



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

Т Не подлежит опубликованию в открытой печати

(09) **SU** (11) **830863** **A**

3650 G 01 N 15/06

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

000209

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 2863033/18-25

(22) 02.01.80

(72) И.С.Матушевская, О.И.Михайлик,  
И.А.Островерк и Г.И.Иванов

(71) Всесоюзный научно-иссле-  
довательский институт по охране вод

(53) 535.242(088.8)

(56) 1. Патент США № 3309956,  
кл. 250-218, опублик. 1967.

2. Патент США № 3665201,  
кл. 250-218, опублик. 1972 (про-  
тотип).

(54) (57) 1. УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕ-  
НИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ВЗВЕШЕННЫХ ЧАСТИЦ В  
СТОЧНЫХ ВОДАХ, включающее проточ-  
ную камеру, источник светового по-  
тока, фотоприемник, для регистрации  
обратного рассеяния света, и ре-  
гистрирующий блок, о т л и ч а ю -  
щ е е с я тем, что, с целью повыше-  
ния точности измерения, проточная  
камера имеет крышку, выполненную в  
виде интегрирующей полусферы, на-  
правленной выпуклой частью в сторо-  
ну источника светового потока, с от-  
верстием по вертикальной оси проточ-  
ной камеры и с прорезью на боковой  
поверхности, причем фотоприемник ус-  
тановлен на направлении радиуса, про-  
ходящего через центр этой прорези,  
а в качестве источника светового по-  
тока использован лазер, причем внут-  
ренняя поверхность полусферы выпол-  
нена матовой.

2. Устройство по п.1, о т л и -  
ч а ю щ е е с я тем, что, в плоскос-  
ти крепления полусферы к верхнему  
торцу проточной камеры вертикально  
установлена светонепроницаемая труб-  
ка, так, что ее ось совмещена с осью  
проточной камеры, а нижний конец

трубки погружен в контролируемую жид-  
кость.

3. Устройство по пп. 1 и 2, о т л и -  
ч а ю щ е е с я тем, что между лазер-  
ом и интегрирующей полусферой уста-  
новлена делительная пластина для от-  
клонения части светового потока, на  
пути которого установлен дополнитель-  
ный фотоприемник, соединенный с одним  
входом регистрирующего блока, причем  
делительная пластина установлена под  
углом  $45^\circ$  к вертикальной оси проточ-  
ной камеры.

4. Устройство по пп. 1-3, о т л и -  
ч а ю щ е е с я тем, что между де-  
лительной пластиной и интегрирующей  
полусферой установлен модулятор свето-  
вого потока, выполненный в виде сое-  
диненной с электромотором крыльчат-  
ки, пересекающей световой поток, а  
над противоположным концом крыльчат-  
ки установлен источник освещения, под  
которым под крыльчаткой установлен  
фотоприемник модулятора, соединенный  
с входом блока синхродетектора, вто-  
рой вход которого соединен через блок  
усиления с выходом фотоприемника для  
регистрации обратного рассеяния све-  
та, а выход блока синхродетектора сое-  
динен с устройством сравнения, пос-  
ледний соединен с регистрирующим  
блоком.

5. Устройство по пп. 1-4, о т л и -  
ч а ю щ е е с я тем, что фотоприем-  
ник обратного рассеяния света имеет  
светофильтр.

6. Устройство по пп. 1-5, о т л и -  
ч а ю щ е е с я тем, что проточная  
камера выполнена цилиндрической.

7. Устройство по пп. 1-6, о т л и -  
ч а ю щ е е с я тем, что выходной

(09) **SU** (11) **830863** **A**



патрубок проточной камеры расположен у верхнего торца последней и на стороне, противоположной входному патрубку.

8. Устройство по пп. 1-7, отличающееся тем, что на дне камеры по ее вертикальной оси установлена ловушка излучения.

9. Устройство по п.1, отличающееся тем, что прорезь на полусфере расположена по дуге от вершины полусферы к ее основанию, а фотоприемник обратного рассеяния света установлен с возможностью поворота.

Изобретение относится к устройствам исследования химических и физических свойств веществ, а конкретно к устройствам для определения концентрации взвешенных веществ в жидкости и предназначено для контроля сточных вод промышленных предприятий.

Сточные воды промышленных предприятий содержат различные вредные минеральные примеси, химические соединения или токсические вещества. Одним из основных параметров, требующих постоянного контроля над сточными водами, является концентрация взвешенных веществ. Установленные предельно-допустимые концентрации (ПДК) взвешенных веществ в сточных водах требуют более высокой точности измерения, чем дают существующие приборы, вследствие чего проблема повышения точности устройств для измерения концентрации взвешенных веществ остается весьма актуальной.

Известно устройство для определения концентрации взвешенных веществ, представляющее собой широкодиапазонный турбидиметр, в основу которого положен нефелометрический принцип измерения. Турбидиметр состоит из проточной камеры и измерительной части. Камера расположена под углом  $45^\circ$  к вертикали и имеет входное отверстие для жидкости вблизи середины боковой стороны, а слив жидкости осуществляется через верхний край камеры.

Измерительная часть содержит источник света, линзу, фотоприемник и регистрирующее устройство. Луч света падает на поверхность жидкости под углом  $75-80^\circ$ . Часть света, рассеянного на частицах взвеси и направленная вертикально вверх, регистрируется фотоприемником [1].

Данное устройство обеспечивает непрерывный контроль за изменением концентрации взвешенных веществ, а также исключает непосредственный контакт фотоприемника с исследуемой жидкостью.

К недостаткам устройства относится нестабильность излучения источника света и нагрев фотоприемника последним за счет расположения их в одном блоке, что приводит к искажению результатов измерения.

Кроме того это устройство не обеспечивает достаточную проникающую способность луча, а также возможны случайные засветки фотоприемника.

Известно также устройство - нефелометр, в котором используется принцип обратного рассеяния. Нефелометр содержит источник коллимированного падающего света, защитное стекло, служащее для предотвращения попадания жидкости в измерительную часть, фоточувствительный элемент, воспринимающий обратное рассеяние света, и регистрирующее устройство. Нефелометр содержит пробоотборник, установленный в единственном отверстии камеры, через которое осуществляется соприкосновение пробоотборника с потоком жидкости [2].

Недостатком устройства является нестабильность потока измерения источника света, влияние нагрева источника света на фотоприемник, загрязнение защитного стекла исследуемой жидкостью, что увеличивает погрешность результатов измерения.

Целью изобретения является повышение точности измерения взвешенных частиц путем введения элементов, повышающих помехоустойчивость фотоприемника обратного рассеянного излучения

и элементов, повышающих его избирательность, устранения случайных засветок, а также исключения влияния неустойчивости излучения источника света.

Указанная цель достигается тем, что устройство для определения концентрации взвешенных частиц в сточных водах, включающем проточную камеру, источник светового потока, фотоприемник для регистрации обратного рассеяния света и регистрирующий блок, проточная камера имеет крышку, выполненную в виде интегрирующей полусферы, направленной выпуклой частью в сторону источника светового потока, с отверстием по вертикальной оси проточной камеры с прорезью на боковой поверхности, причем фотоприемник установлен в направлении радиуса, проходящего через центр этой прорези, а в качестве источника светового потока использован лазер, причем внутренняя поверхность полусферы выполнена матовой.

При этом в плоскости крепления полусферы к верхнему торцу проточной камеры вертикально установлена светонепроницаемая трубка, так, что ее ось совмещена с осью проточной камеры, а нижний конец трубки погружен в контролируемую жидкость.

Кроме того, между лазером и интегрирующей полусферой установлена делительная пластина для отклонения части светового потока, на пути которого установлен дополнительный фотоприемник, соединенный с одним из входов регистрирующего блока, причем делительная пластина установлена под углом  $45^\circ$  к вертикальной оси проточной камеры.

При этом между делительной пластиной и интегрирующей полусферой установлен модулятор светового потока, выполненный в виде соединенной с электромотором крыльчатки, пересекающей световой поток, а над противоположным концом крыльчатки установлен источник освещения, под которым под крыльчаткой установлен фотоприемник модулятора, соединенный с входом блока синхродетектора, второй вход которого соединен через блок усиления с выходом фотоприемника для регистрации обратного рассеяния света, а выход блока синхродетектора соединен с устройством сравнения, последний соединен с регистрирующим блоком.

При этом фотоприемник обратного рассеяния света имеет светофильтр. При этом проточная камера выполнена цилиндрической.

При этом выходной патрубок проточной камеры расположен и на стороне, противоположной входному патрубку.

При этом на дне камеры по ее вертикальной оси установлена ловушка излучения.

Кроме того, прорезь на полусфере расположена по дуге от вершины полусферы к ее основанию, а фотоприемник обратного рассеяния света установлен с возможностью поворота.

Сущность изобретения поясняется чертежом, на котором изображена схема общего вида устройства.

Устройство для определения концентрации взвешенных частиц в сточных водах содержит проточную цилиндрическую камеру 1, источник светового потока 2, в качестве которого используется лазер, например, ЛГ-56, фотоприемник 3, воспринимающий обратное рассеяние света, регистрирующий блок, состоящий из усилителя 4, синхродетектора 5, устройства сравнения 6 и самописца 7. Проточная цилиндрическая камера 1 имеет крышку 8, выполненную в виде полусферы с отверстием 9 для входа светового потока и с прорезью 10 для вывода света, рассеянного на частицах взвеси назад. Прорезь 10 расположена на поверхности полусферы 8 по дуге от вершины к ее основанию. Внутренняя поверхность интегрирующей полусферы 8 матовая и диффузно отражает свет. Фотоприемник 3 установлен с возможностью поворота для выбора оптимального угла расположения последнего.

В центре проточной камеры 1 в точке пересечения луча лазера 2 с поверхностью жидкости расположена светонепроницаемая цилиндрическая трубка 11, нижний конец которой помещен в жидкость, спицами 12 трубка 11 закреплена за край камеры 1, фотоприемник 3 расположен с возможностью перемещения по дуге, центром которой является точка, расположенная на вертикальной оси устройства и на 1-2 см ниже светонепроницаемой трубки 12, для выбора оптимального угла расположения фотоприемника 3.

Делительная пластина 13 расположена под лазером 2 под углом  $45^\circ$  к вертикали, отклоняя часть светового

потока на дополнительный фотоприемник 14, выход которого соединен с устройством сравнения 6. Под делительной пластиной 13 установлен модулятор светового потока, состоящий из электромотора 15 и крыльчатки 16. Крыльчатка 16 одним своим концом пересекает световой поток, создаваемый лазером 2, а над противоположным ее концом расположен источник освещения 17. Под крыльчаткой 16 установлен фотоприемник модулятора 18, воспринимающий промодулированное крыльчаткой 16 излучение дополнительного источника освещения 17. Выход фотоприемника модулятора 18 соединен со вторым входом синхродетектора 5 и создает на его входе опорный сигнал. Перед фотоприемником 3 установлен светофильтр 19, область пропускания которого совпадает с длиной волны генерируемой лазером 2. В проточной цилиндрической камере 1 входной патрубком 20 расположен вблизи дна камеры 1, а выходной патрубком 21 установлен на противоположной стороне камеры 1 вблизи края камеры 1. На дне камеры 1 установлена ловушка излучения 22.

Устройство работает следующим образом. В проточную цилиндрическую камеру 1 подают постоянный поток жидкости, содержащий взвешенные вещества, при открытых входном 20 и выходном 21 патрубках.

Лазер 2 генерирует излучение в непрерывном режиме с частотой  $f_1$ , световой поток которого  $F_1$ . Делительная пластина 13 делит световой поток  $F_1$  на два световых потока  $F_2$  и  $F_3$ . Световой поток  $F_2$ , отклоненный на 90° от вертикали делительной пластиной 13 и пропорциональный по величине основному  $F_1$ , воспринимается дополнительным фотоприемником 14, выход которого соединен с одним из входов устройства сравнения 6, в котором происходит сравнение двух сигналов и который соединен со входом самописца 7. Этим устраняется влияние случайных колебаний мощности излучения лазера 2 на величину выходного измеряемого сигнала. Регистрация сигнала производится самописцем 7.

Световой поток  $F_3$  после прохождения модулятора становится прерывистым с частотой следования импульсов  $f_2$ . Промодулированный световой поток  $F_3$  через отверстие 9 в полу-

сфере 8 падает на поверхность жидкости вертикально вниз и проходит в глубокие слои жидкости. На частицах взвешенных веществ происходит рассеяние света. Излучение, рассеянное на частицах взвешенных веществ назад и дополнительно усиленное с помощью интегрирующей полусферы 8, через прорезь 10 фиксируется фотоприемником 3 обратного рассеянного света. Сигнал от фотоприемника 3, пропорциональный концентрации взвешенных веществ, подается на вход усилителя 4 и затем в качестве основного сигнала на вход синхродетектора 5, на второй вход которого подается опорный сигнал от фотоприемника модулятора 18.

Затем сигнал, преобразованный в синхродетекторе 5, поступает на вход устройства сравнения 6, на второй вход которого подается сигнал для сравнения от фотоприемника 14, результирующий сигнал, пропорциональный концентрации взвешенных веществ, регистрируется самописцем 7. Формирование опорного сигнала на входе синхродетектора 5 осуществляется с помощью дополнительного источника света 17, промодулированное излучение которого воспринимается фотоприемником модулятора 18, выход фотоприемника модулятора 18 соединен со входом синхродетектора 5, который используется для повышения помехоустойчивости основного сигнала.

Перед фотоприемником 3 расположен светофильтр 19.

Использование светофильтра, область пропускания которого совпадает с частотой генерации лазера необходимо для устранения возможных случайных засветок фотоприемника 3 и для повышения избирательности его, для регистрации только промодулированного излучения лазера, рассеянного на частицах взвешенных веществ в жидкости в направлении назад. Влияние центральной точки пересечения светового луча с поверхностью жидкости устраняется с помощью светонепроницаемой трубки 12 и, таким образом, получаем информацию о глубинном рассеянии излучения на частицах взвеси.

На дне камеры 1 установлена ловушка 22, гасящая излучение лазера 2 и препятствующая многократному прохождению светового потока. При возрастании концентрации взвешенных

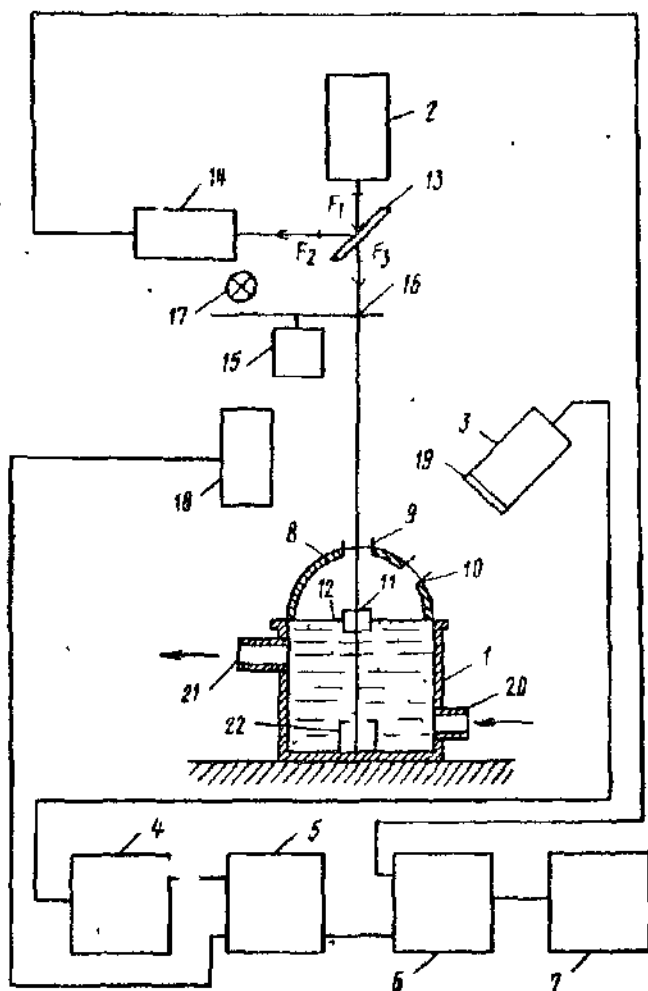
веществ возрастает составляющая света, рассеянного назад, и соответственно возрастает величина сигнала, воспринимаемого фотоприемником 3, а следовательно, и амплитуда переменного сигнала, поступающего на вход усилителя 4. Возрастает соответственно величина основного сигнала, поступающего на один из входов синхродетектора 5, на второй вход которого подается опорный сигнал от фотоприемника модулятора 18.

На выходе синхродетектора 5 получаем сигнал постоянного тока, амплитуда которого пропорциональна концентрации взвешенных веществ. С выхода синхродетектора 5 сигнал поступает на один из входов устройства сравнения 6, на это же устройство подается сигнал постоянного тока от фотоприемника 14, пропорциональный мощности излучения гелий-неонового лазера 2. В устройстве сравнения 6 происходит сравнение двух сигналов постоянного тока, и результирующий сигнал,

прямо пропорциональный концентрации взвешенных веществ, регистрируется самописцем 7.

Предложенное устройство для определения концентрации взвешенных частиц в сточных водах обеспечивает повышение точности и сокращение времени измерения взвешенных частиц в водотоке сточных вод по сравнению с известными устройствами, исключает загрязнение защитного стекла и обеспечивает достоверность результатов гидрохимического анализа в процессе проведения мероприятий по защите водных ресурсов (рек, озер, водохранилищ и других водотоков) от загрязнения примесями взвешенных частиц.

Предложенное устройство может найти широкое применение в заводских или цеховых лабораториях анализа сточных вод, кроме того оно может быть эффективно использовано службами водных инспекций как средство слежения за сбросом сточных вод.



ВНИИПИ Заказ 1564/ДСП  
Тираж 792 Подписное

Филиал ППП "Патент",  
г. Ужгород, ул. Проектная, 4

