



РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) RU (11)

34 526 (13) U1

(51) МПК
C02F 1/28 (2000.01)
C02F 1/42 (2000.01)
B01D 39/00 (2000.01)

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2003121871/20, 16.07.2003

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
16.07.2003

(46) Опубликовано: 10.12.2003

Адрес для переписки:
191186, Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 18,
СПГУ ТД, патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):
Буринский С.В.,
Туркин Е.И.,
Волков Ф.В.

(73) Патентообладатель(и):
Государственное образовательное
учреждение высшего профессионального
образования "Санкт-Петербургский
Государственный университет технологии и
дизайна",
Научно-производственное коммерческое
товарищество с ограниченной
ответственностью НПК ТОО "Экополимер"

(54) Устройство для очистки воды

Формула полезной модели

1. Устройство для очистки воды, содержащее корпус с входным и выходным патрубками, распределительные пластины и многослойную сорбирующую загрузку, включающую гранулированный ионообменный материал, причем на входе после распределительной пластины последовательно расположены волокнистый нейтральный фильтрующий материал, активированный уголь и ионообменный волокнистый материал, отличающееся тем, что в качестве волокнистого нейтрального фильтрующего материала используют прочес волокон полиакрилонитрила, а после гранулированного активированного угля (I) размещен слой нейтрального фильтрующего материала в виде прочеса волокон полиакрилонитрила, а на дополнительно установленной разделительной пластине помещен слой гранулированного ионообменного материала (II), разделенного в горизонтальной плоскости слоями нейтрального волокнистого фильтрующего материала в виде прочеса волокон полиакрилонитрила, причем число слоев гранулированного ионообменного материала рассчитывают по формуле

$$n=(2m/\rho\pi d^2)\times 10^2,$$

где n - число слоев гранулированного ионообменного материала,

m - масса загрузки гранулированного ионообменного материала, кг,

ρ - насыпная плотность гранулированного ионообменного материала, кг/м³,

d - внутренний диаметр корпуса устройства для очистки воды, м, а в качестве волокнистого ионообменного материала (III) используют прочес ионообменного волокна на основе полиакрилонитрила с катионными (ONa или SO₄²⁻) и анионными (-NH₂, -NHR, -NR₂) группами с соотношением катионных и анионных групп (1-4):(4-1),

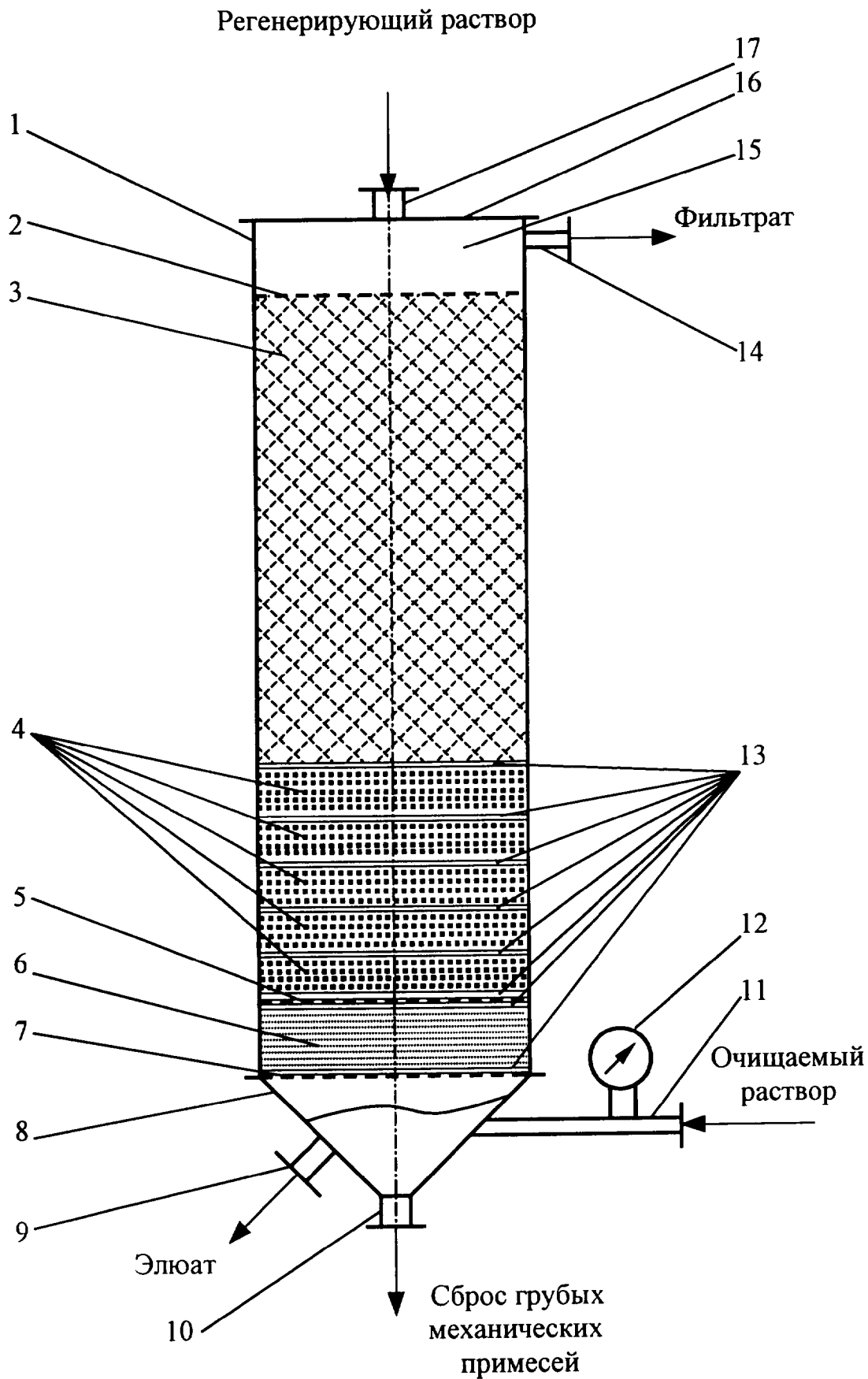
причем соотношение высоты сорбирующих слоев I, II, III многослойной сорбирующей загрузки составляет соответственно 1:(3-7):(5-10).

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что в качестве нейтрального фильтрующего материала используют прочес волокон полиакрилонитрила с поверхностной плотностью 180-200 г/м².

3. Устройство по п.1, отличающееся тем, что используют гранулированный активированный уголь с насыпной плотностью 420-470 кг/м³.

RU 3 4 5 2 6 U 1

RU 3 4 5 2 6 U 1



2003121871

МПК⁷ : C02F1/28, C02F1/42, B01D39/00

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ

Полезная модель относится к устройствам для очистки промышленных сточных вод, в частности сточных вод гальванических производств, и может быть использовано на предприятиях машиностроительной, радиотехнической и электронной промышленности с целью создания замкнутого цикла водопотребления в промывных ваннах, а также для извлечения тяжелых и цветных металлов с целью возврата их в производство и создания систем безотходной технологии.

Известна установка комбинированной очистки сточных вод гальванических производств от тяжелых металлов [патент РФ № 2085518 C02F 9/00, C02F 1/44, 1997] с применением последовательно реагентного осаждения при pH 11, сорбционной очистки при pH 8-11, осмотического разделения с числом ступеней 3-5 при pH 5,5-6,5, обработкой концентрата на алюмосиликатах при pH 8-9 и последующей выпаркой до сухого остатка. Очистка сточных вод на этой установке осуществляется в несколько стадий, имеет сложное аппаратное оформление процесса и требует значительных площадей для включения ее в замкнутую линию промывки в гальванических производствах.

Известно устройство для очистки сточных вод гальванических производств от цветных металлов [патент РФ № 2106310 C02F 1/42, C02F 1/62, 1998], представляющее собой сорбционную колонку, заполненную гранулированным ионитом. Очищаемый раствор предварительно смешивают с раствором аммиака до значения pH 10,5-11,0, отделяют обработанный раствор от выпавших в осадок гидроксидов, заполняют сорбционную колонку раствором, выдерживают раствор в контакте с ионитом в течение 30-45 мин, после чего в проточном режиме извлекают из раствора ионы цветных металлов сорбцией их на ионите. К недостаткам указанного устройства следует отнести дополнительную стадию смешения раствора с раствором аммиака

2003/2/871

(дополнительного реагента), а также необходимость выдерживать раствор в контакте с ионитом, что говорит о периодичности процесса очистки.

Известен фильтр для очистки воды [патент РФ № 2038316 C02F1/28, 1995], который содержит в первом и последнем слое волокнистый полипропилен и/или ионообменный полимерный материал на основе волокна полиакрилонитрила (волокно ФИБАН АК-22) или активированный уголь, а между ними расположены по крайней мере один слой сильноосновного анионита на основе полипропиленового волокна с привитым сополимером стирола и дивинилбензола (волокно ФИБАН А-1) и слой смеси волокнистого активированного угля и гранулированного ионита (например марок АВ-17, АВ-15, АВ-19, АВ-29, КУ-2) или гранулированного активированного угля при их массовом соотношении (1-3) : 1. Кроме того загрузка может дополнительно содержать между первым и последним слоем бактерицидный иодосодержащий сорбент на основе сильноосновного анионита или активированного угля. Такое устройство предназначено для очистки питьевой воды с получением показателей, соответствующих требованию ГОСТ 2874-82. В то же время предложенная сорбирующая загрузка не позволяет использовать устройство с целью очистки промышленных сточных вод низким уровнем рН от ионов тяжелых металлов.

Техническим результатом заявляемого решения является устранение указанных недостатков, а именно создание малогабаритного устройства, позволяющего осуществлять непрерывную очистку промывных сточных вод гальванических производств от тяжелых металлов Cr или Ni или Zn или Cu в широком диапазоне рН с высокой скоростью фильтрации и возможностью длительной эксплуатации за счет регенерации ионообменной загрузки при одновременном сохранении качества очистки.

Поставленная задача решается созданием устройства для очистки воды, имеющего корпус с входным и выходным патрубками и содержащего внутри распределительные пластины и многослойную сорбирующую загрузку, включающую гранулированный ионообменный материал, причем на входе

2003/2187/

после распределительной пластины последовательно расположены волокнистый нейтральный фильтрующий материал, активированный уголь и ионообменный волокнистый материал. В качестве волокнистого нейтрального фильтрующего материала используют прочес волокон полиакрилонитрила с поверхностной плотностью 180-200 г/м², а после гранулированного активированного угля с насыпной плотностью 420-470 кг/м³ (I) размещен слой нейтрального фильтрующего материала в виде прочеса волокон полиакрилонитрила, а на дополнительно установленной распределительной пластине помещен слой гранулированного ионообменного материала (II), разделенного в горизонтальной плоскости слоями нейтрального волокнистого фильтрующего материала в виде прочеса волокон полиакрилонитрила, причем число слоев гранулированного ионообменного материала рассчитывают по формуле

$$n=(2m/\rho\pi d^2)\times 10^2,$$

где n – число слоев гранулированного ионообменного материала,

m – масса загрузки гранулированного ионообменного материала, кг,

ρ – насыпная плотность гранулированного ионообменного материала, кг/м³,

d – внутренний диаметр корпуса устройства для очистки воды, м,

а в качестве волокнистого ионообменного материала (III) используют прочес ионообменного волокна на основе полиакрилонитрила с катионными (ONa или SO₄²⁻) и анионными (-NH₂, -NHR, -NR₂) группами с соотношением катионных и анионных групп (1-4) : (4-1), причем соотношение высоты сорбирующих слоев I, II, III многослойной сорбирующей загрузки составляет соответственно 1 : (3-7) : (5-10).

Предлагаемое устройство для очистки воды относится к установкам с восходящим потоком очищаемой жидкости и противоточной регенерацией. Площадь, занимаемая устройством для очистки воды, составляет 1,0-2,0 м² в зависимости от диаметра устройства.

На фиг.1 представлена схема устройства для очистки воды. В цельнометаллическом химически стойком корпусе 1, снабженном патрубком

2003121871

4

для выхода фильтрата 14, размещены три съемные горизонтальные распределительные пластины 2, 5, 7, позволяющие одновременно снарядить устройство для очистки воды многослойной сорбирующей загрузкой, включающей в себя (по ходу движения потока очищаемой жидкости) слой волокнистого нейтрального фильтрующего материала в виде прочеса волокон полиакрилонитрила 13, слой гранулированного активированного угля 6, например марок СКТ-О (ТУ 6-16-28-1495-92) или АГ-3-О (ТУ 6-16-28-1477-92), слоем гранулированного ионообменного материала 4 и слоем волокнистого ионообменного материала 3 в виде прочеса ионообменного волокна на основе полиакрилонитрила. Между слоем активированного угля и слоем гранулированного ионообменного материала помещают слой волокнистого нейтрального фильтрующего материала 13, препятствующий уносу частиц угля. Гранулированный ионообменный материал размещают слоями, разделенными между собой слоями волокнистого нейтрального фильтрующего материала 13 с целью предотвращения слеживаемости ионита, оказывающей влияние на срок эксплуатации устройства. В верхней части корпуса имеется съемная крышка 16 с патрубком подачи регенерирующего раствора 17. В нижней части корпуса расположен съемный конический отстойник 8, снабженный входным патрубком 11 и патрубками 9, 10 для отвода элюата и сброса грубых механических примесей соответственно. Входной патрубок 11 снабжен манометром 12. Крышка и отстойник выполнены из того же материала, что и корпус и крепятся болтами через уплотнительные химически стойкие прокладки.

Пример.

Через снаряженное устройство для очистки воды, содержащее в корпусе 1 многослойную сорбирующую загрузку, пропускали модельный водный раствор, содержащий ионы тяжелого металла. Модельный раствор поступал через патрубок 11 и проходил сквозь первый слой волокнистого нейтрального фильтрующего материала 13, на котором происходила очистка раствора от взвешенных частиц. Далее раствор проходил через слой гранулированного

2003121871

активированного угля 6, на котором осуществлялось удаление из раствора органических веществ, способных вызвать «отравление» ионообменных материалов 3 и 4. Затем раствор последовательно проходил через второй слой волокнистого нейтрального фильтрующего материала 13 и гранулированный ионообменный материал 4, разделенный послойно в горизонтальной плоскости слоями волокнистого нейтрального фильтрующего материала 13, причем число слоев гранулированного ионообменного материала было рассчитано по формуле

$$n=(2m/\rho\pi d^2)\times 10^2,$$

где n – число слоев гранулированного ионообменного материала,

m – масса загрузки гранулированного ионообменного материала, кг,

ρ – насыпная плотность гранулированного ионообменного материала, кг/м³,

d – внутренний диаметр корпуса устройства для очистки воды, м.

Далее раствор проходил через волокнистый ионообменный материал 3. Гранулированный ионообменный материал 4 и волокнистый ионообменный материал 3 удаляли из воды ионы тяжелого металла. Скорость потока составляла 15-16 м/ч. Фильтрат отводился через патрубок 14. На выходе из устройства периодически отбирались пробы очищенной воды. Процесс проводили до достижения концентрации тяжелого металла на выходе 0,03-0,07 мг/л. Устройство для очистки воды работало при давлении 0,4 ати, значение которого отслеживалось по манометру 12. Повышение давления до 0,5 ати сигнализирует об исчерпании защитного действия загрузки и необходимости ее регенерации.

Регенерацию устройства для очистки воды проводили следующим образом.

Перекрывали патрубки подвода очищаемого раствора 11 и отвода фильтрата 14. Через патрубок 17 в фильтр подавали регенерирующие растворы 6 %-ной щелочи и 6 %-ной серной кислоты с промежуточной промывкой холодной водой. Элюат отводился через патрубок 9. После окончания протекания регенерирующих растворов устройство для очистки воды повторно

2003121871

6

промывалось холодной водой. Промывная вода отводилась через патрубок 9. Регенерация и промывка осуществлялись противотоком по сравнению с работой фильтра, поэтому одновременно происходит сброс механических примесей с фильтрующего материала 13 в съемный конический отстойник 8, из которого они удалялись через патрубок 10 после завершения промывки. Наличие буферного пространства 15 в верхней части фильтра обеспечивает равномерное поступление регенерирующего раствора по всей площади фильтра. Расход растворов кислоты и щелочи составлял 4,5 л на 1 кг ионообменных материалов.

Содержание многослойной сорбирующей загрузки устройства для очистки воды в примерах 1-5 представлено в табл.1. В примерах 1 и 2 при регенерации устройства для очистки воды первым подавался раствор 6 %-ной щелочи, а затем после промывки водой раствор 6 %-ной серной кислоты. В примерах 3-5 при регенерации первым подавался раствор 6 %-ной серной кислоты, а затем после промывки водой раствор 6 %-ной щелочи.

Результаты примеров по очистке приведены в табл.2.

Таким образом, заявляемая совокупность признаков обеспечивает очистку промывных сточных вод от ионов тяжелых металлов до норм, предусмотренных ГОСТ 9.314-90. Уменьшения объема ионообменных материалов не происходит. Остаточная концентрация тяжелых металлов и уровень pH позволяют вернуть очищенную воду в цикл промывки деталей.

Проректор СПГУТД
по научной работе

Омельченко А.В.

Зам. директора
НПК ТОО «Экополимер»

Шульгин А.И.

2003121871

7

Таблица 1

Характеристики слоев загрузки устройства для очистки воды	Загрузка устройства для очистки воды (по ходу движения потока очищаемой жидкости)				
	Пример 1	Пример 2	Пример 3	Пример 4	Пример 5
Длина волокон, мм Диаметр волокон, мкм Поверхностная плотность материала, г/м ²	а) волокнистый нейтральный фильтрующий материал (прочес волокон полиакрилонитрила)				
	40-90 20-60 180-200				
Размер гранул, мм Насыпная плотность, кг/м ³	б) гранулированный активированный уголь				
	АГ-3-О 1,0-1,5 450-460	АГ-3-О 1,0-1,5 450-460	СКТ-О 2,0-3,5 420-470	СКТ-О 2,0-3,5 420-470	СКТ-О 2,0-3,5 420-470
Длина волокон, мм Диаметр волокон, мкм Поверхностная плотность материала, г/м ²	в) волокнистый нейтральный фильтрующий материал (прочес волокон полиакрилонитрила)				
	40-90 20-60 180-200				
Марка ионита	г) гранулированный ионообменный материал				
	Дауекс Маратон ВБА	АВ-17-8	КУ-2-8	КУ-2-8	КУ-2-8
Размер гранул, мм	0,48- 0,58	0,32- 1,25	0,40- 1,25	0,40- 1,25	0,40- 1,25
Насыпная плотность, кг/м ³	630-650	600-700	600-750	600-750	600-750
Форма ионита	-NR ₂	N ⁺ (R) ₃	SO ₄ ²⁻	SO ₄ ²⁻	SO ₄ ²⁻
Полная обменная емкость, мг-экв/г	1,0-1,5	1,15-1,2	1,7-1,8	1,7-1,8	1,7-1,8
Количество слоев гранулированного ионообменного материала	2	2	3	3	5
Длина волокон, мм Диаметр волокон, мкм Поверхностная плотность материала, г/м ²	д) волокнистый нейтральный фильтрующий материал (прочес волокон полиакрилонитрила), разделяющий гранулированный ионообменный материал				
	40-90 20-60 180-200				

2003/2187/

Таблица 1 (продолжение)

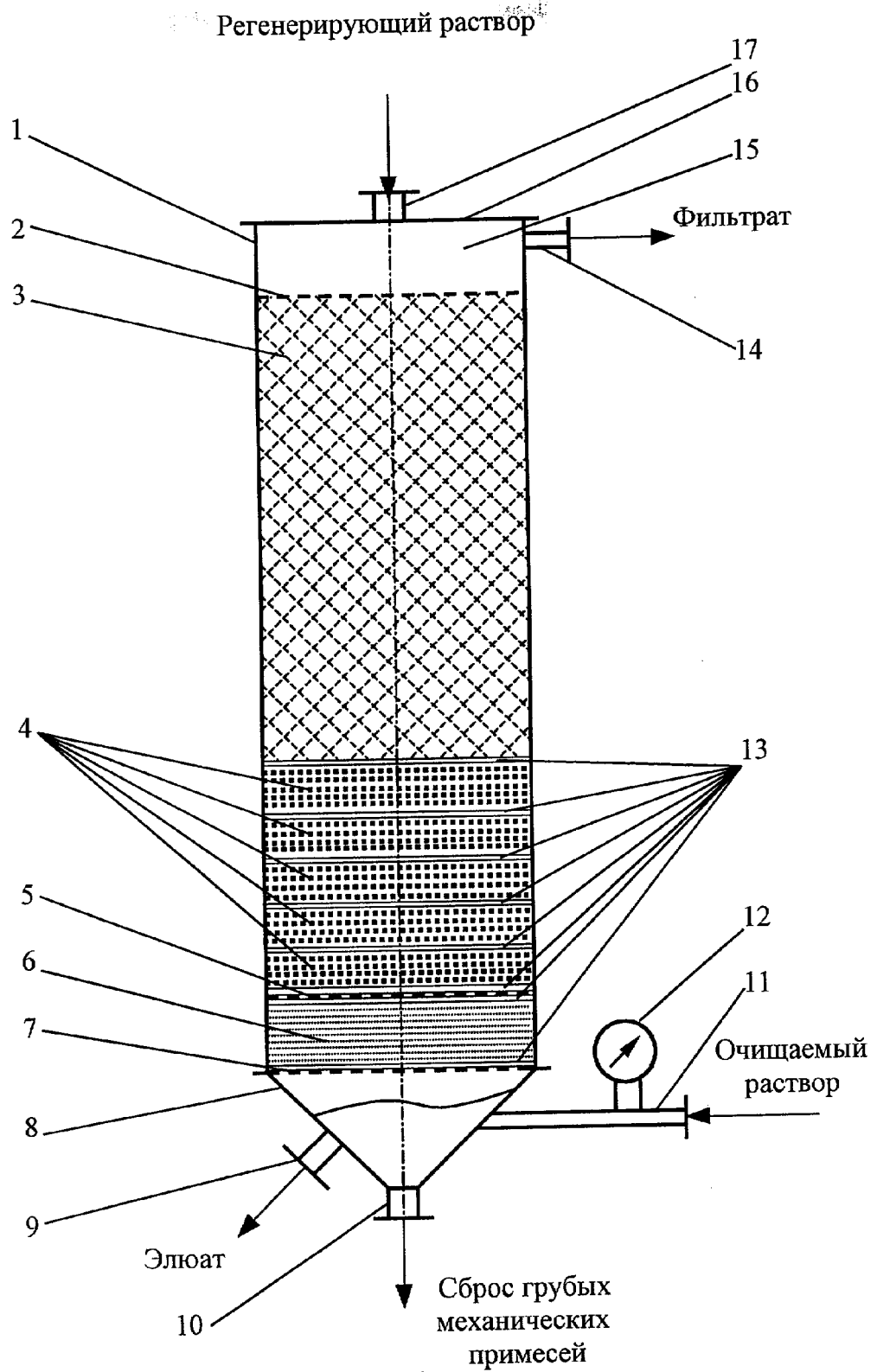
Характеристики слоев загрузки устройства для очистки воды	Загрузка устройства для очистки воды (по ходу движения потока очищаемой жидкости)				
	Пример 1	Пример 2	Пример 3	Пример 4	Пример 5
	е) волокнистый ионообменный материал (прочес ионообменного волокна на основе полиакрилонитрила)				
Длина волокон, мм	40-90	40-90	40-90	40-90	40-90
Диаметр волокон, мкм	50-100	50-100	30-90	30-90	30-90
Плотность материала, кг/м ³	170-200	170-200	160-180	160-180	160-180
Форма ионов	-NH ₂ , -NHR, NR ₂ , SO ₄ ²⁻	-NH ₂ , -NHR, NR ₂ , SO ₄ ²⁻	-NH ₂ , -NHR, NR ₂ , ONa	-NH ₂ , -NHR, NR ₂ , ONa	-NH ₂ , -NHR, NR ₂ , ONa
Соотношение катионных и анионных групп	4 : 1	4 : 1	1 : 4	1 : 4	1 : 4
Полная обменная емкость, мг-экв/г	3,0-3,5	3,0-3,5	6,0-6,5	6,0-6,5	6,0-6,5
Соотношение массы гранулированный ионообменный материал : волокнистый ионообменный материал	2 : 1	2 : 1	3 : 1	3 : 2	5 : 1
Соотношение высоты сорбирующих слоев гранулированный активированный уголь : гранулированный ионообменный материал : волокнистый ионообменный материал	1 : 3 : 5	1 : 3 : 5	1 : 4 : 5	1 : 4 : 10	1 : 7 : 5

2003/21871

Таблица 2

№ примера	Состав исходного модельного раствора, мг-экв/л							Скорость потока, М/ч	Объем очищенной воды, мл/мл ионита	Изменение объема смеси сорбентов, %	Состав очищенного раствора, мг/л						
	Cr ⁶⁺	Cu ²⁺	Ni ²⁺	Zn ²⁺	SO ₄ ²⁻	NH ₃	pH				Cr ⁶⁺	Cu ²⁺	Ni ²⁺	Zn ²⁺	SO ₄ ²⁻	NH ₃	pH
1	1,92	-	-	-	0,23	-	4,50	15	220	0	0,03	-	-	-	0,005	-	7,10
1 после 1-ой регенерации	1,92	-	-	-	0,23	-	4,50	15	215	0	0,03	-	-	-	0,005	-	7,20
1 после 2-ой регенерации	1,92	-	-	-	0,23	-	4,50	15	210	0	0,03	-	-	-	0,005	-	7,30
1 после 3-ей регенерации	1,92	-	-	-	0,23	-	4,50	15	208	0	0,03	-	-	-	0,005	-	7,40
2	1,92	-	-	-	0,23	-	4,50	15	218	0	0,03	-	-	-	0,005	-	7,20
3	-	1,56	-	-	-	0,2	6,12	16	225	0	-	-	-	-	-	0,002	7,55
4	-	-	1,69	-	0,2	-	3,50	16	230	0	-	-	-	-	0,005	-	7,32
5	-	-	-	1,23	-	0,2	12,0	16	240	0	-	-	-	-	-	0,002	7,50

Устройство для очистки воды



Фиг. 1.