

## **ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В БИОРЕАКТОРАХ МОС-2 В ОСЕННЕ-ЗИМНИЙ ПЕРИОД**

Поскольку биологическая очистка сточных вод осуществляется живыми организмами, очень важно обеспечение оптимальных и стабильных условий для их жизнедеятельности. Вместе с тем, в составе сточных вод, поступающих на очистные сооружения и на биологическую очистку в частности, в параметрах функционирования очистных сооружений возможны изменения, в том числе сезонные. В этой связи целесообразно изучение закономерностей биологических процессов в разные сезоны года. Данная работа посвящена выявлению особенностей процессов в сооружениях биологической очистки в осенне-зимний период (октябрь – декабрь).

К числу факторов, подверженных изменению и влияющих на состояние активного ила, а, значит, на протекание биохимических процессов относятся: температура, рН, нагрузка на активный ил, содержание кислорода в растворенном или связанном состоянии, доступность компонентов сточных вод для биологического окисления, наличие токсикантов [1].

В течение изученного периода температура воды в аэротенке изменялась от 21,5°C в начале октября до 15,1°C к концу декабря, значение рН находилось в пределах 7,2–7,6, что является удовлетворительным для биологической очистки.

Поступающие на очистные сооружения сточные воды имеют очень высокую долю промышленных загрязнений, среднее значение БПК<sub>5</sub> было несколько выше в октябре (230 мг/дм<sup>3</sup>), а в ноябре и декабре находилось в интервале 180–185 мг/дм<sup>3</sup>, в то время, как ХПК составляло 590–600 мг/дм<sup>3</sup> в октябре и декабре и 513 мг/дм<sup>3</sup> в ноябре. Таким образом отношение БПК<sub>5</sub>/ХПК (таблица 1) свидетельствует о доступности для биологического окисления примерно третьей части загрязнений, присутствующих в сточных водах.

Отсутствие корреляции между пиковыми значениями показателей БПК<sub>5</sub> и ХПК можно считать свидетельством того, что имеют место залповые поступления промышленных сточных вод, содержащих трудноокисляемые загрязнения. Уровень загрязнения поступающих

сточных вод по взвешенным веществам, азоту аммонийному и фосфору фосфатному имеет явно выраженные отличия в утреннее и дневное время, наглядно проявляется разница в поступлении азота аммонийного и фосфора фосфатного в будние и выходные дни. Эти факты являются еще одним подтверждением того, что основным источником поступления данного вида загрязнений не является бытовой сектор.

Соотношение  $BPK_5/P_{общ.}$  является благоприятным для биологического удаления фосфора, тогда как отношение  $BPK_5/N_{общ.}$  можно считать свидетельством недостатка легкоокисляемых органических соединений для процесса денитрификации [1].

Таблица 1

**Показатели сточных вод, влияющие на протекание биологических процессов**

Показатель	Временной интервал		
	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
$BPK_5/XПК$			
– вход в приемную камеру	37,8	35,8	31,9
– вход в аэротенк	33,5	34,6	41,9
$BPK_5/N_{общ.}$			
– вход в приемную камеру	3,2	3,1	2,8
– вход в аэротенк	2,7	2,7	2,7
$BPK_5/P_{общ.}$			
– вход в приемную камеру	32,6	29,5	28,2
– вход в аэротенк	26,4	23,7	25,9

Первичное отстаивание позволяет снизить содержание азота аммонийного в среднем на 6,3%, фосфора фосфатного на 7,8%. На стадии биологической очистки средняя степень удаление азота аммонийного составила 85,8%, 92,7%, 95,7% за октябрь, ноябрь и декабрь соответственно. Сопоставление содержания разных форм азота в сточных водах, поступающих на биологическую очистку, и в биологически очищенных сточных водах указывает на удовлетворительное протекание процессов нитрификации и денитрификации.

Для очистки сточных вод от фосфора фосфатного также зафиксировано некоторое увеличение эффективности от октября к декабрю (87,3%, 89,7%, 91,1%).

Среднее за месяц содержание хрома в поступающих в приемную камеру сточных водах составило 0,850 мг/дм<sup>3</sup>, 0,121 мг/дм<sup>3</sup> и 0,328 мг/дм<sup>3</sup>. К числу неблагоприятных для биологических процессов факторов следует отнести залповые поступления хрома: 2,8 мг/дм<sup>3</sup> 2 октября, 0,3 мг/дм<sup>3</sup> 27 ноября, 0,54 и 0,56 мг/дм<sup>3</sup> 4 и 18 декабря соответственно. Следует отметить, что подавляющая часть хрома (от

54,6% в декабре до 74–78% в ноябре и декабре удаляется на стадии первичного отстаивания.

Для оценки состояния активного ила анализировали пробы иловой суспензии, отобранные из сооружений МОС-2.

В биоценозе обнаружены более 30 видов простейших и многоклеточных организмов, из них одновременно встречались 20–28 видов [2]. Видовой состав мало различался на протяжении периода исследований, однако количество организмов отдельных видов и соотношение различных индикаторных групп сильно варьировали.

Для периода наблюдений характерно стабильно малое число крупных раковинных амёб *Arcella vulgaris* и постепенное значительное снижение количества мелких раковинных амёб *Centropyxis* sp., что может быть обусловлено неблагоприятным для этих организмов сезоном года. Доля мелких голых амёб в биоценозе сильно возросла от значений, соответствующих нормальному протеканию процесса очистки (конец октября), до более чем 38% к концу декабря. Одновременно до 15–25% выросла и доля мелких жгутиконосцев (*Bodo saltans*, *Entosiphon sulcatum*, *Petalomonas pusilla* и др.). Количество же хищных крупных жгутиконосцев *Peranema pleururum*, *P. Trichophorum*, напротив, в течение двух месяцев наблюдения снижалось.

Индикаторная группа брюхоресничных инфузорий была представлена видами *Aspidisca costata* и *Euplotes affinis*. Оба вида могут обитать в довольно широких интервалах загрязнённости воды. Доля этих инфузорий значительно уменьшилась на протяжении ноября со значения более 50% до 6–8%. Этот факт может косвенно свидетельствовать о разрушении хлопков ила, что подтверждено результатами микроскопирования образцов иловой смеси. В течение декабря доля этих организмов возросла, однако не превысила 27%.

Найденные в октябре виды кругоресничных инфузорий (*Vorticella convallaria*, *Epistylis* sp., *Opercularia phryganeae*) обычны в активном иле очистных сооружений. Однако к середине ноября возросла численность *Vorticella microstoma*, *Opercularia microdiscum*, для которых характерна устойчивость к неблагоприятным факторам среды. Далее число кругоресничных инфузорий постепенно снижалось и их доля в иле не превышала 10%.

В числе свободноплавающих инфузорий обнаруживались типичные для активного ила виды *Trachelophyllum pusillum* и *Dexiotricha* sp. С конца октября до конца ноября наблюдалась тенденция увеличения численности обоих видов инфузорий, что может свидетельствовать о росте в этот период числа свободных бактерий, не связанных с хлопками активного ила.

О достаточно высоком уровне развития биоценоза говорит присутствие хищных сосущих инфузорий (*Tokophrya quadripartita* и др.), однако постепенное снижение их количества свидетельствует об ухудшении условий обитания.

В период наблюдений отмечено уменьшение численности и низкое видовое разнообразие коловраток, которые в основном принадлежали к обычному для очистных сооружений виду *Rotaria tardigrada*. В ряде проб найдены единичные представители вида *Lecane inermis*. Изредка встречались круглые черви (нематоды).

В пробах иловой суспензии обнаружены не менее четырех различных видов нитчатых бактерий. Тонкие нитчатые образования одного из них в массе присутствовали в составе хлопков ила, что способствовало разрыхлению и снижению плотности последних. Как следствие, иловая масса отличалась низкой седиментационной способностью.

Наиболее благоприятная ситуация как по видовому составу активного ила, так и по соотношению индикаторных групп наблюдалась в конце октября. Далее происходило постепенное ухудшение структуры биоценоза с развитием устойчивых к неблагоприятным условиям видов, массовым размножением мелких организмов низших трофических уровней, снижением доли кругоресничных и брюхоресничных инфузорий, а также хищников и многоклеточных организмов.

Таким образом, за исследованный период эффективность очистки сточных вод существенно не изменилась. Однако, присутствие в биоценозе значительного количества нитчатых организмов свидетельствует о наличии факторов, подавляющих развитие флокулообразующих бактерий (токсичных веществ, низкие концентрации легкоокисляемых органических соединений и др.).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Харькина О. В. Эффективная эксплуатация и расчет сооружений биологической очистки сточных вод. – Волгоград: Панорама, 2015. 433 с.
2. Активный ил: база данных [Электронный ресурс] / Регистрационное свидетельство № 1750900641 от 01.06.2009 г.; – Электрон. дан. (1,3 Гб). – Мн.: Флюрик Е.А., Маркевич Р.М., Гребенчикова И.А., Рымовская М.В., Дзюба И.П., 2009. – 2 электрон. опт. диск (CD-ROM).