

## **АППАРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ СПОСОБА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД**

Кизилов С.А., магистрант, гр. РТМ-151

Научный руководитель: Игнатова А.Ю., к.б.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, Россия,  
г. Кемерово

Сегодня для биологической очистки промышленных стоков используют различные биореакторы, такие как биологические фильтры, биороторы, реакторы с псевдооживленным слоем, а также реакторы с неподвижным слоем и подвижным слоем. Биореакторы предусматривают использование в процессе очистки материала-носителя, причем данный материал предусматривает возможность роста на его поверхности микроорганизмов в виде биопленки.

Например, известен биореактор [1], который содержит резервуар, оснащенный средствами подвода для подачи очищаемой воды и средствами отвода для отведения очищенной воды, причем указанный резервуар включает в себе материал-носитель, предусматривающий возможность развития на нем биопленки, причем указанный резервуар оснащен также средствами подачи среды, несущей реакционный газ, необходимый для процесса очистки, отличающийся тем, что поперечное сечение резервуара является круглым или эллиптическим, причем средства отвода расположены в резервуаре таким образом, что резервуар во время процесса очистки, по существу, заполнен водой, причем средства подачи текучей среды расположены на стенке резервуара, причем указанный биореактор также содержит средства управления для активации средств подачи текучей среды таким образом, что вращение материала-носителя, воды и среды, несущей реакционный газ, происходит вокруг оси вращения, проходящей, по существу, через центр поперечного сечения резервуара.

Известна установка микробиологической очистки сточных вод, включающая корпус, который состоит из двух частей. Верхняя часть корпуса выполнена в виде цилиндра, или усеченного конуса, или усеченной пирамиды со спускающимся углом наклона и переходит в нижнюю часть в виде конуса или пирамиды со спускающимся углом наклона. Корпус выполняет функцию второй секции отстаивания. В корпусе последовательно в вертикальном направлении по ходу движения сточной воды сверху вниз расположены камера гашения потока, камера анаэробной обработки воды, камера аэробной обработки воды и камера, включающая вторую секцию отстаивания. Камера анаэробной обработки воды включает первую секцию отстаивания с блоком тонкослойного отстаивания. Камера аэробной обработки воды снабжена системой аэрации и носителями для иммобилизации микроорганизмов. В выходном отверстии трубопровода подвода исходной сточной воды установлен отбойный щиток, который выполнен в виде кольца [2].

За рубежом используются реакторы с псевдооживленным слоем загрузки типа ОКСИТРОН (США, ФРГ), ХАЙ-ФЛОУ (Великобритания, Франция), АНТИКОНТАКТОР (Япония), фильтры ФЛОПАК и БИОКАРБОН (Франция), двухслойные конструкции и биофильтры с рециркуляцией (Япония), биофильтры ОКСИПОР и ФЗД (СССР), а также близкие по технологии к затопленным биофильтрам отечественные биофильтровальные сооружения [3].

Общие недостатки описанных устройств: недостаточная степень очистки воды, громоздкость и сложность сооружений, сложность очистки в связи со сложностью конструкции, высокая стоимость фильтрующей загрузки.

Основной задачей данных исследований стало создание установки для биологической очистки промышленных сточных вод упрощенной конструкции, с высоким качеством очистки воды при уменьшении стоимости очистки.

Установка представляет собой реактор проточного типа. При разработке модельной установки за основу взят тип реактора с неподвижной биопленкой. В этом случае биомасса микроорганизмов растет на поверхности насадки. Насадка должна иметь высокую удельную поверхность для увеличения площади, пригодной для роста микроорганизмов, и большую пористость, способствующую прохождению воздуха и жидкости. Входной поток сточной жидкости, прошедшей предварительное отстаивание, вводится с помощью распределительного устройства.

Для повышения производительности системы очистки нами выбран режим рециркуляции. Рециркуляция включает разбавление входных стоков выходными стоками. При этом коэффициент рециркуляции был постоянным и составил 1:1.

Для сборки установки были выбраны пластиковые емкости объемом 10 л. Каждая емкость закрывается крышкой для уменьшения испарения воды и устранения запаха. Установка находится на специальном стенде в виде каскада емкостей на разных уровнях, что позволяет жидкости стекать из одной емкости в другую через трубопроводы с помощью регулирующих устройств (кранов).

Общий вид установки показан на рис.

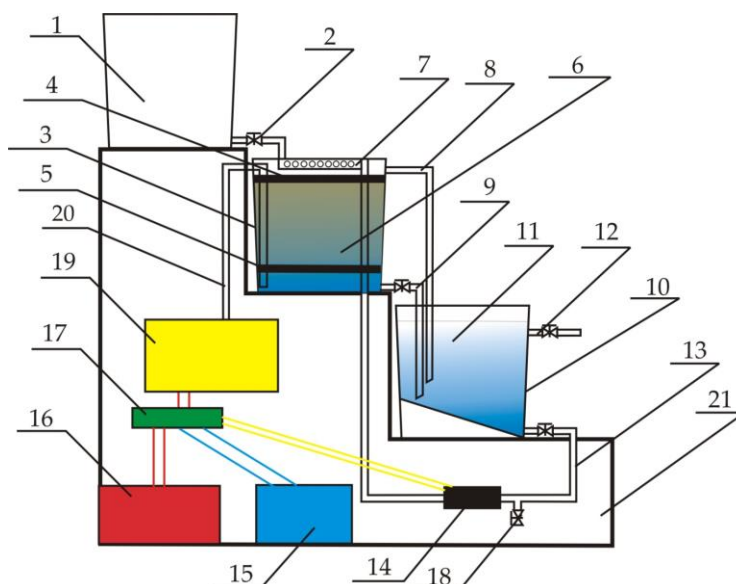


Рис. Схема экспериментальной лабораторной установки для очистки воды:  
1 – приемный бак, 2 – трубопровод неочищенной воды, 3 – бак биологической очистки, 4 – верхняя сетка, 5 – нижняя сетка, 6 – насадочный материал с биопленкой, 7 – распределительное устройство для сточной воды, 8 – трубопровод перелива, 9 – трубопровод с водой после биологической очистки, 10 – бак для приема воды после биологической очистки, 11 – вода после биологической очистки, 12 – пробоотборник, 13 – трубопровод циркуляции воды, 14 – помпа, 15 – аккумуляторная батарея, 16 – блок питания 220 – 12 В, 17 – блок управления помпой, 18 – вентиль для слива очищенной воды, 19 – компрессор, 20 – шланг с воздухом, 21 – стенд.

На разработанную установку получен патент РФ № 158006, опубл. 20.12.2015 г., бюл. № 5 [4].

Установка работает следующим образом. Сточная вода заливается в приемный бак, из приемного бака жидкость поступает через трубопровод неочищенной воды в распределительное устройство и в бак биологической очистки. В баке биологической очистки имеются верхняя и нижняя сетки, между которыми располагается насадочный

материал с биопленкой из активного ила. Неочищенная сточная вода из распределительного устройства протекает через насадочный материал, где очищается за счет деятельности микроорганизмов биопленки, затем через трубопровод попадает в бак для приема воды после биологической очистки. Из бака вода после биологической очистки через трубопровод циркуляции воды подается помпой под давлением в распределительное устройство. Трубопровод перелива предназначен для того, чтобы избежать перелива жидкости через край бака биологической очистки. Для отбора проб воды бак для приема воды после биологической очистки снабжен пробоотборником. Для слива очищенной воды установка имеет вентиль. Установка снабжена блоком питания, преобразующим 220 в 12 В. Также имеется аккумуляторная батарея для резервного питания. Выбор источника питания и скорость подачи воды помпой управляется блоком управления помпой. Для аэрации жидкости в бак биологической очистки вводится шланг с воздухом, подаваемым от компрессора. Лабораторная установка расположена на стенде.

Проведены испытания установки.

В эксперименте использовался активный ил очистных сооружений ОАО «Кокс». Процесс проводили в нестерильных условиях при температуре 18-20<sup>0</sup>С.

В водопроводную воду для экспериментов добавляли фенол в концентрации 500 мг/л. В качестве минеральных источников питания для микроорганизмов в очищаемую воду добавляли аммонийный азот в расчете 40 мг/л и фосфаты в расчете 16,5 мг/л. В качестве иммобилизатора взята солома, которая загружалась в промежуток между верхней и нижней сеткой бака биологической очистки, т.е. использовалась одновременно как насадка для биофильтра. Солому перед загрузкой в экспериментальную установку вымачивали 1 сутки в активном иле, разбавленном водопроводной водой.

Период процесса очистки составил 3 суток. Пробы очищенной воды отбирались каждые сутки. Был проведен анализ на содержание фенола, общую численность микроорганизмов. Общую численность микроорганизмов определяли чашечным методом Коха. Пробы отбирали из бака биологической очистки, в котором находится насадочный материал с биопленкой. Определение фенола в воде проводили фотоколориметрическим методом. Пробы воды для определения фенола брали с помощью пробоотборника.

Результаты эксперимента представлены в табл.

Численность микроорганизмов в ходе эксперимента растет, что говорит об их хорошей адаптации к загрязненной фенолом воде за счет создания благоприятных условий (минеральная подкормка, легкоусвояемый органический субстрат в виде соломы). Концентрация фенола в пробах воды снизилась. На 3-и сутки степень очистки воды от фенола составила 78 %.

Таблица.

Динамика численности микроорганизмов в сточной воде в процессе ее очистки и концентрации фенола в пробах очищенной воды

Время отбора проб, сут	Численность микроорганизмов, клеток/мл	Содержание фенола в пробе, мг/л	Степень очистки, %
Исходное значение	$2,3 \times 10^6$	500±2,4	0
2	$4,7 \times 10^8$	249±2,1	50,2
3	$5,4 \times 10^8$	110±1,4	78

Таким образом, была разработана и собрана экспериментальная лабораторная установка для проведения экспериментов по очистке стоков в проточной воде, работающая в режиме рециркуляции.

Такое конструктивное решение установки и применение в качестве насадочного материала растительных остатков позволяет повысить эффективность очистки сточных вод от трудно разлагаемых органических примесей, повысить устойчивости установки в эксплуатации, дает возможность применения при постройке установки дешёвых и легкодоступных материалов.

#### **Список литературы:**

1. Зайцев Г.А. Биореактор и способ биологической очистки воды / Пат. РФ № 2377190, заявл. 22.12.2006 г., опубл. 27.12.2009 г.
2. Левин Е.В. Установка микробиологической очистки сточных вод Патент РФ № 2490215, заявл. 31.08.2011, опубл. 20.08.2013 г.).
3. [http://edu.dvgups.ru/METDOC/ITS/GIDRA/V\\_O\\_S\\_V/METOD/FOMIN/UP1.htm](http://edu.dvgups.ru/METDOC/ITS/GIDRA/V_O_S_V/METOD/FOMIN/UP1.htm), дата обращения: 01.06.2015 г.).
4. Папин А.В., Игнатова А.Ю., Новоселова А.А., Кизилев С.А. Установка для биологической очистки промышленных сточных вод / Пат. РФ № 158006, заявл. 04.08.2015, опубл. 20.12.2015 г.