

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ  
№ 2853498

### ЛАБОРАТОРНАЯ ЭЛЕКТРОФЛОТАЦИОННАЯ УСТАНОВКА

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II" (RU)*

Авторы: *Матвеева Вера Анатольевна (RU), Иванов Андрей Владимирович (RU), Сверчков Иван Павлович (RU), Кршеминский Глеб Витальевич (RU)*

Заявка № 2025109096

Приоритет изобретения 11 апреля 2025 г.

Дата государственной регистрации  
в Государственном реестре изобретений  
Российской Федерации 23 декабря 2025 г.

Срок действия исключительного права  
на изобретение истекает 11 апреля 2045 г.

*Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности*

*Ю.С. Зубов*





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

C02F 1/465 (2025.08); B03D 1/1412 (2025.08); B03D 1/1437 (2025.08); B03D 1/1462 (2025.08)

(21)(22) Заявка: 2025109096, 11.04.2025

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
11.04.2025Дата регистрации:  
23.12.2025

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 11.04.2025

(45) Опубликовано: 23.12.2025 Бюл. № 36

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,  
ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский горный  
университет императрицы Екатерины II",  
Патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Матвеева Вера Анатольевна (RU),  
Иванов Андрей Владимирович (RU),  
Сверчков Иван Павлович (RU),  
Кршеминский Глеб Витальевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

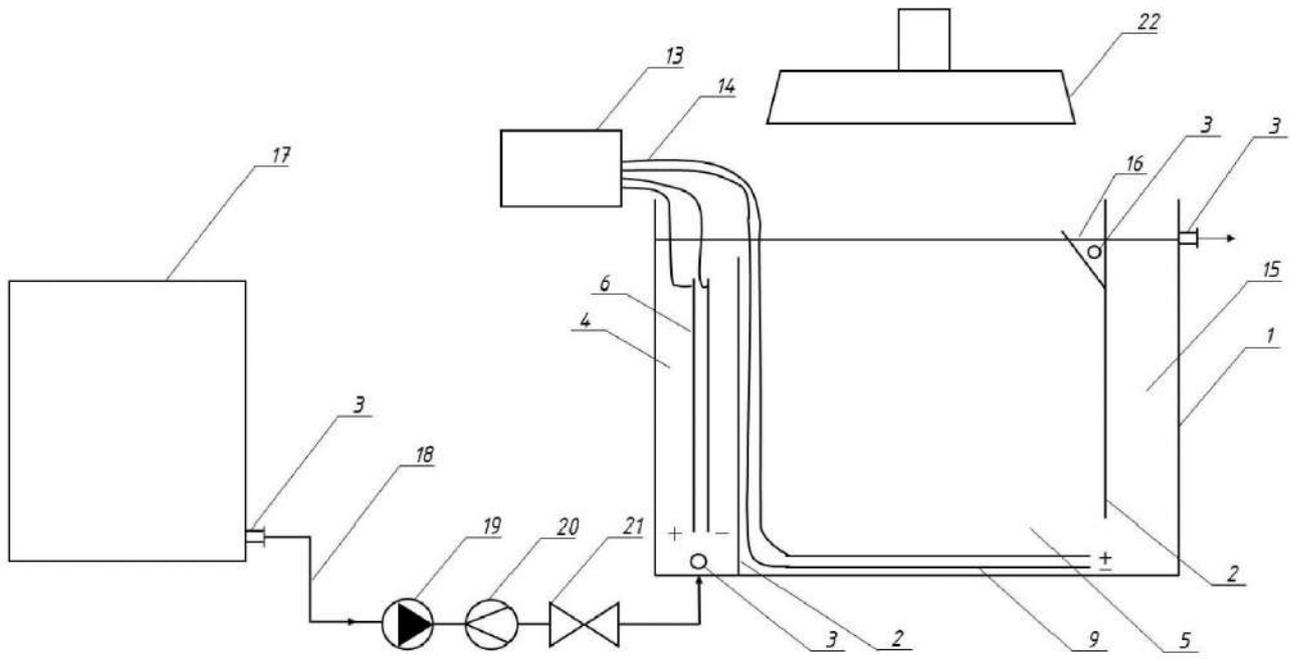
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Санкт-Петербургский горный  
университет императрицы Екатерины II"  
(RU)(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: SU 819065 A1, 07.04.1981. SU 421634  
A1, 30.03.1974. RU 213437 U1, 12.09.2022. RU  
206504 U1, 14.09.2021. RU 201486 U1, 17.12.2020.  
US 4490259 A1, 25.12.1984. JPH 05337472 A,  
21.12.1993.

## (54) ЛАБОРАТОРНАЯ ЭЛЕКТРОФЛОТАЦИОННАЯ УСТАНОВКА

(57) Реферат:

Изобретение относится к устройствам для очистки воды от взвешенных и коллоидных частиц. Корпус установки выполнен в форме параллелепипеда и разделен перегородками на электродную, флотационную и выпускную камеры. Электродная камера снабжена штуцером для подачи очищаемой воды, а выпускная камера - штуцером вывода очищенной воды. Корпус и перегородки выполнены из прозрачного материала. В нижней части боковой стенки выполнено отверстие со штуцером для подачи очищаемой воды. В верхней части боковой стенки внутри пеносборника выполнено отверстие со штуцером для отвода пенного продукта. Первая перегородка установлена после штуцера для подачи очищаемой воды и жестко закреплена к стенкам и дну. Ее высота ниже уровня воды.

Вторая перегородка установлена после штуцера для отвода пенного продукта. Она жестко закреплена к стенкам на расстоянии от дна и выше уровня воды. В верхней части второй перегородки закреплён под углом 45° пеносборник в форме пластины из прозрачного материала. Внутри первого отсека установлен с возможностью съема блок вертикально ориентированных электродов. Во втором отсеке на дне установлен с возможностью съема блок горизонтально ориентированных электродов. Анод выполнен из титана с покрытием оксида рутения, а катод - из нержавеющей стали. Емкость исходной воды соединена с корпусом трубопроводом с циркуляционным насосом. Технический результат: повышение эффективности очистки сточных вод. 3 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

*C02F 1/465 (2025.08); B03D 1/1412 (2025.08); B03D 1/1437 (2025.08); B03D 1/1462 (2025.08)*(21)(22) Application: **2025109096, 11.04.2025**(24) Effective date for property rights:  
**11.04.2025**Registration date:  
**23.12.2025**

Priority:

(22) Date of filing: **11.04.2025**(45) Date of publication: **23.12.2025 Bull. № 36**

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, FGBOU  
VO "Sankt-Peterburgskij gornyj universitet  
imperatritsy Ekateriny II", Patentno-litsenziornyj  
otdel**

(72) Inventor(s):

**Matveeva Vera Anatolevna (RU),  
Ivanov Andrei Vladimirovich (RU),  
Sverchkov Ivan Pavlovich (RU),  
Krsheinskii Gleb Vitalevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniia "Sankt-Peterburgskii gornyi  
universitet imperatritsy Ekateriny II" (RU)**

(54) **LABORATORY ELECTROFLOTATION INSTALLATION**

(57) Abstract:

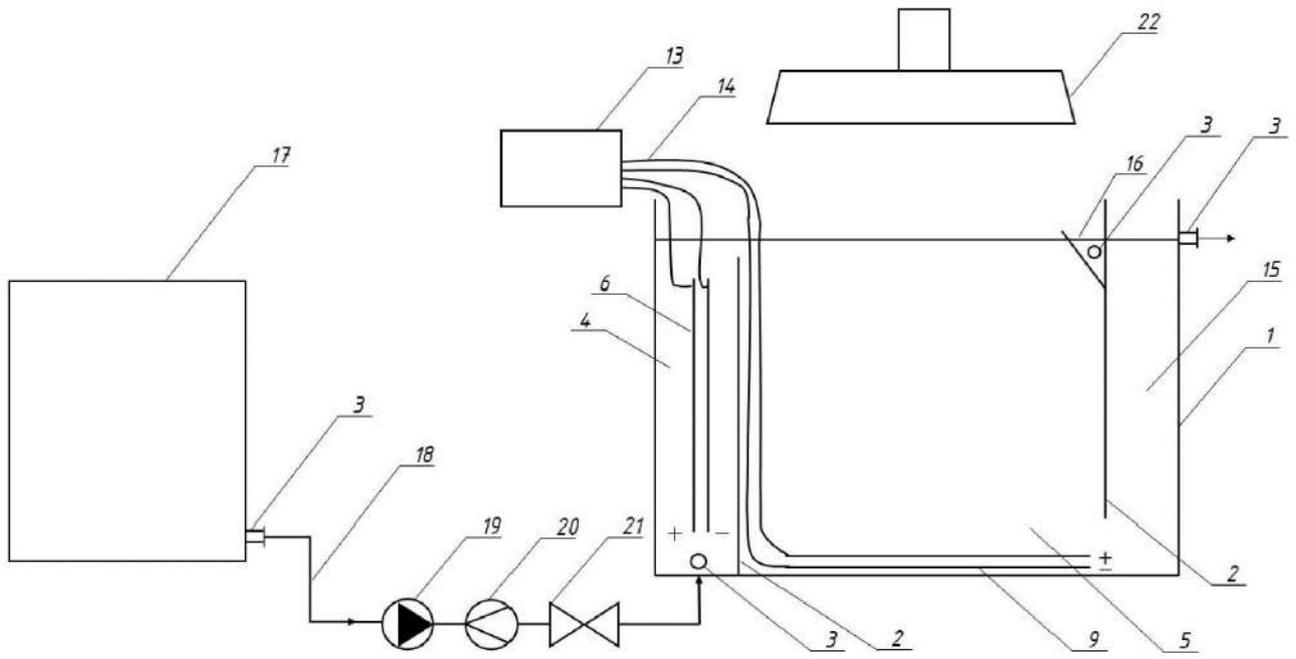
FIELD: cleaning devices.

SUBSTANCE: invention relates to devices for cleaning water from suspended and colloidal particles. Body of the installation is made in the shape of a parallelepiped and divided by partitions into electrode, flotation and outlet chambers. Electrode chamber is provided with a nozzle for supplying water to be cleaned, and the outlet chamber with a nozzle for discharging cleaned water. Body and partitions are made of transparent material. A hole with a nozzle for supplying water to be cleaned is made in the lower part of the side wall. A hole with a nozzle for discharging foam product is made in the upper part of the side wall inside the foam collector. First partition is installed after the nozzle for supplying water to be cleaned and rigidly fixed to the walls and bottom. Its height is below the water level. Second partition is installed after the nozzle

for discharging foam product. It is rigidly fixed to the walls at a distance from the bottom and above the water level. A foam collector in the form of a plate made of transparent material is fixed at an angle of 45° in the upper part of the second partition. A block of vertically oriented electrodes is installed inside the first compartment with the possibility of removal. A block of horizontally oriented electrodes is installed on the bottom of the second compartment with the possibility of removal. Anode is made of titanium coated with ruthenium oxide, and cathode is made of stainless steel. Raw water tank is connected to the body by a pipeline with a circulation pump.

EFFECT: increasing the efficiency of wastewater treatment.

1 cl, 3 dwg



Фиг. 1

Изобретение относится к устройствам для очистки воды от взвешенных и коллоидных частиц в результате их прилипания к пузырькам газа  $H_2$  и  $O_2$ , образующихся на электродах при пропускании постоянного электрического тока через сточную воду.

Известна установка электрофлотации (патент RU №139630, опубл. 20.04.2014), очищающая сточные воды в несколько этапов: усреднение и корректировка pH стока, электрофлотация (с использованием нерастворимых титановых электродов), сбор флотопены скребковым механизмом, осаждение осадка на наклонном дне. Очищенная вода отводится через переливное устройство, а осадок и флотошлам - через отдельные патрубки. Система оборудована вытяжным зонтом для вентиляции.

Недостатком установки является использование и анода, и катода из одного и того же материала: титана с депассивирующим активным покрытием, что приводит к равным стандартным электродным потенциалам и замедлению электрохимической реакции.

Известна установка электрофлотации (патент RU №2268860, опубл. 27.01.2006), отличающаяся тем, что электроды расположены в нижней части устройства, а разделение жидкой и твердой фаз осуществляют в верхней части устройства в зоне концентрирования электрофлотошлама, насыщенного пузырьками электролизных газов.

Недостатком установки является подача очищаемой воды с некоторой высоты на уже сформировавшийся слой флотошлама, который накапливается на поверхности воды. В результате пенный продукт подвергается разрушению и загрязняющие вещества переходят обратно в раствор, что негативно сказывается на эффективности очистки.

Известна конструкция электрофлотатора (патент RU №2826356, опубл. 09.09.2024), отличающегося тем, что камера флотации дополнительно оборудована в нижней части осадочной частью для сбора осадка в форме конуса, электроды электродного блока установлены вертикально и имеют перфорацию в виде отверстий для прохода обрабатываемой воды и электролизных газов, а вертикальная перегородка между камерами выполнена расположена на уровне поверхности сточных вод.

Недостатком установки является тот факт, что бункер для сбора осадка расположен в вертикально ориентированной камере флотации. В результате грубодисперсные примеси, под действием силы тяжести отделившиеся от общего потока жидкости в верхней части камеры флотации, где устанавливается ламинарный режим течения воды, в нижней части попадают в турбулентный поток очищаемого раствора, подводимого к электрофлотатору под напором, и подхватываются им вновь, так как успокоитель потока отсутствует.

Известна конструкция электрофлотатора (патент RU №111129, опубл. 29.06.2011), состоящего из корпуса с камерами (входная, электродная, шламовая, выпускная). В электродной камере вертикально расположен пакет пластинчатых электродов, перед которым находится водонаправляющее устройство с окном для потока воды. Пена удаляется сверху, а очищенная вода выходит напротив противоположного торца электродов.

Недостатком установки является особенность гидродинамического режима работы аппарата, так как в силу того, что объем электродной камеры значительно превышает габариты электродов, а водонаправляющее и отводящее отверстия расположены у основания корпуса и, соответственно, электродного блока, полноценной фильтрации через плотный слой электролитических пузырьков с отводом очищенного раствора из под гальванических элементов не происходит.

Известен горизонтальный электрофлотатор (авторское свидетельство №1100238, опубл. 30.06.1984), принятый за прототип, состоящий из четырех камер (шламовая,

электродная, флотационная, выпускная), разделённых перегородками. Очищаемая вода поступает в электродную камеру, затем проходит флотационную и выходит из выпускной. Скребокковый механизм с несмачиваемыми скребками удаляет шлам из всех трёх первых камер, перемещаясь от флотационной к шламовой. Отличительной чертой является расположение шламовой камеры перед электродной, что повышает качество очистки.

Недостатком установки является геометрическая форма всей установки, требующая дополнительного внешнего каркаса, а также низкая эффективность очистки, обусловленная наличием скребкового механизма, действующего в противотоке с направлением движения очищаемой жидкости, что приводит к переходу загрязняющих веществ обратно из пенного слоя в раствор.

Техническим результатом является повышение эффективности очистки сточных вод.

Технический результат достигается тем, что корпус в форме параллелепипеда и перегородки выполнены из прозрачного материала, в нижней боковой стенке корпуса выполнено отверстие, в которое установлен с возможностью съема штуцер для подачи очищаемой воды, в верхней части боковой стенки корпуса, внутри пеносборника выполнено отверстие, в которое установлен с возможностью съема штуцер для отвода пенного продукта, первая перегородка установлена после штуцера для подачи очищаемой воды и жестко закреплена к стенкам и дну корпуса, при этом её высота ниже уровня воды, вторая перегородка установлена после штуцера для отвода пенного продукта, при этом она жестко закреплена к стенкам корпуса на расстоянии от дна и выше уровня воды, в верхней части второй перегородки закреплён под углом 45° пеносборник, который выполнен в форме пластины из прозрачного материала, при этом в пеносборнике выполнено отверстие, в которое установлен штуцер для отвода пенного продукта, внутри первого отсека установлен с возможностью съема блок вертикально ориентированных электродов, который выполнен из цельных пластин, при этом анод выполнен из титана с покрытием оксида рутения, а катод - из нержавеющей стали, во втором отсеке на дне установлен с возможностью съема блок горизонтально ориентированных электродов, который выполнен из сетчатых пластин, где анод - из титана с покрытием оксида рутения, катод - нержавеющей стали, при этом в анодах и катодах выполнены друг напротив друга отверстия, в которые с внешней стороны анода закреплены фторопластовые болты, катода - фторопластовые гайки, а между внутренними поверхностями на фторопластовых болтах закреплены дистанцирующие проставки, которые выполнены из фторопласта, электроды соединены с источником тока через токопроводы, которые выполнены из титановой проволоки, в нижней части ёмкости с исходной водой выполнено отверстие, в которое установлен переходник, который соединен с трубопроводом, на котором последовательно установлены циркуляционный насос, расходомер и запорный кран, после которого трубопровод соединен со штуцером для подачи очищаемой воды, над корпусом установлена вытяжка с возможностью отвода взрывоопасных газов.

Лабораторная электрофлотационная установка поясняется следующей фигурой:

фиг. 1 - лабораторная электрофлотационная установка;

фиг. 2 - блок электродов;

фиг. 3 - принцип действия лабораторной электрофлотационной установки, где:

1 - корпус;

2 - перегородка;

3 - штуцер;

4 - первый отсек;

- 5 - второй отсек;
- 6 - блок вертикально ориентированных электродов;
- 7 - анод;
- 8 - катод;
- 5 9 - блок горизонтально ориентированных электродов;
- 10 - фторопластовый болт;
- 11 - фторопластовая гайка;
- 12 - дистанцирующая проставка;
- 13 - источник питания;
- 10 14 - токопроводы;
- 15 - третий отсек;
- 16 - пеносборник;
- 17 - емкость с исходной водой;
- 18 - трубопровод;
- 15 19 - циркуляционный насос;
- 20 - расходомер;
- 21 - запорный кран;
- 22 - вытяжка.

Лабораторная электрофлотационная установка включает корпус 1 (фиг. 1) в форме параллелепипеда и перегородки 2, выполненные из прозрачного материала, например, из оргстекла. В нижней боковой стенке корпуса 1 выполнено отверстие, в которое установлен с возможностью съема штуцер 3 для подачи очищаемой воды. В верхней части корпуса 1, по диагонали от нижнего отверстия, выполнено отверстие, в которое установлен с возможностью съема штуцер 3 для отвода флотоконцентрата. Первая перегородка 2 установлена после штуцера 3 для подачи очищаемой воды и ограничивает первый отсек 4. Первая перегородка 2 жестко закреплена к стенкам и дну корпуса 1, а её высота ниже уровня воды. Вторая перегородка 2 установлена после штуцера 3 для отвода флотоконцентрата и ограничивает второй отсек 5, она жестко закреплена к стенкам у корпуса 1 на расстоянии от дна и выше уровня воды.

Внутри первого отсека 4 установлен с возможностью съема блок вертикально ориентированных электродов 6. Блок вертикально ориентированных электродов 6 выполнен из цельных пластин, где анод 7 (фиг. 2) выполнен из титана с покрытием оксида рутения, катод 8 - из нержавеющей стали.

Во втором отсеке 5 на дне корпуса 1 установлен с возможностью съема блок горизонтально ориентированных электродов 9 из сетчатых пластин, где анод 7 изготовлен из титана с покрытием оксида рутения, катод 8 - нержавеющей стали. В блоке вертикально ориентированных электродов 6 и блоке горизонтально ориентированных электродов 9 в анодах 7 и катодах 8 выполнены друг напротив друга отверстия, которые с внешней стороны анода 7 закреплены фторопластовые болты 10, катода 8 - фторопластовые гайки 11. Между внутренними поверхностями анода 7 и катода 8, на фторопластовых болтах 10 закреплены дистанцирующие проставки 12 из фторопласта толщиной не менее 5 мм. Электроды соединены с источником тока 13 через токопроводы 14, которые выполнены из титановой проволоки.

В верхней части второй перегородки 2, которая ограничивает третий отсек 15, закреплён под углом 45° пеносборник 16, который выполнен в форме пластины из прозрачного материала, например, из оргстекла, и в которой выполнено отверстие, в которое установлен штуцер 3 для отвода пенного продукта. Более крутой угол может привести к слишком быстрому стеканию, а более пологий - к застою.

В нижней части ёмкости с исходной водой 17 выполнено отверстие, в которое установлен переходник, который соединен с трубопроводом 18. Далее на трубопроводе 18 последовательно установлены циркуляционный насос 19, а затем с расходомером 20 и запорный кран 21, после которого трубопровод 18 соединен со штуцером 3 для подачи очищаемой воды. Над корпусом 1 установлена вытяжка 22 с возможностью отвода взрывоопасных газов.

Работа лабораторной электрофлотационной установки осуществляется следующим образом. Вначале подключают к сети переменного тока циркуляционный насос 19 и вытяжку 22. Циркуляционный насос 19 начинает качать воду из емкости с исходной водой 17, которая через штуцер 3 вначале подается в трубопровод 18. Циркуляционный насос 19 работает с одинаковой производительностью в течение всего времени эксперимента. Затем, в зависимости от объема очищаемой воды и заданного расчетного времени очистки, запорным краном 21 регулируют расход воды по показаниям расходомера 20.

Далее через штуцер 3 очищаемая вода попадает в первый отсек 4 электрофлотатора для предварительной очистки. Расположенный в первом отсеке 4 электрофлотатора блок вертикально ориентированных электродов 6 из цельных пластин подключают к источнику питания 13 через токопровод 14. В результате образуется разность потенциалов на электродах и происходит диссоциация воды. Работающая вытяжка 22 улавливает выделяющиеся взрывоопасные газы. За счет малого объема первого отсека 4 и бурного выделения газов на блоке вертикально ориентированных электродов 6 из цельных пластин и высокой токовой нагрузки источника питания 13 создается турбулентный режим течения жидкости, которая способствует переводу во флотокомплексы и удержанию в пенном слое достаточно крупных частиц размером 30 мкм и более.

Далее очищаемая вода, преодолевая перегородку 2, переливается во второй отсек 5 электрофлотатора. Во втором отсеке 5 электрофлотатора, благодаря сниженной токовой нагрузке источника питания 13 и применению блока горизонтально ориентированных электродов 9 из сетчатых пластин, на которых формируют более мелкие пузырьки водорода и кислорода, а также увеличенному объёму камеры, происходит переход мелкодисперсных частиц в пенный слой. Во втором отсеке 5 электрофлотатора пузырьки всплывают в режиме, приближенном к ламинарному, что предотвращает разрушение пенного слоя. Это обеспечивает фильтрацию жидкости через плотный слой электролитических пузырьков. Дисперсные частицы выводятся на поверхность жидкости, образуя слой пены, которая затем стекает в пеносборник 16. В пеносборнике происходит конденсация пены с образованием флотошлама, который удаляют через штуцер 3. А за счет установки пеносборника 16 по ходу течения очищаемой жидкости под углом 45° слой пены естественным путем смещается в его сторону и переливается в него. Угол в 45° обеспечивает достаточно большой контакт пенного продукта с пеносборником 16 для эффективного перелива, но не настолько большой, чтобы захватить поток очищаемой воды. Очищенную воду из второго отсека 5 электрофлотатора, огибая перегородку 2, прокачивают в третий отсек 15 электрофлотатора и отводят через штуцер 3.

Повышение эффективности очистки сточных вод достигается за счет расположения блока электродов не только в электродной, но и в флотационной камере, что обеспечивает более длительный процесс очистки и способствует удержанию мелкодисперсных частиц в пенном слое, а также за счет расположения пеносборника в электрофлотаторе по ходу течения жидкости и использования вместо скребка

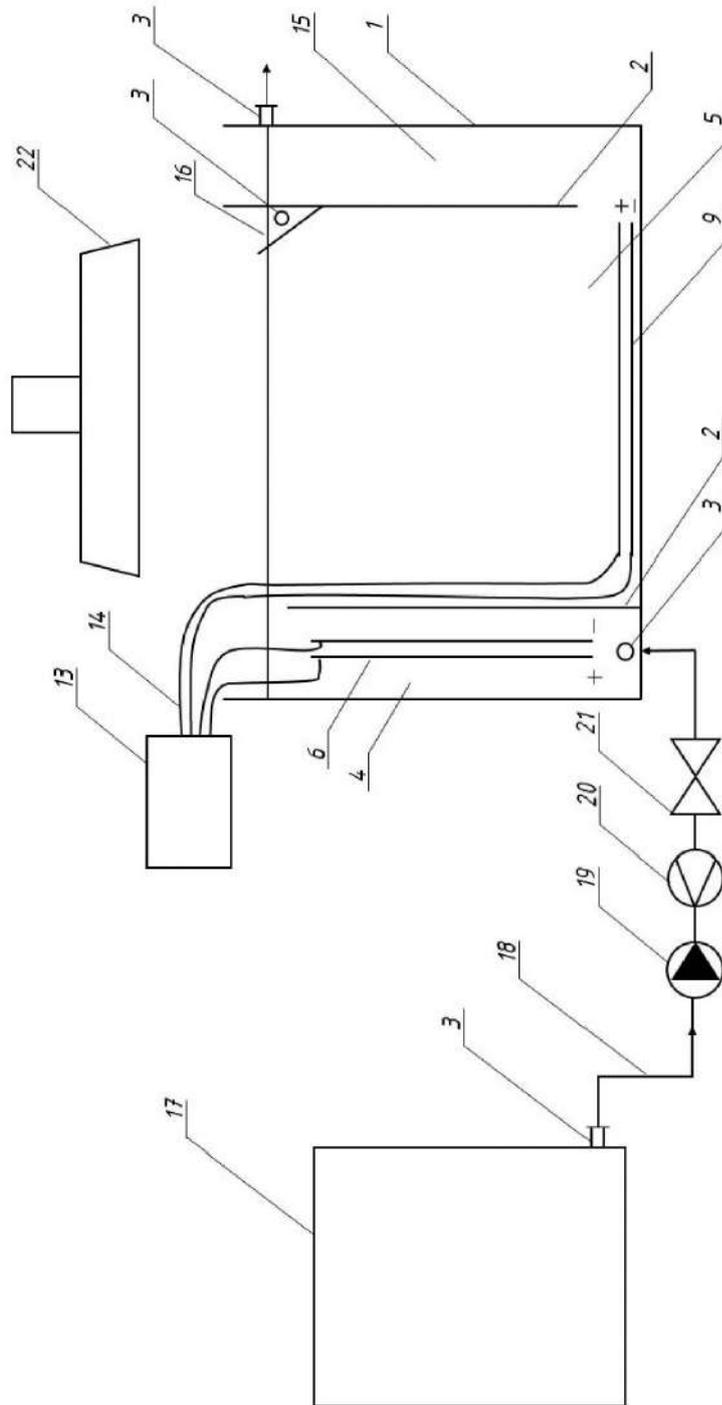
расположенной под  $45^\circ$  приемной пластины пеносборника, обеспечивающей перелив флотоконцентрата за счет тока жидкости и разницы в плотностях.

(57) Формула изобретения

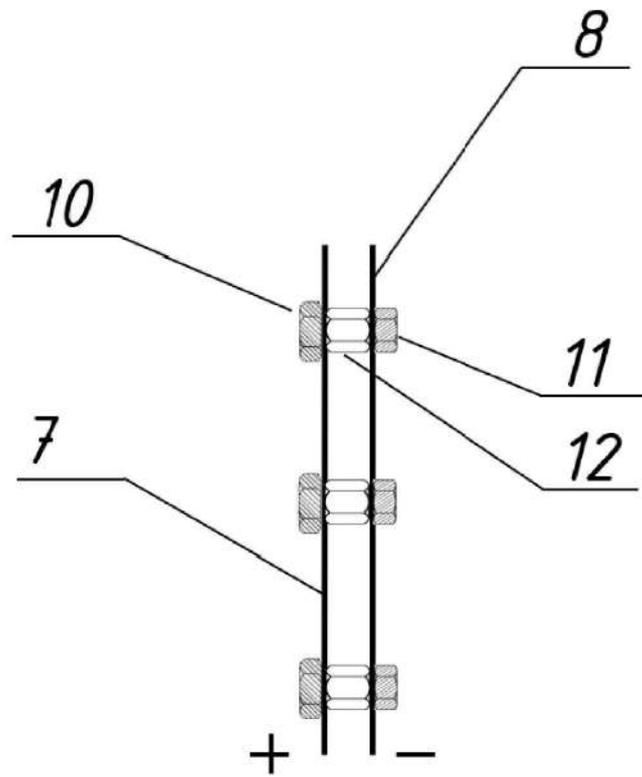
5 Лабораторная электрофлотационная установка, включающая корпус, разделенный перегородками на электродную, флотационную и выпускную камеры, электродная камера снабжена штуцером для подачи очищаемой воды, а выпускная камера - штуцером вывода очищенной воды, по ходу потока воды электродная камера размещена перед флотационной, а флотационная - перед выпускной, отличающаяся тем, что корпус в  
10 форме параллелепипеда и перегородки выполнены из прозрачного материала, в нижней боковой стенке корпуса выполнено отверстие, в которое установлен с возможностью съема штуцер для подачи очищаемой воды, в верхней части боковой стенки корпуса, внутри пеносборника выполнено отверстие, в которое установлен с возможностью съема штуцер для отвода пенного продукта, первая перегородка установлена после  
15 штуцера для подачи очищаемой воды и жестко закреплена к стенкам и дну корпуса, при этом её высота ниже уровня воды, вторая перегородка установлена после штуцера для отвода пенного продукта, при этом она жестко закреплена к стенкам корпуса на расстоянии от дна и выше уровня воды, в верхней части второй перегородки закреплён под углом  $45^\circ$  пеносборник, который выполнен в форме пластины из прозрачного  
20 материала, при этом в пеносборнике выполнено отверстие, в которое установлен штуцер для отвода пенного продукта, внутри первого отсека установлен с возможностью съема блок вертикально ориентированных электродов, который выполнен из цельных пластин, при этом анод выполнен из титана с покрытием оксида рутения, а катод - из нержавеющей стали, во втором отсеке на дне установлен с возможностью съема блок  
25 горизонтально ориентированных электродов, который выполнен из сетчатых пластин, где анод - из титана с покрытием оксида рутения, катод - нержавеющей стали, при этом в анодах и катодах выполнены друг на против друга отверстия, в которые с внешней стороны анода закреплены фторопластовые болты, катода - фторопластовые гайки, а между внутренними поверхностями на фторопластовых болтах закреплены  
30 дистанцирующие проставки, которые выполнены из фторопласта, электроды соединены с источником тока через токопроводы, которые выполнены из титановой проволоки, в нижней части ёмкости с исходной водой выполнено отверстие, в которое установлен переходник, который соединен с трубопроводом, на котором последовательно установлены циркуляционный насос, расходомер и запорный кран, после которого  
35 трубопровод соединен со штуцером для подачи очищаемой воды, над корпусом установлена вытяжка с возможностью отвода взрывоопасных газов.

40

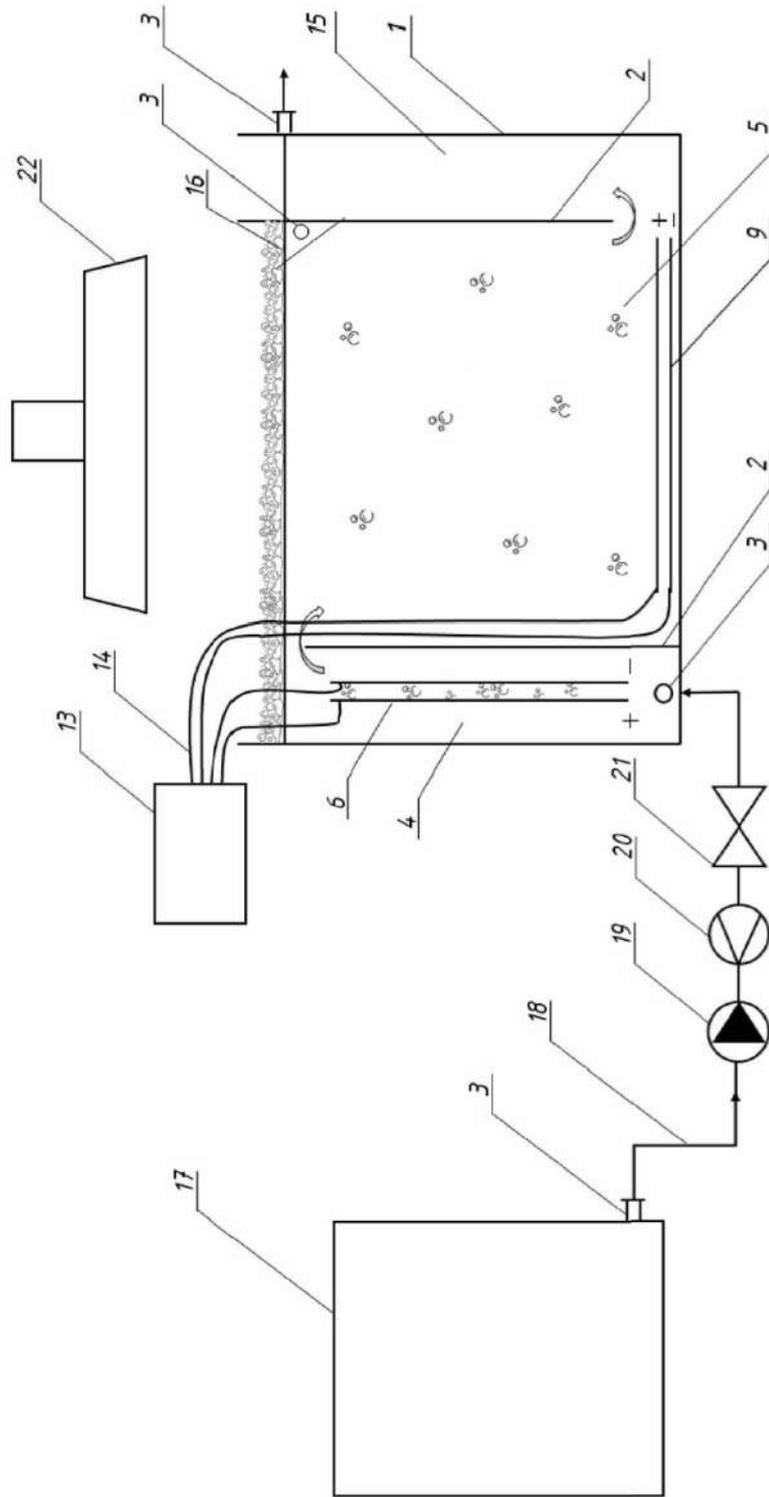
45



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3