



УКРАЇНА

(19) UA (11) 39195 (13) C2

(51) 7 C02F3/06

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ КОМУНАЛЬНИХ, ПОБУТОВИХ І ПРОМИСЛОВИХ СТИЧНИХ ВОД, ЯКІ ПІДДАЮТЬСЯ БІОЛОГІЧНОМУ РОЗКЛАДУ, ТА БІОПЛІВКОВО-АЕРАЦІЙНА УСТАНОВКА ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ (ВАРІАНТИ)

(21) 95073446

(22) 03.02.1993

(24) 15.06.2001

(31) 08/011.866

(32) 01.02.1993

(33) US

(86) PCT/US93/01026, 03.02.1993

(46) 15.06.2001, Бюл. № 5, 2001 р.

(72) Макларен Девід С., US, Тенг Найанфа, US

(73) МАКЛАРЕН ДЕВІД С., US

(56) US, патент, 4 263 143, 1981.

US, патент, 3 966 608, 1976.

US, патент, 4 818 404, 1989.

(57) 1. Способ биологической очистки коммунальных, бытовых и поддающихся биологическому разложению промышленных сточных вод, включающий аэрацию сточных вод, циркуляцию их через биопленку, размещенную на несущей структуре, которая является стационарной и погружена в жидкость, и сбраживание части взвешенных твердых частиц и растворенных органических веществ, **отличающийся** тем, что дополнительно осуществляют измельчение твердых частиц и растворенных органических веществ.

2. Способ по п.1, **отличающийся** тем, что измельчение осуществляют вращением по меньшей мере одной лопасти, погруженной в жидкость.

3. Способ по п.2, **отличающийся** тем, что скорость вращения концов лопасти достигает по меньшей мере 6 м/сек.

4. Способ по п.1, **отличающийся** тем, что аэрацию осуществляют подачей воздуха, через по меньшей мере один погруженный в жидкость воздуховод, соединенный с трубчатым диффузорным средством.

5. Способ по п.1, **отличающийся** тем, что циркуляцию осуществляют совместным действием аэрации и измельчения.

6. Способ по п.1, **отличающийся** тем, что несущая структура биопленки состоит из труб, форма поперечного сечения которых выбрана из группы, включающей квадратное, прямоугольное, круглое, овальное, треугольное, восьмиугольное и шестиугольное поперечное сечение, с параллельными поверхностями плоскостей.

7. Способ по п.1, **отличающийся** тем, что после биологической очистки осуществляют дополнительную обработку очищенной сточной воды при

наличии в ней взвешенных твердых частиц и частиц биопленки.

8. Способ по п.7, **отличающийся** тем, что дополнительную обработку осуществляют осаждением твердых частиц и частиц биопленки в осадительной камере.

9. Способ по п.8, **отличающийся** тем, что осажденные твердые частицы и частицы биопленки из осадительной камеры возвращают на биологическую очистку.

10. Способ по п.1, **отличающийся** тем, что аэрацию и измельчение осуществляют одновременно с использованием по меньшей мере одного вращающегося аспиратора.

11. Способ по п. 10, **отличающийся** тем, что циркуляцию жидкости создают за счет аэрации и измельчения.

12. Способ по п. 10, **отличающийся** тем, что аспиратор состоит из полого сердечника и полого наконечника, снабженного полыми крыльями, расположенными в радиальном направлении по отношению к сердечнику, и имеющими отверстия на конце каждого крыла, причем наконечник выполнен с возможностью вращения со скоростью, достаточной для измельчения твердых частиц и растворенных органических веществ, и прикреплен к полному сердечнику, сообщенному с окружающим воздухом, при этом низкое давление во вращающемся аспираторе обеспечивает поступление воздуха по сердечнику до наконечника, и удаление его в радиальном направлении через отверстия в крыльях.

13. Способ по п. 12, **отличающийся** тем, что скорость вращения концов крыльев достигает по меньшей мере 6 м/сек.

14. Способ по п.1 или 6, **отличающийся** тем, что несущая структура биопленки занимает от приблизительно 10 до приблизительно 99% суммарного объема биопленочно-аэрационной камеры.

15. Способ по п.6, **отличающийся** тем, что диаметр отверстий в несущей структуре биопленки составляет по меньшей мере 12,7 мм.

16. Способ по п.1, **отличающийся** тем, что измельчение осуществляют до биологической очистки путем анаэробного сбраживания.

17. Способ по п.1, **отличающийся** тем, что аэрацию осуществляют насосом Вентури, соединенным с наружным воздухом при помощи трубы,

и создающим перепад давлений, который обеспечивает поступление воздуха через трубу в насос, где происходит перемешивание воздуха с жидкостью в той степени, которая достаточна для создания циркуляции через биопленку.

18. Способ по п.1, **отличающийся** тем, что аэрацию осуществляют подачей воздуха через полую трубу и вращающийся вне ее винт, который создает перепад давлений, обеспечивающий поступление воздуха в трубу и удаление его в жидкость и циркуляцию жидкости через биопленку.

19. Способ по п.1, **отличающийся** тем, что аэрацию и измельчение осуществляют путем создания вихревой поверхности под поверхностным слоем очищаемой сточной воды.

20. Способ по п.2 или п. 12, **отличающийся** тем, что лопасть или наконечник аспиратора располагают по меньшей мере на уровне нижнего края несущей структуры биопленки.

21. Биопленочно-аэрационная установка для очистки сточных вод, состоящая из камеры предварительной очистки, соединенной с биопленочно-аэрационной камерой, снабженной стационарной несущей структурой с растущей на ней биопленкой, которые погружены в слой жидкости, и аэратором, **отличающаяся** тем, что дополнительно снабжена измельчителем, а аэратор представляет собой вращающийся аспиратор, расположенный ниже поверхности жидкости, и состоящий из полого сердечника, сообщающегося с окружающим воздухом, и полого наконечника, снабженного полыми крыльями, расположенными в радиальном направлении по отношению к сердечнику и имеющими отверстия на конце каждого крыла, при этом перепад давления между отверстиями на концах крыльев и окружающим воздухом обеспечивает поступление воздуха в аспиратор и удаление его в жидкость.

22. Установка по п. 21, **отличающаяся** тем, что она дополнительно снабжена осадительной камерой для твердых частиц и частиц биопленки, которая имеет входное отверстие, соединяющее осадительную камеру с биопленочно-аэрационной камерой и выходное отверстие для слива очищенных сточных вод.

23. Установка по п. 21, **отличающаяся** тем, что несущая структура биопленки состоит из труб, форма поперечного сечения которых выбрана из группы, включающей квадратное, прямоугольное, круглое, овальное, треугольное, восьмиугольное и шестиугольное поперечное сечение, с параллельными поверхностями плоскостей.

24. Установка по п. 21, **отличающаяся** тем, что несущая структура биопленки занимает приблизительно от 10 до 99% суммарного объема биопленочно-аэрационной камеры.

25. Установка по п. 21, **отличающаяся** тем, что измельчитель расположен вблизи поверхности подлежащих очистке сточных вод.

26. Установка по п. 21, **отличающаяся** тем, что измельчитель расположен по меньшей мере на уровне нижнего края несущей структуры биопленки.

27. Биопленочно-аэрационная установка для очистки сточных вод, состоящая из камеры предварительной очистки, соединенной с биопленочно-аэрационной камерой, снабженной стационарной несущей структурой с растущей на ней био-

пленкой, которые погружены в слой жидкости, и аэратором, **отличающаяся** тем, что она дополнительно снабжена измельчителем, а аэратор представляет собой насос Вентури, соединенный с поллой трубой, сообщающейся с наружным воздухом, причем перепад давлений в насосе обеспечивает поступление воздуха по трубе к насосу Вентури, удаление его в жидкость, перемешивание жидкости и воздуха и циркуляцию через биопленку.

28. Установка по п. 27, **отличающаяся** тем, что несущая структура биопленки занимает приблизительно от 10 до 99% суммарного объема биопленочно-аэрационной камеры.

29. Установка по п. 27, **отличающаяся** тем, что измельчитель расположен вблизи поверхности подлежащих очистке сточных вод.

30. Установка по п. 27, **отличающаяся** тем, что измельчитель расположен по меньшей мере на уровне нижнего края несущей структуры биопленки.

31. Биопленочно-аэрационная установка для очистки сточных вод, состоящая из камеры предварительной очистки, соединенной с биопленочно-аэрационной камерой, снабженной стационарной несущей структурой с растущей на ней биопленкой, которые погружены в слой жидкости, и аэратором, **отличающаяся** тем, что она дополнительно снабжена измельчителем, а аэратор выполнен в виде поллой трубы, соединенной с вращающимся винтом, обеспечивающим поступление воздуха в трубу и удаление его в жидкость.

32. Установка по п. 31, **отличающаяся** тем, что несущая структура биопленки занимает приблизительно от 10 до 99% суммарного объема биопленочно-аэрационной камеры.

33. Установка по п. 31, **отличающаяся** тем, что измельчитель расположен вблизи поверхности подлежащих очистке сточных вод.

34. Установка по п. 31, **отличающаяся** тем, что измельчитель расположен по меньшей мере на уровне нижнего края несущей структуры биопленки.

35. Установка по п. 31, **отличающаяся** тем, что измельчитель представляет собой погружную вращающуюся лопасть.

36. Биопленочно-аэрационная установка для очистки сточных вод, состоящая из камеры предварительной очистки, соединенной с биопленочно-аэрационной камерой, снабженной стационарной несущей структурой с растущей на ней биопленкой, которые погружены в слой жидкости, и аэратор, **отличающаяся** тем, что она дополнительно содержит измельчитель, который представляет собой наконечник аспиратора, снабженный крыльями, расположенными в радиальном направлении от центра, который выполнен с возможностью вращения со скоростью, обеспечивающей измельчение твердых частиц и органических веществ.

37. Установка по п. 36, **отличающаяся** тем, что несущая структура биопленки занимает приблизительно от 10 до 99% суммарного объема биопленочно-аэрационной камеры.

38. Установка по п. 36, **отличающаяся** тем, что измельчитель расположен вблизи поверхности подлежащих очистке сточных вод.

39. Установка по п. 36, **отличающаяся** тем, что измельчитель расположен по меньшей мере на уровне нижнего края несущей структуры биопленки.

40. Установка по п. 36, **отличающаяся** тем, что азратор состоит из по меньшей мере одного погружного воздуховода, предназначенного для перекачиваемого сжатого воздуха и по меньшей мере одного трубчатого диффузора, соединенного с воздухопроводом, причем диффузор имеет по меньшей мере одно отверстие, предназначенное для приема сжатого воздуха, предназначенного для перекачивания в смешанную жидкость.

41. Установка по п. 40, **отличающаяся** тем, что включает по меньшей мере одну погруженную вращающуюся лопасть, приспособленную для уменьшения размеров твердых частиц взвешенных в смешанной жидкости.

42. Биопленочно-аэрационная установка для очистки сточных вод, содержащая биопленочно-аэрационную камеру для обработки смешанной жидкости, снабженную стационарной несущей структурой с растущей на ней биопленкой, погруженной в смешанную жидкость биопленочно-аэрационной камеры, и включающую в себя азратор и растворенное органическое вещество, **отличающаяся** тем, что она снабжена измельчителем взвешенных твердых веществ для разложения органики и сбраживания взвешенных в смешанной жидкости твердых веществ путем действия азратора, измельчителя взвешенных твердых веществ, сбраживания биопленки и разложения.

43. Установка по п.42, **отличающаяся** тем, что она дополнительно снабжена осадительной камерой для осаждения оставшихся твердых веществ и биопленки из раствора до слива очищенных сточных вод после процесса очистки.

44. Установка по п.42, **отличающаяся** тем, что она снабжена, как минимум, одной погруженной вращающейся лопастью, выполненной с возможностью вращения со скоростью, достаточной для уменьшения размеров твердых частиц, взвешенных в перемешанной жидкости, для уменьшения размера частиц взвешенных твердых веществ и растворенного органического вещества.

45. Установка по п.42, **отличающаяся** тем, что азратор содержит по крайней мере один погруженный воздуховод и по крайней мере один трубчатый диффузор, соединенный с воздухопроводом, в который подается сжатый воздух, причем диффузор имеет по крайней мере одно отверстие, предназначенное для подачи под давлением сжатого воздуха в смешанную жидкость.

46. Установка по п.42, **отличающаяся** тем, что азратор представляет собой вращающийся ниже уровня поверхности азратор, содержащий полый наконечник, полый сердечник, полые лопасти, выступающие радиально от полого сердечника, и отверстия на конце каждой полой лопасти, при этом вращательное движение вызывает перепад давления между отверстиями на концах лопастей азратора и окружающим воздухом, обеспечивающий поступление окружающего воздуха в находящийся ниже уровня поверхности азратор и вытеснение его в смешанную жидкость.

47. Установка по п.46, **отличающаяся** тем, что вращательное движение азратора вызывает комбинированное действие аэрации и уменьшения размеров частиц и создает поток текущей среды внутри биопленочно-аэрационной камеры, достаточный для протекания смешанной жидкости через несущую структуру биопленки.

48. Установка по п.42, **отличающаяся** тем, что несущая структура биопленки состоит из труб, форма поперечного сечения которых выбрана из группы, включающей квадратное, прямоугольное, круглое, овальное, треугольное, восьмиугольное и шестигульное поперечное сечение.

49. Установка по п.42, **отличающаяся** тем, что несущая структура биопленки и связанная с ней биопленка стационарны и полностью погружены в смешанную жидкость биопленочно-аэрационной камеры.

50. Установка по п.44 или 46, **отличающаяся** тем, что скорость лопасти и наконечников азратора составляет по меньшей мере 20 футов в секунду.

51. Установка по п.42 или 48, **отличающаяся** тем, что несущая структура биопленки занимает 10 - 99% от общего объема биопленочно-аэрационной камеры.

52. Установка по п.42, **отличающаяся** тем, что азратор представляет собой насос Вентури, соединенный с трубой, выходящей в воздух вверх биопленочно-аэрационной камеры, причем действие насоса Вентури вызывает перепад давления, обеспечивающий поступление воздуха вниз по трубе к насосу Вентури для перемешивания с подлежащими очистке сточными водами и создания циркуляции в смешанной жидкости, достаточной для ее протекания через несущую структуру биопленки.

53. Установка по п.42, **отличающаяся** тем, что азратор содержит полую трубу, вне которой размещен вращающийся воздушный винт, втягивающий воздух вниз по трубе для вытеснения его в подлежащие очистке сточные воды для их аэрации и перемешивания.

54. Установка по п.42, **отличающаяся** тем, что измельчитель расположен рядом с поверхностью подлежащих очистке сточных вод.

55. Установка по п.42, **отличающаяся** тем, что измельчитель взвешенных твердых веществ и растворенных органических веществ выполнен в виде наконечника азратора, содержащего лопасти, выступающие радиально от наконечника азратора, выполненного с возможностью вращения со скоростью, обеспечивающей уменьшение размеров частиц взвешенных твердых веществ и растворенных органических веществ в смешанной жидкости.

56. Установка по п.55, **отличающаяся** тем, что наконечник азратора одновременно аэрирует смешанную жидкость.

57. Установка по пп.42, 44, 46 или 56, **отличающаяся** тем, что измельчитель расположен по меньшей мере на уровне нижнего края несущей структуры биопленки.

58. Установка по п.45, **отличающаяся** тем, что она снабжена по крайней мере одной погруженной лопастью, вращающейся со скоростью, достаточной для уменьшения размеров твердых час-

тиц, взвешенных в смешанной жидкости, для уменьшения размеров частиц взвешенных твер-

дых веществ и растворенных органических веществ.

Настоящее изобретение, в основном, относится к очистке воды и сточных вод и более конкретно, к новому способу и устройству очистки сточных вод жилых помещений, муниципальных учреждений и биологически обедненных промышленных сточных вод. Более конкретно, данное изобретение относится к очистке сточных вод, при которой применяются биологические пленки, достаточное аэрационное перемешивание и средство для уменьшения размеров частиц, взвешенных в жидкости (MLSS).

В конце шестидесятых и в начале семидесятых Соединенные Штаты, столкнувшись с проблемой быстрого ухудшения качества их водных ресурсов, приступили к осуществлению широко-масштабной программы усовершенствования процесса очистки муниципальных сточных вод. Эта программа была нацелена на сохранение хорошего качества воды в реках и ручьях и на предотвращение дальнейшего загрязнения этих водных ресурсов для того, чтобы ими могли пользоваться грядущие поколения. В качестве выполнения части этой программы Ведомство по Защите Окружающей Среды (EPA) оказало помощь муниципалитетам, передав им миллиарды долларов на совершенствование технологии процесса очистки муниципальных сточных вод. Эта помощь серьезно улучшила уровень очистки сточных вод по всей стране до такой степени, что в настоящее время во многих реках и ручьях вновь возрождается жизнь и связанная с ней окружающая среда, по мере того, как качество воды в реках и ручьях улучшается. Не смотря на эти усилия, большое число муниципальных и частных установок для очистки сточных вод все еще не отвечает требованиям EPA к уровню чистоты сточных вод, в результате чего имеют место ежегодно миллионные убытки. Однако, более важным является то, что загрязнение сточными водами продолжается. Например, только в США около 4.2 миллионов галлонов сточных вод из зараженных резервуаров вытекает в землю каждую минуту. Это создает значительный источник загрязнения и заражения грунтовых вод. Кроме того, эта проблема не только США, но и всего мира. Помимо этого, применение традиционных методов очистки сточных вод приводит к накоплению большого количества ила, который необходимо убирать такими дорогими методами, как применение отстойного котла или образование насыпей из твердых отходов или применение ила в качестве удобрения и т.д. Как будет видно ниже по описанию, настоящее изобретение решает эти проблемы.

Хотя в настоящее время в результате правительственной помощи стало больше очистных установок, методы, которыми производится очистка муниципальных сточных вод, не претерпели серьезных изменений за более, чем 70 лет. Таким образом, хотя и применяются некоторые варианты первоначальных методов, все они в общем аналогичны.

В области очистки бытовых, муниципальных сточных вод и биологически обедненных промышленных сточных вод используются очистные установки, 80% которых применяют метод очистки активированным илом. В этом методе предусмотрено использование легко растворимых биологических веществ, для приготовления органических веществ, которые растворяются или остаются взвешенными в сточных водах.

Этот метод очистки с помощью активированного ила имеет несколько недостатков. Производительность очистки сильно меняется за время проведения курса очистки, что приводит к загрязнению в разнообразных формах. Кроме того, этот метод очистки с помощью активированного ила зависит от температуры и плохо осуществляется при низких температурах или во время быстрого изменения температуры. Кроме того, применение этого метода приводит к наличию большого количества твердого ила, что вызывает серьезные проблемы по его размещению. То есть, должна быть задействована дополнительная территория для размещения этого ила, что в свою очередь, усиливает отрицательное влияние очистки муниципальных сточных вод на окружающую среду. В противном случае надо было бы использовать дорогостоящие котлы для переработки ила при постройке установок для очистки сточных вод.

В методе с применением активированного ила все внимание сосредоточено на удалении возможно большего числа твердых веществ при проведении очистки сточных вод с помощью биологических веществ (бактерий), которые поедают органические вещества. В случае, если биологические твердые вещества не достаточно быстро оседают или недостаточно хорошо спрессованы, возникает "насыпь из ила", которая является наиболее часто встречающимся источником плохого отделения твердых веществ, а от этого плохой степени очистки сточных вод. (Смотри Rittman, 1987, страница 132). Считается, что это происходит из-за роста нитевидных микроорганизмов, которые увеличивают сопротивление формированию осадка и препятствуют образованию хлопьев. Таким образом, более мелкие частицы являются препятствием для быстрого осаждения, а хлопьеобразование мелких частиц в более крупные является важным процессом. Также важно время, которое необходимо для осаждения, из-за объемов сброса сточных вод. При хорошем осаждении менее вероятно, что частицы покрупнее будут участвовать в последующих стадиях или упадут в резервуары.

Сбрасываемая вода, которая подвергалась очистке в очистной системе с активированным илом, содержит концентрированные органические и неорганические вещества, взвешенные в ней. Это называется смешанными твердыми частицами, взвешенными в жидкости (MLSS). Эти взвешенные частицы и растворенные органические ве-

щества из сбросов сточных вод перемешиваются, образуя MLSS. Количество кислорода, необходимого для того, чтобы аэробные бактерии полностью обработали органические вещества в сточных водах, называется биохимической потребностью в кислороде или BOD. Качество сточных вод после очистки частично определяется по количеству взвешенных частиц или "SS", присутствующих в растворе, выраженных обычно в миллиграммах на литр, и по величине BOD сброса. В EPA имеются стандарты на BOD и SS в сточных водах, выходящих из очистных установок.

Для того, чтобы ликвидировать или снизить SS и BOD, был разработан метод, использующий биологическую очистку. Этот метод, известный под такими названиями, как приклеенный нарост, прикрепленная биопленка, метод контактного окисления, использовался на протяжении многих лет при очистке сточных вод (см. Rittman, 1987). Под биопленкой имеется в виду слой биологически активных организмов или веществ, которые растут на некоторых видах поддерживающей среды и поедают или по-другому разрушают органические вещества, взвешенные или растворенные в сточных водах. Эти биологические вещества откладываются до состояния, когда они образуют слой или "биопленку" на поддерживающих материалах, которые, в свою очередь, создают увеличенную площадь, на которой эти биологические вещества могут расти и действовать. Эта биопленка самопроизвольно "высеивается" из микроорганизмов, присутствующих в стоке и в воздухе, и обычным для биопленки способом растет в течение нескольких недель от первоначального включения системы.

Метод биопленки имел различное применение. Он применялся в биофильтрах, в которых эти биологические вещества покрывают маленькие камушки, а сточные воды фильтруются через эти камушки; во вращающемся биологическом контакторе, в котором эти биологические вещества покрывают движущуюся механическую опору; в фильтрационном конусе аэрационного резервуара, в котором эти биологические вещества растут в фильтрующем материале; и в плавающих шарах в аэрационном резервуаре, которые также покрыты биологическими веществами.

Эти методы имеют ряд недостатков. Например, фильтрующий конус часто забивается, и возникает необходимость замены, что делает эту технологию фактически неприменимой и дорогой. Недостатком покрытых биопленкой плавающих шаров является тот факт, что эта биопленка на поверхности шаров не может выдерживаться в рамках определенной толщины для осуществления оптимального поедания бактериями органических веществ и SS. Кроме того, при этом ил продолжает вырабатываться в значительных количествах и должен удаляться с применением других дорогостоящих средств, таких как резервуары по переработке ила, процесса обезвоживания, образования насыпей из ила и применения в качестве удобрения.

В ходе решения этих проблем разработана новая технология биологического контактного окисления. В этом методе используются пластиковые трубки, которые помещаются в аэрируемый

резервуар, при этом внутри и снаружи этих трубок нарастает биопленка. Поэтому в этом методе совмещаются технологические приемы активированного ила и приемы с использованием биопленки. При высокой концентрации BOD требуется большая площадь поверхности, на которой могут нарастать биопленки. Это требует трубок меньшего диаметра. Однако, при уменьшении диаметра трубок увеличивается вероятность их засорения, что становится серьезной проблемой. Так, существует практическое ограничение величины площади поверхности для роста биопленки. Засорение трубок будет возрастать, когда в качестве источников аэрации будет применяться сжатый воздух или поверхностная аэрация; увеличение роста биопленки вызывает ускорение засорения трубок.

Когда возникает засорение трубки, производительность систем снижается, и установка очистки сточных вод должна быть остановлена для проведения ее очистки. После того, как очистка системы проведена и система вновь запущена в действие, возникает запаздывание эффективной очистки сточных вод из-за медленного образования биопленки. Может потребоваться три недели для приведения системы вновь в состояние полноценного функционирования.

В технологии биологического контактного окисления применяется метод медленного циркулирующего потока и осторожного перемешивания. Медленная циркуляция и осторожное перемешивание было использовано по нескольким причинам. Во-первых, медленная циркуляция, являющаяся результатом осторожного перемешивания, считается причиной более быстрой биологической деградации. Во-вторых, несколько типов нитевидных микроорганизмов, которые добавляются к "насыпи из ила", имеют высокое сродство с растворенным кислородом. В-третьих, медленная циркуляция в очистной камере или отсеке не дает твердым частицам разламываться; это ускоряет оседание больших частиц и удаление частиц из жидкости, понижая концентрацию SS в стоке.

Так, образование частиц MLSS в ранее описанном общепринятом методе, считается нежелательным. Смотри Rittman (1987). При использовании биопленок конструкция опоры не увеличивает площадь поверхности и, следовательно, количество биологических веществ, способных поглощать органические вещества и опыт работы в этой области говорит о том, что для большинства методов очистки требуется слабый поток жидкости и более крупные размеры частиц твердых органических веществ; оба эти фактора вызывают засорение конструкции опоры для биопленки и наличие значительного количества ила, который должен удаляться с применением дорогостоящих устройств.

Дополнительной трудностью при применении нынешних методов очистки является тот факт, что растворенный кислород ("DO") обычно содержится в слишком малых дозах в стоке, который выбрасывается в окружающую среду или идет на третичную обработку. Обычно никакая аэрация сточных вод не приводит к такой концентрации DO в обрабатываемых сточных водах, которая отвечала бы требованиям EPA. DO необходимо не только для сохранения многих форм жизни в воде,

но и для других форм последующей обработки. Это значит, что либо следует применить метод повторной аэрации, увеличивая тем самым время действия этого метода и расходы на его проведение, либо еще только частично очищенная вода выбрасывается в реки и ручьи с последующим отрицательным влиянием на жизнь в этих водных пространствах, если не применять третичную очистку. Во многих местах разрешения, издаваемые EPA на выброс загрязнений, требуют определенного уровня DO, который в настоящий момент не достаточен из-за применения существующей технологии.

Как указывалось ранее, массив клеток, который остается непосредственно на опоре или частично проникает в нее, связан с разнообразными твердыми поверхностями и называется "биопленкой" (Rittman, 1987). В течение многих лет прикладываются усилия для увеличения роста биопленки, что стало предметом многих разработок.

В патентах No. GB 1498360, выданном фирме Norton Co., и GB 1439745, выданном фирме Hydronyl Limited описываются различные среды, из которых можно создать биологические фильтры. Эти элементы предусматривают большую площадь поверхности для роста биопленки. Другое техническое решение, использованное для увеличения площади поверхности для роста биопленки, описано в патенте No. GB 1315129, выданном Shell International Research Maatschapping BV, в котором полосы синтетического органического полимера дают увеличение площади поверхности для роста биопленки. Другая такая разработка описана в Европейском патенте No. EP 301237, где предложен элемент для цилиндрического фильтра, что дает большую площадь поверхности для роста биомассы.

В другом техническом решении основной идеей является чередование физического контакта сточных вод с биопленкой. Например, в патенте No. GB 2151497, выданном фирме Klargest Environmental Engineering Limited описан вращающийся биологический контактор, который по существу представляет собой ряд цилиндрических деталей, на поверхности которых вырастает биомасса и которые, вращаясь, оставляют биомассу приходить в соприкосновение со сточными водами. Аналогичный тип вращающегося биологического контактора описан в публикации заявки на международный патент в соответствии с PCT (Заявка No. PCT/GB91/01177, поданная фирмой Severn Trent Water Limited). Разнообразные остальные ссылки относятся либо к механическим методам приведения биомассы в контакт с очищаемыми точными водами, либо методам, при которых биомасса остается неподвижной на конструкции опоры для биопленки, а сточные воды циркулируют через биомассу. В этих ссылках увеличено количество биомассы, которая может контактировать с очищаемой жидкостью с учетом проблемы засорения биомассой. Затем все это превращается в какую-либо разновидность ила, который далее следует удалить и который в большей или меньшей степени выходит из установки в виде стока, что приводит к повышению BOD и SS.

Идея иметь пленку, постоянно помещенную в сточные воды также была предметом научных

исследований Wang и др. (1991) и Iwai (1990). В обеих ссылках рассматривается очистка сточных вод с использованием биопленки, погруженной в них, и в случае Wang описывается еще один вариант структуры опоры для биопленки для увеличения площади поверхности, на которой биопленка может расти. Промышленные установки с погруженной биопленкой также имеются и на рынке (Scieco System, Inc.).

Эта установка представляет собой комбинацию метода погруженной биопленки и метода активированного ила. Эта система Science System дорого стоит и сложна в эксплуатации. Однако, более важным является тот факт, что Science System производит значительное количество ила, который накапливается и должен удаляться с применением дорогостоящих установок (см. выше). Японские установки для очистки сточных вод работают при нормах, которые гораздо выше указанных в EPA, и принятых в США. Опубликованные данные показали, что они не отвечают этим нормам. Кроме того, эти установки не являются ни экономически выгодными, ни простыми в эксплуатации. Помимо этого, практически невозможно увеличить производительность таких установок.

Средства аэрации при очистке сточных вод также являются предметом различных разработок. Некоторые виды аэрации использовались в большинстве, если не во всех, методах, рассмотренных здесь, так как большинство микроорганизмов требуют кислорода. Эти средства аэрации использовали сжатый воздух, подаваемый через погруженное отверстие. Однако, были разработаны и другие механические аэраторы для аэрации жидкостей (См. Патент No. 4,844,843, выданный Rajendren и Патент No. 4,540,528, выданный Naegeman).

В области очистки сточных вод есть упоминание об аэрации в материалах Vanerji и др. (1991), где описывается применение средств расщепления воздуха под поверхностью в условиях погруженной биопленки. Аэрация в комбинации с конструкцией опоры биопленки описана также в Патенте No. DE 3900153-A и в Патенте No. FR 2551049-A. Другие комбинации аэрации с конструкцией опоры биопленки описаны также в Патенте No. FR 2565579-A и др. Таким образом, модификация некоторых видов аэрации вместе с конструкцией опоры биопленки в присутствии сточных вод была предметом нескольких разработок. Однако, предложения в этих ссылках все равно требуют осаждения, а затем удаления ила.

В разработке, относящейся к другой области, описаны погружаемые механические средства для перемещения жидкости, подлежащей очистке. Например, в Патенте No. EB-478408-A, описывается система, в которой применяются погружаемые лопасти, главным образом, для создания горизонтальной циркуляции жидкости вокруг среды, содержащей биопленку. В Патенте No. DE 3619247-A описываются аэраторы, которые, перемещаясь, улучшают аэрацию в резервуаре. В Патенте No. DE 3715023-A описана аэрационная система, которая создает в резервуаре поток жидкости, подлежащей очистке. Однако, именно эта разработка не предполагает использования погруженной биопленки. В Патенте No. DE 3718191-A описан ме-

ханизм для перемешивания жидкости, который не только перемешивает жидкость, но также аэрирует ее. Однако, эти изобретения не имеют ничего общего с изменением размера твердых взвешенных частиц, подлежащих очистке, а относятся главным образом к аэрации и к циркуляции жидкостей в резервуаре, а не к изменению содержания этого резервуара.

Таким образом, хотя определенные аспекты методов очистки сточных вод и были предметом разнообразных технологических разработок, элементы или стадии этих методов рассматривались в отрыве от реальной оценки этих элементов и их взаимодействия. Кроме того, ни одна из этих разработок не была посвящена изменению физической структуры частиц в сточных водах, подлежащих очистке, чему посвящено настоящее изобретение, которое, как выяснилось, ведет к значительным усовершенствованиям метода очистки сточных вод.

Настоящее изобретение ликвидирует все эти недостатки и использует устройства и технологию, отличные от тех, которые считаются целесообразными и применяются в настоящее время, и приводит к очень благоприятным результатам, благодаря применению метода очистки, который значительно эффективнее существующей технологии.

Настоящее изобретение относится к стационарному типу очистки сточных вод с применением погруженной биопленки, а также к механическому и биохимическому методу разрушения взвешенных твердых частиц и органических веществ на более мелкие частицы. Этот метод применяется при аэрации, обеспечивающей создание высокого содержания растворенного кислорода так, чтобы бактерии могли быстро и полностью поглотить органические субстанции в сточных водах.

Настоящее изобретение основано на обнаружении того факта, что очистка сточных вод с помощью биопленки может быть значительно улучшена при использовании условий гораздо более высокой производительности переноса кислорода, чем имеется в настоящее время, при применении либо метода активированного ила, либо с применением воздуходувки, а также при механическом разрушении и уменьшении размеров взвешенных твердых частиц (SS). Таким образом, данное изобретение обеспечивает эффективную аэрацию сточных вод в сочетании с более эффективным поглощением органических веществ, что позволяет усовершенствовать очистку с наличием более высокого содержания кислорода, растворенного в стоке. Данное изобретение также решает вопрос, как биологического, так и механического уменьшения размеров взвешенных органических твердых частиц, что отличает его принятых методов очистки сточных вод. Такое сочетание приводит к снижению уровня SS и биомеханической потребности в кислороде (BOD) в стоке и позволяет снизить уровень загрязнения окружающей среды повсеместно от муниципальных, промышленных и частных систем очистки сточных вод.

Задачей данного изобретения является создание метода очистки сточных вод, в котором используется высокопроизводительный перенос кислорода, уменьшенный размер взвешенных орга-

нических твердых веществ и постоянно погруженная биопленка. Метод по данному изобретению предпочтительно должен состоять из следующих стадий:

А) аэрация смешанной жидкости;

В) уменьшение размеров взвешенных твердых частиц в смешанной жидкости, которое может происходить как до попадания сточных вод в камеру биопленки и аэрации, так и после этого;

С) создание потока жидкости в смешанном растворе и опорной конструкции для биопленки;

Д) рост биомассы на стенках погруженной конструкции опоры биопленки;

Е) поглощение биомассой более мелких частиц органических веществ и растворенных органических веществ, при обработке очищаемой воды при необходимости в дальнейшем.

Другой задачей данного изобретения является создание аэрационной установки с биопленкой для очистки сточных вод. Эта установка состоит из:

А) камеры предварительной очистки, в которой органические и неорганические твердые вещества осаждаются из раствора и деградируют с физической и биохимической точки зрения;

В) камеры для биопленки и аэрации, содержащей средства аэрации, средства для уменьшения размера взвешенных органических твердых частиц, биопленку, растущую на неподвижной конструкции опоры для биопленки, при этом конструкция опоры для биопленки постоянно погружена в смешанную жидкость камеры для биопленки и аэрации, в которой поглощение органических веществ и весьма значительное уменьшение размеров твердых взвешенных частиц возникает, благодаря сочетанию воздействия средств аэрации, средств уменьшения размера взвешенных органических частиц и поглощения биопленкой;

С) камеры осаждения, в которой оставшиеся твердые частицы и биомасса осаждаются из раствора и возвращаются в камеру биопленки и аэрации до тех пор, пока из установки не будет выходить высоко очищенная жидкость.

Учитывая данные по производительности, имеющиеся на сегодняшний день, следующей задачей данного изобретения является значительное упрощение процесса предварительной очистки и отказ от использования камер для осаждения из существующих методов, за счет наличия одной камеры для аэрации и биопленки.

Задачей данного изобретения является также уменьшение размеров взвешенных органических твердых частиц. Этого можно достичь с помощью, по крайней мере, одной быстро вращающейся лопасти, погруженной в смешанную жидкость. В одном предпочтительном варианте изобретения это делается с помощью быстро вращающейся насадки аспиратора, вращающиеся плечи которого служат лопастями, уменьшающими размер взвешенных частиц. В другом альтернативном варианте данного изобретения уменьшение размера частиц осуществляется посредством анаэробного поглощения органических веществ, происходящего в камере предварительной очистки.

Еще одной задачей данного изобретения является создание достаточной аэрации сточных

вод, подлежащих очистке. Это можно выполнить с помощью насадки на aspirатор, у которой быстро вращающиеся полые плечи вызывают перепад давления, который направляет воздух в полую трубку и вытесняет его в радиальном направлении через отверстия в насадках aspirатора. Это можно сделать также, направив воздух или газ через погруженную в смешанную жидкость трубку, что приводит к аэрации и другим последствиям, которые будут рассмотрены далее.

Следующей задачей данного изобретения является создание значительного потока жидкости посредством использования сочетания средств аэрации, а в некоторых вариантах механических действий, которые применяются для уменьшения размеров взвешенных частиц.

Родственной задачей данного изобретения является также создание конструкции опоры биопленки, поперечное сечение которой должно быть близким к квадрату, прямоугольнику, кругу, овалу, треугольнику, восьмиугольнику или шестиугольнику, или любой другой решетчатой конструкции, которая увеличивает площадь поверхности, на которой вырастает биопленка.

Дополнительной задачей данного изобретения является также возможность осаждения взвешенных твердых частиц и биомассы в камере для осаждения после очистки в камере аэрации и биопленки. Далее задачей изобретения является создание возможности повторного введения этих осажденных твердых веществ и биомассы в камеру аэрации и биопленки для дальнейшей очистки.

Задача данного изобретения, кроме того, состоит в создании возможности одновременного проведения аэрации и уменьшения размеров взвешенных частиц, применяя, по крайней мере, один aspirатор. Этот aspirатор состоит из полый aspirаторной насадки, полые плечи которой располагаются радиально от центрального полого стержня. Каждое из полых плеч на конце имеет отверстие. Полая насадка aspirатора крепится к полый трубке, которая открыта для окружающего воздуха, благодаря чему низкое давление в быстро вращающейся насадке aspirатора затягивает воздух из-за перепада давлений, возникающего благодаря вихревому вращению aspirатора. Воздух поступает в полую трубку насадки aspirатора и выходит в радиальном направлении через отверстия в плечах насадки aspirатора. Этот aspirатор создает возможность одновременного уменьшения размера взвешенных частиц путем механических воздействий и аэрации очищаемых сточных вод.

Еще одна задача данного изобретения - улучшение выращивания биопленки из микроорганизмов. Эти микроорганизмы могут быть смесью, обычно имеющейся при традиционной очистке с помощью биопленки, или это может быть новая смесь из микроорганизмов, рост которых характеризуется лучшей аэрацией и более высокими значениями содержания растворенного кислорода. Эти микроорганизмы могут быть микроорганизмами, специально введенными оператором в камеру аэрации и биопленки.

Фигура 1 представляет собой схематическое изображение установки с применением аэрации и

биопленки, состоящей из камеры предварительной очистки, камеры аэрации и биопленки и камеры для осаждения.

Фигура 2 - вид сверху нескольких различных пластиковых сред, на которых может расти биопленка.

Фигура 3 представляет собой схематическое изображение аэратора по данному изобретению.

Фигура 4 - вид сбоку насадки для аэрации.

Фигура 5 - вид снизу насадки для аэрации.

Фигура 6 - вид сверху насадки для аэрации.

Фигура 7 - вид сбоку варианта изобретения с применением воздуходувки и биопленки.

Фигура 8 - вид сбоку варианта изобретения с применением воздуходувки, смесителя и биопленки.

Фигура 9 - вид сбоку варианта изобретения с применением аэратора и биопленки.

Фигура 10 - вид сбоку варианта изобретения с применением поверхностного аэратора.

Фигура 11 - вид сверху поверхностного аэратора.

Фигура 12 - вид сбоку поверхностного аэратора.

Фигура 13 - вид сбоку варианта изобретения с применением трубки Вентури и биопленки.

Фигура 14 - вид сбоку трубки Вентури в варианте изобретения с применением этой трубки и биопленки.

Фигура 15 - вид сбоку варианта изобретения с применением трубчатого аэратора и биопленки.

Под "камерой аэрации и биопленки" или грамматическим эквивалентом в данном документе понимается любая камера, которая подходит для осуществления данного изобретения. Емкостью может быть резервуар или сосуд, который может быть либо открыт для доступа воздуха, либо закрыт. Размеры этой камеры могут быть самыми разнообразными в зависимости от расхода жидкости, или количества сточных вод, подлежащих очистке; например, резервуар, используемый для домашней очистки, должен быть значительно меньше, чем в установке для очистки муниципальных сточных вод. Форма камеры или ее горизонтальное сечение может при необходимости меняться. Камера может быть изготовлена из разнообразных материалов, таких как бетон, полилорвинил, полиэтилен, стекловолокно или др. Камера может быть сконструирована так, чтобы механические средства для уменьшения размеров частиц крепились к одной или более поверхностям этой камеры. В альтернативном варианте камера аэрации и биопленки сконструирована так, чтобы возможно было вставлять механические средства для уменьшения размеров твердых взвешенных частиц. Кроме того, камера может быть сконструирована таким образом, чтобы ликвидировать надобность в механической мешалке; например, резервуар может быть сконструирован с внутренними перегородками-лопатками, и таким образом, аэрационные струи, например, смешанной жидкости, подвергаются перемешиванию, достаточному для уменьшения размеров взвешенных частиц MLSS и циркуляции смешанной жидкости.

Под термином "биопленка" или "биомасса" или употребляемыми в данном документе аналогичными синонимами понимаются микроорганиз-

мы, которые покрывают опорную структуру. Биопленка представляет собой слой микроорганизмов, которые поглощают органические вещества в смешанной жидкости в камере аэрации и биопленки.

Под термином "конструкция опоры биопленки" или употребляемыми в данном документе синонимами понимается материал, способный поддерживать рост микроорганизмов для такого метода очистки. Предусмотрено, что большое разнообразие твердых опорных конструкций может найти применение в данном изобретении. Такие опоры могут быть изготовлены из пластика, стекла, керамики, металлов, резины, полимеров, целлюлоидных материалов и других. Аналогично предусмотрено, что большое разнообразие конфигураций твердых опорных конструкций может найти применение в настоящем изобретении; образцы возможных конфигураций для применения изображены на Фигуре 2, но это лишь пример для иллюстрации возможностей, а не окончательное возможное устройство. Конструкции, которые действуют в качестве эквивалента в данном изобретении, также включены в это понятие.

Под термином "уменьшение размеров частиц" или под применяемыми в данном документе синонимами понимается, что размер взвешенных органических частиц уменьшается по сравнению с размером органических частиц, которые сначала попали в установку для очистки сточных вод по данному изобретению, как указывалось ранее, уменьшение размера этих частиц может происходить либо в камере предварительной очистки посредством анаэробного поглощения или в камере аэрации и биопленки посредством механических средств или при сочетании этих двух методов. Обычно должно быть видимое уменьшение размера частиц после обработки средствами уменьшения размера.

Под термином "поток жидкости", "циркуляция жидкости" или их синонимами, использованными в данном документе, понимается поток, достаточно быстрый для того, чтобы произошла хорошая обработка смешанной жидкости, и который протекает через конструкцию опоры биопленки. Предусмотрено, что требуемый поток жидкости необязательно должен быть однородным внутри камеры для аэрации с помощью биопленки, и что идеальный поток может меняться в зависимости от физической конфигурации биопленки. Например, если посев биопленки сделан с применением особенно эффективных микроорганизмов, поток жидкости может быть более или менее агрессивен по сравнению со случаем, когда происходит нормальный посев. Обычно поток жидкости бывает таким, что не возникает повреждение биопленки.

Под термином "погруженная воздушная трубка" или использованными в данном документе синонимами, понимается трубка, по которой может поступать воздух или газообразный кислород в сточные воды. Трубка может быть погружена под поверхность жидкости камеры аэрации и биопленки и может иметь выпускные отверстия, размещенные по линии, перпендикулярной оси трубки, либо одно выпускное отверстие. В альтернативном варианте трубка может быть расположена с внешней стороны камеры, но иметь одно или бо-

лее выпускных отверстий в поверхность камеры аэрации и биопленки.

Термин "сдвигающее усилие" применяется для описания силы, которая прикладывается плечами насадки движущегося аспиратора, другими устройствами типа лопастей, или другими средствами механической аэрации; причем эта сила прикладывается к взвешенным твердым частицам в смешанной жидкости (сточных водах), которые подвергаются очистке, для уменьшения размера взвешенных твердых частиц механическим путем.

Настоящее изобретение относится к методу очистки сточных вод с помощью биопленки путем уменьшения размера взвешенных частиц и аэрации сточных вод, подлежащих очистке. Конкретно, настоящее изобретение предлагает уменьшение среднего размера MLSS, биопленку и погруженную стационарную конструкцию опоры, а также аэрацию смешанной жидкости.

Описание одного из предпочтительных вариантов изобретения дается со ссылками на рисунки.

На Фигуре 1 показан вид сбоку установки с применением аэрации и биопленки. Приток с различной концентрацией загрязнений попадает в камеру предварительной очистки 4 по трубопроводу притока 1. Приток может идти от различных источников, таких как слив из индивидуальных домов или из муниципальных источников. Большие органические и неорганические твердые частицы осаждаются из притока и на какое-то время находятся на дне камеры предварительной очистки 4, где они обрабатываются физически и биохимически. Слой ила образуется на дне камеры предварительной очистки, когда органические вещества разрушаются под действием анаэробных бактерий. Это действие приводит также к уменьшению размера органических частиц, которые в основном поступают в камеру аэрации и биопленки: Жидкость, содержащая взвешенные твердые частицы (уменьшенного размера) и растворенные органические вещества поступают в камеру предварительной очистки через сток 5. После осаждения жидкость попадает в камеру аэрации и биопленки 7 из камеры предварительной очистки. Эта камера аэрации и биопленки в предпочтительном варианте состоит из пластиковой конструкции опоры биопленки 12, покрытой биопленкой (иногда называемой биомассой или биологическими веществами) и из погруженного механического аэратора. Поступаемая жидкость немедленно перемешивается со смешанной жидкостью, которая уже проходит очистку в камере под действием быстро вращающейся полый насадки аспиратора 8, которая соединена с электрическим двигателем 11 (в данном случае 3450 об/мин) с помощью полого вала 9.

Из-за вращения аспиратора возникает сила лобового сопротивления у отверстий насадки и здесь же возникает перепад давления. В пустотелую аэрационную трубку 9 затягивается воздух через колпачок вентиля 22 в насадку аспиратора 8, где воздух инжектируется в смешанную жидкость в виде крошечных пузырьков. Быстрое перемешивание крошечных пузырьков происходит, когда они выходят из насадок аспиратора. Быстрый перенос кислорода осуществляется благода-

ря механическому вращению с высокой скоростью и методу инжестирования воздуха.

Погруженная насадка аспиратора 8 вращается со скоростью, достаточной для уменьшения среднего размера твердых частиц в смешанной жидкости (MLSS). Оказалось, что скорости вращения плеч насадки аспиратора от 20 фут/сек и выше эффективны при проведении операции по уменьшению размеров твердых взвешенных частиц. Вихреобразные движения, производимые насадкой аспиратора, вместе с восходящим движением воздуха, инжестированного в смешанную жидкость, заставляют циркулировать более мелкие органические частицы через пластиковую конструкцию опоры для биопленки 12, на которой растет эта биопленка.

Циркуляция смешанной жидкости осуществляется в камере для аэрации и биопленки, благодаря вихреобразному движению от насадки аспиратора 8 и благодаря действию воздуха, который инжеструется в смешанную жидкость в радиальном направлении из полой насадки аспиратора, что создает поток жидкости.

Величина и конфигурация конструкции опоры для биопленки, используемой в данном методе, очень важны. Слишком большая конструкция опоры для биопленки со слишком узким отверстием (малым диаметром) будет легко подвергаться засорению. Слишком малое количество биопленки может привести к недостаточной эффективности очистки. Оказалось, что объем биопленки, составляющий от 10% до 99% от общего объема резервуара аэрации и биопленки, обеспечивает эффективную очистку сточных вод в сочетании с другими признаками данного изобретения. Кроме того, диаметр отверстия для биопленки также является критическим фактором, так как отверстия, которые слишком малы, будут легко забиваться по мере роста биопленки. Обнаружилось, что отверстия в 1/2" и более являются достаточными для данного изобретения.

Смешанная жидкость проходит через трубку, покрытую биопленкой, благодаря потоку жидкости, создаваемому быстро вращающимся аспиратором. Малые MLSS частицы и растворенные органические вещества легко адсорбируются на поверхности биопленки, которая растет на стенках трубки. Микроорганизмы биопленки находятся в среде, богатой кислородом и питанием, а органические вещества и загрязнения поглощаются биомассой. Таким образом, смешанная жидкость очищается за счет поглощающего свойства биопленки.

Любые большие частицы органических материалов, которые остаются непоглощенными биопленкой и любые старые куски биопленки, которые могут отслаиваться от внутренних стенок трубки, падают в смешанную жидкость и вновь немедленно их размеры уменьшаются под действием быстро вращающейся насадки аспиратора. Оставшиеся в результате этого частицы биопленки и органических веществ вновь циркулируют по трубам с биопленкой, где продолжается процесс биологического поглощения. Полученные в результате этого процесса твердые частицы крайне малы по размерам и их мало по количеству, а следовательно, абсолютно не похожи на те, которые

получаются в результате биологического поглощения в применяемых ранее способах.

Поскольку большая часть потока жидкости циркулирует в камере аэрации и биопленки 7, по мере увеличения объема жидкости в этой камере из-за продолжающегося притока, некоторая часть жидкости, которая уже очищена, вытекает, или вытесняется через зазор между стенкой 14 и перегородкой 15 в камеру для осаждения. Любые осажденные твердые частицы в камере для осаждения 16, которые могут содержать маленькие кусочки биопленки или взвешенные твердые частицы, но недостаточно малы, возвращаются в камеру аэрации и биопленки 7 под действием сил циркуляции, создаваемых циркулирующим потоком в камере аэрации и биопленки.

В одном из вариантов настоящего изобретения эта сила циркуляции создается применением определенной конфигурации резервуара. Стенки 14 и 15, указанные на фигуре 1, установлены параллельно. Стенка 14 изготовлена таким образом, чтобы поток жидкости с относительно высокой скоростью постоянно двигался вниз по этой стенке камеры аэрации и биопленки, направляя жидкость назад в камеру и увлекая осевшие твердые частицы из камеры для осаждения 16 назад в камеру аэрации и биопленки 7 для дальнейшей обработки. Поскольку точная конфигурация стенок может меняться, может быть использована любая их форма, позволяющая жидкости и осажденным частицам возвращаться в камеру аэрации и биопленки в целях уменьшения этих частиц и их поглощения.

Частицы, плавающие на поверхности в камере для осаждения 16, собираются и сливаются через трубку стока 20.

На Фигуре 2 показан вид сверху варианта конструкции опоры для биопленки. Конфигурация биопленки может широко варьироваться, оставаясь все же эффективной для целей данного изобретения. Для этого основным требованием является обеспечение увеличения площади поверхности в камере аэрации и биопленки, на которой могут расти биологические вещества, или биомасса, и следовательно, поглощать взвешенные органические частицы. Диаметр отверстия для биопленки должен быть достаточно большим для нормального жизненного цикла биопленки (т.е. роста, отслаивания) так, чтобы трубки конструкции опоры для биопленки не забивались по мере того, как биопленка растет, отслаивается от стенок трубок и падает на дно камеры для дальнейшего измельчения частиц. Диаметр отверстий от 1/2" и более подходит для применения в данном изобретении.

На Фигуре 3 представлен аэратор. Этот аэратор состоит из электрического двигателя 11, который вращается со скоростью 3450 об/мин. Далее он состоит из колпачка вентиля, благодаря которому воздух снаружи затягивается в полый вал аэратора 9. Данное изобретение предполагает наличие аспиратора 8 с четырьмя плечами, имеющими насадки с выходными отверстиями. Однако, возможны и другие конфигурации насадок аспираторов. Предполагается также, что множество разнообразных форм насадок найдут свое применение в данном изобретении. Было обнаруже-

но, что скорости вращения плеча насадки, превышающие 20 фут/сек, обеспечивают уменьшение размеров частиц.

На Фигуре 4 показан вид сбоку aspirатора. Насадка aspirатора 50 представляет собой полый элемент с плечами 55, 60, 65, идущими от полого центрального стержня aspirатора. В свою очередь каждое плечо aspirатора также является полым и имеет маленькое отверстие 70, из которого выходит воздух.

На Фигуре 5 показан вид снизу aspirатора, изображающий плечи 55, 60, 65, через которые выходит воздух.

На Фигуре 6 показан вид сверху aspirатора 50. Показаны плечи насадок aspirатора 55, 60, 65, 75. Вал, ведущий к aspirатору, является полым с отверстием 80, через которое затягивается воздух во время вращения насадки aspirатора с большой скоростью.

На Фигуре 7 показан вариант данного изобретения с применением воздуходувки и биопленки. Воздух от источника воздуходувки 70 нагнетается в трубку 72 и из нижнего диффузора 74, имеющего отверстия для выпуска воздуха в камеру аэрации и биопленки. Этот диффузор состоит из, по крайней мере, трубки с отверстиями для выпуска воздуха и обычно имеет сеть таких трубок. Такие конструкции известны как трубчатые диффузоры. Этот нагнетаемый воздух в виде пузырьков поднимается к поверхности, создавая циркулирующий поток в камере аэрации и биопленки (показан штрих-пунктирными стрелками). Сточные воды после очистки проходят через конструкцию опоры для биопленки 76, в которой они подвергаются воздействию, как описывалось ранее, со стороны биопленки, растущей в этой среде. Следует отметить, что место для размещения трубки воздуходувки может варьироваться в пределах резервуара до достижения нужного потока очищаемых сточных вод через конструкцию опоры для биопленки.

На Фигуре 8 показан вид сбоку установки с воздуходувкой, смесителем и биопленкой. В этом варианте настоящего изобретения воздух из источника воздуходувки 80 нагнетается в воздушную трубку 82 и из трубчатого диффузора 84. Это создает поток пузырьков вверх, что вызывает всеобщее циркуляционное движение очищаемых сточных вод в камере аэрации и биопленки. В этом варианте изобретения используется также устройство для перемешивания 86 для дальнейшего уменьшения размеров частиц с помощью быстро вращающегося смесителя. Этот смеситель может представлять собой перемешивающее устройство с лопастями, устройство для перемешивания пропеллерного типа или другое быстро вращающееся устройство для перемешивания. Очищаемые сточные воды при этом проходят через конструкцию опоры для биопленки 88, где на них воздействует растущая на этой конструкции биопленка. Поток жидкости внутри камеры аэрации и биопленки показан на этой фигуре штрих-пунктирными стрелками. В этом виде установки создается постоянная циркуляция аэрированной и смешанной сточной воды в резервуаре, которая постоянно циркулирует через биопленку.

На Фигуре 9 показан вариант данного изобретения с применением камеры аэрации и биопленки. В этом варианте (рассмотренном ранее и на Фигуре 1) вращающийся aspirатор 92 погружен в очищаемые сточные воды. Вращающийся aspirатор создает перепад давления, что приводит к затягиванию воздуха в воздушную трубку 96, которая открыта для воздуха со стороны отверстия 90. Затем этот воздух попадает в насадку aspirатора, откуда вытесняется в виде пузырьков, создающих поток через камеру аэрации и биопленки, показанный штрих-пунктирными стрелками. Очищаемые сточные воды затем текут через конструкцию опоры для биопленки 94, где на них оказывает воздействие растущая там биопленка. Конкретно в этом варианте изобретения вращающимся аэратором может быть aspirатор как таковой или механическое аэрационное устройство с лопастями или эквивалентное ему. Это приводит как к аэрации, так и к уменьшению размеров частиц.

На фигуре 10 показан вариант изобретения с применением поверхностного аэратора. Быстро вращающийся аэратор 100 и пропеллер 104 в камере аэрации и биопленки поднимают сточные воды, аэрируют их и уменьшают размер органических частиц в сточных водах при механическом воздействии поверхностного аэратора. Действие поверхностного аэратора создает циркуляцию жидкости в камере таким образом, что очищаемая сточная вода течет через конструкцию опоры биопленки 102, где на нее воздействует растущая там биопленка. В этом варианте поверхностный аэратор может быть расположен на уровне воды или немного под водой в верхней части аэрационной камеры. Картина циркуляции в камере вновь показана штрих-пунктирными стрелками.

На Фигуре 11 показан вид сверху поверхностного аэратора. Этот поверхностный аэратор состоит из диска 110 с лопастями, которые выступают из диска и загнуты к низу для того, чтобы находиться в контакте со сточными водами. Эти лопасти могут быть выполнены как единое целое с диском или представлять собой отдельные детали, крепящиеся к диску снизу. Когда аэратор вращается, лопасти взаимодействуют со сточной водой, уменьшая частицы и перемешивая и распределяя по аэрационной камере сточные воды, одновременно аэрируя их.

На Фигуре 12 показан вид сбоку поверхностного аэратора. Диск 110 поверхностного аэратора показан в разрезе вместе с двумя из четырех лопастей 114 и 118 в рассматриваемом варианте изобретения.

На Фигуре 13 показан вид сбоку варианта изобретения с применением трубки Вентури и биопленки. Этот вариант изобретения содержит насос 130, который затягивает сточные воды, нагнетая их в трубку 132 к выходу трубки Вентури 134. Сравнительно высокая скорость сточных вод на выходе трубки Вентури 134 создает условия пониженного давления. Выход трубки Вентури, в свою очередь, крепится к воздушной трубке 136, которая сообщена с наружным воздухом. Пониженное давление у выхода трубки Вентури 134 приводит к затягиванию воздуха в воздушную трубку 136, откуда он вытесняется через трубку

Вентури вместе с нагнетаемыми сточными водами. В этом варианте изобретения перемешивание и аэрация сточных вод происходят одновременно в выходе трубки Вентури 134 до их вытеснения оттуда. Эта операция позволяет установить поток жидкости, как показано штрих-пунктирными стрелками на Фигуре 13. В этом варианте изобретения аэрированные сточные воды циркулируют через конструкцию опоры для биопленки, где они очищаются. Все остальные операции, предусмотренные данным изобретением, происходят так же, как описано ранее.

На Фигуре 14 показан вид сбоку на выход трубки Вентури. Он состоит из первого сопла 140, в которое поступают нагнетаемые сточные воды из насоса Вентури. Это сопло обеспечивает высокую скорость нагнетаемых сточных вод, когда они переходят во второе сопло 142. За счет этой высокой скорости создается область низкого давления. Воздух затягивается в воздушную трубку 136 под влиянием этого низкого давления и вытесняется из второго сопла 142, смешавшись с нагнетаемыми сточными водами из первого сопла 140.

На Фигуре 15 показан вид сбоку варианта выполнения устройства с применением трубчатого аэратора и биопленки. Быстро вращающийся под воздействием двигателя 158 пропеллер 150 расположен в нижней части полой трубки. Эта полая трубка соединена с атмосферой посредством воздушной трубки 154, которая заканчивается отверстием 156. Вращение пропеллера с большой скоростью создает условия низкого давления. Воздух затягивается в полую трубку 152 через трубку 154 посредством отверстия 156. Движение пропеллера 150 в сочетании с подачей воздуха вызывает аэрацию и циркуляцию внутри камеры аэрации и биопленки.

Альтернативный вариант изобретения.

В предпочтительном варианте изобретения сточные воды смешиваются и разбавляются со "смешанной жидкостью", которая является уже очищенной сточной водой или находится в процессе очистки в соответствии с данным изобретением; таким образом, настоящее изобретение можно использовать в "непрерывном режиме". Этот метод может особенно найти применение при очистке муниципальных сточных вод или стать важной стадией в процессе очистки питьевой воды.

В альтернативном варианте сточные воды не растворяются и не смешиваются ни с какой ранее очищенной водой; таким образом, настоящее изобретение может также применяться в "режиме с применением ванны".

В предпочтительном варианте опорная среда изготовлена из пластика. В альтернативных вариантах опорная среда может быть изготовлена из любого компаунда, на котором растет биопленка. Предусмотрено, что большое разнообразие материалов для опоры может служить в качестве эквивалентов и могут найти применение в настоящем изобретении. Эти опоры могут быть сделаны из стекла, керамики, металлов, резины, полимеров, целлулоидных материалов и пр.

Предполагается, что большое разнообразие конфигураций данной системы может иметь место

в качестве эквивалентов в данном изобретении. Например, в предпочтительном варианте данного изобретения механический аэратор погружен в сточные воды, подлежащие очистке по данному изобретению. Используемый таким образом, механический аэратор служит для аэрации смешанной жидкости, а также для уменьшения размера частиц.

В предпочтительном варианте механический аэратор состоит из электрического двигателя с большим числом оборотов, соединенного с помощью полого вала с насадкой аспиратора, установленного на конце этого вала. Насадка аспиратора и часть вала погружены в смешанную жидкость и вращаются с большой скоростью под действием электрического двигателя. При этом выполняются две различные функции. Первая из-за быстрого вращения насадки аспиратора создается перепад давления, благодаря чему воздух затягивается из воздухозаборника, расположенного в верхней части вала. Этот воздух засасывается через полый вал в насадку аспиратора, где он инжектируется в смешанную жидкость. По данному изобретению пузырьки воздуха могут быть различных размеров, но таких, чтобы происходил процесс аэрации, при этом, чем меньше размер пузырьков, тем лучше. Полученные пузырьки рассеиваются в радиальном направлении в смешанной жидкости, тем самым вводя в смешанную жидкость кислород. Этот кислород увеличивает эффективность действия биопленки и увеличивает DO в смешанной жидкости. Затем аэрированная смешанная жидкость направляется внутрь пластиковых трубок конструкции опоры для биопленки за счет циркуляции потока. Этот циркуляционный поток создается путем двойного воздействия вращающегося аспиратора и поднимающихся пузырьков воздуха, что увеличивает эффективность поднятия потока жидкости. Второе - быстро вращающиеся плечи аспиратора также механически уменьшают размеры органических частиц.

В альтернативном варианте аспиратор и вал имеют такую конфигурацию, что позволяет ввести в смешанную жидкость большой объем воздуха. Например, компрессором можно ввести воздух по шлангу или по трубке в аспиратор.

В альтернативном варианте изобретения аэрацию и уменьшение размеров частиц можно достигать с помощью отдельных приспособлений. Например, средства аэрации могут быть внедрены в поверхность или поверхности аэрационной камеры, а механическая лопасть или лопасти могут служить в качестве приспособления для уменьшения среднего размера частиц MLSS.

В альтернативном варианте погруженная воздушная трубка и система диффузора могут служить приспособлениями для аэрации. Эта трубка может крепиться в погруженной поверхности камеры аэрации и биопленки, либо с серией воздушных выпускных отверстий, либо с одним выпускным отверстием, либо с сетью трубчатых диффузоров. Эта трубка может находиться с внешней стороны камеры аэрации и биопленки, но иметь выпускные отверстия или отверстие, погруженные ниже поверхности жидкости в этой камере.

В альтернативном варианте сам резервуар может быть сконструирован таким образом, чтобы

описанная аэрационная струя превратилась в достаточный поток жидкости; причем в этом резервуаре могут быть, например, перегородки-лопасти.

В альтернативном варианте поверхностный аэратор может быть расположен в верхней части камеры аэрации и биопленки непосредственно под поверхностью смешанной жидкости. Аэрация и уменьшение размеров частиц происходит уже описанным способом, хотя и в верхней части аэрационной камеры в противовес известному способу, эти процессы происходят в нижней части этой камеры. Конфигурация также будет влиять на уменьшение размеров частиц, на высокое значение DO и на поток жидкости.

Еще в одном альтернативном варианте изобретения используется согнутая под углом полая трубка, в которой быстро вращается вал, другой конец которого заканчивается и пропеллером/лопастью. Воздух будет затягиваться в полую трубку, обеспечивая смешение с очищаемыми сточными водами, и таким образом аэрируя сточные воды, что создает требуемый поток жидкости и перемешивание, а также уменьшение размеров частиц, как описывалось ранее.

Еще в одном альтернативном варианте применяется насос Вентури в камере аэрации и биопленки, который крепится к внешнему источнику сжатого воздуха или атмосферного воздуха. Перепад давления, создаваемый насосом Вентури, затягивает воздух через воздушную трубку в насос, где он смешивается с очищаемой сточной водой. Насос и воздух создают требуемый воздушный поток в камере аэрации и биопленки, направляющий сточные воды через конструкцию опоры биопленки.

В предпочтительном варианте биопленка вырастает из микроорганизмов, присутствующих в сточных водах, подлежащих очистке и в воздухе. В альтернативном варианте микроорганизмы особых типов могут вводиться в камеру аэрации и биопленки с тем, чтобы сформировать биопленки различного состава. Например, в Патенте No. 2612915-A описана биологическая очистка сточных вод, содержащих диэтаноламин, с помощью биоконнозиса микроорганизмов Псевдамон и Бацилл. (Rittman 1987, описывает рост микроорганизмов разнообразных классов в зависимости от концентрации DO. См. страницу 132). Таким образом, в соответствии с данным изобретением можно использовать более разнообразные микроорганизмы.

В альтернативном варианте можно добавлять дополнительные компаунды к смешанной жидкости до очистки или во время очистки. Такими компаундами могут быть: железирующие вещества; буферные вещества в случае, если смешанная жидкость имеет pH, несоответствующий данной биопленке; поверхностно активные вещества, которые воздействуют на размеры частиц MLSS в смешанной жидкости или воздействуют на перенос кислорода или на взаимодействие частиц биопленки; ферменты для разрушения частиц или компонентов в сточных водах; химические компаунды, необходимые при очистке; и любые другие компаунды, полезные либо для очистки сме-

шанной жидкости, либо в обработке сточных вод нисходящим потоком.

В другом варианте питательные среды, такие как железо и другие компаунды, добавляются к смешанной жидкости для увеличения роста и жизнестойкости биопленки или для изменения их состава.

Настоящее изобретение дает следующие преимущества перед обычным способом очистки муниципальных сточных вод:

1. Концентрация MLSS очень низка

При нормальных условиях концентрация MLSS в обычном методе погруженной биопленки варьируется между одной сотней и пяти тысячами мг/л. Это приводит к образованию большого количества ила. При нормальных эксплуатационных условиях средняя концентрация MLSS в установке, использующей настоящее изобретение составляет меньше 18 мг/л. Эта низкая концентрация MLSS дает чрезвычайно мало твердых веществ в камере для осаждения. Наращивание ила в камере аэрации и биопленки и в камере для осаждения предотвращается. Это чрезвычайно важный аспект данного изобретения, так как удаление ила является очень дорогой операцией, как в финансовом, так и в экологическом смысле. Кроме того, в установках, в которых предел слива взвешенных частиц составляет менее 30 мг/л (т.е. NSF класс 1 Стандарт и "Нормы Вторичной Очистки" EPA для установок очистки сточных вод), камера для вторичного осаждения может быть ликвидирована, уменьшая при этом стоимость создания установ-

2. Короткий инкубационный период биопленки

В известных методах, применяющих биопленку, эта биопленка сначала должна начать расти и обычно ее обнаруживают по прошествии примерно трех недель. Этот период запаздывания происходит каждый раз, когда установка закрывается для прочистки труб от засорения. В настоящем изобретении рост биопленки наблюдался по прошествии трех дней и далее происходил весьма бурно; кроме того, процесс очистки в соответствии с настоящим изобретением привел к тому, что засорения не было с 19 июня 1992 года по сей день и таким образом полностью ликвидировано время запаздывания, вызываемое необходимостью прочистки засорения. Это также отражено в настоящем изобретении, так как очистная установка дольше остается в рабочем состоянии, и если когда-нибудь возникнет необходимость прочистить засорение, установка может вернуться в полностью рабочее состояние гораздо быстрее, чем в известных ранее методах.

3. Возможность засорения системы ликвидирована

Еще одним преимуществом данного изобретения является тот факт, что поток жидкости в сочетании с более мелкими частицами регулирует толщину нароста биопленки, удерживая ее на величинах, которые не могут привести к засорению. Биопленка растет более плотно, что увеличивает активность на определенной площади поверхности без засорения. В двух известных установках, в которых применяется погруженная биопленка с использованием частиц большего размера ре-

гулярно происходит засорение вертикальной конструкции из пластика из-за более толстого и менее плотного покрытия биопленкой. При этом весь процесс обработки должен быть приостановлен, а установка должна быть прочищена. Однако, из-за низкого значения MLSS в предлагаемом изобретении обеспечивается плотная структура биопленки, хорошая циркуляция смешанной жидкости и высокая концентрация растворенного кислорода в смешанной жидкости в камере аэрации и биопленки и в пластиковой конструкции опоры без образования засоров. Поэтому установка работает непрерывно, практически не требуя чистки, что увеличивает ее производительность, повышает экономичность, и при этом ликвидируется необходимость в чрезмерно громоздких устройствах, которые ранее использовались на время отключения очистной установки.

4. Хорошая реакция на ударную нагрузку

Ударная нагрузка возникает в случаях очень большого притока жидкости или при высоких концентрациях органических веществ. В таких случаях система испытывает большие напряжения из-за очень высокой скорости прохождения жидкости, или из-за высокой концентрации взвешенных твердых частиц. Благодаря низкой концентрации MLSS в камере аэрации и биопленки и высокой концентрации биомассы и ее активности, качество очистки сточных вод остается высоким, а объемные нагрузки ликвидируются. Кроме того, рассмотрим время восстановления по данному изобретению после ударной нагрузки. Оно, в свою очередь, влияет на высокое качество стока, ликвидируя периоды, когда сточные воды имеют неприемлемо низкое качество на выходе из установки. При одном испытании на ударную нагрузку объем притока был увеличен на 100% от расчетной нагрузки. Качество стока было значительно улучшено при применении одного из вариантов данного изобретения, и его показатели оказались значительно ниже предельных допустимых значений в нормах EPA. При 200% нагрузке в серии испытаний результаты также оказались ниже предельных значений норм EPA 30SS/30BOD для вторичной очистки.

5. Высокая концентрация растворенного кислорода (DO)

Насадка аспиратора, которая создает мельчайшие пузырьки и энергично и эффективно перемешивает жидкость и уменьшает размеры частиц, приводит к высокой концентрации растворенного в смешанной жидкости кислорода. Таким образом, камера для аэрации и биопленки работает при относительно низких значениях MLSS, благодаря широко распространившейся и эффективной биологической деградации, чрезвычайно низкой концентрации органических веществ и очень высокому показателю DO. Биомасса, расположенная на стенках опорной конструкции (и, разумеется, на неподвижных поверхностях во всем резервуаре) быстро образуется при таких благоприятных условиях и действует на органические вещества и твердые частицы чрезвычайно эффективно в камере аэрации и биопленки. Через 217 дней непрерывных испытаний концентрация DO в камере аэрации и биопленки равнялась 7.7 мг/л. В соответствии с экологическими требованиями EPA

требуется концентрация 6 мг/л DO или больше перед сливом. Если показатели DO не достаточно высоки, в установке следует ввести кислород в сливаемую жидкость, в качестве отдельного процесса. Предлагаемое изобретение ликвидирует необходимость в этом процессе вторичной аэрации в целях увеличения концентрации DO в сливаемой жидкости. Таким образом, при применении данного изобретения можно отказаться от дорогостоящего процесса повторной аэрации перед сливом.

6. Удовлетворительное качество стока

Биопленка, находящаяся на стенках трубок, имеет хорошую структуру и не становится настолько толстой, чтобы забить эти трубы. Ее толщина регулируется сочетанием использования потока жидкости через конструкцию опоры для биопленки и органических веществ малого размера, а также соответствующей аэрации, необходимой для роста биопленки. Однако, если кусок старой биопленки отслаивается от стенки конструкции опоры для биопленки, он немедленно затягивается в поток жидкости и уменьшается в размере в результате механического действия насадки аспиратора до мельчайших частиц, после чего он будет нанесен опять на биопленку. Это вещество затем будет поглощено новым поколением биопленки. Таким образом, на качество стока не влияют твердые частицы старой биомассы, как это имеет место в менее производительных системах,

7. Ил ликвидируется

В обычных системах с применением активированного ила есть необходимость в периодическом удалении больших объемов ила из различных очистных резервуаров, требуется применение больших и дорогостоящих поглотителей. Кроме того, необходимо постоянно контролировать концентрацию MLSS и регулировать процесс очистки. Если не осуществлять такого контроля, получится сток неудовлетворительного качества. Это приведет к образованию большого объема ила. В свою очередь, это большое количество ила должно пройти обработку в специальных резервуарах для переработки или в резервуарах для хранения ила.

При применении данного изобретения не требуется процесс ежедневного удаления ила. Биомасса находится на конструкции опоры. Из-за низкой концентрации MLSS в камере аэрации и биопленки, созданной по данному изобретению, ила до сих пор не образовалось. Эти результаты сильно отличаются от результатов, получаемых при применении известных методов, и являются отличительной чертой данного изобретения. Таким образом, по данному изобретению ликвидируется необходимость в создании насыпей из ила, и применения дорогостоящих установок для переработки.

8. Простота в эксплуатации и техническом обслуживании

Один из вариантов данного изобретения содержит электрический двигатель с большим числом оборотов и аспиратор в качестве единственной подвижной детали. Это устройство применяется при очень простых условиях без традиционного накопления ила, регулирования воздушного потока или применения резервуаров вто-

ричного осаждения без поверхностных сепараторов. Фактически с учетом результатов испытаний на сегодняшний день, камера для осаждения после камеры аэрации и биопленки не требуется и поэтому системе для возврата ила также можно ликвидировать. Таким образом, предлагаемая установка гораздо проще в эксплуатации по сравнению с другими установками, имеющими аналогичную производительность, что является еще одной отличительной чертой данного изобретения. Альтернативный вариант не требует даже aspirатора, что делает эксплуатацию еще менее сложной.

9. Короткий период остановки

Под действием структуры биопленки, увеличенной концентрации растворенного кислорода и энергичных действий биопленки, количество времени, необходимое для остановки жидкости значительно сокращено, что ведет к увеличению общей производительности установки. Поскольку данное изобретение работает эффективно, количество времени на очистку или время, на которое поток задерживается в резервуаре аэрации и биопленки, сильно сокращено. Более короткий период времени на задержку оборачивается в большую производительность процесса очистки в любой очистной установке, что является очень серьезным преимуществом. Этот фактор получен по результатам испытания установки при 50% и 100% перегрузках за увеличенный период времени. Такие перегрузки проводились в течение 1,5 месяцев, в то время, как обычно период перегрузки длится всего несколько часов! В настоящее время эта установка продолжает выбрасывать сток высокого качества очистки, несмотря на эту перегрузку.

Этот фактор имеет прямое отношение к способности переносить ударные нагрузки, рассмотренные выше. Короткий период задержки означает, что этот метод работает исключительно эффективно. Это, в свою очередь, означает, что имеются достаточные возможности для эффективной очистки увеличенного количества органических веществ, присутствующих при действии перегрузок. Таким образом, хорошее качество стока из камеры аэрации и биопленки позволяет эффективно очищать приток жидкости во время периода перегрузок, что является еще одним положительным моментом в данном изобретении.

10. Метод нечувствителен к температурам

Метод по данному изобретению не так чувствителен к температурам, как известный метод активированного ила. В холодное время года в очистных резервуарах накапливается активированный ил. При наступлении теплого периода года, что бывает неожиданно весной, ил, который накопился в резервуаре за холодный период вдруг становится более активным. Это явление, известное под названием "Весеннее Превращение", характеризуется в неожиданном повышении SS в стоке из-за невозможности при таком методе управлять повышающейся биохимической активностью ила. Качество этого стока очень сильно снижается во время действия явления Весеннего Превращения.

Настоящее изобретение позволяет избежать этой проблемы, которая связана с колебанием температуры. Поскольку не образуется ила,

ликвидируется явление Весеннего Превращения. Так как в любые периоды времени в камере аэрации биопленки обычно имеет место низкое содержание MLSS, ликвидируется также возможность флокулированного осадка, что является еще одной положительной чертой данного изобретения.

11. Упрощенная конструкция установки

Поскольку концентрация твердых частиц, взвешенных в смешанной жидкости настолько мала в камере аэрации и биопленки, камера для осаждения или резервуар и система возврата ила могут быть аннулированы для 1 и 2. Класса ограничений на качество слива. В результате этого, стоимость установки значительно снижается при постройке новых установок или альтернативно существующие установки можно модернизировать в соответствии с данным изобретением и увеличить их производительность, тем самым снижая потребность в новых установках по очистке сточных вод. Следует заметить, что качество сточных вод в камере аэрации и биопленки при расчетных нагрузках всегда отличное. Фактически оно часто такое же или выше, чем качество стока после третичной обработки. На основании уровня качества очистки, обеспечиваемой в камере аэрации и биопленки, камера предварительной очистки может быть даже ликвидирована, как первый шаг на пути экономии стоимости конструкции. При наличии только камеры аэрации и биопленки, без камеры предварительной очистки и без камеры осаждения конструкция очистной установки чрезвычайно упрощается.

12. Уменьшение размеров установки

Хотя настоящее изобретение предлагает более эффективную очистку сточных вод, оно же позволяет и уменьшить размеры установки для очистки сточных вод при сохранении той же производительности. Этот фактор тесно связан с упомянутым выше упрощением конструкции установки.

13. Очистка питьевой воды

Благодаря усовершенствованию процесса удаления загрязнений и органических твердых частиц данное изобретение может использоваться, как эффективная стадия муниципальной очистки питьевой воды, что без сомнения сократит или аннулирует другие стадии этого процесса. Этот процесс очень эффективен для удаления загрязнений и для упрощения последующих стадий очистки при производстве питьевой воды. Основное применение эта технология могла бы найти в менее развитых странах, в которых питьевая вода недостаточна чиста.

14. Снижение потребления энергии

Применение данного изобретения приводит к более эффективному использованию энергии. Это важно в основном для более развитых стран, но исключительно важно для тех стран, где скудны запасы электрической энергии и топлива, на котором работает электрический генератор. Очистные установки по данному изобретению требуют меньше времени задержки для эффективной очистки и/или незначительную третичную обработку или вовсе ее не требуют, суммарная энергия, необходимая для работы очистной установки в увеличенный период времени, не нужна, как не тре-

буются и источники энергии для проведения третичной очистки сточных вод.

Упрощенная конструкция установки по данному изобретению требует меньше энергии для ее постройки, эксплуатации и технического обслуживания и занимает меньше площади.

15. Общая экономичность

Применение данного изобретения приводит к общей экономической эффективности очистки сточных вод. Такие установки легче и дешевле строить, эксплуатировать и проводить их техническое обслуживание. Их работа обходится дешевле. Они дают более высокое качество стока, требуя малую третичную обработку или вовсе ее не требуя. Устройства по данному изобретению могут соответствовать нормам EPA, избегая таким образом штрафов за нарушение запретов на слив. И, наконец, общая стоимость очищаемых сточных вод значительно снижена.

16. Возможность применения других методов дезинфекции

Для очистки воды можно использовать ультрафиолетовые лучи (УФ). Однако, мутность сточных вод не позволяет широко применять УФ, так как такая энергия не может проникнуть сквозь воду для целей очистки. По данному изобретению сток является чрезвычайно чистым, допуская проникновение сквозь воду УФ, следовательно, применение УФ излучения при очистке определено возможно.

17. Объемная нечувствительность

Предмет данного изобретения является относительно нечувствительным к объемным изменениям в количестве очищаемых сточных вод. Это преимущество относится к ударной нагрузке (либо большой, либо меньший объем) в том смысле, что более длительные изменения объема очищаемых сточных вод не приводит к сколько-нибудь серьезным изменениям в качестве очищенного стока. Разумеется, во время определенных испытаний при условии до 100% перегрузок качество заметно улучшалось по сравнению с качеством, которое замерялось при более низкой производительнос-

ти. При другом испытании при условии 200% перегрузок данное изобретение все еще оказывается пригодным в пределах требования норм EPA 30/30 в течение 9 дней. Это говорит о том, что данное изобретение способно управлять очисткой сточных вод критически большого объема, в то время как другие элементы установки очистки сточных вод выходят из строя.

18. Нечувствительность к изменениям BOD

Поскольку система нечувствительна к высоким нагрузкам, она должна быть нечувствительной и к большим колебаниям BOD. Активность биопленки такова, что она может очистить сточные воды, содержание BOD в которых варьируется в широком диапазоне значений, но при этом, тем не менее, достигаются хорошие показатели качества стока.

Примеры.

Примеры и данные испытаний, которые приводятся ниже, относятся точно к одной и той же конструкции очистной установки. Все очистные резервуары одного размера и одинаковой конфигурации, как снаружи, так и изнутри. Все они имеют одно и то же значение расчетной производительности и вместимости, равной 500 галлонов/сутки. Вкратце, все приведенные ниже данные очень близки к данным базового метода, за исключением того варианта данного изобретения, где использовался метод активированного ила.

Пример 1

В таблице, приведенной ниже, представлены данные по испытанию в режиме 500 галлонов/сутки установки, работающей на активированном иле (AS) с использованием аэратора, но без применения биопленки. Все эти установки имели одинаковые размеры и конфигурации и использовали один и тот же источник поступления сточных вод. Конструкция этих установок является идентичной показанной на Фигуре 1, за исключением того, что стенки 15, конструкция опоры для биопленки 12 и опорная балка 12а были удалены. Эти испытания проводились в диапазоне температур притока сточных вод от 10°C до 24°C.

Испыт.Уст.	Место Исп.	Длит. сутки	Поток GPD	BOD Mg/1	SS Mg/1	MLSS Mg/1	DO Mg/1
Струйный аэратор/AS	NSF (1990)	77	500	35	60	106	
	NSF (1990)	98	500	33	53	97	
	NSF (1991)	133	500	45	107	78	
	NSF (1992)	203	500	37	41	59	

Как видно по этим данным, установка, работающая на активированном иле, имеет показатели BOD после очистки потока между 30's и 40's, SS между 41 и 107, а MLSS от 59 до 106. Эти данные далеко не соответствуют неукоснительным требованиям норм EPA, где BOD=10 и SS=10, US, EPA и не отвечают даже менее жестким требованиям норм вторичной очистки 30BOD/30SS.

Пример 2

Ниже приведены результаты сравнения разнообразных вариантов данного изобретения. Сравнялись установки с применением возду-

ходувки и биопленки, аэратора и биопленки, воздушовдушки-смесителя и биопленки и установки с применением биопленки в поверхностном аэраторе при одних и тех же расчетных нагрузках, равных 500 галлон/сутки. Конфигурации этих установок изображены на Фигурах 7-10. Данные испытания проводились недалеко от Кливленда, штат Огайо и осуществлялись в широком диапазоне температур (12°C-20°C) при расчетной нагрузке установки (т.е.500 галлон/сутки). Испытания NSF относятся к испытаниям, проводимым в National Sanitation Foundation, в организации, выдающей промышленные сертификаты в Мичигане.

Испыт.Уст.	Место Исп.	Длит. сутки	Поток GPD	BOD Mg/1	SS Mg/1	MLSS Mg/1	DO Mg/1
Возд/биопл.	Geauga	95	500	10	11	13	6
Возд+смес/биоп	Geauga	95	500	12	13	22	6.1
Струйн Аэратор	Geauga	95	500	11	11	17	8.1
ПовАэр/Биопл	Geauga	95	500	9	8	14	8.2
СтрАэр/Биопл	NSF	210	500	15	12	18	7.6

Эти результаты указывают на преимущества, которые предлагает данное изобретение, по сравнению с установками, работающими на активированном иле, и нечувствительность к изменениям температуры предмета данного изобретения. BOD и SS имеют низкие значения, а DO имеет высокие значения, что делает третичную аэрацию необязательной. Эти данные соответствуют или близки к нормам EPA 0/0 и с легкостью отвечает требованиям норм EPA 30/30.

Пример 3

Испыт.Уст.	Место Исп.	Длит. сутки	Поток GPD	BOD Mg/1	SS Mg/1	MLSS Mg/1	DO Mg/1
Возд/Биопл.	Geauga 1992	32	750	9	7	440	5
СтрАэратор/Биопл	Geauga 1992	32	750	14	11	19	8.5

Как видно, эти два варианта данного изобретения имеют значения BOD и SS значительно ниже, чем при методе активированного ила, и ниже или близки к нормам EPA 10/10 для предварительной очистки. Гораздо большие возможности данного изобретения очевидны.

Пример 4

Ниже в таблице приведены данные по испытаниям двух альтернативных вариантов изобре-

В таблице 3 приведены результаты по двум вариантам данного изобретения; одного с применением аспиратора (Фигура 9) и одного без аспиратора (Фигура 7), в обоих случаях применяется стационарная погруженная биопленка и скорость потока 750 галлон/сутки, т.е. на 50% выше расчетной производительности в 50 галлон/сутки). Вновь конструкции установок аналогичны группе установок с применением активированного ила, за исключением модификаций данного изобретения. Эти испытания проходили в температурном диапазоне притока от 9°C до 14°C.

тения: метода поверхностной аэрации с применением биопленки и метода с применением воздушной и биопленки, оба при скорости потока 1000 галлонов/сутки (т.е. на 100% выше расчетной производительности в 500 галлон/сутки). Вновь конструкции установок идентичны контрольной группе установок с применением активированного ила, за исключением модификаций данного изобретения).

Испыт.Уст.	Место Исп.	Длит. сутки	Поток GPD	BOD Mg/1	SS Mg/1	MLSS Mg/1	DO Mg/1
Возд/Биопл.	Geauga 1993	32	1000	19	17	18	5.9
СтруйнАэр/Биопл.	Geauga 1993	41	1000	6	6	6	9.7

Как видно по этим результатам, метод поверхностной аэрации с применением биопленки дает результаты, которые превышают результаты, полученные при методе с применением воздушной и биопленкой. Оба метода дали результаты выше, чем метод активированного ила при гораздо меньших нагрузках, и значительно ниже требований в нормах EPA 30SS/30BOD.

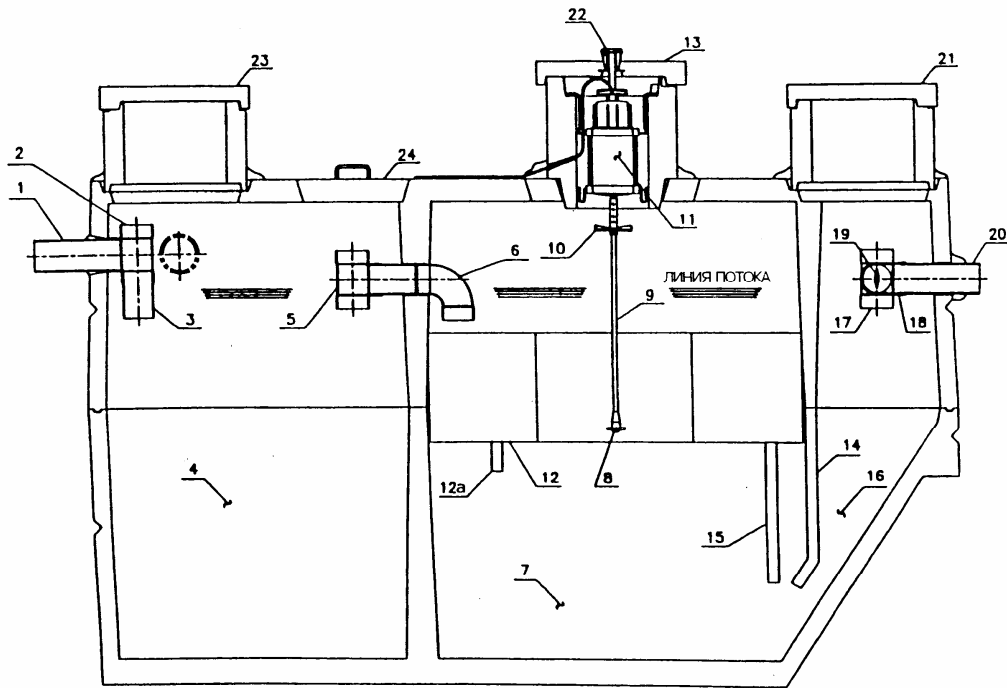
Пример 5

В ниже приведенной таблице даны результаты варианта с применением струйного аэратора и биопленки (Фигура 9) при перегрузках в 200% (1500 галлон/сутки) в течение 8 суток на установках NSF в Мичигане в январе 1993 года (т.е. при более низкой температуре притока).

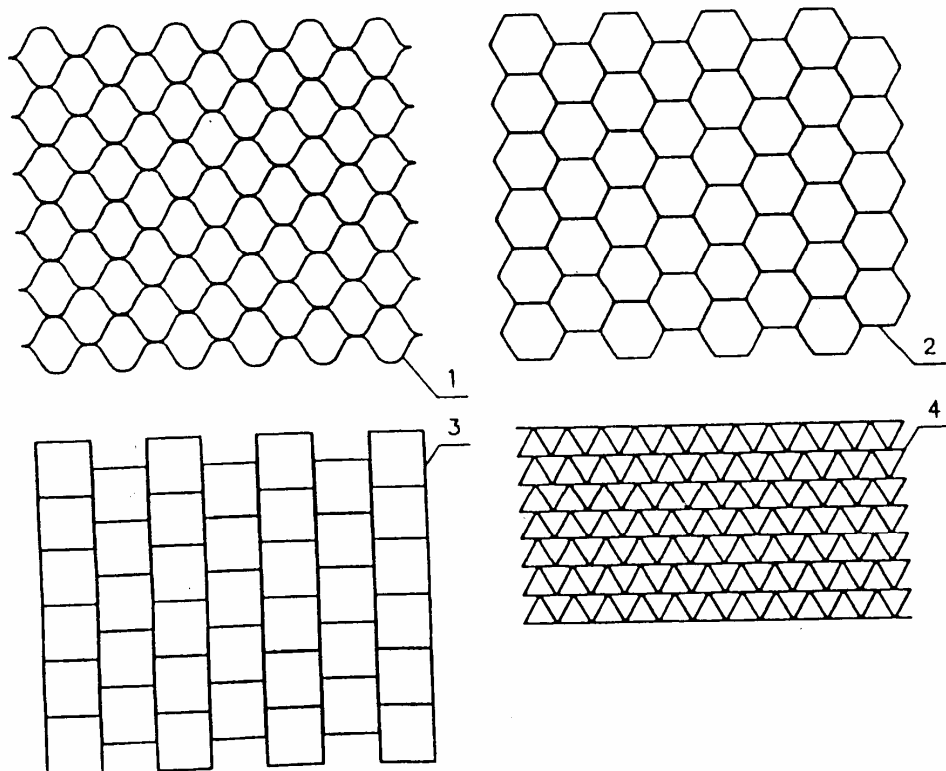
Испыт.Уст.	Место Исп.	Длит. сутки	Поток GPD	BOD Mg/1	SS Mg/1	MLSS Mg/1	DO Mg/1
СтрАэратор/Биопл.	NSF	8	1500	21	22	24	9.9

Вновь с применением данного изобретения можно получить качество стока, соответствующее требованиям норм EPA 30/30. За этот восьмидневный период было достаточно большое ко-

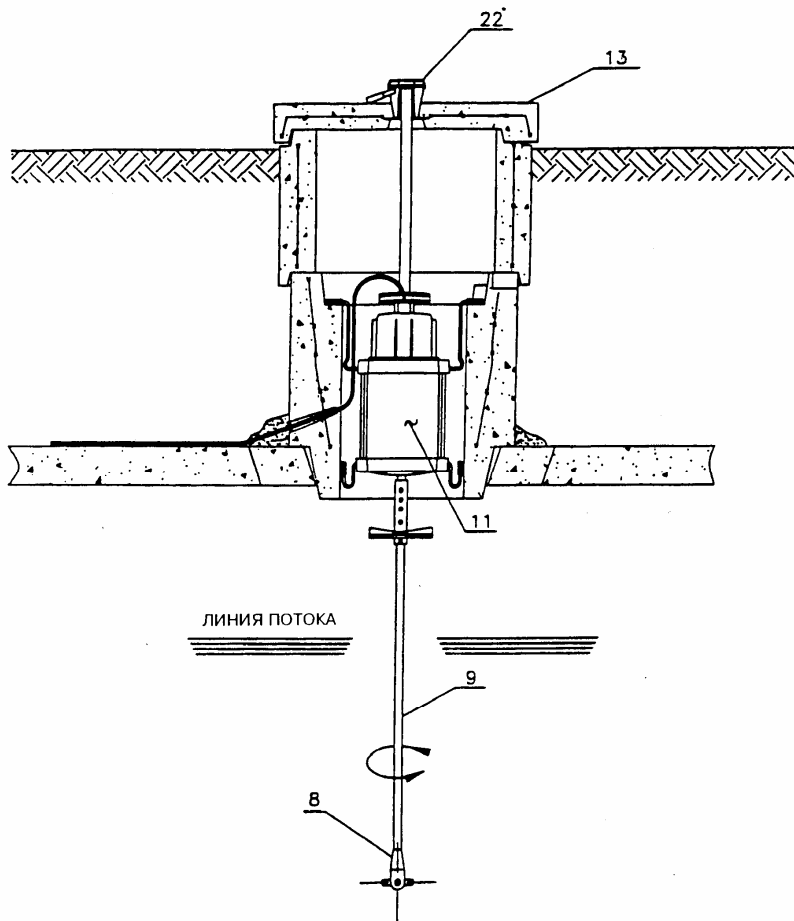
личество критических ситуаций, таких как условия больших перегрузок (т.е. при поломке оборудования в других частях установки для очистки сточных вод).



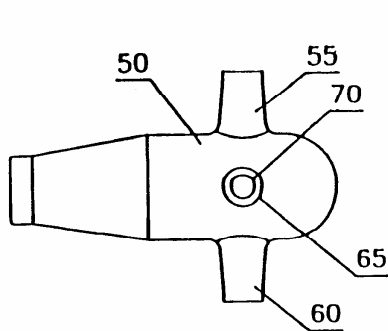
Фиг. 1



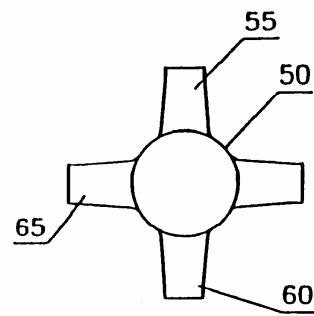
Фиг. 2



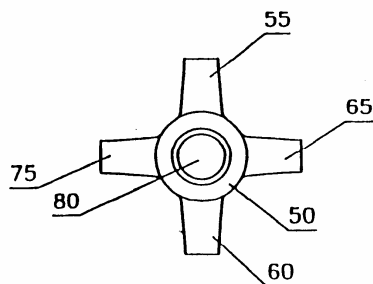
Фиг. 3



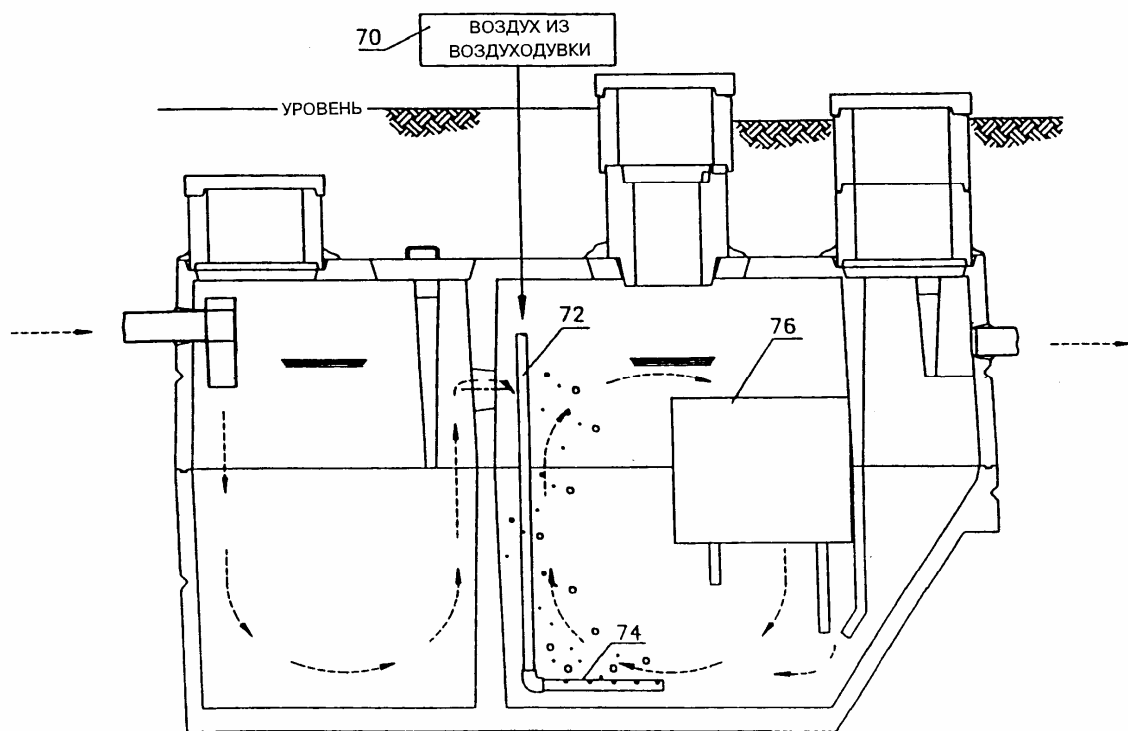
Фиг. 4



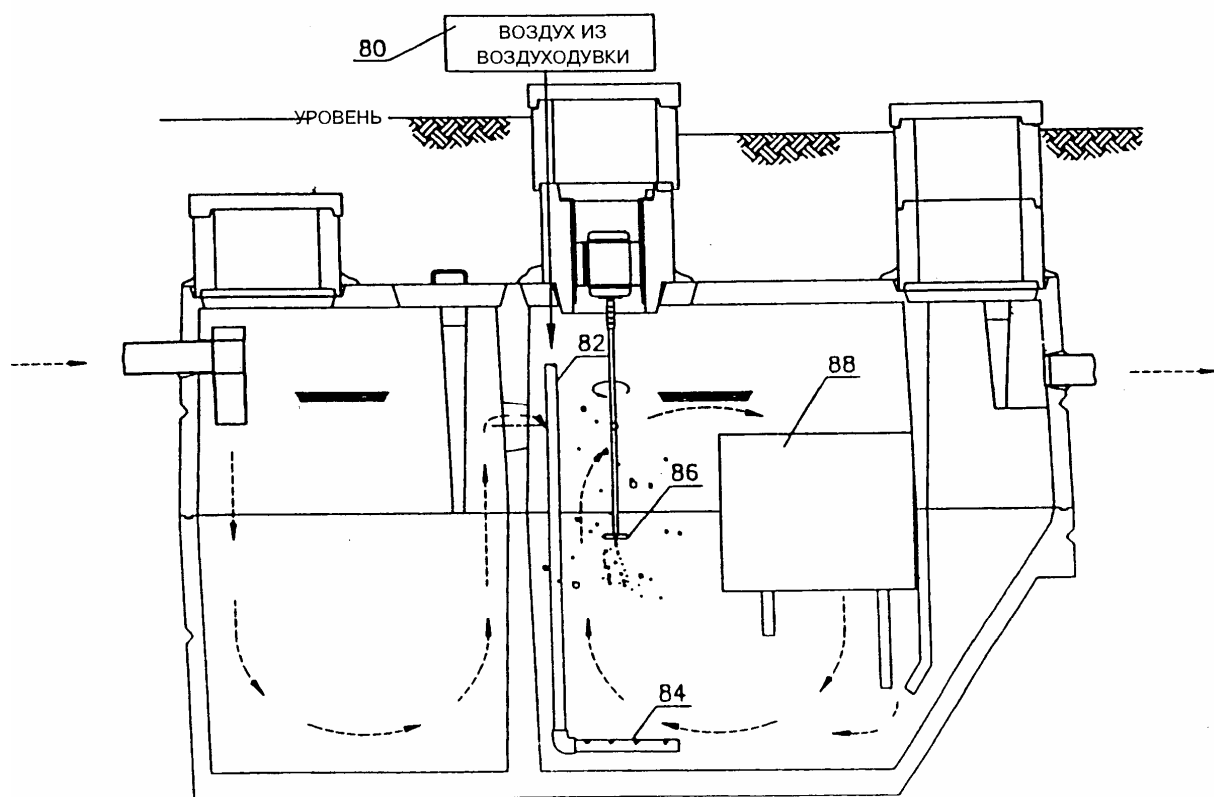
Фиг. 5



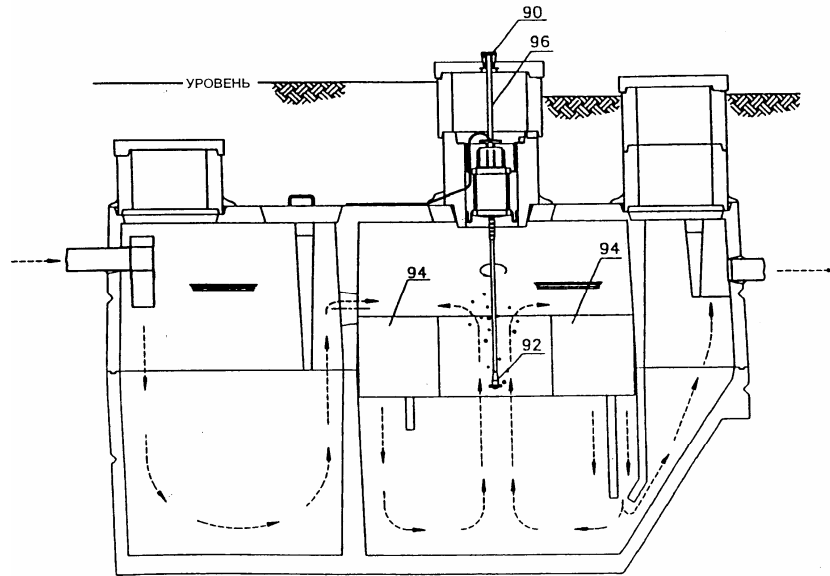
Фиг. 6



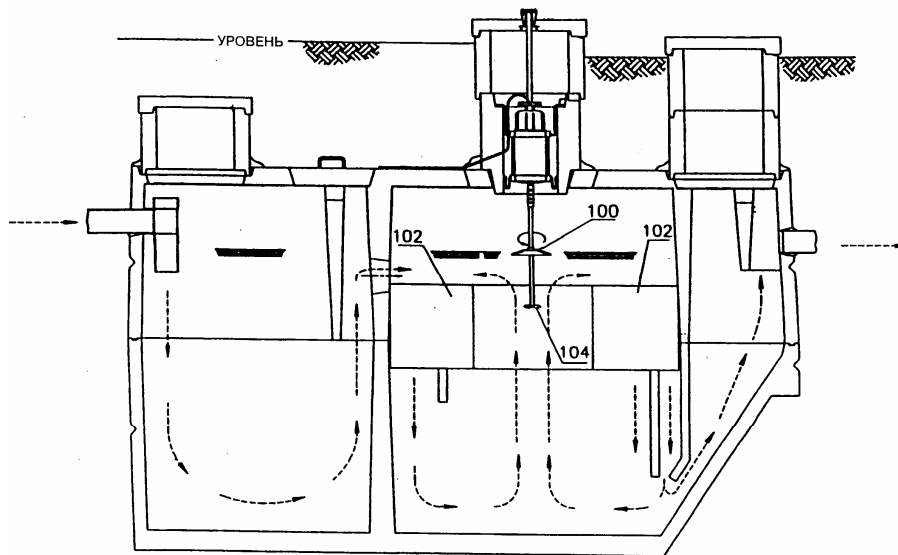
Фиг. 7



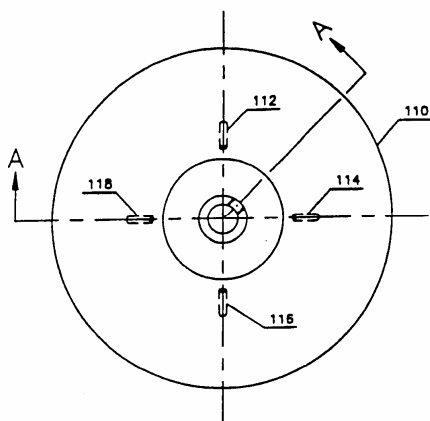
Фиг. 8



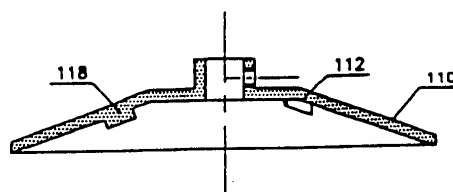
Фиг. 9



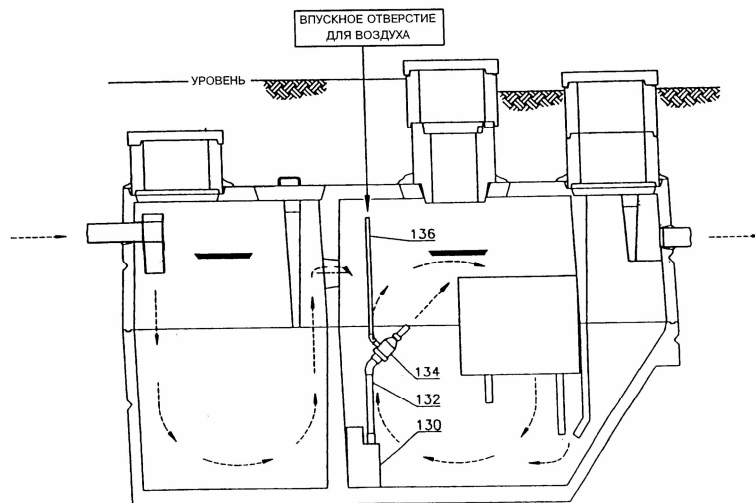
Фиг. 10



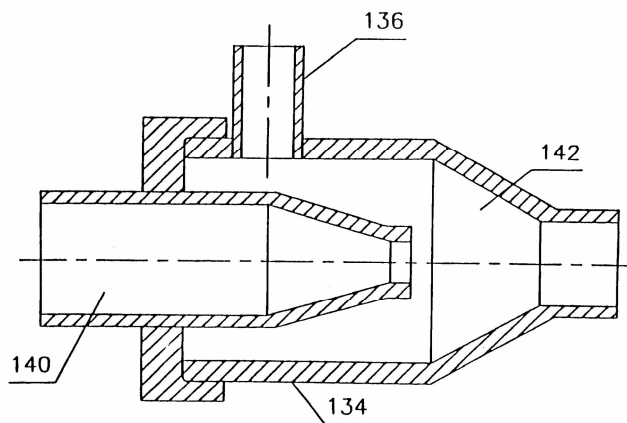
Фиг. 11



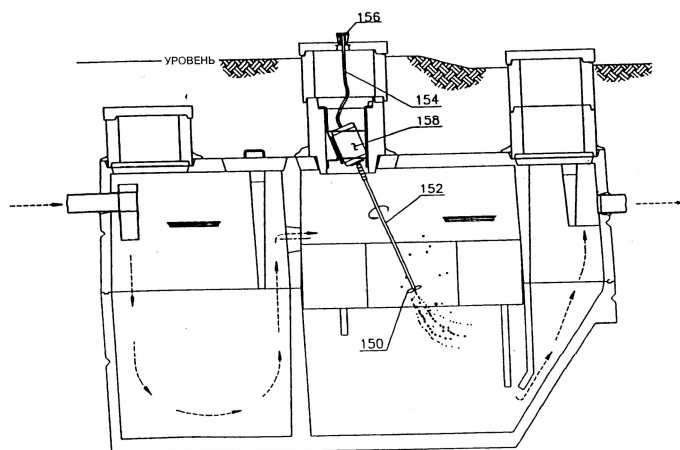
Фиг. 12



Фиг. 13



Фиг. 14



Фиг. 15

Тираж 50 экз.

Відкрите акціонерне товариство «Патент»
Україна, 88000, м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101
(03122) 3 – 72 – 89 (03122) 2 – 57 – 03

