



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1665647** **A1**

(51)5 C 02 F 3/34

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

- (21) 4760775/26
(22) 20.11.89
(71) Институт коллоидной химии и химии воды им. А.В.Думанского
(72) П.И.Гвоздяк, Н.Б.Загорная, Г.Н.Никовская, Л.И.Глоба, Н.П.Гвоздяк и С.М.Федорик
(53) 628.356 (088.8)
(56) Оксийук О.П., Стольберг Ф.В. Управление качеством воды в каналах. К.: Наукова думка, 1986, 172 с.
Авторское свидетельство СССР № 1362710, C 02 F 3/32, 1987.
Авторское свидетельство СССР № 1310005, B⁰¹ D 29/08, 35/10, 1987.
Авторское свидетельство СССР № 1566675, кл. C 02 F 3/30, 1989.
(54) СПОСОБ ОЧИСТКИ ВОДЫ
(57) Изобретение относится к биотехнологии очистки воды и может быть использовано в водоподготовке для осво-

2

бождения воды водотоков от взвешенных и растворенных органических веществ. С целью повышения степени очистки природной воды за счет увеличения ее самоочищающей способности и исключения регенерации наполнителя несущие элементы с отрезками волокна размещают в водотоке с плотностью 2,5-10 кг на 1 м³ водотока горизонтально с образованием двух слоев: нижнего с несущим элементом, ориентированным параллельно продольной оси водотока, верхнего с ориентацией несущего элемента перпендикулярно к ней. При этом высота нижнего слоя составляет 15-25%, а верхнего - 85-75% глубины водотока. Используют отрезки волокон длиной 5-15 см, а несущие элементы располагают друг относительно друга с шагом, равным 2-5 длинам отрезка. 1 з.п. ф-лы, 4 ил., 4 табл.

Изобретение касается биотехнологии очистки воды и может быть использовано при водоподготовке для очистки воды водотоков от взвешенных и растворенных органических веществ.

Целью изобретения является повышение степени очистки природной воды за счет увеличения ее самоочищающей способности и исключения регенерации наполнителя.

Способ заключается в следующем.

Очищаемую воду обрабатывают организмами, иммобилизованными на наполнителе из отрезков волокна, за-
27-91

крепленных на несущих элементах в одной плоскости и с одной стороны несущего элемента. Несущие элементы с волокнами размещают в водотоке горизонтально с образованием двух слоев, нижний слой с параллельным размещением несущего элемента с отрезками волокон относительно продольной оси водотока, а верхний - с перпендикулярным размещением несущего элемента, причем высота нижнего слоя составляет 15-25%, а высота верхнего - 75-85% глубины водотока, а наполнитель используют в количестве 2,5-10 кг на



(19) **SU** (11) **1665647** **A1**

1 м³ водотока. Несущие элементы располагают с шагом, равным 2-5 длинам отрезка волокон, при длине отрезка 5-15 см.

В основу способа положена реализация процессов сукцессии природных биоценозов. Установлено, что при предлагаемом варианте размещения в воде волокон создаются условия, обеспечивающие максимальный обмен между организмами всей толщи воды, а также между различными функциональными группами животных (плавающими, прикрепленными и ползающими) и водной средой, содержащей органические загрязнения. Эффективное использование различных групп населения водотока приводит к более глубокой очистке воды по всей ее толще. Поскольку трофические цепи гидробионтов "выедают" избыточную биомассу, регенерацию носителя осуществлять не надо.

На фиг.1 приведена схема закрепления волокон 1 на несущих элементах 2; на фиг.2 - размещение несущих элементов с волокнами на раме 3; на фиг.3 представлена схема размещения рам в ковше водозабора, план; в нижнем слое - несущие элементы с обрезками волокон размещают параллельно относительно продольной оси водотока; на фиг.4 - то же в верхнем слое - перпендикулярно.

Пример 1.

I стадия. Носитель (фиг.1) изготавливают из нити капроновой текстурной жгутовой (ТУ-6-06-С 116-87) на плосковязальной машине таким образом, чтобы отрезки волокон 1 находились на несущем элементе в одной плоскости с ним. При этом несущий элемент 2 является составной частью наполнителя. Длина отрезка волокон равна 10 см. Носитель разрезают на полосы длиной 2 м, которые параллельно друг другу на расстоянии 20 см натягивают (фиг.2) на рамы 3 размером (2х2) м. Вес одной полосы около 80 г. На первой раме помещают десять полос. Общий вес полос 1,6 кг.

II стадия. В ковше водозабора реки Днепр, глубиной 6 м, вместимостью 200 м³, укладывают на дно девять рам (фиг.3) таким образом, чтобы несущие элементы с отрезками волокон были ориентированы параллельно продольной оси водотока 4. На них аналогичным образом укладывают еще четыре ряда.

Получен нижний слой высотой 1 м, что составляет 15% глубины ковша, состоящий из 45 рам, уложенных в пять рядов. Верхний слой высотой 5 м (фиг.4) - 85% глубины - укладывают на нижний слой, при этом несущие элементы с отрезками волокон ориентированы перпендикулярно продольной оси водотока. В верхнем слое укладывают 25 рядов из 225 рам. Всего в ковше водозабора укладывают 270 рам. Вес носителя 432 кг, т.е. в 1 м³ водотока уложено 3,2 кг волокон.

III стадия. Через ковш, заполненный волокнами, проходит вода, характеристика которой представлена в табл. 1, со скоростью 1 м/с. Через 24 ч качество воды улучшается по всем показателям. Результаты очистки приведены в табл. 1. Через 48 ч работы установки показатели очистки были стабильны.

Вегетационный период действия предложенного способа не ограничивался теплым временем года. На зимний период времени для защиты рам от подвижки льда верхний слой рам на глубине 1 м от поверхности водотока должен промерзнуть (обычно пять верхних рядов), вынимают из водотока и хранят в высушенном состоянии до весны.

Пример 2. Носитель изготавливают аналогичным образом, но длина отрезка волокон равна 5 см. Носитель режут на полосы длиной 0,5 м и параллельно друг другу на расстоянии 10 см туго натягивают на рамы размером (0,5х0,5) м.

На дно аквариума, вместимостью 0,5 м³ помещают 1 кг донных иловых отложений реки Днепр. Сверху на иловые отложения укладывают одну раму с носителем так, чтобы несущие элементы с отрезками волокон расположились параллельно ходу тока воды (нижний слой 15% глубины). Вторую, третью и четвертые рамы укладывают на первую раму, но при этом несущие элементы с отрезками волокон ориентируют перпендикулярно ходу воды (верхний слой 85% глубины).

Общий вес носителя на пяти рамах равен 1 кг.

Реальную воду реки Днепр замутняли бактериями *Escherichia coli* K-12 таким образом, чтобы количество взвешенных веществ составило 250 мг/л, и

пропускали через нижний штуцер перистальтическим насосом со скоростью 1 л/ч. Очищенная вода выходила из аквариума через верхний штуцер, где ее анализировали. Через 24 ч степень очистки по ХПК составила 96%, БПК — 98%, по взвешенным веществам — 93%.

Пример 3. Отличается от примера 1 тем, что рамы с закрепленными полосами носителя монтируют, маркируя их по очередности расположения в слоях в точке водотока, наиболее богатой биоценозами, для прикрепления последних на волокнах. Через 7 дн. рамы вынимают из водотока и переносят в места, бедные биоценозами, послойно, согласно маркировки рам, для увеличения самоочищающей способности данного участка водотока. В случае дальней транспортировки рам с иммобилизованными биоценозами их высушивают в тени при 5–40°C. В высушенном состоянии биоценозы можно хранить без потери активности до 1,5 лет.

Исследования показали, что через 48–72 ч после введения в водоток высушенных биоценозов самоочищение природной воды интенсифицируется. При этом установлено, что эффект очистки зависит от фонового уровня загрязненности, о котором судят по показателям ХПК. При ХПК очищаемой воды ≤ 100 мг О/л степень очистки была высокой (по ХПК 95–99%, по взвешенным веществам — 90–95%). В табл. 2 приведены результаты очистки воды иммобилизованными и высушенными на волокнах биоценозами.

Результаты очистки воды по известным и предложенному способам приведены в табл. 3.

Из табл. 3 видно, что степень очистки по ХПК удается повысить на 8%, по БПК на 4,1%, по взвешенным веществам на 8,4%, по прозрачности на 11%, по запаху на 1 балл, по аммонийному азоту на 20%, по плотному остатку на 15,8%. При этом глубина очистки по загрязнителям увеличивалась в 3,4 раза (по ХПК), по БПК в 2,3 раза, по взвешенным органическим веществам в 2 раза, по азоту в 5 раз и т.д.

Степень очистки зависела от следующих параметров: размещения волокон относительно продольной оси водотока, высоты верхнего и нижнего слоев, массы загрузки, расстояния между несущими элементами, длины отрезков волокон. Для уточнения этих величин были

проведены специальные исследования, в которых, изменяя каждый из изучаемых параметров, определяли степень очистки по ХПК и взвешенным веществам. Результаты экспериментов приведены в табл. 4. Из табл. 4 видно, что хорошую очистку можно получить при размещении волокон в водотоке горизонтально с образованием двух слоев, нижний слой с параллельным расположением волокон относительно продольной оси водотока, верхний с перпендикулярным (примеры 1–22), при обратном расположении волокон в слоях (примеры 23–25), а также только при перпендикулярном (примеры 26–28) или параллельном расположении волокон (примеры 29–31) степень очистки была недостаточной высокой.

Из табл. 4 видно, что хорошую очистку наблюдали при высоте нижнего слоя 15–25%, а верхнего 85–75% (примеры 5–20). При изменении этого соотношения очистка ухудшалась (примеры 21, 22).

При высоте нижнего слоя 15–25% глубины, вне зависимости от рыхлости грунта, одна-две рамы возвышались над придонным слоем. Параллельное размещение волокон в придонном слое позволяло бентосу перемещаться против течения и создавало благоприятные условия перифитону для закрепления, обитания и очистки придонного слоя. Перпендикулярное размещение волокон в верхнем слое (высотой 75–85% глубины) защищает планктон от сноса его по течению, что приводит к интенсификации процесса самоочищения (примеры 5–20). Из табл. 4 видно, что степень очистки определяла и масса загруженных волокон. Высокую очистку наблюдали при загрузке 2,5–5 кг на 1 м³ водотока (примеры 10–11, 13–15). При снижении этого количества до 1 кг/м³ (примеры 5, 8) степень очистки по ХПК снижалась на 15% и более. При введении в водоток от 5 до 10 кг/м³ волокон (примеры 15–18) степень очистки почти не изменялась. При завышении этого количества более 10 кг/м³, в связи с ухудшением массообмена между отдельными волокнами, степень очистки ухудшалась (пример 20). Из табл. 4 видно, что для получения высокой степени очистки несущие элементы с волокнами должны быть размещены друг от друга на расстоянии, равном

2-5 длинам отрезка волокон (примеры 12-16, 18). Такое размещение обеспечивает хороший обмен между закрепленными на волокнах организмами и водной средой, содержащей пищу - растворенные и взвешенные органические вещества. Кроме того, обеспечивается достаточное расстояние для свободного перемещения плавающих представителей планктона. При более плотном размещении несущих элементов, < 2 длин, (примеры 5, 8, 11) вертикальная миграция планктона затруднена, степень очистки снижается. При более свободном размещении несущих элементов (> 5 длин волокон) не обеспечивается задержка организмов от сноса их по течению, наблюдается проскок организмов и загрязнителей в очищенную воду. Степень очистки низкая (пример 17).

Из табл. 4 видно, что хорошая очистка обеспечивалась при длине волокон равной 5-15 см (примеры 10, 13-16, 18). При уменьшении длины волокон менее 5 см (пример 12) полоска носителя быстро ослизняется. Это объясняется тем, что при коротком отрезке волокон размах движения каждого волокна относительно несущего элемента незначителен. При ослизнении полоски снабжение кислородом вглубь носителя затруднено. Очистка ухудшается. При длине волокон 5-15 см создаются необходимые условия для обмена кислородом растворенными и взвешенными органическими веществами между отдельными элементами носителя, вглубь его, и водной средой. При увеличении длины волокон более 15 см (пример 19) волокна висят, зазоры между несущими элементами увеличиваются, обмен веществ внутри зависающих участков затруднен, наблюдается проскок в зазоры взвешенных веществ и загрязнителей. Очистка ухудшается.

Таким образом, предлагаемый способ наиболее благоприятен для создания абиотической части экосистемы, которая определяет структурно-функциональную организацию биоценозов и круговорот веществ в ней, создания сбалансированной устойчивой экосистемы, которой свойственно равновесие основных функциональных процессов и

высокая самоочищающая способность, которая может обеспечить ликвидацию как внесенных извне, так и первично продуцированных в этой системе органических загрязнителей.

Способ позволяет, по сравнению с прототипом, увеличить степень очистки за счет повышения ее самоочищающей способности по ХПК на 8%, по БПК на 4,1%, по взвешенным органическим веществам на 8,4%. При этом глубина очистки существенно увеличивается: по ХПК в 3,4 раза, по БПК в 2,3 раза, по взвешенным органическим веществам в 2 раза, по азоту в 5 раз.

В случае обеднения водотоков природными биоценозами способ позволяет ввести их в высушенном состоянии, "оживить" воду и вернуть ей самоочищающую способность.

В отличие от известных способов регенерацию носителя проводить не требуется.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1. Способ очистки воды, включающий обработку микроорганизмами, иммобилизованными на носителе из отрезков волокна, закрепленных на несущем элементе в одной плоскости и с одной стороны с ним, отличающийся тем, что, с целью повышения степени очистки природной воды за счет увеличения ее самоочищающей способности и исключения регенерации носителя, несущие элементы с отрезками волокна размещают в водотоке горизонтально с образованием двух слоев, нижний слой с расположением несущего элемента - параллельно продольной оси водотока, верхний - перпендикулярно продольной оси водотока, причем высота нижнего слоя составляет 15-25%, а верхнего - 85-75% глубины водотока, и наполнитель используют в количестве 2,5-10 кг на 1 м³ водотока.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что используют отрезки волокон 5-15 см, а несущие элементы располагают друг относительно друга с шагом, равным 2-5 длинам отрезка волокон.

Т а б л и ц а 1

Показатель	До очи- стки	После очистки	Эффект очи- стки, %
ХПК, мг O ₂ /л	12,2	0,56	95,4
БПК, мг O ₂ /л	7,2	0,2	97,2
Взвешенные вещества, мг/л	50	3	94,0
Прозрачность, см	20	30	22,9
Цветность, град	61	20	67,2
Запах, бал	2 зем- листый	1 зем- лист.	-
Азот аммонийный, мг/л	1,0	0,08	92,0
нитритов, мг/л	0,04	0,005	87,5
нитратов, мг/л	1,8	0	100
Микробное число, кл/мл	16700	210	98,8
Коли-индекс, кл/л	4250	108	97,5

где ХПК - химическое потребление кислорода;

БПК - биологическое потребление кислорода.

Т а б л и ц а 2

Показатель	До очи- стки	После очистки	Эффект очи- стки, %
ХПК, мг O/л	100	5	95,0
БПК, мг O/л	75	2,25	97,0
Взвешенные вещества, мг/л	250	7	97,2
Прозрачность, см	10	30	66,7

Т а б л и ц а 3

Показатель	До очи- стки	После очистки			
		извест- ный способ	эффект очист- ки, %	предла- гаемый способ	эффект очист- ки, %
ХПК, мг O/л	150,0	17,0	88,7	5,0	96,7
БПК, мг O/л	70,0	5,0	92,9	2,1	97
Взвешенные веще- ства, мг/л	300	50	83,3	25	91,7
Прозрачность по шрифту, см	10	18	44,5	29	65,5
Цветность, град	62	32	48,4	20	67,7

Показатель	До очистки	После очистки			
		известный способ	эффект очистки, %	предлагаемый способ	эффект очистки, %
Запах, баллы	3	2,0	33,3	1	66,7
Азот аммонийный, мг/л	2,0	0,5	75,0	0,1	95,0
Плотный остаток, мг/л	950	300	68,4	150	84,2

Т а б л и ц а 4

При- мер, №	Размещение волокон в слоях (ниж- ний/верхний)	Высота слоев (ниж- ний/верх- ний), %	Вес за- грузки, кг/м³	Шаг раз- мещения волокон, длин от- резка	Длина отрез- ка во- локна, см	Степень очистки ХПК взвешенного ор- ганического веществ- ва, %
1	параллель- но/перпенди- кулярно	5/95	1	2	5	78/75 Плохая
2	"	"	2	2	3	78/76 То же
3	"	"	2	2	5	79/76 "
4	"	10/90	2	2	5	80/75 "
5	"	15/85	1	1	1	73/75 "
6	"	"	2	2	3	80/82 "
7	"	"	2,5	2,5	5	85/83 Хорошая
8	"	20/80	1	1	1	80/79 Плохая
9	"	"	2	2	5	82/80 Хорошая
10	"	"	2,5	3	5	95/95 Хорошая
11	"	25/75	2,5	1	5	85/83 Плохая
12	"	"	2,5	2	3	89/85 Плохая
13	"	"	2,5	3	5	95/95 Хорошая
14	"	"	3,0	4	8	97/96 То же
15	"	"	5,0	5	10	98/96 "
16	"	"	6,5	5	12	98/96 "
17	"	"	10,0	7	15	87/82 Плохая
18	"	"	10,0	5	15	96/95 Хорошая
19	"	"	10,0	5	20	90/89 Плохая
20	"	"	15,0	5	10	87/85 То же
21	"	30/70	5,0	5	10	89/87 "

При- мер, №	Размещение волокон в слоях (ниж- ний/верхний)	Высота слоев (ниж- ний/верх- ний), %	Вес за- грузки, кг/м ³	Шаг раз- мещения волокон, длин от- резка	Длина отрез- ка во- локна, см	Степень очистки	
						ХПК взвешенного ор- ганического веществ- ва, %	
22	"-	50/50	5	5	10	87/85	"-
23	перпендику- лярно/парал- лельно	15/85	2	2	5	87/85	"-
24	То же	20/80	2,5	3	5	87/85	"-
25	"-	25/75	2,5	3	5	89/87	"-
26	Перпендику- лярно	15/85	2	2	5	85/83	"-
27	То же	20/80	2,5	3	5	85/83	"-
28	"-	25/75	2,5	3	5	85/83	"-
29	Параллельно	15/85	2	2	5	87/85	"-
30	"-	20/80	2,5	3	5	85/87	"-
31	"-	25/75	2,5	3	5	83/85	"-



Fig. 1

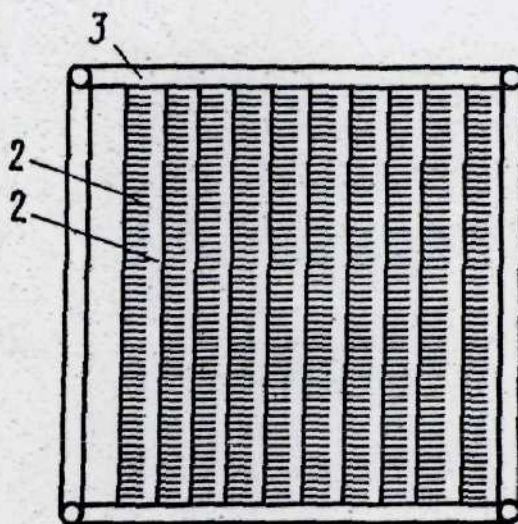
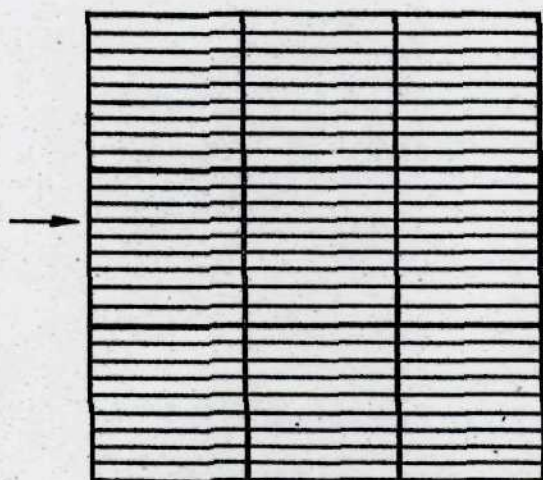
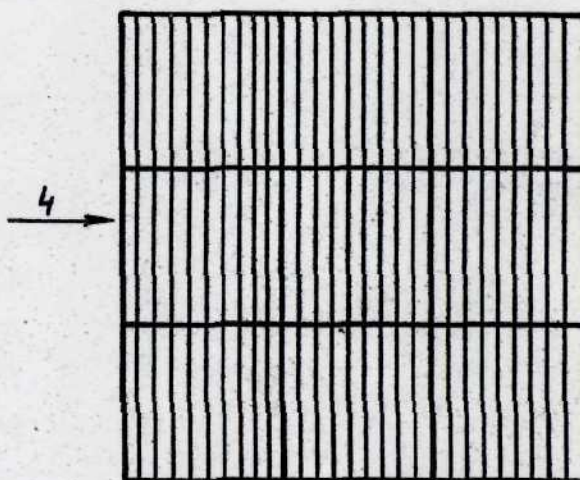


Fig. 2



Фиг.3



Фиг.4

Редактор Е.Кравцова

Составитель А.Сондор

Техред А.Кравчук

Корректор М.Самборская

Заказ 2765/ДСП

Тираж 385

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101