



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2003136072/15, 07.05.2002

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
07.05.2002

(30) Конвенционный приоритет:
15.05.2001 (пп.1-17) CZ PV 2001-1697

(43) Дата публикации заявки: 27.03.2005

(45) Опубликовано: 10.02.2008 Бюл. № 4

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: WO 9911353 A, 11.03.1999. КЛЯЧКО В.А.
Очистка природных вод. - М.: Стройиздат,
1971, с.161, 164, 182. RU 2116263 C1,
27.07.1998. SU 1219531 A, 23.03.1986. JP
61192391 A, 26.08.1986. ЯКОВЛЕВ С.В. и др.
Водоотведение и очистка сточных вод. - М.:
АСВ, 2002, с.295-296. ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ
СПРАВОЧНИК ПО ТЕХНОЛОГИИ
НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ. /Под ред.
М.Е.Позина. - СПб.: Химия, 1996, с.9.

(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу:
15.12.2003

(86) Заявка РСТ:
CZ 02/00027 (07.05.2002)

(87) Публикация РСТ:
WO 02/092519 (21.11.2002)

Адрес для переписки:
191186, Санкт-Петербург, а/я 230, "АРС-
ПАТЕНТ", пат.пов. В.М.Рыбакову, рег. № 90

(72) Автор(ы):

МАЦКРЛЕ Сватошук (CZ),
МАЦКРЛЕ Владимир (SK),
ДРАЧКА Ольдржих (CZ)

(73) Патентообладатель(и):

МАЦКРЛЕ Сватошук (CZ),
МАЦКРЛЕ Владимир (SK),
ДРАЧКА Ольдржих (CZ)

(54) СПОСОБ СЕПАРИРОВАНИЯ СУСПЕНЗИИ, В ЧАСТНОСТИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СТОЧНЫХ
ВОД, И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ СПОСОБА

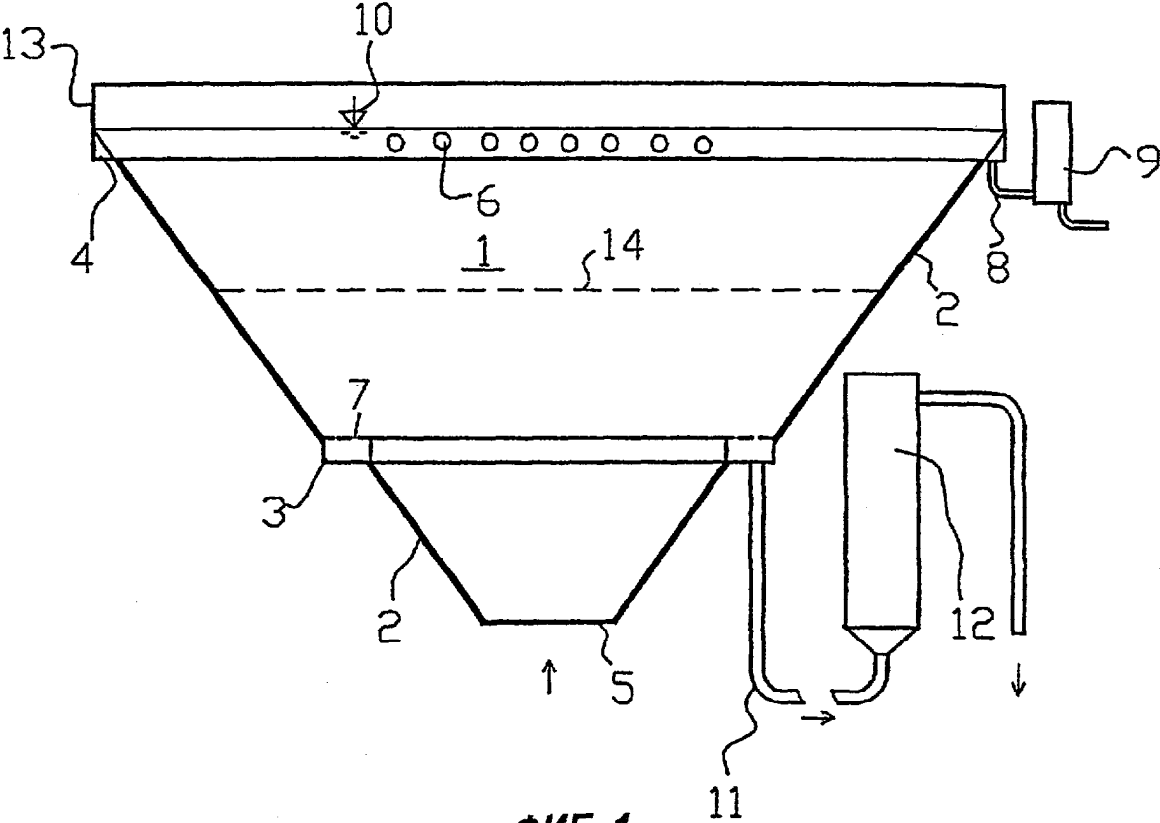
(57) Реферат:

Изобретение относится к обработке сточных вод. Устройство содержит расширяющийся по существу вверх сепаратор (1), имеющий наклонные наружные стенки (2), внутренний объем которого содержит пространство сепарации с нижней частью, снабженной входным отверстием (5) для жидкости с суспензией, и верхней частью, снабженной средствами (4) для удаления свободной от суспензии жидкости. Пространство сепарации в сепараторе (1), по меньшей мере, на

одном участке выше входного отверстия (5) и ниже поверхности слоя ила (14) расширено по направлению вверх за счет его ограничения наклонными стенками. На уровне этого расширения вблизи одной из наружных стенок (2) в пространстве сепарации сепаратора (1) расположен, по меньшей мере, один участок удаления излишка сгущенной суспензии, опускающейся в виде плотных потоков вдоль наклонной наружной границы из псевдоожиженного слоя ила. Этот участок содержит перфорированную

коллекторную трубу (3), отверстия (7) для удаления излишка сгущенной суспензии и выпускную трубу (11) для сжатого воздуха.

Технический результат: улучшение сепарации и экономичность конструкции. 2 н. и 15 з.п. ф-лы, 9 ил.



ФИГ. 1

RU 2316482 C2

RU 2316482 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.

C02F 1/52 (2006.01)**B01D 21/08** (2006.01)**(12) ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2003136072/15, 07.05.2002**(24) Effective date for property rights: **07.05.2002**(30) Priority:
15.05.2001 (cl.1-17) CZ PV 2001-1697(43) Application published: **27.03.2005**(45) Date of publication: **10.02.2008 Bull. 4**(85) Commencement of national phase: **15.12.2003**(86) PCT application:
CZ 02/00027 (07.05.2002)(87) PCT publication:
WO 02/092519 (21.11.2002)Mail address:
**191186, Sankt-Peterburg, a/ja 230, "ARS-
PATENT", pat.pov. V.M.Rybakovu, reg. № 90**(72) Inventor(s):
**MATsKRLE Svatopluk (CZ),
MATsKRLE Vladimir (SK),
DRACHKA Ol'drzhikh (CZ)**(73) Proprietor(s):
**MATsKRLE Svatopluk (CZ),
MATsKRLE Vladimir (SK),
DRACHKA Ol'drzhikh (CZ)****(54) SUSPENSION SEPARATION METHOD AND DEVICE, PARTICULARLY FOR SEWAGE WATER PURIFICATION**

(57) Abstract:

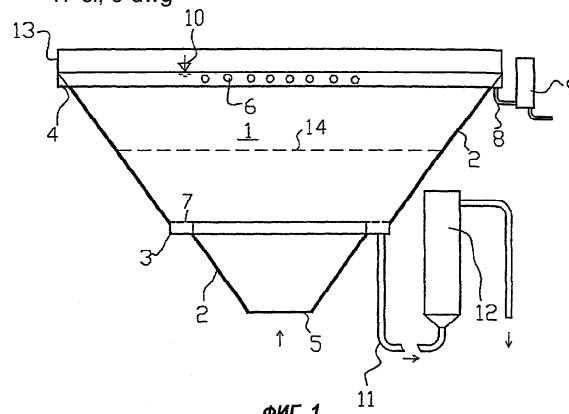
FIELD: sewage water purification.

SUBSTANCE: device comprises separator 1 widening upwards and having inclined outer walls 2. Separator 1 interior defines separation space having lower part with inlet orifice 5 for liquid with suspension delivering and upper part having means 4 for suspension-free liquid removal. Separation space inside separator 1 expands in upward direction in one area over inlet orifice 5 and below silt layer 14 and is defined by outer walls 2. At least one area for excessive concentrated suspension removal is created at said expanded area near one side wall 2 in separation space of separator. Concentrated suspension flows down as solid streams along inclined outer boundary of fluidized silt layer. Said area includes perforated accumulation pipe 3, orifices 7 for excessive concentrated

suspension removal and discharge pipe 11 for compressed air.

EFFECT: improved separation ability and increased economical efficiency.

17 cl, 9 dwg



ФИГ. 1

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к способу сепарирования суспензии, в частности для обработки сточных вод, в котором флокулирующую суспензию отделяют от жидкости путем фильтрации в псевдооживленном слое ила с образованием в указанном слое хлопьев из
 5 выделенной суспензии, а псевдооживленное состояние поддерживают восходящим потоком жидкости. Жидкость с суспензией вводят в псевдооживленный слой снизу, а свободную от суспензии жидкость выводят над поверхностью слоя ила, представляющей собой
 10 поверхность раздела между псевдооживленным слоем и свободной от суспензии жидкостью. Далее изобретение относится к устройству для осуществления этого способа, содержащему расширенный вверх сепаратор, нижняя часть которого снабжена входным отверстием для жидкости с суспензией, а верхняя часть снабжена средствами для удаления свободной от суспензии жидкости.

Уровень техники

Одним из самых передовых способов отделения флокулирующей суспензии при очистке
 15 и обработке воды является фильтрация жидкости в слое ила. Слой ила состоит из псевдооживленного слоя хлопьев, которые образуются при агломерации частиц отделяемой суспензии. Вода с суспензией, подлежащей удалению, вводится в слой ила восходящим потоком. Этот поток поддерживает слой хлопьев в псевдооживленном состоянии. При протекании воды с суспензией через псевдооживленный слой частицы суспензии
 20 сталкиваются с хлопьями и слипаются с ними. Эта фильтрация освобождает воду от суспензии, которая трансформируется в хлопья существенно большего размера, чем поступающие частицы суспензии.

Псевдооживленный слой образует верхнюю границу, разделяющую псевдооживленный слой и жидкость, освобожденную от суспензии, так называемую поверхность слоя ила, причём жидкость, освобожденная от отделенной суспензии, выносится над поверхностью
 25 слоя ила. Поверхность раздела образуется в том случае, если скорость потока жидкости непосредственно над поверхностью раздела меньше скорости беспрепятственного осаждения отдельных частиц, образующих псевдооживленный слой. Поскольку хлопья, образующиеся в слое ила путем агломерации суспензии, существенно больше частиц
 30 поступающей суспензии, эта скорость намного превосходит скорость осаждения отделяемой суспензии. Удаление чистой жидкости следует производить на достаточно большом расстоянии от поверхности слоя ила во избежание втягивания в нее хлопьев из слоя ила вследствие неравномерного удаления. Поэтому в зоне сепарации над слоем ила всегда необходимо иметь слой чистой жидкости.

Псевдооживленный слой должен поддерживаться снизу. Часто используемым способом поддержки псевдооживленного слоя является гидродинамическая поддержка, состоящая в том, что быстрый поток жидкости под псевдооживленным слоем препятствует его
 35 опусканию. В этом случае скорость восходящего потока жидкости в псевдооживленном слое замедляется.

Слой ила с хлопьями, образованными флокулирующей суспензией, характеризуется динамическим равновесием, определяющим размер хлопьев на данном участке. Захват
 40 частиц суспензии и агломерация вызывают рост отдельных хлопьев, и в то же время большие хлопья распадаются на более мелкие под влиянием гидродинамических сил. Псевдооживленный слой со своей стороны влияет на поток жидкости, осуществляя таким
 45 образом обратную связь.

Результатом непрерывного захвата частиц суспензии является увеличение общего объема хлопьев, и соответственно излишки хлопьев должны удаляться из слоя ила. Таким образом, выделенная суспензия удаляется из слоя ила в виде излишков хлопьев.

Известны слои ила двух типов: полностью псевдооживленные, называемые также
 50 равномерно псевдооживленными, и частично псевдооживленные, называемые также неравномерно псевдооживленными. Они различаются как по скорости жидкости у поверхности слоя ила, так и по типу удаления излишков хлопьев. В частично псевдооживленном слое ила скорость жидкости у его поверхности меньше минимально

необходимой для псевдооживления, и излишки хлопьев удаляются снизу, тогда как в полностью псевдооживленном слое ила скорость жидкости у его поверхности больше минимально необходимой для псевдооживления, а излишки хлопьев удаляются с поверхности слоя ила.

5 Из-за того, что имеет место тенденция снижения скорости жидкости ниже минимально необходимой для псевдооживления, у поверхности частично псевдооживленных слоев ила возникают провалы псевдооживления. Образуются большие агломераты хлопьев, падающие вниз сквозь псевдооживленный слой. Их падение приводит к образованию восходящих течений по соседству, что увеличивает местную скорость восходящих потоков, способствуя поддержанию псевдооживления в других зонах, расположенных вблизи поверхности слоя ила. Поскольку средняя скорость восходящего потока в нижележащих частях псевдооживленного слоя больше, чем в вышележащих, часть агломератов распадается в быстром потоке, и их хлопья возвращаются в слой ила. Однако другая часть агломератов опускается под псевдооживленный слой и удаляется оттуда. В 15 определенном диапазоне параметров достигается равновесие между количеством суспензии, поступающей в слой ила, и количеством суспензии, выпадающей из слоя ила и удаляемой вышеописанным способом. Если количество поступающей суспензии превышает количество выпадающей суспензии, размер слоя ила увеличивается, и если он превышает пропускную способность установки, слой ила начинает вымываться в зону выпуска очищенной воды, т.е. переливаться. Если количество поступающей суспензии меньше, чем количество выпадающей суспензии, размер слоя ила уменьшается, и если он становится меньше критического, слой ила выпадает под сепаратор или, иначе говоря, выпадает из пространства сепарации.

Концентрация хлопьев в слое ила зависит от скорости восходящего потока. Чем ниже 25 скорость потока, тем выше концентрация хлопьев. Концентрация хлопьев в агломератах, выпадающих из частично псевдооживленного слоя ила выше, чем концентрация, которая соответствовала бы граничной скорости полного псевдооживления. Поэтому концентрация отделенной суспензии, удаляемой из частично псевдооживленного слоя ила, может быть выше, чем концентрация суспензии, удаляемой из полностью псевдооживленного слоя ила. Однако, с другой стороны, скорость потока у поверхности слоя ила и соответственно пропускная способность полностью псевдооживленного слоя ила выше, чем частично псевдооживленного. Поэтому полностью псевдооживленный слой ила лучше использовать для сепарации разведенных суспензий, тогда как частично псевдооживленные слои ила пригодны для сепарации концентрированных суспензий. По этой причине полностью 30 псевдооживленные слои ила используются при химической обработке воды, в которой концентрация суспензии, как правило, составляет десятки доли грамма сухого вещества на кубический метр. Скорость потока жидкости у поверхности слоя ила достигает в настоящее время 4-4,5 м/час при увеличении концентрации суспензии, удаляемой с поверхности слоя ила, в 4-8 раз, причем удаленные хлопья позднее подвергаются повторному сгущению осаднением. Частично псевдооживленный слой ила может быть 40 использован в биологической обработке бытовых сточных вод, где концентрация суспензии составляет 4-6 кг сухого вещества на кубический метр, а отделенная сгущенная суспензия вновь поступает на обработку. Скорость потока жидкости на поверхности слоя ила в этом случае достигает 0,8-1 м/час, а удаляемая суспензия может быть сгущена в 45 1,5-2 раза.

Конечно, все предельные значения зависят от многочисленных параметров, из которых особенно большое значение имеют температура воды и свойства суспензии. Наблюдение за работой многих установок в течение ряда лет показало, что эти параметры, как правило, могут изменять предельные значения на 10-30 процентов.

50 Пространства сепарации, в которых происходит вышеописанная фильтрация в слое ила, имеют обычно форму расширяющегося вверх конуса, пирамиды или призмы, обеспечивающую уменьшение скорости потока жидкости в восходящем направлении. Эти пространства ограничены наклонными стенками, обычно имеющими угол наклона 52-60

градусов, что, с одной стороны, препятствует осаждению хлопьев на этих стенках, а с другой стороны, обеспечивает достаточно места для поверхности слоя ила.

Кроме того, сепараторы для слоя ила оборудованы в верхней части устройствами для отвода очищенной жидкости, уже не содержащей суспензии, обычно в виде переливных желобов или перфорированных труб, а в их нижней части находится входное отверстие, через которое жидкость с суспензией подается для сепарации.

Простейшим решением для этого входного отверстия является обычное отверстие, соединяющее пространство сепарации с другим функциональным пространством, например, активационным пространством при биологической обработке сточных вод или коагуляционным пространством при химической обработке воды. Однако известны более сложные решения, как, например, наклонные подающие каналы вдоль стенок пространства сепарации или центральная впускная труба, проходящая вертикально через центр пространства сепарации. Такие впускные каналы или трубы сообщаются с другим функциональным пространством, из которого жидкость с суспензией обычно стекает вниз к этому входу в пространство сепарации, в котором жидкость течет вверх. Если устройство входа в пространство сепарации в целом более сложное, тогда, принимая во внимание вышеописанный механизм гидродинамической поддержки псевдооживленного слоя ила, под входом в пространство сепарации подразумевается горизонтальная поверхность на верхнем уровне отверстия, через которое вода поступает в этот вход пространства сепарации. Верхняя часть пространства сепарации при полностью псевдооживленном слое ила снабжена устройством для отвода отделенной суспензии, ограничивающим положение уровня поверхности слоя ила, тогда как при частично псевдооживленном слое ила устройство для отвода отделенной суспензии располагается ниже уровня входа жидкости с суспензией в пространство сепарации. Область, через которую жидкость с суспензией проходит при поступлении в пространство сепарации, составляет, как правило, от 2,2 до 2,5 процентов пространства сепарации при полностью псевдооживленном слое ила и от 10 до 15 процентов пространства сепарации при частично псевдооживленном слое ила. Чем больше область, проходимая потоком при поступлении в пространство сепарации при частично псевдооживленном слое ила, тем большая концентрация суспензии может быть достигнута при данном слое ила, но тем выше также и предел для выпадения этого слоя ила.

Описанные принципы проливают свет еще на одно важное различие между частично псевдооживленным слоем ила и полностью псевдооживленным слоем ила. При полностью псевдооживленном слое ила высота его поверхности постоянна, и если происходят какие-либо изменения прокачиваемого потока или концентрации вводимой суспензии, то изменяется только концентрация удаляемой отделенной суспензии. Превышение максимальной пропускной способности проявляется в извлечении хлопьев из слоя ила и в вымывании его поверхности. При частично псевдооживленном слое ила высота его поверхности изменяется при изменении прокачиваемого потока и концентрации вводимой суспензии, а превышение максимальной пропускной способности проявляется в поднятии слоя ила до уровня удаления очищенной жидкости с последующим переливом слоя ила наружу.

Опыт эксплуатации показал, что слой ила всегда функционирует надлежащим образом только в определенном диапазоне расчетных параметров. Если прокачиваемый поток снижается приблизительно до 50 процентов номинальной производительности, то в полностью псевдооживленном слое ила, используемом для химической очистки воды, происходят нарушения псевдооживления с тенденцией к ухудшению, и через некоторое время это приводит к функциональному отказу. Если концентрация активного ила падает ниже 1-2 кг сухого вещества на кубический метр в случае использования частично псевдооживленного слоя ила для биологической очистки воды, то слой ила не образуется в пространстве сепарации, или, если концентрация суспензии упадет ниже упомянутого уровня, слой ила может выпасть из пространства сепарации, т.е. опустится ниже пространства сепарации.

Основные идеи полностью псевдооживленных слоев ила и различные конструкции соответствующего оборудования раскрыты, например, в описании изобретения к чешскому патенту №88634 (С.Макрл, В.Макрл, И.Тесарик, В.Мичан. Реактор для обработки воды в слое ила), и в описании изобретения к чешскому патенту №123929 (С.Макрл, В.Макрл, О.Драчка, Л.Пасека. Осветлитель для обработки воды посредством коагуляции и фильтрации в полностью псевдооживленном слое ила) и в соответствующем описании изобретения к канадскому патенту №769769. Частично псевдооживленный слой ила с самопроизвольным обратным выпадением отделенной суспензии в процессе обработки описан, например, в описании изобретения к чешскому патенту №159811 (С.Макрл, В.Макрл. Модульный аппарат для биологической очистки жидкостей с органическим загрязнением) и в соответствующих описаниях изобретения к канадскому патенту №921626 и к патенту США №3627136, и раскрыт также в описании изобретения к чешскому патенту №173893 (С.Макрл, В.Макрл, О.Драчка. Реактор для биологической очистки жидкости, в частности сточных вод) и в соответствующих описаниях изобретения к канадскому патенту №1038090, немецкому патенту №2456953, французскому патенту №7439337 и японскому патенту №1044405. Частично псевдооживленный слой ила с применением отсоса выпавшей отделенной суспензии раскрыт в описании изобретения к чешскому патенту №275746 (С.Макрл, В.Макрл. Способ биологического активирования очистки воды и устройство для его осуществления) с соответствующими описаниями изобретения к патентам США №5032276 и европейскому патенту EP 345669.

Кроме вышеописанных основных способов удаления излишков хлопьев - от поверхности слоя ила и снизу слоя ила - известны также решения, которые заключаются в том, что излишки хлопьев удаляют от внутренней части слоя ила (см., например, JP 56010394 A - Tamaki Yukihiro/Toyo Giken KK Kawasaki Heavy Ind. Ltd., Disposing device for sewage at high capability, JP 61192391 A - Kitawaga Masami, Yamamoto Koitchi, Iritani Mohorito/Ebara Infico Co. Ltd., Method and apparatus for treatment of organic sewage, EP 1023117 B1 - Dieter Eppler/Dieter Eppler Wasseraufbereitung, Schwebefilteranlage zur Trinkwasseraufbereitung). Детальный анализ показал, что эти решения не дают никаких преимуществ по сравнению с описанными выше основными способами. Напротив, недостатком этих решений, по сравнению с полностью псевдооживленным слоем ила, является замена практически полностью автоматизированного способа на способ, который требует регулирования извне. Более того, в случае, если удаление осуществляют с помощью насоса (EP 1023117 B1), хлопья разрушаются, что усложняет дополнительное сгущение удаляемого ила. По сравнению с частично псевдооживленным слоем ила недостаток этих решений заключается в низкой концентрации удаляемой суспензии.

Раскрытие изобретения

Недостатки решений предшествующего уровня техники по существу устранены в способе согласно данному изобретению.

Сущность способа согласно изобретению заключается в том, что излишек удаляют у наклонной наружной границы псевдооживленного слоя от плотных потоков сгущенной суспензии, опускающихся вдоль наклонной наружной границы псевдооживленного слоя.

Предпочтительно, чтобы выше уровня удаления излишка сгущенной суспензии создавался псевдооживленный слой в виде частично псевдооживленного слоя ила, где образуются агломераты хлопьев сгущенной суспензии, которые опускаются вдоль наклонной наружной границы к участку удаления, а ниже уровня удаления создавался псевдооживленный слой в виде полностью псевдооживленного слоя ила, где поток жидкости с суспензией распределяется в частично псевдооживленный слой ила.

Дополнительно важно, чтобы на границе частично псевдооживленного слоя ила и полностью псевдооживленного слоя ила скорость восходящего потока резко уменьшалась.

Предпочтительно, если концентрация втекающей суспензии превышает 1 кг сухого вещества на кубический метр, скорость восходящего потока воды непосредственно над поверхностью слоя ила составляет от 1,6 до 2,2 метра в час.

Предпочтительно, если скорость потока воды на входе в слой ила составляет от 2 до 6 см в секунду, а объем удаляемого излишка сгущенной суспензии составляет от 1,5 до 3 объемов свободной от суспензии воды, удаляемой над поверхностью слоя ила.

Сущность устройства согласно изобретению для реализации описанного способа

5 заключается в том, что пространство сепарации в сепараторе по меньшей мере на одном участке выше входного отверстия сепаратора и ниже поверхности слоя ила резко расширено по направлению вверх, а на уровне этого расширения по меньшей мере вблизи одной из наружных стенок в пространстве сепарации сепаратора расположен по меньшей мере один участок удаления излишка сгущенной суспензии, опускающейся в виде плотных
10 потоков вдоль наклонной наружной стенки из псевдооживленного слоя ила.

Сущность устройства согласно изобретению также заключается в том, что пространство сепарации в нижней части сепаратора ограничено по меньшей мере частично одной наклонной внутренней стенкой, а пространство между нижней частью наружной стенки и внутренней стенкой образует пространство сгущения, при этом промежуток между верхней
15 кромкой внутренней стенки и наружной стенкой представляет собой участок резкого расширения и участок удаления излишка сгущенной суспензии из пространства сепарации.

Существенно также, чтобы промежуток между верхней кромкой внутренней стенки и наружной стенкой образовывал вход в пространство сгущения, снабженное в нижней части средствами для удаления излишка сгущенной суспензии.

20 В другом варианте устройства согласно изобретению предпочтительно, чтобы наклонная наружная стенка сепаратора образовывала угол в зоне удаления сгущенной суспензии, а верхняя часть наружной стенки, расположенная над этим уровнем, имела больший наклон, чем расположенная ниже нижняя часть наружной стенки.

В другом варианте устройства согласно изобретению предпочтительно, чтобы средства
25 для удаления сгущенной суспензии были расположены на участке удаления и образованы перфорированной коллекторной трубой, а резкое расширение пространства сепарации в области расположения коллекторной трубы образовано смещением наружной стенки, соединенной снизу и сверху с коллекторной трубой, а отверстия для удаления излишка сгущенной суспензии были выполнены в стенке коллекторной трубы, обращенной к
30 верхней части смещенной наклонной наружной стенки.

В предпочтительном варианте устройства согласно изобретению площадь входного отверстия в пространство сепарации составляет более 3 процентов и менее 6 процентов поверхности пространства сепарации на уровне удаления свободной от суспензии жидкости, площадь пространства сепарации непосредственно под уровнем удаления
35 излишка сгущенной суспензии составляет более 20 процентов, а непосредственно над уровнем удаления излишка сгущенной суспензии составляет менее 70 процентов поверхности пространства сепарации на уровне удаления свободной от суспензии жидкости, и входное отверстие в пространство сепарации и уровень удаления свободной от суспензии жидкости отстоят от уровня удаления сгущенной суспензии более чем на
40 один метр по вертикали.

Для функционирования устройства согласно изобретению желательно, чтобы расстояние по вертикали от уровня удаления излишка сгущенной суспензии как до уровня входного отверстия в пространство сепарации, так и до уровня удаления жидкости, освобожденной от суспензии, составляло более одного метра.

45 Предпочтительно, чтобы высота уровня удаления излишка сгущенной суспензии над входным отверстием в пространство сепарации составляла от 1/4 до 3/4 высоты уровня удаления свободной от суспензии жидкости над входным отверстием в пространство сепарации. Предпочтительно устройство содержит функциональные трубы, причем по меньшей мере одна функциональная труба, выбранная из группы, включающей
50 коллекторные трубы для излишка сгущенной суспензии, коллекторные трубы для удаления излишка сгущенной суспензии, коллекторные трубы для удаления свободной от суспензии жидкости, выпускные трубы, впускные трубы для сжатого воздуха и промывные трубы образуют часть опорной конструкции для наружных стенок пространства сепарации, а угол

наклона верхней части наружной стенки составляет от 52° до 60°.

Предпочтительно угол наклона внутренней стенки составляет от 52° до 60°, а угол наклона нижней части наружной стенки составляет от 30° до 40°.

Наиболее важным преимуществом способа и устройства в соответствии с данным изобретением является существенное улучшение эффективности сепарации, выражающееся, в частности, в увеличении содержания сухого вещества в сгущенной суспензии, а именно почти в два раза по сравнению с известными системами фильтрации жидкостей с использованием частично псевдооживленного слоя ила. Это может быть использовано либо для увеличения гидравлической нагрузки и соответственно для повышения производительности сепарации, либо для увеличения концентрации суспензии, вводимой в слой ила, либо, возможно, для оптимального сочетания обоих этих эффектов. Такое количественное усовершенствование эффективности сепарации может быть особенно полезным при активационном типе биологической очистки сточных вод с точки зрения экономичности при конструировании комплектных биологических реакторов. Увеличение гидравлической нагрузки при использовании способа и устройства, предлагаемых изобретением, позволяет сократить пространство сепарации до 50 процентов по сравнению с известными установками, использующими частично псевдооживленный слой ила. Это не только дает экономию в отношении конструкции сепаратора, но также обеспечивает дальнейшее повышение экономичности конструкции, например, благодаря уменьшению необходимой высоты комплектных биологических реакторов и большему удобству в плане размещения сепаратора в реакторе. Увеличение концентрации активного ила в биологическом реакторе также отражается на уменьшении функционального объема, необходимого для биологических процессов, и, следовательно, также способствует уменьшению общего размера реактора. Уменьшение размера сепаратора и оптимизация конструкции и размеров реактора позволяет добиться значительной экономии материалов, стоимости изготовления, транспортировки и монтажа. Другим преимуществом способа и устройства для реализации способа, предлагаемых изобретением, является их функционирование в значительно более широком диапазоне параметров, чем в случае частично псевдооживленного слоя ила. Это расширяет область применения способа и устройства и позволяет значительно повысить эксплуатационную гибкость.

Краткое описание чертежей

В дальнейшем описаны четыре варианта реализации изобретения со ссылками на сопроводительные чертежи, где

на фиг.1 изображен в боковом разрезе первый вариант реализации устройства в соответствии с изобретением,
на фиг.2 изображен в аксонометрии первый вариант реализации устройства в соответствии с изобретением,
на фиг.3 изображен первый вариант реализации устройства, встроенного в типичный комплексный реактор для активационной обработки сточных вод,
на фиг.4 изображен в боковом разрезе второй вариант реализации устройства,
на фиг.5 изображен в аксонометрии второй вариант реализации устройства,
на фиг.6 изображен в боковом разрезе третий вариант реализации устройства, установленного внутри типичного комплексного биологического реактора,
на фиг.7 в аксонометрии представлена примерная реализация устройства по фиг.6,
на фиг.8 изображен четвертый вариант реализации устройства в боковом разрезе и
на фиг.9 изображен в аксонометрии четвертый вариант реализации устройства, установленного внутри типичного комплексного биологического реактора.

Осуществление изобретения

Для лучшего понимания варианты устройства описаны как составные части типичного комплексного реактора для активационной обработки сточных вод с нитрификацией и денитрификацией однородно взвешенным активным илом. Устройства, установленные в таком типичном комплексном реакторе, служат для сепарации флокулирующей суспензии,

образующейся во время упомянутой обработки. Элементы, сходные по конструкции и назначению, обозначены в различных вариантах реализации одинаковыми позициями.

Пример 1

Основной частью устройства для сепарации флокулирующей суспензии в соответствии с изобретением является сепаратор 1 в виде расширенного вверх конуса, ограниченного наружной стенкой 2, имеющей форму конической поверхности (фиг.1, 2). Сепаратор 1 не обязательно должен быть полностью коническим, то есть он может иметь не изображенные на чертежах короткие цилиндрические части и даже конические части с обратным наклоном, например, по технологическим или конструктивным соображениям.

Внутри полости сепаратора 1 находится пространство сепарации; в данном примере реализации внутреннее пространство сепаратора 1 практически совпадает с пространством сепарации. Наружная стенка 2 оснащена встроенными средствами для удаления сгущенной суспензии, выполненными в виде круговой коллекторной трубы 3 углового сечения, а в верхней части наружной стенки имеются средства для удаления жидкости, освобожденной от суспензии, в виде кольцевой коллекторной трубы 4 треугольного сечения.

Высота уровня удаления сгущенной суспензии над уровнем входного отверстия 5 в сепаратор 1, соответственно в пространство сепарации, составляет от 1/4 до 3/4 высоты уровня удаления свободной от суспензии жидкости над уровнем входного отверстия 5 в пространство сепарации. Предпочтительно расположение средств для удаления сгущенной суспензии в середине сепаратора 1 по его высоте. Сечения коллекторных труб 3 и 4 могут иметь другую форму, указанные сечения являются предпочтительными.

На уровне нижней коллекторной трубы 3 наружная стенка 2 имеет ступеньку, проходящую по диаметру, однако наружная стенка 2 может быть выполнена также в виде непрерывного конуса без скачкообразного изменения диаметра. Нижняя часть наружной стенки 2 заканчивается входным отверстием 5 в сепаратор.

Верхняя коллекторная труба 4 для удаления свободной от суспензии жидкости снабжена отверстиями 6, выполненными в ее наружной наклонной стороне, тогда как нижняя коллекторная труба 3 для удаления сгущенной суспензии снабжена отверстиями 7, выполненными в ее верхней горизонтальной стороне. Обе перфорированные трубы 3 и 4 служат также конструктивными элементами, образующими опорную конструкцию сепаратора 1. Верхняя коллекторная труба 4 заканчивается выпускной трубой 8, переходящей в переливную трубу 9 для поддержания постоянного уровня поверхности воды 10 в сепараторе 1. Нижняя коллекторная труба 3 соединена трубой 11 с насосом рециркуляции 12. Наружная стенка 2 над верхней коллекторной трубой 4 может по эксплуатационным соображениям иметь другую, не коническую, форму, например цилиндрический концевой элемент 13. Во время работы устройства поверхность слоя ила 14 располагается между перфорированной нижней коллекторной трубой 3 и перфорированной верхней коллекторной трубой 4.

Описанный вариант реализации устройства для сепарации флокулирующей суспензии является частью реактора для биологической активационной обработки сточных вод, состоящего в данном примере из резервуара 15, разделенного на оксидное пространство 16 и аноксидное пространство 17, сообщающиеся между собой через соединение 18. Это соединение 18 может быть выполнено, например, в виде выреза в перегородке 19, отделяющей оксидное пространство 16 от аноксидного пространства 17.

В оксидном пространстве 16 реактора в данном примере расположен описанный сепаратор 1, входное отверстие 5 которого находится в сообщении с оксидным пространством 16, тогда как выход 20 насоса рециркуляции 12 выведен в аноксидное пространство 17. На дне 21 резервуара 15 под входным отверстием 5 в сепаратор 1 расположен обратный конус 22 (фиг.3) с отверстиями 23 в верхней части. В оксидном пространстве 16 находятся аэрационные элементы 24, соединенные с впускной трубой 25 для сжатого воздуха (фиг.3), а в аноксидном пространстве 17 имеется впускная труба 26 для сточных вод и мешалка 27, ориентированная между двумя параллельными

отклоняющими стенками 28, которые установлены вертикально в аноксидном пространстве 17. Впускная труба 26 для сточных вод и выход 20 насоса рециркуляции 12 расположены в противоположных углах аноксидного пространства 17 на дне 21 или, возможно, на высоте, равной половине глубины резервуара 15, а соединение 18 расположено приблизительно на уровне поверхности воды 10 в резервуаре 15.

Описанное устройство работает следующим образом. Вода с флокулирующей суспензией, состоящей из биологически активного ила, протекает в пространство сепарации через входное отверстие 5. В пространстве сепарации вода течет вверх, а так как пространство сепарации в сепараторе 1 существенно расширяется вверх, скорость воды по направлению вверх существенно замедляется. В пространстве сепарации известный процесс приводит к образованию псевдооживленного слоя ила, в котором улавливается суспензия из потока жидкости. Псевдооживленный слой ила в пространстве сепарации образует поверхность слоя или 14 выше уровня нижней коллекторной трубы 3 для удаления сгущенной суспензии и ниже уровня верхней коллекторной трубы 4 для удаления жидкости, освобожденной от суспензии, а над поверхностью слоя ила 14 образуется слой свободной от суспензии жидкости (фиг.1, 2).

Резюмируя, можно сказать, что флокулирующая суспензия отделяется от жидкости посредством фильтрации в псевдооживленном слое ила, где образуются хлопья выделенной суспензии, а псевдооживление поддерживается восходящим потоком жидкости. Жидкость с суспензией поступает в псевдооживленный слой со дна, а жидкость, освобожденная от суспензии, удаляется над уровнем слоя ила 14, образующего поверхность раздела между псевдооживленным споем и жидкостью, освобожденной от суспензии. Сгущенная суспензия, выделенная в виде хлопьев из слоя ила, удаляется из зоны псевдооживленного слоя, в то время как скорость восходящего потока в псевдооживленном слое существенно уменьшается по направлению вверх.

Часть слоя ила, расположенная выше уровня удаления сгущенной суспензии, действует как частично псевдооживленный слой ила, в котором сгущенная суспензия приобретает еще большую плотность, и образуются агломераты сгущенной суспензии, которые затем удаляются. Часть слоя ила, расположенная ниже уровня удаления сгущенной суспензии, действует как полностью псевдооживленный слой ила, в котором поток жидкости равномерно распределяется при входе в частично псевдооживленный слой ила. Такое распределение происходит вследствие того, что псевдооживленный слой можно рассматривать как пористую среду, сопротивление которой вызывает распределение потока, в особенности восходящего потока, по всему профилю сквозного течения. В результате этого в нижней части полностью псевдооживленного слоя ила поток суспензии распределяется по всему профилю пространства сепарации, равномерно входя в частично псевдооживленный слой ила. Аналогично, вблизи поверхности слоя ила 14 поток равномерно распределяется по всей области.

Поскольку сепаратор 1 через входное отверстие 5 сообщается с оксидным пространством 16, а это пространство через соединение 18 сообщается с аноксидным пространством 17, переливная труба 9 поддерживает постоянный уровень поверхности воды 10 во всем резервуаре 15. Соответственно точно такой же объем жидкости, который поступил в резервуар 15 через впускную трубу 26 для сточных вод (фиг.3), вытечет из резервуара 15 через верхнюю коллекторную трубу 4 и выполненные в ней отверстия 6 и далее по выпускной трубе 8 через переливную трубу 9. Если объем свободной от суспензии воды, вытекшей из пространства сепарации через выпускную трубу 8, равен Q_0 , а объем сгущенной суспензии, удаленной насосом рециркуляции 12 из пространства сепарации, равен Q_s , то объем воды с суспензией, поступившей в пространство сепарации через входное отверстие 5, равен $Q_0 + Q_s$. Если концентрация суспензии в воде, втекающей в пространство сепарации через входное отверстие 5, равна C , а концентрация удаляемой сгущенной суспензии равна C_s , то объем суспензии, поступившей в пространство сепарации, равен $C(Q_0 + Q_s)$, а объем суспензии, удаленной из пространства сепарации, равен $C_s Q_s$. В установившемся состоянии оба объема должны

быть равны и соответственно для концентрации удаляемой сгущенной суспензии в установившемся состоянии получаем: $C_{ss} = C(Q_0 + Q_s)/Q_s$. Если концентрация удаляемой сгущенной суспензии меньше C_{ss} , объем суспензии в слое ила возрастает и вследствие этого поверхность слоя ила 14 поднимается, а если концентрация удаляемой сгущенной суспензии больше C_{ss} , объем суспензии в слое ила уменьшается и вследствие этого поверхность слоя ила опускается. Все количества Q выражаются в единицах объема, отнесенных к единице времени, например в кубических метрах в час, а концентрации могут быть выражены, например, в килограммах на кубический метр. Таким образом, высота поверхности слоя ила 14 изменяется и зависит от баланса масс таким же образом, как в частично псевдооживленном слое ила. В определенном диапазоне параметров слой ила обладает свойствами саморегулирования: концентрация удаляемой сгущенной суспензии C_s возрастает при увеличении высоты поверхности слоя ила 14, а вследствие этого при определенном, отрегулированном значении Q_s и заданном значении Q_0 поверхность слоя ила 14 будет автоматически стабилизироваться на уровне, соответствующем условию $C_s = C_{ss}$. Используемые обозначения следует понимать следующим образом:

C - концентрация суспензии в активной смеси на входе в пространство сепарации;
 Q_0 - объемный расход свободной от суспензии воды, вытекающей из пространства сепарации;

Q_s - объемный расход сгущенной суспензии, удаляемой из пространства сепарации;

C_s - концентрация удаляемой сгущенной суспензии;

C_{ss} - концентрация удаляемой сгущенной суспензии в установившемся состоянии.

Вследствие такой формы этих зон сепарации потоки жидкости в них помимо вертикальной, направленной вверх составляющей имеют также горизонтальную составляющую, направленную к наклонным стенкам. Вертикальной составляющей потока, действующей на хлопья, противодействует сила тяжести, направленная вниз.

Равнодействующая этих сил направлена в горизонтальном направлении, заставляя хлопья перемещаться к наклонным стенкам. В результате концентрация суспензии у наклонных стенок увеличивается, и образуются суспензионные нисходящие потоки вдоль стенок. В частично псевдооживленном слое ила агломераты хлопьев после соприкосновения с наклонными стенками продолжают падение, так же как суспензионные потоки. Концентрация суспензии в суспензионных потоках далее подвергается влиянию двух противоположных эффектов: с одной стороны, под действием силы тяжести происходит дальнейшее сгущение суспензии в суспензионном потоке, текущем вниз вдоль наклонной стенки; с другой стороны, поток жидкости,двигающийся в противоположном направлении, вверх к пространству сепарации, размывает суспензионный поток, разбавляя суспензию в нем.

Плотные потоки сгущенной суспензии, опускающиеся под поверхность слоя ила 14 вниз вдоль внутренней поверхности наклонной наружной стенки 2 сепаратора 1, поступают в коллекторную трубу 3 для удаления сгущенной суспензии, откуда она отсасывается насосом рециркуляции 12. Поскольку отверстия 7 в коллекторной трубе, служащие для удаления сгущенной суспензии, расположены на верхней стороне трубы, плотные потоки удаляются над коллекторной трубой. Такое устройство препятствует разбавлению удаляемой сгущенной суспензии.

Теоретически допустимое максимальное значение, до которого должна быть снижена скорость потока на уровне поверхности слоя ила 14, чтобы полностью псевдооживленный слой ила начал превращаться в частично псевдооживленный слой ила, составляет около 2-2,2 м/час, т.е. 50 процентов от достигнутых в настоящее время скоростей порядка 4-4,5 метров в час в полностью псевдооживленном слое ила.

Эксперименты с описанным устройством, в котором площадь потока через пространство сепарации непосредственно под уровнем удаления сгущенной суспензии через коллекторную трубу 3 составляла 25 процентов от площади пространства сепарации на уровне удаления жидкости, освобожденной от суспензии, через коллекторную трубу 4,

показали максимальную скорость потока у поверхности слоя ила 14 порядка 1,6-1,9 м/ч. При превышении этого значения слой ила будет переливаться в средства для удаления очищенной жидкости. Результатом является почти удвоенная производительность по сравнению с известными устройствами с частично псевдооживленным слоем ила.

- 5 Эксперименты показали, что оптимальные результаты имеют место, когда объемный расход сгущенной суспензии, удаляемой насосом рециркуляции 12, приблизительно вдвое превышает объемный расход свободной от суспензии воды, вытекающей через выпускную трубу 8, т.е. когда Q_s приблизительно равно $2Q_0$.

- Поскольку излишек сгущенной суспензии удаляется из слоя ила в зоне, расположенной по его периметру в описываемом устройстве, не выпадая через входное отверстие 5, площадь потока через входное отверстие 5 можно сделать меньше, чем в известных устройствах с частично псевдооживленным слоем ила. Вследствие этого слой ила ниже уровня удаления сгущенной суспензии через коллекторную трубу 3 будет функционировать как полностью псевдооживленный слой. Это позволяет воспрепятствовать эффекту выпадения слоя ила при снижении потока суспензии, который в настоящее время ограничивает область применения частично псевдооживленного слоя ила. Чтобы позволить слою ила, расположенному ниже уровня удаления сгущенной суспензии, функционировать в качестве полностью псевдооживленного слоя, скорость потока воды на входе в слой ила должна соответствовать значениям для полностью псевдооживленного слоя ила, т.е. должна поддерживаться в диапазоне от 2 до 6 сантиметров в секунду. Принимая во внимание объемный расход рециркулирующей суспензии и выход устройства, желательно выбрать площадь входного отверстия 5 такой, чтобы она составляла больше 3 процентов, но меньше 6 процентов от площади пространства сепарации на уровне удаления жидкости, освобожденной от суспензии, через коллекторную трубу 4.

- 25 Объемный расход удаляемой сгущенной суспензии в 1,5-3 раза превышает объемный расход свободной от суспензии воды, удаляемой над поверхностью слоя ила.

- В оксидном пространстве 16 и аноксидном пространстве 17 реактора для биологической активационной очистки сточных вод в присутствии активного ила, возвращаемого насосом рециркуляции 12, происходит известный процесс активационной очистки сточных вод, поступающих через впускную трубу 26, а очищенная вода вытекает по выпускной трубе 8 через переливную трубу 9. Если в сточных водах содержатся соединения азота, например бытовые нечистоты, то аноксидное пространство 17 действует как пространство предварительной денитрификации, в котором нитраты восстанавливаются до газообразного азота. Упомянутые нитраты, образующиеся при окислении соединений азота в оксидном пространстве 16, возвращаются в аноксидное пространство 17 в воде, которая течет обратно из оксидного пространства 16 через сепаратор 1 вместе с возвращаемым активным илом через выход 20 насоса рециркуляции 12. Вышеупомянутая компоновка из впускной трубы 26 для сточных вод и выпускного отверстия 20 насоса рециркуляции 12 вместе с потоком, создаваемым мешалкой 27 в канале, образованном отклоняющими стенками 28, приводит в части аноксидного пространства 17 к образованию анаэробных условий, поддерживающих биологическое удаление фосфора, а благодаря описанному расположению соединения 18 введенные сточные воды должны пройти через все аноксидное пространство 17, прежде чем перелиться в оксидное пространство 16.

- Если работа устройства прервана, например, вследствие отключения электропитания или во время простоя, то псевдооживление слоя ила прерывается, слой ила осаждается, и осажденный активный ил накапливается в зоне входного отверстия 5 сепаратора 1. Если перерыв продолжается достаточно долго, осажденный активный ил приобретает гелеподобную структуру, в результате чего в зоне входного отверстия 5 может образоваться пробка, препятствующая функционированию аппарата при возобновлении работы. Поэтому при возобновлении работы в обратный конус 22 подают воду под давлением и сжатый воздух. Они вводятся через отверстия 23 в верхней части обратного конуса 22, создавая значительную турбулентность, которая разрывает слои осажденного ила и очищает зону входного отверстия 5 сепаратора 1. Кроме этой функции обратный

конус 22 имеет еще другое назначение, состоящее в направлении потока под входным отверстием 5 в сепаратор 1 для предотвращения осаждения суспензии на дне резервуара 15 под центром входного отверстия 5.

Пример 2

5 Второй пример реализации устройства согласно изобретению показан на фиг.4 и 5. Сепаратор 1, так же как в примере 1, ограничен расширяющейся вверх конической наружной стенкой 2. Нижняя часть сепаратора 1 содержит внутреннюю коническую стенку 29, нижняя кромка которой соединена с нижней кромкой наружной стенки 2 (фиг.4). Внутренняя стенка 29 ограничивает также расширяющееся вверх пространство и доходит
10 до уровня от одной трети до половины высоты пространства сепарации. Соответственно пространство сепарации в нижней части сепаратора 1 ограничено внутренней стенкой 29, а в верхней части - наружной стенкой 2. Таким образом, пространство сепарации занимает часть внутреннего пространства сепаратора 1 или, иными словами, внутреннее пространство сепаратора содержит пространство сепарации. Наружная стенка 2 выше
15 верхней кромки 30 внутренней стенки 29 имеет коническую форму, а ниже уровня верхней кромки 30 она имеет форму эллиптического купола, наклон которого уменьшается от 52° - 60° до 30° - 40° .

Зона между наружной стенкой 2 и внутренней стенкой 29 образует пространство 31 сгущения суспензии, в нижней части которого находится средства для удаления сгущенной
20 суспензии в виде коллекторной трубы 32, изогнутой с образованием кольца. Эта коллекторная труба 32 предпочтительно имеет круглое сечение и служит опорной конструкцией, поддерживая с наружной стороны нижнюю кромку наружной стенки 2, а с внутренней стороны - нижнюю кромку внутренней стенки 29. Нижняя кромка внутренней стенки 29 образует вход, служащий входным отверстием 5 в пространство сепарации сепаратора 1. Не показанные на чертеже отверстия в коллекторной трубе 32 для удаления
25 сгущенной суспензии выполнены в области нижней кромки наружной стенки 2. Коллекторная труба 32 через трубу 11 соединена с насосом рециркуляции 12, так же как в примере 1.

В итоге можно сказать, что нижняя часть пространства сепарации ограничена по
30 меньшей мере одной по меньшей мере частично наклонной внутренней стенкой 29, а пространство между нижней частью наружной стенки 2 и внутренней стенкой 29 образует пространство сгущения 31. Промежуток или участок промежутка между верхним краем этой внутренней стенки 29 и наружной стенкой 2, имеющий форму кольца в данном примере, является местом удаления сгущенной суспензии, в котором сгущенная суспензия
35 выводится из пространства сепарации. Этот промежуток является также входом в пространство сгущения 31, в нижней части которого размещаются средства для удаления сгущенной суспензии.

Верхняя часть наружной стенки 2, так же как в примере 1, содержит средства для удаления жидкости, освобожденной от суспензии, представляющие собой кольцевую
40 коллекторную трубу 4 треугольного сечения с отверстиями 6 на наклонной внутренней стороне для удаления жидкости, освобожденной от суспензии. Коллекторная труба 4 заканчивается выпускной трубой 8, в которой установлена переливная труба 9 для поддержания постоянного уровня поверхности воды 10 в сепараторе 1.

Реактор для биологической активационной очистки сточных вод, содержащий описанное
45 в примере 2 устройство, тот же самый, что и в примере 1. Устройство, описанное в примере 2, работает таким же образом, как и устройство, описанное в примере 1, с единственным отличием, состоящим в том, что плотные потоки со сгущенной суспензией, идущие вниз под поверхностью слоя ила 14 по внутренней стороне наклонной наружной
50 стенки 2, на уровне верхней кромки 30 внутренней стенки 29 втекают в пространство сгущения 31 через кольцевой промежуток между этим верхним краем 30 и наружной стенкой 2. Здесь происходит дальнейшее сгущение суспензии перед ее откачкой насосом рециркуляции 12 через отверстия в коллекторной трубе 32. Это сгущение происходит благодаря тому, что эффект разбавления противотоком жидкости, поступающей в

пространство сепарации, в пространстве сгущения 31 исключен, и поэтому во время прохождения плотных потоков вниз по внутренней стороне наружной стенки 2 преобладает эффект сгущения. Жидкость, или возможно, разбавленная суспензия, вытесняемая из плотного потока в процессе сгущения, течет вдоль наружной стороны наклонной

5 внутренней стенки 29 вверх, возвращаясь в слой ила. К этому добавляется поток жидкости с суспензией, поднимающийся в пространстве сепарации и соединяющийся с потоком вытесненной жидкости над верхней кромкой 30 наклонной внутренней стенки 29. Вследствие большей плотности суспензии, удаленной насосом рециркуляции 12, и, следовательно, более высокой концентрации C_s сгущенной суспензии при тех же

10 значениях Q_0 и Q_s концентрация C суспензии в воде, втекающей в пространство сепарации через входное отверстие 5, выше, чем в примере 1. Благодаря тому что сгущенная суспензия отсасывается коллекторной трубой 32 около дна пространства сгущения 31, общий поток в пространстве сгущения 31 убывает, способствуя тем самым движению суспензии вниз, и наклон наружной стенки 2 в этой зоне может быть меньше, чем наклон

15 в верхней части сепаратора 1. Экспериментальное изучение скольжения флокулирующей суспензии вдоль наклонных стенок в присутствии нисходящего течения показало, что при наклоне стенок порядка 30° - 40° оседание хлопьев суспензии на этих стенках не наблюдается и, следовательно, такой наклон допустим для нижней части наружной стенки 2 в нижней части пространства сгущения 31.

Пример 3

Третий вариант устройства согласно изобретению проиллюстрирован на фиг.6 и 7.

В этом варианте имеется продольный сепаратор 1 в форме расширяющейся вверх призмы, образованной наклонными наружными стенками 33 и 34, каждая из которых

25 снабжена, так же как в примере 1, коллекторными трубами 35 и 36 для удаления сгущенной суспензии, соединенными с насосом рециркуляции 12 и расположенными на уровне половины высоты этих стенок. Внутреннее пространство сепаратора 1 является пространством сепарации. Коллекторные трубы 35 и 36 прикреплены к наклонным

30 наружным стенкам 33 и 34. В месте расположения коллекторных труб 35 и 36 верхние части наружных стенок 33 и 34 смещены относительно нижних частей, так что сепаратор 1 и, следовательно, пространство сепарации в этом месте имеет скачкообразное расширение. Коллекторные трубы для удаления сгущенной суспензии снабжены отверстиями 37 в стенках труб 35 и 36, обращенных к верхней части смещенных наклонных

наружных стенок 33 и 34.

Нижние кромки наклонных наружных стенок 33 и 34 образуют входное отверстие 38 в сепаратор 1 в форме продолговатой прямоугольной щели. На уровне входного отверстия

35 38 наклонные наружные стенки 33 и 34 оснащены промывными трубами 39 и 40, в которых выполнены по меньшей мере два ряда отверстий 41 для впуска воды и воздуха.

Верхняя часть сепаратора 1 содержит коллекторные трубы 42 и 43 для удаления жидкости, освобожденной от суспензии, снабженные переливными трубами 9 аналогично

40 предыдущим примерам реализации. Все переливные трубы 9 установлены на одном и том же уровне, чтобы обеспечить единообразный слив жидкости. Коллекторные трубы 42 и 43 снабжены отверстиями 48 на верхней стороне для впуска очищенной воды (фиг.7). Вдоль верхней кромки наклонных наружных стенок 33 и 34 расположены впускные трубы 44 и 45 для подачи сжатого воздуха.

По меньшей мере некоторые функциональные трубы или, возможно, все функциональные трубы наружных стенок 33 и 34, т.е. коллекторные трубы 35 и 36 для

45 удаления сгущенной суспензии, коллекторные трубы 42 и 43 для удаления жидкости, освобожденной от суспензии, впускные трубы 44 и 45 для подачи сжатого воздуха и промывные трубы 39 и 40 являются элементами опорной конструкции для наклонных

50 наружных стенок 33 и 34. К этой опорной конструкции прикреплены стеновые элементы с образованием наклонных наружных стенок 33 и 34. Устройство для отделения флокулированной суспензии, описываемое в данном примере, является частью реактора для биологической активационной очистки сточных вод, состоящего из резервуара 15,

разделенного на оксидное пространство 16 и аноксидное пространство 17, сообщаемые между собой через соединение 18. В оксидном пространстве 16 расположен сепаратор 1, входное отверстие 38 которого сообщается с оксидным пространством 16, тогда как выход 20 насоса рециркуляции 12 выведен в аноксидное пространство 17.

5 Сепаратор 1 закрыт вертикальными фасадами, образованными частями перегородки 19, разделяющей резервуар 15 на оксидное пространство 16 и аноксидное пространство 17, и частью передней стенки резервуара 15, не показанной на фиг.6 и 7.

Прилегающая к нижней кромке одной наружной наклонной стенки 34 замыкающая стенка 46 доходит до дна резервуара 15, до перегородки 19 и до передней стенки резервуара 15. Вследствие этого часть оксидного пространства 16 между правой наклонной наружной стенкой 34 и стенками резервуара 15 замкнута и сообщается с другими пространствами только через соединение 18 в перегородке 19 и проходы 47 (фиг.7), расположенные около дна резервуара 15 в той части замыкающей стенки 46, которая наиболее удалена от аноксидного пространства 17. Стоит упомянуть также, что перегородка 19 вместе с 15 правой наклонной наружной стенкой 34 делит оксидное пространство 16 на две части, сообщаемые между собой проходами 47. Одна часть оксидного пространства 16 сообщается через соединение 18 с аноксидным пространством 17, а другая часть оксидного пространства 16 сообщается с сепаратором 1 через входное отверстие 38. Замыкающая стенка 46 может быть присоединена также к левой наружной наклонной 20 стенке 33, но в этом случае соединение 18 должно быть выполнено с левой стороны, так как оба эти элемента должны находиться в одной и той же части оксидного пространства 16.

Оксидное пространство 16 оснащено также аэрационными элементами 24, соединенными с впускной трубой 25 для сжатого воздуха. Конструкция и оснащение 25 аноксидного пространства такие же, как в предыдущих примерах.

Описанный третий вариант устройства функционирует аналогично описанному выше первому варианту с той разницей, что замыкающая стенка 46 исключает сокращение прохождения потоков в оксидном пространстве 16 и, следовательно, активационная смесь, поступающая через соединение 18, должна сначала пройти через первую часть оксидного 30 пространства 16, и только после этого, пройдя через проходы 47, может продолжить движение из второй части оксидного пространства 16 через входное отверстие 38 в пространство сепарации. Другое различие состоит в том, что очистка области входного отверстия 38 в сепаратор 1 после перерыва в работе осуществляется путем ввода сжатого воздуха и воды под давлением в промывные трубы 39 и 40, где при одновременном 35 введении обеих сред воздух устремляется через отверстия 41 в верхней части промывных труб 39 и 40, а вода выбрасывается через отверстия 41, расположенные в нижней части промывных труб 39 и 40.

Пример 4

40 Четвертый пример реализации устройства согласно изобретению проиллюстрирован на фиг.8 и 9.

Сепаратор 1 согласно этому примеру по существу ограничен расширяющимися кверху наклонными наружными стенками 50 и 51. В нижней части сепаратора 1 находятся наклонные внутренние стенки 52 и 53, нижние кромки которых соединены с нижними кромками наружных стенок 50 и 51 (фиг.8) аналогично реализации, описанной в примере 45 2. Внутренние стенки 52 и 53 ограничивают пространство, расширяющееся кверху и достигающее по высоте от одной трети до половины высоты сепаратора 1. Пространство сепарации, в котором фактически происходит разделение, ограничено этим внутренними стенками 52 и 53 в нижней части сепаратора 1 и наружными стенками 50 и 51 в верхней части сепаратора 1. Выше уровня верхних кромок 54 и 55 внутренних стенок 52 и 53 50 наружные стенки 50 и 51 наклонены под углом от 52° до 60°. Ниже уровня верхних кромок 54 и 55 внутренних стенок 52 и 53 и приблизительно на уровне удаления сгущенной суспензии наружные стенки 50 и 51 имеют наклон от 30° до 40°.

Зона между наружной стенкой 50 или 51 и внутренней стенкой 52 или 53 является

пространством сгущения 56 суспензии, а в нижней части этого пространства установлено устройство для удаления сгущенной суспензии в виде коллекторных труб 57 и 58. Вход в пространство сгущения 56 на уровне верхних кромок 54 и 55 внутренних стенок 52 и 53 имеет форму двух прямоугольников и является местом удаления сгущенной суспензии из пространства сепарации.

Коллекторные трубы 57 и 58 служат также наружными опорными конструкциями, к которым прикреплены нижние кромки стенок 50 и 51, и внутренними опорными конструкциями, несущими нижние кромки внутренних стенок 52 и 53. Нижние кромки внутренних стенок 52 и 53 совместно с перегородкой 19 и передней стенкой резервуара 15 образуют прямоугольное входное отверстие, служащее входным отверстием 59 в сепаратор 1 и, таким образом, в пространство сепарации. Отверстия 60 в коллекторных трубах 57 и 58 для удаления сгущенной суспензии выполнены вблизи нижних кромок наружных стенок 50 и 51. Коллекторные трубы 57 и 58 соединены трубой 11 с насосом рециркуляции 12 аналогично примеру 2.

Так же, как в примере 3, прилегающая к нижней кромке одной наружной наклонной стенки 51 замыкающая стенка 46 доходит до дна резервуара 15, до перегородки 19 и до передней стенки резервуара 15 и имеет то же назначение, что и в примере 3. Проходы 47 также выполнены аналогичным образом. Для лучшего понимания чертежей проходы 47 и замыкающая стенка 46 изображены только на фиг.9, но не на фиг.8.

В верхней части пространства сепарации находятся коллекторные трубы 61 и 62 для удаления жидкости, освобожденной от суспензии. В верхней части этих труб выполнены отверстия 48 для впуска очищенной жидкости. Вертикальные участки (фиг.9) коллекторных труб 61 и 62 соединены с выпускной трубой 67 (фиг.8 и 9) для очищенной жидкости как раз в том месте, где наклонные наружные стенки 50 и 51 образуют угол. Эти трубы также являются частью опорной конструкции наружных стенок 50 и 51. Выпускная труба 67 для очищенной жидкости расположена на уровне удаления сгущенной суспензии из пространства сепарации, который по существу совпадает с уровнем верхних кромок 54 и 55 внутренних стенок 52 и 53.

Коллекторные трубы 61 и 62 снабжены переливными трубами 63. Все переливные трубы 63 расположены на одном и том же уровне, чтобы обеспечить однообразный слив жидкости. На верхних кромках наклонных наружных стенок 50 и 51 расположены впускные трубы 64 и 65 для подачи сжатого воздуха, также являющиеся частью опорной конструкции наружных стенок 50 и 51. Вблизи дна 21 резервуара 15 расположена очистная труба 66 (фиг.8), которая не показана на фиг.9, чтобы сохранить наглядность чертежа.

Примерный реактор для биологической активационной очистки сточных вод, содержащий данный вариант устройства для отделения флокулирующей жидкости, в принципе тот же, что и в примере 3.

Устройство, описанное в примере 4, функционирует аналогично устройству, описанному в примере 2 с той разницей, что вместо обратного конуса 22 очистная труба 66 может функционировать в качестве промывной трубы, если ее присоединить к источнику воды и воздуха для очистки области входного отверстия 59 в сепаратор 1. Другое отличие вызвано тем, что замыкающая стенка 46 с проходами 47 направляет поток в оксидное пространство 16 аналогично предшествующему реактору в примере 3.

Кроме описанных функциональных частей во всех приведенных примерах реализации изобретения используются различные, как правило, не показанные, несущие колонны, опорные элементы и, возможно, другие известные конструктивные элементы. Во всех реализациях пространство сепарации в сепараторе 1 по существу расширяется в направлении вверх, причем как выше уровня удаления сгущенной суспензии, так и ниже этого уровня.

Способ и устройство для реализации способа в соответствии с изобретением не ограничиваются только приведенными примерами, но включают также все очевидные для специалистов модификации описанных базовых реализации изобретения. Расширяющийся в направлении вверх сепаратор 1 может содержать, например, также цилиндрические и

подобные участки, т.е. не должен обязательно расширяться непрерывно. То же относится и к внутренним стенкам 29, 52, 53. Только преобладающие участки функциональных труб, в особенности коллекторных труб 3, 4, 32, 35, 36, 57, 58, могут располагаться около стенок сепаратора 1, а остальные участки могут находиться снаружи или внутри

5 сепаратора 1. Однако важно, чтобы по меньшей мере преобладающие части коллекторных труб 3, 35, 36 для сгущенной суспензии располагались около наружной стенки или наружных стенок пространства сепарации, или, возможно, в их внешних граничных зонах.

Кроме того, функциональные участки коллекторных труб 3, 35, 36 для сгущенной суспензии расположены по высоте на уровне от 1/4 до 3/4 от расстояния между уровнем входных отверстий 5, 38, 39 в пространство сепарации и уровнем удаления очищенной жидкости. Под функциональными участками понимаются участки коллекторных труб 3, 35, 36, содержащие отверстия 7, 37 для впуска сгущенной суспензии.

Коллекторные трубы 32, 57, 58 в пространстве сгущения 31, 56 служат для удаления сгущенной суспензии. Они предпочтительно установлены приблизительно на уровне 15 входных отверстий 5, 38, 59 в пространство сепарации, но могут располагаться немного выше или ниже этого уровня.

Способ и устройство согласно изобретению предназначены в особенности для отделения флокулирующей суспензии в процессе обработки сточных вод, а именно для муниципальных и межмуниципальных очистных сооружений, равно как и для малых 20 установок отелей и отдельных домов. Они пригодны для обработки сточных вод промышленных и горнодобывающих предприятий, а также сельскохозяйственных предприятий, например, для обработки жидкого навоза животноводческих ферм.

Перечень элементов:

1. сепаратор
- 25 2. наружная стенка пространства сепарации
3. коллекторная труба углового сечения для удаления сгущенной суспензии
4. коллекторная труба треугольного сечения для удаления свободной от суспензии жидкости
5. входное отверстие, образованное входом в пространство сепарации
- 30 6. отверстия в трубе 4
7. отверстия в трубе 3
8. выпускная труба
9. переливная труба
10. поверхность воды
- 35 11. труба
12. насос рециркуляции
13. цилиндрический концевой элемент
14. поверхность слоя ила
15. резервуар
- 40 16. оксидное пространство
17. аноксидное пространство
18. соединение
19. перегородка, отделяющая оксидное пространство от аноксидного
20. выход насоса рециркуляции
- 45 21. дно резервуара
22. обратный конус
23. отверстия в обратном конусе
24. аэрационный элемент
25. впускная труба для воздуха
- 50 26. впускная труба для сточных вод
27. мешалка
28. отклоняющая стенка
- С - концентрация суспензии на входе в пространство сепарации

Q_0 - объемный расход свободной от суспензии воды, вытекающей из пространства сепарации

Q_s - объемный расход сгущенной суспензии, удаляемой из пространства сепарации

C_s - концентрация удаляемой сгущенной суспензии

5 C_{ss} - концентрация удаляемой сгущенной суспензии в установившемся состоянии

Пример 2

29. внутренняя стенка

30. верхняя кромка внутренней стенки

31. пространство сгущения

10 32. коллекторная труба

Пример 3

33. наклонная наружная стенка

34. наклонная наружная стенка

35. коллекторная труба

15 36. коллекторная труба

37. отверстия

38. входное отверстие в пространство сепарации

39. промывные трубы

40. промывные трубы

20 41. отверстия в промывной трубе

42. коллекторные трубы для удаления свободной от суспензии жидкости

43. коллекторные трубы для удаления свободной от суспензии жидкости

44. впускная труба для подачи сжатого воздуха

45. впускная труба для подачи сжатого воздуха

25 46. замыкающая стенка

47. проходы в замыкающей стенке

48. отверстия в коллекторной трубе для удаления свободной от суспензии жидкости

Пример 4

50. наружная стенка

30 51. наружная стенка

52. внутренняя стенка

53. внутренняя стенка

54. верхняя кромка внутренней стенки 52

55. верхняя кромка внутренней стенки 53

35 56. пространство сгущения

57. коллекторная труба для суспензии

58. коллекторная труба для суспензии

59. входное отверстие в сепаратор

60. отверстия в коллекторных трубах 57 и 58

40 61. коллекторные трубы для свободной от суспензии воды

62. коллекторные трубы для свободной от суспензии воды

63. переливная труба

64. впускная труба для сжатого воздуха

65. впускная труба для сжатого воздуха

45 66. очистная труба

67. выпускная труба для очищенной воды (фиг.8)

Формула изобретения

1. Способ сепарирования суспензии, в частности для обработки сточных вод, в котором
50 флокулирующую суспензию отделяют от жидкости путем фильтрации в псевдоожиженном слое ила, имеющего по существу наклонную наружную границу, при этом суспензия сгущается, а псевдоожижение поддерживают восходящим потоком жидкости, при этом жидкость с суспензией вводят в псевдоожиженный слой снизу, а свободную от суспензии

жидкость выводят над поверхностью слоя ила, представляющей собой поверхность раздела между псевдооживленным слоем и свободной от суспензии жидкостью, и сгущенную суспензию удаляют из псевдооживленного слоя, причем скорость восходящего потока в псевдооживленном слое уменьшают по существу по направлению вверх,

5 отличающийся тем, что излишек сгущенной суспензии удаляют по наклонной наружной границе псевдооживленного слоя от плотных потоков сгущенной суспензии, опускающихся вдоль наклонной наружной границы псевдооживленного слоя, причем выше уровня удаления излишка сгущенной суспензии создают псевдооживленный слой в виде частично псевдооживленного слоя ила, где образуются агломераты хлопьев сгущенной суспензии,
10 которые опускаются вдоль наклонной наружной границы к участку удаления, а ниже уровня удаления создают псевдооживленный слой в виде полностью псевдооживленного слоя ила, где поток жидкости с суспензией распределяется в частично псевдооживленный слой ила.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что на границе частично псевдооживленного слоя ила и полностью псевдооживленного слоя ила скорость восходящего потока резко
15 уменьшается.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что в случае концентрации втекающей суспензии, превышающей 1 кг сухого вещества на кубический метр, скорость восходящего потока воды непосредственно над поверхностью слоя ила составляет от 1,6 до 2,2 м/ч.

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что скорость потока воды на входе в слой ила
20 составляет от 2 до 6 см/с.

5. Способ по любому из пп.1-4, отличающийся тем, что объем удаляемого излишка сгущенной суспензии составляет от 1,5 до 3 объемов свободной от суспензии воды, удаляемой над поверхностью слоя ила.

6. Устройство для сепарирования флокулирующей суспензии путем фильтрации в
25 псевдооживленном слое ила, в частности для обработки сточных вод, для осуществления способа, охарактеризованного в пп.1-5, содержащее расширенный по существу вверх сепаратор (1), имеющий наклонные наружные стенки (2, 33, 34, 50, 51), внутренний объем которого содержит пространство сепарации, с нижней частью, снабженной входным отверстием (5, 38, 59) для жидкости с суспензией, и верхней частью, снабженной
30 средствами (4, 42, 43, 61, 62) для удаления свободной от суспензии жидкости, причем в процессе эксплуатации в пространстве сепарации расположен псевдооживленный слой ила, над уровнем (14) которого находится очищенная вода, и сгущенная суспензия удаляется из пространства сепарации, отличающееся тем, что пространство сепарации в сепараторе (1) по меньшей мере на одном участке выше входного отверстия (5, 38, 59) сепаратора
35 (1) и ниже поверхности слоя ила (14) расширено по направлению вверх за счет того, что указанное пространство сепарации ограничено наклонными стенками, а на уровне этого расширения по меньшей мере вблизи одной из наружных стенок (2, 33, 34, 50, 51) сепаратора (1) в пространстве сепарации сепаратора (1) расположен, по меньшей мере, один участок удаления излишка сгущенной суспензии, опускающейся в виде плотных
40 потоков вдоль наклонной наружной границы из псевдооживленного слоя ила.

7. Устройство по п.6, отличающееся тем, что пространство сепарации в нижней части сепаратора (1) ограничено по меньшей мере частично одной наклонной внутренней стенкой (29, 52, 53), а пространство между нижней частью наружной стенки (2, 50, 51) и внутренней стенкой (29, 52, 53) образует пространство сгущения (31, 56), при этом
45 промежуток между верхней кромкой (30, 54, 55) внутренней стенки (29, 52, 53) и наружной стенкой (2, 51, 52) представляет собой участок резкого расширения и участок удаления сгущенной суспензии из пространства сепарации.

8. Устройство по п.7, отличающееся тем, что промежуток между верхней кромкой (30, 54, 55) внутренней стенки (29, 52, 53) и наружной стенкой (2, 51, 52) образует вход в
50 пространство сгущения (31, 56), снабженное в нижней части средствами (32, 57, 58) для удаления сгущенной суспензии.

9. Устройство по п.7, отличающееся тем, что наклонная наружная стенка (50, 51) сепаратора (1) образует угол в зоне удаления сгущенной суспензии, причем верхняя

часть наружной стенки, расположенная над этим уровнем, имеет больший наклон, чем расположенная ниже нижняя часть наружной стенки.

10. Устройство по п.6, отличающееся тем, что средства для удаления сгущенной суспензии расположены на участке удаления и образованы перфорированной

5 коллекторной трубой (3, 35, 36), а резкое расширение пространства сепарации в области расположения коллекторной трубы образовано смещением наружной стенки (2, 33, 34), соединенной снизу и сверху с коллекторной трубой (3, 35, 36), а отверстия (7, 37) для удаления излишка сгущенной суспензии выполнены в стенке коллекторной трубы (3, 35, 36), обращенной к верхней части смещенной наклонной наружной стенки (2, 33, 34).

10 11. Устройство по п.6, отличающееся тем, что площадь входного отверстия (5, 38, 59) в пространство сепарации составляет более 3 процентов и менее 6 процентов поверхности пространства сепарации на уровне удаления свободной от суспензии жидкости.

12. Устройство по п.6, отличающееся тем, что площадь пространства сепарации непосредственно под уровнем удаления излишка сгущенной суспензии составляет более
15 20 процентов, а непосредственно над уровнем удаления излишка сгущенной суспензии составляет менее 70 процентов поверхности пространства сепарации на уровне удаления свободной от суспензии жидкости.

13. Устройство по п.6, отличающееся тем, что входное отверстие (5, 38, 59) в пространство сепарации и уровень удаления свободной от суспензии жидкости отстоят от
20 уровня удаления сгущенной суспензии более чем на один метр по вертикали.

14. Устройство по п.6, отличающееся тем, что высота уровня удаления сгущенной суспензии над входным отверстием (5, 38, 59) в пространство сепарации составляет от 1/4 до 3/4 высоты уровня удаления свободной от суспензии жидкости над входным отверстием (5, 38, 59) в пространство сепарации.

25 15. Устройство по любому из пп.6-14, отличающееся тем, что содержит функциональные трубы, причем по меньшей мере одна функциональная труба, выбранная из группы, включающей коллекторные трубы (3, 35, 36) для излишка сгущенной суспензии, коллекторные трубы (32, 57, 58) для удаления излишка сгущенной суспензии, коллекторные трубы (4, 42, 43, 61, 62) для удаления свободной от суспензии жидкости,
30 выпускные трубы (11, 67), впускные трубы (25, 44, 45, 64, 65) для сжатого воздуха и промывные трубы (39, 40), образует часть опорной конструкции для наружных стенок (2, 33, 34, 50, 51) пространства сепарации.

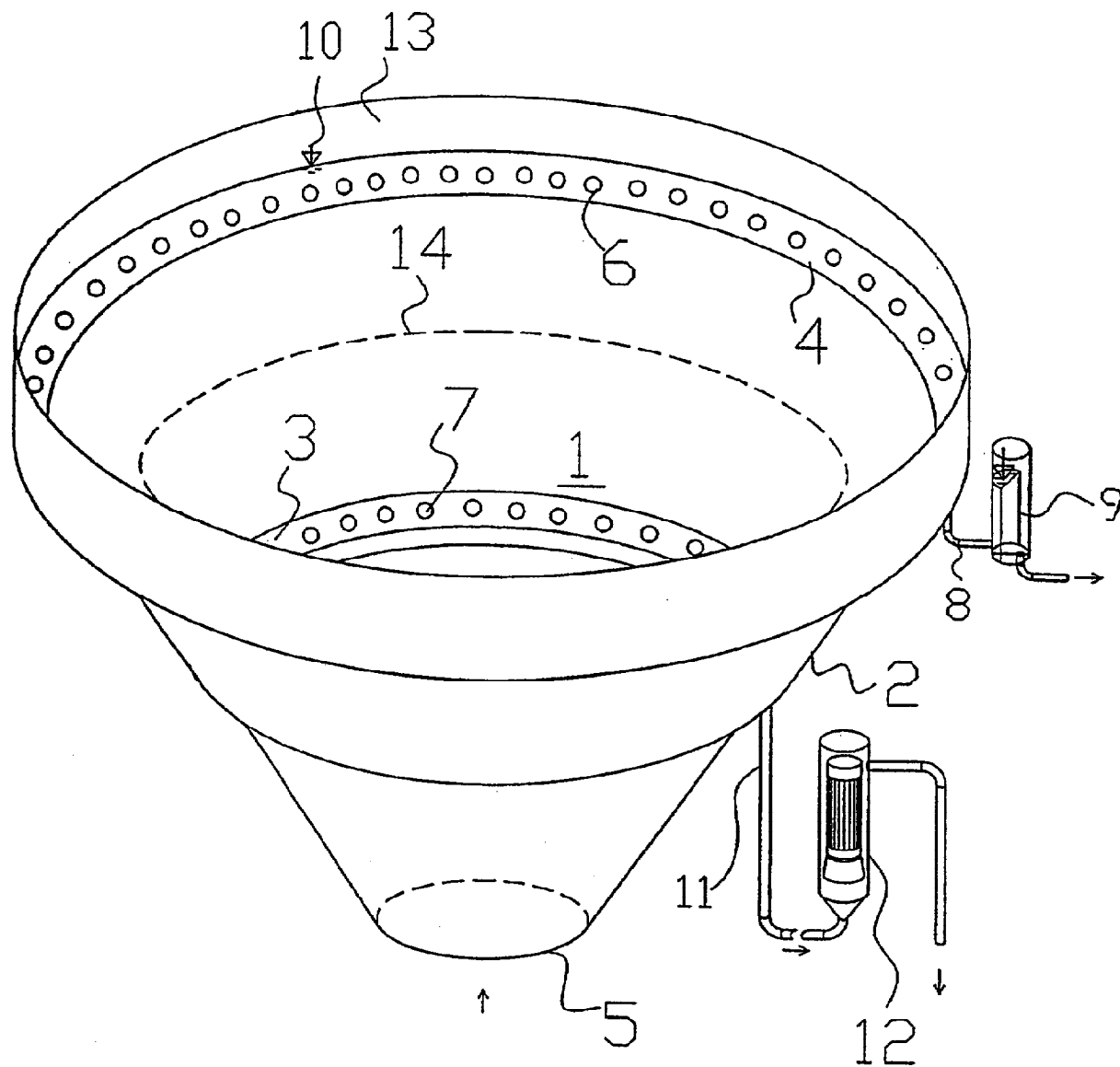
16. Устройство по п.6 или 7, отличающееся тем, что угол наклона верхней части наружной стенки (2, 33, 34, 50, 51) составляет от 52 до 60°.

35 17. Устройство по п.9, отличающееся тем, что угол наклона внутренней стенки (29, 52, 53) составляет от 52 до 60°, а угол наклона нижней части наружной стенки (2, 50, 51) составляет от 30 до 40°.

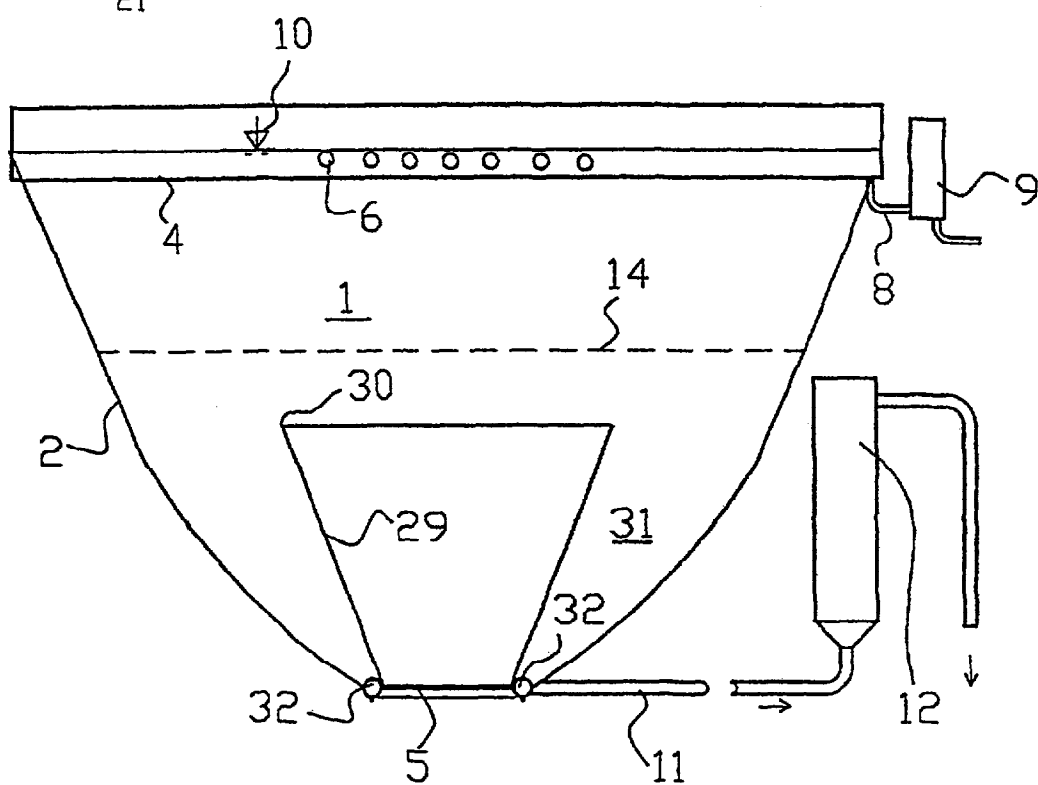
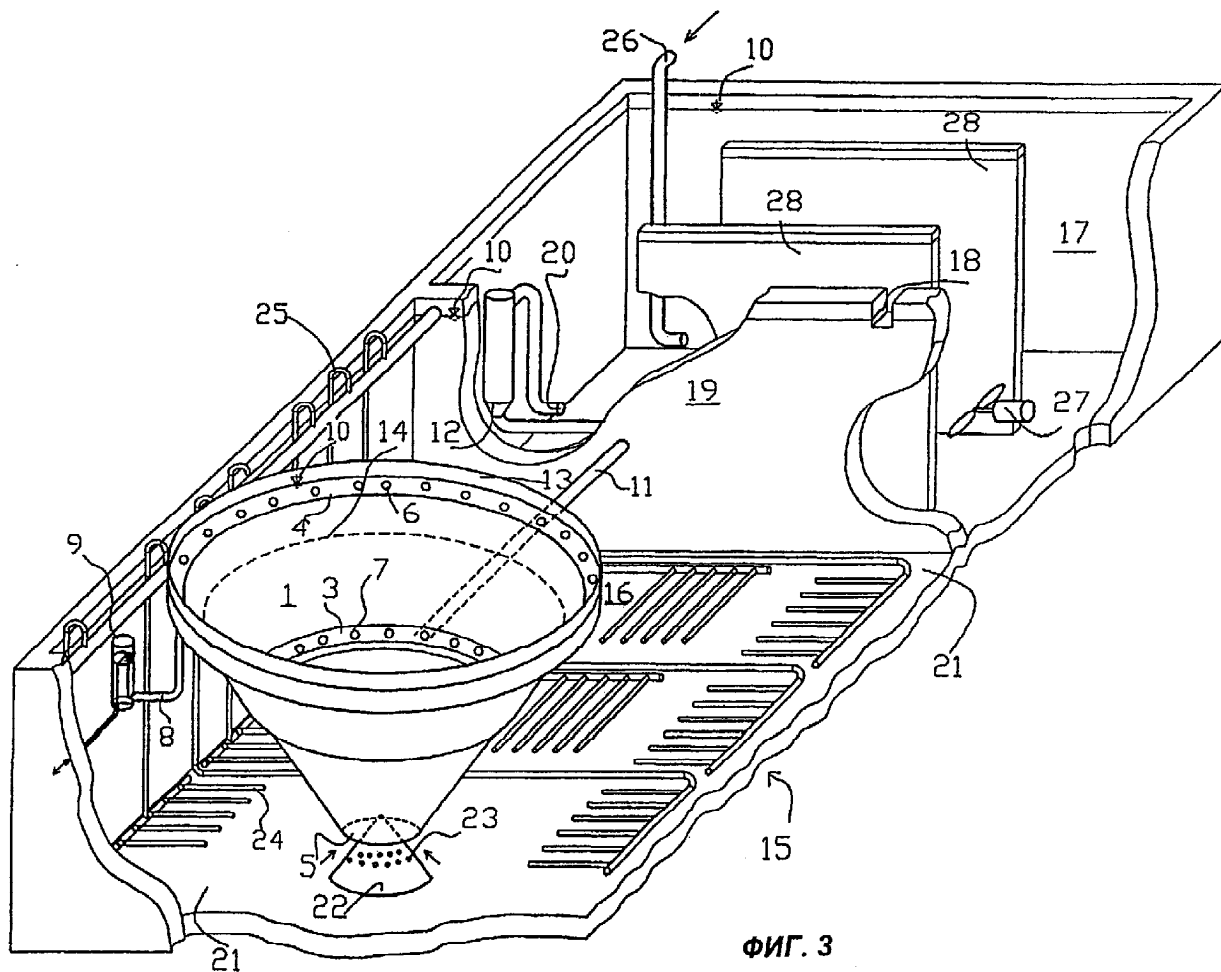
40

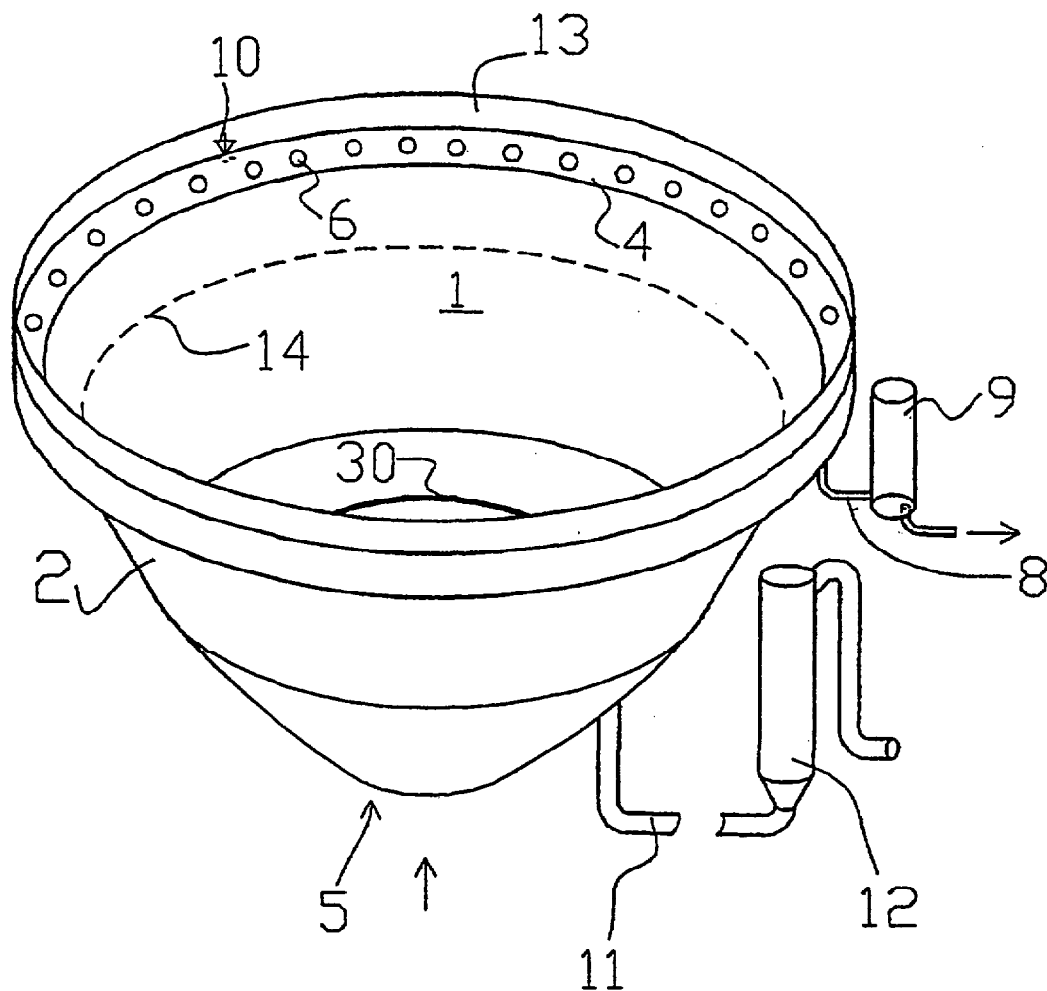
45

50

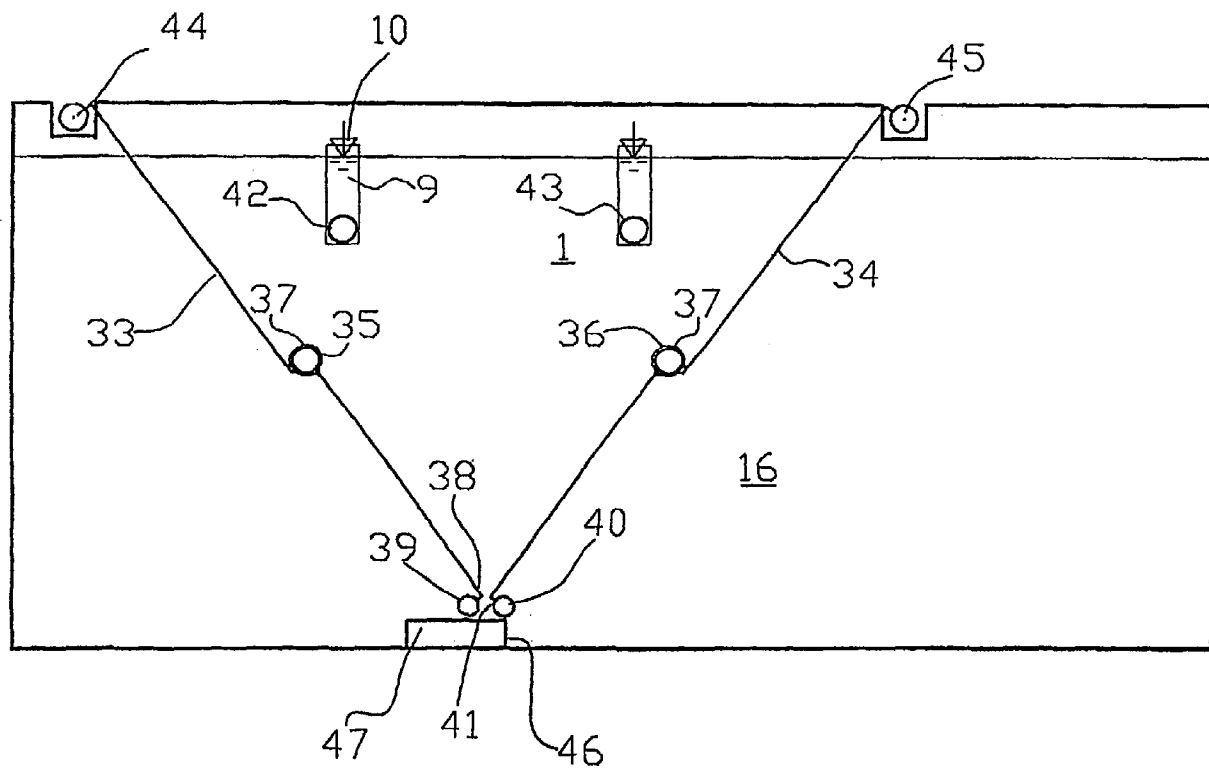


ФИГ. 2

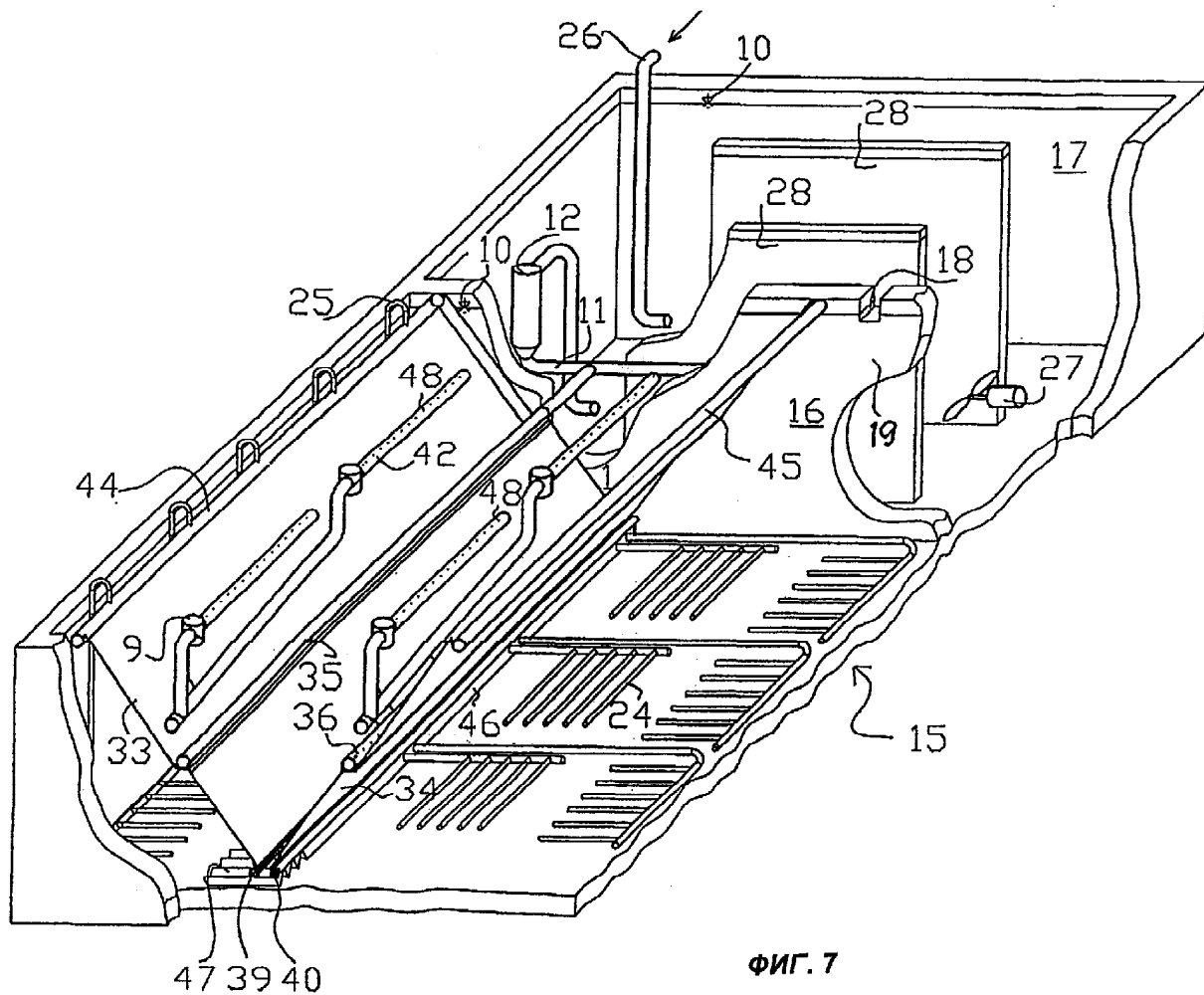


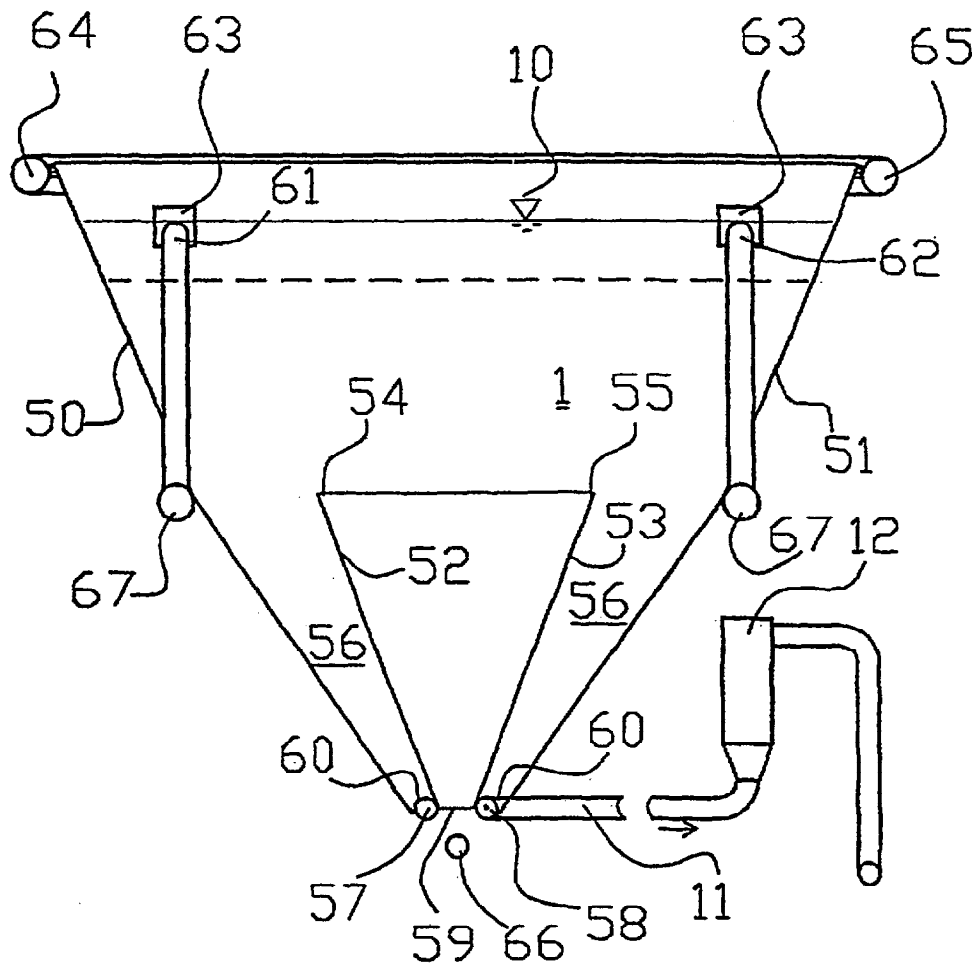


ФИГ. 5

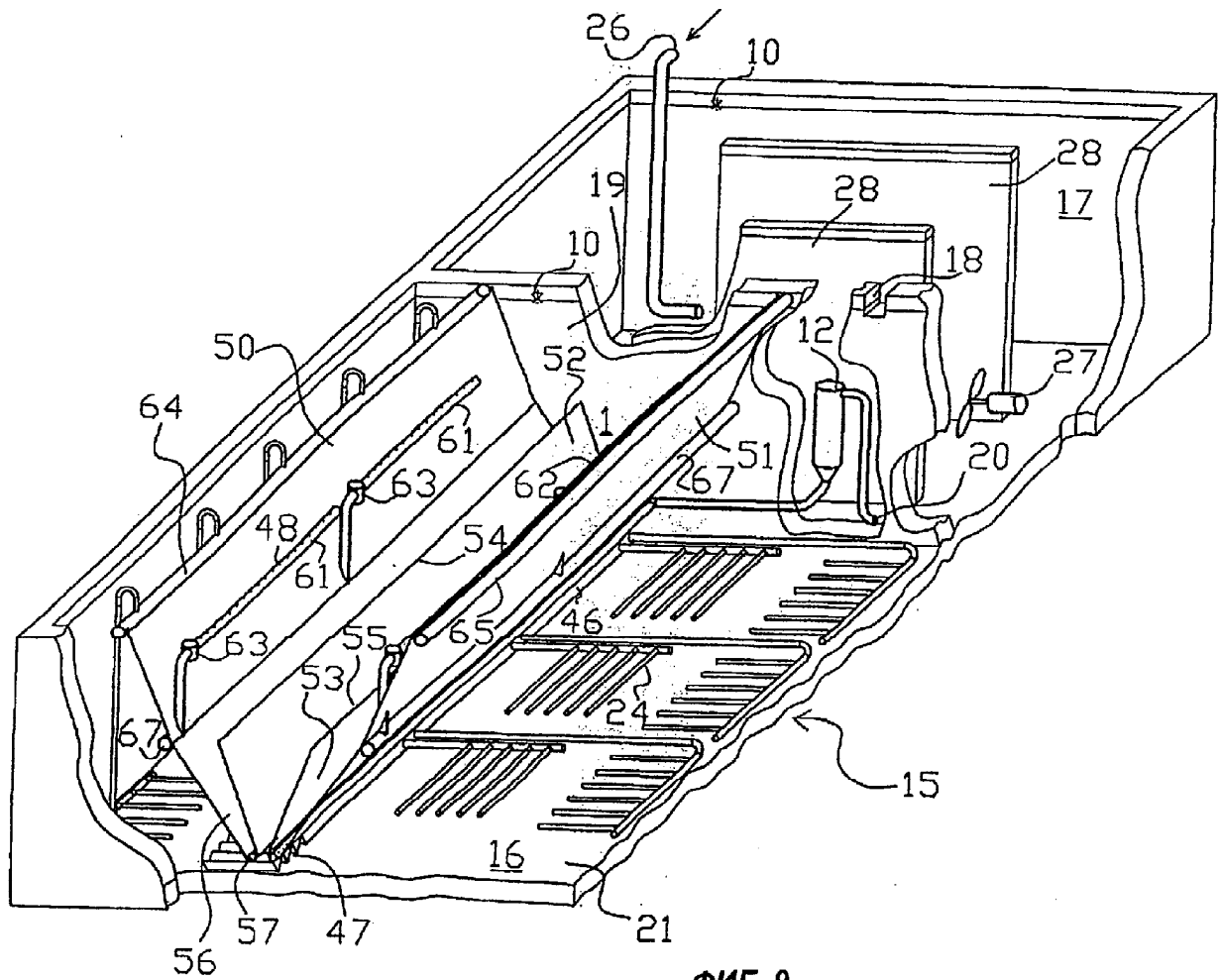


ФИГ. 6





ФИГ. 8



ФИГ. 9