



(51) МПК  
*C02F 1/52* (2006.01)  
*C02F 3/02* (2006.01)  
*C02F 1/36* (2006.01)  
*C02F 103/32* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013126761/05, 05.06.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
 05.06.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 05.06.2013

(45) Опубликовано: 27.10.2014 Бюл. № 30

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2073649 C1, 20.02.1997. RU 2327651 C2, 27.06.2008. RU 2398705 C2, 10.05.2010. WO 2012005631 A2, 12.01.2012. JP H09136090 A, 27.05.1997. JP H05115900 A, 14.05.1993. US 5164094 A, 17.11.1992

Адрес для переписки:

183010, г.Мурманск, ул. Спортивная, 13,  
 ФГОУВПО "Мурманский государственный  
 технический университет", патентный кабинет

(72) Автор(ы):

Васильева Жанна Вячеславовна (RU),  
 Барашева Юлия Михайловна (RU),  
 Углова Нина Владимировна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
 образовательное учреждение высшего  
 профессионального образования  
 "Мурманский государственный технический  
 университет" (ФГОУВПО "МГТУ") (RU)

(54) СПОСОБ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

(57) Реферат:

Изобретение может быть использовано для очистки сточных вод, содержащих вещества органической природы, на предприятиях пищевой и рыбной промышленности с утилизацией выделенного продукта. При осуществлении способа в качестве коагулянта используют избыточный активный ил, сконцентрированный до содержания сухого вещества 7-10 г/л. Затем активный ил подвергают акустической кавитационной обработке. Режим жесткости акустической кавитационной обработки

составляет 2,5-3,5 кГц·час. Жесткость режима определяют по формуле  $\Theta = \tau \times f$ , где  $\tau$  - продолжительность обработки, час,  $f$  - частота ультразвуковых колебаний пьезоэлектрического генератора, кГц. Обработанный ил вводят в сточные воды в соотношении 1:2 и проводят осаждение. Отделяют осадок и утилизируют его. Способ обеспечивает существенное упрощение технологии очистки при сохранении его эффективности. 1 з.п. ф-лы, 4 ил., 2 пр.

RU 2 531 931 C1

RU 2 531 931 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*C02F 1/52* (2006.01)  
*C02F 3/02* (2006.01)  
*C02F 1/36* (2006.01)  
*C02F 103/32* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2013126761/05, 05.06.2013**(24) Effective date for property rights:  
**05.06.2013**

Priority:

(22) Date of filing: **05.06.2013**(45) Date of publication: **27.10.2014** Bull. № 30

Mail address:

183010, g.Murmansk, ul. Sportivnaja, 13, FGOUVPO  
"Murmanskij gosudarstvennyj tekhnicheskij  
universitet", patentnyj kabinet

(72) Inventor(s):

**Vasil'eva Zhanna Vjacheslavovna (RU),  
Barasheva Julija Mikhajlovna (RU),  
Uglova Nina Vladimirovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe  
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego  
professional'nogo obrazovanija "Murmanskij  
gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet"  
(FGOUVPO "MGU") (RU)**

(54) **METHOD OF PHYSICAL AND CHEMICAL WASTEWATER TREATMENT**

(57) Abstract:

FIELD: agriculture.

SUBSTANCE: invention may be used for treatment of waste waters containing substances of organic nature, in the enterprises of food and fishing industry with the disposal of the isolated product. When implementing the method, the coagulant was used as surplus activated sludge concentrated to the dry matter content of 7-10 g/l. Then, the activated sludge is subjected to acoustic cavitation treatment. The mode of stiffness of the acoustic cavitation treatment is 2.5-3.5 kHz·hour. The

stiffness of the mode is determined by the formula  $\Theta = \tau \times f$ , where  $\tau$  is the treatment time, hour,  $f$  is the frequency of ultrasonic vibrations of the piezoelectric generator, kHz. The treated sludge is directed into the waste water in a ratio of 1:2, and the deposition is carried out. The precipitate is isolated and disposed.

EFFECT: method provides substantial simplification of purification technology while maintaining its efficiency.

2 cl, 4 dwg, 2 ex

Изобретение относится к регенеративным способам очистки сточных вод, содержащих вещества органической природы, и может быть использовано на предприятиях пищевой и рыбной промышленности с утилизацией выделенного продукта.

5 Сточные воды пищевых и рыбоперерабатывающих производств являются полидисперсной системой сложного состава, которая характеризуется высоким содержанием ценных компонентов органической и неорганической природы - белковых и липидных соединений, продуктов их гидролиза, биологически активных веществ, витаминов и минеральных веществ.

10 На очистных сооружениях предприятий рыбной промышленности широко применяют методы реагентной очистки сточных вод. Но традиционно используемые в реагентной очистке коагулянты приводят к высокому остаточному содержанию в воде ионов металлов ( $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ), применение в реагентной очистке синтетических флокулянтов несет опасность высокого остаточного содержания в очищенной сточной воде токсичных мономеров. Применяемые коагулянты и флокулянты безвозвратно переводят  
15 в бионеприемлемую форму биологически активные компоненты рыбного сырья, содержащиеся в сточных водах рыбоперерабатывающих производств, и исключают последующее использование осадка сточных вод.

Решением проблемы является поиск новых форм реагентов физико-химической очистки, лишенных следующих недостатков: дороговизны, остаточной концентрации  
20 в очищенной воде, невысокой степени очистки, вторичного загрязнения осадка.

В связи с этим перспективным является использование в качестве потенциально биоприемлемых реагентов природных биофлокулянтов, в частности избыточного активного ила, образующегося при биологической очистке сточных вод. Известно, что активный ил самостоятельно производит флокулянты для собственной флокуляции,  
25 которые представляют собой внеклеточные биополимеры, продукты метаболизма активного ила. Использование избыточного активного ила в качестве реагента физико-химической очистки позволяет использовать резервные биополимеры для флокулирования загрязнений сточных вод (1,2,3). Кроме того, использование  
30 избыточного активного ила для реагентной очистки сточных вод пищевых производств позволяет не только осуществлять очистку сточных вод, но и обеспечивать извлечение ценных компонентов сточных вод пищевых производств без снижения их качества с получением высококачественного белкового минерального продукта.

Однако известно, что выделение биофлокулянтов микроорганизмами активного ила зависит от таких факторов, как температура, фаза жизнедеятельности микроорганизмов,  
35 внешние условия среды и некоторые другие. Таким образом, актуальным является нахождение способа, который позволяет выводить биополимеры активного ила из клеточной оболочки вне зависимости от вышеприведенных факторов, не нарушая или не разрушая при этом нативных свойств его биополимеров, обуславливающих их флокуляционные способности. Наиболее перспективным является применение  
40 акустической кавитационной обработки активного ила, реализованное в заявляемом способе.

Наиболее близким к заявленному способу является способ отделения взвешенных веществ от исходной сточной жидкости при аэробной биологической очистке сточных вод (Пат. РФ №2073649, опубл. 1997.02.20). Способ заключается в том, что в исходную  
45 сточную жидкость вводят в качестве коагулянта избыточный активный ил, находящийся в эндогенной фазе метаболизма и подвергнутый предварительной физико-механической обработке путем различных режимов гидродинамического кавитационного воздействия или дезинтеграции клеток микроорганизмов, после чего производят осаждение

полученной смеси. Причем эндогенную фазу метаболизма активного ила обеспечивают путем создания режимов культивирования микроорганизмов при аэробной биологической очистке. Во всех примерах очистки сточных вод по приведенному изобретению указано, что эффективность осаждения по сравнению с традиционными методами повышалась в среднем на 15-30%.

Но этому способу присущи недостатки, заключающиеся в следующем:

- известный способ обеспечивает очистку сточных вод лишь от взвешенных частиц;

- известный способ обеспечивает очистку сточных вод лишь при использовании активного ила, находящегося в эндогенной фазе метаболизма в процессе аэробной биологической очистки сточных вод;

- эндогенную фазу метаболизма необходимо обеспечивать путем создания режимов культивирования микроорганизмов при аэробной биологической очистке, обеспечивающих последовательную смену условий их питания от избытка питательного субстрата до глубокой старваии микроорганизмов;

- состав биоценоза активного ила в процессе аэробной биологической очистки специально формируют путем введения в сточную воду предварительно выращенного консорциума, обеспечивающего сдвиг процесса формирования биоценоза в сторону подавления роста нитчатых и нефлокулирующих микроорганизмов;

- и, наконец, известный способ может быть использован только для отделения взвешенных веществ от исходной сточной жидкости при аэробной биологической очистке сточных вод и очевидно не может применяться в таких технологических схемах очистки, в которых отсутствуют сооружения аэробной биологической очистки.

Таким образом, для обеспечения максимального выделения клетками биофлокулянтов применяют трудоемкие, длительные и сложные процессы культивирования активного ила со специально сформированным биоценозом, процессы обеспечения особых режимов культивирования, включающих последовательную смену условий их питания, а также контроль и обеспечение особого состояния активного ила - эндогенной фазы метаболизма. Вышеприведенные недостатки, включая наличие специальных сооружений биологической очистки для культивирования микроорганизмов, приводят к трудоемкости, длительности, сложности и дороговизне процесса известного способа очистки. Указанные недостатки, кроме того, приводят к удорожанию утилизированного продукта.

Задачей предлагаемого изобретения является создание способа, позволяющего:

1) осуществлять очистку сточных вод от взвешенных, коллоидных и растворенных веществ;

2) исключить трудоемкие, длительные, сложные и дорогостоящие процессы культивирования активного ила со специально сформированным биоценозом и процессы обеспечения особых режимов культивирования и таким образом проводить биофлокуляционную очистку сточных вод при использовании активного ила вне зависимости от стадии метаболизма.

Технический результат, на достижение которого направлено заявляемое изобретение, состоит в упрощении способа очистки при сохранении его эффективности.

Для достижения указанного технического результата в заявляемом способе физико-химической очистки сточных вод осуществляют концентрирование избыточного активного ила путем отстаивания, или декантации, или сгущения, или центрифугирования, или фильтр-прессования до содержания сухого вещества ила не менее 7-10 г/л, затем проводят акустическую кавитационную обработку активного ила жесткостью режима, определяемой по формуле:

$$\Theta = \tau \times f ,$$

где

$\Theta$  - жесткость режима, кГц·час,

$\tau$  - продолжительность обработки, час,

$f$  - частота ультразвуковых колебаний пьезоэлектрического генератора, кГц, и составляющей 2,5-3,5 кГц·час,

добавляют обработанный активный ил к сточной воде в соотношении 1:2, после чего смесь направляют на хлопьеобразование и седиментацию. Производят отделение от очищенной сточной воды осадка, его обезвоживание, затем белково-минеральный осадок направляют на дальнейшее использование в качестве белкового компонента для стартовых и продукционных кормов для рыб, с/х животных и птиц.

Отличительными признаками предложенного способа очистки сточных вод (СВ) являются следующие. Сначала осуществляют концентрирование избыточного активного ила до содержания сухого вещества ила 7-10 г/л, затем его обрабатывают акустической кавитацией жесткостью режима, определяемой по формуле:

$$\Theta = \tau \times f ,$$

где

$\Theta$  - жесткость режима, кГц · час,

$\tau$  - продолжительность обработки, час,

$f$  - частота ультразвуковых колебаний пьезоэлектрического генератора, кГц.

Жесткость режима находится в диапазоне 2,5-3,5 кГц·час. Введение сгущенного и обработанного акустической кавитацией активного ила к обрабатываемой сточной воде производят в соотношении 1:2.

Благодаря наличию этих признаков возможно достижение указанного технического результата.

Предлагаемый способ очистки сточных вод иллюстрируется чертежами, представленными на фиг.1-4.

На фиг.1 представлена схема очистки СВ активным илом (АИ), обработанным акустической кавитацией, на фиг.2 - усредненные показатели очистки сточной воды при использовании активного ила с различным содержанием сухого вещества, на фиг.3 - усредненные показатели очистки сточной воды (СВ) при использовании сгущенного активного ила, обработанного акустической кавитацией различной жесткости режима, на фиг.4 - показатели очистки сточных вод в условиях примера 2.

Необходимость концентрирования избыточного активного ила путем отстаивания, или декантации, или сгущения, или центрифугирования, или фильтр-прессования таким образом, чтобы содержание сухого вещества ила составляло не менее 7-10 г/л, продиктована следующими результатами исследований (фиг.2).

Показано, что увеличение содержания сухого вещества активного ила (АИ) с 1,5-3,5 г/л до 7,0-10,0 г/л существенно повышает эффективность очистки сточных вод, так, показатель БПК<sub>5</sub> очищенных сточных вод уменьшился с 160,44 до 111,24 мг/дм<sup>3</sup>.

Значения показателей содержания взвешенных веществ, сухого остатка, содержания белковых веществ уменьшились соответственно с 891 до 503 мг/дм<sup>3</sup>, с 480 до 240 мг/дм<sup>3</sup>, с 13,125 до 8,75 мг/дм<sup>3</sup>, приводя таким образом к значительному улучшению качества очистки сточных вод.

Результаты опытов свидетельствуют о повышении степени очистки сточных вод при увеличении содержания сухого вещества ила, однако увеличение интенсивности

биосорбции загрязнений лимитируется содержанием сухого вещества активного ила 7-10 г/л. При дальнейшем увеличении содержания сухого вещества активного ила до 15-30 г/л биосорбция загрязнений сточных вод идет менее активно, чем при действующей дозе АИ 7-10 г/л, что подтверждается некоторым ухудшением качества очистки сточных вод. Так, показатели БПК<sub>5</sub>, остаточного содержания взвешенных веществ, сухого остатка, белковых веществ увеличиваются с 111,24 до 126,28; с 503 до 736; с 240 до 360 мг/дм<sup>3</sup> соответственно. Таким образом, оптимальное содержание АИ по сухому веществу для эффективной очистки сточных вод должно составлять 7-10 г/л.

Использование акустической обработки сгущенного активного ила обусловлено следующим.

При обработке активного ила ультразвуком от излучателя пьезоэлектрического генератора в зонах локального понижения давления образуются разрывы в виде полостей, которые заполняются насыщенным паром данной жидкости, возникают короткоживущие, так называемые кавитационные пузырьки, которые начинают пульсировать и захлопываются в положительной фазе давления. При захлопывании пузырьков газа возникают большие локальные давления порядка тысяч атмосфер, образуются сферические ударные волны.

Возле пульсирующих пузырьков образуются акустические микропотоки (4). Столь интенсивные воздействия в кавитационном поле приводят к разрушению бактериальных клеток и чехлов и высвобождению биофлокулянтов микроорганизмов активного ила, которые используются нами для реагентной (физико-химической) очистки сточных вод.

Эффект выделения биофлокулянтов при обработке ультразвуком, выражаемый увеличением эффективности очистки сточных вод, зависит от продолжительности обработки и частоты акустических колебаний.

Так, при использовании пьезоэлектрического генератора с частотой излучения 22,0 кГц активный ил обрабатывали в течение 3; 3,5; 4; 5; 5,5; 6; 7; 8; 9; 9,5; 10; 11; 11,5; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22 и т.д. 30 минут. При использовании пьезоэлектрического генератора с частотой излучения 28,0 кГц активный ил обрабатывали в течение тех же интервалов времени за исключением интервала в 3,5 минут. В результате было установлено, что продолжительность обработки АИ для достижения максимального эффекта выделения биофлокулянтов меняется в зависимости от частоты. Так, максимальный эффект выделения биофлокулянтов, оцениваемый эффективностью очистки сточных вод, при использовании излучения частотой 22,0 кГц наблюдался при обработке продолжительностью 7-9,5 минут, а при использовании излучения частотой 28,0 кГц тот же эффект наблюдался при более сокращенной продолжительности обработки 5,5-7,5 минут. Значительное ухудшение качества очистки сточных вод наблюдалось при использовании активного ила, обрабатываемого в течение 14 минут и более при частоте 22,0 кГц или обрабатываемого в течение 11,0 минут и более при частоте 28,0 кГц. Сочетание факторов, влияющих на степень выделения биофлокулянтов и эффективность очистки, характеризовали понятием жесткость режима кавитационной обработки, которая определяет сочетание продолжительности воздействия с частотой ультразвуковых колебаний пьезоэлектрического генератора. Под жесткостью режима принят параметр, связывающий частоту ультразвуковых колебаний генератора и продолжительность обработки и определяемый по формуле:

$$\Theta = \tau \times f ,$$

где

$\Theta$  - жесткость обработки, кГц·час;

$\tau$  - продолжительность обработки, час;

$f$  - частота ультразвуковых колебаний генератора, кГц.

Понятие жесткость режима принимали по аналогии с термином жесткость стерилизации (жесткость тепловой обработки), которая принимается как произведение продолжительности обработки на интенсивность прогрева (температура), или жесткость обработки = продолжительность обработки, час  $\times$  температура, °C (5,6).

Принятое авторами понятие жесткость режима кавитационной обработки адекватным образом описывает и определяет необходимый режим обработки активного ила ультразвуком вне зависимости от имеющегося в наличии пьезоэлектрического генератора и его частоты. Так, в нашем случае жесткость режима обработки соответствовала следующим значениям частоты ультразвуковых колебаний и продолжительности:

Жесткость обработки*	Продолжительность обработки**, мин	
	22,0 кГц	28,0 кГц
1,1-2,0 кГц·час	3,5-6,5	2,5-4,5
2,5-3,5 кГц·час	7,0-9,5	5,5-7,5
4,0-4,7 кГц·час	11,0-13,0	8,5-10,0
5,1-11,0 кГц·час	14,0-30,0	11,0-24,0

\*Расчет жесткости режима осуществлялся описанным ниже образом:

Для обработки частотой 22,0 кГц

-  $22,0 \times 3,5 : 60 = 1,3$  кГц·час

-  $22,0 \times 4,0 : 60 = 1,5$  кГц·час

-  $22,0 \times 5,5 : 60 = 2,0$  кГц·час и так далее

Для обработки частотой 28,0 кГц

-  $28,0 \times 3,0 : 60 = 1,4$  кГц·час

-  $28,0 \times 4,0 : 60 = 1,9$  кГц·час

-  $28,0 \times 5,5 : 60 = 2,56$  кГц·час и так далее

\*\*Расчет необходимой продолжительности воздействия с учетом необходимой жесткости производили обратным образом:

- для получения жесткости 3,3 кГц·час необходимо обрабатывать ультразвуком частотой 22,0 кГц -  $3,3 : 22,0 \times 60 = 9$  минут,

- для получения той же жесткости 3,3 кГц · час необходимо обрабатывать ультразвуком частотой 28,0 кГц -  $3,3 : 28,0 \times 60 = 7$  минут.

Адекватность использования понятия жесткости режима наблюдалась во всех исследованных диапазонах продолжительности обработки и частоты ультразвуковых колебаний, рассчитанные параметры жесткости режима акустической кавитационной обработки активного ила обуславливали идентичные показатели очистки в рамках одного диапазона жесткости режима для разных частот и продолжительности ультразвуковой обработки сточных вод в соответствии с приведенной выше таблицей.

Выбор и использование акустической кавитационной обработки активного ила жесткостью режима 2,5-3,5 кГц·час обусловлен результатами экспериментов по очистке сточных вод активным илом, обработанным акустической кавитацией различной жесткостью режима (фиг.3).

Отмечено, что обработка активного ила кавитацией жесткостью режима 1,1-2,0 кГц·час; 2,5-3,5 кГц·час; 4,0-4,7 кГц·час в целом улучшала показатели очистки сточных вод. Однако наилучшие результаты достигались при использовании активного ила кавитационной обработки жесткостью режима 2,5-3,5 кГц·час, что давало максимальные

показатели очистки сточных вод - 93,1% по взвешенным веществам; 46,5% по концентрации белка и 62,8% по показателю БПК<sub>5</sub> (фиг.3). Акустическая кавитационная обработка активного ила жесткостью режима 1,1-2,0 кГц·час, 4,0-4,7 кГц·час и 5,1-11,0 кГц·час привела к неудовлетворительным результатам очистки сточных вод, что  
5 объясняется, по-видимому, в одном случае недостаточным временем для разрушения клеточной оболочки (в случае 1,1-2,0 кГц·час) и в другом случае избыточной жесткостью режима, нарушающей естественные биофлокулянты активного ила (в случае 4,0-4,7 кГц·час и 5,1-11,0 кГц·час).

Причем акустическая кавитационная обработка, жесткость режима которой  
10 превышала 5,1 кГц·час, во всех случаях показывала результаты очистки, худшие или сопоставимые с результатами очистки необработанным активным илом, что объясняется, очевидно, начавшимися процессами разрушения, денатурации и потери нативных свойств биополимеров активного ила в результате такой кавитационной  
15 обработки. Полученные данные свидетельствуют о том, что акустическую кавитационную обработку активного ила необходимо нормировать по жесткости режима для достижения планируемого технического результата, в ином случае она может привести к результатам, нивелирующим целесообразность ее применения.

Кроме того, установлено, что использование для реагентной обработки АИ, обработанного акустической кавитацией, не ограничивается эффектами, связанными  
20 с осветлением суспензии сточных вод и осаждением взвешенных веществ СВ. Отмечено (фиг.3) снижение не только показателей, обусловленных наличием в воде осаждаемой фракции, но и показателей содержания растворенных веществ и белка в системе за счет эффективно выделяемых бактериями экзополимеров. Причем наилучшие значения  
25 извлечения растворенных веществ и азотсодержащих компонентов достигнуты при использовании активного ила, обработанного с жесткостью 2,5-3,5 кГц·час.

Таким образом, предлагаемый способ физико-химической очистки сточных вод позволяет не только отделять взвешенные вещества сточных вод, но и осуществлять  
биосорбцию растворенных веществ и азотсодержащих компонентов сточных вод. При этом достигнута довольно высокая эффективность очистки по целому ряду показателей,  
30 получен дополнительный высококачественный белковый продукт, кормовая ценность которого обусловлена извлеченными ценными компонентами сточных вод пищевых производств.

Способ осуществляется следующим образом. Сначала активный ил (АИ) концентрируют до содержания сухого вещества 7-10 г/л, для этого АИ направляют в  
35 аппарат 1. В аппарате 1 осуществляют концентрирование АИ путем отстаивания, или декантации, или сгущения, или центрифугирования, или фильтр-прессования. Затем в камере 2 проводят акустическую кавитационную обработку АИ с помощью пьезоэлектрического генератора 3, установленного на дне камеры 2 и генерирующего  
40 ультразвуковые колебания (фиг.1). Обработку АИ акустической кавитацией осуществляют жесткостью режима, находящейся в интервале 2,5-3,5 кГц·час. Обработанный АИ через дозатор 4 поступает в камеру 5 смешения, куда поступают также неочищенные сточные воды (СВ), причем соотношение АИ:СВ составляет 1:2. В камере 5 смешения СВ и АИ перемешивают, для этого используют гидравлические  
45 и механические смесители. Затем осуществляют осаждение в камере 6 хлопьеобразования с выделением осадка. Очищенная вода (ОВ) поступает на доочистку, а осадок обезвоживают и направляют на дальнейшее использование в качестве белкового компонента для стартовых и продукционных кормов для рыб, с/х животных и птиц.

Пример 1



500 мл предварительно декантированного активного ила с содержанием сухого вещества 9,1 г/л обрабатывают акустической кавитацией жесткостью режима 2,9 кГц·час (в течение 8,0 минут при частоте УЗ-колебаний 22 кГц). Обработанную суспензию смешивают с 1000 мл сточной воды рыбообрабатывающего предприятия с показателями БПК<sub>5</sub> 169,3 мгО<sub>2</sub>/л и 5880,0 мг/л по взвешенным веществам. Перемешивание смеси сточной жидкости и активного ила - механическое. Образовавшийся в результате осадок отделяют отстаиванием в течение 60-120 минут. БПК<sub>5</sub> очищенной воды составляет 64,8 мгО<sub>2</sub>/л и 542,1 мг/л по взвешенным веществам, т.е. степень очистки составила 61,7% по БПК<sub>5</sub> и 90,8% по взвешенным веществам.

#### Пример 2

Сточную воду с БПК<sub>5</sub> 197,7 мгО<sub>2</sub>/л и концентрацией взвешенных веществ 6150 мг/дм<sup>3</sup> смешивают отдельно с предварительно декантированным активным илом с содержанием сухого вещества 8,0 г/л, обработанным акустической кавитацией с различной жесткостью режима 3,5 кГц·час (в течение 9,5 минут при частоте УЗ-колебаний 22 кГц), 7,3 кГц·час (в течение 20,3 минут при частоте УЗ-колебаний 22 кГц), а также при 9,1 кГц·час (в течение 19,5 минут при частоте УЗ-колебаний 28 кГц). Очищенная вода характеризовалась БПК<sub>5</sub> 63,5 мгО<sub>2</sub>/л (для жесткости 3,5 кГц·час), 112,7 мгО<sub>2</sub>/л (для жесткости 7,3 кГц·час) и 117,5 мгО<sub>2</sub>/л (для жесткости 9,1 кГц·час). Остаточные концентрации взвешенных веществ составили 485,0 мг/дм<sup>3</sup> (для жесткости 3,5 кГц·час), 2970 мг/дм<sup>3</sup> (для жесткости 7,3 кГц·час) и 3210 мг/дм<sup>3</sup> (для жесткости 9,1 кГц·час). Таким образом, наилучшие показатели очистки наблюдались в реализованном способе при использовании активного ила, обработанного кавитационным режимом жесткостью 3,5 кГц·час, для которого степень очистки составляла 67,9% по БПК<sub>5</sub>, 92,1% по взвешенным веществам. Показатели очистки представлены в таблице (фиг.4).

#### Литература

1. Технический справочник по обработке воды: в 2 т. Т 1: Пер. с фр. - СПб.: Новый журнал, 2007.
2. Ксенофонтов Б.С. Интенсификация очистки сточных вод химических производств с использованием биофлокулянтов. // Безопасность жизнедеятельности, №10, 2009 - с.18-20.
3. Гвоздев В.Д., Ксенофонтов Б.С. Очистка производственных сточных вод и утилизация осадков. - М.: Химия, 1988, 112 с.
4. Большая советская энциклопедия: В 30 т. - М.: "Советская энциклопедия", 1969-1978.
5. Соклаков В.В. Оптимизация режимов стерилизации рыбных консервов по показателям пищевой ценности. Дисс... канд. техн. наук. - Калининград, 2002. 188 с.
6. Швидкая З.П. Влияние жесткости тепловой обработки на структурные свойства мышечной ткани рыб с повышенным содержанием влаги. // Исслед. по технол. нов. объектов промысла. Владивосток, 1980. - С.45 - 48.

#### Формула изобретения

1. Способ физико-химической очистки сточных вод, включающий введение в сточные воды в качестве коагулянта избыточного активного ила, предварительно обработанного кавитацией, осаждение, отличающийся тем, что осуществляют концентрирование активного ила до содержания сухого вещества 7-10 г/л, затем его обрабатывают акустической кавитацией жесткостью режима, определяемой по формуле:

$$\Theta = \tau \times f,$$

где

$\Theta$  - жесткость режима, кГц · час,

$\tau$  - продолжительность обработки, час,

$f$  - частота ультразвуковых колебаний пьезоэлектрического генератора, кГц, и составляющей 2,5-3,5 кГц·час,

введение активного ила в сточные воды осуществляют в соотношении 1:2.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что концентрирование активного ила осуществляют отстаиванием, или декантацией, или сгущением, или центрифугированием, или фильтр-прессованием.

15

20

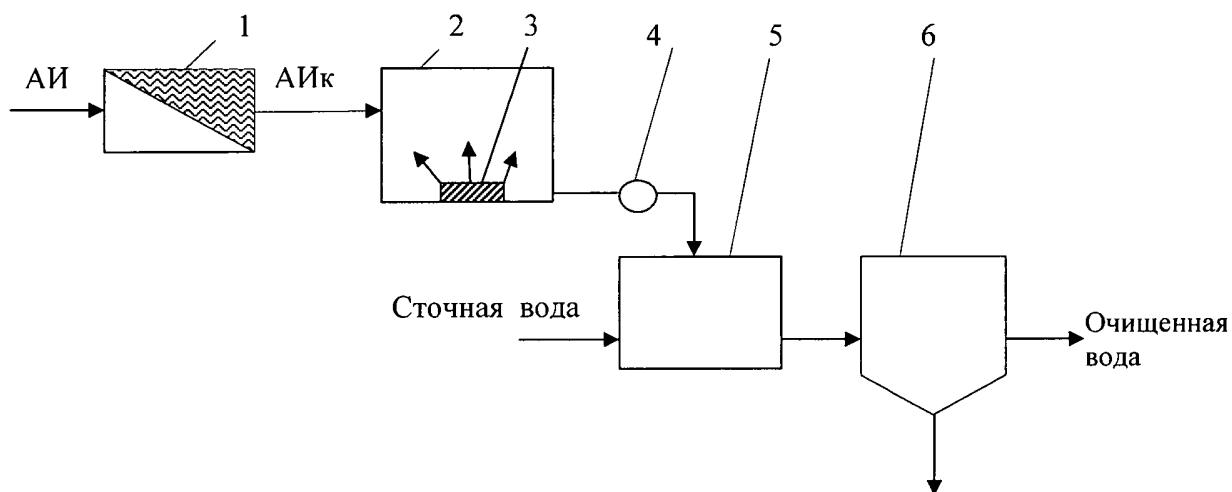
25

30

35

40

45



Фиг.1

Показатели	БПК <sub>5</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>	Сухой остаток, мг/дм <sup>3</sup>	Белок, мг/дм <sup>3</sup>	Жиры, мг/дм <sup>3</sup>
Исследуемая вода					
Исходная сточная вода (СВ)	224,77	1009	560	18,375	0,589
СВ + активный ил с дозой 1,5- 3,5 г/л	160,44	891	480	13,125	0,269
СВ + активный ил с дозой 7-10 г/л	111,24	503	240	8,750	0,242
СВ + активный ил с дозой 15- 30 г/л	126,28	736	360	11,375	0,253

Фиг.2

	Исходная сточная вода (контроль)	СВ+АИ без обработки	СВ+АИ, обработанный с жесткостью 1,1-2,0 кГц·час	СВ+АИ, обработанный с жесткостью 2, 5- 3,5 кГц·час	СВ+АИ, обработанный с жесткостью 4,0 - 4, 7кГц·час	СВ+АИ, обработанный с жесткостью 5,1-11,0 кГц·час
Взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>	6400	1400	860	440	1000	3193
Эффективность очистки по ВВ, %		78	86,6	93,1	84,4	50,1
Концентрация белка, мг/дм <sup>3</sup>	0,43	0,39	0,29	0,23	0,30	0,35
Эффективность очистки по содержанию белка, %		10,2	32,6	46,5	30,2	18,6
БПК <sub>5</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	160,9	82,1	64,9	59,8	83,3	94,4
Эффективность очистки по БПК <sub>5</sub> , %		48,9	59,7	62,8	48,2	41,3
Концентрация растворенных веществ (сухой остаток), мг/дм <sup>3</sup>	2480	640	640	480	1440	1783
Эффективность очистки по содержанию растворенных веществ, %		74,2	74,2	80,6	41,9	28,1

Фиг.3

Исследуемая вода	Показатели очистки			
	БПК <sub>5</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>	Эффективность очистки по БПК, %	Эффективность очистки по взвешенным веществам, %
Исходная сточная вода (СВ)	197,7	6150	-	-
СВ + АИ, обработанный жесткостью режима 3,5 кГц·час	63,5	485	67,9	92,1
СВ + АИ, обработанный жесткостью режима 7,3 кГц·час	112,7	2970	42,9	51,7
СВ + АИ, обработанный жесткостью режима 9,1 кГц·час	117,5	3210	40,6	47,8

Фиг.4