

Применение новых технологий для очистки сточных вод от фосфора и азота

Мижгонаи С., Ходжибаев Д.Д.*, Саидов А. М.

Горно-металлургический институт Таджикистана, ул. Московская 6, 735730, г. Чкаловск, Республика Таджикистан

*E-mail: daler_8788@mail.ru; тел: +992 92 778 23 78

Тезисы

Вода - ценнейший природный ресурс. Она играет исключительную роль в процессах обмена веществ, составляющих основу жизни. Огромное значение вода имеет в промышленном и сельскохозяйственном производстве. Для многих живых существ она служит средой обитания.

Так как большая часть воды после ее использования для хозяйственно-бытовых нужд возвращается в реки в виде очищенных сточных вод, а дефицит пресной воды уже сейчас становится мировой проблемой; появляется настоятельная необходимость в доочистке сточных вод от соединений азота и фосфора.

Все более возрастающие потребности промышленности и сельского хозяйства в воде заставляет искать разнообразные средства для решения этой проблемы.

На современном этапе определяются основные направления рационального использования водных ресурсов: более полное использование и расширенное воспроизводство ресурсов пресных вод; разработка новых технологических процессов, позволяющих предотвратить загрязнение водоемов и свести к минимуму потребление свежей воды.

Для очистки сточных вод от загрязнений, необходимо произвести комплекс мероприятий по удалению загрязнителей, содержащихся в бытовых и промышленных сточных водах.

В случае, превышения содержания загрязнителей при сбросе очищенных сточных вод в водоемы предельно допустимой концентрации требуется доочистка сточных вод от них. Предельно допустимая концентрация и лимитирующий показатель вредности соединений фосфора и азота приведены в СанПиН 4630–88. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения.

Среди существующих способов очистки сточных вод от соединений азота лидирует биологический способ, который как один из наиболее выгодных и эффективных методов очистки, рассмотрен в данной работе.

Степень загрязнения сточных вод оценивается концентрацией, т. е. массой примесей в единице объема в мг/л или г/м³. Соединения азота и фосфора поступают на очистные сооружения преимущественно в виде аммонийного азота, азота нитратов, азота нитритов и азота, связанного в органических соединениях. В сточных водах рыбоперерабатывающих комплексов, концентрация общего азота составляет от 50 до 60 мг/дм³ и может изменяться в зависимости от происхождения сточных вод. Соотношение массовых концентраций различных форм азота не является постоянным и зависит от стадии переработки сточных вод. В процессе транспортировки сточных вод на городские очистные сооружения уже начинается изменение состава. В частности, органическое соединение карбамид (мочевина), содержащийся в хозяйственно-бытовых сточных водах, в результате взаимодействия с бактериями распадается с образованием аммоний-иона (процесс аммонификации). Соответственно, чем протяженнее канализационная сеть, тем глубже протекает данный процесс.

Содержание аммоний-иона на входе в городские очистные сооружения может составлять от 20 до 50 мг/дм³.

Содержание нитрат-ионов на входе в очистные сооружения невелико, большое количество нитратов (до 50 мг/дм³ и выше) образуется за счет преобразования аммонийного азота в процессе нитрификации. В городских сточных водах содержание нитрит-ионов незначительно (в большинстве случаев менее 1 мг/дм³), так как нитрит-ион обычно не образует стабильных азотных связей и появляется на канализационных очистных сооружениях в качестве «промежуточной фазы» при переходе к нитрат-иону..

Глубокая очистка сточных вод может исключить попадание N и P в водоемы, поскольку при механической очистке содержание этих элементов снижается на 8-10%, при биологической-на 35-50 % и при глубокой очистке на 98-99 %.

При концентрации фосфора в воде водоема менее 0,001 мг/л эвтрофикация не наблюдается. Величина допустимой концентрации фосфора в сточных водах зависит от разбавления сточных вод в водоеме, фоновой концентрации в нем фосфора, наличия прочих источников фосфатов в сточной воде и обычно принимается равной 0,01-0,1 мг/л.

Основным источником фосфора в производственных сточных водах являются синтетические ПАВ. Концентрация фосфора в таких сточных водах может быть различной в зависимости от назначения воды в промышленности. Большая часть фосфора находится в сточной воде в растворенном состоянии.

Лучшим реагентом для химико-биологического извлечения фосфора считается сернокислый алюминий. При использовании этого коагулянта помимо удаления фосфора достигается более полное удаление бактерий, чем при применении других коагулянтов. При этом величина рН остается в пределах нормы для биологической очистки сточных вод.

Опыты показали, что доза реагента зависит от начальной концентрации фосфора в сточных водах. При содержании фосфора до 10 мг/л необходимая доза реагента должна отвечать соотношению $A1: P = 1 : 1$, при содержании фосфора в исходных сточных водах более 10 мг/л доза реагента должна быть увеличена в 1,5 раза.

С увеличением концентрации фосфора в поступающей сточной воде эффективность его химического осаждения понижается и стабилизируется при значении 10 мг/л - Стабильная величина составляет 70 % при добавлении реагента в соотношении $A1 : P = 1 : 1$ и 80 % при увеличении его дозы в 1,5 раза. Процесс химического осаждения фосфора протекает в течение первых 4-6 ч контакта, что вполне согласуется с продолжительностью обработки сточных вод в окислителе и денитрификаторе.

Биологические методы давно и успешно используются как основной метод очистки хозяйственно-бытовых сточных вод и фекальных стоков. Основой конструкции биологической очистки сточных вод является биореактор, где происходит переработка или утилизация загрязнений. В зависимости от типов загрязнений сточной воды в биологической очистке сточных вод применяются аэробные способы, анаэробные или совмещенные.

Подбор технологии и конструкции биологической очистки производственных стоков требует индивидуального подхода к каждому проекту. В большинстве случаев

биологическая очистка является лишь одним из этапов в общей технологии очистки промышленных сточных вод.

В настоящее время с развитием мембранных технологий появилось новое поколение биологической очистки – мембранные биореакторы (MBR). Конструкция мембранного биореактора представляет собой совмещение стандартного биореактора ультрафильтрационной установкой. Для биологической очистки промышленных сточных вод мембранные биореакторы имеют значительные преимущества перед обычными биореакторами.

Основные преимущества внедрения технологии мембранных биореакторов:

- повышение эффективности и надежности очистных сооружений;
- создание компактных очистных сооружений, благодаря замене вторичного отстаивания и фильтрации на фильтрах различного типа на мембранную доочистку;

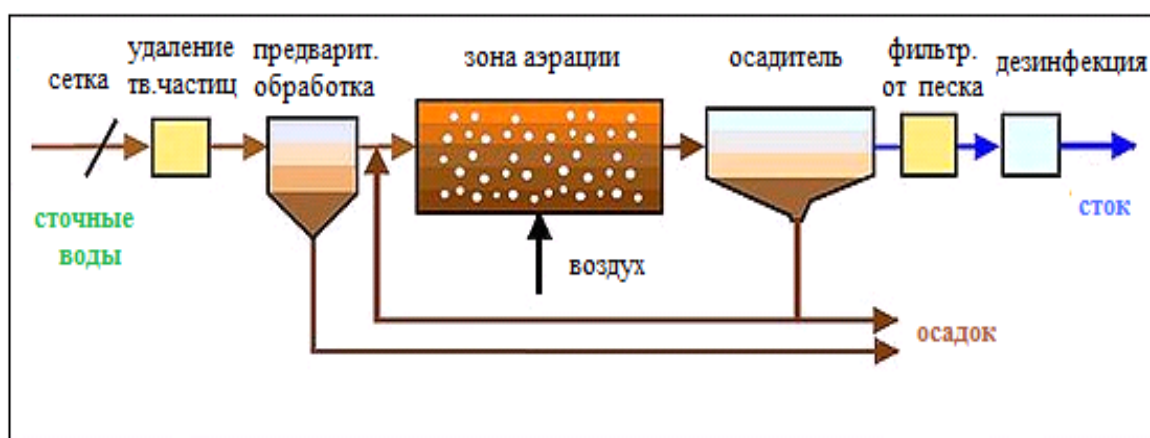


Рисунок 1 Схема обычной очистки с применением активного ила очистки

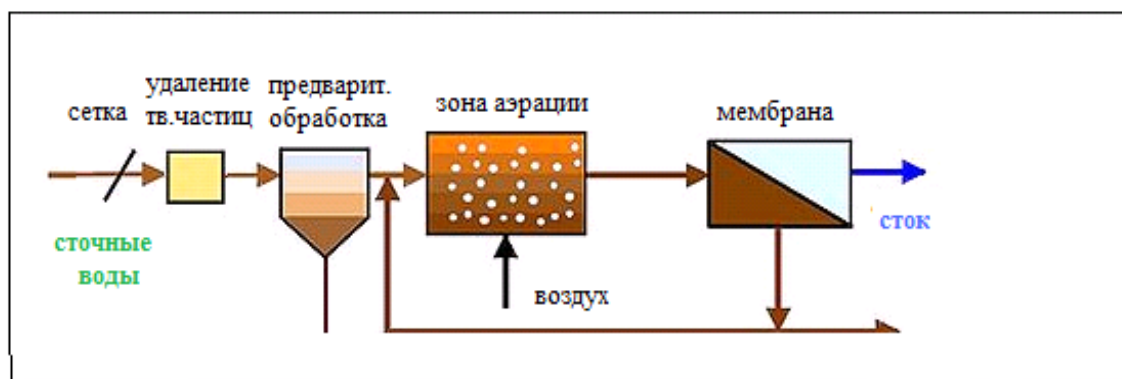


Рисунок 1.1 Схема с применением мембранного биореактора

Кроме перечисленных преимуществ в применении мембранного биореактора для очистки любых сточных вод необходимо отметить, что после классического биореактора очищенная вода требует дополнительной фильтрации и обеззараживания (рисунок 1 и рисунок 1.1.).

В настоящее время для обеззараживания очищенной сточной воды после классического биореактора используют добавление гипохлорита натрия или ультрафиолетовые лампы. Гипохлорит натрия вызывает необходимость использования сорбционных фильтров на конце технологии, а ультрафиолетовые лампы не дают

необходимой эффективности обеззараживания. Мембранный биореактор решает данные проблемы высокой степенью надежности.

Использование мембранных биореакторов является наиболее перспективным направлением для очистки промышленных сточных вод.

Технология MBR это комбинирование различных биохимических и мембранных процессов. Мембранный биореактор сочетает в себе процессы микрофильтрации и ультрафильтрации, а также процесс аэробной биологической очистки сточных вод.

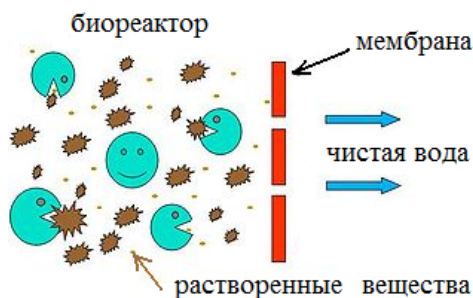


Рисунок 2 Схема, описывающая процессы в MBR

Мембраны (трубчатые, полволоконные и плоскостные элементы) служат в MBR в качестве барьера, дающего возможность очищать воду от содержащихся в ней загрязнений с высокой селективностью (высокомолекулярные соединения, взвешенные вещества, микроорганизмы активного ила и пр.) (рисунок 2). В зависимости от технологических задач мембранный биореактор [3] может использоваться как на этапе финишной очистки (до стадии обеззараживания), так и для предочистки перед нанофильтрацией и обратным осмосом при необходимости обессоливания очищенной воды.

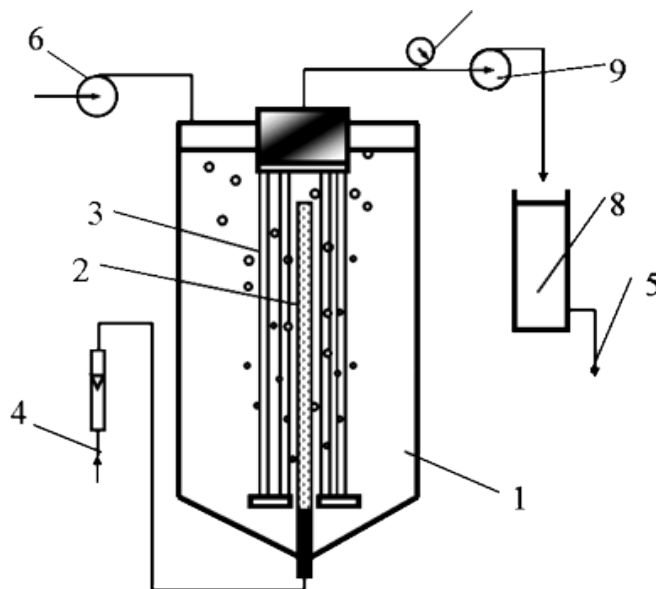


Рисунок 3 Схема мембранного биореактора по версии Технопарка РХТУ им Д.И. Менделеева:

1 - реактор, 2 - аэратор, 3 - полволоконные мембраны, 4 - воздух, 5 - очищенная вода, 6, 9 - насосы, 7 - манометр, 8 - фильтрат

Протекание процесса в МБР

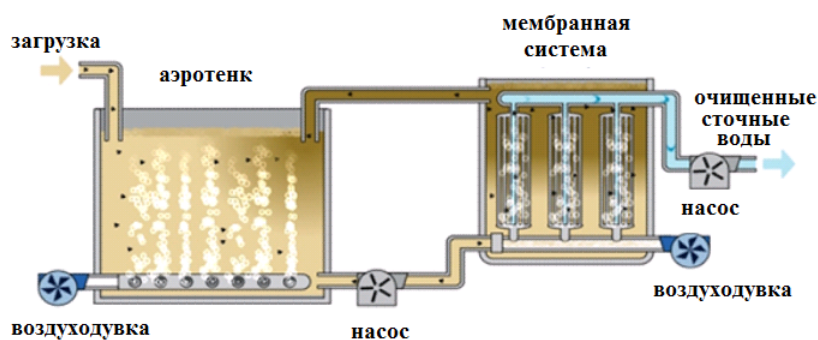


Рисунок 4 Схема протекания процесса МБР

Альтернативой технологии биологической очистки с многоступенчатой доочисткой и постоянным вводом реагентов является современная мембранно-биологическая технология с использованием мембранного биореактора (МБР).

В основу действия биореактора положен синтез биотехнологии и технологии разделения водных суспензий на ультрафильтрационных полимерных мембранах.

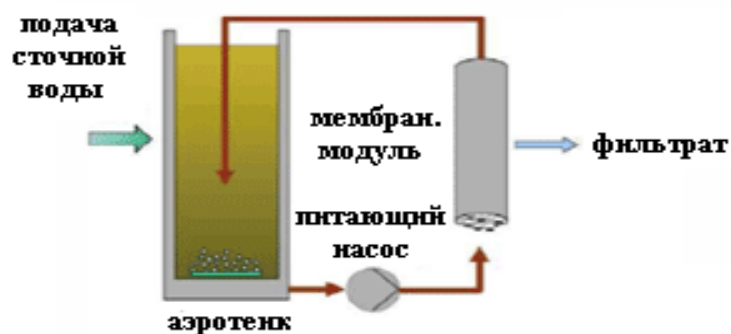


Рисунок 5 Схема мембранного биореактора

Система МБР состоит из аэротенка и мембранного модуля, оборудованного полволоконными ультрафильтрационными мембранами. Обрабатываемые сточные воды поступают в аэротенк. Находящаяся в аэротенке иловая смесь циркулирует через мембранный модуль. Ультрафильтрационные мембраны служат для повышения концентрации активного ила в аэротенке и глубокой очистки обрабатываемых сточных вод. Аэротенк в системе МБР работает с высокой концентрацией активного ила, поэтому его размеры в 2-3 раза меньше размеров классического проточного аэротенка.

Аэрирование осуществляется сжатым воздухом с помощью аэрационных систем (воздушодувок). В зависимости от требуемой производительности мембранные модули объединяются в мембранный блок, и их число может быть увеличено при возникновении необходимости повышения производительности системы.

Применяемое в системах МБР касательное фильтрование иловой смеси предотвращает ее забивание, т. е. накопление на ней отложений (бактерий). Такое движение иловой смеси обеспечивается циркуляционным насосом с производительностью, значительно выше расхода подлежащей обработке сточной воды. Возможность регулирования расхода и давления в циркуляционном контуре позволяет наладить полноценное управление процессом мембранного фильтрования при максимальной его эффективности. Постоянное омывание мембран диспергирует

очищающие бактерии, которые более не образуют плотные флоккулы, а потому возможность их прямого контакта с загрязнениями и кислородом значительно увеличивается. Из этого следует, что соотношение активных бактерий и окисляемых загрязнений оказывается большим в системе MBR, чем это обычно встречается в классической системе с активным илом.

Альтернативой технологии биологической очистки с многоступенчатой доочисткой и постоянным вводом реагентов является современная мембранно-биологическая технология с использованием мембранного биореактора (MBR).

Мембранные биореакторы - новое поколение биологической очистки сточной воды. Они сочетают в себе процессы микрофльтрации и ультрафльтрации, а также процесс аэробной биологической очистки сточных вод.

Внедрение технологии мембранных биореакторов обеспечивает:

- произвести, без включения в технологическую схему дополнительных блоков, глубокую очистку сточных вод от загрязняющих веществ до показателей, удовлетворяющих требованиям по сбросу очищенных стоков в природные водоемы всех категорий;

- повышение производительности очистных сооружений за счет увеличения концентрации активного ила в аэротенках;

- снизить на 20 - 40% массогабаритные характеристики емкостных сооружений, так как необходимое количество активного ила находится в меньшем объеме при более высокой концентрации;

- уменьшить на 30 - 70 % площади, занимаемые оборудованием (ввиду отсутствия вторичных отстойников, блоков доочистки, иловых площадок).

Главным преимуществом предлагаемой схемы очистки сточных вод является достижение высокой эффективности глубокой очистки: содержание взвешенных веществ в фильтрате 3 мг/л, снижение БПК₅ до 60-80 % и ХПК до 40-60 %; остаточное содержание фосфора в очищенной воде в этом случае составляет 2-3 мг/л, а фосфатов – 0.2- 0.4 мг/л

Ключевые слова: сточные воды; загрязнители; фосфор, азот, биореактор.

Литература

Навчально-методичні матеріали Сумського Державного Університету

<http://sumdu.telesweet.net/doc/lections/Osnovyi-ekologii-i-ekonomiki-prirodopolzovaniya/8332/index.html>

Технопарк РХТУ им Д.И. Менделеева

<http://enviropark.ru/course/view.php?id=8>

НПП Медиана-Эко. Современные технологии очистки промышленных сточных вод и рекуперации отходов

http://www.mediana-eco.ru/information/stoki_biological/bioreactor/

Технопарк РХТУ им Д.И. Менделеева. Транснациональный экологический проект

http://www.hydropark.ru/equipment/membrane_bioreactor.htm

<http://www.ecopolymer.com/2008-07-30-13-37-05/2008-07-30-13-58-56.html>

BBS Research. Membrane Bioreactors: Global Markets. Susan Hanft. June 2008.

<http://www.bccresearch.com/report/MST047B.html>

Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. СанПиН 4630-88.

www.complexdoc.ru/ntd/487990