

ОЧИСТКА СТОЧНОЙ ЖИДКОСТИ В УСТАНОВКЕ МАЛОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

Сорокина Н.В., к.т.н., доц., Фесик Л.А., к.т.н., доц.

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры,
г. Одесса*

Очистные установки малой производительности, как правило, не обеспечивают доведение качества очистки сточных вод до требований к сбросу в водоемы рыбохозяйственного назначения по концентрациям различных форм азота, БПК_{ПОЛН}, взвешенных веществ.

Целью работы является решение данной проблемы при помощи совместной работы прикрепленных и свободноплавающих микроорганизмов при рециркуляции определенного объема возвратного активного ила.

Задачами исследований следует считать определение параметров кинетик денитрификации, нитрификации, окисления органических веществ в трехступенчатом аэробном биореакторе.

Технологическая схема локальной очистки сточных вод в установке малой производительности (УМП) включает анаэробную обработку в септике, аэробную нитри-денитрифицирующую обработку в аэробном трехступенчатом биореакторе (первая ступень – денитрификатор, вторая – нитрификатор, третья – биореактор доочистки сточных вод) с сообществом прикрепленного и свободноплавающего биоценозов, вторичный отстойник (между второй и третьей ступенями биореактора), обеззараживание сточной жидкости.

В септиках наряду с гидролитическими ферментативными процессами протекают реакции аммонификации. Значительное снижение в сточных водах содержания растворенных органических веществ выдвигает на первый план на последующих стадиях аэробной биологической очистки процессы нитри-денитрификации. При этом целесообразно использовать насадки с прикрепленными микроорганизмами.

Главные факторы, оказывающие влияние на формы азота в воде – окислительно-восстановительный потенциал среды eH и pH . При низких значениях eH (-200...-300 мВ) в анаэробных условиях наиболее устойчивая форма азота – аммонийные соединения. При аэрации eH смещается до более высоких положительных значений (протекают реакции нитрификации). Нитраты устойчивы только в средах с достаточ-

но высокими величинами eH – в аэробных средах. Процесс денитрификации возможен в малоокислородных аноксидных условиях.

Глубоко восстановленная среда анаэробно обработанного стока из септика способствует протеканию процессов денитрификации в первой ступени аэробного биореактора при слиянии двух потоков: потока исходной сточной жидкости из септика (q_i) и потока возвратного активного ила ($q_{\text{ВАИ}}$) из вторичного отстойника. Величина соотношения $q_{\text{ВАИ}}/q_i$ может меняться от 1 до 3.

Даже при наличии барботажной жидкости в денитрификаторе воздухом, исключающем заиливание отсека, внесение кислорода с воздухом и с рециркулирующей жидкостью не может компенсировать потребность в кислороде восстановленных соединений сточной воды (создаются аноксидные условия). В денитрификаторе концентрация растворенного кислорода должна быть 1 – 2 мг/л, в нитрификаторе 3 – 4 мг/л.

В денитрификаторе основной источник кислорода – нитраты потока активного ила и очищенных сточных вод. Подаваемый в отсек воздух является средством создания массообмена между жидкостью и биоценозом прикрепленных микроорганизмов. В нитрификаторе воздух системы аэрации – источник кислорода и средство массообмена.

В ходе исследований в первую ступень аэробного биореактора (денитрификатор), имеющую объем 112 л, подавали расход 400 л/ч (100 л/ч стока из септика и 300 л/ч возвратного активного ила, т. е. соотношение расходов $q_{\text{ВАИ}}/q_i$ принято 3:1).

В результате разбавления происходило снижение концентраций всего потока по БПК_{ПОЛН}, азоту аммонийному и азоту нитратов.

В результате жизнедеятельности биомасса прикрепленного гетеротрофного биоценоза денитрификатора УМП обеспечивала снижение концентрации органических загрязнений с удельной скоростью окисления около 40 мг БПК_{ПОЛН}/(г×ч) при удельной скорости денитрификации 6 мг $[N-NO_3^-]/(г×ч)$ [2]. Свободноплавающий активный ил так же участвует в процессе окисления органики, но в меньшей степени. В аноксидных условиях денитрификатора удельная скорость окисления органических веществ сточных вод после септика ниже, чем для стоков, не обработанных анаэробно [1].

Специальный по составу биоценоз прикрепленных микроорганизмов осуществляет процесс денитрификации с удельной скоростью, в 4 раза превышающей скорость денитрификации свободноплавающим активным илом. При этом предварительная анаэробная очистка стоков (УМП) интенсифицирует процесс денитрификации.

После денитрификации сточная вода подавалась во вторую ступень аэробного биореактора (нитрификатор), объемом 110 л с величиной

биомассы прикрепленных микроорганизмов-нитрификаторов около 600 г по беззольному веществу.

С учетом биоценоза свободноплавающего активного ила не менее 100 г по беззольному веществу, во втором отсеке работало примерно 0,7 кг биомассы аэробных микроорганизмов по беззольному веществу. За 15...16 минут пребывания иловой смеси во втором отсеке снижение азота аммонийного произошло с 8 до 1 мг/л. Фактически за 1 ч поступило со стоками 3200 мг азота аммонийного, а ушло с осветленной, биологически очищенной сточной жидкостью не более 100 мг. Если не учитывать работу денитрификаторов, удерживаемых в первой ступени ершовой насадкой, то в процессе окисления азота аммонийного принимал участие свободноплавающий активный ил (около 300 г) и прикрепленный биоценоз (600 г) по беззольному веществу. Весь этот биоценоз окислил и использовал на прирост биомассы 3300 мг $[NH_4^+]$ /ч.

Таким образом, можно считать, что удельная скорость утилизации азота аммонийного составила 3,66 мг $[NH_4^+]$ /(г×ч) при концентрации азота аммонийного, в среднем, не более 3 мг/л (если учесть, что процесс утилизации протекает в первой и второй ступенях УМП).

С использованием ершей-свидетелей были построены кинетические кривые окисления азота аммонийного. При этом удельная скорость окисления органических веществ составила 18...20 мг/(г×ч).

Интересные изменения происходили в составе биоценозов, прикрепленных на ершовой насадке в первой и второй ступенях биореактора. Содержание фосфора в сухом веществе биоценоза первой ступени в 1,5...2,0 раза выше, чем во второй и в свободноплавающем активном иле, и составило 3,5...4,5 % от веса сухого вещества.

В двух ступенях биореактора потребление фосфора на прирост биомассы микроорганизмов, создание ферментных систем составило до 50 % от поступающей массы фосфора.

Осветленная во вторичном отстойнике сточная жидкость разделялась на два потока, один из которых (рециркуляционный) отводился в первую ступень на разбавление анаэробно обработанной в септике исходной сточной жидкости, а второй – в третью ступень аэробной биологической очистки (биореактор доочистки), где обеспечивалось доведение качества очищенных сточных вод до показателей: БПК_{полн} и взвешенные вещества – 3...5 мг/л; азот аммонийный – 0,2...0,3 мг/л; нитриты – 0,02 мг $[NO_2^-]$ /л; СПАВ и жиры отсутствуют, содержание фосфора снижается на 50 %.

Выводы

1. Первая ступень аэробного биореактора обеспечивает денитрификацию сточной жидкости со скоростями снижения БПК_{полн} около 40 мг БПК_{полн}/(г×ч) и удельной скоростью денитрификации около 6 мг [N-NO₃⁻]/(г×ч).

2. Вторая ступень аэробного биореактора осуществляет нитрификацию азота аммонийного до уровня 3...4 мг [NH₄⁺]/л при удельной скорости нитрификации не менее 3 мг [NH₄⁺]/(г×ч).

3. Решающую роль в процессах очистки сточных вод в первых двух ступенях УМП играет не биоценоз свободноплавающего активного ила, а биомасса прикрепленных на ершах микроорганизмов.

4. Третья ступень аэробного биореактора обеспечивает стабильность качества доочищенной сточной жидкости и соответствие требованиям качества вод, сбрасываемых в рыбохозяйственный водоем.

Summary

The nitr-denitrifying processes in the aerobic three-stage bioreactor of setting of the small productivity for cleaning of domestic sewages were considered and studied.

Литература

1. Куликов Н. И., Куликов Д. Н., Куликова Е. Н., Приходько Л. Н., Сорокина Н. В., Деревянко М. С. Использование модифицированной трехиловой системы биологической очистки сточных вод с тонкослойными пульсационными илоотделителями на очистных станциях различной производительности // Новые технологии и оборудование в водоснабжении и водоотведении. Сборник материалов/ РАВВ; НИИ коммунального водоснабжения и очистки воды; Водкоммунтех. – М.: ФГУП «ВИМИ», 2005. Вып. 5. С. 144–150.

2. Эпоян С. М., Сорокина Н. В. Определение значений параметров работы денитрифицирующей стадии аэробной биологической очистки сточной жидкости в установке малой производительности // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ. – 2005. – Вип. 30. Т.1. – С. 203 – 206.