



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014106379/05, 20.02.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
20.02.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 20.02.2014

(45) Опубликовано: 10.04.2015 Бюл. № 10

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2411719 C1, 20.02.2011. SU 691206
A, 15.10.1979. RU 37386 U1, 20.04.2004. US
2011120959 A1, 26.05.2011. WO 1993001877 A1,
04.02.1993

Адрес для переписки:

404180, Волгоградская обл., Светлоярский р-он,
п. Кирова, ул. Топольковая, 7, Новикову А.Е.

(72) Автор(ы):

Новиков Андрей Евгеньевич (RU),
Ламскова Мария Игоревна (RU),
Моторин Вадим Андреевич (RU),
Филимонов Максим Игоревич (RU),
Моисеева Дарья Викторовна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
Волгоградский государственный аграрный
университет (RU)

(54) УСТРОЙСТВО ВОДООЧИСТКИ

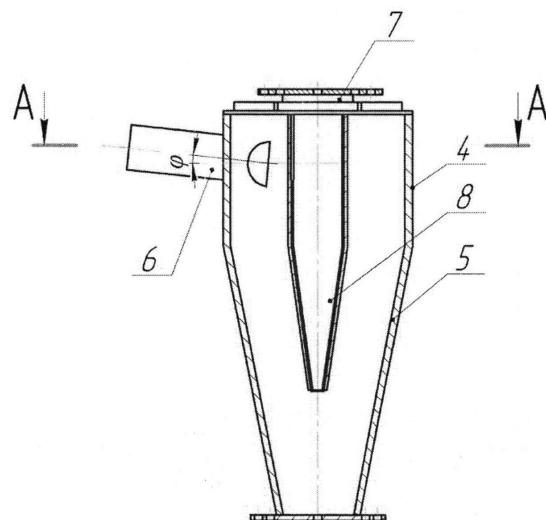
(57) Реферат:

Изобретение относится к устройствам для
разделения неоднородных жидких сред.
Устройство водоочистки включает гидроциклон
с питающим и сливным патрубками,
фильтрующий элемент, расположенный во
внутренней части гидроциклона, нижний конец
которого заглушен, а на верхнем, посредством
резьбы, смонтирован устойчивый к коррозии
сливной патрубок с фланцем, прифланцованный
к выходному патрубку гидроциклона, входной,
выходной и промывной трубопроводы с
соответствующими патрубками и задвижками,
позволяющие периодически изменять режим
работы: фильтрация водной суспензии
гидроциклоном и фильтрующим элементом;
промывка фильтрующего элемента и сборника
отходов очистки обратным током водной
суспензии в сбросную систему, сборник отходов

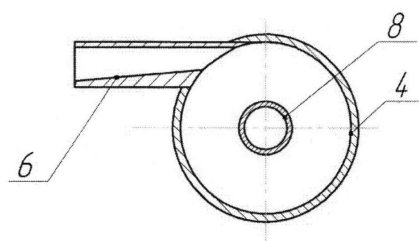
очистки с быстросъемной крышкой и
трубопроводным краном. Фильтрующий элемент
выполнен из цилиндрической и конической частей,
сопряженных в плоскости совмещения
цилиндрической и конической частей
гидроциклона. Стороны конической части
фильтрующего элемента параллельны сторонам
конической части гидроциклона. Выходное
отверстие питающего патрубка гидроциклона
выполнено в форме сегмента с длиной дуги $l \approx 3,1r$, где r - радиус входного отверстия питающего
патрубка гидроциклона, и под углом наклона φ
 $= \arctg 0,32(0,12 \div 0,4)$ к перпендикуляру оси
гидроциклона. Технический результат: повышение
надежности и достижение высокого качества
технологического процесса водоочистки. 3 ил., 1
табл.

RU 2 547 503 C1

RU 2 547 503 C1



A-A



Гидроциклон с трубофильтром
Фиг. 3



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

B04C 9/00 (2006.01)**B01D 36/00** (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2014106379/05, 20.02.2014**(24) Effective date for property rights:
20.02.2014

Priority:

(22) Date of filing: **20.02.2014**(45) Date of publication: **10.04.2015** Bull. № 10

Mail address:

**404180, Volgogradskaja obl., Svetlojarskij r-on, p.
Kirova, ul. Topol'kovaja, 7, Novikovu A.E.**

(72) Inventor(s):

**Novikov Andrej Evgen'evich (RU),
Lamskova Marija Igorevna (RU),
Motorin Vadim Andreevich (RU),
Filimonov Maksim Igorevich (RU),
Moiseeva Dar'ja Viktorovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
professional'nogo obrazovanija Volgogradskij
gosudarstvennyj agrarnyj universitet (RU)**(54) **WATER TREATMENT DEVICE**

(57) Abstract:

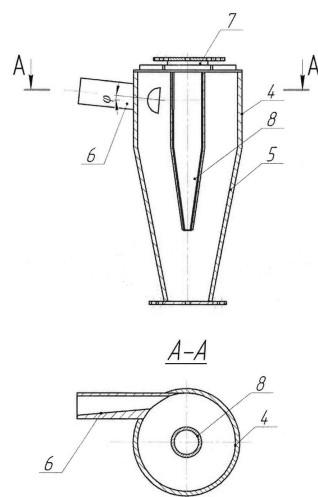
FIELD: machine building.

SUBSTANCE: water treatment device comprises a hydrocyclone with feeding and drain branch pipes, a filtering element installed in the inner part of the hydrocyclone, its lower end is dead and a corrosion-resistant flanged drain branch pipe is threaded to the upper end and is flange-mounted to the outlet branch pipe of the hydrocyclone, inlet, outlet and washing pipelines with relevant branch pipes and gate valves allowing for periodical change of operating mode: filtration of water suspension by the hydrocyclone and the filtering element, washing of the filtering element and treatment waste collector by return flow of the water suspension to the discharge system, the treatment waste collector with a quick-detachable cover and a tap. The filtering element consists of the cylindrical and conical parts conjugated in the plane of co-location of the hydrocyclone's cylindrical and conical parts. The sides of the filtering element's conical part are parallel to the sides of the hydrocyclone's conical part. The outlet hole of the feeding branch pipe in the hydrocyclone is made as a segment with the arc length $l \approx 3 \cdot 1r$, where r stands for the radius of the inlet hole of the feeding branch

pipe in the hydrocyclone and is set at the angle of $\varphi = \arctg 0.32 (0.12 \div 0.4)$ to the perpendicular of the hydrocyclone axis.

EFFECT: increased reliability and high quality of water treatment process.

3 dwg, 1 tbl



Гидроциклон с трубофильтром
Фиг. 3

Изобретение относится к устройствам для разделения неоднородных жидких сред в поле центробежных сил, в частности к гидроциклонам. Устройство может быть использовано в металлургической, нефтехимической, строительной, пищевой и других отраслях промышленности, в том числе в сельском хозяйстве и городском водоснабжении.

Известно устройство водоочистки, содержащее заполненную фильтрующим материалом, горизонтально установленную герметичную емкость, верхнюю и нижнюю распределительные системы для подвода водной суспензии в сеть и отвода продуктов загрязнения. Установка может работать в двух режимах: фильтрация водной суспензии и промывка обратным током фильтрующего элемента. Промывка проводится путем переключения двухпозиционного распределителя, корпус которого гидравлически связан патрубками с верхней и нижней водораспределительными системами для подвода водной суспензии из водоисточника и отвода очищенной воды, а также сетью для отвода продуктов загрязнения. На входе и выходе гидравлической сети последовательно установлены циклоны, в полостях которых смонтированы самоочищающиеся сетчатые фильтры, донные части корпусов циклонов сопряжены со сборниками продуктов загрязнения [Патент РФ 2272790, МПК C02F 1/52, B01D 36/00, B04C 9/00].

Технический недостаток такого устройства: сложность конструкции, высокая металлоемкость и стоимость, недостаточная надежность технологического процесса водоочистки, низкое качество получаемого продукта.

Наиболее близким и принятым за прототип является устройство водоочистки, содержащее гидроциклон, входной и выходной трубопроводы с задвижками, камеру сбора отходов очистки и расположенный во внутренней части гидроциклона трубофильтр. Нижний конец трубофильтра заглушен, а на верхнем конце на резьбе смонтирован устойчивый к коррозии патрубок с фланцем, который посредством болтового соединения прифланцован к выходному трубопроводу гидроциклона и оросительной системе. Входной и выходной трубопроводы до задвижек связаны между собой трубопроводом с задвижкой, что позволяет периодически изменять режим работы: фильтрация водной суспензии гидроциклоном и трубофильтром; промывка трубофильтра и камеры сбора отходов очистки обратным током водной суспензии в сбросную систему [Патент РФ 2411719, МПК A01G 25/09].

Технический недостаток такого устройства: недостаточное качество и надежность технологического процесса водоочистки.

Указанные недостатки аналога и прототипа обусловлены конструктивным несовершенством гидроциклонов - формой и пространственным положением питающего патрубка, формой фильтрующего элемента тонкой очистки.

В предлагаемом изобретении решаются задачи повышения надежности и достижения высокого качества технологического процесса водоочистки.

При реализации предлагаемого устройства получают следующий технический результат: интенсификация технологического процесса водоочистки.

Технический результат достигается тем, что в устройстве водоочистки, включающем гидроциклон с питающим и сливным патрубками, фильтрующий элемент, расположенный во внутренней части гидроциклона, нижний конец которого заглушен, а на верхнем, посредством резьбы, смонтирован устойчивый к коррозии сливной патрубок с фланцем, прифланцованный к выходному патрубку гидроциклона, входной, выходной и промывной трубопроводы с соответствующими патрубками и задвижками, позволяющие периодически изменять режим работы: фильтрация водной суспензии гидроциклоном и фильтрующим элементом; промывка фильтрующего элемента и

сборника отходов очистки обратным током водной суспензии в сбросную систему, сборник отходов очистки с быстросъемной крышкой и трубопроводным краном, согласно изобретению фильтрующий элемент выполнен из цилиндрической и конической частей, сопряженных в плоскости совмещения цилиндрической и конической частей гидроциклона, причем стороны конической части фильтрующего элемента параллельны сторонам конической части гидроциклона, при этом выходное отверстие питающего патрубка гидроциклона выполнено в форме сегмента с длиной дуги $l \approx 3,1r$, где r - радиус входного отверстия питающего патрубка гидроциклона, и под углом наклона оси к вертикали относительно плоскости крышки $\varphi = \arctg 0,32(0,12 \div 0,4)$.

Широко известно, что фильтрация водной суспензии в аппаратах гидроциклонного типа происходит за счет центробежных сил, которые превышают в десятки и сотни раз силу тяжести, под действием которых тяжелые механические примеси движутся от оси гидроциклона к его стенкам по спиральной траектории вниз и через песковый патрубок выводятся из аппарата. Более легкая фаза движется во внутреннем спиральном потоке, направленном вверх, и выводится из гидроциклона через сливной патрубок. Установка в рабочей зоне гидроциклона фильтрующего элемента тонкой очистки в форме трубы фактически приводит к срыву в конической части аппарата пространственной раскручивающейся спирали и вихря, т.е. к нарушению гидродинамики внутреннего и внешнего потоков, а это соответственно негативно влияет на степень разделения водной суспензии.

В отечественной и зарубежной промышленности для разделения неоднородных жидких сред, а именно водно-органических, в поле центробежных сил известны гидроциклоны с питающими патрубками различной геометрической формы. За счет этого технического решения достигается равновесие входной и окружной скоростей в цилиндрической части аппарата, что способствует безударному вводу жидкости и, соответственно, оказывает положительное влияние на гидродинамическую структуру потока и производительность циклона [Терноеский И.Г. Гидроциклонирование / И.Г. Терноеский, А.М. Кутепов. - М.: «Наука», 1994. - 350 с.].

Для разделения водно-органических сред питающие патрубки гидроциклонов выполняют круглого, овального, квадратного, прямоугольного и треугольного сечений. При этом наилучшие показатели работы циклона достигаются при подводе жидкости через питающие патрубки с отверстиями прямоугольной, у которых большая сторона параллельна оси аппарата, и эллиптической форм. Также на качественное разделение оказывает влияние направление жидкости по пространственной раскручивающейся спирали, стабильность вихря и пониженная турбулентность потока в рабочей зоне аппарата, что достигается расположением питающего патрубка под углом φ к перпендикуляру оси гидроциклона.

При разделении водно-органических жидкостей угол φ составляет $\arctg(h/\pi D)$ или $\arctg(d/\pi D)$, где h и d - высота и диаметр входного отверстия питающего патрубка соответственно прямоугольной и эллиптической форм, мм; D - диаметр цилиндрической части гидроциклона, мм [Шестов, Р.Н. Гидроциклоны / Р.Н. Гидроциклоны. - Л.: Изд-во «Машиностроение», 1967. - 78 с.].

Согласно рекомендациям $D=d/(0,12 \div 0,4)$ [Проектирование сооружений для очистки сточных вод. Справочное пособие к СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения». - Разработано ВНИИ ВОДГЕО Госстроя СССР. - М.: «Стройиздат», 1990. - 65 с.].

Технический недостаток известных решений состоит в следующем:

1. Изготовление питающего патрубка с различными сечениями входного отверстия

приводит к усложнению и удорожанию конструкции аппарата, а также повышению трудоемкости монтажа циклона на рабочей площадке, в частности, в полевых условиях на системах капельного орошения или мелкодисперсного дождевания монтаж такого аппарата крайне затруднителен. Это обусловлено тем, что при подключении циклона к подводящему трубопроводу, у которого форма сечения только круглая, необходимо дополнительно иметь переходные фланцы с различными формами сечений с обеих сторон. Изготовление нестандартных фланцев возможно лишь в заводских условиях, при этом требуются специальные приспособления, наладка оборудования, а это влечет соответственно дополнительные затраты труда, времени, финансов и прочее; в полевых условиях или удаленной сельской местности - это практически невозможно.

2. Геометрические формы сечений входных отверстий питающего патрубка и угол наклона его относительно перпендикуляра оси гидроциклона, влияющие на упорядоченность потоков пульпы и снижение их турбулентности в рабочей зоне аппарата, в большинстве случаев испытывались на разделении водно-органических сред, в частности: жир - вода, керосин - вода, парафиновые включения - вода и т.п. Известно, что вид водно-органической жидкости, как и любого другого объекта разделения, обладает присущими только ему физико-химическими и механическими свойствами (плотность, вязкость, дисперсность фракции и т.д.) Для систем же капельного орошения и мелкодисперсного дождевания разделению подвергается только вода с включениями механического состава - водная суспензия, условно с постоянной плотностью, вязкостью и прочее. Таким образом, известные решения по геометрии форм питающих патрубков и их пространственное положение относительно перпендикуляра оси циклона не дают четкого представления и рекомендации по конструктивному оформлению аппарата для разделения среды вода - механические примеси, в частности, для систем капельного орошения и мелкодисперсного дождевания.

Для рационального выбора геометрии формы питающего патрубка гидроциклона были проведены опыты по разделению водной суспензии с механическими примесями. Испытывались (табл. 1) уже отмеченные выше сливные патрубки прямоугольной и эллиптической форм, а также предлагаемый патрубок в виде сегмента с длиной дуги $l \approx 3,1r$.

Таблица 1. Степень очистки водной суспензии в зависимости от формы патрубка и угла его наклона относительно перпендикуляра оси гидроциклона

Форма патрубка	Степень очистки							
	$\varphi = \arctg 0,032$	$\varphi = \arctg 0,048$	$\varphi = \arctg 0,064$	$\varphi = \arctg 0,08$	$\varphi = \arctg 0,096$	$\varphi = \arctg 0,112$	$\varphi = \arctg 0,128$	$\varphi = \arctg 0,144$
Эллипс	0,782	0,777	0,799	0,780	0,782	0,797	0,802	0,802
Прямоугольник	0,786	0,790	0,788	0,776	0,770	0,772	0,780	0,780
Сегмент	0,855	0,867	0,860	0,845	0,823	0,814	0,809	0,810

Таким образом, предлагаемое техническое решение с выходным отверстием питающего патрубка гидроциклона в форме сегмента, расположением питающего патрубка к перпендикуляру оси гидроциклона под углом, а также формой фильтрующего

элемента тонкой очистки и рекомендуемые заявителем параметры указанных позиций позволяют:

1. Установить равновесие входной и окружной скоростей движения водной суспензии в цилиндрической части аппарата и обеспечить безударный ввод жидкости в рабочую зону аппарата.

2. Снизить турбулентность и обеспечить поддержание стабильного вихря в рабочей зоне аппарата, а также направление водной суспензии по пространственной раскручивающейся спирали.

3. Повысить степень симметричности радиуса поверхности нулевых осевых скоростей, обеспечивающее уменьшение граничных зерен.

4. Повысить эффективность промывки фильтрующего элемента тонкой очистки обратным током водной суспензии и увеличить межпромывочный цикл его работы.

Кроме того, предлагаемое техническое решение позволяет достигнуть наибольшей плотности отходов очистки и наименьшей плотности слива.

Устройство водоочистки поясняется чертежами: фиг. 1 - общий вид устройства водоочистки; фиг. 2 - вид сверху устройства водоочистки; фиг. 3 - гидроциклон с фильтрующим элементом.

Устройство водоочистки включает входной с патрубком трубопровод 1 и задвижкой 2, гидроциклон 3, состоящий из цилиндрической 4 и конической 5 частей, а также питающего 6 и сливного 7 патрубков, фильтрующий элемент тонкой очистки 8, расположенный во внутренней части гидроциклона, патрубок выгрузки отходов очистки 9, сборник отходов очистки 10 с промывным патрубком 11, трубопроводным краном 12 и быстросъемной крышкой 13, выходной с патрубком трубопровод 14 и задвижкой 15, промывной трубопровод 16 с задвижкой 17, магистральный или распределительный трубопровод 18.

Устройство водоочистки может работать в двух режимах: фильтрации подводящей водной суспензии гидроциклоном 1 и фильтрующим элементом тонкой очистки 8; промывки фильтрующего элемента тонкой очистки 8 и сборника отходов очистки 10 обратным током водной суспензий в сбросную систему.

В режиме фильтрации водной суспензии задвижка 17 закрыта, а 2 и 15 открыты: водная суспензия поступает по входному с патрубком трубопроводу 1 через питающий патрубок 6 в цилиндрическую часть 4 гидроциклона 3 по касательной. Поток в гидроциклоне 3 закручивается, тяжелые фракции, ударяясь о стенки, по конической части 5 гидроциклона 3 опускаются вниз и через патрубок выгрузки отходов очистки 9 попадают в сборник отходов очистки 10. Водная суспензия, проходя через боковые поверхности фильтрующего элемента тонкой очистки 8, очищается от взвешенных веществ, через сливной патрубок 7 поступает в выходной с патрубком трубопровод 14 и далее в магистральный или распределительный трубопровод 18.

В режиме промывки фильтрующего элемента тонкой очистки 8 и сборника отходов очистки 10 обратным током водной суспензии задвижки 2 и 15 закрыты, а 17 открыты. Водная суспензия через промывной 16 и выходной с патрубком 14 трубопроводам подается через сливной патрубок 7 в фильтрующий элемент тонкой очистки 8. Водная суспензия, проходя через поры фильтрующего элемента тонкой очистки 8, вымывает и выдавливает загрязняющие вещества, которые через патрубок выгрузки отходов очистки 9 поступают в сборник отходов очистки 10, а далее при открытом водопроводном кране 12 через промывной патрубок 11 в сбросную систему.

Промывку сборника отходов очистки 10 можно проводить и при рабочем процессе, открывая на короткий период трубопроводный кран 12. При всех закрытых задвижках

сборник отходов очистки 10 можно чистить вручную, открывая быстросъемную крышку 13.

Таким образом, заявляемое устройство обеспечивает повышение надежности и интенсификацию технологического процесса водоочистки.

5

Формула изобретения

Устройство водоочистки, включающее гидроциклон с питающим и сливным патрубками, фильтрующий элемент, расположенный во внутренней части гидроциклона, нижний конец которого заглушен, а на верхнем, посредством резьбы, смонтирован

10 устойчивый к коррозии сливной патрубок с фланцем, прифланцованный к выходному патрубку гидроциклона, входной, выходной и промывной трубопроводы с соответствующими патрубками и задвижками, позволяющие периодически изменять режим работы: фильтрация водной суспензии гидроциклоном и фильтрующим

15 элементом; промывка фильтрующего элемента и сборника отходов очистки обратным током водной суспензии в сбросную систему, сборник отходов очистки с быстросъемной крышкой и трубопроводным краном, отличающееся тем, что фильтрующий элемент выполнен из цилиндрической и конической частей, сопряженных в плоскости совмещения цилиндрической и конической частей гидроциклона, причем стороны конической части фильтрующего элемента параллельны сторонам конической части гидроциклона, при

20 этом выходное отверстие питающего патрубка гидроциклона выполнено в форме сегмента с длиной дуги $l \approx 3,1r$, где r - радиус входного отверстия питающего патрубка гидроциклона, и под углом наклона $\varphi = \arctg 0,32(0,12 \div 0,4)$ к перпендикуляру оси гидроциклона.

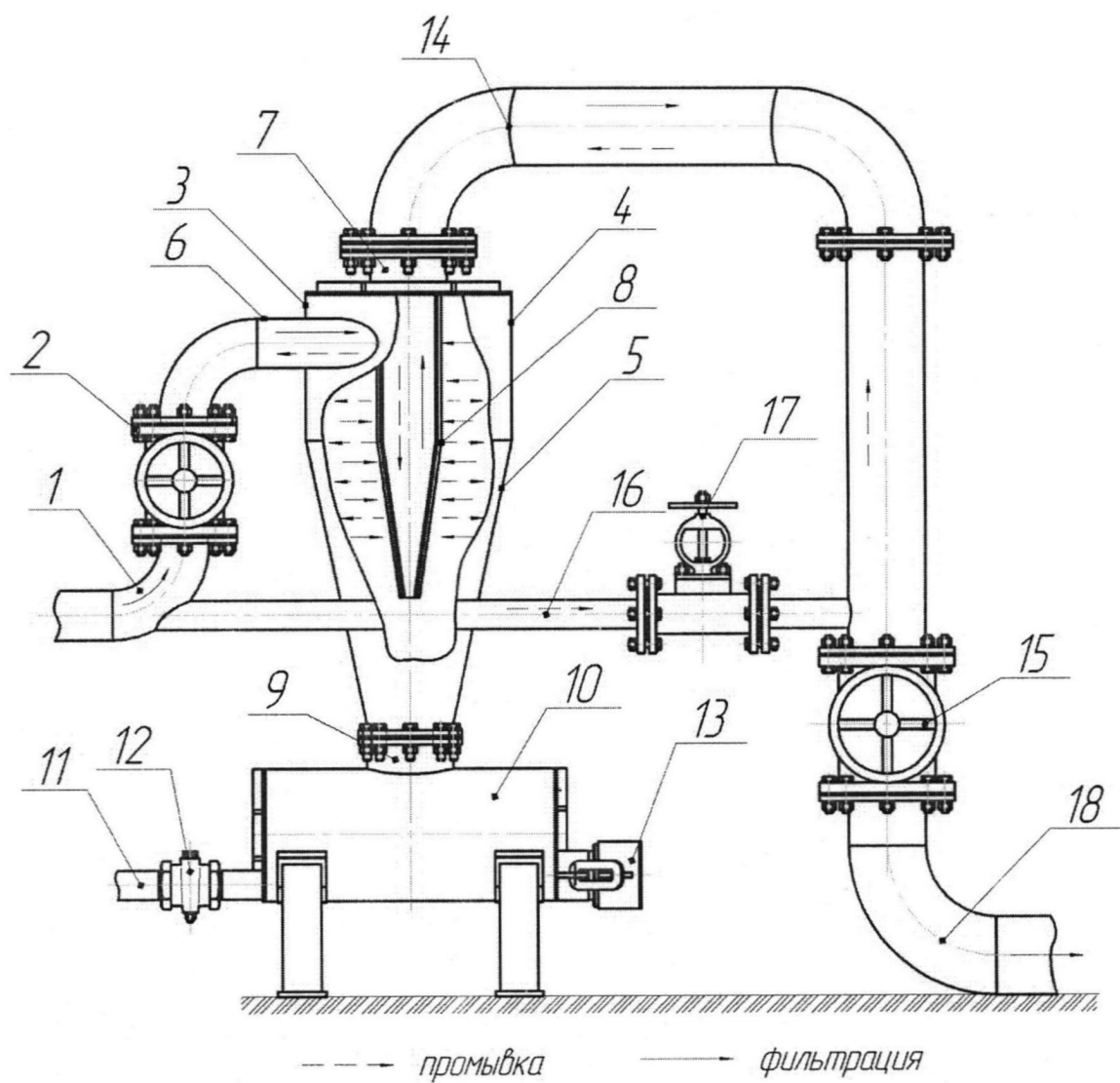
25

30

35

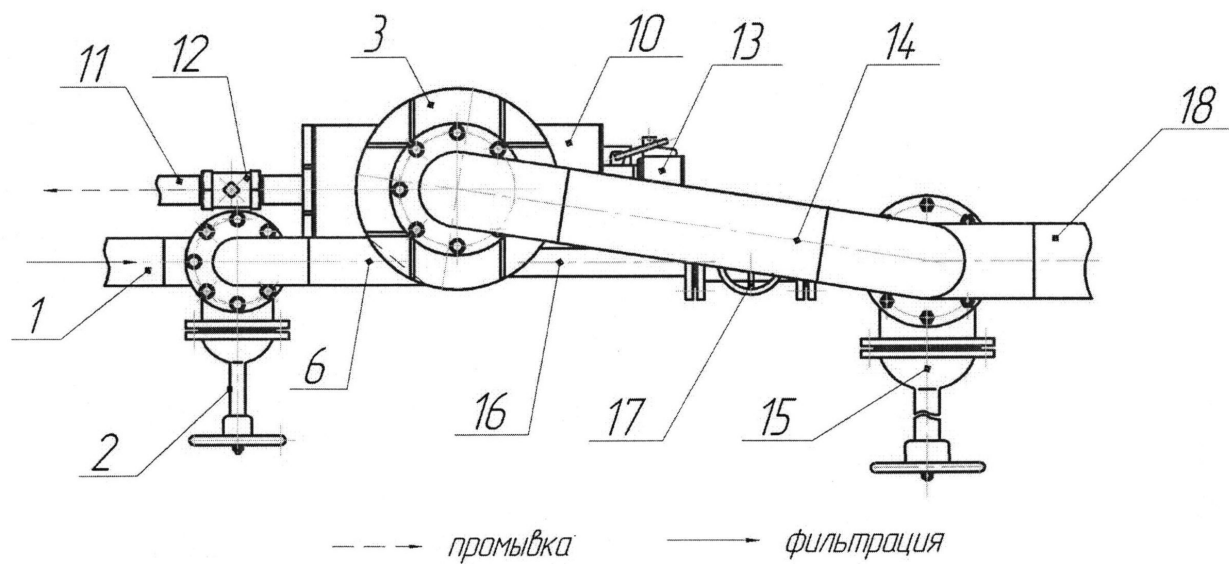
40

45



Общий вид устройства водоочистки

Фиг. 1



Вид сверху устройства водоочистки
 Фиг. 2