



(51) МПК  
**B01D 24/46 (2006.01)**  
 (52) СПК  
**B01D 24/46 (2021.02)**

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

Статус: действует (последнее изменение статуса: 16.06.2021)  
 Пошлина: не взимаются - статья 1366 ГК РФ

*На основании пункта 1 статьи 1366 части четвертой Гражданского кодекса Российской Федерации патентообладатель обязуется заключить договор об отчуждении патента на условиях, соответствующих установившейся практике, с любым гражданином Российской Федерации или российским юридическим лицом, кто первым изъявил такое желание и уведомил об этом патентообладателя и федеральный орган исполнительной власти по интеллектуальной собственности.*

(21)(22) Заявка: **2020107417**, **18.02.2020**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**18.02.2020**

Дата регистрации:  
**07.06.2021**

Приоритет(ы):  
 (22) Дата подачи заявки: **18.02.2020**

(43) Дата публикации заявки: **02.07.2020** Бюл. № **19**

(45) Опубликовано: **07.06.2021** Бюл. № **16**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2668900 C1, 04.10.2018. RU 2631893 C2, 28.09.2017. SU 1699509 A1, 23.12.1991. KR 1020130079557 A, 10.07.2013. EP 423403 A1, 24.04.1991.**

Адрес для переписки:  
**400117, г. Волгоград, б-р 30 лет Победы, 82, кв. 89, Ищенко Ю.А.**

(72) Автор(ы):

**Ищенко Юрий Алексеевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Ищенко Юрий Алексеевич (RU)**

**(54) СПОСОБ ИНТЕНСИФИКАЦИИ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИМ ДЕЛЬТА-ФИЛЬТРОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ВОДОПОДГОТОВКИ**

(57) Реферат:

Способ интенсификации ресурсосберегающим дельта-фильтрованием технологий водоподготовки относится к области водоснабжения, экологии и промышленности, а именно к технологиям водоподготовки, улучшающим качество воды из поверхностных источников. Способ интенсификации ресурсосберегающим дельта-фильтрованием технологий водоподготовки включает для различных классов поверхностных вод метод водоподготовки - реагентное скорое фильтрование (СкФР) на фильтрах с однослойной гранулометрически неоднородной зернистой загрузкой эквивалентного диаметра зерен  $d_{ЭКВ}$  и предшествующие методы водоподготовки, а также дополнительно включает скорое дельта-фильтрование (СДФ): грязеемкое объемное фильтрование в реагентной схеме с сохранением оптимальных доз коагулянта/флокулянта на стадии предочистки воды, фильтрование с контактной коагуляцией/флокуляцией с пониженными дозами реагентов или безреагентное фильтрование, обеспечиваемые нисходящей фильтрацией воды, промывкой загрузки

нисходящим и ее структурированием нисходящим потоками воды. Интенсифицирующие режимы метода СДФ осуществляют зависимо от качества очищаемой воды заданием соответствующей степени структурирования загрузки в диапазоне от неэффективной спонтанно осевшей до убывания крупности зерен в направлении нисходящей фильтрации оптимальным временем структурирования  $t \geq 24,8h'ev$ , где  $h'$  - высота слоя загрузки с  $d_{ЭКВ}$  в фильтре, м;  $e$  - расширение загрузки с  $d_{ЭКВ}$  при промывке, доли высоты слоя;  $v$  - скорость промывного потока воды для загрузки с  $d_{ЭКВ}$ , см/с, которое подбирают экспериментально с соблюдением требования незаиляемости входных пор загрузки. Технический результат: регулирование степени структурирования зернистой загрузки скорых фильтров по ее высоте в зависимости от качества очищаемой воды, предупреждение излишних затрат энергии на структурирование. 1 табл.

Изобретение относится к области водоснабжения, экологии и промышленности, а именно к технологиям водоподготовки, улучшающих качество воды из поверхностных источников (рек, водохранилищ, озер, каналов, морей и др.), обязательным компонентом которых являются скорые фильтры с однослойной неоднородной по гранулометрическому составу зернистой загрузкой (песчаной, из керамзита дробленого, пиролюзита и др. материалов). Изобретение предназначено для систем водоснабжения, отвечающих межотраслевыми методами и схемами водоподготовки межгосударственному стандарту ГОСТ 33937-2016, а также идентичными методами и схемами СП 31.13330.2012 и учеб. пособию Журба М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М. Водоснабжение, том 2. М.: Изд. АСВ, 2004. - все на базе одних и тех же стандартизированных классов поверхностных вод.

Известен способ интенсификации технологий водоподготовки, улучшающих качество воды из поверхностных источников путем выполнения на фильтрах, после псевдооживления загрузки, операции структурирования ее нисходящим потоком воды (RU 2440170 С2. В01D 24/46 2006.01, 20.01.2012. Заявка: 2009119481/05 от 23.10.2007). По словам данного источника, изобретение "позволяет предложить фильтровальные системы, которые используют приблизительно половину традиционных фильтров».

Технический недостаток этого аналога состоит в том, что он осуществим для интенсификации технологий, как следует из его описания, далеко не на всех действующих станциях водоподготовки. Это вызвано: большой высотой слоя загрузки, до 4 м; слабым эффектом удаления грязи из воды, в 8 раз, как остаточных примесей скорыми фильтрами после отстаивания коагулята в двухступенчатой схеме осветления воды; ограниченностью способа задачей «произвести осаждение фильтрующей среды однородным равномерным образом» (п. 10 формулы) и неэффективностью такого структурирования для загрузок крупностью зерен 0,7-1,0 мм, поэтому и мельче, вопреки известному более эффективному способу - формирование в однослойной загрузке убывания крупности зерен в направлении нисходящей фильтрации, как показано его автором в монографии (Ю.А. Ищенко. Явление и технология дельта-фильтрации природных и сточных вод / Изд-во Волгоградской гос. с.-х. акад. Волгоград. 1997, с. 209-210, рис. 56 и 58) и на странице сайта <http://mirnanowo.narod.ru/promstok/promstokfile.htm>, следовательно, не предусмотрено регулирование степени структурирования загрузки в зависимости от качества очищаемой воды.

Наиболее близким к заявляемому изобретению по технической сущности и решаемой задаче (прототип) является способ интенсификации ресурсосберегающим дельта-фильтрацией метода очистки воды, включающий для различных классов поверхностных вод (по ГОСТ 33937-2016 в табл. Б.1: А<sub>1</sub>, А<sub>2</sub>, А<sub>3</sub>, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, С<sub>1</sub>, С<sub>2</sub>, С<sub>3</sub>, D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, Е с учетом групп примесей I, II, III и временного фактора присутствия ингредиентов в воде  $t_1 \leq 3$  мес,  $t_2 = \text{кругл. г}$ ) метод водоподготовки - реагентное скорое фильтрование (СкФР - условное обознач. метода по ГОСТ 33937-2016 в табл. Г.1 - «Классы поверхностных вод по определяющим природным ингредиентам», которым соответствуют стандартизированные 21 схема технологий водоподготовки в таблице Д.1 - «Классификатор технологий очистки поверхностных вод» с 31-им СкФР) на фильтрах с однослойной гранулометрически неоднородной зернистой загрузкой эквивалентного диаметра зерен  $d_{ЭКВ}$  и предшествующие методы водоподготовки (хлорирование, коагуляция и флокуляция, хлопьеобразование, реагентное отстаивание и другие из таблицы Г.1 в ГОСТ 33937-2016), дополнительно

включающий скорое дельта-фильтрование (СДФ): грязеемкое объемное фильтрование в реагентной схеме с сохранением оптимальных доз коагулянта/флокулянта на стадии предпочистки воды, фильтрование с контактной коагуляцией/флокуляцией с пониженными дозами реагентов или безреагентное фильтрование, обеспечиваемых нисходящей фильтрацией воды, промывкой загрузки восходящим и ее структурированием нисходящим потоками воды (Ю.А. Ищенко. Способ интенсификации ресурсосберегающим дельта-фильтрованием метода очистки воды. RU 2668900 С1, В01D 24/46 2006.01, 04.10.2018. Бюл. №28).

Технический недостаток прототипа состоит в том, что во всех его интенсифицирующих режимах не предусмотрено регулирование степени структурирования загрузки в диапазоне от неэффективной спонтанной по ее высоте (при мгновенном прекращении промывки) до убывания крупности зерен в направлении нисходящей фильтрации в зависимости от качества очищаемой воды. Чем выше загрязненность воды адгезивными примесями, тем большая для нее требуется крупность зерен (пор) на входе загрузки, чтобы не заилились входные поры, тем выше должна быть степень структурирования. Введение такого регулирования устранил излишние затраты энергии на структурирование при менее загрязненных водах.

Техническая задача. Во всех режимах способа осуществлять регулирование степени структурирования загрузки в диапазоне от неэффективной спонтанной по ее высоте (при мгновенном прекращении промывки) до убывания крупности зерен в направлении нисходящей фильтрации в зависимости от качества очищаемой воды.

Согласно настоящему изобретению в способе интенсификации ресурсосберегающим дельта-фильтрованием технологий водоподготовки, включающий для различных классов поверхностных вод метод водоподготовки - реагентное скорое фильтрование (СкФР) на фильтрах с однослойной гранулометрически неоднородной зернистой загрузкой эквивалентного диаметра зерен  $d_{\text{ЭКВ}}$  и предшествующие методы водоподготовки, дополнительно включающий скорое дельта-фильтрование (СДФ): грязеемкое объемное фильтрование в реагентной схеме с сохранением оптимальных доз коагулянта/флокулянта на стадии предпочистки воды, фильтрование с контактной коагуляцией/флокуляцией с пониженными дозами реагентов или безреагентное фильтрование, обеспечиваемых нисходящей фильтрацией воды, промывкой загрузки восходящим и ее структурированием нисходящим потоками воды, интенсифицирующие режимы метода СДФ осуществляют зависимо от качества очищаемой воды заданием соответствующей степени структурирования загрузки, в диапазоне от неэффективной спонтанно осевшей до убывания крупности зерен в направлении нисходящей фильтрации оптимальным временем структурирования

$$t \geq 24,8h'ev, \text{ с,}$$

где

$h'$  - высота слоя загрузки с  $d_{\text{ЭКВ}}$  в фильтре, м;

$e$  - расширение загрузки с  $d_{\text{ЭКВ}}$  при промывке, в долях высоты слоя;

$v$  - скорость промывного потока воды для загрузки с  $d_{\text{ЭКВ}}$ , см/с,

которое подбирают экспериментально с соблюдением требования незаиляемости входных пор загрузки,

Способ интенсификации ресурсосберегающим дельта-фильтрованием технологий водоподготовки осуществляют в такой последовательности: в зависимости от эквивалентного диаметра зерен  $d_{\text{ЭКВ}}$  однослойной гранулометрически неоднородной зернистой загрузки и соответствующих им  $h'$ ,  $e$ ,  $v$  вычисляют по формуле время структурирования  $t$  - тем самым получают минимальное значение  $t$ , обеспечивающее максимальную степень структурирования загрузки, т.е. с убыванием крупности зерен в направлении нисходящей фильтрации, что может оказаться избыточным по энергозатратам на структурирование для очистки воды конкретного качества; для очищаемой воды конкретного качества подбирают  $t$  экспериментально с соблюдением требования незаиляемости входных пор загрузки; структурируют загрузку за подобранное  $t$ ; осуществляют интенсифицирующий режим метода СДФ: грязеемкое объемное фильтрование в реагентной схеме с сохранением оптимальных доз коагулянта/флокулянта на стадии предпочистки воды, фильтрование с контактной коагуляцией/флокуляцией с пониженными дозами реагентов или безреагентное фильтрование.

Примеры осуществления способа.

В качестве примера для заданных эквивалентного диаметра зерен песчаной загрузки  $d_{эКВ}=1,0$  мм, расширения  $e=0,3$  и нормативной скорости промывного потока воды для них  $v=1,41$  см/с, а также для высоты слоя  $h'=1,0$  м, вычислено по математической формуле изобретения оптимальное время структурирования  $t \geq 24.8 * 0.3 * 1.0 * 1.41 \approx 10$  с (по данным опытов для убывания крупности зерен к основанию загрузки получено  $t \approx 9$  с). Время же полного спонтанного оседания той же загрузки при мгновенном прекращении ее промывки, полученное экспериментально, около 25 с. В этом интервале, 10-25 с, и подбирают экспериментально зависимо от качества очищаемой воды время  $t$  структурирования с соблюдением требования незаиляемости входных пор загрузки - согласно формуле изобретения.

Обобщающим примером к математической формуле оптимального времени структурирования являются схемы технологий водоподготовки на основе этой формулы, которые показаны в таблице. Формула выражена в ней условно знаком «+» при СДФ, т.е. членом +СДФ.

Кроме того, следует иметь в виду, что в технологиях водоподготовки, содержащих последовательность методов озонирование (ОЗ) и сорбционная доочистка в стационарном слое адсорбента активного угля (СрГУ), которые обнаружены, в частности, в 8-ми известных технологических схемах водоподготовки, из всех 21-ной в таблице, нужно предусматривать безреагентный метод очистки воды между методами ОЗ и СрГУ для улавливания взвешенных продуктов озонирования. Так как на этих участках механические фильтры отсутствуют, то в таблице они включены как дополнительные ↓СДФ между методами ОЗ и СрГУ (схемы №2, 4, 5, 8, 10, 13, 15, 20). Кроме того, в таблицу введены усл. обозначения трех ресурсосберегающих режимов прототипа, общих с изобретением: «а» (над горизонт, стрелками) и «b V с». Они означают: а=100% - осуществляют грязеемкое объемное фильтрование по реагентной схеме с сохранением оптимальных доз коагулянта/флокулянта на стадии предочистки воды; b≈85% - осуществляют фильтрование с контактной коагуляцией подачей реагентов в загрузку или с=0% - осуществляют безреагентное фильтрование в мелкозернистой загрузке фильтров. Вертикальная стрелка от метода К(Ф), т.е. коагуляции/флокуляции, к с=0% в таблице означает последовательный перевод метода СкФР методом +СДФ в безреагентный режим путем постепенного измельчения зерен загрузки потоками воды или замены крупнозернистой загрузки. Горизонтальная стрелка от «с» в сторону +СДФ означает, что вода подается от метода, предшествующего методу К(Ф), на сопряженные методы СкФР и +СДФ без попутной обработки. После метода сорбция с вводом мелкогранульных или порошковых сорбентов в очищаемую воду (СрПУ) фильтрование осуществляют методом +СДФ в безреагентном режиме (схемы №3, 6, 7, 11, 14, 16, 17, 19).

Таким образом, поставленная техническая задача решена: во всех режимах способа обеспечено регулирование степени структурирования загрузки в диапазоне от неэффективной спонтанной по ее высоте (при мгновенном прекращении промывки) до убывания крупности зерен в направлении нисходящей фильтрации в зависимости от качества очищаемой воды.

Кл. вод	Группа прим.	Врем. фактор	Рекомендуемая технологическая схема	№ схемы
A1	II	t <sub>2</sub>	$b V c \xrightarrow{\quad} +СДФ$ ХЛ-К(Ф) <sup>а</sup> -ХЛО-ОтР-СкФР-ХЛ	1
A3	II	t <sub>2</sub>	$b V c \xrightarrow{\quad} +СДФ_1$   $+СДФ_2$ ОЗ1-К(Ф) <sup>а</sup> -ФлР-СкФР-ОЗ2-СрГУ-ХЛ	2
	II, III	t <sub>1</sub>	$b V c \xrightarrow{\quad} +СДФ_1$   $+СДФ_2$ БПБ-К(Ф) <sup>а</sup> -СкФР1-ОЗ-СрПУ-СкФР2-ХЛ	3
	II, III	t <sub>2</sub>	$b V c \xrightarrow{\quad} +СДФ_1$   $+СДФ_2$ БПБ-К(Ф) <sup>а</sup> -СкФР-ОЗ-СрГУ-ХЛ	4
A2	II, III	t <sub>2</sub>	$b V c \xrightarrow{\quad} +СДФ_1$   $+СДФ_2$ БПБ-ОЗ1-К(Ф) <sup>а</sup> -ХЛО-РО-СкФР-ОЗ2-СрГУ-ХЛ	5
	II, III	t <sub>2</sub>	$b V c \xrightarrow{\quad} +СДФ_1$   $+СДФ_2$ ОЗ1-К(Ф) <sup>а</sup> -ХЛО-ОтР-СкФР1-ОЗ2-СрПУ-СкФР2-ХЛ	6
B1	I, II	t <sub>2</sub>	$b V c \xrightarrow{\quad} +СДФ_1$   $+СДФ_2$ ХЛ-К(Ф) <sup>а</sup> -СкФР1-СрПУ-СкФР2-ХЛ	7
B2	I, II	t <sub>2</sub>	$b V c \xrightarrow{\quad} +СДФ_1$   $+СДФ_2$ БПБ-К(Ф) <sup>а</sup> -СкФР-ОЗ-СрГУ-ХЛ	8
C1	I	t <sub>2</sub>	$b V c \xrightarrow{\quad} +СДФ$ ОбФ(ГЦ)-БПБ-К(Ф) <sup>а</sup> -ОВОР-СкФР-ХЛ	9
	I, II	t <sub>2</sub>	$b V c \xrightarrow{\quad} +СДФ_1$   $+СДФ_2$ ОбФ(ГЦ)-БПБ-К(Ф) <sup>а</sup> -ХЛО-ОтР-СкФР-ОЗ-СрГУ-ХЛ	10
	I, II, III	t <sub>1</sub>	$b V c \xrightarrow{\quad} +СДФ_1$   $+СДФ_2$ От-БПБ-К(Ф) <sup>а</sup> -СкФР1-СрПУ-СкФР2-ХЛ	11
C2	I, II	t <sub>2</sub>	$b V c \xrightarrow{\quad} +СДФ$ От-БПБ-К(Ф) <sup>а</sup> -ОВОР-СкФР-ХЛ	12
	I, II	t <sub>2</sub>	$b V c \xrightarrow{\quad} +СДФ_1$   $+СДФ_2$ От-БПБ-К(Ф) <sup>а</sup> -ХЛО-ОтР-СкФР-ОЗ-СрГУ-ХЛ	13
C3	I, II	t <sub>1</sub>	$b V c \xrightarrow{\quad} +СДФ$ От-ОбФ-К(Ф) <sup>а</sup> -КПФ-ОЗ-СрПУ-СкФР-ХЛ	14
D1	I, II	t <sub>2</sub>	$b V c \xrightarrow{\quad} +СДФ_1$   $+СДФ_2$ СтФ(МФ)-БПБ-К(Ф) <sup>а</sup> -СкФР-ОЗ-СрГУ-ХЛ	15
	I, II	t <sub>2</sub>	$b V c \xrightarrow{\quad} +СДФ_1$   $+СДФ_2$ СтФ(МФ)-БПБ-К(Ф) <sup>а</sup> -СкФР1-ОЗ-СрПУ-СкФР2-ХЛ	16
D2	I, II, III	t <sub>1</sub>	$b V c \xrightarrow{\quad} +СДФ$ Фл-БПБ-К(Ф) <sup>а</sup> -ХЛ-От-СрПУ-СкФР-ХЛ	17
E	IV	t <sub>2</sub>	$b V c \xrightarrow{\quad} +СДФ$ От-К(Ф. Щ) <sup>а</sup> -ОВОР-СкФР-ХЛ	18
	IV	t <sub>1</sub>	$b V c \xrightarrow{\quad} +СДФ_1$   $+СДФ_2$ От-БПБ-К(Ф) <sup>а</sup> -ОВОР-СкФР1-СрПУ-СкФР2-ХЛ	19
	IV	t <sub>2</sub>	$b V c \xrightarrow{\quad} +СДФ_1$   $+СДФ_2$ ОбФ-К(Ф) <sup>а</sup> -ОВОР-СкФР-ОЗ-СрГУ-ХЛ	20
	IV	t <sub>2</sub>	$b V c \xrightarrow{\quad} +СДФ$ ОбФ-К(Ф) <sup>а</sup> -СкФР-ОО(ЭД)-СрГУ-ХЛ	21

#### Формула изобретения

Способ интенсификации ресурсосберегающим дельта-фильтрованием технологий водоподготовки, включающий для различных классов поверхностных вод метод водоподготовки - реагентное скорое фильтрование (СкФР) на фильтрах с однослойной гранулометрически неоднородной зернистой загрузкой эквивалентного диаметра зерен  $d_{ЭКВ}$  и предшествующие методы водоподготовки, дополнительно включающий скорое дельта-фильтрование (СДФ): режимы грязеемкое объемное фильтрование в реагентной схеме с сохранением оптимальных доз коагулянта/флокулянта на стадии предочистки воды, фильтрование с контактной коагуляцией/флокуляцией с пониженными дозами реагентов или безреагентное фильтрование, обеспечиваемые нисходящей фильтрацией воды, промывкой загрузки восходящим и ее структурированием нисходящим потоками воды, отличающийся тем, что интенсифицирующие режимы метода СДФ осуществляют зависимо от качества очищаемой воды заданием соответствующей степени структурирования загрузки в

диапазоне от неэффективной спонтанно осевшей до убывания крупности зерен в направлении нисходящей фильтрации оптимальным временем структурирования  $t \geq 24,8h'ev$ , с,

где

$h'$  - высота слоя загрузки с  $d_{\text{ЭКВ}}$  в фильтре, м;

$e$  - расширение загрузки с  $d_{\text{ЭКВ}}$  при промывке, доли высоты слоя;

$v$  - скорость промывного потока воды для загрузки с  $d_{\text{ЭКВ}}$ , см/с,

которое подбирают экспериментально с соблюдением требования незаиляемости входных пор загрузки.