

**ОПИСАНИЕ  
ИЗОБРЕТЕНИЯ  
К ПАТЕНТУ**  
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **8361**  
(13) **С1**  
(46) **2006.08.30**  
(51)<sup>7</sup> **С 02F 1/78**

(54) **СПОСОБ ОЧИСТКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ И  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ**

(21) Номер заявки: а 20000735  
(22) 2000.08.02  
(43) 2002.03.30

(71) Заявитель: Учреждение образования  
"Брестский государственный тех-  
нический университет" (ВУ)

(72) Автор: Глушко Константин Алек-  
сандрович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение обра-  
зования "Брестский государственный  
технический университет" (ВУ)

(56) ВУ 1962 С1, 1997.

DE 2920010 А1, 1980.

US 3865908, 1975.

SU 1786005 А1, 1993.

SU 1413201 А1, 1988.

RU 2060967 С1, 1996.

RU 2057076 С1, 1996.

(57)

1. Способ очистки подземных вод от загрязнения путем их озонирования озононасыщенным льдом через фильтрующие скважины, заложенные нормально движению грунтового потока между источником загрязнения их стоками промышленных предприятий или животноводческих комплексов и водозабором, с использованием озононасыщенного льда, полученного в зимний период путем подачи озона под сформировавшийся сплошной ледовый покров пруда чистой воды, с последующей его заготовкой, складированием и хранением, **отличающийся** тем, что озононасыщенный лед получают в емкости озононасыщения объемом  $V$ , определяемым по формуле:

$$V = (B + 2a)(L + 2a)h_{\text{пром.ср.}},$$

где  $B$  и  $L$  - длина и ширина пруда;

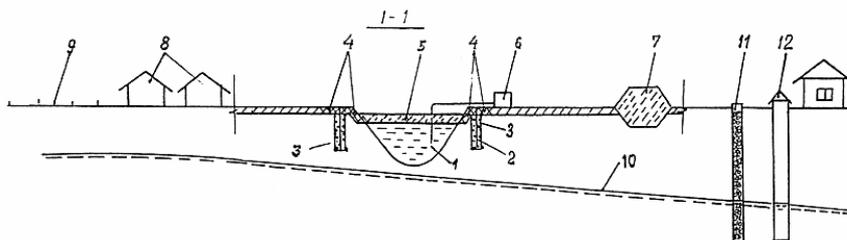
$a$  - конструктивный запас, 2-4 м;

$h_{\text{пром.ср.}}$  - среднемноголетняя глубина промерзания,

озон подают под давлением, значение которого в метрах водного столба не менее значения среднемноголетней глубины промерзания, при этом количество подаваемого озона  $V_{\text{оз}}$  рассчитывают по формуле:

$$V_{\text{оз}} = V\beta,$$

где  $\beta$  - норматив озононасыщения, 0,75-1,0 мг/л.



Фиг. 1

ВУ 8361 С1 2006.08.30

2. Технологическая линия для осуществления способа по п. 1, включающая фильтрующие скважины, склад хранения озононасыщенного льда, установку для нагнетания озона под лед и пруд чистой воды, в пределах береговой зоны которого, определяемых конструктивным запасом  $a = 2-4$  м, устроена емкость озононасыщения, образованная замкнутым вертикальным водонепроницаемым экраном, в частности, из полиэтиленовой пленки, верх которого заглублен в запирающий слой, сформированный в осенне-зимний период путем рыхления верхнего слоя почвы в 5-7 см, насыщения его влагой до полной влагоемкости с одновременным уплотнением и последующим промерзанием, а низ выполнен на уровне среднемноголетней глубины промерзания, верхом емкости озононасыщения является ледовый покров пруда чистой воды.

---

Изобретение относится к области охраны окружающей среды и может быть использовано, в частности, для защиты грунтовых вод от загрязнения и нейтрализации процесса загрязнения глубинных водоносных слоев.

Известен способ очистки подземных вод от загрязнения, включающий забор загрязненной воды, обработку ее на поверхности озонем и возвращение озонированной воды в водоносный горизонт через фильтрующие скважины, заложенные нормально движению подземных вод [1]. Способ применяется для очистки подземных вод от нефтепродуктов.

Недостатком реализации данного способа является его значительная энергоемкость и невысокая степень озононасыщения воды в силу положительной, значительно отличающейся от нуля, температуры.

Известен также способ очистки подземных вод от загрязнения, включающий озонирование их озононасыщенным льдом через фильтрующие скважины, заложенные нормально движению грунтового потока между источником загрязнения их стоками промышленных предприятий или животноводческих комплексов и др. и водозабором, с использованием озононасыщенного льда, полученного в зимний период путем подачи озона под сформированный сплошной ледовый покров пруда чистой воды, с последующей его заготовкой, складированием и хранением.

Технологическая линия для реализации способа содержит фильтрующие скважины, склад хранения озононасыщенного льда, установку для нагнетания озона под лед и пруд чистой воды [2].

Недостаток известного способа и технологической линии для его осуществления заключается в том, что они не обеспечивают нормативного озононасыщения льда и высокую производительность процесса. Это объясняется тем, что после подачи озона под давлением под лед пруда чистой воды озон распределяется под всей подледной поверхностью, просачивается в берега и выходит частью в атмосферу через прибрежную зону.

Сущность способа изобретения заключается в том, что для озононасыщения льда необходимо установить конкретный экономичный режим подачи озона под лед. Конкретизация режима заключается в установлении аналитической зависимости для расчета объема емкости озононасыщения, давления и объема подачи озона под лед.

Конкретизация режима обеспечит снижение затрат энергии, затрачиваемой на нагнетание озона и лимитирование расхода озона.

Формирование герметичной с заданными параметрами емкости в составе технологической линии для нагнетания озона под лед - задача устройства реализации способа.

Технический результат реализации устройства заключается в предотвращении утечек озона из подледного пространства через прибрежную зону в атмосферу и формировании емкости озононасыщения.

Указанный технический результат, при осуществлении способа очистки подземных вод от загрязнения, достигается тем, что в известном способе, включающем их озонирование озононасыщенным льдом через фильтрующие скважины, заложенные нормально

# ВУ 8361 С1 2006.08.30

движению грунтового потока между источником загрязнения их стоками промышленных предприятий или животноводческих комплексов и водозабором, с использованием озононасыщенного льда, полученного в зимний период путем подачи озона под сформировавшийся сплошной ледовый покров пруда чистой воды, с последующей его заготовкой, складированием и хранением, особенностью является то, что озононасыщенный лед получают в емкости озононасыщения объемом  $V$ , определяемым по формуле:

$$V = (B + 2a)(L + 2a)h_{\text{пром.ср.}},$$

где  $B$  и  $L$  - длина и ширина пруда;

$a$  - конструктивный запас, 2-4 м;

$h_{\text{пром.ср.}}$  - среднесезонная глубина промерзания,

озон подают под давлением, значение которого в метрах водного столба не менее значения среднесезонной глубины промерзания, при этом количество подаваемого озона  $V_{\text{оз}}$  рассчитывают по формуле:

$$V_{\text{оз}} = V\beta,$$

где  $\beta$  - норматив озононасыщения, 0,75-1,0 мг/л.

Расчет емкости озононасыщения по вышеприведенной формуле при известном нормативе озононасыщения позволяет установить конкретную величину нагнетания озона под лед, а соответственно при выбранной производительности - конкретную продолжительность работы установки нагнетания, чем и обеспечивается снижение затрат энергии. Среднесезонная глубина промерзания определяет минимальную величину необходимого давления нагнетания.

Технический результат по устройству реализации способа достигается тем, что в известной технологической линии, включающей фильтрующие скважины, склад хранения озононасыщенного льда, установку для нагнетания озона под лед и пруд чистой воды, особенностью является то, что в пределах береговой зоны пруда, определяемых конструктивным запасом  $a = 2-4$  м, устроена емкость озононасыщения, образованная замкнутым вертикальным водонепроницаемым экраном, в частности, из полиэтиленовой пленки, верх которого заглублен в запирающий слой, сформированный в осенне-зимний период путем рыхления верхнего слоя почвы в 5-7 см, насыщения его влагой до полной влагоемкости с одновременным уплотнением и последующим промерзанием, а низ выполнен на уровне среднесезонной глубины промерзания, верхом емкости озононасыщения является ледовый покров пруда чистой воды.

Запирающий слой почвы, ледовый покров пруда и замкнутый водонепроницаемый экран, высота которого не должна превышать среднесезонную глубину промерзания, образуют герметичную емкость озононасыщения.

Заявленная группа изобретений соответствует требованию единства, поскольку группа разнообъектных изобретений образует единый изобретательский замысел.

На чертежах представлено устройство по заявленной группе изобретений, где на фиг. 1 изображен его разрез, а на фиг. 2 - план.

Способ реализуют следующим образом. В зимний период, когда сформировался сплошной ледовый покров в прудах чистой воды 1 (фиг. 1), нагнетающей установкой 6 (фиг. 1), например компрессором, подают озон под ледовый покров 5. Расчетное время подачи озона ( $t$ ) определяется выбранным режимом работы установки исходя из известного объема подаваемого озона ( $V_{\text{оз}}$ ) и производительности установки ( $\Pi$ ) по формуле:

$$t = V_{\text{оз}}/\Pi,$$

Необходимый объем нагнетаемого озона рассчитывают по формуле:

$$V_{\text{оз}} = V\beta,$$

где  $\beta$  - норматив озононасыщения, 0,75-1,0 мг/л [4].

Озон - газ - устремляется вверх и удерживается ледовым покровом, постепенно растекаясь по всей подледной поверхности емкости озононасыщения. Запирающий слой (фиг. 1 и 2), в пределах конструктивного запаса, и ограждающий экран 3 (фиг. 1) препят-

ствуют утечкам озона в атмосферу, аккумулируя его. Таким образом, поданный озон насыщает последовательно слои воды сверху вниз, уменьшает плотность и по этой причине исключает конвективный теплообмен с нижележащими слоями, сохраняя статическое положение. По мере поступления холода слои воды переходят в лед, удерживая растворенный в них озон. Как достоинство следует отметить, исходя из выше сказанного, что подача озона под лед может вестись параллельно нарастанию мощности льда или упрещающим темпом, поэтому нет технологической необходимости увязывать режим подачи озона с температурой воздуха, что имеет место в прототипе. По мере подачи всего объема озона его достаточно для насыщения толщи льда на величину, эквивалентную средне-многолетней глубине промерзания, что соответствует отметке низа экрана.

После того как ледовый покров достиг проектной или максимальной для данного сезона толщи, производится заготовка льда и его складирование в хранилищах 7 (фиг. 1 и 2).

Особенностью использования стоков животноводческих комплексов 8 (фиг. 1) является то, что после ответвления, разбавления чистой водой их подают на сельскохозяйственные поля орошения (ЗПО) 9 (фиг. 1). При длительном орошении происходит подъем уровня грунтовых вод 10 под ЗПО и радиальное растекание по прилегающей территории.

Аналогичная ситуация наблюдается и со стоками промышленных предприятий, которые зачастую в местах их аккумуляции приводят к подъему уровня грунтовых вод.

На следующем технологическом этапе фильтрующие скважины 11 (фиг. 1 и 2) заполняют заготовками озононасыщенного льда. Створ фильтрующих скважин выполняют между источником загрязнения и местом забора нормально грунтовому потоку для более эффективного их перехвата.

Талая вода скважин имеет близкую к нулевой температуру и поэтому озонудерживающая способность ее велика. Грунтовый поток водоносного слоя по всей глубине фильтрующей скважины захватывает талую воду и переносит ее вниз к месту забора 12 (фиг. 1).

По мере перемещения грунтового потока талая вода фильтрующих скважин перемешивается с грунтовой и принимает ее температуру, что способствует развитию окислительного процесса. Реакция наиболее активно и полно протекает в верхней части водоносного слоя, являющегося местом забора воды на питьевое водоснабжение, так как высвобождающийся по мере прогревания талой воды озон из более теплой нижней части переносится в верхнюю, увеличивая свою концентрацию.

Технологическая линия для реализации способа включает пруд чистой воды 1, водонепроницаемый экран 2, траншею 3, запирающий слой 4, ледовый покров 5, нагнетающую установку 6 (например компрессор), хранилище льда 7, животноводческий комплекс 8, сельскохозяйственные поля орошения 9 с уровнем грунтовых вод 10, фильтрующие скважины 11, место забора воды 12.

Технологическую линию устраивают следующим образом. В теплый период года пруд чистой воды 1 ограждают водонепроницаемым экраном 2, в частности, из полиэтиленовой пленки. Для этого на расстоянии, определяемом конструктивным запасом в 2-4 метра от уреза воды, отрывают траншею 3 по всему периметру пруда чистой воды. Глубина траншеи определяется по формуле:

$$H_{\text{пр}} = \Delta h + h_{\text{пром.ср.}}$$

где  $\Delta h$  - превышение берега над поверхностью воды;

$h_{\text{пром.ср.}}$  - среднемноголетняя глубина промерзания.

В траншею устанавливают экран. Пазухи между стенками траншеи и экраном засыпают с послойным увлажнением и уплотнением для исключения пор. Верх экрана не доводят до дневной поверхности на 5-7 см.

В предзимний период готовят основу для формирования запирающего слоя 4 в пределах или несколько шире конструктивного запаса. Для этого верхний слой почвы мощно-

# ВУ 8361 С1 2006.08.30

стью 5-7 см рыхлят, насыщают влагой до полной влагоемкости с одновременным уплотнением, например, катками.

Это позволяет ликвидировать трещиноватость почвы, ходы землеройных животных. В зимний период почва промерзает и при минимальной отрицательной температуре формирует запирающий слой, являющийся непроницаемым как и ледовый покров 5 пруда чистой воды 1 для газов, в том числе и озона [3]. Вмерзший в него верх экрана 2, как показывает практика, является герметичным узлом. Таким образом, запирающий слой, лед пруда чистой воды и ограждающий экран образуют емкость озононасыщения, объем которой можно рассчитать по формуле:

$$V = (B + 2a)(L + 2a)h_{\text{пром.ср.}},$$

где  $B$  и  $L$  - длина и ширина пруда;

$a$  - конструктивный запас, 2-4 м;

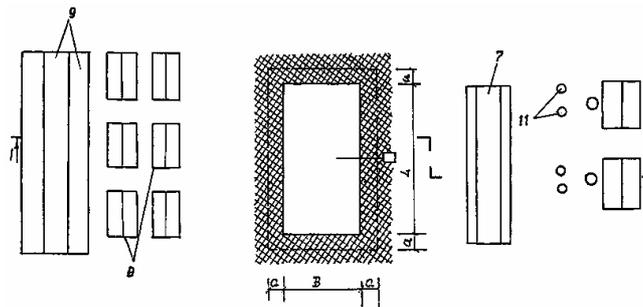
$h_{\text{пром.ср.}}$  - среднемноголетняя глубина промерзания.

На стороне пруда, противоположной расположению животноводческого комплекса 8 (источника загрязнения), готовят хранилище льда 7. Между хранилищем 7 и местом забора располагают фильтрующие скважины 12.

Данное техническое решение обладает предельно низкой энергоемкостью, простое в исполнении и легко реализуется на практике силами хозяйств и предприятий.

Источники информации:

1. Выложенная заявка ФРГ № 2920010, МПК С 02F 1/78, 1980.
2. Патент ВУ № 1962 Способ очистки подземных вод от загрязнения, МПК С 02F 1/78 // БИ № 4, часть 1. - 1997 (прототип).
3. Калюжный И.Л., Павлова К.К. Формирование потерь талого стока. - Л.: Гидрометеоздат, 1981. - С. 159.
4. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение, наружные сети и сооружения.



Фиг. 2