



(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2019.10.31

(51) Int. Cl. B01D 27/08 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2018.12.21

(54) ФИЛЬТРУЮЩИЙ ЭЛЕМЕНТ

(31) 2017146401

(32) 2017.12.28

(33) RU

(96) 2018000167 (RU) 2018.12.21

(71) Заявитель:

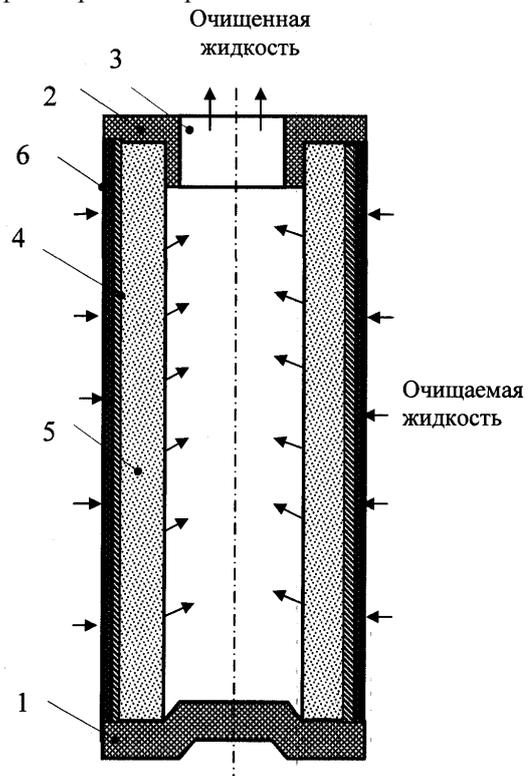
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
"ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ - ФИЗИКО-
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ИМЕНИ А.И. ЛЕЙПУНСКОГО" (АО
"ГНЦ РФ - ФЭИ") (RU)

(72) Изобретатель:

Григорьев Геннадий Васильевич,
Григоров Виталий Владимирович
(RU)

(57) Фильтрующий элемент относится к фильтрационному оборудованию. Фильтрующий элемент содержит пористую трубчатую подложку (5), фильтрующую мембрану (6), крышку (2) с отверстием (3), днище (1), покрытие и подстилающую плазмохимическую мембрану (4). Пористая трубчатая подложка (5) спечена из полимерных частиц. На торцах пористой трубчатой подложки установлены крышка (2) с отверстием (3) и днище (2). Покрытие выполнено на поверхности полимерных частиц. На внешней поверхности пористой трубчатой подложки (5) нанесена подстилающая плазмохимическая мембрана (4), а на ее поверхности расположена фильтрующая мембрана (6). Предложены следующие частные случаи выполнения фильтрующего элемента. Во-первых, размер полимерных частиц соответствует диапазону от 50 до 180 мкм. Во-вторых, отношение эквивалентных диаметров сквозных пор пористой трубчатой подложки (5) и подстилающей плазмохимической мембраны (4), по меньшей мере, равно 10. В-третьих, отношение эквивалентных диаметров сквозных пор подстилающей плазмохимической (4) и фильтрующей (6) мембран, по меньшей мере, равно 50. В-четвертых, покрытие на полимерных частицах имеет температуру плавления больше 1000°C и вы-

полнено из сорбционно-активных плазменных частиц размером в диапазоне от 0,0035 до 0,0070 мкм или сформировано из их плазмохимических нитридных, оксидных или оксинитридных частиц. В-пятых, покрытие на полимерных частицах имеет температуру плавления не более 1100°C и выполнено из каталитически активных плазменных частиц меди, олова или висмута размером в диапазоне от 0,0055 до 0,0085 мкм или сформировано из их плазмохимических оксидов. В-шестых, полимерные частицы с покрытием из сорбционно-активных и каталитически активных плазмохимических частиц смешаны по массе, по меньшей мере, в соотношении 1:1. Технический результат - повышение тонкости очистки жидкости от механических примесей и эффективности очистки жидкости от растворенных примесей.



Фильтрующий элемент

Изобретение относится к фильтрационному оборудованию, а именно к конструкциям фильтрующих элементов, фильтров и может быть использовано для очистки воды, технических, пищевых и других жидкостей.

Известно устройство для очистки жидкости от механических частиц [Патент РФ № 2225744, МПК В01D 27/00. Фильтрующий патрон для устройств обработки воды с гравитационной подачей. Опубл. 20.03.2004]. Устройство содержит трубчатый корпус, крышку с отверстием и днище. Трубчатый корпус устройства способен удалять из воды частицы размером не менее 3 – 4 мкм.

Недостатками известного технического решения являются относительно низкая эффективность очистки воды от механических частиц, солей тяжёлых металлов и растворенных в воде комплексов железа, марганца, алюминия, меди, свинца, хрома, кадмия, цинка, фтора, мышьяка, свободного хлора.

Наиболее близким к заявляемому техническому решению является фильтрующий элемент [Патент РФ № 2148679, МПК 7С23С 14/20, Фильтрующий элемент и способ его изготовления. Опубл. 10.05.2000]. Фильтрующий элемент содержит пористую трубчатую подложку, днище и крышку с отверстием. Пористая трубчатая подложка состоит из термически спеченных частиц сверх высокомолекулярного полиэтилена. На ее внешней поверхности расположена однослойная фильтрующая мембрана.

Недостатками известного технического решения являются невозможность очистки жидкостей от механических частиц размером меньше 0,1 мкм, относительно низкая степень очистки жидкости от растворенных примесей.

Задача технического решения состоит в исключении указанных недостатков, а именно, в обеспечении очистки воды и других жидкостей от механических частиц размером от 0,05 до 0,1 мкм и увеличении эффективности очистки жидкости от растворенных примесей.

Технический результат – повышение тонкости очистки жидкости от механических примесей и эффективности очистки жидкости от растворенных примесей.

Для достижения технического результата в фильтрующем элементе, содержащем пористую трубчатую подложку, спеченную из полимерных частиц и фильтрующую мембрану, на торцах пористой трубчатой подложки установлены крышка с отверстием и днище, предлагается:

- на поверхности полимерных частиц выполнить покрытие;

- на внешней поверхности пористой трубчатой подложки нанести подстилающую плазмохимическую мембрану;
- на поверхности подстилающей плазмохимической мембраны расположить фильтрующую мембрану.

В частных случаях исполнения фильтрующего элемента предлагается:

- размер полимерных частиц обеспечить в диапазоне от 50 до 180 мкм;
- отношение эквивалентных диаметров сквозных пор пористой трубчатой подложки и подстилающей плазмохимической мембраны выдержать, по меньшей мере, равным 10;
- отношение эквивалентных диаметров сквозных пор подстилающей плазмохимической и фильтрующей мембран обеспечить, по меньшей мере, равным 50;
- покрытие на полимерных частицах выбрать с температурой плавления больше 1000 °С и выполнить из сорбционно-активных плазменных частиц размером в диапазоне от 0,0035 до 0,007 мкм или сформировать из их плазмохимических нитридных, оксидных или оксинитридных частиц;
- покрытие на полимерных частицах выбрать с температурой плавления не более 1100 °С и выполнить из каталитически активных плазменных частиц меди, олова или висмута размером в диапазоне от 0,0055 до 0,0085 мкм или сформировать из их плазмохимических оксидов;
- полимерные частицы с покрытием из сорбционно-активных и каталитически активных плазмохимических частиц смешать по массе, по меньшей мере, в соотношении 1:1.

Сущность технического решения пояснена фигурами 1 и 2, где на фиг. 1 и 2 представлены соответственно продольное осевое и поперечное сечения фильтрующего элемента.

На фиг. 1 и 2 приняты следующие позиционные обозначения: 1 – днище; 2 – крышка; 3 – отверстие; 4 – подстилающая плазмохимическая мембрана; 5 – пористая трубчатая подложка; 6 – фильтрующая мембрана.

Фильтрующий элемент содержит пористую трубчатую подложку 5, фильтрующую мембрану 6, крышку 2 с отверстием 3, днище 1, покрытие и подстилающую плазмохимическую мембрану 4.

Пористая трубчатая подложка 5 спечена из полимерных частиц.

Пористая подложка 5 имеет объемную пористость от 40 до 55 об. %. Объемная пористость определена двойным взвешиванием жидкости перед и после пропускания ее через пористую трубчатую подложку 5. Диаметр пор пористой трубчатой подложки 5 измеряют, в частности, по методу определения точки пузырька мембран по дистиллированной воде или спирту. [Мембраны полимерные. Метод определения точки пузырь-

ка плоских мембран, ГОСТ Р 50516-93]. Экспериментально установлено, что пористая трубчатая подложка 5, спеченная из полимерных частиц при температурах от 160 до 180° С, имеет максимальную объемную пористость и прочность, 5 обладает высокой стойкостью в агрессивных средах (коррозионной стойкостью) и возможностью эксплуатации при низких температурах (высокой морозостойкостью) и температурах до 80 ± 5°С.

Полимерные частицы из сверхвысокомолекулярного полиэтилена с молекулярной массой $1,5 \cdot 10^6$ г/моль с увеличением температуры не переходит в вязко текучее состояние, что дает возможность переработки их в пористые материалы.

Наиболее распространенным методом получения высокопористого материала является процесс термического спекания полимерных частиц сверхвысокомолекулярного полиэтилена, в процессе которого образуется пористый материал, обладающий физико-химическими и механическими свойствами, приближающимися к свойствам компактного (беспористого) сверхвысокомолекулярного полиэтилена. Процесс спекания полимерных частиц в виде пористых трубчатых подложек 5 проводят на воздухе в электропечах.

На торцах пористой трубчатой подложки 5 установлены крышка 2 с отверстием 3 и днище 1.

Для герметического закрепления крышки 2 с отверстием 3 и днища 1 на торцах пористой трубчатой подложки 5 используют клеи фирмы Henkel или термическую приварку крышки 2 с отверстием 3 и днища 1 при давлении поджатия не более 0,001 МПа. При негерметическом присоединении крышки 2 с отверстием 3 и днища 1 к торцам пористой трубчатой подложки 5 возникают недопустимые течи очищаемой жидкости.

Покрытие выполнено на поверхности полимерных частиц.

Подстилающая плазмохимическая мембрана 4 нанесена на внешней поверхности пористой трубчатой подложки 5.

Фильтрующая мембрана 6 расположена на поверхности подстилающей плазмохимической мембраны 4.

Фильтрующую мембрану 6 на поверхности подстилающей плазмохимической мембраны 4 формируют в потоке частиц металлической плазмы размером от 0,005 до 0,01 мкм.

Возможны три варианта исполнения покрытия на полимерных частицах.

Во-первых, покрытие на полимерных частицах имеет температуру плавления больше 1000 °С и выполнено из сорбционно-активных плазменных частиц размером в

диапазоне от 0,0035 до 0,007 мкм или сформировано из их плазмохимических нитридных, оксидных или оксинитридных частиц.

Во-вторых, покрытие на полимерных частицах имеет температуру плавления не более 1100 °С и выполнено из каталитически активных плазменных частиц меди, олова или висмута размером в диапазоне от 0,0055 до 0,0085 мкм или сформировано из их плазмохимических оксидов.

В-третьих, полимерные частицы с покрытием из сорбционно-активных и каталитически активных плазмохимических частиц смешаны по массе, по меньшей мере, в соотношении 1:1.

Другие частные случаи реализации технического решения.

Во-первых, размер полимерных частиц соответствует диапазону от 50 до 180 мкм.

Во-вторых, отношение эквивалентных диаметров сквозных пор пористой трубчатой подложки и подстилающей плазмохимической мембраны, по меньшей мере, равно 10.

В процессе осаждения потоков частиц плазмы на пористую трубчатую подложку 5 образуется развитая трехмерная поверхность подстилающей плазмохимической мембраны 4. Если толщина подстилающей плазмохимической мембраны 4 не больше 5 – 7 мкм, то пористость ее не может существенно отличаться от пористости трубчатой подложки 5. Для того чтобы преодолеть это различие требуется учитывать условие совместимости подстилающей плазмохимической мембраны 4 с пористой трубчатой подложкой 5. Выполнение условия достигается, когда отношение эквивалентного диаметра сквозных пор пористой трубчатой подложки 5 и подстилающей плазмохимической мембраны 4, составляет, по меньшей мере, не более 15, причем эквивалентный диаметр сквозных пор подстилающей плазмохимической мембраны 4, должен не превышать 0,5 мкм. Этот результат получен экспериментальным путем.

Пористая трубчатая подложка 5, спеченная из полимерных частиц без функциональных покрытий на них, гидрофобная, т.е. обладает повышенным гидравлическим сопротивлением. В этом случае подстилающая плазмохимическая мембрана 4 будет иметь эквивалентный диаметр сквозных пор существенно больше 0,5 мкм.

Пористая трубчатая подложка 5, спеченная из полимерных частиц с функциональными покрытиями на ней, гидрофильная, т.е. обладает пониженным гидравлическим сопротивлением. Наличие на полимерных частицах функциональных покрытий создает дополнительное условие достижения отношения эквивалентных диаметров

сквозных пор подстилающей плазмохимической 4 и фильтрующей 7 мембраны до значения не менее 50.

В-третьих, отношение эквивалентных диаметров сквозных пор подстилающей плазмохимической 4 и фильтрующей 6 мембран, по меньшей мере, равно 50.

Выполнение условия совместимости фильтрующей мембраны 6 с подстилающей плазмохимической мембраной 4 определено составом металлической плазмы и значениями параметров режима нанесения фильтрующей мембраны 6: вакуум в рабочей камере вакуумно-дуговой установки, тип инертного газа в ней, ток дуги, величина напряжения между катодом и анодом и др. Температура и время нахождения фильтроэлемента в рабочей камере определены экспериментально с максимальной точностью, т. к. несоблюдение их значений приводит к невыполнению условия совместимости, равное 50.

Мембранный фильтрующий элемент очищает жидкость следующим образом.

Поток очищаемой жидкости поступает на поверхность фильтрующей мембраны 6, которая задерживает механические частицы. Очищенная от механических частиц жидкость проходит через подстилающую плазмохимическую мембрану 4, которая обеспечивает доставку жидкости с растворенными примесями на поверхность пористой трубчатой подложки 5. Сорбционно-активное покрытие на полимерных частицах захватывает примеси, растворенные в очищаемой жидкости. Присутствие полимерных частиц с покрытием из каталитически активных частиц совместно с частицами с покрытием из сорбционно-активных частиц интенсифицирует процесс очистки жидкости от растворенных примесей. Очищенная от механических и растворенных примесей жидкость через крышку 2 с отверстием 3 поступает потребителю.

Пример конкретного исполнения мембранного фильтрующего элемента.

Пористая трубчатая подложка 5 спечена из полимерных частиц сверх высокомолекулярного полиэтилена марки GUR 4120 с молекулярной массой $1 \cdot 10^6 - 8 \cdot 10^6$ г/моль. Трубчатая пористая подложка имеет эквивалентный диаметр полимерных частиц равный 165 ± 15 мкм, эквивалентный диаметр сквозных пор равный $5 \pm 1,5$ мкм, объемную пористость равную $55,0 \pm 7,0$ об. %, массу равную 470 ± 21 г. Габариты пористой трубчатой подложки 5: высота $250,0 \pm 1,0$ мм, внешний диаметр $70,0 \pm 0,5$ мм, внутренний диаметр $40,0 \pm 0,5$ мм.

Общая поверхность покрытия в пористой трубчатой подложке 5 составляет $1,5 \cdot 10^5 \pm 10^3$ см².

Крышка 2 выполнена из полиэтилена марки 21506-000 диаметром $70,0 \pm 1,0$ мм, толщиной $3,0 \pm 0,1$ мм. Отверстие 3 имеет диаметр 25 мм с резьбой $\frac{3}{4}$ G.

Днище 1 изготовлено из полиэтилена марки 21506-000 диаметром $70,0 \pm 1,0$ мм, толщиной $3,0 \pm 0,1$ мм, включает шестигранную выемку под торцевой ключ.

Покрытие на полимерных частицах выполнено из смеси сорбционно-активных и каталитически активных плазмохимических частиц диоксида титана размером $0,0055 \pm 0,0015$ мкм и частиц диоксида меди размером $0,007 \pm 0,0015$ мкм соответственно.

Подстилаящая плазмохимическая мембрана 4 выполнена из плазмохимических частиц нитрида алюминия, эквивалентный диаметр которых составляет $0,01 \pm 0,005$ мкм. Подстилаящая плазмохимическая мембрана 4 имеет толщину равную $15,0 \pm 4,0$ мкм, объемную пористость равную $13,0 \pm 4,0$ об. % и эквивалентный диаметр сквозных пор не более 0,5 мкм.

Отношение эквивалентных диаметров сквозных пор пористой трубчатой подложки 5 и подстилаящей плазмохимической мембраны 4 равно 10.

Фильтрующая мембрана 6 выполнена из плазменных частиц титана, эквивалентный диаметр которых составляет $0,006 \pm 0,001$ мкм. Толщина фильтрующей мембраны 6 равна $7,0 \pm 1,0$ мкм, объемная пористость равна $10,0 \pm 3,0$ об. %, эквивалентный диаметр сквозных пор фильтрующей мембраны 6 не более 0,05 мкм.

Отношение эквивалентных диаметров сквозных пор подстилаящей плазмохимической 4 и фильтрующей 6 мембраны равно 50.

Отношение эквивалентных диаметров сквозных пор пористой трубчатой подложки 5 и фильтрующей мембраны 6 равно 500.

В таблице приведены результаты очистки питьевой воды фильтроэлементами I и II, содержащими подстилаящую плазмохимическую мембрану 4 из нитрида алюминия и фильтрующую мембрану 6 из титана:

№	Показатель	До фильтроэлемента, мг/л	После фильтроэлемента, мг/л	Скорость фильтрации I, л/ч	Скорость фильтрации II, л/ч	Нормативный документ
1	Медь	4,3	< 0,02	27,3	70,7	ГОСТ 4388
2	Свинец	0,057	< 0,0002			МУК 4.1.1504-03
3	Кадмий	0,0076	< 0,0002			МУК 4.1.1504-03
<p>I – сорбционно-активное покрытие на полимерных частицах;</p> <p>II – сорбционно-активное и каталитически активное покрытие на полимерных частицах.</p>						

В очищенной фильтроэлементами I и II питьевой воды концентрация растворенных примесей уменьшена в 215 (для меди), 285 (для свинца) и 38 (для кадмия) раз. Скорость очистки питьевой воды от растворенных примесей фильтроэлементом I должна быть не больше 27,3 л/ч, т.к. при увеличении ее не происходит максимально эффективная очистка от растворенных в воде примесей меди, свинца и кадмия.

Скорость фильтрации фильтроэлементом II, при которой происходит максимально эффективная очистка от растворенных в воде примесей меди, свинца и кадмия, возрастает до значения 70,7 л/ч, т.е. увеличение производительности фильтроэлемента II в сравнении с фильтроэлементом I составляет 2,6.

Таким образом, тонкость и скорость очистки воды от механических и растворенных примесей повышаются соответственно в 2,0 и 2,6 раз.

Рассматриваемое техническое решение позволяет очистить жидкость от частиц размером до 0,05 мкм и повысить эффективность очистки жидкости от растворимых примесей.

Формула изобретения

1. Фильтрующий элемент, содержащий пористую трубчатую подложку, спеченную из полимерных частиц и фильтрующую мембрану, на торцах пористой трубчатой подложки установлены крышка с отверстием и днище, отличающийся тем, что предлагается, что на поверхности полимерных частиц выполнено покрытие, на внешней поверхности пористой трубчатой подложки нанесена подстилающая плазмохимическая мембрана, на поверхности подстилающей плазмохимической мембраны расположена фильтрующая мембрана.

2. Фильтрующий элемент по п. 1, отличающийся тем, что размер полимерных частиц соответствует диапазону от 50 до 180 мкм.

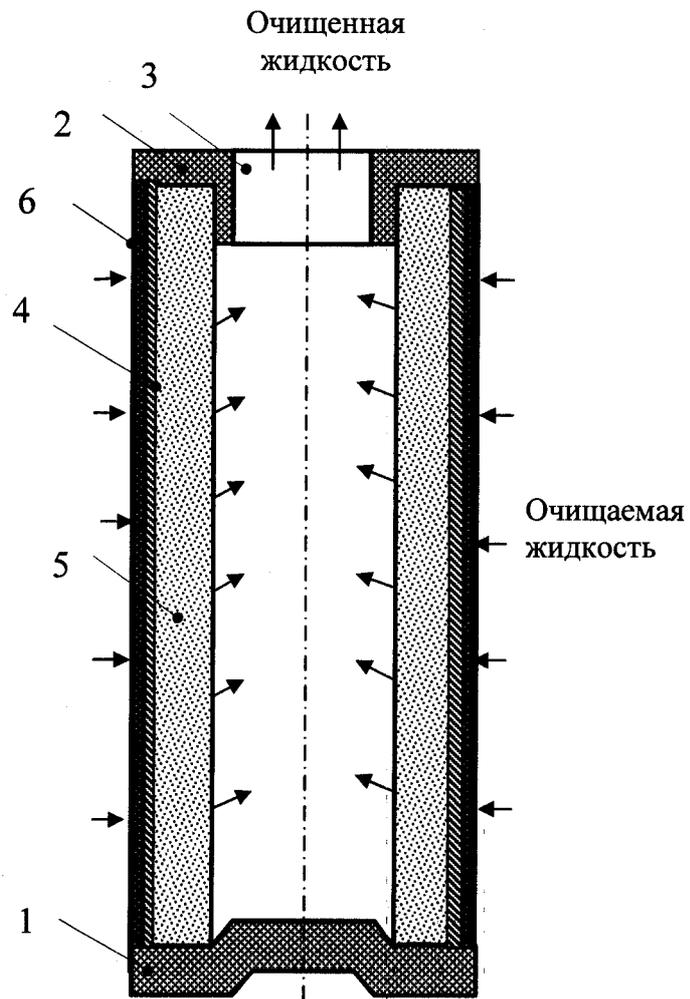
3. Фильтрующий элемент по п. 1, отличающийся тем, что отношение эквивалентных диаметров сквозных пор пористой трубчатой подложки и подстилающей плазмохимической мембраны, по меньшей мере, равно 10.

4. Фильтрующий элемент по п. 1, отличающийся тем, что отношение эквивалентных диаметров сквозных пор подстилающей плазмохимической и фильтрующей мембран, по меньшей мере, равно 50.

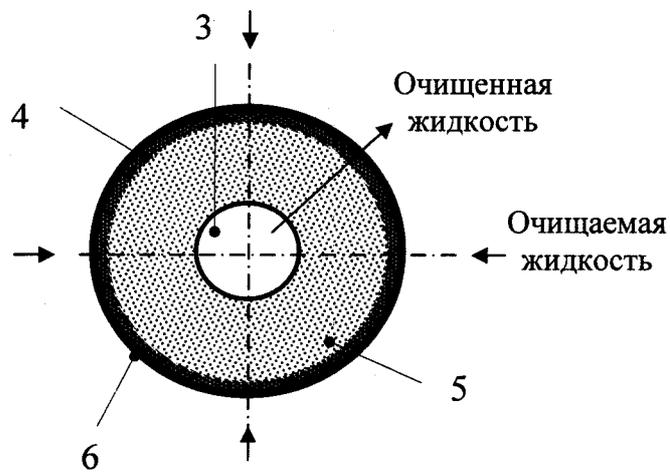
5. Фильтрующий элемент по п. 1, отличающийся тем, что покрытие на полимерных частицах имеет температуру плавления больше 1000 °С и выполнено из сорбционно-активных плазменных частиц размером в диапазоне от 0,0035 до 0,0070 мкм или сформировано из их плазмохимических нитридных, оксидных или оксинитридных частиц.

6. Фильтрующий элемент по п. 1, отличающийся тем, что покрытие на полимерных частицах имеет температуру плавления не более 1100 °С и выполнено из каталитически активных плазменных частиц меди, олова или висмута размером в диапазоне от 0,0055 до 0,0085 мкм или сформировано из их плазмохимических оксидов.

7. Фильтрующий элемент по п. 1, отличающийся тем, что полимерные частицы с покрытием из сорбционно-активных и каталитически активных плазмохимических частиц смешаны по массе, по меньшей мере, в соотношении 1:1.



Фиг. 1



Фиг. 2