

РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ

(19) BG

(11) 62692 B1
6(51) C 02 F 3/06



ОПИСАНИЕ КЪМ ПАТЕНТ

ЗА

ИЗОБРЕТЕНИЕ

ПАТЕНТНО ВЕДОМСТВО

(21) Регистров № 99823
(22) Заявено на 27.07.95
(24) Начало на действие
на патента от: 03.02.93

Приоритетни данни

(31) 11866 (32) 01.02.93 (33) US

(41) Публикувана заявка в
бюлетин № 3 на 29.03.96
(45) Отпечатано на 31.05.2000
(46) Публикувано в бюлетин № 5
на 31.05.2000
(56) Информационни източници:
GB 1498360; GB 1439745;
GB 1315129; EP 0301237;
GB 2151497; US 4844843;
US 4540528; DE 3900153;
FR 2551049; FR 2565579;
EP 0478408; DE 3619247
(62) Разделена заявка от рег. №

(73) Патентоприитежател(и):
JET, INC., CLEVELAND, OH (US)

(72) Изобретател(и):
David S. Maclaren, Gates Mills, OH
Nianfa Tang, Richmond Heights, OH (US)

(74) Представител по индустриална
собственост:
Правда Георгиева Бойкова, 1000 София,
ул. "Хан Аспарух" 26

(86) № и дата на PCT заявка:
PCT/US93/01026, 03.02.93

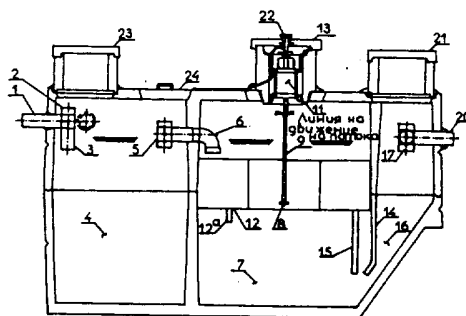
(87) № и дата на PCT публикация:
WO94/18129, 18.08.94

(54) МЕТОД И УСТРОЙСТВО ЗА ПРЕЧИСТ-
ВАНЕ НА ОТПАДЪЧНИ ВОДИ

(57) Изобретението се отнася до метод и устрой-
ство за отстраняване на органична материя, сус-
пендиращи твърди примеси и други замърсители.
Осъществява се комбинация от подводно или
повърхностно аериране и се намаляват размерите
на суспендираните твърди частици, като по този
начин се създава достатъчен поток на течността
в аериращата камера с биофилм. С тази комби-
нация ефективно се поглъщат органичната мате-
рия и замърсителите от биофилма, растящ върху
поддържащата конструкция за биофилм, която
е потопена в аериращата камера. Процесът на
асимиляция е по-ефективен от традиционните и
при него не се образува тинеста утайка. Пречисте-
ната отпадъчна вода има високо съдържание на
разтворен кислород, нисък биохимичен разход

на кислород и ниска концентрация на суспендира-
ни твърди примеси. Устройството се състои от
камера за предварително пречистване (4), аерира-
ща камера с биофилм (7) и утаяваща камера (16).
Биофилмът расте върху поддържаща конструкция
за биофилм (12), която е стационарна и потопена в
смесената течност на аериращата камера.

28 претенции, 15 фигури



BG 62692 B1

(54) МЕТОД И УСТРОЙСТВО ЗА ПРЕЧИСТВАНЕ НА ОТПАДЪЧНИ ВОДИ

Област на техниката

Настоящото изобретение се отнася предимно до пречистване на вода и отпадъчни води и по-точно до метод и устройство за пречистване на домакински, общински и биоразграждаеми индустриални отпадъчни води. По-специално, изобретението се отнася до пречистване на отпадъчни води при използване на биофилм, достатъчно аериране и смесване и средство за намаляване размера на суспендираните твърди частици в смесената течност.

Предшествуващо състояние на техниката

В края на шестдесетте и началото на седемдесетте години на нашия век в САЩ започва програма за широкомащабно подобряване на пречистването на комуналните отпадъчни води поради бързото намаляване на водните ресурси. Тази програма е проектирана да запази качеството на водата в реките и потоците и да предотврати по-нататъчно замърсяване на тези водни ресурси, така че те да могат да бъдат използвани от следващите поколения. Като част от тази програма Агенцията за защита на околната среда подпомага градските власти чрез осигуряване на милиарди долари помощ за подобряване на технологията на пречистване на градските комунални отпадъчни води. Тази помощ много подобрява състоянието на пречистването на отпадъчните води в САЩ до

такава степен, че много потоци и реки сега са в период на възраждане на живота в тях и около тях, тъй като качеството на водата в реките и потоците е подобро. Въпреки тези усилия, голям брой градски, общински и частни инсталации за обработка и пречистване на вода все още не отговарят на разрешените лимити от Агенцията за защита на околната среда, като изплащат милиони долари глоби всяка година. По-важен обаче е фактът, че продължава замърсяването с отпадъчни води. Например само в САЩ приблизително 15.876 милиона литра отпадъчни течности от септични резервоари се изпускат в почвата всяка минута. Това представлява значителен източник на замърсяване на подпочвените води и тяхното заразяване. Освен това този проблем съществува не само в САЩ, но има световни размери. В допълнение към това, традиционните методи за обработка на отпадъчни води водят до отделяне на значително количество утайки, за унищожаването на които трябва да се използват такива скъпи средства, като инсталации за преработване на утайките или изхвърлянето им в специално изкопани в земята сметища и т.н. Както се вижда от описанието по-долу, настоящето изобретение решава тези проблеми.

Макар че сега са в действие повече инсталации за пречистване на отпадъчни води в резултат на помощта от държавата, методите, по които се обработват комуналните отпадъчни води не са се променили съществено в продължение на повече от 70 години. Така че, макар и да има много варианти на основните използвани методи, в общи линии всички те са подобни.

Методът за обработка с активна утайка се прилага при повече от 80 % от всички инсталации за пречистване в областта на обработката и пречистването на домашни, общински и биоразграждаеми промишлени отпадъчни води.

Този метод включва използване на биологични агенти в свободно състояние в разтвора, които усвояват органичните вещества, разтворени или суспендирани в отпадъчната вода.

Методът с активна утайка има няколко недостатъка. Ефикасността на обработката варира в широк диапазон по време на протичането на какъвто и да било процес на пречистване, давайки резултати при замърсявания в широк диапазон. Освен това методът с активна утайка е чувствителен към температурата и не протича добре при по-ниски температури или по време на периоди на бързи температурни промени. В допълнение към това, в резултат на този метод се получава голям обем от твърд тинест остатък, изхвърлянето на който е значителен проблем. Като следствие от това се използват допълнителни терени за изхвърляне на тинята, като с това се увеличава въздействието върху околната среда при пречистване на отпадните води. Като алтернатива трябва да се използват скъпи съоръжения за усвояване на тинята, което утежнява неимоверно разходите за конструкциите на инсталациите за пречистване на отпадните води.

Методите с активна утайка са насочени към утаяване на възможно най-голямо количество от твърдите частици, докато отпадъчната вода се обработва с биологични агенти (бактерии), които усвояват органичната материя. "Набъбването на тинята", което е най-честият източник на лошо сепариране на твърдите частици и следователно на лошо пречистване на отпадъчните води, настъпва, когато биологичните твърди частици не се утаяват бързо или не се уплътняват добре (вж. Rittman, 1987, стр. 132). Смята се, че това се дължи на растежа на нишковидни микроорганизми, което увеличава съпротивлението към утаяване и предотвратява флокулацията. Така по-малките частици са пречка за бързото утаяване и флокулирането на по-малките частици в по-

големи е важно. Също така е важно времето, което е необходимо за утаяването, поради обема на отпадъчната вода. Добро утаяване означава, че е по-малка вероятността по-големи частици да бъдат пренесени в следващите етапи на обработката или в резервоарите.

Отпадъчната вода, която се пречиства в система по метода на обработка с активна утайка, има концентрация на органични и неорганични вещества, суспендирани в отпадъчната вода. Тя се нарича смесена течна суспензия от твърди частици (mixed liquor suspended solids или "MLSS"). Суспендираните частици и разтворените органични вещества от отпадъчната вода са смесени заедно в смесената течна суспензия от твърди частици - MLSS. Количеството кислород, необходимо на аеробните бактерии, за да преработят напълно органичните вещества в отпадъчната вода, се нарича биохимично потребление на кислород (БПК). Качеството на отпадъчната вода, която се отделя след пречистването, се измерва частично по количеството на суспендирани твърди частици, които са налични в разтвора, обикновено в милиграми на литър и по нивото на биохимичното потребление на кислород на обработената отпадъчна вода. Агенцията за защита на околната среда има стандарти за биохимичното потребление на кислород и за количеството на суспендирани твърди частици, изпускани от инсталациите за пречистване на отпадъчни води.

С оглед да се премахне и намали количеството на суспендирани твърди частици и биохимичното потребление на кислород беше разработен метод, който използва биологична обработка. Този метод, известен под различни названия - като неподвижен растеж, фиксиран биофилм, метод на контактно окисляване, се използва от много години за пречистване на отпадъчни води (за преглед виж Rittman, 1987). Под биофилм се разбира слой

биологично активни организми или агенти, които растат върху някакаъв вид поддържаща среда и които преработват и разлагат по друг начин органичните вещества, суспендирани или разтворени в отпадъчната вода. Тези биологични агенти растат до степен, при която те образуват слой или "биофилм" върху поддържащи материали, които на свой ред осигуряват по-голяма повърхност, върху която тези биологични агенти могат да растат и действат. Биофилмът е спонтанно "инокулиран" от микроорганизмите, които присъстват в третирания поток и във въздуха и при традиционния метод, използващ биофилм, нараства за период от няколко седмици по време на първоначалното задействане на системата.

Методът с биофилм се използва по различни начини. Методът е бил използван в прецеждащи филтри, при които биологичните агенти покриват малки камъчета и отпадъчната вода се стича на тънка струйка през камъчетата; въртящи се биологични контактори, при които биологичните агенти покриват движеща се механична поддържаща структура; филтриращ чорап в резервоар за аериране, в който биологичните агенти растат във филтриращия материал и в плуващи топки в резервоар за аериране, които също така имат покрития от биологични агенти.

Тези методи имат голям брой недостатъци. Например филтриращият чорап често се задръства и възникват проблеми с подмяната му, което прави тази технология доста непрактична и скъпа. Плуващите топки, покрити с биофилм, имат недостатъка, че биофилмът върху повърхността на топките не може да бъде поддържан с изискваната дебелина, за да благоприятства оптималното преработване на органичните вещества и суспендираните твърди частици. Освен това, значителни количества тинести утайки продължават да бъдат произвеждани и трябва да бъдат

отстранявани и изхвърляни с помощта на други скъпи средства, като резервоари за преработка на утайките, обезводняващ процес и изхвърляне в специално изкопани за това ями за зариване в земята.

В резултат на тези проблеми беше развита нова технология на биологично контактено окисляване. Този метод използва пластмасови тръби, които са поставени в резервоар за аериране и се отглежда биофилм върху вътрешната и външната страна на тръбната среда. (Забележка: биофилмът се отглежда от микроорганизми, които присъстват в третирания поток и във въздуха). Следователно, този метод е комбинация на методите с активна утайка и метода, използващ биофилм. Когато БПК концентрацията е висока, се изисква по-голяма повърхност, върху която да може да нараства **биофилмът**. Това изисква по-малък диаметър на тръбите. Обаче, задръстването на тръбите се увеличава с намаляване на техния диаметър, което създава значителен проблем. По този начин съществува практически лимит по отношение на големината на наличната повърхност, която може да се използва за отглеждане на биофилм. Задръстването на тръбите се увеличава още, когато се използва сгъстен въздух или повърхностно аериране като източник на аерирането. Увеличаването на растежа на биофилм води до по-бързо задръстване на тръбите.

Когато се получи задръстване на тръбите, ефикасността на системата се намалява и инсталацията за пречистване на отпадъчни води трябва да се затвори за почистване. След като се почисти и системата се пусне в действие, се получава време на закъснение, през което не се осъществява ефективно пречистване на отпадъчните води, дължащо се на бавното формиране на биофилма. Новото стартиране с пълен капацитет на системата за пречистване на отпадъчни води може да отнеме три седмици.

Технологиите за биологично контактено окисляване използват бавен кръгов поток и процес на внимателно смесване. Бавното циркулиране и внимателното смесване се използват по няколко причини. Първо, счита се, че бавната циркулация в резултат на внимателно смесване води до по-голямо биологично разпадане. Второ, няколко типа нишковидни микроорганизми, които допринасят за набъбване на тинята, имат висок афинитет към разтворен кислород. Трето, бавната циркулация в камерата за пречистване или отделението за пречистване не благоприятства за разрушаване на твърдите частици. Това улеснява утаяването на големи частици, с което те се отстраняват от течността и се намалява концентрацията на суспендираните твърди частици в обработваната течност.

Така че, обикновено се счита, че при традиционните методи, описани по-горе, не е желателно образуването на смесена течна суспензия от твърди частици. Виж Rittman (1987). Макар че използването на поддържаща структура за биофилм увеличава повърхността и следователно количеството биологични агенти, способни да усвояват органични вещества, доктрината в областта определя, че за голямото мнозинство методи за пречистване се изисква бавен поток на течността и по-големи размери на органичните твърди частици, като и двете причиняват задръстване на използваната поддържащата структура за биофилма и получаване на значително количество тинеста утайка, която трябва да се отстранява посредством скъпи средства.

Допълнителен проблем при използваните досега методи за пречистване е този, че разтвореният кислород обикновено е в твърде ниска степен на концентрация в обработваната течност, която се изпуска в природата или отива за третично пречистване. Най-общо, всяко аериране на отпадъчната вода не води до

концентрации на разтворения кислород в тази пречистена отпадъчна вода, които да са достатъчно високи, за да удовлетворят изискванията на Агенцията за защита на околната среда. Разтвореният кислород е необходим не само за поддържането на много форми на воден живот, но също така за други форми на следваща обработка (пречистване). Това означава, че или трябва да се използва процес на повторно аериране, като така се удължава времето и се увеличават разходите за процеса на пречистване, или пък частично пречистената и обработена вода се излива в реките и потоците, с последващ неблагоприятен ефект върху живота в тази водна среда, освен ако не се използва скъпо третично пречистване и обработване. На повечето места позволенията за изхвърляне на замърсяващи течности, които са издадени от Агенцията за защита на околната среда, изискват определени нива на разтворен кислород, каквито не са постигнати понастоящем при използване на по-голямата част от съществуващата технология.

Както е изложено по-горе, клетъчната маса, която се задържа непосредствено или се потопява периодично на намокрена среда, на която е закрепена към различни твърди повърхности, се нарича "биофилм" (Rittman, 1987). От много години се правят усилия да се засили **растежът на биофилма**, което е обект на различни разработки.

В патенти No. GB 1498360 на Norton Co. и GB 1439745 на Hydronyl Limited са описват различни среди, от които могат да бъдат конструирани биологични филтри. Тези елементи осигуряват голяма повърхност за растежа на биофилм. Друг подход към увеличаване на повърхността за нарастване на биофилма е описан в патент No. GB 1315129 на Shell International Research Maatschappij BV, при който ивици от синтетичен органичен

полимер осигуряват увеличена повърхност за нарастване на биофилм. Друга такава разработка, описана в европейски патент No. EP 301237, представлява пакетен материал за цилиндричен филтър, който осигурява голяма повърхност за нарастване на биомаса.

Друг подход насочва вниманието към изменение на физическия контакт на отпадъчната вода и биофилма. Например в патент No. GB 2151497 на Klargestor Enviromental Engineering Limited е описан въртящ се биологичен контактор, който представлява поредица от цилиндрични елементи, върху чиято повърхност нараства биомаса и които извършват контакт на биомасата с отпадъчната вода чрез ротация. Подобен тип въртящ се биологичен контактор е описан в публикацията на международна патентна заявка PCT/GB 91/001177 на Severn Trent Water Limited. Различни други публикации се отнасят или до механични методи за придвижване на биомасата върху някаква форма, поддържаща конструкцията за биофилма и циркулиране на отпадъчната вода през биомасата. Тези документи наистина описват увеличаване количеството на биомасата, която може да влезе в контакт с обработваната течност, но признават и проблема за задръстване на биомасата. Допълнително, всички те водят до получаване на тинеста утайка под някаква форма, която трябва да бъде отстранена впоследствие и която малко или много излиза извън инсталацията в изпусканата течност, което води до по-голямо количество суспендирани твърди частици и биохимично потребление на кислород.

Схващането за необходимостта от постоянно потопяване на биофилма в отпадъчната вода също е предмет на усилено изследване от Wang и сътрудници (1991) и Iwai (1990). И двата документа разглеждат пречистването на отпадъчна вода,

използвайки потопен биофилм, и в случая на Wang описват още една форма на поддържаща конструкция за биофилм с цел увеличаване на повърхността, върху която може да нараства **биофилмът**. На пазара има също търговски инсталации с потопен биофилм (Scienco System, Inc.).

Тази инсталация е комбинация от потопен биофилм и преработка с активна утайка. Инсталацията на Scienco System е скъпа и трудна за поддържане. Но по-важен е фактът, че инсталацията на Scienco System произвежда значителни количества тинеста утайка, която се натрупва и трябва да бъде отстранена посредством посочените по-горе скъпи средства. Японските инсталации за пречистване на отпадъчни води функционират при стандарти, които са доста по-високи от тези, определени за **приемливи от** Агенцията за защита на околната среда в САЩ. Публикуваните резултати показват, че те не отговарят на тези стандарти. Освен това тези инсталации не са ефективни от гледна точка на разходите, нито са лесни за поддържане. В допълнение, възможността да се увеличи **капацитетът на** такива инсталации е непрактична.

Средствата за аериране при пречистване на отпадъчни води също така са обект на различни разработки. При повечето, ако не при всички методи, описани по-горе, се използва някаква форма на аериране, тъй като повечето микроорганизми изискват определено количество кислород. Тези средства за аериране обикновено използват сгъстен въздух, който се подава в някаква форма чрез потопен във водата отвор. Обаче са разработвани и други, механични приспособления за аериране на течности (виж патенти на САЩ No. 4,844,843 на Rajendren и No 4,540,528 на Haegeman). В областта на пречистване на отпадъчни води аерирането е разработвано от Banerji и сътрудници (1991), който описва използването на средство за разпределяне на въздух под

повърхността в конструкцията с потопен биофилм. Аериране в комбинация с поддържаща конструкция за биофилм е описано също в патент № DE 3900153-A и FR 2551049. Други комбинации на аериране и поддържаща конструкция за биофилм са описани също в патент № FR 2565579-A. По този начин модификацията на някаква форма за аериране с поддържаща конструкция за биофилм в присъствие на отпадъчна вода е обект на развитие. Все пак в тези публикации остава изискването за утаяване и отстраняване на тинеста утайка.

Друга област на развитие представлява потопено механично средство на придвижване на обработваната течност. Например в патент № EP 478408-A е описана система, в която потопена перка предизвиква циркулация на течността хоризонтално около конструкция, поддържаща биофилм. Патент № DE 3619247-A описва аериращи приспособления, които се движат, като по този начин осигуряват по-добро разпределение на аерирането в резервоар. В патент № DE 3715023-A се описва система за аериране, която образува поток в резервоар с течност за обработване. Тази разработка, обаче, не предвижда използването на потопен биофилм. В патент № DE 3718191-A се описва разбъркващ механизъм за течност, който не само разбърква течността, но също така я аерира. Все пак тези изобретения не се занимават с механизъм за изменение на размера на суспендираните твърди частици, които трябва да бъдат подложени на обработка и са насочени главно към аериране на съдържанието на резервоара.

В US № 4 818 404 се описва потопена биологична система за пречистване на отпадъчни води в резервоар за аериране, в който отпадъчната вода се подлага на биологично

смилане. Резервоарът за аериране се състои от цилиндрична куха вертикална камера и множество независими камери, заредени с пълнеж и разположени пръстеновидно около централната вертикална камера. Турбинна помпа, разположена на върха на централната камера, изтласква отпадъчната вода надолу в централната камера и от дъното нагоре в пръстеновидните камери. Не е описано или предложено устройство за аериране.

Макар че определени аспекти на метода за пречистване на отпадъчни води са били обект на различни технологични разработки, те са третирали елементи или етапи на метода изолирано, без реално да оценят или развият вътрешното взаимодействие на

тези елементи. Нещо повече - нито една от тези разработки не се занимава с модифициране на физическата структура на частиците в обработваната отпадъчна вода, както се прави съгласно настоящето изобретение и което води до важни подобрения на процеса за пречистване на отпадъчни води.

Настоящото изобретение елиминира всички тези недостатъци, като използва метод и технология, която е в противоречие с известната традиционна теория за пречистване на отпадъчни води и постига благоприятни резултати чрез метод за пречистване, който е значително по-ефикасен от съществуващата технология.

Техническа същност на изобретението

Настоящото изобретение е насочено към пречистване на отпадъчни води, използвайки стационарно потопен биофилм, заедно с механичен и биохимичен метод за разбиване на суспендираните твърди частици и органична материя на по-малки частици. Този процес става при аериране, което е достатъчно, за да осигури високо съдържание на разтворен кислород, така че бактериите могат бързо и напълно да разграждат органичната материя в отпадъчната вода.

Настоящото изобретение се основава на откритието, че пречистването на отпадъчна вода с биофилм може много да се подобри, като се използват условия на значително по-висока ефективност на пренасяне на кислорода, в сравнение със съществуващите досега методи с активна утайка или с инсталации с продухване и механично разбиване и намаляване на размера на суспендираните твърди частици. Така, настоящето изобретение осигурява ефективно аериране на отпадъчната вода в комбинация с по-ефективно усвояване на органичната материя, което позволява подобро пречистване, както и високо съдържание на

разтворен кислород в изпускания поток. Настоящото изобретение също така осигурява както биологично, така и механично намаляване на размера на суспендираните органични твърди примеси, което е в противовес на установените методи за пречистване на отпадъчна вода. Тази комбинация води до ниски нива на суспендирани твърди частици и биохимично потребление на кислород в изпускания поток и позволява значително цялостно намаляване на замърсяването на околната среда от общински, комунални, промишлени и частни системи за пречистване на отпадъчна вода.

Цел на настоящето изобретение е да осигури метод за пречистване на отпадъчна вода, който използва висока ефективност на пренасяне на кислород, намаляване на размера на суспендираните органични твърди частици и непрекъснато потопен биофилм. Методът съгласно настоящето изобретение за предпочитане включва етапите на: А) аериране на смесената течност; Б) намаляване размера на суспендираните твърди частици в смесената течност, което може да стане, преди отпадъчната вода да навлезе в камерата за аериране на биофилма или след като е навлязла в тази камера; В) създаване на флуиден поток в смесената течност и поддържаща биофилма конструкция; Г) отглеждане на биомаса върху стените на потопената поддържаща биофилма конструкция; Д) усвояване от биомасата на по-малките частици от органична материя и разтворените органични вещества, с обработване на третираната вода допълнително, съобразно нуждите.

Друга цел на настоящето изобретение е да осигури устройство за пречистване на отпадъчни води с биофилм и аериране. Това устройство се състои от: А) камера за предварителна обработка, където органичните и неорганични твърди частици се утаяват от разтвор и се разграждат физично и биохимично;

В) камера за аериране на биофилма, състояща се от аератор, средство за намаляване на размера на суспендираните органични твърди частици и стационарна поддържаща растежа на биофилма конструкция, която конструкция е потопена постоянно в смесената течност в камерата за аериране на биофилма и където протича усвояване на органична материя и силно намаляване на размера на суспендираните твърди частици, вследствие на комбинацията от активността на средствата за аериране и средствата за намаляване на размера на суспендираните твърди частици и усвояване на биофилма; и С) камера за утаяване, в която останалите твърди частици и биомаса се утаяват от разтвора и се връщат в камерата за аериране на биофилма, преди пречистената вода да бъде изпусната от инсталацията.

Като се има предвид ефикасността на пречистването, демонстрирана до сега, друг обект на настоящето изобретение е значително да се опрости етапът на предварителна обработка и да се елиминират камерите за утаяване на познатите методи, за предпочитане до единична камера за аериране на биофилма при пречистване на отпадъчните води.

Друг обект на настоящето изобретение е да се намали **размерът** на суспендираните органични частици. Това може да се постигне чрез използване най-малко на едно бързовъртящо се острие, потопено в смесената течност. При едно предпочитано изпълнение се използва бързовъртящ се аспираторен крайник, въртящите се рамена на който служат като остриета за намаляване на размера на частиците. При друго алтернативно изпълнение размерът на частиците се намалява чрез анаеробно усвояване на органичната материя, протичащо в камерата за предварителна обработка.

Друг обект на настоящето изобретение е да осигури достатъчно аериране на подлежащата на обработка отпадъчна вода. Това може да се постигне, като се използва подводен аспираторен накрайник, чиито кухи рамена се въртят бързо, създавайки разлика в налягането, която причинява всмукване на въздух по куха тръба и го изтласква радиално през отвори на накрайниците на аспиратора. Това може да бъде извършено също чрез нагнетяване на въздух или кислород през тръба, потопена в смесената течност, водещо до аериране, както и с други средства, описани по-долу.

Друг обект на изобретението е да осигури създаването на достатъчен флуиден поток чрез използване на комбинация от аериращи средства и при някои изпълнения чрез механично действие, което се използва за намаляване на размера на частиците.

Свързана с това цел на изобретението е да осигури поддържаща биофилм конструкция, която може да има напречно сечение във форма на квадрат, правоъгълник, кръг, овал, триъгълник, осмоъгълник, шестоъгълник или всякакъв друг вид решетъчна конструкция, която увеличава повърхността и може да се използва за нарастване на биофилма.

Допълнителна цел на изобретението е да позволи утаяване на суспендираните твърди частици и биомасата след обработката в камерата за аериране на биофилма. Друга цел на изобретението е да осигури връщане на тези утаени твърди частици и биомасата в камерата за аериране на биофилма за следваща обработка.

Обект на настоящето изобретение е също да осигури едновременно аериране и намаляване на размера на суспендираните твърди частици при използване на поне един аспиратор. Този аспиратор се състои от кух аспираторен накрайник, които кухи рамена се простират радиално спрямо централно кухо ядро.

Всяко кухо рамо има на края си отвор. Кухият аспираторен накрайник е прикрепен към куха тръба, която е изложена на въздуха, така че ниското налягане в накрайника на бързовъртящия се аспиратор причинява засмукване на въздух поради създаването на разлика в налягането. Въздухът преминава надолу по кухата тръба към аспираторния накрайник и се изтласква радиално от отворите на рамената на аспираторния накрайник. Този аспиратор осигурява едновременно намаляване на размера на суспендираните частици чрез механично въздействие, както и аериране на обработваната отпадъчна вода.

Друг обект на изобретението е да осигури благоприятни условия за растежа на микроорганизмите на биофилма. Тези микроорганизми могат да бъдат смес, обичайно използвана при известните методи за пречистване чрез биофилм, или те могат да бъдат нови смеси от микроорганизми, развитието на които изисква по-добро аериране и по-високи нива на разтворен кислород. Тези микроорганизми могат да бъдат също специално въведени от опаратора в камерата за аериране на биофилма.

Описание на приложените фигури

Фигура 1 е схематичен изглед на аерираща инсталация с биофилм, състояща се от камера за предварителна обработка, камера за аериране на биофилма и камера за утаяване;

Фигура 2 е изглед отгоре на няколко различни вертикални пластмасови конструкции за поддържане растежа на биофилм;

Фигура 3 е схематичен изглед на аериращо устройство съгласно изобретението;

Фигура 4 е страничен изглед на аериращ накрайник;

Фигура 5 е изглед отдолу на аериращ накрайник;

Фигура 6 е изглед отгоре (разрез) на аериращ накрайник;

Фигура 7 е страничен изглед на комбинация от нагнетателен вентилатор с биофилм, съгласно изобретението;

Фигура 8 е страничен изглед на комбинация от нагнетателен вентилатор, смесител и биофилм, съгласно изобретението;

Фигура 9 е страничен изглед на комбинация аератор с биофилм, съгласно изобретението;

Фигура 10 е страничен изглед на едно изпълнение на повърхностно аериращо устройство, съгласно изобретението;

Фигура 11 е изглед отгоре на повърхностно аериращо устройство;

Фигура 12 е страничен изглед на повърхностно аериращо устройство;

Фигура 13 е страничен изглед на комбинация от биофилм и тръба на Вентури, съгласно изобретението;

Фигура 14 е страничен изглед (разрез) на устройство с тръба на Вентури в комбинация с биофилм, съгласно изобретението;

Фигура 15 е страничен изглед на комбинация от тръбен аератор с биофилм, съгласно изобретението;

По-долу са дадени дефиниции на използвани термини:

Терминът "камера за аериране на биофилм" или негови граматични еквиваленти означава всякакъв вид камера, която може да се използва съгласно настоящето изобретение. Контейнерът може да бъде резервоар или съд и може да бъде отворен или затворен. Камерата може да бъде с различни размери в зависимост от скоростта на потока или от количеството на отпадъчната вода, която трябва да се обработва. Например, резервоарът, използван за пречистване на домашни води, е значително по-малък от този на общинска пречистваща инсталация. Формата или хоризонталното сечение на камерата могат да варират според нуждите. Камерата може да бъде направена от

различни материали, като бетон, поливинилхлорид, полиетилен, фибростъкло или други материали. Камерата може да бъде проектирана така, че механичните средства за намаляване **размера на** частиците са фиксирани към една или повече повърхности на камерата. Алтернативно, камерата за аериране на биофилма е проектирана да позволява въвеждането в нея на механични средства за намаляване на размера на суспендираните твърди частици. Освен това, камерата може да е проектирана така, че да се елиминира нуждата от механично средство за разбъркване. Например, резервоарът може да бъде проектиран с направляващи вътрешни прегради или набраздявания и дюзи за аериране, така че смесената течност да е подложена на разбъркване, достатъчно да намали **размерът на суспендираните** твърди частици и да доведе до циркулация на смесената течност.

Под термина "биофилм" или "биомаса" или техни граматични еквиваленти се разбират микроорганизмите, които покриват поддържащата конструкция. Биофилмът е слой от микроорганизми, които разграждат органичната материя в смесената течност в камерата за аериране на биофилма.

Под термина "поддържаща биофилма конструкция" или граматичните му еквиваленти се разбира всякакъв материал, който може да поддържа развитието на микроорганизмите за процеса на обработка. Има се предвид, че съгласно изобретението могат да се използват множество от поддържащи твърди среди. Такива поддържащи конструкции могат да бъдат направени от пластмаса, стъкло, керамика, метали, гума, каучук, полимери, целулозни материали и други. По подобен начин се предвижда съгласно изобретението да може да се използва разнообразие от различни конфигурации на твърдата поддържаща конструкция. Примери за възможни конфигурации са дадени на Фигура 2, но те

са дадени само като възможности, а не като окончателен комплект от варианти. Конструкции, които действат като еквиваленти съгласно изобретението, се включват в дефиницията.

Терминът "намаляване размера на частиците" или неговите граматични еквиваленти означават, че се намалява размерът на суспендираните органични твърди частици, които влизат първоначално в инсталацията за пречистване на отпадъчни води съгласно настоящето изобретение, което може да стане или в камерата за предварителна обработка чрез анаеробно разграждане, или в камерата за аериране на биофилм чрез механически средства или чрез комбинация от тях. Основно е, че трябва да има визуално намаляване на размера на частиците след обработката с посочените средства.

Терминът "флуиден поток", "циркуляция на течността" или граматичните им еквиваленти означават такъв поток, който е достатъчно бърз, за да позволи добро пречистване на смесената течност и протичане през поддържащата биофилма конструкция. Има се предвид, че не е необходимо флуидният поток да бъде еднакъв в камерата за аериране на биофилм и че идеалният поток може да варира в зависимост от физичната конфигурация на биофилма. Например, ако инокулацията на биофилма се провежда с особено ефективни микроорганизми, флуидният поток може да бъде повече или по-малко интензивен, отколкото ако е извършена обикновена инокулация. Важното е флуидният поток да бъде такъв, че да не предизвиква увреждане на биофилма.

Терминът "потопена тръба за въздух" или граматичният му еквивалент означава тръба, по която може да се подава въздух или газообразен кислород към отпадъчната вода. Тръбата може да бъде в контакт с поточената повърхност на камерата за аериране на биофилма и може да има отвори, които да са разположени на

известни разстояния по продължение на тръбата или единствен отвор само на едно място. Алтернативно, тръбата може да бъде разположена извън камерата, но да има един или повече отвора в повърхността на камерата за аериране на биофилм.

Терминът "срязваща сила" се използва за описание на силата, която се прилага чрез движещите се рамена на аспираторния накрайник, други срязващи средства или други механични средства за аериране, които сили се прилагат към суспендираните твърди частици в смесената течност (отпадъчната вода), така че да се постигне механическо намаляване на размера на суспендираните твърди частици.

Настоящото изобретение се отнася до метод за пречистване на отпадъчна вода чрез използване на биофилм в съчетание с намаляване размера на суспендираните твърди частици и аериране на отпадъчната вода, която се обработва. По-специално настоящето изобретение осигурява намаляване на средния размер на частиците в смесената течна суспензия от твърди частици, биофилм и потопена стационарна поддържаща биофилма конструкция и аериране на смесената течност.

Описание на едно предпочитано изпълнение на изобретението е дадено с позоваване на фигурите.

На Фигура 1 е показан страничен изглед на аерираща инсталация с биофилм. Входящ поток, съдържащ замърсители от различен вид, се влива в камера 4 за предварителна обработка по входящ тръбопровод 1. Входящият поток може да бъде от различни източници като канализация на отделна къща или общинска канализация. Големите органични и неорганични твърди частици от входящия поток се утаяват и за известно време остават на дъното на камерата 4 за предварителна обработка, където върху тях се въздейства по физичен и биохимичен начин. На дъното на

камерата за предварителна обработка се натрупва слой от тинеста утайка под действието на анаеробните бактерии. Това въздействие води също до намаляване на размера на твърдите органични частици, които след това изтичат към камерата за аериране на биофилма. Течността, съдържаща суспендирани твърди частици (с намалена големина) и разтворена органична материя изтича от камерата за предварителна обработка през отвор за изходящ поток 5.

Избистрената течност след това се отвежда в камера 7 за аериране на биофилма от камера 4 за предварителна обработка. При едно предпочитано изпълнение камерата за аериране се състои от пластмасова поддържаща биофилма конструкция 12, покрита с биофилм (понакога наречен биомаса или биологичен агент) и потопено под повърхността на обработваната течност механично средство за аериране. Тази течност веднага се смесва със смесената течност, която вече е в процес на пречистване в камерата, с помощта на бързовъртящият се кух аспираторен накрайник 8, който е свързан с електрически двигател 11 (в случая със скорост 3450 оборота/минута), чрез куха тръба 9. На Фигура 1 са дадени още следните позиции: позиция 2 представлява горната част на "Т"-образен съединител, който е съединен с входяща тръба 1 и е отворен за навлизане на обикновен въздух в камерата 4 за предварителна обработка. Позиция 6 представлява коляно, позволяващо отпадъчните води да преминат от камера 4 за предварителна обработка в камерата за аериране на биофилм 7. Позиция 12А представлява поддържаща биофилма конструкция. Позиция 13 показва горната част на корпуса, в който е поместен електрическият двигател 11. Позиция 17 показва долната част на "Т"-образен съединител за източване на пречистените води. Долната част на "Т"-образния съединител е отворена, за да

позволи протичане на изходящия поток от камерата 16 за утаяване, през изходяща тръба 20. Позиция 21 представлява капак на отвора към камера 16 за утаяване, а позиция 23 е капак на отвора към камера 4 за предварителна обработка. Позиция 24 представлява втори капак на отвор към камера 4 за предварителна обработка, осигуряващ достъп до "Т"-образния съединител на тръбата за изходящия поток, между камера 4 за предварителна обработка и камера 7 за аериране на биофилма.

Поради въртенето на аспиратора се създава сила на челно съпротивление при отворите на накрайниците и също така се получава разлика в налягането там. В резултат на това се засмуква въздух в кухата тръба 9 за аериране през вентилационния отвор с капак 22, като въздухът преминава надолу към аспираторния накрайник 8, от който въздухът се впръсква в смесената течност във вид на малки мехурчета. Става бързо смесване на малките мехурчета с течността веднага след като те излязат от краищата на аспиратора 8. Посредством това високоскоростно механично въртене се постига голямо пренасяне на кислород и процес на впръскване на въздух.

Потопеният аспираторен накрайник 8 се върти със скорости, достатъчни да намалят средния размер на **суспендираните твърди** частици в смесената течност до голяма степен. Установено е, че скорости на въртене на рамото на аспираторния накрайник от 6 m/s (20 ft/sec.) и по-високи са ефикасни за извършване на намаляване на размерите на твърдите частици. Бързото движение, създадено от движението на аспираторния накрайник, заедно с размесващото движение на въздуха, впръскван в смесената течност води до циркулация на по-малките органични частици през плътмасовата поддържаща биофилма конструкция 12, върху която нараства биофилмът.

В камерата за аериране на биофилма се създава циркулация на смесената течност от въртеливото движение на аспираторния накрайник 8 и с помощта на въздуха, който се впръсква радиално в смесената течност от аспираторния накрайник, което предизвиква флуиден поток.

Важни за процеса са количеството и физичната конфигурация на поддържащата биофилма конструкция. Прекалено голяма конструкция за поддържане на биофилма с твърде тесен диаметър/отвор е податлива на лесно задръстване. Твърде малък обем на биофилм може да доведе до недостатъчно пречистване. Установено е, че обем на биофилма между 10 и 99 % спрямо общия обем на камерата за аериране на биофилма осигурява ефикасно пречистване на отпадъчната вода, в комбинация с други елементи на настоящето изобретение. Освен това е критичен диаметърът на отворите с биофилма, тъй като твърде малки отвори биха се задръстили лесно при нарастване на биофилма. **Установено е, че отвори с диаметър 1,27 cm (1/2") и по-големи са задоволителни за използване, съгласно изобретението.**

Смесената течност преминава през покритите с биофилм тръби, благодарение на флуидния поток, създаден от бързо-въртящия се аспиратор. Малките частици на смесената течна суспензия от твърди вещества и разтворените органични вещества лесно се адсорбират от повърхността на биофилма, който расте върху стените на тръбите. Микроорганизмите на биофилма се намират в богата на кислород и хранителни вещества околна среда и органичната материя и замърсителите се усвояват от биомасата. По този начин смесената течност се пречиства чрез усвояващото действие на биофилма.

Всички големи частици от органичен материал, които остават неусвоени от биофилма и всякакви стари парчета от биофилм,

които могат да се откъснат от вътрешността на тръбата с биофилм, падат в смесената течност и отново веднага размерът им се намалява от бързото движение на крайниците на аспиратора. Получените частици от биофилма и органичната материя отново циркулират през тръбите с биофилм, където продължава биологичното усвояване. Получените в резултат на този процес суспендирани твърди частици са много малко и затова той напълно се отличава от различните процеси на биологично усвояване, които се използват понастоящем.

Макар че по-голямата част от флуидния поток циркулира в камерата 7 за аериране на биофилм, с повишаване на обема на течността в камерата от прииждащия входящ поток, част от течността, която е била обработена изтича или попада през луфт между стената 14 и направляващата преграда 15 в камера за утаяване 16. Всякакви утаени твърди частици в камерата за утаяване 16, които могат да се състоят от малки късове от биофилма или суспендирани твърди частици, които не са достатъчно малки, се връщат в камера 7 за аериране на биофилма от силите на циркулация, създадени от циркулиращия поток в камерата за аериране на биофилма.

При едно изпълнение на изобретението тези сили на циркулация се създават при използване на конфигурацията на резервоара. Стените 14 и 15 от Фигура 1 са инсталирани успоредно. Стената 14 е изградена така, че по нея постоянно се предвижва флуиден поток с относително голяма скорост надолу по стената на камерата за аериране на биофилм, като увеличава течността обратно в камерата и по този начин увеличава и утаените твърди частици от камера 16 за утаяване обратно в камера 7 за аериране на биофилма за следваща обработка. Макар че конкретната конфигурация на стените може да варира, може да се използва

всякаква конфигурация, която позволява връщането на течност и утаени твърди частици в камерата за аериране на биофилма, с цел намаляване на размера на частиците и усвояването им.

Горният слой в камерата 16 за утаяване се събира и изтича през тръба 20 за изходящия поток.

На Фигура 2 е показан изглед отгоре на изпълнения на поддържаща конструкция. Конкретната конфигурация на биофилма може да варира в широки граници и все пак да бъде ефективна съгласно изобретението. Главно изискване за конструкцията е да осигурява увеличена повърхност в камерата за аериране на биофилма, върху която биологичните агенти или биомасата да нараства и по този начин да усвоява суспендираните органични частици. Диаметърът на отвора с биофилма трябва също да бъде достатъчно голям за нормалния жизнен цикъл на биофилма (т.е. нарастване, отлющване), така че тръбите на поддържащата биофилма конструкция да не се задръстват с растежа на биофилма и неговото отлющване от стените на тръбите, след което той пада на дъното на камерата за следващо намаляване на растежа на частиците. Диаметър от 1,27 cm (1/2") и по-голям е задоволителен за използване съгласно изобретението.

На Фигура 3 е показан аератор. Той се състои от електрически двигател 11, който осигурява въртене със скорост 3450 оборота/минута. Освен това той има капак на вентилационния отвор, с помощта на който се всмуква въздух отвън в кухата тръба 9 за аериране. Устройството съгласно настоящето изобретение има сепаратор 8 с четири рамена, всяко от които има отвор на крайника на всяко рамо. Възможни са също други конфигурации на крайниците на аспиратора. Също така различни други форми на крайника могат да намерят приложение съгласно изобретението. Установено е, че скорост на въртене на крайника на

аспиратора над 6 m/s е подходяща за намаляване на размерите на частиците.

На Фигура 4 е даден страничен изглед на аспиратор. Аспираторният накрайник 50 е кух с рамена 55, 60, 65, които се издават извън кухото ядро на аспиратора. От своя страна всяко рамо на аспиратора е кухо и има малък отвор 70, през който излиза въздух.

Фигура 5 е изглед отдолу на аспиратора, който показва рамената 55, 60, 65, през които излиза въздух.

Фигура 6 е изглед отгоре (разрез) на аспиратора 50. Показани са рамената 55, 60 и 65 на накрайника на аспиратора. Валът, водещ към аспиратора, е кух с отвор 80, през който се всмуква въздух по време на въртенето на аспираторния накрайник с висока скорост.

На Фигура 7 е показано изпълнение на настоящето изобретение с комбинация от биофилм и нагнетателен вентилатор. Чрез нагнетателен вентилатор 70 се вдухва въздух в тръба 72 и в по-ниско разположен разпръсквател 74, който има отвори за изпускане на въздуха в камерата за аериране на биофилма. Този дифузор (разпръсквател) се състои от поне една тръба с отвори за изпускане на въздух и обикновено представлява мрежа от такива тръби. Такива конструкции са известни като тръбни дифузори. Нагнетеният въздух във вид на мехурчета барботира нагоре към повърхността, създавайки кръгова струя в камерата за аериране на биофилма (обозначена с последователност от пунктири и стрелки). Подложената на пречистване отпадъчна вода след това циркулира през поддържащата биофилма конструкция 76, където се обработва, както беше описано по-горе, с биофилма, растящ върху поддържащата конструкция. Трябва да се отбележи, че разположението на тръбата на нагнетателния вентилатор може

да се измества в резервоара така, че да се създава подходящ поток от подложената на пречистване вода през поддържащата биофилма конструкция.

На Фигура 8 е даден страничен изглед на инсталация с биофилм, смесител и нагнетателен вентилатор. При това изпълнение на изобретението въздух от нагнетателен вентилатор 80 се вкарва с тръба 82 и през отвори на тръбния дифузор 84. Това създава насочен нагоре поток от мехурчета, който индуцира общо кръгово движение на подложената на пречистване отпадъчна вода в камерата за аериране на биофилма. При това изпълнение се използва също смесител 86, за **по-нататъшно** намаляване размера на частиците, чрез физично въздействие на бързовъртящия се смесител. Този смесител може да бъде смесително средство с остриета, смесително средство с перки или друго бързо движещо се смесително и разбъркващо средство. Отпадъчната вода, подложена на пречистване, след това протича през поддържащата биофилма конструкция 88, където върху нея се въздейства с биофилма, който нараства върху конструкцията. Флуидният поток в камерата за аериране на биофилма е обозначен на тази фигура с последователност от стрелки и точков пунктир. По този начин се създава в камерата постоянна циркулация на обогатената с въздух смесена отпадъчна вода, която постоянно циркулира през биофилма.

На Фигура 9 е показано изпълнение съгласно изобретението с биофилм и аератор. При това изпълнение (описано по-горе на Фигура 1) в подложената на пречистване отпадъчна вода е поставен въртящ се аспиратор 92. Въртящият се аспиратор създава разлика в налягането, която води до всмукване на въздух в тръба 96, която е отворена за обкръжаващия въздух с отвор 90. Въздухът се всмуква до аспираторния накрайник, откъдето се изпуска, при

което получените мехурчета създават поток през биофилма в камерата за аериране, обозначен чрез последователност от стрелки и точков пунктир. Подложената на пречистване отпадъчна вода след това протича през поддържащата биофилма конструкция 94, където тя оказва въздействие върху растежа на биофилма. При това изпълнение въртящият се аератор може да бъде острие или еквивалентно механично аериращо средство. Това действие води както до аериране, така и до намаляване на размера на частиците.

На Фигура 10 е показано изпълнение на настоящото изобретение с повърхностен аератор. Бързовъртящ се аератор 100 и перка 104 в камерата за аериране на биофилма повдига отпадъчната вода, като я аерира и намалява размера на органичните частици в отпадъчната вода чрез механичното въздействие на повърхностния аератор. Действието на повърхностния аератор създава циркулация на течността в камерата, така че подложената на пречистване отпадъчна вода протича през поддържащата биофилма конструкция 102, където тя е подложена на въздействието на биофилма. При това изпълнение повърхностният аератор може да бъде на или малко под равнището на водата в горната част на камерата за аериране на биофилма. Отново последователност от стрелки и точков пунктир показват начина на циркулация на флуидния поток в камерата.

На Фигура 11 е показан изглед отгоре на повърхностния аератор. Той се състои от диск 110 с остриета, които са прорязани в диска и извити надолу, за да влязат в контакт с отпадъчната вода. Тези остриета 112, 114, 116, 118 могат да бъдат оформени от диска или да бъдат отделни елементи, прикрепени към долната повърхност на диска. При въртене на аератора остриетата удрят по отпадъчната вода, като намаляват размера на

частиците и разбъркват и смесват отпадъчната вода, така че тя да се разпространи в цялата камера за аериране на биофилма и аерират отпадъчната вода.

На Фигура 12 е даден страничен изглед на повърхностния аератор. Диск 110 на повърхностния аератор е показан в профил, заедно с две от четирите остриета, в настоящото изпълнение 114 и 118.

На Фигура 13 е показан страничен изглед на изпълнение съгласно изобретението с биофилм и тръба на Вентури. Това изпълнение се състои от помпа 130, която засмуква отпадъчна вода, която след това се изпомпва нагоре по тръба 132 към корпуса на тръба на Вентури 134. Относително високата скорост на отпадъчната вода в корпуса на тръбата на Вентури 134 създава условия на ниско налягане. Корпусът на тръбата на Вентури от своя страна е прикрепен към тръба 136 за вкарване на въздух, която е в контакт с обкръжаващия въздух. Поради ниското налягане в корпуса на тръбата на Вентури 134 се всмуква въздух по тръба 136, който се изпуска от тръбата на Вентури заедно с изпомпваната отпадъчна вода. По този начин става както смесване и разбъркване, така и аериране на отпадъчната вода, което се осъществява едновременно в корпуса на тръбата на Вентури 134, преди отпадъчната вода да напусне корпуса. При това се оформя флуиден поток, както е обозначено със последователност от стрелки и точков пунктир на фигура 13. По този начин аерирана отпадъчна вода циркулира през поддържащата биофилма конструкция, където се пречиства. Всички други елементи на настоящето изобретение функционират по начина, както е описано по-горе.

На Фигура 14 е показан страничен изглед (разрез) на корпус на тръба на Вентури. Корпусът на тръбата на Вентури 134 се

състои от първа дюза 140, която приема отпадъчната вода, изпомпвана от помпа на Вентури (не е показана). Тази дюза придава висока скорост на изпомпваната отпадъчна вода при нейното вкарване във втора дюза 142. Тази висока скорост създава зона на ниско налягане, посредством което се всмуква въздух по тръба 136 и се изпуска през втората дюза 142, след като се смеси с отпадъчната вода, която се изпомпва от първата дюза 140.

На Фигура 15 е показан страничен изглед на изпълнение на настоящето изобретение с биофилм и тръбен аератор. Бързовъртяща се перка 150 се върти на дъното на куха тръба 152, която се задвижва от високоскоростен двигател 158. Кухата тръба е свързана с обкръжаващия въздух чрез тръба 154, завършваща с отвор 156 към обкръжаващия въздух. Комбинираното действие на перката 150 и въздуха осигурява аериране и циркулация в камерата за аериране на биофилма.

Примери за изпълнение на изобретението

Предпочитано изпълнение на изобретението се състои в смесване на отпадъчната вода и разреждането ѝ със "смесена течност", която представлява отпадъчна вода, която вече е обработвана по метода съгласно изобретението. Така настоящето изобретение може да се използва по непрекъснат начин. Този метод може да бъде особено подходящ за пречистване на комунални общински отпадъчни води или като етап от пречистването на вода за пиене.

При алтернативно изпълнение на настоящето изобретение, отпадъчната вода не се разрежда, нито смесва с предварително пречистена вода, така изобретението може да бъде използвано по прекъснат начин на партиди.

При предпочитано изпълнение на изобретението, поддържащата среда е пластмаса. Алтернативно, поддържащата среда може да бъде всякакъв материал, върху който може да расте биофилм. Има се предвид, че много поддържащи материали могат да се използват като еквивалентни съгласно изобретението. Такива поддържащи материали могат да бъдат стъкло, керамика, метали, гума, каучук, полимери, целулозни материали и други.

Също така различни конфигурации на системата могат да действат като еквивалентни съгласно изобретението. Например при предпочитано изпълнение на изобретението, механичният аератор е потопен в отпадъчната вода, подлежаща на пречистване. Когато се използва по този начин, механичният аератор служи да аерира смесената течност, както и да намалява размера на частиците.

При едно предпочитано изпълнение, механичният аератор се състои от електрически двигател за високи скорости, свързан чрез кух вал с аспираторен накрайник, монтиран на края на вала. Аспираторният накрайник и част от вала са потопени в смесената течност и се въртят с високи скорости, задвижвани от електрическият двигател. Това води до две различни функции. Първо, създава се разлика в налягането от въртенето на кухия аспираторен накрайник, който засмуква въздух от върха на кухия вал. Този въздух се всмуква надолу по кухия вал към накрайника на аспиратора, **откъдето** се впръсква в смесената течност. Мехурчетата, получени съгласно изобретението, могат да варират по размер, но все пак позволяват да се осъществи аериране съгласно изобретението - колкото по-малки са те, толкова по-добре става аерирането. Мехурчетата, които се образуват, се диспергират радиално в смесената течност, като въвеждат кислород в нея. Този кислород увеличава ефективността и активността на биофилма и

увеличава количеството на разтворен кислород в смесената течност. Аерираната смесена течност след това протича през пластмасовите тръби на поддържащата биофилма конструкция като бързо циркулиращ поток. Този циркулиращ поток се получава под двойното действие на въртящия се аспиратор и на барботиращите мехурчета въздух, които увеличават повдигащата ефективност на флуидния поток. Второ, бързовъртящите се рамена на аспиратора също така механично намаляват размера на органичните частици.

При алтернативно изпълнение аспираторът и кухият вал са конфигурирани така, че могат да бъдат вкарвани големи количества въздух в смесената течност. Например въздухът може да се подава чрез компресор по маркуч или тръба към аспиратора.

При алтернативно изпълнение, функциите по аериране и намаляването на размера на частиците могат да бъдат изпълнени при използване на отделни средства. Например, аериращото средство може да бъде вградено в повърхността или повърхностите на аериращата камера, а механично острие или остриета могат да служат като средство за намаляване на средния размер на суспендираните твърди частици в смесената течност.

Алтернативно, като аериращо средство могат да служат потопена тръба за подаване на въздух и дифузорна система. Тази тръба може да бъде фиксирана към подводната част на камерата за аериране на биофилма и да има поредица от отвори за въздух, единствен отвор за въздух или мрежа от тръбни дифузори. Тръбата може да бъде разположена външно спрямо камерата за аериране на биофилма, но да има отвор или отвори в подводната повърхност на камерата.

Алтернативно, самият резервоар може да бъде конструиран така, че насочен аериращ поток да предизвиква образуване на

достатъчен флуиден поток. Резервоарът например може да има вътрешни направляващи прегради. При друго алтернативно изпълнение, повърхностният аератор може да бъде разположен в горната част на аериращата камера с биофилм, малко под повърхността на смесената течност. Аерирането и намаляването на размера на частиците става по описания по-горе начин, този път в горната част на камерата за аериране на биофилма, вместо в долната част на тази камера. Такава конфигурация води също до подходящо намаляване на размерите на твърдите частици, до висока концентрация на разтворен кислород и създаване на флуиден поток.

При друго алтернативно изпълнение се използва извита под ъгъл куха тръба, в която има вал, завършващ с перка/острие, която бързо се върти. И тук се всмуква въздух надолу по кухата тръба, който се смесва с отпадъчната вода, подложена на пречистване, при което отпадъчната вода се аерира, създава се необходимият флуиден поток и смесване/намаляване на размера на твърдите частици, както беше описано по-горе.

При друго алтернативно изпълнение се използва помпа на Вентури в камерата за аериране на биофилма, която е прикрепена към външен източник на сгъстен въздух или е отворена към атмосферния въздух. От създаваната от помпата на Вентури разлика в налягането се всмуква въздух надолу по тръбата към помпата, където той се смесва с подложената на пречистване отпадъчна вода. Помпата и въздухът създават необходимия флуиден поток в камерата за аериране на биофилма, който предизвиква циркулиране на отпадъчната вода през поддържащата биофилма конструкция.

При предпочитано изпълнение на изобретението биофилмът се отглежда от микроорганизми, които присъстват в подложената на

пречистване отпадъчна вода и във въздуха. При алтернативни изпълнения в камерата за аериране на биофилм могат да се въведат специални видове микроорганизми, за да създадат биофилм с различен състав. Например във френски патент No. 2612915-A е описано биологично пречистване на отпадъчна течност, съдържаща диетаноламин, като се използва биокоеенозис на микроорганизмите *Pseudomonas* и *Bacillus*. (Rittman 1987, описва нарастването на различни класове микроорганизми в зависимост от концентрацията на разтворен кислород - вж. стр. 132). Така, при настоящето изобретение може да се използва голямо разнообразие от микроорганизми.

При друго алтернативно изпълнение на изобретението към смесената течност могат да бъдат добавени допълнителни съединения преди или по време на обработката. Такива съединения могат да бъдат хелатообразуващи реагенти; буфериращи средства в случаи на смесена течност със стойности на рН, които са несъвместими с биофилма; повърхностноактивни вещества, които въздействат върху размера на суспендираните твърди частици в смесената течност или оказват влияние върху преноса на кислород или на усвояването на частиците от биофилма; ензими, които да разграждат по ензимен път частиците или компоненти в отпадъчната вода; химически съединения в зависимост от нуждите на пречистването; и всякакви други съединения, които могат да бъдат полезни при пречистването на смесената течност или последващата обработка на пречистената вода.

При друго изпълнение към смесената течност се добавят хранителни вещества, като желязо и други съединения, с цел да се увеличи растежа и жизнеспособността на биофилма или да се измени неговият състав.

Настоящото изобретение има следните предимства в сравнение с традиционното пречистване на общински и комунални отпадъчни води:

1. Концентрацията на суспендирани твърди частици в смесената течност е много ниска. При нормални условия при традиционните методи с използване на потопен биофилм, концентрацията на суспендираните твърди частици в смесената течност е между 100 и 5000 mg/l. Това води до големи количества тинести утайки. При нормални работни условия средната концентрация на суспендирани твърди частици в смесената течност при инсталация, съгласно настоящето изобретение е по-ниска от 18 mg/l. Тази ниска концентрация на суспендирани твърди частици в смесената течност осигурява извънредно малко твърди примеси в камерата за утаяване. Натрупването на тинести утайки в камерата за аериране на биофилма и камерата за утаяване се предотвратява. Това е изключително важен аспект на настоящето изобретение, тъй като отстраняването и изхвърлянето на тинестата утайка е много скъпо, както от икономическа гледна точка, така и от гледна точка на опазване на околната среда. Освен това при инсталации, при които лимитът за суспендирани твърди частици в изпусканата вода е по-малък от 30 mg/l (т.е. стандарт клас 1 на NSF и "Стандарт за вторично пречистване и обработка" на Агенцията за защита на околната среда на САЩ за инсталации за пречистване на отпадъчни води), камерата за вторично утаяване може да отпадне изцяло, като по този начин се намаляват разходите за изграждане на инсталации.

2. Кратко инкубационно време за отглеждане на биофилма. При традиционните методи с биофилм трябва първо да бъде стартиран растежа на биофилма и обикновено достатъчно нарастване се наблюдава **приблизително** след три седмици. Това

време на закъснение е необходимо всеки път, когато инсталацията се спира за почистване на задръстените тръби. При настоящето изобретение нарастването на биофилма се наблюдава след три дни и продължава активно след това. Освен това, пречистването съгласно настоящето изобретение не е довело до задръстване от 19 юни 1992 година до момента и по този начин фактически е елиминирано времето на закъснение поради почистване. Това отново води до удължаване на времето, през което пречистваща инсталация, съгласно настоящето изобретение може да работи, а ако някога е необходимо да се извърши почистване, то инсталацията ще се върне към работа с пълен капацитет по-бързо, в сравнение с традиционните методи.

3. Задръстване на системата е елиминирано.

Допълнително предимство на настоящето изобретение е това, че чрез флуидния поток в комбинация с намаляване размера на твърдите частици се контролира дебелината на нарастване на биофилма, като се поддържа такава дебелина, която не причинява задръстване. Биофилмът расте по-плътнo, като по този начин има увеличена активност в дадени зони от повърхността без получаване на задръстване. При двете известни инсталации, които използват потопен биофилм, при които размерът на суспендираните твърди частици е по-голям, вертикалната пластмасова поддържаща конструкция се задръства редовно, поради по-дебелото, но по-рехаво покритие от биофилм. Щом се получи такава задръстване, всякаква обработка трябва да бъде спряна и инсталацията трябва да бъде почистена. Обаче, поради ниската концентрация на твърди частици в смесената течна суспензия, съгласно изобретението, на стегнатата структура на биофилма, на добрата циркулация на смесената течност и високата концентрация на разтворен кислород в смесената течност, камерата за

аериране на биофилма и поддържащата биофилма конструкция действат без задръствания. Следователно работата на инсталацията продължава редовно, по възможност с отпадане на необходимостта от почистване и по този начин се увеличава общият капацитет, ефективността по отношение на разходите, придружени от избягване на необходимостта от излишни и свръхголеми съоръжения, които са необходими през периода на престой на инсталацията за пречистване на води.

4. Устойчив отговор при шоково натоварване

Шоково натоварване става в момент на много голям входящ поток или висока концентрация на органична материя. В такива моменти системата е подложена на изпитание, поради много високата скорост на протичане на водата или високите концентрации на суспендирани твърди органични вещества. Поради ниската концентрация на смесената течна суспензия от твърди частици в камерата за аериране на биофилма и високата концентрация на биомаса и нейната активност, качеството на пречистената отпадъчна вода остава високо до отстраняване на голямото органично и обемно натоварване. Освен това чрез настоящето изобретение се отстранява необходимостта от време за възстановяване след подобно шоково натоварване. Това от своя страна води до постоянно високо качество на изходния поток, без периоди на неприемливо качество на изпусканата от инсталацията пречистена вода. За експеримент с шоково натоварване, при увеличаване на обема на входящия поток **със 100 %** над проектираното натоварване, качеството на изходящия поток всъщност е подобро при едно изпълнение на настоящето изобретение, като са получени стойности, значително по-ниски от най-строгите стандарти на Агенцията за защита на околната среда на САЩ. При 200 % **-но свръхнатоварване** също са получени

результати, под лимитите на Агенцията за защита на околната среда на САЩ за вторично пречистване, в размер на 30 mg/l суспендирани твърди частици и 30 mg/l биологично **потребление** на кислород (30 СТЧ/30 БПК).

5. Висока концентрация на разтворен кислород

Аспираторният крайник, който създава малки мехурчета и енергично и ефикасно смесва течността и намалява размера на твърдите частици, осигурява висока концентрация на разтворен кислород в смесената течност. По този начин камерата за аериране на биофилма функционира при относително ниска концентрация на твърди частици в смесената течна суспензия, благодарение на превъзходното и ефикасно биологично усвояване, изключително ниската концентрация на органична материя и много високата концентрация на разтворен кислород. Биомасата, разположена върху стените на поддържащата конструкция (при това и върху статичните повърхности в целия резервоар), се отглежда бързо при тази благоприятна околна среда и усвоява органичната материя и твърди примеси с изключително висока ефективност в камерата за аериране на биофилма. Това свойство за допълнителен растеж на биофилма е още един уникален аспект на настоящето изобретение. За период от 217 дни, през които непрекъснато е отчитана концентрацията на разтворен кислород в камерата за аериране на биофилма, тя е 7.7 mg/l. Поради екологични изисквания Агенцията за защита на околната среда на САЩ изисква концентрация на разтворен кислород от 6 mg/l или повече, при изпускане на пречистената вода. Тогава, когато разтвореният кислород няма достатъчно висока концентрация, пречиствателната станция трябва да обогати с кислород изпусканата течност в допълнителен етап. Съгласно настоящето изобретение се избягва необходимостта от такъв етап на

вторично аериране за повишаване на нивото на разтворения кислород в изпускните от инсталацията води. Така, при настоящето изобретение се елиминира скъпото повторно аериране преди изпускането на пречистената вода.

6. Постоянство в качеството на изпускните пречистени води

Биофилмът, който е закрепен върху стените на тръбите, има благоприятна структура и не става толкова дебел, за да задръсти тръбите. Тази дебелина се контролира от комбинацията на флуиден поток през поддържаща биофилма конструкция, малък размер на частиците от органична материя и подходящо аериране за отглеждане на биофилма. Обаче, щом част от стар биофилм се откъсне от стената на поддържащата биофилма конструкция, тя веднага се повлича от потока на течността и се намаляват размерите ѝ от механичното въздействие на аспираторния накрайник, като се раздробява на малки частици, които отново попадат върху биофилма. Този материал след това се усвоява от новата генерация биофилм. По този начин качеството на изходящия поток пречистена отпадъчна вода не се влошава от частици на остаряла биомаса, както това става при по-малко ефективни системи.

7. Елиминирание на тинестата утайка

При традиционни пречиствателни системи, използващи метода на обработка с активна утайка, трябва да бъде отстраняван периодично голям обем тинеста утайка от различни пречиствателни резервоари и трябва да се използват отделни големи и скъпи разграждащи приспособления. Освен това трябва да бъде следена постоянно концентрацията на смесената течна суспензия от твърди частици и да бъдат извършвани изменения за приспособяване към процеса на пречистване. Ако не се прави такъв контрол, в резултат може да се получи непостоянно качество на изходящия поток от пречистена отпадъчна вода. Това води до получаване на

голям обем тинеста утайка при процеса. Този голям обем тинеста утайка на свой ред трябва да бъде обработван в резервоари за разграждане на тинестата утайка или в резервоари за отлагане на тинестата утайка.

При настоящето изобретение не се изисква и не е необходимо ежедневно отстраняване на тинестата утайка. Биомасата е фиксирана върху повърхността на поддържащата конструкция. Поради ниската концентрация на смесената течна суспензия от твърди частици в камерата за аериране на биофилма не се получава количество от тинестата утайка при настоящето изобретение. Този резултат е много различен от резултатите от традиционните методи и е отличителна черта на настоящето изобретение. Така се отстранява необходимостта от използване на земни площи за отлагане на утайките, както и разходите за скъпи разграждащи тинята приспособления.

8. Лесно опериране и поддържане

Едно изпълнение на настоящето изобретение се състои от високоскоростен електрически двигател и аспиратор като единствена движеща се част. Работи при много прости условия без рутинно отстраняване на тинести утайки или събиране на тинести утайки, без приспособяване на въздушния поток или вторични утаителни резервоари с приспособления за обирание на повърхността. Всъщност, като се имат предвид експерименталните резултати до момента, не е необходима камера за утаяване след камерата за аериране на биофилм и следователно системата за връщане на тинести утайки също може да бъде елиминирана. По този начин инсталацията е много лесна за опериране, в сравнение с инсталации с подобен капацитет, което е друга отличителна черта на настоящето изобретение. Едно алтерна-

тивно изпълнение дори не изисква наличие на аспиратор, което прави оперирането още по-просто.

9. Кратко време на задържане

Благодарение на структурата на биофилма, увеличената концентрация на разтворен кислород и голямата активност на биофилма, времето на задържане на флуида е много намалено, като по този начин се увеличава общият капацитет на инсталацията. Тъй като настоящето изобретение е така ефективно, времето необходимо за пречистването или времето, през което потокът от отпадъчна вода се задържа в камерата за аериране на биофилма, е много намалено. По-краткият престой води до по-голям капацитет на пречистване в сравнение с всяка друга пречиствателна инсталация, което е много важно предимство. Този фактор се потвърждава от резултати от изследванията, когато инсталацията беше подложена на 50 %-но и 100 %-но свръхнатоварване за продължителен период от време. Това свръхнатоварване продължи месец и половина, докато обикновено периодът на свръхнатоварване е само няколко часа. До момента инсталацията продължава да изпуска пречистена вода с високо качество, независимо от това голямо свръхнатоварване.

Този фактор има пряко отношение към способността на инсталацията да понася шоково натоварване, която беше разглеждана по-горе. Късото време на задържане означава, че методът действа изключително ефикасно. Това означава също, че инсталацията има достатъчно голям капацитет на пречистване, който се проявява през периоди на свръхнатоварване, когато трябва да се преработи увеличено количество органична материя. Така, доброто качество на изпусканата вода, пречистена в камера за аериране на биофилм, което позволява ефикасно пречистване на

входящия поток по време на периоди на свръхнатоварване, е също един отличителен белег на настоящето изобретение.

10. Процесът не е чувствителен към температурата

Процесът съгласно настоящето изобретение не е така чувствителен спрямо температурата, в сравнение с известните методи за обработка с активна утайка. През периоди на студено време при известните методи за обработка с активна утайка се стига до натрупване на тинести утайки в резервоарите за пречистване. Когато времето се затопли, както това може да стане **изведнъж** през пролетта, тинестата утайка, натрупана в резервоарите за пречистване през студения период, изведнаж се активира. Този феномен е познат като "пролетен обрат" и води до внезапно увеличаване на концентрацията на суспендираните твърди частици в изходящия поток от пречистена отпадъчна вода, поради неспособността на метода да се справи с увеличената биохимична активност в тинестата утайка. Качеството на изпусканата пречистена вода драматично спада по време на феномена на пролетния обрат.

По метода съгласно настоящето изобретение се избягват проблеми, свързани с промените в температурата, поради това, че не се образува тинеста утайка и се избягва феноменът на пролетния обрат. Тъй като по всяко време концентрацията на твърди частици в смесената течна суспензия в камерата за аериране на биофилма е предимно ниска, се избягва също така и образуването на влакнеста материя в утайката, което също е отличително свойство на настоящето изобретение.

11. Опростена конструкция на инсталацията

Поради това, че концентрацията на твърди частици в смесената течна суспензия в камерата за аериране на биофилма е така ниска, може да се избегне също така необходимостта от

утаяваща камера или резервоар и система за връщане на тинестата утайка, която не отговаря на лимитите за изпускана пречистена отпадъчна вода за клас 1 и 2. В резултат **на това** могат да бъдат намалени в голяма степен разходите за изграждане на нови инсталации или преобразуване на алтернативни съществуващи инсталации. В съответствие с настоящето изобретение ще се увеличи техният капацитет и ще се намали необходимостта от нови съоръжения за пречистване на отпадъчни води. Следва да се отбележи, че качеството на отпадъчната вода в камерата за аериране на биофилма при проектираното натоварване е винаги отлично. **Всъщност**, то винаги е със същото или по-добро качество от изпусканата пречистена вода от третични пречиствателни процеси. Въз основа на качеството на пречистване, осигурено в камерата за аериране на биофилма, дори може да се избегне необходимостта от камера за предварителна обработка, като първа фаза, при което се спестяват още разходи по изграждане на пречиствателна инсталация. Ако остане само камерата за аериране на биофилма, без камера за предварителна обработка и без камера за утаяване, конструкцията на пречиствателна инсталация за отпадъчни води се опростява в огромна степен.

12. По-малки размери на инсталацията

Тъй като съгласно изобретението се осигурява по-ефикасно пречистване на отпадъчна вода, то позволява да бъдат изградени по-малки пречиствателни инсталации за отпадъчни води, при запазване на същия капацитет на пречистване, както при по-големи инсталации, използващи традиционна технология. Този фактор е свързан също така с опростената конструкция на инсталацията, описана по-горе.

13. Пречистване на питейна вода

Поради подобреното отстраняване на замърсители и органични твърди частици, настоящето изобретение може да бъде използвано като ефективен етап за пречистване на комунална питейна вода, който определено ще намали или елиминира други фази в този процес. Методът е много ефективен при отстраняване на замърсители и улесняване на следващи етапи на пречистване за получаване на вода, годна за пиене. Ключово приложение тази технология би могла да намери следователно в по-слабо развити страни, където питейната вода не се отличава с особено високи изисквания за чистота.

14. Понижена консумация на енергия

Използването на настоящето изобретение води до по-ефективно използване на енергията. Това е важно за по-развитите страни, но е особено важно за тези страни, в които електричеството или горивата, които задвижват електрическите генератори, не достигат. Пречиствателните инсталации съгласно настоящето изобретение изискват по-кратко време за процеса на ефективно пречистване и/или малко или никакво третично пречистване, като общото количество енергия, необходимо за задвижване на пречиствателната инсталация за продължителни периоди, се елиминира, както и необходимостта от енергийни ресурси за извършване на третичен етап в процеса на пречистване на отпадъчна вода.

Опростената конструкция на инсталацията съгласно настоящето изобретение изисква по-малко енергия за изграждането ѝ, за работата и поддържането ѝ и по-малки терени от земя, на които да се разположи.

15. Обща ефективност по отношение на разходите

Настоящото изобретение води до висока обща ефективност спрямо разходите за пречистване на отпадъчни води. Инсталациите са по-евтини и по-прости за изграждане, за обслужване и за поддържане. Работата им е по-евтина. Инсталацията осигурява по-добро качество на изпусканата пречистена отпадъчна вода, при което се изисква малко или не се налага третично пречистване. Съоръженията, които се използват съгласно изобретението, отговарят на стандартите на Агенцията за защита на околната среда на САЩ, като чрез него могат да се избегнат глоби за нарушаване на позволените лимити за изпусканите пречистени води. Накрая, общите разходи за пречистване на отпадъчни води са много намалени, при изчисляване за литър.

16. Могат да бъдат използвани други методи за дезинфекция

Ултравиолетови лъчи (UV) могат да се използват за обработване на вода. Обаче, при размътена отпадъчна вода ултравиолетовите лъчи не могат да се използват така широко, тъй като те не могат да проникнат във водата, за да я пречистят. Изпусканата пречистена вода по метода съгласно изобретение е изключително чиста и прозрачна, което прави възможно проникването на лъчи в нея и по този начин използването на UV-пречистване.

17. Нечувствителност спрямо изменения в обема

Настоящото изобретение е относително нечувствително към промени в обема на потока на подложената на пречистване вода. Това предимство е свързано с шокото натоварване (или по-голям, или по-малък обем), при което по-дълготрайни промени в обема на подложената на пречистване отпадъчна вода не водят до значителни промени в качеството на изпусканата пречистена вода. Наистина по време на някои изпитания в условия на пренатоварване с до 100 % всъщност се получи подобряване на

качеството, в сравнение с това при по-нисък капацитет. При друго изпитание с 200 % **свръхнатоварване** е установено, че изобретението осигурява качество на водата в рамките на стандарта на Агенцията за защита на околната среда на САЩ за концентрация на суспендирани твърди частици - 30 mg/l и биохимично потребление на кислород - 30 mg/l, в продължение на 9 дни. Това е указание за способността на настоящето изобретение да се справя при свръхнатоварване в обема на пречистваната отпадъчна вода, докато други елементи на пречиствателната инсталация са в неизправност.

18. Нечувствителност спрямо биохимичното потребление на кислород

Точно така, както системата е нечувствителна към по-високи натоварвания, така тя е нечувствителна към повишавания в биохимичното потребление на кислород. Активността на биофилма е такава, че той е в състояние да пречиства отпадъчна вода, притежаваща широк диапазон от стойности на биохимично потребление на кислород, и все пак да осигури добро качество на изпусканата пречистена отпадъчна вода.

Примери

Примерите и резултатите от опитите, които следват, са извършени върху една и съща конструкция на пречиствателна инсталация. Всички резервоари за пречистването са с еднакви размери и конфигурация, както отвътре, така и външно. Всички те имат еднакъв проектен капацитет от 1890 l/ден и еднаква вместимост. Така, всички резултати, които следват, са толкова тясно свързани, колкото е възможно, с изключение на изпълнението съгласно изобретението или в случая на метода с активна утайка - основният използван процес.

Пример 1.

На Таблица 1 са показани резултати, получени в инсталация с активна утайка (ИАУ), при поток 1890 l/ден, като се използва аератор, без използване на биофилм. Тези инсталации са с еднакъв размер и конфигурация и при тях се използват едни и същи източници на входящата отпадъчна вода. Конструкцията на инсталацията е идентична с тази на Фигура 1, с изключение на преградна стена 15, поддържаща биофилм конструкция 12 и поддържаща преграда 12а, които са отстранени. Опитите са проведени в температурен диапазон на входящия поток от 10°C до 24°C.

Таблица 1

Инсталация	Място	Дни	Поток l/ден	БПК mg/l	СТЧ mg/l	MLSS mg/l	РК mg/l
ИАУ и Дюзов аератор	NSF (1990)	77	1890	35	60	106	
ИАУ и Дюзов аератор	NSF (1990)	98	1890	33	53	97	
ИАУ и Дюзов аератор	NSF (1991)	133	1890	45	107	78	
ИАУ и Дюзов аератор	NSF (1992)	203	1890	37	41	59	

Легенда:

ИАУ - инсталация с **активна утайка**

NSF - Национална санитарна фондация

БПК - биохимичното потребление на кислород

СТЧ - концентрацията на суспендираните твърди частици

MLSS - смесената течна суспензия от твърди частици

РК - разтворен кислород

Както може да се види от резултатите на инсталацията при използване на метода с активна утайка, след пречистването биохимичното потребление на кислород (БПК) на пречистената вода е в граници между 35 и 45, концентрацията на суспендира-

ните твърди частици (СТЧ) е между 41 и 107 и смесената течна суспензия от твърди частици (MLSS) е между 59 и 106. Тези резултати въобще не могат да отговорят на най-стриктните стандарти на Агенцията за защита на околната среда, които са: БПК = 10 и СТЧ = 10, както и на стандарта за съвременно пречистване на същата агенция и дори на по-малко строгия стандарт за вторично пречистване на същата агенция, който е: БПК = 30 и СТЧ = 30.

Пример 2.

Следват резултатите, получени при сравняване на различни изпълнения съгласно настоящето изобретение. Биофилм + нагнетателен вентилатор, биофилм + аератор, биофилм + нагнетателен вентилатор и смесител, и биофилм + повърхностен аератор - всички тези варианти са сравнени при едно и също проектно натоварване от 1890 литра на ден. Конфигурации на тези инсталации са показани на фигури 7 до 10. Опитите са проведени близо до Кливланд, Охайо и включват широк температурен интервал (12 до 20°C) при проектното натоварване на инсталацията (т.е. 1890 литра на ден). Опитите NSF са направени в Националната санитарна фондация, организация за издаване на промишлени сертификати в щата Мичиган.

Резултатите от Таблица 2 показват подобрението, което се постига в сравнение с метода на активна утайка и температурна нечувствителност на процеса, съгласно настоящето изобретение. Стойностите на БПК и СТЧ са ниски и **разтвореният кислород е с** висок показател, което прави излишно средващо третично обогатяване с въздух. Резултатите съответстват или са близо до нулевия стандарт на Агенцията за защита на околната среда на САЩ и са напълно в рамките на стандарта за стойности 30/30 на същата агенция.

Таблица 2

Инсталация	Място	Дни	Поток l/ден	БПК mg/l	СТЧ mg/l	MLSS mg/l	РК mg/l
Биофилм + нагнет. вентилатор	Gesuga	95	1890	10	11	13	6
Биофилм + нагнет. вентилатор + смесител	Gesuga	95	1890	12	13	22	6.1
Дюзов аератор + биофилм	Gesuga	95	1890	11	11	17	8.1
Биофилм + повърхн. аератор	Gesuga	95	1890	9	8	14	8.2
Дюзов аератор + биофилм	NSF	210	1890	15	12	18	7.6

Пример 3.

На Таблица 3 са дадени резултатите от две изпълнения на настоящето изобретение: едното с аспиратор (Фигура 9) и другото без аспиратор (Фигура 7), като и при двете се използва стационарно потопен биофилм и двете изпитания се провеждат при скорост на потока от 2835 литра/ден, т.е. с 50 % над проектния капацитет на потока от 1890 l/ден. Отново конструкциите на инсталациите са идентични с тези на контролната група, използваща метода за обработка с активна утайка, с изключение на модификациите съгласно настоящето изобретение. Изпитанията се провеждат при температурен диапазон на входящия поток от 9 до 14°C.

Както може да се види от Таблица 3, и при двете изпълнения се получават стойности за биологично потребление на кислород и суспендирани твърди частици много по-ниски от тези, използваща метода за обработка с активна утайка или близо до стандарта

10/10 на Агенцията за защита на околната среда на САЩ, отнасящ се до по-висока степен на пречистване. Повишените възможности на настоящето изобретение са очевидни.

Таблица 3

Инсталация	Място	Дни	Поток l/ден	БПК mg/l	СТЧ mg/l	MLSS mg/l	РК mg/l
Биофилм + нагнет. вентилатор	Gesuga (1992)	32	2835	9	7	440	5
Дюзов аератор + биофилм	Gesuga (1992)	32	2835	14	11	19	8.5

Пример 4.

Таблица 4 показва резултатите от изследване на две алтернативни изпълнения на настоящето изобретение: повърхностно аериране с биофилм и изпълнението с биофилм и нагнетателен вентилатор, като и двете се провеждат при скорост на потока 3780 литра на ден (т.е. с 100 % над проектния капацитет на потока от 1890 l/ден).

Таблица 4

Инсталация	Място	Дни	Поток l/ден	БПК mg/l	СТЧ mg/l	MLSS mg/l	РК mg/l
Биофилм + нагнет. вентилатор	Gesuga (1993)	32	3780	19	17	18	5.9
Дюзов аератор + биофилм	Gesuga (1993)	41	3780	6	6	6	9.7

Както може да се види от тези резултати, повърхностното аериране при използване на биофилм дава резултати, които превъзхождат тези на изпълнението с биофилм и нагнетателен вентилатор. И при двете изпълнения се получават резултати, които превъзхождат резултатите от метода, използващ активна утайка, получени при много по-ниски натоварвания. Резултатите спокойно се вменят в стандарта 30/30 на Агенцията за защита

на околната среда на САЩ по показателите за суспендирани твърди частици и биохимично потребление на кислород.

Пример 5.

Таблица 5 показва резултатите от изпълнението с дюзов аератор и биофилм съгласно настоящето изобретение (Фигура 9) при 200 % свръхнатоварване (4725 литра на ден) за осемдневен период в съоръженията на Националната санитарна фондация в Мичиган през януари 1993 г. (т.е. ниска температура на входящия поток).

Таблица 5

Инсталация	Място	Дни	Поток l/ден	БПК mg/l	СТЧ mg/l	MLSS mg/l	РК mg/l
Дюзов аератор + биофилм	NSF	8	4725	21	22	24	9.9

Отново настоящето изобретение показва качество на пречистената отпадъчна вода, което е достатъчно, за да отговори на стандарта 30/30 на Агенцията за защита на околната среда на САЩ. Този осемдневен период би бил достатъчен, за да може инсталацията да се справи с много екстрена ситуация, при каквато биха съществували условия за голямо претоварване (т.е. отказ на оборудването в други части на голяма пречиствателна инсталация).

Казаното до тук може да се обобщи по следния начин:

Съгласно изобретението е разкрит високо ефективен метод и устройство за пречистване на отпадъчни води. За специалистите в тази област са очевидни много варианти и модификации на настоящето изобретение, което е изложено. В патентните претенции, които следват, се цели да се обхванат всички модификации и варианти, които попадат в обхвата и духа на изобретението, както е разкрито тук.

ПАТЕНТНИ ПРЕТЕНЦИИ

1. Метод за пречистване на съдържащи биоразграждащи се вещества отпадъчни води и питейна вода чрез аериране и циркулиране на отпадъчната вода вътре в камера за аериране, съдържаща биофилм върху твърда поддържаща биофилма конструкция за смилане на биоразграждащите се вещества, характеризиращ се с това, че се състои от следните етапи:
създаване на флуиден поток от отпадъчната вода от върха към дъното през конструкцията, носеща биофилма, върху стените на която нараства биомасата, аериране на отпадъчната вода чрез потопено аериращо устройство и механично намаляване размера на частиците на суспендираните твърди вещества и разтворени органични вещества за по-доброто им усвояване от биомасата.
2. Метод съгласно претенция 1, характеризиращ се с това, че етапът на намаляване размера на суспендираните твърди частици и разтворената органична материя се предизвиква от въртенето на поне едно острие, потопено в смесената течност.
3. Метод съгласно претенция 1, характеризиращ се с това, че етапът на аериране се осъществява чрез нагнетяване на въздух през най-малко една потопена тръба за вкарване на въздух, свързана с тръбно средство за дифузия, което води до подповърхностно аериране.
4. Метод съгласно претенция 1, характеризиращ се с това, че етапът на създаване на флуиден поток се осъществява чрез комбинираното действие на аерирането на смесената течност и намаляването размера на частиците.
5. Метод съгласно претенция 1, характеризиращ се с това, че

допълнително съдържа етап на преместване на пречистената течност от камерата за аериране, съдържаща биофилм за последваща обработка, ако е необходимо.

6. Метод съгласно претенция 5, характеризиращ се с това, че последващата обработка се състои в утаяване на оставащите суспендирани твърди частици и биомаса в камера за утаяване.

7. Метод съгласно претенция 1, характеризиращ се с това, че етапите на намаляване размера на частиците на суспендираните твърди вещества и разтворени органични вещества и аерирането се извършват едновременно, като се използва най-малко един въртящ се аспиратор.

8. Метод съгласно претенция 6, характеризиращ се с това, че суспендираните твърди вещества и биомасата, които се утаяват от течността в камерата за утаяване, се връщат в камерата за аериране, съдържаща биофилм, за да се подложат на следващо намаляване на размера на частиците и усвояване от биофилма.

9. Метод съгласно претенция 2, характеризиращ се с това, че скоростта на въртене на острието на крайника и на рамото на крайника на аспиратора е най-малко 6 m/s.

10. Метод съгласно претенция 1, характеризиращ се с това, че етапът на намаляване размера на частиците се осъществява чрез анаеробно усвояване на органичните вещества от биомасата преди вливането на отпадъчната вода в камерата за аериране, съдържаща биофилм.

11. Метод съгласно претенция 1, характеризиращ се с това, че етапът на аериране се предизвиква от тръба на Вентури, свързана с външен източник на въздух чрез тръбно средство,

като тръбата на Вентури създава разлика в налягането, която предизвиква всмукване на въздух по тръбното средство до тръбата на Вентури, която смесва въздуха със смесената течност и осигурява циркулация на смесената течност, достатъчна да предизвика протичане на смесената течност през поддържащата биофилна конструкция.

12. Метод съгласно претенция 1, характеризиращ се с това, че етапът на аериране се провежда чрез потапяне на куха тръба в смесената течност и въртене на пропелер извън тръбата, като пропелерът създава разлика в налягането, която предизвиква засмукване на въздух надолу по тръбата и изпускане на въздуха в смесената течност, като едновременно се създава циркулация на смесената течност през поддържащата биофилна конструкция.

13. Метод съгласно претенция 1, характеризиращ се с това, че етапът на аериране и намаляване размера на частиците се осъществява чрез създаване на въртящо се повърхностно аериране, осъществявано възможно най-близо до повърхността на подложената за очистване отпадъчна вода.

14. Метод съгласно претенция 3, характеризиращ се с това, че етапът на аериране и намаляване размера на частиците на суспендираните твърди вещества и разтворени органични вещества се осъществява чрез въртене най-малко на едно острие, потопено в смесената течност.

15. Устройство за пречистване на отпадъчни води с аериране, съдържащо биофилм за очистване на отпадъчните води, камера за аериране, съдържаща биофилма за очистване на смесена

течност, характеризиращо се с това, че камерата съдържа аериращо средство, средство за намаляване размера на частиците на суспендирани твърди вещества и разтворена органична материя, биофилм, нарастващ върху потопена стационарна поддържаща биофилм конструкция, потопена в смесената течност на камерата за аериране, съдържаща биофилм, при което средството за аериране, средството за намаляване размера на частиците на суспендираните твърди вещества и усвояването от биофилма са пригодени съвместно да смила твърдите вещества и да разграждат органичните вещества.

16. Устройство съгласно претенция 15, характеризиращо се с това, че съдържа и камера за утаяване, където оставащите твърди вещества и биофилм се утаяват от течността, преди очистената отпадъчна вода да се изведе от устройството.

17. Устройство съгласно претенция 15, характеризиращо се с това, че съдържа най-малко едно потопено острие за намаляване размера на частиците на суспендираните твърди вещества и разтворени органични вещества, при което острието е пригодено да се върти със скорост, достатъчна да се намали размерът на частиците на суспендираните твърди вещества в смесената течност.

18. Устройство съгласно претенция 15, характеризиращо се с това, че аериращото средство се състои най-малко от една потопена въздушна тръба и най-малко едно тръбно средство за дифузия, свързано с въздушната тръба, в която се нагнетява сгъстен въздух, и дифузионното средство има най-малко един

отвор за вкарване на сгъстен въздух в смесената течност.

19. Устройство съгласно претенция 15, характеризиращо се с това, че аериращото средство съдържа въртящ се подповърхностен аспиратор, представляващ кух аспираторен накрайник с кухо ядро, кухи рамена, простиращи се радиално спрямо кухото ядро, и отвори на накрайника на всяко кухо рамо.

20. Устройство съгласно претенция 15, характеризиращо се с това, че носещата биофилма конструкция се състои от тръби, чиято форма на напречно сечение е квадрат, правоъгълник, кръг, овал, триъгълник, осмоъгълник и шестоъгълник.

21. Устройство съгласно претенция 15, характеризиращо се с това, че носещата биофилма конструкция със свързания към нея биофилм е монтирана неподвижно и напълно потопено в смесената течност на камерата за аериране, съдържаща биофилм.

22. Устройство съгласно претенция 15 или 20, характеризиращо се с това, че носещата биофилма конструкция заема между около 10 до около 99% от общия обем на камерата за аериране, съдържаща биофилм.

23. Устройство съгласно претенция 15, характеризиращо се с това, че аериращото средство се състои от тръба на Вантури, съдържащо и тръбно средство, свързано към тръбата и излизащо от камерата за аериране, съдържаща биофилм, в горната част на камерата към въздуха.

24. Устройство съгласно претенция 15, характеризиращо се с това, че аериращото средство се състои от куха тръба с

въртящ се пропелер от външната ѝ страна.

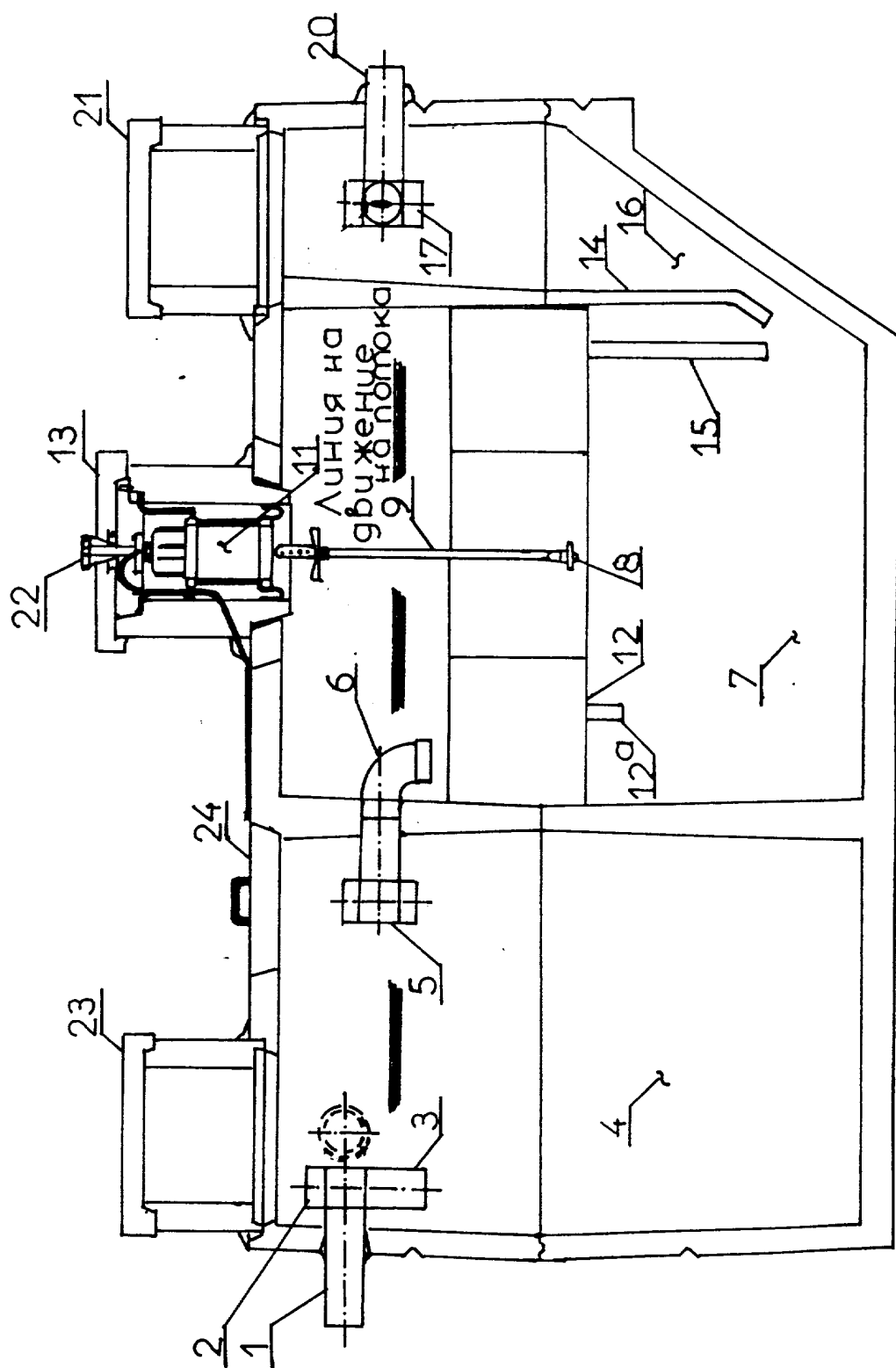
25. Устройство съгласно претенция 15, характеризиращо се с това, че средството за намаляване размера на частиците е разположено близо до повърхността на отпадъчната вода, която се очиства.

26. Устройство съгласно претенция 15, характеризиращо се с това, че средството за намаляване размера на частиците на суспендираните твърди вещества и разтворени органични вещества е аспираторен накрайник, съдържащ рамена, простиращи се радиално на аспираторния накрайник, като аспираторният накрайник е пригоден да се върти със скорост, достатъчна да намали размера на частиците на суспендираните твърди вещества.

27. Устройство съгласно претенция 26, характеризиращо се с това, че аспираторният накрайник е кух за осигуряване на допълнително едновременно аериране на смесената течност.

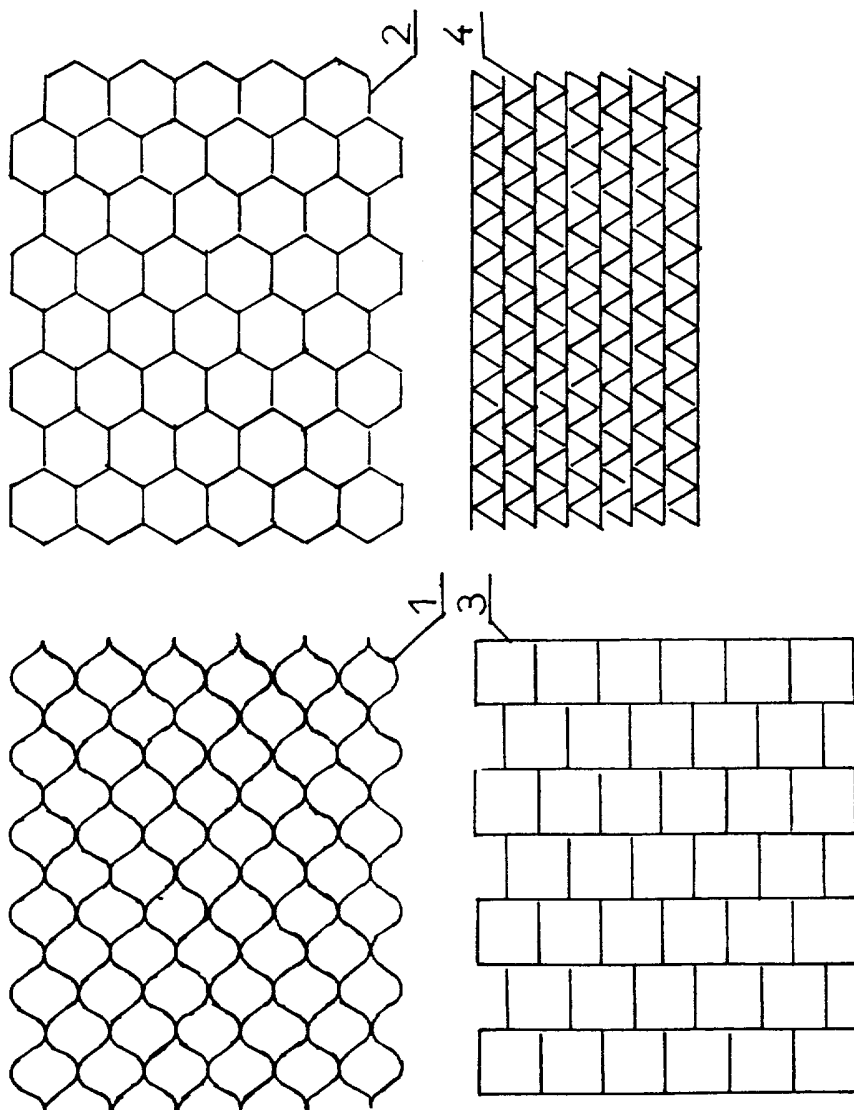
28. Устройство съгласно претенция 15, 17, 19 или 26, характеризиращо се с това, че средството за намаляване размера на частиците е разположено толкова високо, колкото е долната част на носещата биофилна конструкция.

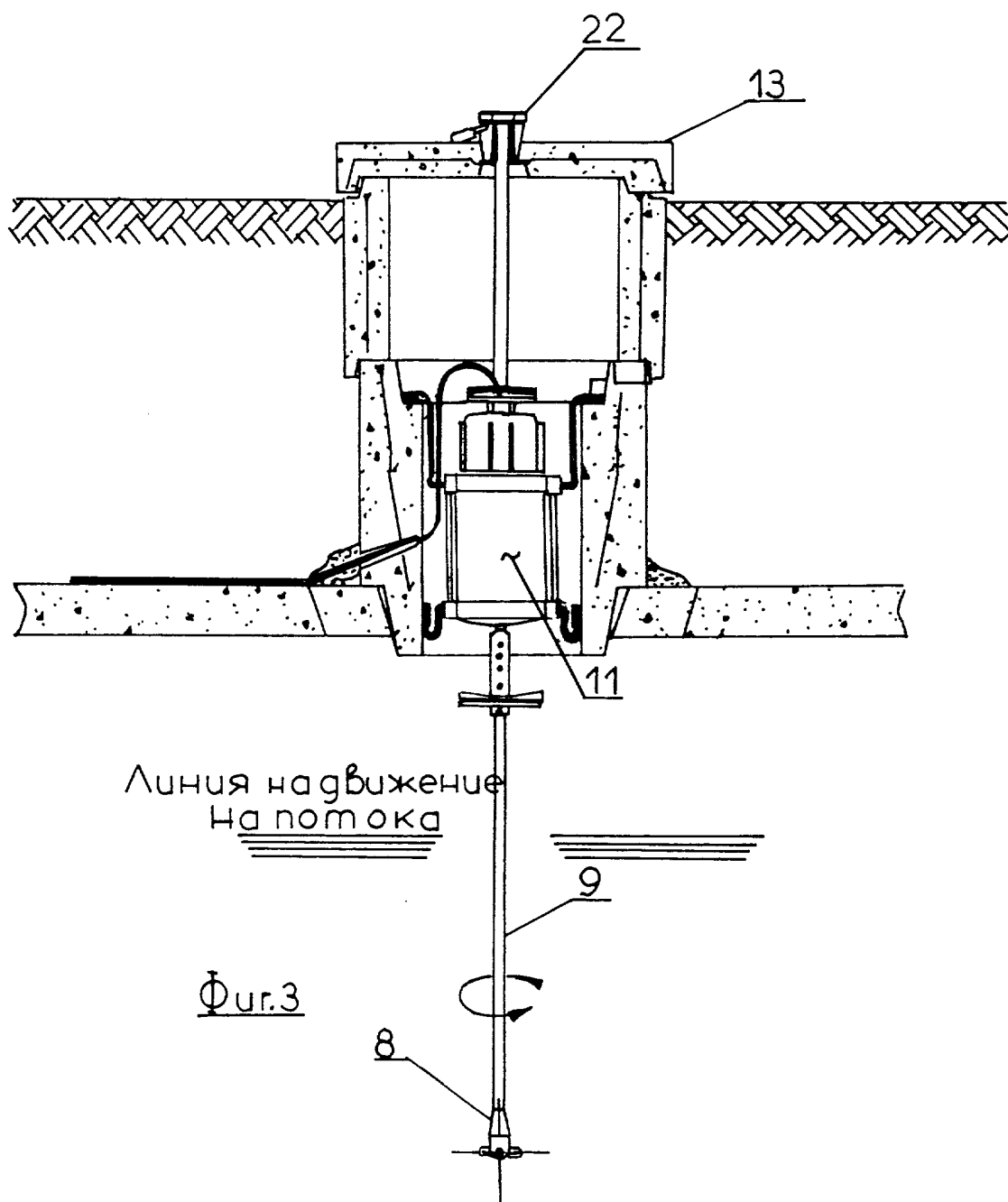
Приложение: 15 фигури

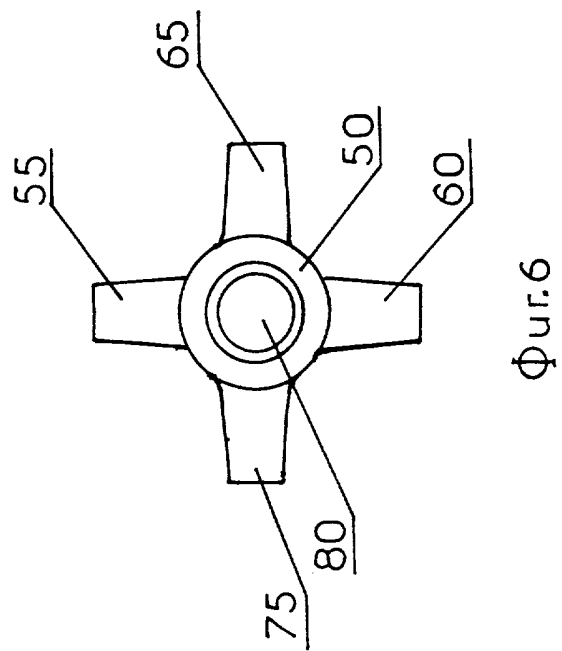
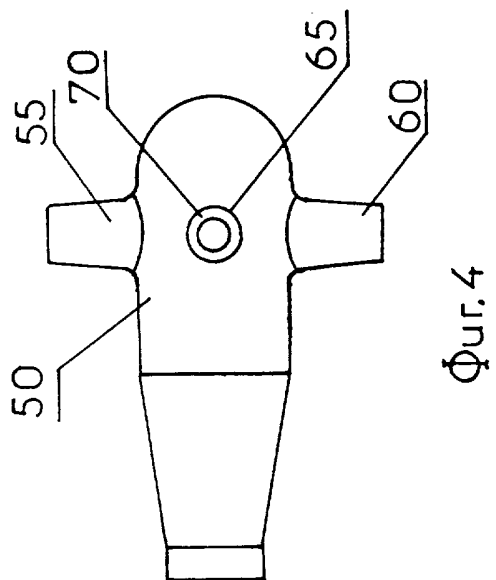
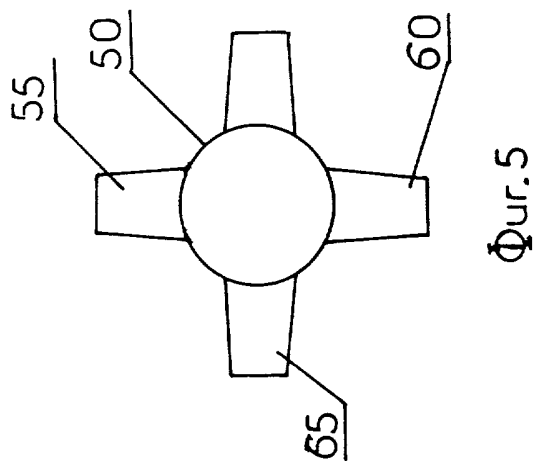


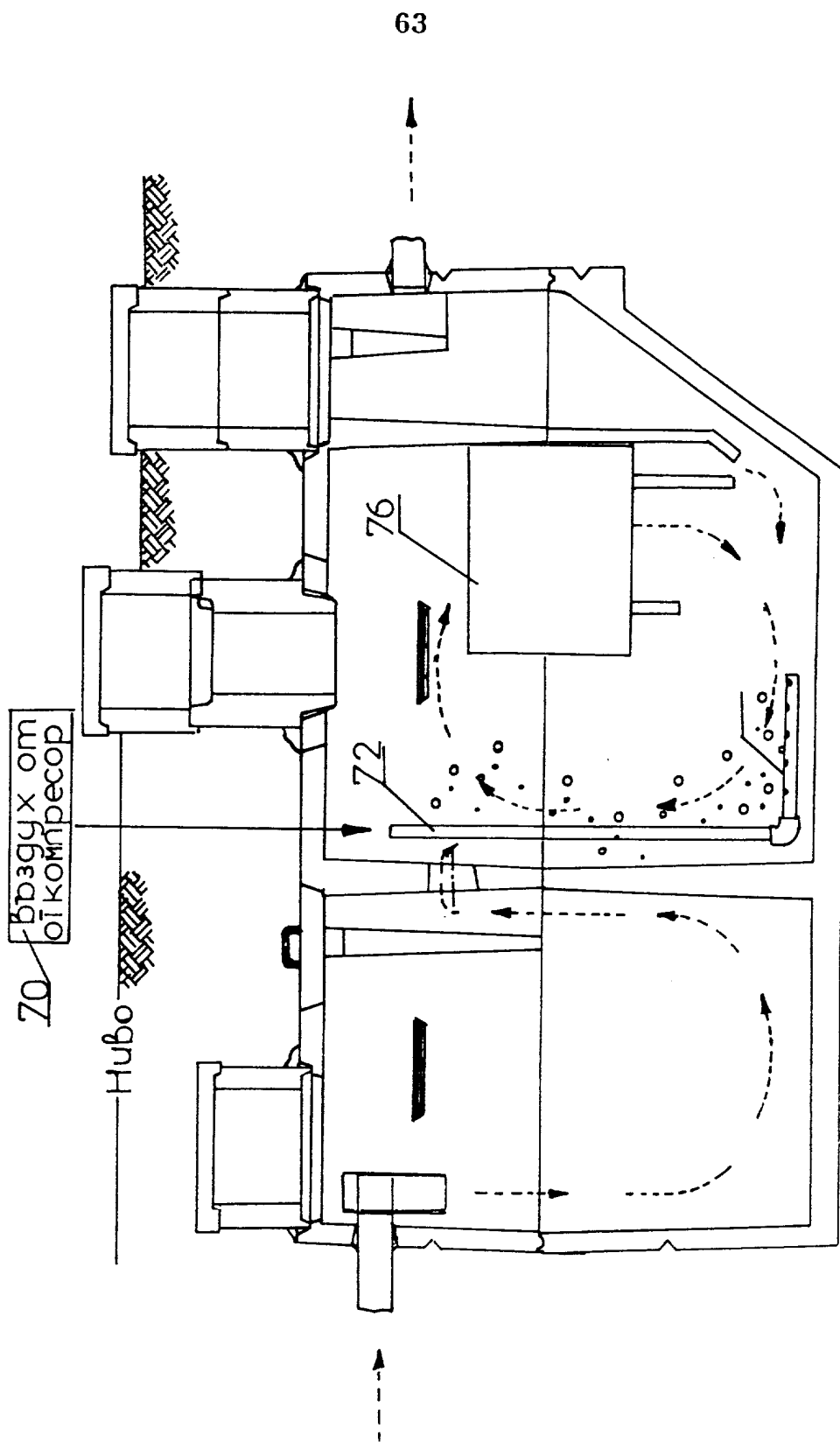
Модел 1-пчелник
 Модел 2-шесторголник
 Модел 3-правоголник
 Модел 4-триголник

Фиг. 2

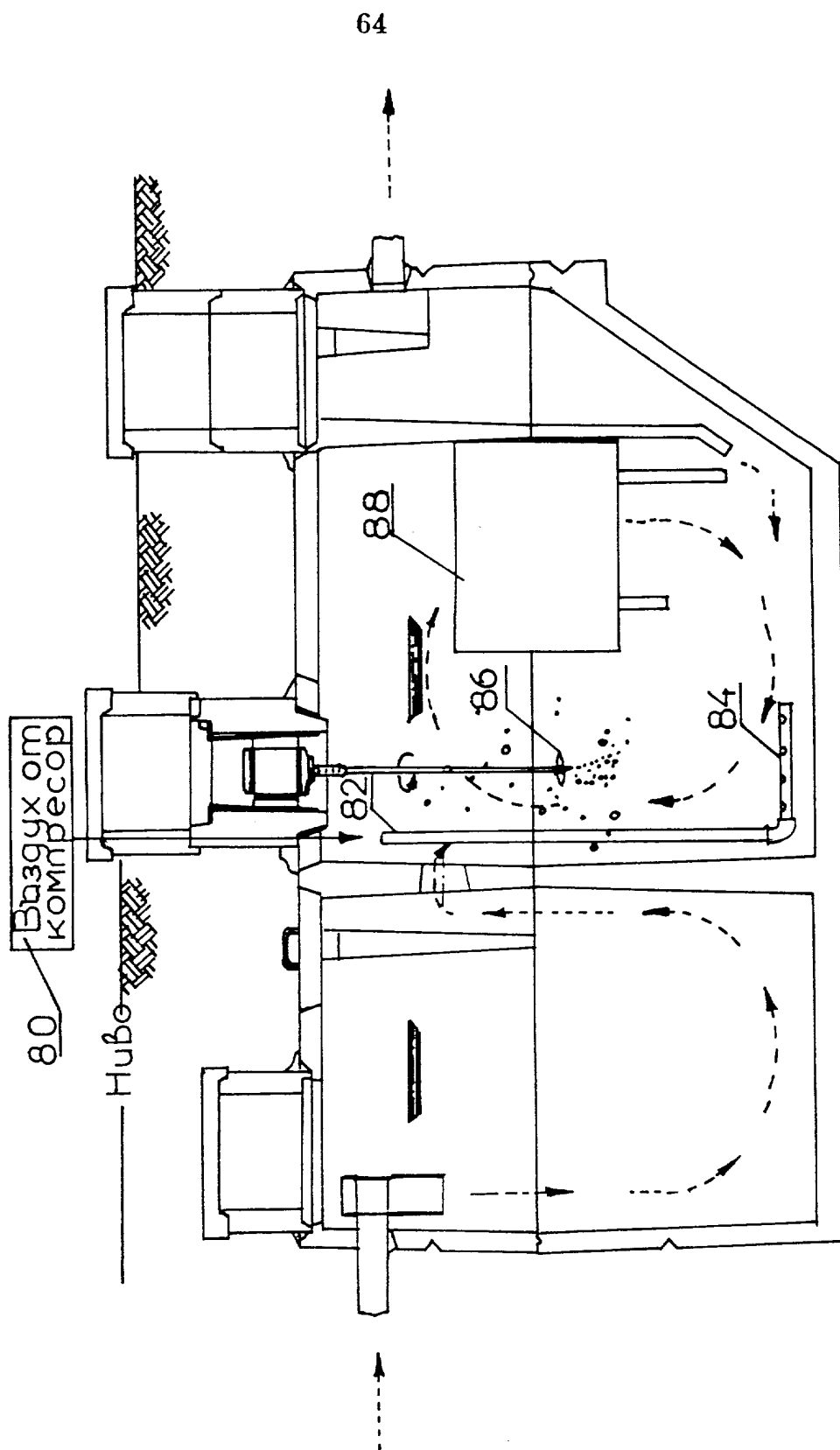






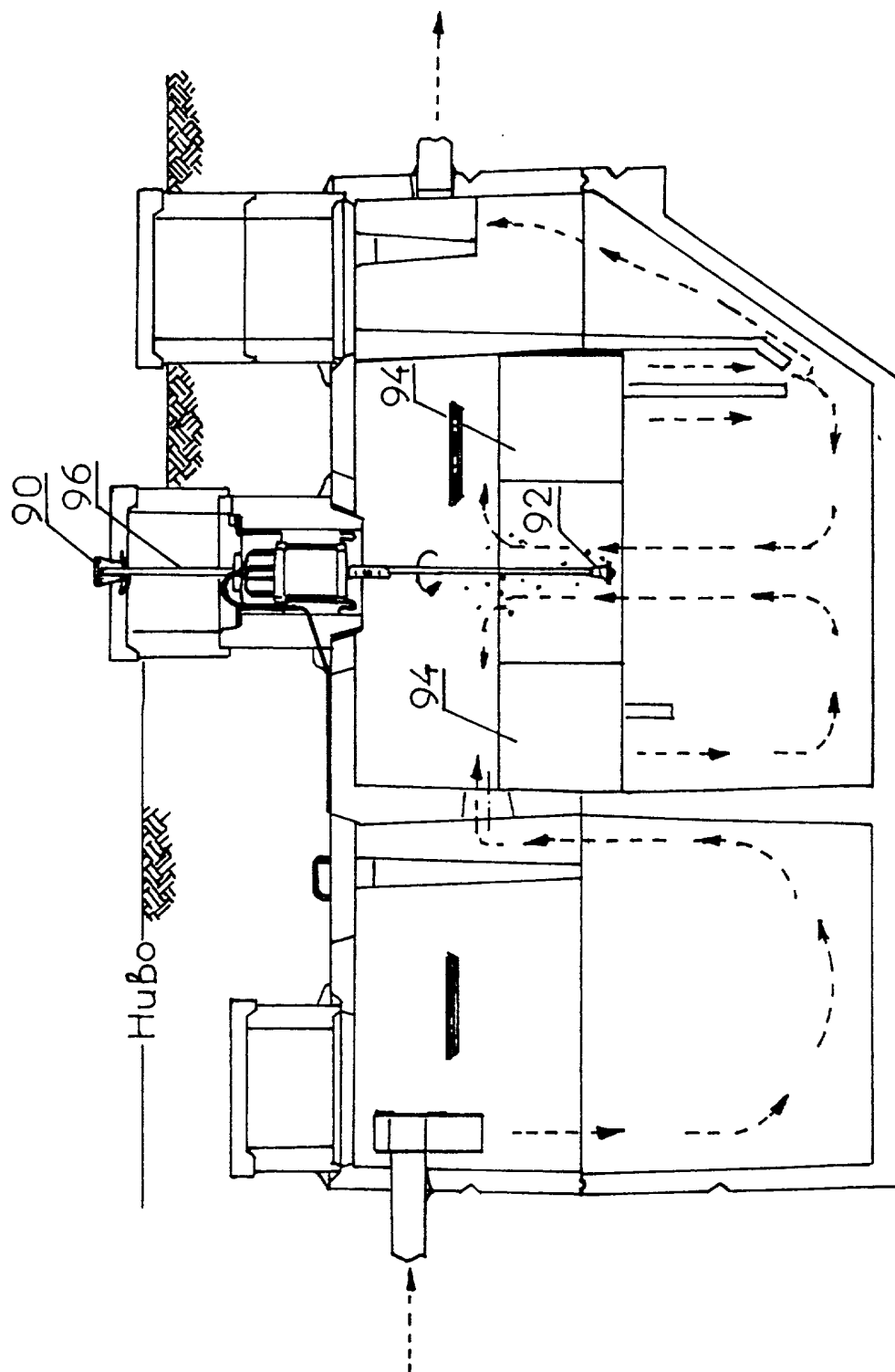


Фиг. 7
 Установка 1 - компресор - инсталация за биофилм

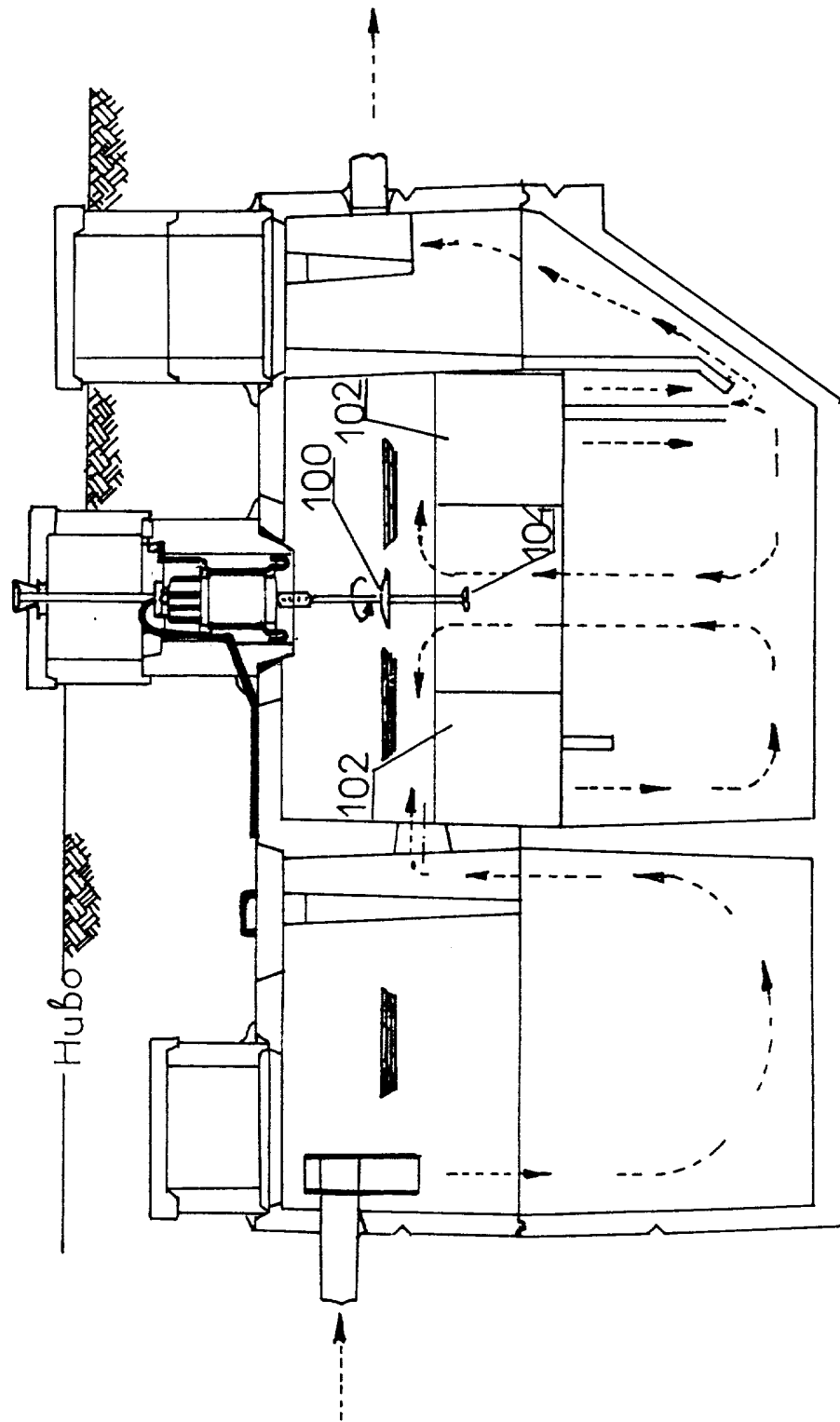


Фиг. 8

Инсталация 2 – компресор смесител – инсталация за биофилм

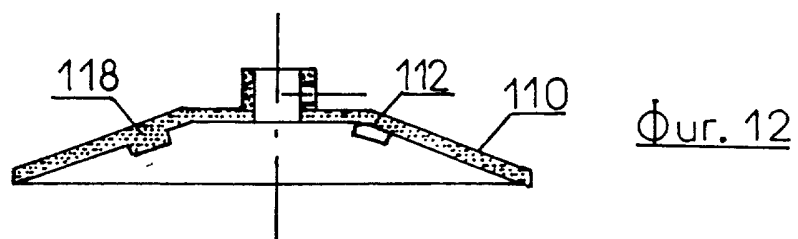
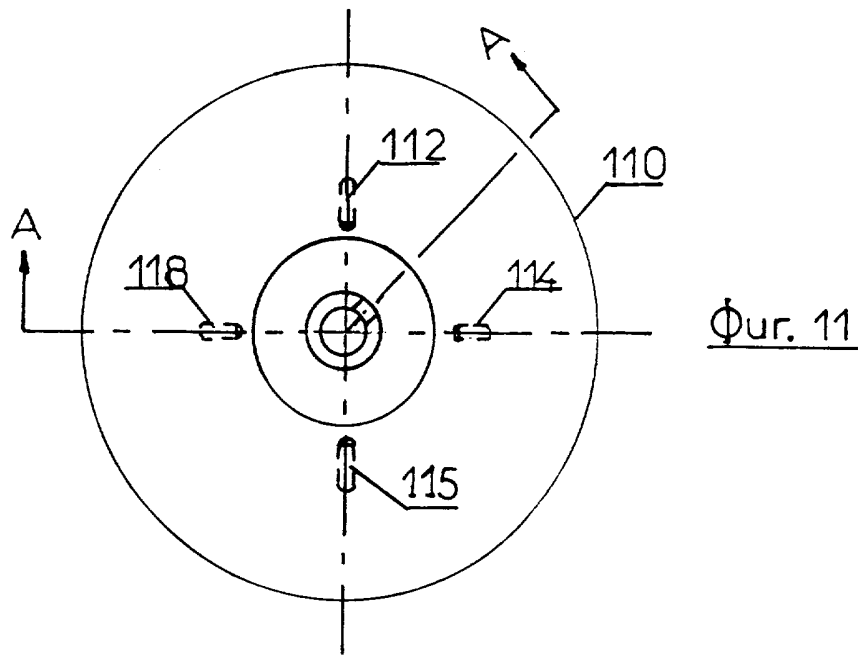


Фиг. 9
 Установка 3-бублов аератор-инсталация за биофилм

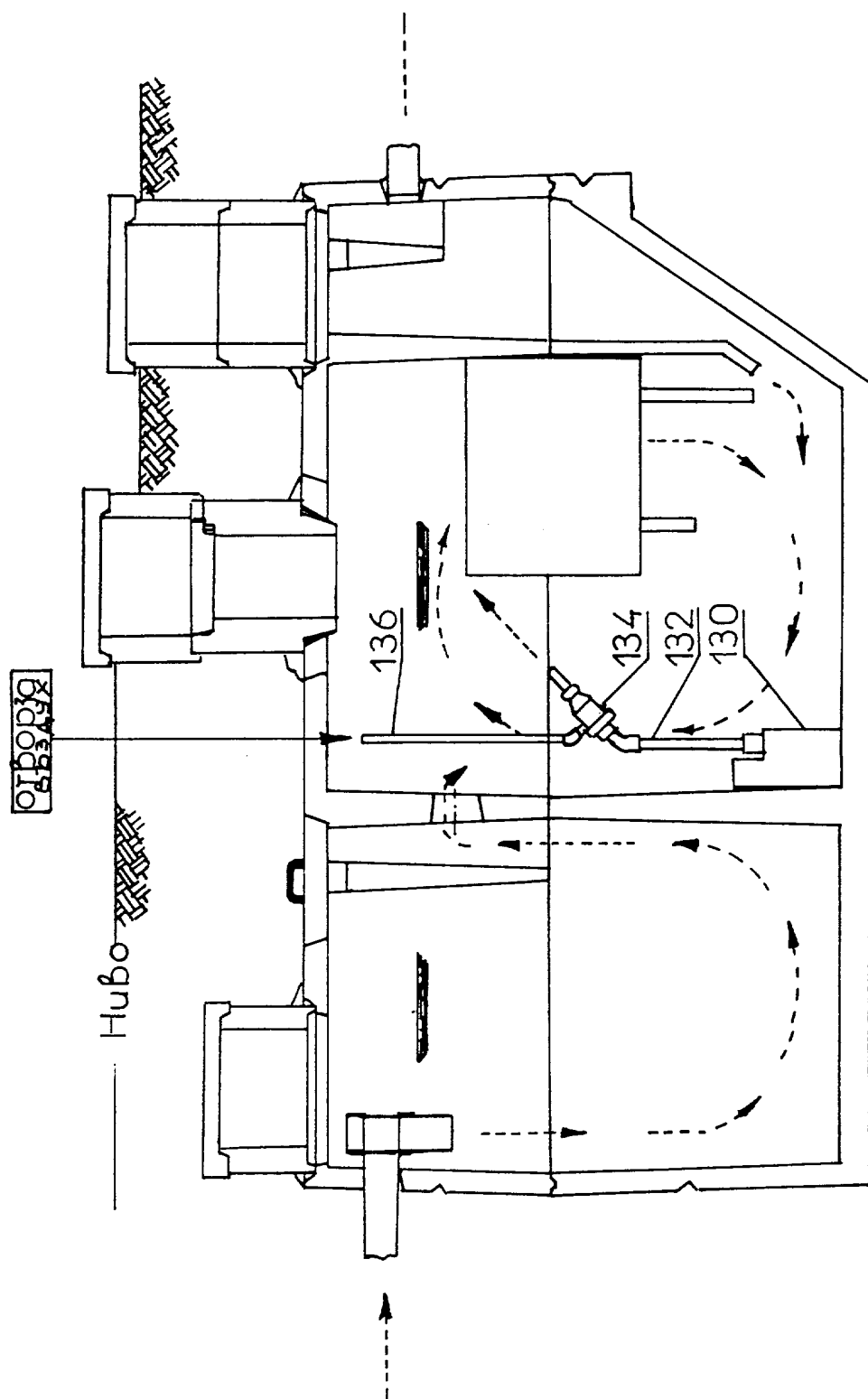


Фиг.10

Инсталация - повърхностен аератор - инсталация за биофилм



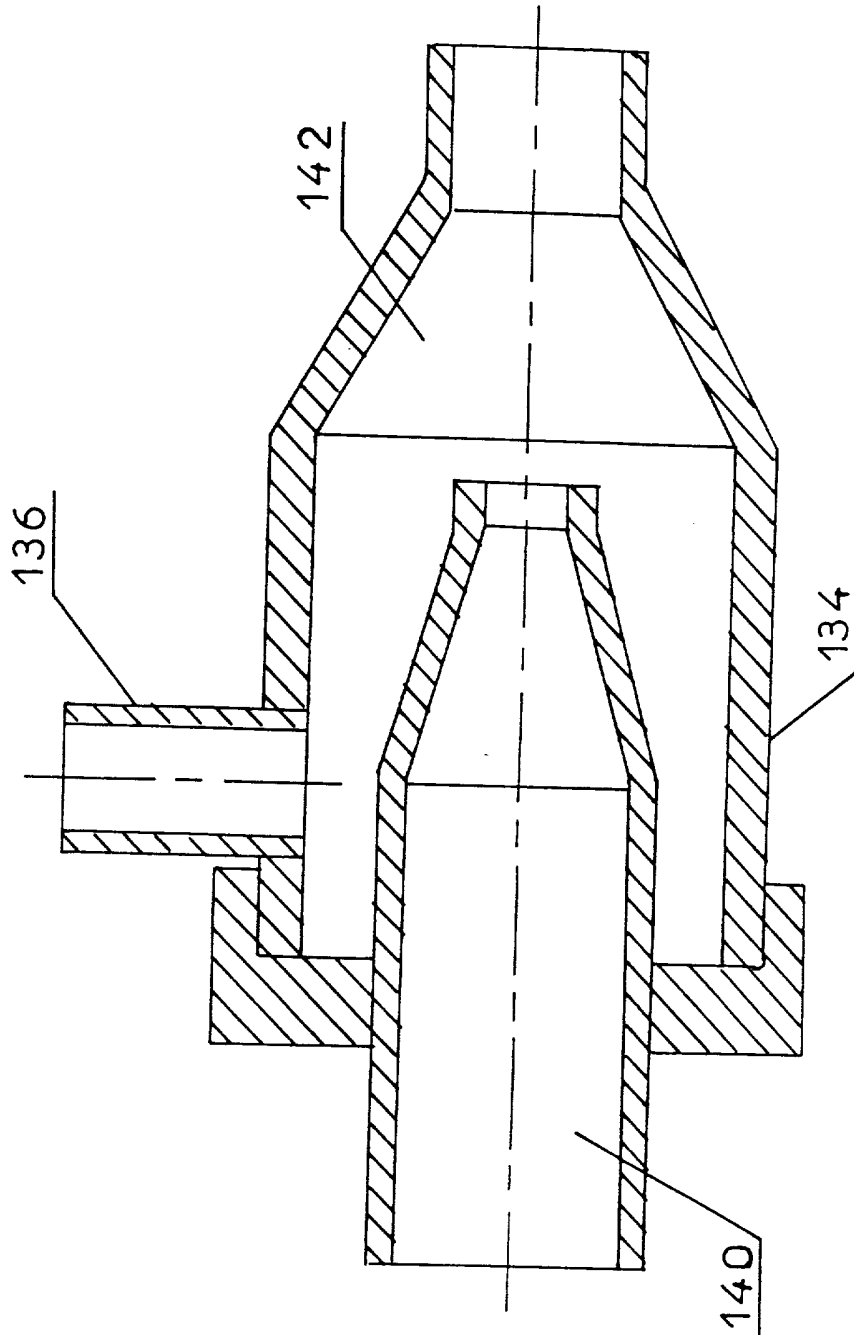
СЕКЦИЯ А-А
ПОВЪРХНОСТЕН
АЕРАТОР



Фиг. 13

Тръба на Вентури - инсталация за биофилм
/дифузер/

69



Фиг. 14

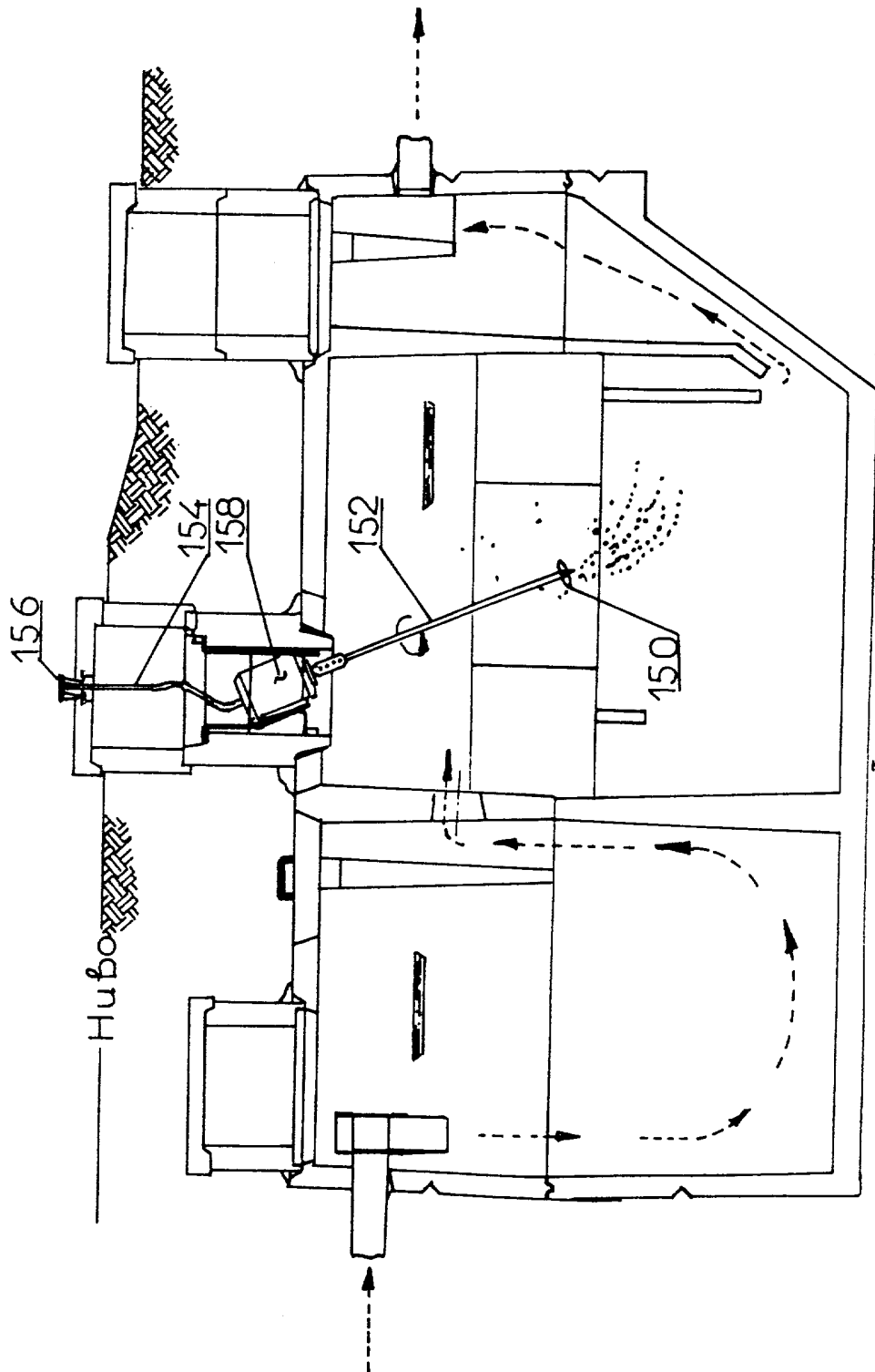


Fig. 15
 Two-stage compressor - installation for two-stage