



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2006127526/13, 28.07.2006

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
28.07.2006

(45) Опубликовано: 20.04.2008 Бюл. № 11

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2260652 C1, 20.09.2005. RU 2157794 C1, 20.10.2000. ТАСКАЕВ А.И. и др. Опыт биологической рекультивации земель в условиях крайнего севера. Экология и промышленность России. Спецвыпуск, 2004, с.27-31. MURYGINA VALENTINA, bioremediation of oil polluted aquatic systems and soils with novel preparation "Rhoder", Biodegradation 11, 2000, 385-389.

Адрес для переписки:

167982, Республика Коми, г.Сыктывкар, ул.  
Коммунистическая, 28, Институт биологии Коми  
НЦ УрО РАН, пат. пов. Л.Б. Печерской

(72) Автор(ы):

Маркарова Мария Юрьевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Институт биологии Коми научного центра  
Уральского отделения Российской академии  
наук (RU)

## (54) СПОСОБ ОЧИСТКИ ОТ НЕФТИ ВОДОЕМОВ, ЗАБОЛОЧЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ВОД АМБАРОВ И ШЛАМОНАКОПИТЕЛЕЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области охраны окружающей среды. Способ включает распыление раствора нефтеокисляющего препарата с титром клеток  $10^9$  клеток /мл и минеральных удобрений, взятых в эффективном количестве, на загрязненную водную поверхность, проведение аэрации посредством устройства, обеспечивающего увеличение уровня растворенного кислорода в 60-70 раз в течение суток на объем воды не менее 20000 м<sup>3</sup>, путем всасывания загрязненной воды из толщи, подъема ее над водной поверхностью и возврата в водоем в распыленном виде. В качестве нефтеокисляющего препарата используют композицию из бактерий

Rhodococcus equi B-1115, Rhodococcus equi B-1116 (K2№7) и дрожжей Rhodotorula glutinis B-1112, Rhodotorula glutinis B-1113. Предлагаемое изобретение позволяет проводить полную очистку вод от остаточной нефти, локализованной на поверхности, осевшей на дно и растворенной в воде, повысить интенсификацию процессов микробиологического разложения. Предложенный способ является эффективным при использовании его в различных климатических зонах, в том числе и в экстремальных условиях Крайнего Севера, и может быть использовано для очистки проточных и стоячих водоемов, заболоченных территорий и загрязненных вод амбаров и шламонакопителей. 5 ил.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 322 400** <sup>(13)</sup> **C1**

(51) Int. Cl.

**C02F 3/34** (2006.01)

**C12N 1/26** (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2006127526/13, 28.07.2006**

(24) Effective date for property rights: **28.07.2006**

(45) Date of publication: **20.04.2008 Bull. 11**

Mail address:

**167982, Respublika Komi, g.Syktyvkar, ul.  
Kommunisticheskaja, 28, Institut biologii  
Komi NTs UrO RAN, pat. pov. L.B. Pecherskoj**

(72) Inventor(s):

**Markarova Marija Jur'evna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Institut biologii Komi nauchnogo tsentra  
Ural'skogo otdelenija Rossijskoj akademii  
nauk (RU)**

(54) **METHOD FOR CLEANING OIL OUT OF BODIES OF WATER, SWAMP TERRITORIES,  
POLLUTED WATERS OF BARNS AND SLURRY ACCUMULATORS**

(57) Abstract:

FIELD: environmental control.

SUBSTANCE: method includes spraying a solution of oil-oxidizing preparation with titer of cells  $10^9$  cells/ml and mineral fertilizers, taken in efficient amount, onto polluted water surface, conduction of aeration by means of device, which ensures increase of level of dissolved oxygen 60-70 times during a day per volume of water not less than  $20000 \text{ m}^3$ , by sucking in polluted water from the depth, lifting it above the water surface and returning into the body of water in sprayed form. As oil-oxidizing compound, composition of bacteria *Rhodococcus equi* B-1115,

*Rhodococcus equi* B-1116 and yeasts *Rhodotorula glutinis* B-1112, *Rhodotorula glutinis* B-1113 is used. Claimed invention allows to perform full cleaning of waters from remaining oil, localized on the surface, settled on the bottom and dissolved in water, to increase intensification of processes of micro-biological decomposition. Claimed method is efficient when used in various climatic zones, including extreme conditions of Far North and may be used for cleaning running and still bodies of water, swamp territories and polluted waters of barns and slurry accumulators.

EFFECT: increased efficiency.

5 dwg, 1 ex

RU 2 3 2 2 4 0 0 C 1

RU 2 3 2 2 4 0 0 C 1

Изобретение относится к области охраны окружающей среды и может быть использовано при ликвидации нефтяных загрязнений в местах разливов нефти и нефтепродуктов при их добыче, транспортировке, хранении.

5 Известна очистка водоемов, заключающаяся в уборке подвижной нефти с поверхности с помощью нефтесборных устройств (Рекультивация земель на Севере. Сыктывкар, 1994 г.).

Недостатком метода является неполная очистка вод от поверхностной нефти и растворенных углеводородов, а также практически не очищается от нефти дно водоема.

10 Известен способ очистки поверхности воды от загрязнений нефтью и нефтепродуктами (патент РФ №2159307, МПК E 02 B 15/04, опубл. 20.11.2000), в котором на очищаемую поверхность наносят хлопкосодержащий сорбент, сформированный в маты. Маты помещают на поверхности воды по несколько штук в один слой. После выдержки, необходимой для пропитки сорбента в матах нефтью и нефтепродуктами, маты собирают и направляют на утилизацию нефти.

15 Основным недостатком этого способа является неполная очистка вод - очищается только поверхность водоемов, но практически не очищается толща воды от растворенных углеводородов и производится очистка донных отложений. Кроме того, существует необходимость утилизации адсорбированной нефти и нефтепродуктов, что приводит к накоплению отходов.

20 Известна очистка донных отложений (патент РФ 2246451, МПК C02F 11/02, опубл. 20.02.2005), заключающаяся в обезвоживании суспензии донных отложений и воды, термообработке осадка, биологической очистке осадка, смешивании грунта с опилками с последующей аэробной доочисткой.

25 Известный способ является трудоемким, требует ручного труда, является экономически невыгодным и не позволяет осуществлять очистку донных отложений в природных водоемах и на реках.

30 Известен способ очистки воды водоемов и донных отложений от загрязненных нефтью и нефтепродуктами (патент РФ 2260652, МПК E02B 15/04, опубл. 20.09.2005 г.), выбранный за прототип, включающий размещение на поверхности воды активных бонов, выполненных в виде матов, заполненных очищающим составом, при этом в процессе очистки производят аэрацию воды и флотацию донных отложений, в качестве очищающего состава используют алюмосиликаты, органические вещества и минеральные удобрения.

35 Известный способ опробован в условиях лаборатории. Из описания следует, что при осуществлении способа в условиях производства для активации окислительных процессов может быть использован аэратор типа АЭ-1 ([www.fid-tech.com](http://www.fid-tech.com)), который перемешивает воду, при этом процесс аэрации осуществляется посредством подачи воздуха в толщу воды. Такой способ аэрирования не позволяет осуществлять эффективное насыщение воды кислородом и, как следствие, активация окислительных процессов незначительна. Слабое аэрирование неэффективно при очистке донных отложений, известный способ позволяет очистить только поверхностный слой грунта, непосредственно контактирующий с флотатором.

40 Предлагаемое изобретение позволяет проводить полную очистку вод от остаточной нефти, локализованной на поверхности, осевшей на дно и растворенной в воде, повысить интенсификацию процессов микробиологического разложения за счет использования биопрепаратов нефтеокисляющего действия и увеличения уровня растворенного в воде кислорода. Предложенный способ является эффективным при использовании его в различных климатических зонах, в том числе и в экстремальных условиях Крайнего Севера, и может быть использован для очистки проточных и стоячих водоемов, заболоченных территорий и загрязненных вод амбаров и шламонакопителей.

50 Технический результат достигается тем, что способ очистки от нефти водоемов, заболоченных территорий, загрязненных вод амбаров и шламонакопителей, включающий аэрацию воды и на локализованном участке, согласно изобретению перед аэрацией на загрязненную водную поверхность распыляют раствор нефтеокисляющего препарата с титром  $10^9$  клеток /мл и минеральные удобрения, взятые в эффективном количестве,

аэрацию проводят посредством устройства, обеспечивающего увеличение уровня растворенного кислорода в 60-70 раз в течение суток на объем воды не менее 20000 м<sup>3</sup>, путем всасывания загрязненной воды из толщи, подъема ее над водной поверхностью и возврата в водоем в распыленном виде, при этом в процессе аэрирования осуществляют  
5 одновременное биоразложение нефти в толще воды, донном грунте и на поверхности водоема, причем очистку от нефти толщи донного грунта осуществляют путем активации процесса десорбции нефти в воду посредством увеличенного уровня растворенного в воде кислорода.

В качестве нефтеокисляющего препарата берут композицию из бактерий *Rhodococcus equi* B-1115, *Rhodococcus equi* B-1116 (K2№7) и дрожжей *Rhodotorula glutinis* B-1112, *Rhodotorula glutinis* B-1113.

На фиг.1 представлен аэратор; на фиг.2 - динамика изменения массы растворенных в воде нефтепродуктов; на фиг.3 - биологическая активность почвогрунта в течение сезона; на фиг.4 - динамика pH на участке в течение сезона; на фиг.5 - изменение концентрации  
15 нефти в почвогрунте.

Способ осуществляется следующим образом.

Предлагаемая технология прошла производственное испытание в Республике Коми в зоне аварийного разлива. Опытный участок представлял собой заболоченное кустарничково-пушицево-осоковое понижение площадью около 2 га. В результате действий  
20 по локализации аварийного разлива и уборки нефти образовался искусственный водоем (до 1-1.5 м глубиной). Слой нефти на дне затопленного участка местами достигал 50-70 см.

Работы по рекультивации на этом участке продолжались в течение 2,5 месяцев. Средняя дневная температура за этот период составляла +10°C.

Перед началом активизации процесса десорбции нефти из толщи грунта в воду и перед активизацией биоразложения углеводородов с водной глади участка с помощью  
25 нефтесборного оборудования убрали поверхностную нефть. Уборка производилась путем локализации боновыми заграждениями нефтяного пятна и последующей откачки нефтесодержащей жидкости (НСЖ) вакуум-бочками. В процессе первичной уборки нефти с поверхности с участка было вывезено около 500 м<sup>3</sup> нефтесодержащей жидкости.

После удаления основной массы поверхностной нефти на водную поверхность в пяти  
30 точках участка установили аэрирующие устройства, соединенные с насосной системой пожарной машины (Хаски).

На фиг.1 представлен общий вид аэратора.

Установка для повышения уровня кислорода в содержит раму, укрепленную на грузовых  
35 поплавках, регулирующих уровень погружения, воронку с заборным соплом, в которую вмонтирован насос с электродвигателем, конфузорное сопло для увеличения напора струи на выходе, расположенную над ним полусферу, при этом заборное сопло соединено с конфузорным соплом съемным трубчатым соединением.

Установка может дополнительно содержать помпу с распылителем на конце, предназначенную для подачи раствора биопрепарата на водную поверхность и  
40 выполненную с возможностью осевого вращения, соединенную с емкостью для приготовления и/или хранения нефтеокисляющего препарата, которая может быть установлена на плавающей платформе.

Установка работает следующим образом.

Установка с помощью якоря фиксируется в определенном месте водоема. С помощью  
45 поплавков выставляют уровень погружения.

Перед началом аэрирования с помощью помпы с распылителем на поверхность водоема равномерно наносят (разбрызгивают) раствор препарата нефтеокисляющего действия. За счет осевого вращения распыление осуществляют диаметрально, т.е. во все  
50 стороны вокруг водозаборной воронки, при этом регулируется дальность распыления. Препарат предварительно приготавливается в емкости, установленной, например, на плавающей платформе. Биопрепарат разводят в воде до определенной концентрации и затем подают на помпу через трубопровод.

Загрязненная вода через заборное сопло воронки из толщи подается через трубчатое соединение в конфузорное сопло и затем под давлением на полусферу, разбиваясь о которую жидкость обогащается кислородом и в распыленном состоянии отраженным потоком под давлением поступает в водоем. Регулирование уровня погружения заборного сопла позволяет осуществлять забор загрязненной воды на любом уровне.

Эффективность аэрации определялась увеличением уровня растворенного кислорода в 60-70 раз в течение суток на объем воды не менее 20000 м<sup>3</sup>. Перед запуском аэрирующих устройств на всю площадь участка внесли раствор биопрепарата «Универсал» и минерального удобрения. Препарат «Универсал» был разработан на основе аборигенной психрофильной нефтеокисляющей микрофлоры Усинского района. На данном участке использовали композицию из бактерий *Rhodococcus equi* штаммы 34-1 (28-99/2), У7-28 (K2№7) и дрожжей *Rhodotorula glutinis* штаммы 2-4-М, 55-1-Р. Штаммы депонированы в НИИ «Коллекция культур микроорганизмов» ФГУН ГНЦ ВБ «Вектор» с присвоением регистрационных номеров: *Rhodococcus equi* В-1115, *Rhodococcus equi* В-1116 (K2№7), *Rhodotorula glutinis* В-1112, *Rhodotorula glutinis* В-1113.

Концентрированная суспензия биопрепарата характеризуется титром клеток 10<sup>9</sup> клеток/мл. На участок 2 га внесли 20 л суспензии препарата предварительно разведенной в бойлере в 5 м<sup>3</sup> воды. Разбрызгивание раствора осуществляли равномерно на всю площадь участка.

Минеральное удобрение (нитроаммофоска) брали в количестве 700 кг, из расчета по 350 кг/га и вносили вручную разбрасыванием в воду равномерно на всю поверхность. Нормы внесения минеральных удобрений рассчитывали, исходя из общепринятой в сельскохозяйственной практике нормы - 60-90 кг/га действующего вещества по азоту, фосфору и калию на 1 га, а расчет производится в соответствии с характеристикой по ГОСТу использованного удобрения.

Пример. Удобрение - нитроаммофоска. Содержание действующего вещества по азоту - 17, калию - 17, фосфору - 17. То есть в 100 кг данного удобрения действующих веществ по 17 кг.

На 1 га требуемое количество удобрения составит  $60 \cdot 100 / 17 = 353$  кг.

После внесения препарата и минерального удобрения аэраторы перевели в рабочий режим (подключили). В целом за период работ аэраторы работали 1,5 месяца в течение 8 часов. Через две недели после первого внесения препарата и минерального удобрения провели повторное их внесение на участок тем же способом.

Срок повторного внесения препарата и удобрений определяли в ходе работ по результатам анализов остаточной нефти в почве затопленного участка и воде, а также по уровню биологической активности, определяемой по титру (численности) микрофлоры в воде и донном грунте. Определения вели еженедельно.

Через одну неделю после начала аэрации и обработки препаратом и минеральным удобрением в водоеме зафиксировали значительное увеличение массы микрофлоры (в 600-800 раз), наряду с этим наблюдали увеличение в воде концентрации растворенных нефтепродуктов (фиг.2). Это связано с тем, что за счет внесенного препарата и удобрений в водоеме и почвогрунте активизировались процессы микробиологической деятельности, которые привели к изменению качественного состава остаточной нефти. Анализ изменения состава фракций нефти показал увеличение содержания растворимых соединений, сопровождающих микробиологическое разложение тяжелых парафинов. Максимальное содержание в водоеме растворенных нефтепродуктов отмечено в период с 18 по 30 июня, то есть первый период активизации деятельности микрофлоры после внесения препарата, удобрений и начала работы аэраторов.

Увеличение содержания в воде растворенных нефтепродуктов сопровождалось всплыванием окисленной нефти со дна на поверхность водоема. Это связано с изменением удельного веса нефти в массе (слое) нефтезагрязненного донного грунта в связи с разложением ее микроорганизмами и с ее эмульгированием за счет увеличения уровня активного кислорода при работе аэраторов, приводящим к активной десорбции

нефти в толщу воды. Всплывающую на поверхность нефть по мере накопления собирали нефтесборщиками. На второй стадии уборки поверхностной нефти с участка вывезли еще около 1500 м<sup>3</sup> нефтесодержащей жидкости.

5 В июле наблюдали интенсивное образование пленок микрофлоры в местах скопления нефтяной массы на поверхности воды. Уровень биологической активности почвы был максимальным в первой половине июля, то есть почти на месяц позже, чем пик содержания в воде растворенных углеводов (фиг.3). Активизации аборигенных микроорганизмов в почве и воде участка способствовало снижение степени токсичности субстратов для биоты за счет уменьшения массы нефти на участке (фиг.5).

10 В почвенном субстрате в период наибольшей биологической активности численность бактерий, растущих на МПА (мясопептонном агаре), возросла в 7000 раз, бактерий и грибов, растущих на среде Чапека, - в 5000 раз, численность факультативных азотфиксаторов увеличилась в 2000 раз. Выявлено, что потребление из воды растворимых соединений азота, фосфора и калия происходило очень быстро. В течение всего полевого сезона вносимые на участок минеральные удобрения расходовались в течение 1-2 недель. К окончанию работ в воде обнаружены лишь следовые количества азота и фосфора при несколько увеличенном содержании калия.

Количество хлоридов, присутствовавших в воде, в течение всего периода наблюдений практически не изменилось по массе и составило 180-200 мг 100 мл воды. Уровень кислотности также практически не изменился и оставался в кислом интервале (фиг.4). Высокая биологическая активность на участке в июле показывает, что кислая реакция среды (рН около 3,5) не ингибировала нефтеокисляющую микрофлору.

На участках, свободных от воды или слабо затопленных, снижение загрязнения нефтью отмечено до середины августа. Это обусловило возобновление развития растительности - осоки, вахты трехлистной, пушиц, на карликовой березке началось отрастание листьев.

В конце лета нефтяная пленка на дне и поверхности водоема отсутствовала, уровень растворенных нефтепродуктов был близок к нулю. Наряду с этим было отмечено цветение вахты на открывшихся участках почвогрунта, на карликовой березке отсутствовала нефтяная пленка, происходило нормальное развитие листьев. В водоеме появились водоросли, которых не было в начале сезона и которые отсутствуют на соседних участках, загрязненных нефтью. Содержание в воде соединений азота, фосфора и калия близко к нулю.

По сравнению с опытным участком на соседнем, где была проведена лишь уборка нефти с поверхности, донный грунт оставался в течение всего сезона сильнозагрязненным нефтью.

35 Таким образом, предлагаемое изобретение способствует активизации биологического разложения нефти. Об этом позволяют судить данные по снижению уровня нефтезагрязнения почвогрунта, воды, удаление нефтяной массы со дна водоема и увеличение наряду с этим численности различных групп микрофлоры. Этому способствует не только внесенный препарат и минеральные удобрения, но и активизация местного микробоценоза под действием аэрации: скорость деструкции нефти по сравнению с контролем без аэрации выросла в массе почвогрунта в 50 раз, а в воде (снижение массы растворенных нефтепродуктов) в 27 раз. Характерным показателем очистки от нефтезагрязнения является увеличение массы водорослей после снятия токсического воздействия нефти, в то время как на соседнем контрольном участке водоросли не появлялись в течение всего полевого сезона. Под влиянием предложенного комплекса очистки возобновляется развитие растительности.

45 Аэрирование неглубоких водоемов совместно с внесением микробиологического препарата активизирует микробиологическую деструкцию нефти, позволяет значительно ускорить процесс восстановления загрязненных нефтью экосистем.

50 Новая технология позволяет очищать от нефти закрытые водоемы и прилегающие к ним загрязненные почвенные участки, а также может применяться для доочистки амбаров и шламонакопителей от трудно извлекаемой традиционными механическими приемами

остаточной нефти и может быть рекомендована на этапе очистки сточных вод от нефтяных углеводородов.

#### Формула изобретения

5       Способ очистки от нефти водоемов, заболоченных территорий, загрязненных вод амбаров и шламонакопителей, включающий аэрацию воды на локализованном участке, отличающийся тем, что перед аэрацией на загрязненную водную поверхность распыляют  
10       раствор нефтеокисляющего препарата с титром клеток  $10^9$  клеток /мл и минеральные удобрения, взятые в эффективном количестве, аэрацию проводят посредством устройства, обеспечивающего увеличение уровня растворенного кислорода в 60-70 раз в течение суток  
15       на объем воды не менее 20000 м<sup>3</sup>, путем всасывания загрязненной воды из толщи, подъема ее над водной поверхностью и возврата в водоем в распыленном виде, при этом в качестве нефтеокисляющего препарата берут композицию из бактерий *Rhodococcus equi* B-1115, *Rhodococcus equi* B-1116 (K2№7) и дрожжей *Rhodotorula glutinis* B-1112,  
20       *Rhodotorula glutinis* B-1113, в процессе аэрирования осуществляют одновременное биоразложение нефти в толще воды, донном грунте и на поверхности водоема, причем очистку от нефти толщи донного грунта осуществляют путем активации процесса десорбции нефти в воду посредством увеличенного уровня растворенного в воде кислорода.

25

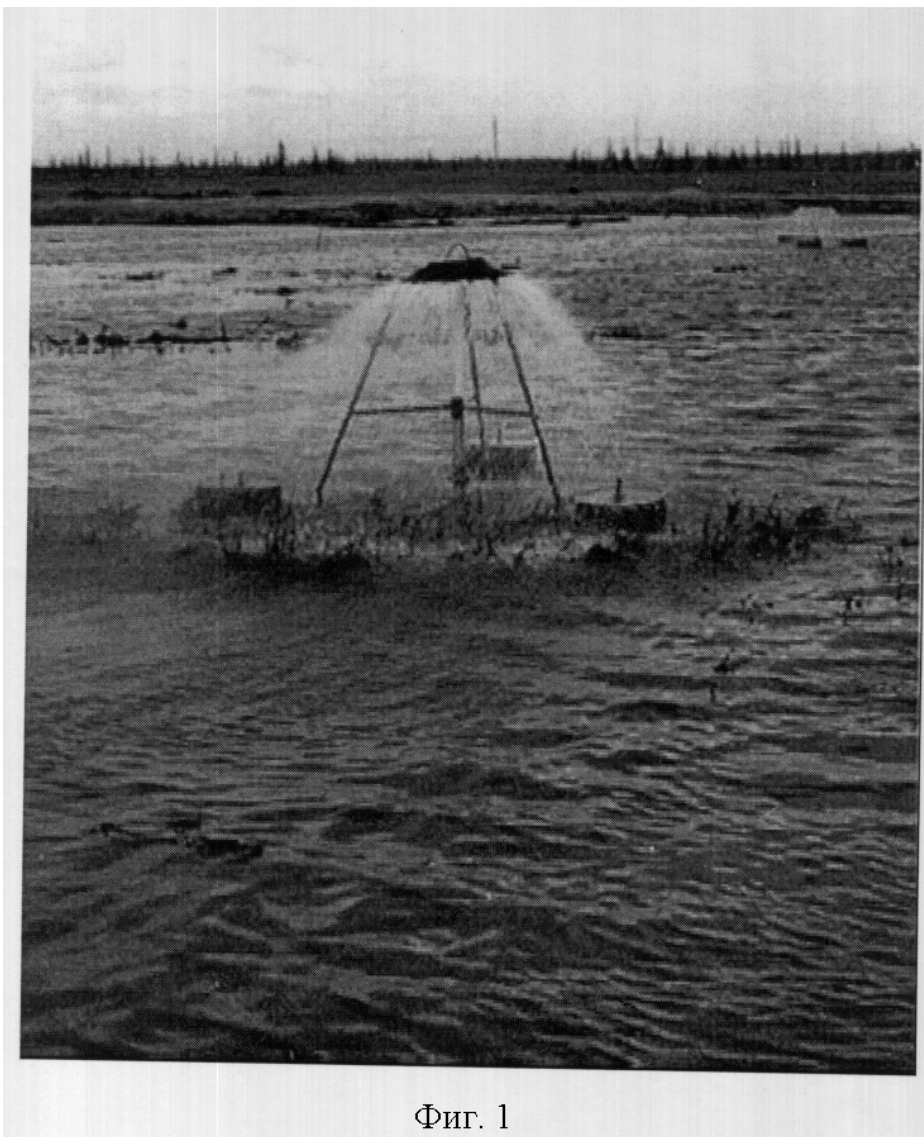
30

35

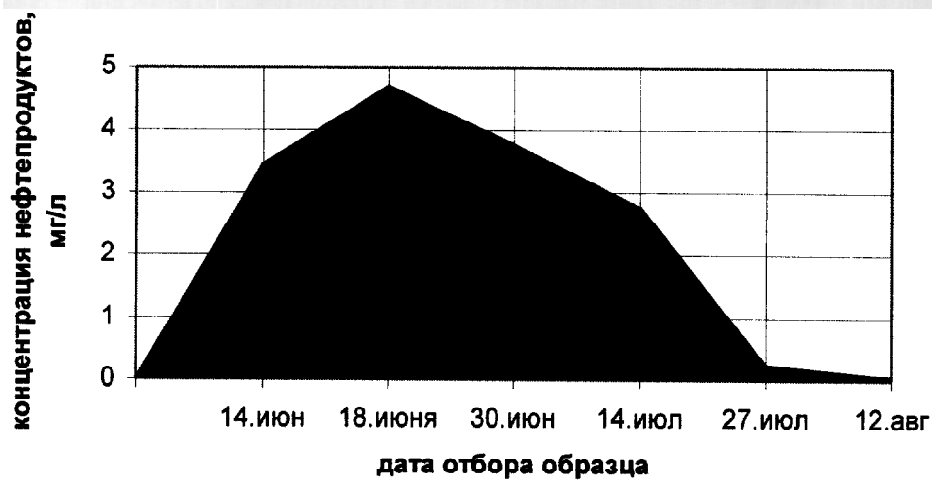
40

45

50

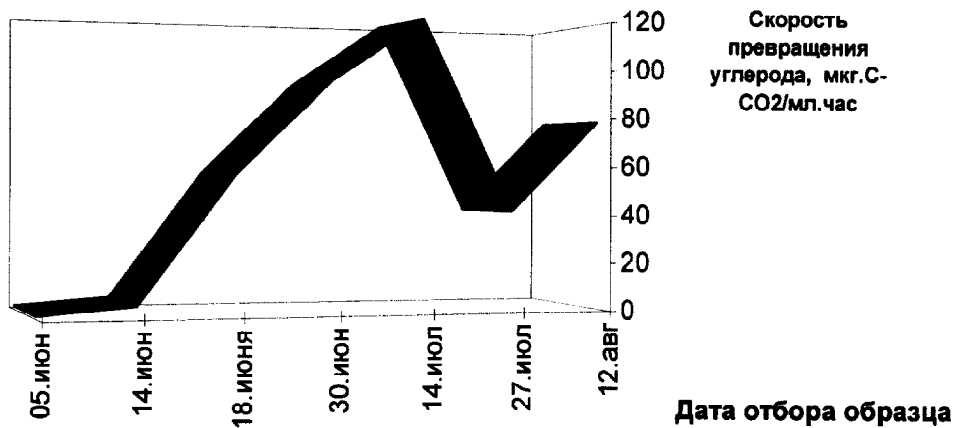


Фиг. 1

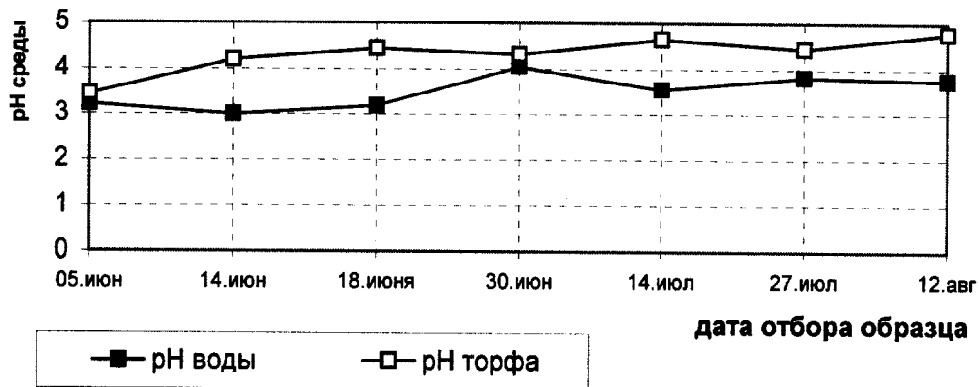


Фиг. 2

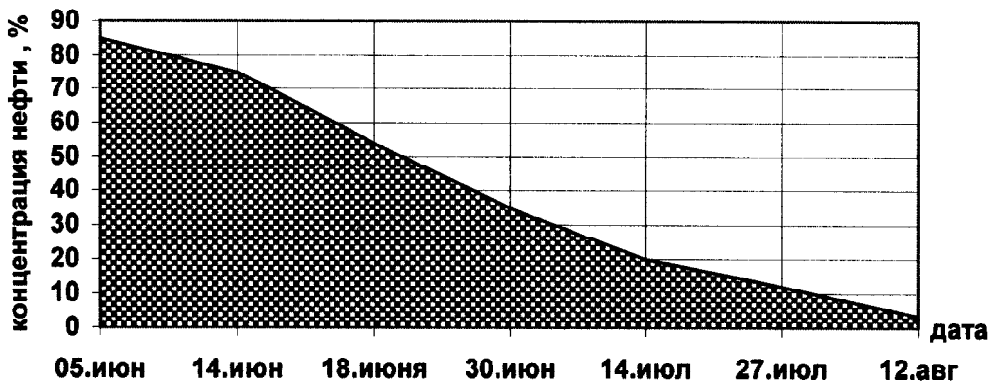




Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5