нему суспензии (6-8 секунд).

Для равномерного горизонтального перемешивания и исключения возникновения «мертвых» зон, поперечные стенки секций имеют разную высоту над днищем ФБР.

Одна из поперечных стенок ФБР поднята над днищем на 1,5-2 см для возможности прохождения суспензии через образовавшуюся щель во время включения насоса и подачи суспензии на световой лоток. Следующая перегородка крепится к днищу ФБР, но имеет меньшую высоту по сравнению с предыдущей перегородкой. Это дает
5 возможность суспензии при горизонтальном перемешивании перекачиваться через перегородку - кейс. Количество перегородок-кейсов обусловлено размерами ФБР и чередуется в порядке, описанном выше. В данной установке, производительностью суспензии 500 л в сутки, емкость ФБР разделена вдоль на две части, в следствии этого, в каждой части с торца предусмотрен кран для забора суспензии и перекачивания ее в
10 световой лоток одним насосом, к которому ведут патрубки от каждого крана, объединенные тройником. В продольной перегородке, делящей ФБР пополам, в торцевой секции расположено отверстие для выравнивания уровня жидкости.

Основное, вертикальное перемешивание, осуществляется лопастной или шнековой мешалкой, изготовленной из прочной нейтральной пластмассы с лопастями. Размеры
15 и количество вертикальных мешалок обусловлены размерами и количеством секций ФБР. Вертикальное перемешивание осуществляется небольшим по мощности электродвигателем (30-60 оборотов в минуту), который крепится на крышке ФБР и соединяется с мешалкой.

Мешалка имеет разборное устройство и отделяется от электродвигателя, для
20 возможности извлечения из емкости, обработки в воде и подготовки для следующего цикла производства.

Количество электродвигателей и мешалок обусловлено объемом ФБР и количеством секций.

5. Охлаждение процесса производства микроводорослей зависит от конкретно
25 используемого штамма микроводорослей и температурного режима, рекомендуемого для конкретного штамма микроводорослей.

Нами используется планктонный штамм микроводоросли хлорелла ИФРС-111, приобретенный по лицензионному договору (номер договора РД0006394 от 2006.02.09) у Богданова Н.И. (Патент №1751981 от 1997.02.10 г. По данным на 15.02.2008 г. патент
30 прекратил свое действие).

Рабочая температура для производства суспензии на основе этого штамма 28-30°C.

Охлаждение суспензии осуществляется монтажом в днище ФБР змеевика, через который пропускается хладагент. Днище ФБР состоит из двух пластин из нейтральной пластмассы или других нейтральных материалов, между которыми устанавливается
35 змеевик, через который пропускается хладагент. Включение и отключение охлаждения осуществляется через температурный датчик, установленный в ФБР.

6. В конструкции ФБР предусмотрено использование электроактивации внутри ФБР. Электроактивацию осуществляет проточный, дуговой электроактиватор, состоящий из разрезанной вдоль длины титановой трубки диаметром 1,5-2 см, выполняющей роль
40 электрода анода, мембраны в виде вкладки из специальной ткани или керамической вкладки, вставленной в титановую трубку, закрывающую герметично разрез вдоль титановой трубки, имеющий ширину 0,5-0,7 см. Вдоль всей длины данной конструкции крепится электрод катод, состоящий из тонкой пластинки из титана, толщиной 1 мм, шириной 10 мм и длиной 600 мм. Проточный электроактиватор имеет дугообразную
45 форму и вставляется в специально подготовленную емкость с торца ФБР. Эта емкость имеет такие размеры, которые позволяют электроактиватору не мешать движению вертикального перемешивающего устройства.

Электроактиватор подключен к блоку питания и ОВП - контроллеру и способствует

поддерживанию минусового ОВП в течение производства и для выпуска готовой продукции с окислительно-восстановительным потенциалом (ОВП) с отрицательным значением (-100). Электроактиватор крепится к специальной крышке, которая при закрытии будет приводить электроактиватор в рабочее состояние, замыкая контакты и соединяя с блоком питания.

К торцу ФБР, рядом с секцией, где устанавливается проточный электроактиватор, прикрепляется емкость 20-30 л, в которой будет циркулировать вода и образовываться раствор анолит. Внутри емкости будет находиться помпа для циркуляции воды через электроактиватор.

7. Вдоль всей длины ФБР по обе стороны располагаются панели, на которых крепятся блоки питания светодиодных светильников и индукционных ламп и электрические розетки. Также на одной из продольных панелей крепится насос и магнитный активатор, используемые для активации суспензии в фотопериод НОЧЬ. На стенде, располагающемся рядом с ФБР, или на стене устанавливаются измерительные приборы ОВП - контроллер, Рн - контроллер, блоки питания для электроактиваторов и освещения ФБР, определенное количество розеток для снабжения приборов и механизмов ФБР электричеством, реле для смены фотопериодов ДЕНЬ и НОЧЬ и термореле для включения охлаждения суспензии в ФБР.

8. Во время производства микроводорослей происходит смена фотопериодов ДЕНЬ и НОЧЬ. Во время фотопериода НОЧЬ используется цикл Кребса и включается магнитная активация через магнитный активатор. Это позволяет сохранять скорость роста и деления клеток при большой плотности суспензии.

Сущность полезной модели заключается в том, что в используемой установке для выращивания микроводорослей вместо одной емкости используется несколько секций 5 (Фиг. 1, 2, 9) внутри ФБР. В каждой секции создаются идеальные условия для освещения и перемешивания микроводорослей и соответствующий температурный режим.

Во время производства микроводорослей используются два фотопериода ДЕНЬ и два фотопериода НОЧЬ. Темновые фазы (фотопериод «НОЧЬ») достигаются простым автоматическим выключением света через реле 43 (Фиг. 8). А для увеличения скорости выращивания микроводорослей в фотопериод ДЕНЬ, дополнительно используют световой лоток 20 (Фиг. 3, 4, 5).

Полезная модель поясняется рисунками.

Лист 1. Фотобиореактор (ФБР) - вид сверху Фиг. 1:

1 - корпус ФБР (Фиг. 1, 2, 9)

2 - стеклянные кейсы-вставки из тонкого стекла или пленки (Фиг. 1, 2), Лист 8 (Фотографическое изображение деталей секции ФБР)

3 - индукционные лампы типа «Сатурн» (Фиг. 1, 2), Лист 8 (Фотографическое изображение деталей секции ФБР)

4 - светодиодные панели (Фиг. 1), Лист 8 (Фотографическое изображение деталей секции ФБР)

5 - секции ФБР (Фиг. 1, 2, 9)

6 - емкость для проточного электроактиватора (Фиг. 1, 2)

7 - емкость для электроактивированного р-ра анолит (Фиг. 1, 2)

8 - кран для забора суспензии 2 шт. (Фиг. 1, 2)

9 - насос для подачи суспензии на световой лоток (Фиг. 1, 2, 3)

10 - продольная панель для приборов (Фиг. 1)

11 - блоки питания светодиодных панелей, расположенных вдоль корпуса ФБР и индукционных ламп (Фиг. 1)

- 12 - розетки, расположенные на продольной панели (Фиг. 1)
 13 - ребра жесткости (Фиг. 1, 2)
 17 - направление движения суспензии во время горизонтального перемешивания (Фиг. 1, 2, 3)
- 5 57 - продольные стойки ФБР (Фиг. 1)
 58 - поперечные стойки ФБР (Фиг. 1, 2,)
 63 - тройник, соединяющий два крана 8, для подачи суспензии на световой лоток (Фиг. 1)
- Лист 2. Фиг. 2 Фотобиореактор (ФБР) - вид сбоку
- 10 1 - корпус ФБР (Фиг. 1, 2, 9)
 2 - стеклянные кейсы-вставки из тонкого стекла или пленки (Фиг. 1, 2, 3), Лист 8 (Фотографическое изображение деталей секции ФБР)
 3 - индукционные лампы типа «Сатурн» (Фиг. 1, 2, 3), Лист 8 (Фотографическое изображение деталей секции ФБР)
- 15 5 - секции ФБР (Фиг. 1, 2, 9)
 6 - емкость для проточного электроактиватора (Фиг. 1, 2, 3)
 7 - емкость для электроактивированного р-ра анолит (Фиг. 1, 2, 3)
 8 - кран для забора суспензии (Фиг. 1, 2, 3)
 9 - насос для подачи суспензии на световой лоток (Фиг. 1, 2, 3)
- 20 14 - крышка секции ФБР (Фиг. 2, 9)
 15 - крышка емкости для проточного электроактиватора внутри ФБР (Фиг. 2, 3)
 16 - крышка емкости для электроактивированной воды анолит (Фиг. 2, 3)
 17 - направление движения суспензии во время горизонтального перемешивания (Фиг. 1, 2, 3)
- 25 18 - электропривод вертикальной мешалки (Фиг. 2, 8.)
 19 - вертикальная мешалка (Фиг. 2, 8), Лист 8 (Фотографическое изображение деталей секции ФБР)
 21 - патрубок для слива суспензии из лотка в секцию ФБР (Фиг. 2, 3, 4, 5, 7)
 22 - дуговой проточный электроактиватор внутри ФБР (Фиг. 2, 3), Лист 8
- 30 (Фотографическое изображение деталей секции ФБР)
 23 - двойное, склеенное днище ФБР (Фиг. 2, 3)
 24 - змеевик для хладагента (Фиг. 2, 3)
 58 - вертикальные стойки ФБР (Фиг. 1, 2, 3)
 59 - вертикальные стойки емкости для анолита (Фиг. 2, 3)
- 35 Лист 3. Фиг. 3 Фотобиореактор (ФБР) - вид сбоку со световым лотком
 1 - корпус ФБР (Фиг. 1, 2, 9)
 2 - стеклянные кейсы-вставки из тонкого стекла или пленки (Фиг. 1, 2, 3), Лист 8 (Фотографическое изображение деталей секции ФБР)
 3 - индукционные лампы типа «Сатурн» (Фиг. 1, 2, 3), Лист 8 (Фотографическое
- 40 изображение деталей секции ФБР)
 5 - секции ФБР (Фиг. 1, 2, 9)
 6 - емкость для проточного электроактиватора (Фиг. 1, 2, 3)
 7 - емкость для электроактивированного р-ра анолит (Фиг. 1, 2, 3)
 8 - кран для забора суспензии (Фиг. 1, 2, 3)
- 45 9 - насос для подачи суспензии на световой лоток (Фиг. 1, 2, 3)
 14 - крышка секции ФБР (Фиг. 2, 9)
 15 - крышка емкости для проточного электроактиватора внутри ФБР (Фиг. 2, 3)
 16 - крышка емкости для электроактивированной воды анолит (Фиг. 2, 3)

17 - направление движения суспензии во время горизонтального перемешивания (Фиг. 1, 2, 3)

18 - электропривод вертикальной мешалки (Фиг. 2б 9.)

19 - вертикальная мешалка (Фиг. 2, 9), Лист 8 (Фотографическое изображение деталей

5 секции ФБР)

20 - световой лоток (Фиг. 3, 4, 5)

21 - патрубок для слива суспензии из лотка в секцию ФБР (Фиг. 2, 3, 4, 5, 7)

22 - дуговой проточный электроактиватор внутри ФБР (Фиг. 2, 3), Лист 8 (Фотографическое изображение деталей секции ФБР)

10 23 - двойное, склеенное днище ФБР (Фиг. 2, 3)

24 - змеевик для хладагента (Фиг. 2, 3)

27 - рассекатель, для создания равномерного слоя суспензии (Фиг. 3, 4, 5)

58 - вертикальные стойки ФБР (Фиг. 1, 2, 3)

59 - вертикальные стойки емкости для анолита (Фиг. 2, 3)

15 62 - патрубок для подачи суспензии в лоток (Фиг. 3, 4, 5)

Лист 4. Фиг. 3 - световой лоток вид сбоку

20 - световой лоток (Фиг. 3, 4)

21 - патрубок для слива суспензии из лотка в секцию ФБР (Фиг. 2, 3, 4, 5, 7)

27 - рассекатель для создания равномерного слоя суспензии (Фиг. 3, 4)

20 62 - патрубок для подачи суспензии в лоток (Фиг. 3, 4)

Лист 5. Фиг. 5, 6, 7: световой лоток (фиг. 5), крышка светового лотка (фиг. 6), конусный слив светового лотка (фиг. 7). Фиг. 5 - Световой лоток

21 - патрубок для слива суспензии из лотка в секцию ФБР (Фиг. 2, 3, 4, 7)

25 - корпус светового лотка (Фиг. 5)

25 26 - накопитель (Фиг. 5)

27 - рассекатель для создания равномерного слоя суспензии (Фиг. 3.4, 5)

28 - регулятор рассекателя (Фиг. 5)

29 - освещаемое поле с зеркальным отражателем (Фиг. 5)

60 - бортик светового лотка (Фиг. 5)

30 62 - патрубок для подачи суспензии в лоток (Фиг. 3, 4, 5)

Фиг. 6 - Крышка светового лотка

30 - крышка светового лотка (Фиг. 6)

31 - освещение микроводорослей, закрепленное на крышке лотка (Фиг. 6)

32 - электрошнур с вилкой (Фиг. 6)

35 Фиг. 7 - конусный слив светового лотка

21- патрубок для слива суспензии из лотка в секцию ФБР (Фиг 2, 3, 4, 5, 7)

33 - слив светового лотка (Фиг. 7)

34 - конусное направляющее под углом 3-5° для слива суспензии (Фиг. 7)

Лист 6. Фиг. 8 - вертикальная приборная панель

40 35 - приборная панель (Фиг. 8)

36 - Рн контроллер (Фиг. 8)

37 - ОВП контроллер (Фиг. 8)

38 - розетки приборной панели (Фиг. 8)

39 - баллон с углекислым газом - CO₂ (Фиг. 8)

45 40 - редуктор с магнитным игольчатым клапаном (Фиг. 8)

41 - блок питания для дугового проточного электроактиватора (Фиг. 8)

42 - блоки питания для торцевых светодиодных светильников (Фиг. 8)

43 - реле отключения света для смены фотопериодов ДЕНЬ и НОЧЬ (Фиг. 8)

44 - термореле для холодильника с хладагентом (Фиг. 8)

Лист 7. Фиг. 9 - крышка секции фотобиореактора (ФБР) с амортизаторами для ее подъема, технические отверстия, через которые осуществляется часть производственного процесса и магнитный активатор

1 - корпус ФБР (Фиг. 1, 2, 3, 9)

5 - секции ФБР (Фиг. 1, 2, 3, 9)

18 - электропривод вертикальной мешалки (Фиг. 2.3, 9.)

19 - вертикальная мешалка (Фиг. 2, 3, 9), Лист 8 (Фотографическое изображение деталей секции ФБР)

45 - кран для забора суспензии (Фиг. 9)

46 - насос для перекачивания суспензии в фотопериод ночь (Фиг. 1, 9)

47 - отверстие для слива электроактивированной воды католит из промышленного, проточного электроактиватора (Фиг. 9)

48 - отверстие для подачи питательных сред и инокулянта микроводорослей ФБР (Фиг. 9)

49 - отверстие для Рн-электрода (Фиг. 9)

50 - отверстие для ОВП электрода (Фиг. 9)

51 - отверстие для подачи углекислого газа - CO₂ (Фиг. 9)

52 - отверстие для термодатчика (Фиг. 9)

53 - отверстие для измерителя температуры (Фиг. 9)

54 - клапан выхода излишков кислорода - O₂ и углекислого газа CO₂ (Фиг. 9)

55 - амортизатор для подъема крышки (Фиг. 9)

56 - магнитный активатор (Фиг. 1, 9)

61 - отверстие для выравнивания уровня жидкости в продольной перегородке, делящей ФБР пополам в торцевой секции (Фиг. 9)

Лист 8. Фотографическое изображение деталей секции фотобиореактора (ФБР)

2 - стеклянные кейсы-вставки из тонкого стекла или пленки (Фиг. 1, 2)

3 - индукционные лампы типа «Сатурн» (Фиг. 1, 2)

4 - светодиодные панели (Фиг. 1)

19 - вертикальная мешалка (Фиг. 2, 8)

22 - дуговой проточный электроактиватор внутри ФБР (Фиг. 2)

Установка для выращивания микроводорослей состоит из прямоугольной конструкции, корпус которой связан между собой продольными и поперечными стойками 1 (фиг. 1, 2, 3, 9) из прочного, нейтрального пластика или других нейтральных материалов и металлов, образующими несколько секций 5 (Фиг. 1, 2, 3, 9), в данной полезной модели шесть секций, отделяющихся друг от друга стеклянными перегородками 2 (фиг. 1, 2, 3), отверстия для слива электроактивированной воды в фотобиореактор 47 (Фиг. 9) и слива питательной среды 48 (фиг. 9), насоса 9 (фиг. 1, 2, 3) для подачи суспензии на световой лоток 20 (Фиг. 3, 4, 5).

Корпус ФБР 1 (Фиг. 1) оснащен со всех сторон ребрами жесткости 13 (Фиг. 1).

Для каждой секции создается отдельная крышка 14 (Фиг. 2, 3, 9), количество которых обусловлено количеством секций 5 (Фиг. 1, 2, 3, 9) внутри корпуса ФБР 1 (Фиг. 1, 2, 3, 9). Каждая крышка 14 (Фиг. 2, 3, 9) отдельной секции 5 (Фиг. 1, 2, 3, 9) снабжена подъемным устройством типа автомобильного дверного амортизатора 55 (Фиг. 9).

Подъем крышки на амортизаторах требуется для возможности подъема вертикального перемешивающего устройства 19 (Фиг. 2, 3, 9), Лист 8 (Фотографическое изображение деталей секции ФБР) и возможности отсоединения его от электропривода 18 (Фиг. 2, 8), закрепленного на крышке 14 (Фиг. 2, 3, 9).

На одной из крышек секций ФБР 14 (Фиг. 2, 3, 9) размещены отверстия для подачи углекислого газа CO_2 51 (фиг. 9) из баллона с CO_2 39 (фиг. 8) через РН-контроллер 36 (фиг. 8) с отверстием для РН-электрода 49 (Фиг. 9). Баллон CO_2 39 (Фиг. 8) снабжен редуктором с магнитным игольчатым клапаном 40 (Фиг. 8), который срабатывает на подачу CO_2 через показания РН-контроллера 36 (Фиг. 8).

Кроме того, на одной из крышек секции ФБР 14 (Фиг. 2, 3, 9) имеется отверстие 48 (Фиг. 9) для ввода питательных сред и инокулянта в размере 10% от объема ФБР, отверстие для датчика температуры 52 (фиг. 9)), клапана для выхода излишков углекислого газа и кислорода 54 (фиг. 9).

Кроме того, на одной из крышек емкостей ФБР 14 (Фиг. 2, 3, 9) предусматривается отверстие 50 (Фиг. 9) для электрода ОВП-контроллера и отверстие 53 (Фиг. 9) для провода цифрового термометра.

Крышка секции ФБР 14 (Фиг. 2, 3, 9) оснащена амортизаторами 55 (Фиг. 9) типа дверных, автомобильных, для подъема крышки 14 (Фиг. 2, 3, 9) секции и возможности отделения вертикальной мешалки 19 (Фиг. 2, 3, 9), Лист 8 (Фотографическое изображение деталей секции ФБР) от электропривода 18 (Фиг. 2, 8), закрепленного на крышке ФБР 14 (Фиг. 2, 3, 9) для возможности мытья и подготовки к следующему циклу производства.

Вдоль корпуса ФБР 1 (Фиг. 1, 2, 3, 9) с обеих сторон расположены продольные приборные панели 10 (Фиг. 1), на которых установлены блоки питания 11 (Фиг. 1) светодиодных панелей 4 (Фиг. 1), Лист 8 (Фотографическое изображение деталей секции ФБР), индукционных ламп типа «Сатурн» 3 (Фиг. 1, 2, 3), Лист 8 (Фотографическое изображение деталей секции ФБР) и розетки 12 (Фиг. 1). На продольной панели 10 (Фиг. 1), устанавливается насос 46 (Фиг. 1, 9) и магнитный активатор 56 (Фиг. 1, 9).

На вертикальной приборной панели 36 (фиг. 8), располагающейся рядом с ФБР или закрепленной на стене, устанавливаются измерительные приборы ОВП-контроллер 37 (Фиг. 8), РН-контроллер 36 (Фиг. 8), блоки питания 41 (Фиг. 8) для дугового проточного электроактиватора 22 (Фиг. 2, 3) и блоки питания 42 для торцевых светодиодных панелей 4 ФБР (Фиг. 1), определенное количество розеток 38 (Фиг. 8) для снабжения приборов и механизмов ФБР электричеством.

Кроме того, на вертикальной приборной панели 35 (Фиг. 8) расположено реле 43 (Фиг. 8) отключения света для смены фотопериодов ДЕНЬ и НОЧЬ и термореле 44 (Фиг. 8) для змеевика 24 (Фиг. 2), установленный в днище ФБР 23 (Фиг. 2, 3), через который пропускается хладагент.

Внутри секций ФБР 5 (Фиг. 1, 2, 3, 9) устанавливаются вертикальные перемешивающие устройства 19 (Фиг. 2, 3, 9), Лист 8 (Фотографическое изображение деталей секции ФБР), соединенные с электроприводом 18 (Фиг. 2, 3, 9), закрепленные на крышках 14 (Фиг. 2, 3, 9) секций ФБР 5 (фиг. 1, 2, 3, 9).

К корпусу ФБР 1 (Фиг. 1, 2, 3, 9), с торца конструкции присоединяется секция 6 (Фиг. 1, 23) для дугового проточного электроактиватора 22 (Фиг. 2, 3), Лист 8 (Фотографическое изображение деталей секции ФБР) с крышкой 15 и емкость 7 (Фиг. 1, 2, 3) для электроактивированного раствора анолит с крышкой 16 (Фиг. 2, 3).

Через насос 9 (Фиг. 1, 2, 3) суспензия подается на световой лоток 20 (Фиг. 3, 4, 5) прямоугольной формы, состоящий из корпуса 25 (Фиг. 5) с крышкой 30 (Фиг. 6), и содержит накопитель 26 (Фиг. 5), рассекатель 27 (Фиг. 3, 4, 5) с регулятором рассекателя 28 (Фиг. 5) и освещаемое поле с отражателем 29 (Фиг. 5). Суспензия микроводоросли стекает в слив 33 (Фиг. 7) через конусное устройство 34 (Фиг. 7) с наклоном 3-5° в секцию 5 (Фиг. 1, 2, 3, 9), образуя направление движения суспензии 17 (Фиг. 1, 2, 3)

микроводорослей во время горизонтального перемешивания. В крышке 30 (Фиг. 6) светового лотка 20 (Фиг. 3, 4) закреплены осветители микроводорослей 31 (фиг. 6). Освещение крышки 30 (Фиг. 6) светового лотка 20 (Фиг. 3, 4) оснащено электрошнуром с вилкой 31 (Фиг. 6).

5 Во время выключения света через реле отключения света 43 (Фиг. 8) и смены фотопериода ДЕНЬ на фотопериод НОЧЬ, включается насос 46 (Фиг. 1, 9) и начинается перекачивание суспензии через магнитный активатор 56 (Фиг. 1, 9).

Работа установки для выращивания микроводорослей, например хлореллы, происходит следующим образом.

10 В одну из секций 5 (Фиг. 1, 2, 3, 9) ФБР 1 (фиг. 1, 2, 3, 9) через отверстие для слива электроактивированной воды католит 47 (фиг. 9) подают очищенную в установке обратного осмоса воду, прошедшую электроактивацию. В отверстие 48 (Фиг. 9) подают питательную среду и инокулянт в размере 10% (50 л) от объема ФБР (в данной полезной модели на 500 л в сутки), где с помощью вертикальной мешалки 19 (Фиг. 2, 3, 9), Лист 8 (Фотографическое изображение деталей секции ФБР), которая вращается с частотой 15 30-60 оборотов в минуту, совмещенной с электродвигателем 18 (Фиг. 2, 3, 9), закрепленным на крышке 14 (Фиг. 2, 3, 9) секции ФБР 5 (Фиг. 1, 2, 3, 9) происходит вертикальное перемешивание суспензии.

Горизонтальное перемешивание происходит через забор суспензии из торцевых 20 секций ФБР 5 (Фиг. 1, 2, 3, 9) из 2-торцевых кранов для забора суспензии 8 (Фиг. 1, 2, 3), которые объединены тройником 63 (Фиг. 1) для подачи суспензии на световой лоток 20 (Фиг. 3, 4) Эти два крана потребовались потому, что корпус ФБР 1 (Фиг. 1, 2, 3, 9) в данной полезной модели для производства микроводорослей на 500 л в сутки, разделен продольными стойками 57 (Фиг. 1) и стеклянными вставками-кейсами 2 (Фиг. 1, 2, 3) 25 на две части.

Поперечные стойки 58 (Фиг. 1, 2, 3) вместе с вертикальными стойками 59 (Фиг. 2, 3) образуют в данной полезной модели шесть секций 5 (Фиг. 1, 2, 3, 9), отделенные друг от друга стеклянными вставками-кейсами 2 (Фиг. 1, 2, 3). Стеклянные вставки из тонкого стекла 2 (Фиг. 1, 2, 3), Лист 8 (Фотографическое изображение деталей секции ФБР), 30 вставляются в пазы, предусмотренные в вертикальных 59 (Фиг. 2, 3) и поперечных 58 (ФИГ. 1, 2, 3) стойках ФБР. Для эффективного движения суспензии во время горизонтального перемешивания 17 (Фиг. 1, 2, 3), четыре поперечных стеклянных кейсов 2 (Фиг. 1, 2, 3), расположенных в двух частях корпуса ФБР 1 (Фиг. 1, 2, 3, 9), разделенного продольными стойкам 57 (Фиг. 1) на две части, имеют разную высоту. 35 Первая пара поперечных кейсов 2 (Фиг. 1, 2, 3) поднимается над днищем ФБР 23 (Фиг. 2, 3) на 1, 5-2 см и закрепляется герметично к корпусу ФБР 1 (Фиг. 1, 2, 3, 9). Вторая пара поперечных кейсов 2 (Фиг. 1, 2, 3) опускается и прикрепляется герметично к днищу 23 (Фиг. 2, 3) и стойкам ФБР. Образующаяся разница в высоте между стеклянными кейсами 2 (Фиг. 1, 2, 3) позволяет организовать направление движения суспензии 17 40 (Фиг. 1, 2, 3) во время горизонтального перемешивания путем перекачивания жидкости через кейс, прикрепленный к днищу ФБР и равномерному прохождению жидкости под кейсами, поднятыми над днищем ФБР на 1,5-2 см, через искусственно образованную щель. Горизонтальное перемешивание начинается после включения мембранного насоса 9 (Фиг. 1, 2, 3), соединенного с двумя торцевыми кранами для забора суспензии 45 8 (Фиг. 1, 2, 3), подачей суспензии на световой лоток 20 (Фиг. 3, 4) с последующим сливом суспензии в противоположную торцевую секцию ФБР 5 (Фиг. 1, 2, 3, 9).

Для улучшения освещения суспензии микроводорослей при большой плотности клеток разработан световой лоток 20 (Фиг. 3, 4). Через насос 9 (Фиг. 1, 2, 3) суспензию

подают в световой лоток 20 (фиг. 3, 4) с корпусом 25 (фиг. 5) прямоугольной формы с бортиками 60 (Фиг. 5). Поступающая суспензия равномерно распределяется по всей площади накопителя 26 (Фиг. 5), затем проходит через рассекатель 27 (Фиг. 3, 4, 5), который служит для регулирования величины слоя от 10 мм до 0,2 мм, с помощью регулятора рассекателя 28 (Фиг. 5) суспензия попадает на освещаемое поле 29 (Фиг. 5) с отражателем (это может быть зеркальная поверхность), где происходит ее освещение мощным потоком света, который образуют осветители микроводорослей (источники света) 31 (Фиг. 6), укрепленные в крышке 30 (Фиг. 6) светового лотка и максимально приближенные к слою суспензии (на 1-1,5 см). Такое расстояние обеспечивает довольно мощную плотность света на единицу поверхности, которую невозможно добиться в других конструкциях из-за прохождения света через стекло. Источники света могут иметь различные длины волн (красный 660-665 нм и синий цвет 440-450 нм). Суспензия проходит освещаемое поле с отражателем за короткое время 6-8 секунд и сливается в торцевую секцию ФБР 5 (Фиг. 1, 2, 3, 9), через слив 33 (Фиг. 7) и конусное направляющее устройство 34 (Фиг. 7) под углом 3-5°. Слив суспензии в ФБР осуществляется через отверстие 47 (Фиг. 9).

Освещение (фотосинтез) процесса производства производится индукционными лампами типа «Сатурн» 3 (Фиг. 1, 2, 3), мощностью 300 Вт и светодиодными панелями 4 (Фиг. 1) мощностью 300 Вт.

Светодиодные панели 4 (Фиг. 1), Лист 8. Фотографическое изображение деталей фотобиореактора (ФБР), собираются из светодиодов мощностью 5 Вт. Цвет света ламп 3 (Фиг. 1, 2, 3), Лист 8. Фотографическое изображение деталей фотобиореактора (ФБР) и светодиодов 4 (Фиг. 1), Лист 8. Фотографическое изображение секции фотобиореактора (ФБР): красный (длина волны 660-665 нм) и синий (длина волны 440-450 нм).

Светодиодные панели 4 (Фиг. 1), Лист 8. Фотографическое изображение секции фотобиореактора (ФБР) крепятся к ребрам жесткости ФБР 13 (Фиг. 1), вплотную к вставкам из тонкого стекла или пленки 2 (Фиг. 1, 2, 3), Лист 8. Фотографическое изображение секции фотобиореактора (ФБР).

Освещение (фотосинтез) процесса производства микроводорослей суспензии происходит при включении всех источников света одновременно во всех секциях ФБР 5 (Фиг. 1, 2, 3, 9). При наполнении секций ФБР 5 (Фиг. 1, 2, 3, 9) электроактивированной водой катодит со значение РН - 11, 12 и отрицательным значением окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) -800-1000 происходит подача углекислого газа через отверстие 51 (Фиг. 9) из газового баллона 39 (Фиг. 8), оснащенного редуктором с магнитным игольчатым клапаном 40 (Фиг. 8) в емкости ФБР 5 (Фиг. 1, 2, 3, 9), через РН-контроллер 35 (фиг. 8) и ОВП-контроллер 36 (Фиг. 8). В результате подачи углекислого газа через отверстие 51 (Фиг. 9) в одной из крышек 14 (Фиг. 2, 3, 9) секций 5 (Фиг. 1, 2, 3, 9) и питательной среды и инокулянта в размере 10% от емкости ФБР, значение РН выставляется через РН-контроллер 36 (Фиг. 8) в размере 7,3-7,5 и значение ОВП через ОВП-контроллер 37 (Фиг. 8) в размере -100. В процессе производства микроводорослей эти значения РН и ОВП поддерживаются автоматически.

Через клапан 54 (Фиг. 9) выводят излишки кислорода в фотопериод ДЕНЬ и излишки углекислого газа в фотопериод НОЧЬ.

Природное явление - биологические часы или фотопериоды «день» и «ночь» используют в работе установки для увеличения скорости выращивания микроводорослей. Фотопериод «ночь» используют в полезной модели не только для прохождения темновой стадии генерационного цикла развития клеток микроводорослей - подготовка к делению клеток и само деление клеток (для этого используют фотопериод

(ночь №1), но и для увеличения скорости выращивания микроводорослей во время значительного повышения количества клеток в суспензии и невозможности дальнейшего успешного воспроизводства на свету (фотосинтез). Т.е. переход в окончании процесса на гетеротрофный способ воспроизводства микроводорослей и сохранение темпа воспроизводства в темновой стадии. Для этого используют фотопериод (ночь №2). Газообмен поддерживают в зависимости от фотопериодов. В фотопериод «день» подают в фотобиореактор углекислый газ CO_2 , подачу которого регулируют РН-контролером 36 (Фиг. 8). Так как, например, хлорелла в своем воспроизводстве стремится к РН выше значения 8, то подача CO_2 регулирует значение РН, которое выставляется со значением 7,3-7,5 и обеспечивает суспензию микроводорослей углеродным питанием в фотопериод «день». Выделяющийся кислород отводится через выпускной клапан 54 (Фиг. 9). В фотопериод «ночь» выключается электроактивация и суспензия начинает подаваться мембранным насосом 46 (Фиг. 1, 9) через магнитный активатор 56 (Фиг. 1, 9). Во время фотопериода НОЧЬ происходит смена газообмена и начинает поглощаться кислород и выделяться углекислый газ. Выделяющийся углекислый газ отводится через выпускной клапан 54 (Фиг. 9).

Для поддержания минусового значения ОВП в процессе производства микроводорослей, в том числе и хлореллы, используется дуговой проточный электроактиватор 22 (Фиг. 2, 3), Лист 8. Фотографическое изображение секции фотобиореактора (ФБР), расположенный в торцевой секции 6 (Фиг. 1, 2, 3), рядом с емкостью для электроактивированного раствора анолит 7 (Фиг. 1, 2, 3), который образуется при работе дугового проточного электроактиватора 22 (Фиг. 2, 3), Лист 8. Фотографическое изображение секции фотобиореактора (ФБР).

Охлаждение процесса выращивания микроводорослей осуществляется через змеевик 24 (Фиг. 2), установленный в днище ФБР 23 (Фиг. 2, 3), через который пропускается хладагент. Включение охлаждения происходит через термодатчик 44 (Фиг. 8), щуп которого устанавливается в ФБР и поддерживает заданную температуру, включая охлаждение при опускании температуры суспензии до 28°C , и отключая охлаждение при 30°C .

Конструкция полезной модели значительно изменена по сравнению с предыдущей полезной моделью Котловкера И.Ф., за счет чего происходит ее удешевление, а цикл выращивания микроводорослей сокращается до 18-20 часов. Появляется возможность выпуска более плотной суспензии, с большим количеством клеток за ту же единицу времени. Преимуществом предлагаемой установки перед другими установками для выращивания микроводорослей является освещение, перемешивание, процесс выращивания микроводорослей в нескольких секциях, где в каждой создаются идеальные условия для освещения и перемешивания микроводорослей и использование дополнительного освещения с помощью светового лотка. Использование электроактивированной воды католит, которая является биостимулятором, позволяет улучшить питание микроводорослей и ускорить рост и деление клеток, а дуговой проточный электроактиватор, находящийся внутри ФБР, поддерживает минусовое значение ОВП и подготавливает суспензию к розливу с минусовым значением ОВП -100. Применение цикла Кребса в темновых стадиях производства микроводорослей в фотопериод НОЧЬ, позволяют сохранить темп роста и деления клеток микроводорослей при большой плотности суспензии. Это позволяет значительно увеличить производительность полезной модели, улучшить фотоэнергитические характеристики, эффективность использования световой энергии (КПД фотосинтеза) в способе выращивания микроводорослей, повысить качество выпускаемого продукта.

Документы, со ссылками на патент

1. RU 2680306 C1, 2019.02.19. Вендин Сергей Владимирович (RU). Технологическая линия для культивирования хлореллы.

2. RU 2626242 C1, 2017.07.25. Кашаев Рустем Султанхамитович (RU). СПОСОБ РАБОТЫ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ГЕНЕРАТОРА.

3. RU 2443638 C1, 2012.02.27. Бобылев Юрий Олегович (RU). СПОСОБ КОМПЛЕКСНОЙ ОЧИСТКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ И УСТАНОВКА ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ОЧИСТКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ.

4. RU 151251 U1, 2015.03.27. Автор: Котловкер Илья Федорович (RU). Начало действия: 2014.08.26. Публикация: 2015.03.27. Подача: 2014.08.26 Установка для производства микроводорослей.

(57) Формула полезной модели

1. Фотобиореактор (ФБР) для выращивания микроводорослей, включающий корпус, выполненный из продольных и поперечных стоек, образующих секции ФБР, которые отделены друг от друга прозрачными перегородками, одна из которых поднята над днищем ФБР, а последующая прикреплена к днищу, но имеет меньшую высоту по сравнению с предыдущей перегородкой, световой лоток над корпусом ФБР, насос для подачи суспензии в световой лоток из торцевых секций ФБР, светодиодные панели и индукционные лампы, расположенные вдоль и поперек корпуса ФБР, змеевик для хладагента в днище корпуса ФБР, причем каждая секция ФБР содержит крышку с подъемным устройством и электроприводом, а также вертикальное перемешивающее устройство, а световой лоток содержит накопитель, слив в торцевую секцию ФБР, а также освещаемое поле с отражателем и крышкой, в которой находится освещение.

2. Фотобиореактор по п. 1, отличающийся тем, что в одной из крышек секции ФБР предусмотрены отверстия для ввода электроактивированной воды католит и питательных сред, также предусмотрены отверстия для ввода и равномерного распределения углекислого газа, подачи инокулянта микроводорослей, отверстия для электродов РН и ОВП-контролера, клапана выпуска излишков кислорода и углекислого газа, а также датчика температуры и цифрового термометра.

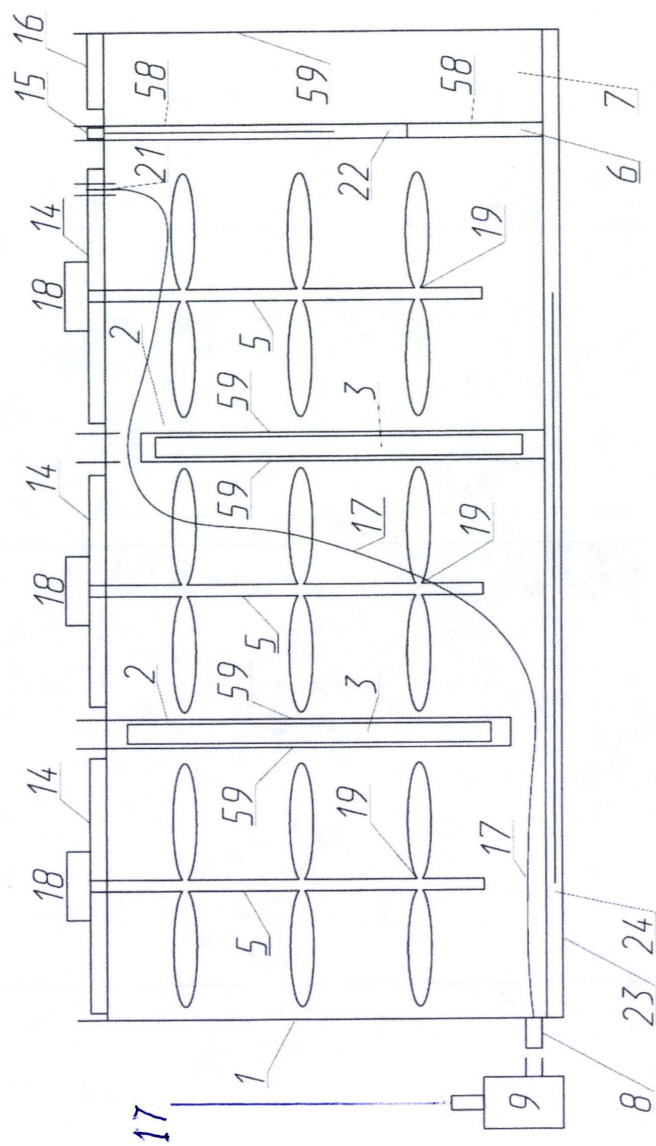
3. Фотобиореактор по пп. 1 и 2, отличающийся тем, что световой лоток имеет накопитель, рассекагель, освещаемое поле с отражателем в виде зеркальной поверхности и конусный слив.

4. Фотобиореактор по пп. 1-3, отличающийся тем, что прозрачные перегородки выполнены из стекла толщиной 1-2 мм, что способствует большему пропусканию света, что влияет на скорость роста микроводорослей.

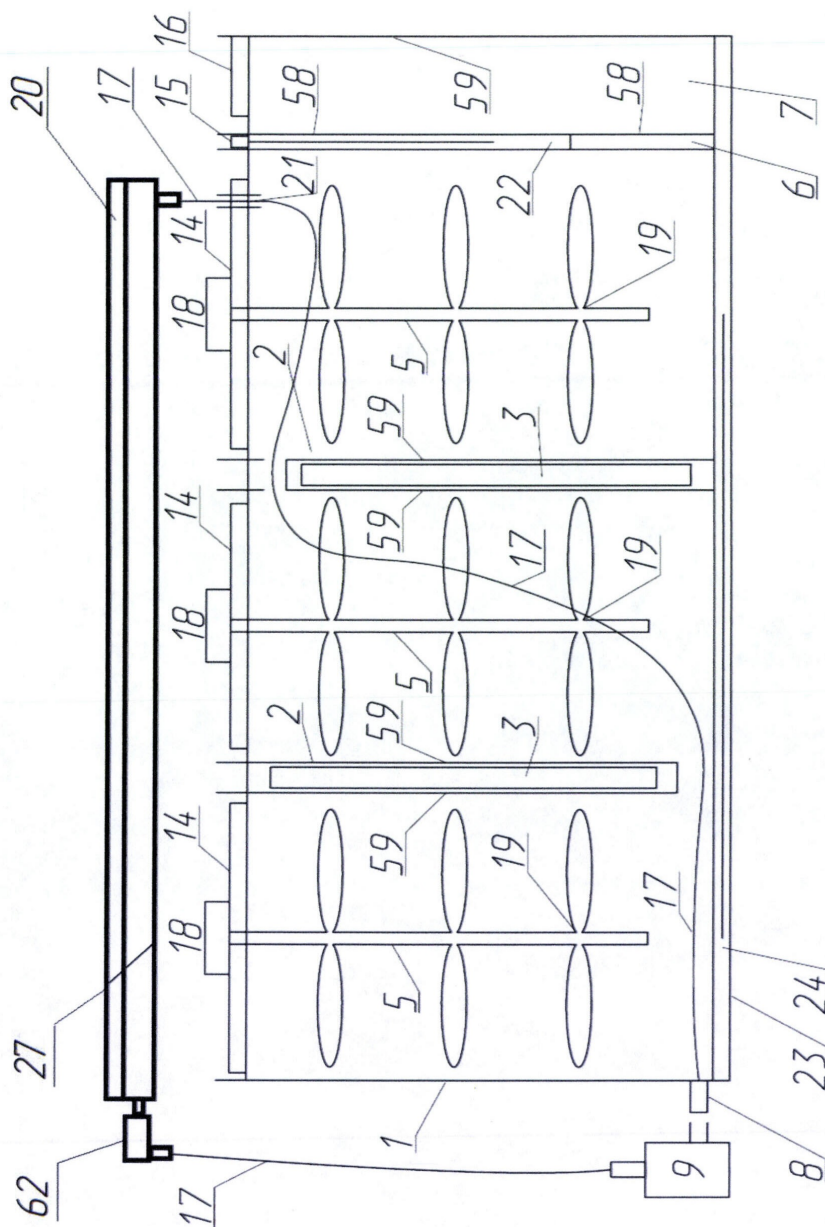
5. Фотобиореактор по пп. 1-3, отличающийся тем, что прозрачные перегородки выполнены из прозрачной пленки, что способствует большему пропусканию света, что влияет на скорость роста микроводорослей.

6. Фотобиореактор по любому из пп. 1-5, отличающийся тем, что количество секций составляет 6 штук.

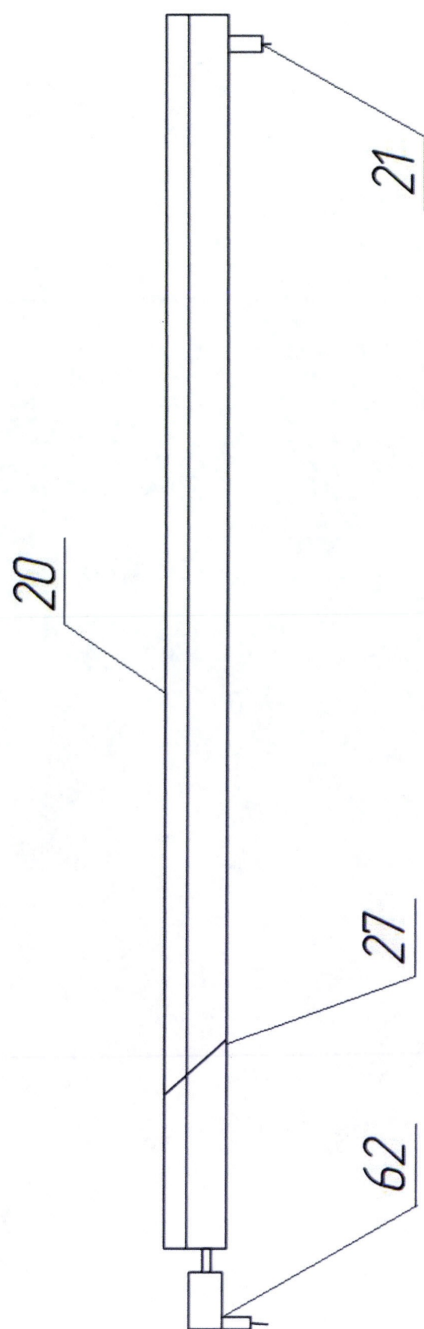
Фотоуловитель в виде сдоку фиг. 2



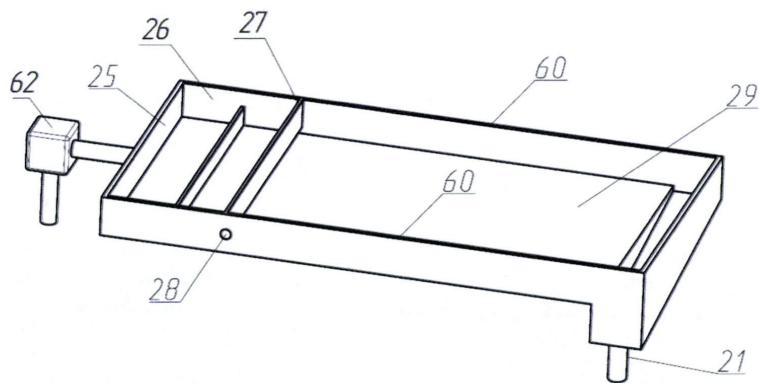
Фотодиореактор вид сбоку со
световым лотком фиг. 3



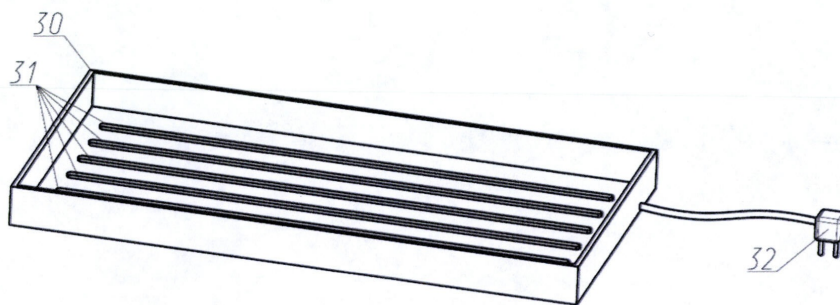
Световоду лопок фиг. 4



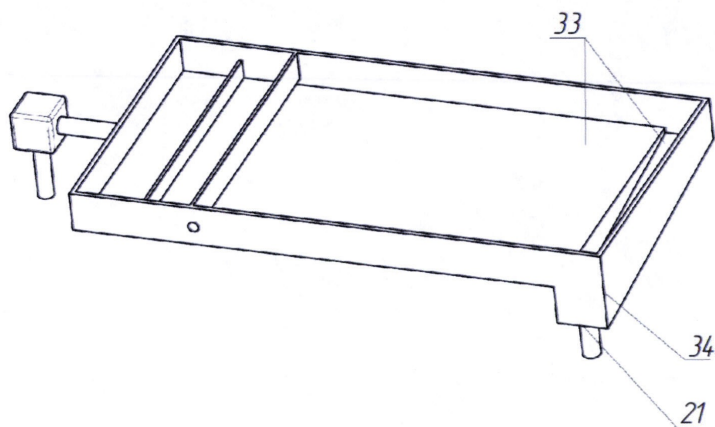
Световой лоток фиг. 5



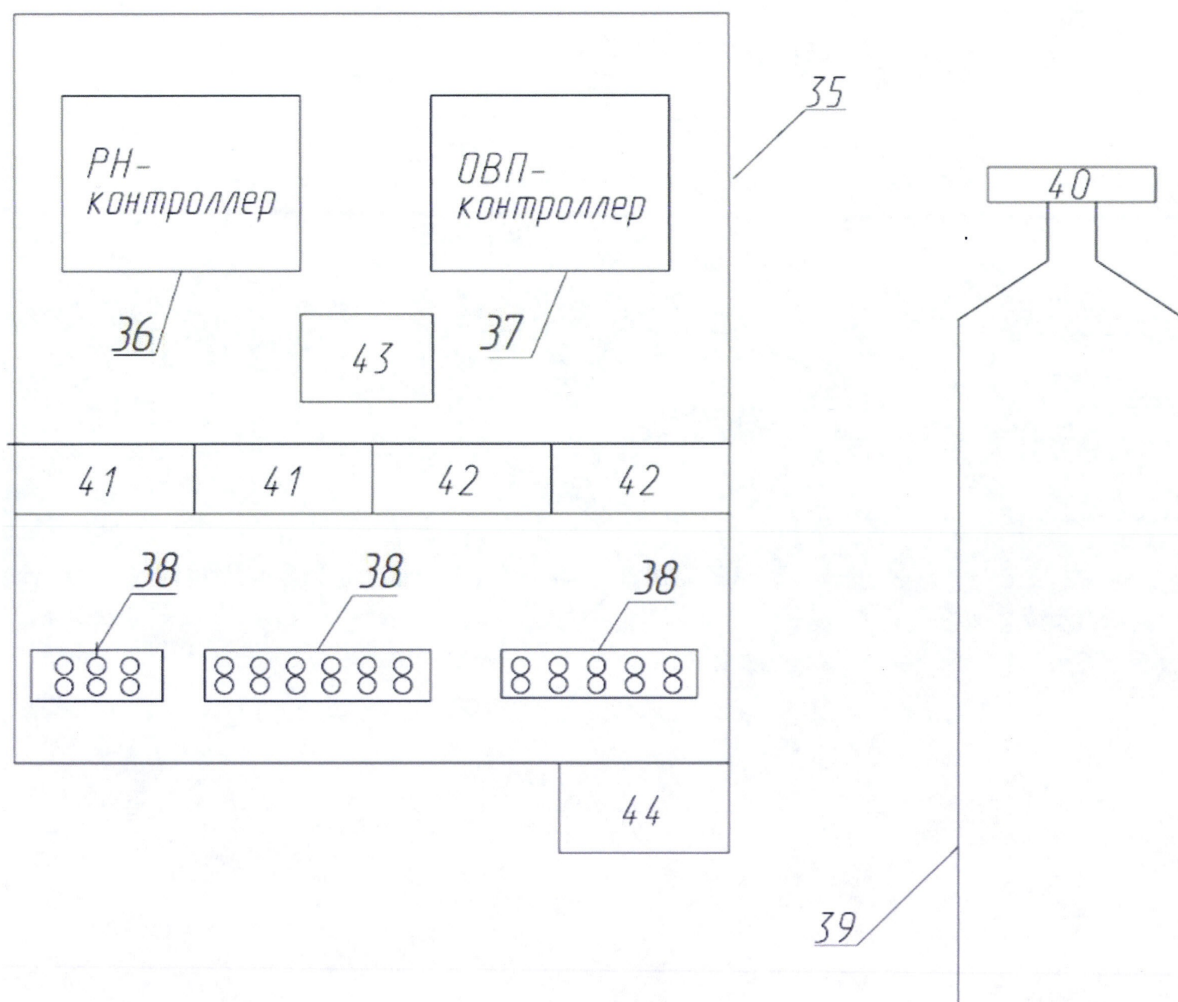
Крышка светового лотка фиг. 6



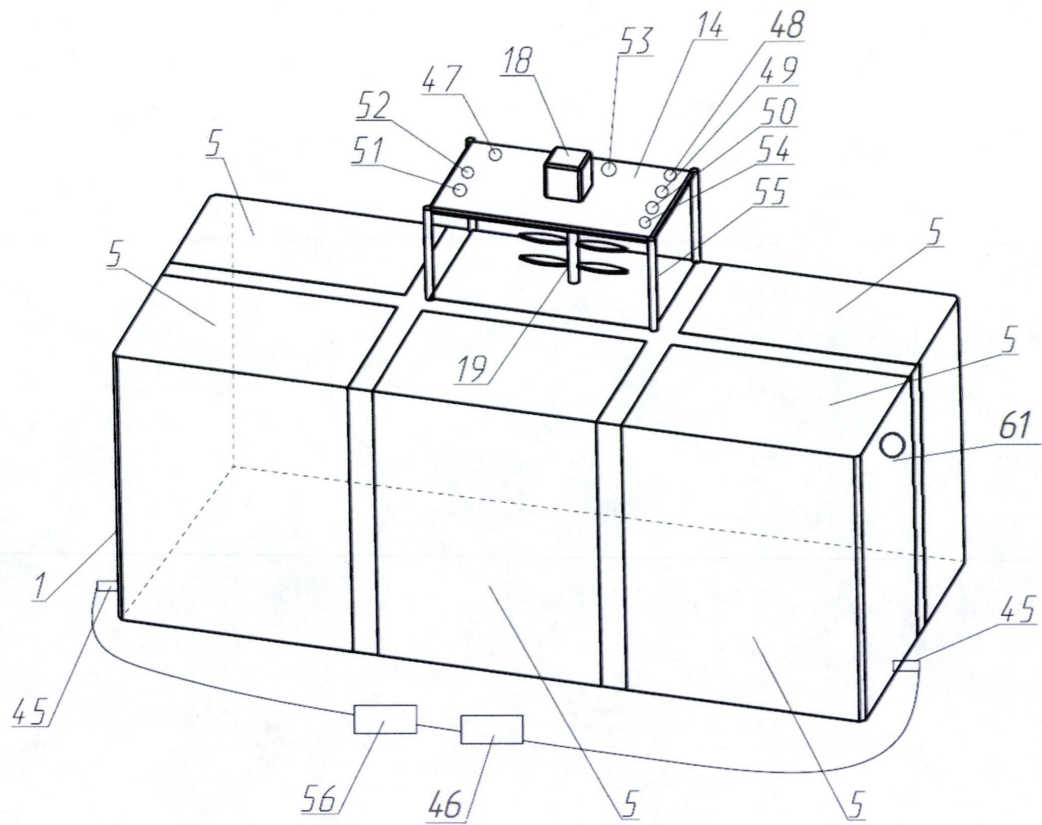
Слив светового лотка фиг. 7



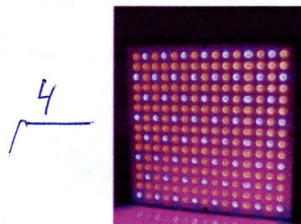
Приборная панель фиг. 8



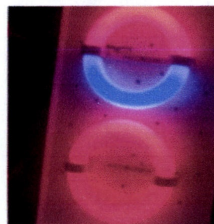
Крышка емкости ФБР с подъемным механизмом фиг. 9



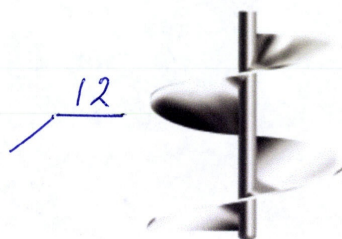
Фотографическое изображение
деталей секции ФБР



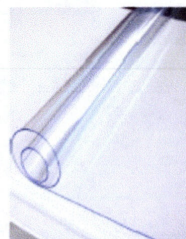
Светодиодная фитопанель



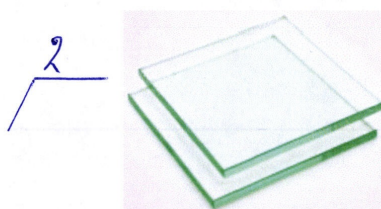
Фито лампа



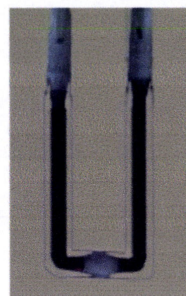
Мешалка



Гибкое стекло



Стекло



Активатор