

УДК 628.356

Асламова Вера Сергеевна,
 д.т.н., профессор кафедры «Техносферная безопасность»,
 ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения»,
 e-mail: aslamovav@yandex.ru

Ильюшова Юлия Сергеевна,
 магистрант кафедры «Техносферная безопасность»,
 ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения»,
 yuliya.ilyushova@mail.ru

Асламов Александр Анатольевич,
 к.т.н., доцент кафедры «Машины и аппараты химических производств»
 ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет, e-mail:
 aaa_mx@angtu.ru

ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ И БЫТОВЫХ СТОКОВ

Aslamova V.S., Ilyushova Yu.S., Aslamov A.A.

EFFICIENCY OF BIOLOGICAL CLEANING OF INDUSTRIAL AND HOUSEHOLD DRAINS

Аннотация. Рассмотрен принцип действия биологической очистки промышленных и бытовых стоков, указаны его достоинства и недостатки. Проведен сравнительный анализ установок типа «БОС» с типовыми системами очистки сточных вод. Выявлены пути интенсификации процесса биологической очистки.

Ключевые слова: эффективность биологической очистки, промышленные и бытовые стоки, установка типа «БОС», биоценоз, гранулированным ил, флокулированный ил.

Abstract. The principle of biological treatment of industrial and domestic wastewater is considered, its advantages and disadvantages are indicated. A comparative analysis of BFB plants with typical wastewater treatment systems is carried out. The ways to intensify the biological treatment process are revealed.

Keywords: biological treatment efficiency, industrial and domestic wastewater, installation type «BOS», biocenosis, granular sludge, flocculated sludge.

Искусственное биологическое очищение промышленно-бытовых стоков выполняется из-за отсутствия возможности в природной среде самостоятельной их очистки от вредных веществ, в том числе от патогенных микроорганизмов. Следует отметить, что биологическая очистка (БО) стоков на базе установок типа «ЭКО-Б» [1], «БОС» [2], «Эко-Бос» [3] входит составной частью в системы очистки хозяйственно-бытовых и производственных стоков.

В составе промышленных стоков выделяют две группы загрязнителей:

– консервативные, которые с трудом поддаются биологическому разложению, плохо вступают в химические реакции (пестициды, фенолы, соли тяжёлых металлов);

– неконсервативные, которые подвергаются процессам самоочищения в водоёмах.

На установках БО загрязняющие вещества подвергаются последовательным технологическим процессам: механического

удаления взвешенных частиц органического и минерального происхождения в первичных отстойниках (решетки, песколовки) и биологической очистки в аэротенке с помощью микроорганизмов активного ила (АИ), которые находятся в свободном состоянии или прикреплены к полимерной загрузке и образуют из опасных веществ неопасные минеральные соединения (рис. 1) [4].

В процессе БО загрязняющих веществ (ЗВ) в аэротенке сточные воды непосредственно контактируют с микроорганизмами АИ в присутствии растворенного кислорода, а затем АИ в отстойниках отделяется от очищенной воды. АИ представляет собой биоценоз, искусственно выращенный и населенный простейшими и многоклеточными животными, бактериями, которые трансформируют ЗВ и очищают стоки в результате процессов биосорбции и биохимического окисления до простейших соединений. Насыщение сточных вод кислородом происхо-

дит при барботировании воздуха через перфорацию трубчатого воздухораспределителя, расположенного в донной зоне аэротенка.

На эффективность БО и жизнеспособность АИ влияют следующие технологические параметры: температура и pH стоков, наличие питательных веществ, концентрация растворенного кислорода в АИ, виды и концентрации ЗВ.

Химическое потребление кислорода (ХПК, мг/л) трактуется как количество кислорода, химически связанного, израсходованного на полное окисление присутствующих в 1 л стока органических веществ. Показатель ХПК является общим показателем за-

грязнения как промышленных сточных вод, так и природных вод.

Показатель биохимического потребления кислорода (БПК, мг/л) – количество растворенного кислорода, необходимого для окисления органических ЗВ бактериями АИ в 1 л воды. Следует отметить, что значение ХПК > БПК, так как ЗВ более подвержены химическому окислению. На каждой стадии БО стоков понижается количество органических ЗВ, поэтому уменьшаются значения критериев загрязнения ХПК и БПК. Степень этого уменьшения зависит от многих факторов, один из которых – использование химических реагентов на разных стадиях.

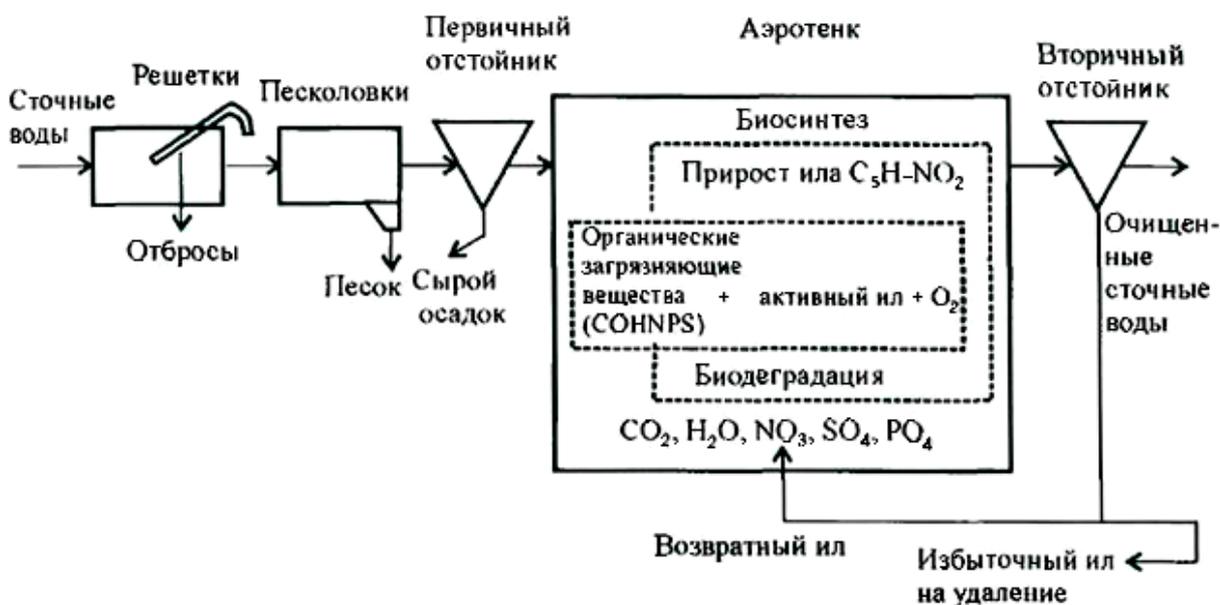
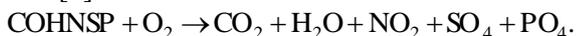


Рисунок 1 – Традиционная схема биологической очистки сточных вод

Процесс окисления описывается схемой [5]:



Принцип БО стоков основан также на процессах жизнедеятельности автотрофных и гетеротрофных микроорганизмов, обладающими следующими основными свойствами [6]:

- способностью потребления в качестве источников питания и получения энергии самых разнообразных органических и некоторых неорганических соединений;
- способностью быстро размножаться и одновременно поддерживать определенную численность бактерий в биоценозе;
- способностью легкого отделения образовавшихся колоний от очищенной воды.

Активный ил включает различные бактерии (целлюлозоразлагающие, аммонифи-

цирующие, нитрифицирующие, денитрифицирующие, жирорасщепляющие), многочисленные простейшие и грибы.

Для удаления биогенных соединений фосфора и азота используются в аэротенке процессы анаэробного распада полифосфатов, и ацидофикация [6]. Для удаления соединений азота применяются процесс аммонификации, нитрификации и денитрификации, а для удаления аммиака – процесс аммонификации, в результате которого образуется аммонийный азот. Получаемый аммонийный азот потребляется растительными организмами для построения клетки или окисляется до нитратов и нитритов бактериями ила в процессе нитрификации [7]. Перечисленные процессы являются неотделимой частью биологической очистки стоков, обеспечивающие требуемые нормативы ка-

чества воды по сбросу очищенных стоков в водоемы Российской Федерации [8].

Например, заслуживает внимание пятиступенчатая технология БО хозяйственно-бытовых стоков (рис. 2) [3]. После механической и биологической очистки стоки подаются в септическую камеру 2 для отделения взвешенных веществ и подготовки стоков для дальнейшей очистки.

Дно аэротенка 5 укрыто гранитным (керамзитовым) щебнем 6, через который подается воздух по перфорированным трубам аэратора 9. На щебне формируется биопленка из микроорганизмов, которая погло-

щает и окисляет совместно с АИ загрязнения. Из аэротенка 5 иловая смесь поступает во 2-й отстойник 10, где выполняется ее разделение: АИ возвращается в аэротенк, а осветленные стоки отводятся в аэробный биореактор 12, где очищаются от образованной биопленкой на ершовой загрузке 4 посредством подачи воздуха из перфорированных труб аэратора 13. Дно биореактора 12 устлано слоем доломитового (известкового) щебня 14, постепенное растворение которого содействует удалению фосфатов путем их связывания ионами магния и кальция.

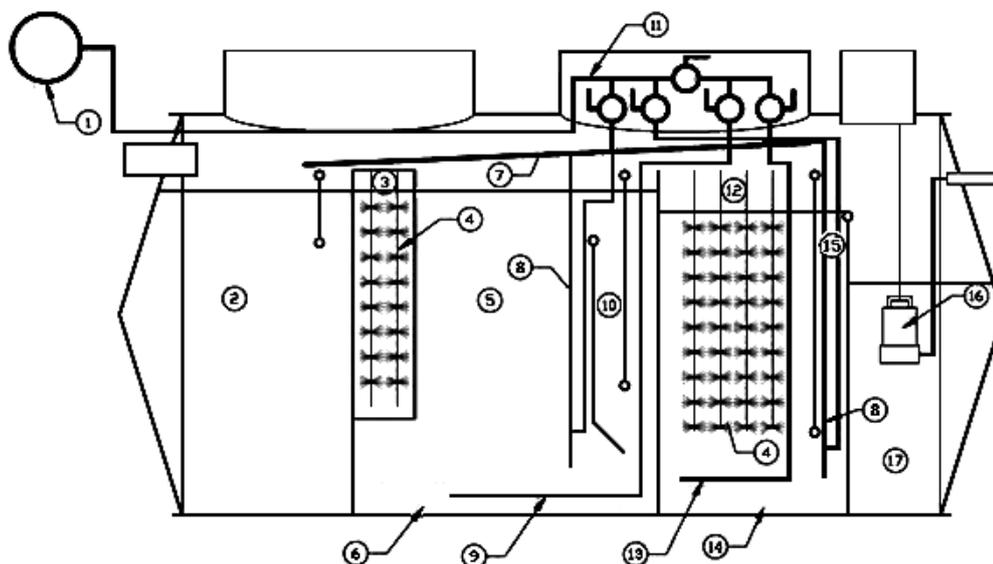


Рисунок 2 – Технологическая схема станции «Эко-Бос» очистки стоков: 1 – компрессор; 2 – септическая камера; 3 – анаэробный биореактор; 4 – ершовой загрузка; 5 – аэротенк; 6 – гранитный щебень; 7 – трубопровод для удаления осадка; 8 – эрлифт; 9 – аэратор; 10 – 2-й отстойник; 11 – система подачи воздуха; 12 – аэробный биореактор; 13 – аэратор; 14 – доломитовый щебень; 15 – 3-й отстойник; 16 – погружной насос; 17 – отсек очищенной воды.

Таблица
Концентрации загрязнений

Наименование	Концентрации, мг/л	
	Начальная	Конечная
БПК	300	3,0
взвешенные вещества	260	3,0
азот аммонийных солей	32	0,4
фосфаты	13	0,5
нитраты	0	9,0
нитриты	0	0,02
ПАВ	10	0,2

Об эффективности БО станцией «Эко-Бос» можно судить по данным таблицы, в которой приведены концентрации загрязнений в поступающей и очищенной воде.

Спроектированы модульные установки «БОС» различной производительности [1-3], которые легко монтируются, имеют эксплуатационные минимальные затраты, просты в обслуживании (персонал должен лишь следить за удалением механических взвесей и правильной дозировкой реагентов), и имеют небольшие сроки окупаемости (3-4 г.). Они могут работать как локально, так и в составе очистительных комплексов. Установки «БОС» широко применяются в промышлен-

ных цехах производственных помещений, также используются для коттеджных и вахтовых поселков и санаторных учреждений.

Системы «БОС» производственных и бытовых стоков имеют ряд преимуществ: минимизация количества иловых полей, энергопотребления и затрат на строительство, простота и надежность эксплуатации, компактность и т.д. [1-3].

Технология «БОС» обеспечивает разнообразный биоценоз, который на 99 % поддерживает биологическую дезинфекцию стока и ила [8]. Для обеспечения требований к дезинфекции очищенных стоков установки «БОС» снабжаются блоком обеззараживания УФ-излучением. Так, например, в [9] выполнен анализ достоинств и недостатков двух установок УФ обеззараживания:

– УОВ-50м-1000С, в которой УФ излучение создаётся амальгамными лампами, малоэффективными при уничтожении вирусов, спорообразующих бактерий, грибков и т.п. Кроме того, при эксплуатации наблюдались биообрастание кварцевых трубок светлюбивыми колониями микроорганизмов и их сополярзация, что требовало периодической очистки трубок;

– «Лазурь М-500», которая лишена перечисленных недостатков за счет оснащения дополнительным блоком ультразвуковых кавитаторов, повышающих в 1000 раз эффективность БО, и использования нового поколения амальгамных ламп NNI 300.

Как показали исследования [10], процесс очистки стоков молочного производства можно ускорить путем использования гранулированного ила, который устойчив к токсикантам, обладает хорошими седиментационными характеристиками. Кроме того, конечное значение ХПК очищенных гранулированным АИ стоков на 40-70 % меньше, чем при использовании активного флокулированного ила.

Кроме указанных подходов повышение эффективности БО возможно также при обогащении воздуха техническим кислородом, при использовании симбиотов высокоактивных культур ила, при биохимическом стимулировании окисления, при интенсификации процессов массообмена путем усовершенствования конструкций аэротенков, аэраторов и сепараторов активного ила [11].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».
2. ГОСТ 12.1.003-2014 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности».
3. ГОСТ 12.0.003-2015 «Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
4. Защита от производственного шума. Методические указания. - Омск, 1995 г.
5. Производственное освещение. Н.В. Горшенина, Л.Г. Стищенко, Методические указания. - Омск. 2011 г.
6. Профессиональный риск для здоровья работников: (руководство) / под ред. Н.Ф. Измерова, Э.И. Денисова. – М.: Тривант, 2016. – 448 с.
7. Роздин, И.А. Безопасность производства и труда на химических предприятиях / И.А. Роздин, Е.И. Хабарова, О.Н. Вареник. – М.: Химия, 2015. – 252 с.
8. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий».
9. Официальный сайт АО «АЗКиОС» [Электронный ресурс] – URL: <http://www.kataliz.ru/>