



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2010142073/03**, **13.10.2010**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
13.10.2010

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **13.10.2010**(43) Дата публикации заявки: **20.04.2012** Бюл. № 11(45) Опубликовано: **27.07.2012** Бюл. № 21(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2053028 C1**, **27.01.1996**. **SU 1316699 A1**, **15.06.1987**. **SU 1093356 A**, **23.05.1984**. **RU 2162371 C1**, **27.01.2001**. **RU 2289479 C9**, **20.12.2006**. **EP 0092769 A2**, **02.11.1983**. **US 20100108584 A1**, **06.05.2010**.

Адрес для переписки:

**664007, г.Иркутск, ул. Красногвардейская,
16, кв.55, Е.Л. Петрушевой**

(72) Автор(ы):

**Шахматов Альберт Спиридонович (UZ),
Лаутин Александр Юрьевич (RU),
Сапожников Виктор Маркович (RU),
Токарев Николай Васильевич (RU),
Олефир Иван Васильевич (RU),
Марунов Алексей Александрович (RU),
Семенов Алексей Геннадьевич (RU)**

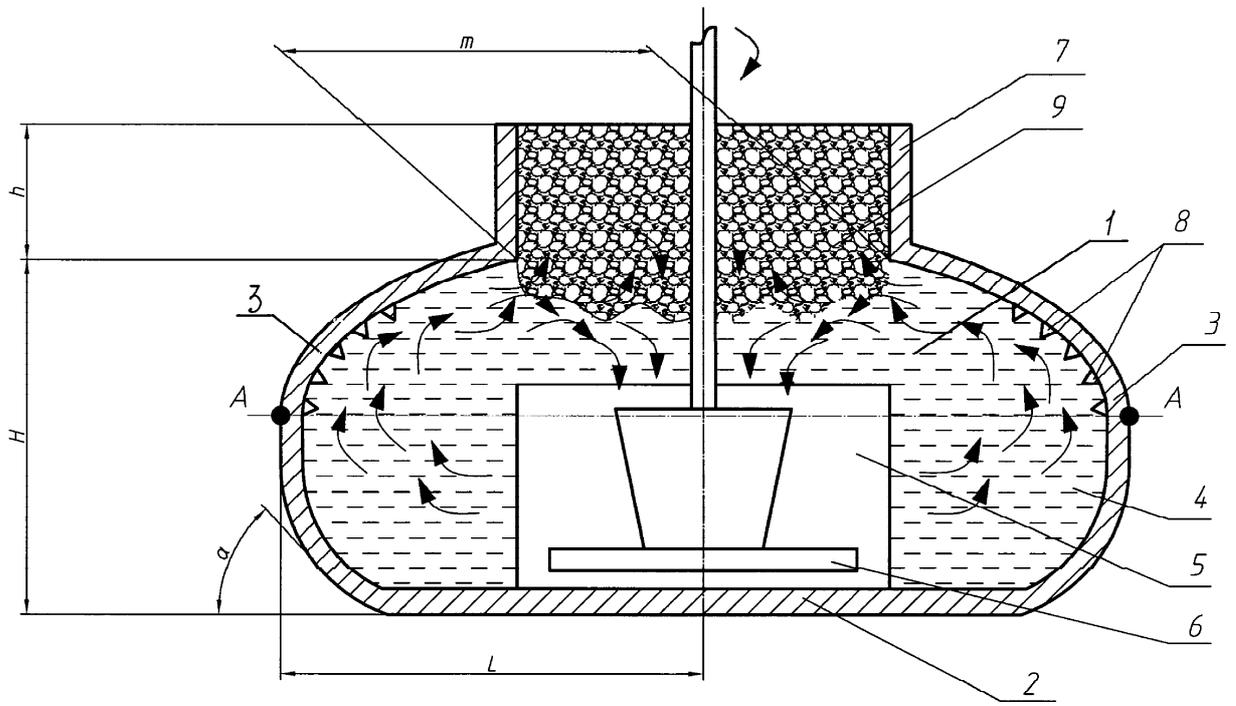
(73) Патентообладатель(и):

**Открытое акционерное общество
"Производственное объединение
"Усольмаш" (ОАО "ПО "Усольмаш") (RU)****(54) ФЛОТАЦИОННАЯ МАШИНА**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области обогащения методами флотации и может быть использовано при флотационном разделении трехфазных пульп в угольной, металлургической и химической отраслях промышленности, а также для очистки природных и сточных вод. Флотационная машина состоит, по меньшей мере, из одной флотационной камеры, ограниченной днищем, продольными и межкамерными стенками с окнами для перелива пульпы и снабжена узлом аэрации пульпы, узлом для сбора и отвода пенного концентрата, расположенным в верхней части флотационной камеры, а также узлом подачи исходной пульпы и узлом отвода хвостов флотации, расположенным в выходном торце флотационной машины. Продольные

стенки выполнены с перегибом, по меньшей мере, в одной точке, причем расстояние от продольной оси флотационной машины до точки перегиба больше $\frac{1}{2}$ глубины флотационной камеры, при этом угол наклона продольных стенок к днищу выполнен в пределах $5\div 45^\circ$; флотационная камера снабжена горловиной, расположенной в ее верхней части симметрично продольной оси флотационной машины, причем ширина основания горловины не более глубины флотационной камеры, а высота горловины не более $\frac{1}{2}$ глубины флотационной камеры. Технический результат - повышение производительности флотомашин, повышение степени извлечения целевого продукта, а также повышение качества получаемого концентрата. 7 з.п. ф-лы, 5 ил.



Фиг.1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION(21)(22) Application: **2010142073/03, 13.10.2010**(24) Effective date for property rights:
13.10.2010

Priority:

(22) Date of filing: **13.10.2010**(43) Application published: **20.04.2012 Bull. 11**(45) Date of publication: **27.07.2012 Bull. 21**

Mail address:

**664007, g.Irkutsk, ul. Krasnogvardejskaja, 16,
kv.55, E.L. Petrushevoj**

(72) Inventor(s):

**Shakhmatov Al'bert Spiridonovich (UZ),
Lautin Aleksandr Jur'evich (RU),
Sapozhnikov Viktor Markovich (RU),
Tokarev Nikolaj Vasil'evich (RU),
Olefir Ivan Vasil'evich (RU),
Marunov Aleksej Aleksandrovich (RU),
Semenov Aleksej Gennad'evich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo
"Proizvodstvennoe ob"edinenie "Usol'mash"
(OAO "PO "Usol'mash") (RU)****(54) FLOTATION MACHINE**

(57) Abstract:

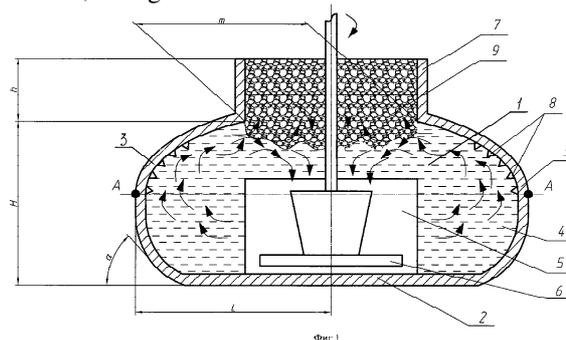
FIELD: process engineering.

SUBSTANCE: invention relates to flotation and may be used for separation of three-phase pulp in metallurgy and chemical industry, as well as treatment of effluents. Proposed machine comprises, at least, one flotation chamber defined by bottom, lengthwise walls and partitions with pulp overflow openings and furnished with pump aeration assembly, froth concentrate collection and discharge assembly arranged at flotation chamber top, as well as initial pulp feed assembly and flotation tailing discharge assembly arranged at flotation machine outlet end. Lengthwise walls are bent in, at least, one point. Note here that distance from machine lengthwise axis to bend point exceeds 1/2 of flotation chamber depth. Note also that inclination of lengthwise walls to bottom varies from 5° to 45°; while flotation

chamber has mouth arranged at its top in symmetry about machine lengthwise axis. Note also that mouth base width does not exceed flotation chamber depth while its height does not exceed 1/2 of chamber depth.

EFFECT: higher efficiency, quality and yield.

8 cl, 5 dwg



Изобретение относится к области обогащения методами флотации и может быть использовано при флотационном разделении трехфазных пульп в угольной, металлургической и химической отраслях промышленности, а также для очистки природных и сточных вод.

5 В настоящее время в области обогащения методами флотации наблюдается тенденция наращивания производительности флотационных машин за счет, как правило, увеличения их габаритов. Это экстенсивный путь в модернизации обогатительного оборудования, так как связан с количественными, а не
10 качественными изменениями в их конструкции: увеличением габаритов, в основном, глубины флотационной камеры, увеличением точек аэрации и т.п. Производительность флотомашин определяется, прежде всего, расходом пульпы в единицу времени: с повышением производительности флотомашин подача пульпы увеличивается, а значит необходимо адекватное увеличение объема аэрирующего
15 воздуха для обеспечения оптимальной степени аэрации пульпы. Для обеспечения этого необходимо повышать мощность аэрирующего устройства и, как следствие, увеличивать глубину камеры флотации. Например, в камерных прямооточных импеллерных флотомашинах, получивших в настоящее время наибольшее
20 распространение, с точки зрения аэрогидродинамики целесообразно поддерживать глубину флотационной камеры в пределах 0,6-1,2 м, но не более 1,5 м, при этом достигается максимальная аэрация пульпы с получением мелкодиспергированных пузырьков воздуха. Для обеспечения работоспособности известных
25 высокопроизводительных машин потребовалось изменение глубины флотационной камеры, в отдельных машинах до 4÷5 м, что снижает эффективность работы флотомашин как в энергетическом и аэрогидродинамическом отношении, так и в части полноты извлечения целевого продукта.

В области совершенствования флотационных машин постоянно ведется активная
30 изобретательская работа как в России, так и за рубежом.

Так, известна флотационная машина по патенту RU №2162371 «Флотационная машина» (B03D 1/14, дата публикации - 27.01.2001 г., патентообладатель - ООО «Изготовление, внедрение, сервис»). Машина включает камеру, аэрационный узел,
35 содержащий размещенный внутри лопастного статора импеллер, соединенный с полым валом для подвода воздуха. Камера дополнительно снабжена приспособлением для подачи пульпы. Приспособление расположено внутри камеры по ее периметру над статором. Приспособление для подачи пульпы снабжено входным патрубком, а на его поверхности, обращенной внутрь камеры, выполнены
40 равномерно расположенные отверстия. Суммарная площадь отверстий не превышает площади сечения входного патрубка, а высота камеры не менее диаметра основания камеры или диаметра вписанной окружности при квадратном сечении камеры. По мнению авторов это позволяет увеличить вероятность встречи пузырька с
45 минеральной частицей и способствует обрушению случайно захваченной пустой породы.

Основным недостатком данной машины является ее высота, соизмеримая или
50 превышающая ширину камеры. Только при выполнении этого условия возможно обеспечение работоспособности машины, возможно наращивание ее производительности.

К недостаткам также можно отнести то, что в камере создаются в основном радиальные (горизонтальные) потоки пульпы, а это затрудняет взвешивание крупных частиц, особенно по периферии.

Также известен патент RU №22894479 «Флотационная машина для пенной сепарации Ячушко» (B03D 1/24, дата публикации - 20.12.2006 г., патентообладатель - Ячушко Эмерик Панкратьевич). Машина включает ванну с продольными желобами для пены, загрузочное устройство, аэролифт с вертикальными перегородками, расстояние между которыми равно 150 мм. Над аэролифтом расположен с зазором отражатель пульпы, разделяющий выходящую из аэролифта аэрированную пульпу на два потока, направляя их на пену во флотационные отделения. Ванна имеет загрузочное устройство и разгрузочный карман, соединенный с желобом для хвостов. Загрузочное устройство состоит из дуговых сит, разделяющих питание на два продукта: надрешетный, содержащий крупные частицы $+0,5\div 3$ мм, и подрешетный, содержащий мелкие частицы, размером $-0,5$ мм. Надрешетный продукт поступает на пену в машину, а подрешетный продукт через прямоугольное отверстие поступает под пену в объем пульпы в ванне. Аэратор аэролифта расположен под днищем ванны и состоит из коротких вертикальных воздухоподающих трубок, расположенных по продольной оси аэролифта, соединенных с бобышками с внутренней резьбой. Трубки своими бобышками входят через отверстия в днище внутрь ванны на небольшую высоту, в них ввинчиваются сопла Лавала. Зазор между бобышками и днищем ванны уплотняется. Воздухоподающие трубки соединяются с горизонтальной распределительной трубой, которая через воздухопровод соединяется с ресивером.

Автор данной машины ставит главную задачу - улучшить флотацию крупных классов, и достигает этого за счет повышения восходящих скоростей пульпы в камере, снабженной соплами Лавала. Вызывает сомнение достижение оптимального аэродинамического режима флотации в потоках с высокой кинетической энергией. Также недостатками данной машины являются ее конструктивная сложность и энергозатратность, а также необходимость использования глубоких камер.

Также известен патент RU №2235603 «Флотационная пневматическая колонная машина» (B03D 1/24, дата публикации - 10.09.2004 г., патентообладатель - Бензель А.Ф.). Флотационная машина включает корпус, состоящий из верхней расширенной и нижней частей, питающий и два разгрузочных узла, диспергатор воздуха и пеносборник. В верхней части камеры установлены направляющие в двух уровнях. Направляющие первого уровня установлены под углом к диаметральной горизонтальной плоскости питающего узла и обеспечивают изменение гидродинамики пульповоздушной смеси. Направляющие второго уровня установлены выше направляющих первого уровня под углом к плоскости осевого диаметального сечения колонны, что обеспечивает рассредоточение восходящей пульповоздушной струи и резкое снижение центробежной силы. Техническим результатом внедрения данной машины является повышение извлечения полезного компонента за счет извлечения грубых частиц и сростков крупнее 0,2 мм.

Приведенная конструкция направлена на решение проблемы управления потоками пульпы принудительным изменением гидродинамики пульпы в зависимости от внутрикамерной зоны. Недостатком данной машины является конструктивная сложность выполнения направляющих узлов, предназначенных для управления гидродинамическим режимом работы машины, высокая степень износа направляющих в условиях высокоабразивной среды, а также низкая производительность машины.

Наиболее близким по технической сущности и наличию сходных признаков является техническое решение по патенту RU №2053028 «Флотационная машина» (B03D 1/14, дата публикации - 27.01.1996 г., патентообладатель - Мещеряков

Николай Федорович). Данный патент выбран в качестве ближайшего аналога (прототипа).

Сущность изобретения по прототипу состоит в следующем: машина включает, по меньшей мере, одну камеру, пустотелый вал, осевой импеллер с лопастями, 5 успокоительные пластины на боковых сторонах камеры, трубу с отверстиями для циркуляции пульпы и приспособления для подачи исходного питания и отвода пенного и камерного продуктов. Лопастей повернуты относительно своих радиальных осей с углом поворота торцевых кромок $\alpha=20\div 40^\circ$. Лопастей выполнены с концевыми 10 верхними выступами. Лопастей выполнены или наклонными к дну, или чередующимися горизонтальными и наклонными; или выполнены из двух участков: прилегающего к валу горизонтального и наклонного. Концевые верхние выступы отогнуты или выполнены в виде пристыкованных пластин, наклоненных навстречу набегающему потоку под углом $\beta=5\div 25^\circ$ с периферийными торцами, параллельными 15 стенкам трубы для циркуляции пульпы. На тыльной стороне лопасти осевого импеллера выполнены воздухопроводящие каналы, сообщающиеся через пустотелый вал с атмосферой.

Высокая аэрированность пульпы обеспечивается совместной работой верхних 20 выступов лопастей и статорных лопаток на циркуляционной трубе. Эффективное взвешивание твердых частиц в камере достигается наклоном лопастей импеллера к дну камеры, обеспечивающих создание направленных радиально-осевых потоков в донной части. При необходимости повышения аэрированности пульпы осевой импеллер выполняется с лопастями, снабженными воздухопроводными каналами на 25 их тыльной стороне для засасывания атмосферного воздуха через отверстия в пустотелом валу и ступице к концам лопастей в зону разрежений, возникающих за лопастями при их движении. Выбрасываемые импеллером аэрированные потоки пульпы в донной части камеры преобразуются в восходящие, их вращательное 30 движение внутри камеры устраняется статорными лопатками и успокоительными пластинами на боковых стенках камеры. При движении аэрированных потоков вверх минерализованные пузырьки всплывают на поверхность пульпы, формируя пенный слой, удаляемый самотеком или принудительно. Деаэрированные потоки пульпы через отверстия переливаются в циркуляционную трубу в зону импеллера и процесс 35 повторяется. По мере поступления новых порций исходной пульпы происходит ее вытеснение в последующую камеру через придонные окна, где процесс кондиционирования и флотации продолжается. Разгрузка камерного продукта (хвостов) производится из последней камеры флотомашины.

За счет конструктивных особенностей (конструкция импеллера, наличие 40 центральной циркуляционной трубы с лопатками, наличие успокоительных приспособлений на межкамерных стенках) в приведенной флотомашине решается проблема упорядочения и управления потоками пульпы с целью повышения ее аэрированности и снижения неэффективных потерь энергии потока: создаются 45 радиальноосевые потоки в донной части, преобразующиеся в восходящие потоки, которые через отверстия в центральной циркуляционной трубе переносятся в зону импеллера и процесс повторяется, обеспечивая циркуляцию потока от центра к периферии и обратно. В условиях организованных, стабильных во времени 50 турбулентных потоков проходит наиболее полная минерализация пузырьков и снижается вероятность деминерализации до выхода в пенный продукт.

Вместе с тем, флотомашина по прототипу имеет ряд существенных недостатков: - для создания необходимого насосного эффекта, обеспечения достаточной

аэрированности и гомогенизации флотуруемой пульпы требуется увеличение скорости вращения импеллера и соответственно увеличение глубины флотационной камеры. За счет предлагаемой конструкции импеллеров возможно создание высокой турбулентности потоков лишь в донной части камеры, так как в условиях вертикальности продольных стенок по мере продвижения пульпы вверх турбулентность и аэрированность пульпы будет снижаться. Таким образом, наибольшая степень аэрированности пульпы наблюдается лишь в области импеллера. При этом не обеспечивается флотация крупных фракций извлекаемого продукта, так как при вращении аэратора в зоне диспергирования воздуха концентрируются мелкие классы (размером 50-74 мкм), которые захватываются пузырьками воздуха и извлекаются затем из камеры в виде пенного продукта. Крупные классы частиц (размером 0,1-0,3 мм и более) не попадают в зону эффективного диспергирования воздуха, а отбрасываются центробежной силой к вертикальным стенкам камера, оседают на дно и транспортируются с хвостами. Другими словами не все частицы, находящиеся в донной части, вовлекаются в процесс перемешивания и диспергации, что снижает эффективность флотации в целом;

- при движении трехфазных потоков вверх вдоль вертикальных продольных стенок камеры наблюдается интенсификация процесса коалесценции пузырьков и их распределение по объему восходящего потока, в результате за счет уменьшения силы отрыва частиц от пузырьков снижается извлечение целевого продукта в пенный концентрат;

- как отмечалось выше, повышение мощности узла аэрации вынуждает увеличивать глубину камеры флотации, поэтому машина по прототипу может быть использована только в достаточно высоких цехах;

- расширение диапазона крупности флотуруемых материалов осуществляется только за счет конструктивных особенностей аэратора, весьма сложного и неэффективного устройства, которое не позволяет получать достаточные показатели по извлечению флотуруемого минерала в концентрат, при невысоком качестве последнего. Необходимо также отметить сложность и высокую стоимость изготовления узла аэрации;

- наличие внутри флотационной камеры дополнительных конструктивных элементов (перфорированного циркуляционного стакана с лопатками, успокоительных пластин) в условиях работы с абразивными средами приводит к их значительному износу, что, в свою очередь, требует значительных затрат на текущий и капитальный ремонт машины;

- наличие успокоительных пластин, расположенных на боковых стенках камеры, приводит к неэффективным потерям кинетической энергии восходящих потоков пульпы, снижая энергетическую эффективность работы флотомашины.

Задачей предлагаемого технического решения является повышение производительности флотомашины, повышение степени извлечения целевого продукта, а также повышение качества получаемого концентрата.

Техническим результатом от внедрения предлагаемого изобретения является - повышение взвешивающей способности машины за счет оптимизации гидродинамики трехфазных потоков пульпы, повышение степени аэрированности пульпы, повышение степени диспергирования воздуха. При этом снижается удельный расход электроэнергии на флотацию, снижаются металлоемкость и высота машины, а значит, снижается себестоимость флотомашины и затраты на ее текущий и капитальный ремонт.

Технический результат достигается тем, что во флотационной машине, состоящей, по меньшей мере, из одной флотационной камеры, ограниченной днищем, продольными и межкамерными стенками с окнами для перелива пульпы, и снабженной узлом аэрации пульпы, узлом для сбора и отвода пенного концентрата, расположенным в верхней части флотационной камеры, а также, узлом подачи исходной пульпы и узлом отвода хвостов флотации, расположенным в выходном торце флотационной машины, продольные стенки выполнены с перегибом, по меньшей мере, в одной точке, причем расстояние от продольной оси флотационной машины до точки перегиба больше $1/2$ глубины флотационной камеры, при этом угол наклона продольных стенок к днищу выполнен в пределах $5\div 45^\circ$; флотационная камера снабжена горловиной, расположенной в ее верхней части симметрично продольной оси флотационной машины, причем ширина основания горловины не более глубины флотационной камеры, а высота горловины не более $1/2$ глубины флотационной камеры. Внутри камеры на продольных стенках выполнено нарифление, а форма продольных стенок может быть выполнена вариантно, например:

- либо продольные стенки в нижней и верхней частях относительно перегиба выполнены с кривизной;
- либо продольные стенки в нижней части до перегиба выполнены в виде наклонной плоскости, а в верхней части с кривизной;
- либо продольные стенки в верхней части до перегиба выполнены в виде наклонной плоскости, а в нижней части с кривизной;
- либо продольные стенки в нижней и верхней частях выполнены в виде наклонных плоскостей, соединенных вертикальной полосой.

Возможна вариантность формы днища, например: днище камеры может быть плоским или выполнено с кривизной.

Техническая сущность предлагаемого изобретения заключается в следующем.

Флотационная машина по предлагаемому техническому решению является симметричной относительно продольной оси конструкцией. Узел аэрации пульпы расположен по продольной оси машины, что обеспечивает образование идентичных потоков пульпы в направлении от центра к продольным стенкам камеры. Продольные стенки камеры выполнены с перегибом по меньшей мере в одной точке, причем расстояние от продольной оси флотационной машины до точки перегиба больше $1/2$ высоты флотационной камеры. Как один из вариантов выполнения заявленной формы продольной стенки - эллипсовидная форма. В точке перегиба, согласно энциклопедическому словарю Брокгауза и Эфрона (Санкт-Петербург, 1890-1907 гг.), кривая переходит с одной стороны касательной на другую, соответственно поток пульпы при его движении вверх в точке перегиба меняет свое направление на противоположное - от продольной стенки к центру. Таким образом, в верхней центральной части флотационной камеры сталкиваются равнозначные турбулентные встречные потоки пульпы, благодаря чему происходит взаимное гашение турбулентности встречных потоков.

В точке перегиба продольных стенок происходит плавный, без удара, поворот потока, за счет чего минерализация пузырьков воздуха не только не снижается, но имеет место ее увеличение. Это обусловлено тем, что при изменении направления движения турбулентного потока (при закручивании потока) происходит дополнительная аэрация пульпы, а также повышается диспергация воздушных пузырьков, что значительно увеличивает вероятность контакта и закрепления

гидрофобных частиц, в том числе и крупных. Изменение направления потока позволяет также интенсифицировать процесс соударения частиц с пузырьками.

Для повышения степени аэрирования и диспергирования пульпы на продольных стенках камеры выполнено нарифление. Выступы (нарифления) на продольной стенке способствуют, во-первых, дополнительной диспергации воздушных пузырьков, что повышает устойчивость восходящих потоков пульпы, увеличивая эффективность флотации предлагаемой машины, во-вторых, флотации крупных частиц. Генерация дополнительных мелких пузырьков воздуха на продольных стенках способствует восходящему движению уже образовавшихся аэрофлокул полезного компонента, увеличивая их подъемную силу, при этом повышается устойчивость агрегатов к разрушению и опаданию гидрофобных частиц. При использовании флотомашин предлагаемой конструкции возможен переход на более крупный материал без изменения мощности аэраторов.

Предлагаемое решение позволяет повысить степень аэрированности пульпы и степень диспергирования пузырьков воздуха без дополнительных затрат энергии, используя и преобразуя исходную энергию восходящего потока. Отсутствие успокоительных элементов внутри камеры позволяет снизить неэффективные потери энергии потока, вызванные резким торможением об успокоительные элементы.

Высокая степень аэрированности пульпы способствует повышению производительности флотомашин, снижая время флотации пульпы.

Горловина камеры, предназначенная для сбора пенного концентрата, также расположена симметрично относительно продольной оси камеры. У основания горловины, за счет взаимного гашения встречных идентичных потоков, пульпа имеет незначительную турбулентность и высокую степень аэрированности, что обеспечивает практически полную сохранность закрепления крупных гидрофобных частиц на пузырьках воздуха и быстрый вывод всех минерализованных пузырьков в восходящий пенный слой с последующим его удалением из горловины в виде пенного концентрата.

К тому же, выполнение горловины в зоне наиболее спокойных потоков пульпы обеспечивает наиболее полное оседание частиц пустой породы, механически захваченных восходящими турбулентными потоками пульпы в донной части камеры. Активизации процесса разделения гидрофобных и механически захваченных частиц пустой породы обеспечивает дополнительную очистку концентрата. Совмещение флотационного и классифицирующего эффекта в зоне горловины повышает качество пенного продукта. Чтобы обеспечить эффективный отвод концентрата из флотомашин, высота горловины в предлагаемом решении не должна превышать половину высоты флотационной камеры.

Нисходящий неаэрированный поток пульпы перемещается через межкамерные окна в последующую камеру.

Степень закручивания потока определяется соотношением габаритных размеров камеры, а именно соотношением ширины камеры в точках перегиба к глубине камеры, при этом ширина всегда больше глубины. Например, при высоте камеры от 0,6 м до 1,5 м оптимальное соотношение этих размеров - более 1,2. Выполнение продольных стенок камеры согласно предлагаемому изобретению позволяет создавать мелкие флотационные машины с погружением аэраторных устройств на оптимальную с точки зрения аэрогидродинамики глубину, при которой достигается максимальная аэрация пульпы и получение мелкодиспергированных пузырьков воздуха. Повышение турбулентности в донной части камеры флотации за счет

уменьшения ее высоты позволяет устранить забивание и засорение днища, а также устранить процесс коалесценции пузырьков. Повышение турбулентности и диспергирования пузырьков позволяет производить доизвлечение труднофлотируемых фракций зерен минералов крупностью менее 10 микрон.

5 Таким образом, используя предлагаемое техническое решение, обеспечивается возможность создания высокопроизводительных флотационных машин с шириной и длиной камер, в несколько раз превышающих общепринятую аэрогидродинамически целесообразную глубину (не более 1,5 м). Это обеспечит создание машин любой
10 заданной объемной производительности по пульпе (не менее 2 м³ пульпы в минуту на 1 м³ объема камеры машины) с минимальным временем пребывания пульпы в камерах машины (не более 0,5 мин.).

Для различных типов обогащаемого материала в предлагаемом решении
15 предусмотрено изготовление машин с различным углом наклона продольных стенок к днищу: в пределах 5÷45°. При изменении угла подъема пульпы в нижней части камеры, изменяются аэрогидродинамические характеристики потоков по высоте камеры флотации. Оптимальный угол наклона продольной стенки подбирается конкретно для каждого материала по результатам лабораторных испытаний.

20 В предлагаемой формуле изобретения заявлены следующие отличительные от прототипа признаки:

- продольные стенки выполнены с перегибом, по меньшей мере, в одной точке;
- расстояние от продольной оси флотационной машины до точки перегиба больше
25 $\frac{1}{2}$ глубины флотационной камеры;
- угол наклона продольных стенок к днищу выполнен в пределах 5÷45°;
- флотационная камера снабжена горловиной;
- горловина расположена в верхней части камеры симметрично продольной оси флотационной машины;
- 30 - ширина основания горловины не более глубины флотационной камеры, а высота не более $\frac{1}{2}$ глубины флотационной машины;
- внутри камеры на продольных стенках выполнено нарифление;
- днище камеры выполнено или плоским, или с кривизной;
- 35 - продольные стенки в нижней и верхней частях относительно перегиба выполнены с кривизной;
- продольные стенки в нижней части до перегиба могут быть выполнены в виде наклонной плоскости, а в верхней части с кривизной;
- 40 - продольные стенки в верхней части до перегиба могут быть выполнены в виде наклонной плоскости, а в нижней части с кривизной;
- продольные стенки в нижней и верхней частях выполнены в виде наклонных плоскостей, соединенных вертикальной полосой.

Наличие в предлагаемом техническом решении перечисленных выше признаков,
45 отличных от признаков ближайшего аналога, позволяет сделать вывод о его соответствии условию патентоспособности «новизна».

С целью определения «уровня техники» был проведен поиск по патентной и научно-технической литературе. Проведенный анализ показал, что на момент подачи заявки на изобретение не известно устройство, характеризуемое всей совокупностью
50 признаков, изложенных в формуле изобретения, хотя отдельные признаки заявляемой флотационной машины известны.

Так известно выполнение продольных стенок флотационной машины не

вертикальными, а с кривизной по ряду патентов:

1. Флотационная камера с поперечным сечением в форме кругового сегмента известна:

- японский патент JP2010043374 (дата публикации 2010-02-25, B03D 1/02), в котором заявлена флотационная камера, имеющая в поперечном сечении круговой сегмент (хорда вверху);

- немецкий патент DE3120202 «Способ удаления краски из отходов бумаги флотацией» (дата публикации 1982-12-09, D21B1/32, заявитель «VOITH PATENT GMBH»). Заявлена флотационной камеры, имеющая в поперечном сечении круговой сегмент (хорда внизу).

2. Флотационная камера с поперечным сечением в форме круга известна:

- английский патент GB2108858 «Инжектор» (публикация 1983-05-25, B01F 3/04, заявитель «VOITH PATENT GMBH»);

- немецкий патент DE3634903 «Флотационная машина» (дата публикации 1988-04-28, B03D 1/24, заявитель «VOITH PATENT GMBH»). Данная машина помимо поперечного сечения в форме круга характеризуется наличием двух симметричных инжекторов в камере и удалением пенного продукта через трубу, расположенную в зоне флотационной камеры вертикально по центру машины.

3. Флотационная камера с поперечным сечением в форме эллипса известна:

- европейский патент EP2202003 «Флотационный способ очистки и аппарат для его реализации» (дата публикации 2010-06-30, B01F 3/04, заявитель - «VOITH PATENT GMBH»), в котором заявлена флотационной камеры в виде эллипса в поперечном сечении. Инжектор расположен со смещением от центра камеры к эллипсовидной продольной стенке, противоположной стенке с устройством для разгрузки пенного продукта;

- немецкий патент DE4309918 «Флотационная камера с инжектором, обеспечивающим оптимальное количество пузырьков воздуха для флотации» (дата публикации 1994-09-15, B01D 17/035, заявитель - «VOITH PATENT GMBH»). Форма и компоновка флотационной камеры аналогична предыдущему патенту.

- немецкий патент DE 102008056040 «Способ извлечения загрязняющих веществ из водных суспензий, особенно отходов производства бумаги» ((дата публикации 2010-05-06, B03D 1/20, заявитель - «VOITH PATENT GMBH»). Форма и компоновка флотационной камеры аналогична предыдущему патенту.

4. Флотационная камера с одной вертикальной боковой стенкой, а другой выпуклой известна:

- патент US 2010/0108584 «Флотационная камера» (дата публикации 6 мая 2010 г., B03D 1/26, заявитель - ACQUA & CO.S.R.L/(IT). Одна из боковых стенок камеры выполнена с кривизной, что в совокупности с предложенной конструкцией аэратора обеспечивает горизонтальное движение потока в донной части и подъем потока вдоль изогнутой боковой стенки с изменением движения потока в противоположную сторону. С помощью направляющей стенки, установленной внутри камеры в верхней ее части, поток пенного концентрата направляется в зону отвода концентрата, а деаэрированный поток пульпы направляется в зону аэрации.

Из приведенных патентов видим, что наибольшую активность в области разработки разнообразных форм флотационных камер проявляют немецкие разработчики: заявитель - «VOITH PATENT GMBH». Их флотационные машины адаптированы к бумагоделательной промышленности и используются, в основном, для удаления краски, загрязнений при переработке макулатурной бумаги.

Также известен международный патент WO 2010/026289 «Флотационный метод очистки и аппарат для его осуществления» (B03D 1/02, дата международной публикации - 11 марта 2010 г.), в котором флотационная камера снабжена горловиной, симметрично расположенной относительно оси аппарата. Горловина имеет ширину меньше ширины флотационной камеры.

А.с. СССР №1717239 «Пневматическая колонная флотационная машина» (дата публикации - 07.03.92 г., B03D 1/24), в котором флотомашина снабжена пеноприемником с расширением в виде двух усеченных пирамид, соединенных большими основаниями с возможностью изменения высоты и сечения пеноприемника для обеспечения требуемой удельной поверхности пенного слоя расходу пульпы.

Известна также камера с расширением в виде двух усеченных конусов по а.с. СССР №297396 «Колонная флотационная машина» (дата публикации 11.03.1971 г., B03D 1/24), предназначенная для сбора пенного продукта.

По патенту RU №2275968 «Пневматическая флотационная машина» (дата публикации 10.05.2006 г., B03D 1/24, патентообладатель ГОУ ВПО «Московский государственный институт стали и сплавов») известен признак - наличие пеноотстойника, установленного в верхней части флотационной камеры для усиления вторичной концентрации и снижения содержания воды в пенном слое за счет увеличения времени разрушения пены.

Использование в заявляемом решении новой совокупности известных и неизвестных признаков позволяет создать флотационную машину более высокого уровня: высокопроизводительную, со значительно меньшей глубиной по сравнению с известными флотационными машинами аналогичной производительности, позволяющую повысить извлечение целевого продукта, в том числе из пульп с содержанием крупных фракций. Причем машина может изготавливаться в широком диапазоне типоразмеров с учетом реальных требований заказчика.

Опытно-промышленные испытания подтвердили, что предлагаемая флотационная машина позволяет повысить извлечение целевого продукта за счет повышения эффективности флотации как мелких, так и крупных фракций из донной части машины и увеличить ее надежность и долговечность за счет оптимизации аэродинамического режима, обеспеченного предлагаемой конструкцией машины.

Вышесказанное позволяет сделать вывод о соответствии предлагаемого решения условиям патентоспособности: «изобретательский уровень» и «промышленная применимость».

Предлагаемое изобретение поясняется следующим графическим изображением:

фиг.1 - поперечное сечение флотационной камеры. В целом флотационная машина не показана, так как согласно формуле изобретения она состоит, по меньшей мере, из одной флотационной камеры, причем камеры идентичны по своей конструкции. Узел для отвода пенного концентрата, узел подачи исходной пульпы и узел отвода хвостов флотации на графическом изображении также не показаны, так как их конструктивное исполнение не является объектом защиты в данном техническом решении.

Заявляемая флотомашина включает:

- узел подачи исходной пульпы (на фиг.1 не показан);
- узел отвода хвостов флотации, расположенный в выходном торце флотомашины (на фиг.1 не показан);
- узел отвода пенного концентрата (на фиг.1 не показан);
- по меньшей мере, одну флотационную камеру 1, ограниченную днищем 2,

продольными 3 и межкамерными 4 стенками. В межкамерной стенке 4 выполнено окно 5 для перелива пульпы. Камера снабжена узлом аэрации пульпы 6 и горловиной 7, расположенной в ее верхней части симметрично продольной оси флотационной машины. Продольные стенки 3 выполнены с перегибом в точке «А»,
 5 причём расстояние (L) от продольной оси флотационной машины до точки перегиба «А» больше $1/2$ глубины флотационной камеры (H). Угол наклона (α) продольных стенок 3 к днищу 2 выполнен в пределах $5 \div 45^\circ$. Ширина основания (m) горловины 7 не более глубины (H) флотационной камеры 1, а высота (h) горловины 7 не более $1/2$
 10 глубины (H) флотационной камеры 1.

Внутри флотационной камеры 1 на продольных стенках 3 выполнено нарифление 8.

На фиг.1 представлена камера 1 с плоским днищем 2. Возможно выполнение днища 2 с кривизной.

15 Выполнение продольных стенок 3 вариантно:

- продольные стенки 3 в нижней части от днища до точки перегиба «А» выполнены с кривизной и в верхней части от точки перегиба до горловины также с кривизной, при этом днище выполнено плоским (Фиг.1);

20 - продольные стенки 3 в нижней части от днища до точки перегиба «А» выполнены с кривизной и в верхней части от точки перегиба до горловины также с кривизной, при этом днище выполнено с кривизной (Фиг.2);

- продольные стенки 3 в нижней части до перегиба выполнены в виде наклонной плоскости, а в верхней части с кривизной (Фиг.3);

25 - продольные стенки 3 в верхней части до перегиба выполнены в виде наклонной плоскости, а в нижней части с кривизной (Фиг.4);

- продольные стенки 3 в нижней и верхней частях выполнены в виде наклонных плоскостей, соединенных вертикальной полосой 10 (Фиг.5).

Работа флотационной машины осуществляется следующим образом.

30 Через узел подачи в флотационную машину поступает исходная двухфазная пульпа (жидкое+твердое). Во флотационной камере 1 с помощью узла аэрации 6 исходная пульпа переходит в состояние трехфазной системы (жидкое+твердое+газ). Узел аэрации пульпы 6 расположен симметрично относительно продольной оси
 35 машины, что обеспечивает образование двух идентичных потоков пульпы в направлении от центра к продольным стенкам камеры 3. Аэрированная пульпа под действием центробежных сил отбрасывается к продольным стенкам 3, одновременно поднимаясь вверх как за счет аэрации воздухом, так и за счет выполнения нижней
 40 части продольных стенок с подъемом (наклоном к горизонту). Поток пульпы при его движении вверх в точке перегиба «А» меняет свое направление на противоположное - от продольной стенки к центру с подъемом, причём движение вдоль продольной
 45 стенки 3 осуществляется плавно беспрепятственно. В верхней центральной части флотационной камеры сталкиваются два равнозначных турбулентных встречных потока пульпы, благодаря чему происходит взаимное гашение турбулентности встречных потоков. Пенный концентрат 9 беспрепятственно всплывает вверх и
 50 собирается в горловине 7, а оттуда самопроизвольно или принудительно направляется в узел отвода пенного концентрата (узел не показан на прилагаемых фигурах). Деаэрированная пульпа самопроизвольно опускается вниз и под действием непрерывно поступающей исходной пульпы перетекает через окно 5 в следующую флотационную камеру.

Предлагаемая флотационная машина является качественно новым оборудованием, так как позволяет в корне изменить технологию флотации, создавая возможность

управления турбулентными потоками внутри камер флотации. При этом предлагаемое техническое решение предельно просто в реализации и позволяет достичь максимального извлечения целевого продукта в концентрат, а также получить концентрат с максимальной очисткой, возможной для флотационного обогачения. Предлагаемая флотомашинa позволяет расширить диапазон крупности твердой фазы исходной пульпы и, что не маловажно, может быть установлена в низких производственных цехах.

Опытно-промышленные испытания подтвердили эффективность работы данной машины. ОАО «ПО «Усольмаш» готов сотрудничать с заинтересованными лицами в части изготовления любого типоразмера флотационной машины по предлагаемому решению.

Формула изобретения

1. Флотационная машина, состоящая, по меньшей мере, из одной флотационной камеры, ограниченной днищем, продольными и межкамерными стенками с окнами для перелива пульпы, и снабженная узлом аэрации пульпы, узлом для сбора и отвода пенного концентрата, расположенным в верхней части флотационной камеры, а также узлом подачи исходной пульпы и узлом отвода хвостов флотации, расположенным в выходном торце флотационной машины, отличающаяся тем, что продольные стенки выполнены с перегибом, по меньшей мере, в одной точке, причем расстояние от продольной оси флотационной машины до точки перегиба больше $\frac{1}{2}$ глубины флотационной камеры, при этом угол наклона продольных стенок к днищу выполнен в пределах $5\div 45^\circ$; флотационная камера снабжена горловиной, расположенной в ее верхней части симметрично продольной оси флотационной машины, причем ширина основания горловины не более глубины флотационной камеры, а высота горловины не более $\frac{1}{2}$ глубины флотационной камеры.

2. Флотационная машина по п.1, отличающаяся тем, что продольные стенки в нижней и верхней частях относительно перегиба выполнены с кривизной.

3. Флотационная машина по п.1, отличающаяся тем, что продольные стенки в нижней части до перегиба выполнены в виде наклонной плоскости, а в верхней части с кривизной.

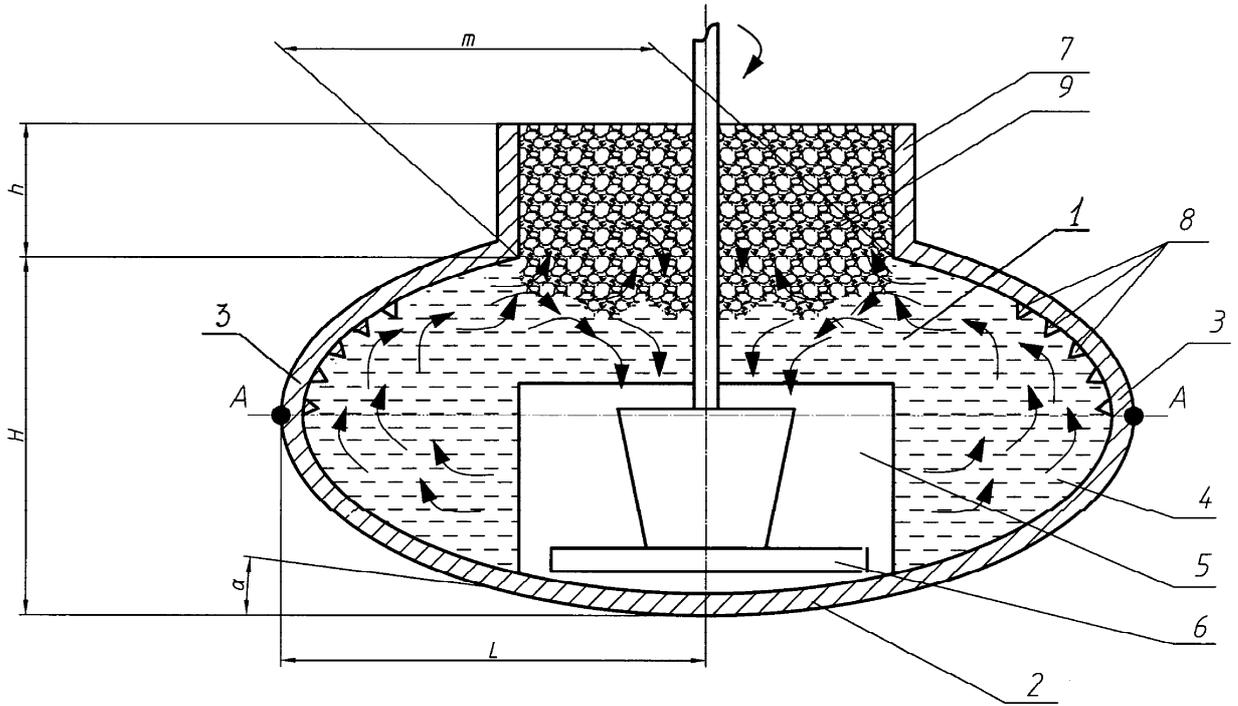
4. Флотационная машина по п.1, отличающаяся тем, что продольные стенки в верхней части до перегиба выполнены в виде наклонной плоскости, а в нижней части с кривизной.

5. Флотационная машина по п.1, отличающаяся тем, что продольные стенки в нижней и верхней частях выполнены в виде наклонных плоскостей, соединенных вертикальной полосой.

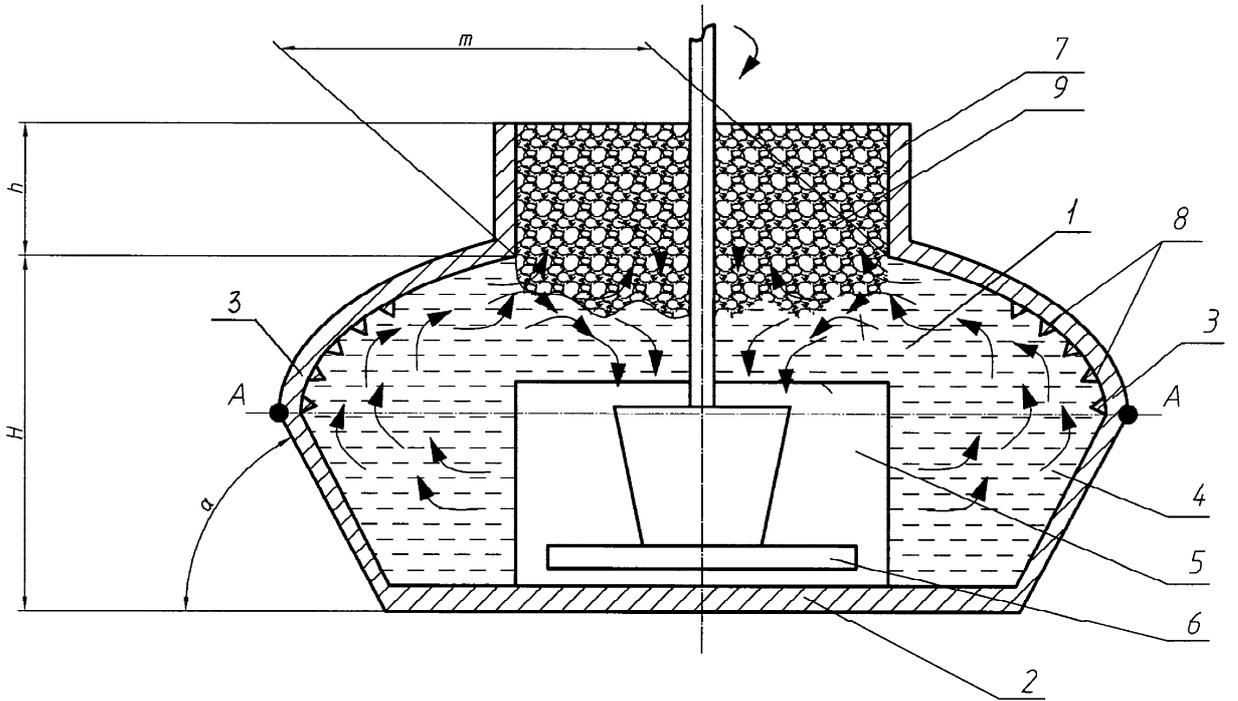
6. Флотационная машина по п.1, отличающаяся тем, что внутри камеры на продольных стенках выполнено нарифление.

7. Флотационная машина по п.1, отличающаяся тем, что днище камеры выполнено плоским.

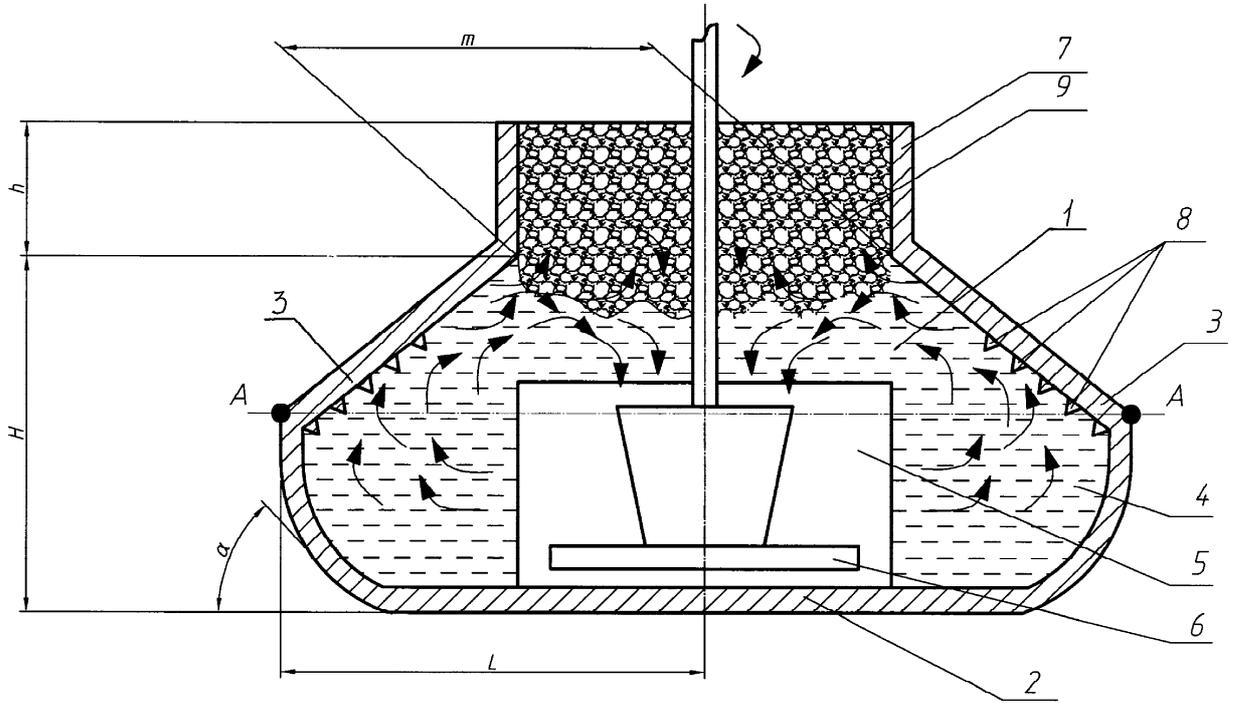
8. Флотационная машина по п.1, отличающаяся тем, что днище камеры выполнено с кривизной.



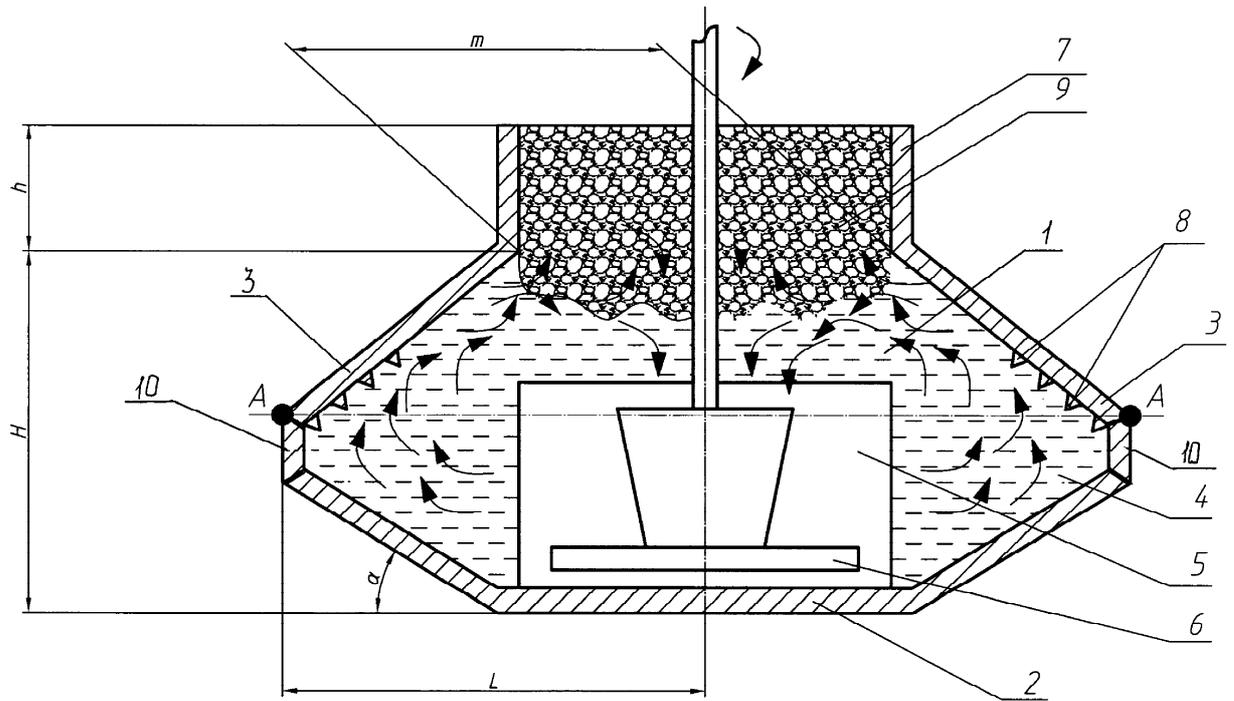
Фиг.2



Фиг.3



Фиг. 4



Фиг. 5