

ВЛИЯНИЕ СООТНОШЕНИЯ РЕЦИРКУЛЯЦИОННОГО АКТИВНОГО ИЛА И ХИМСТОКА, ПЕРИОДА АЭРАЦИИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИООКИСЛЕНИЯ ПО ХПК И ТОКСИЧНОСТИ В ТРЕХКОРИДОРНЫХ АЭРОТЕНКАХ

Ключевые слова: токсичность, химическая потребность кислорода, биодеструкция, регенератор, аэротенк, активный ил, биологическая очистка, регенерация, микроорганизмы активного ила, эффективность биоокисления, загрязняющие вещества.

Проведены исследования эффективности биоочистки химзагрязненных сточных вод в промышленных условиях в зависимости от разных концентраций активного ила, разных периодов аэрации и различных соотношений количеств рециркуляционного ила и сточных вод, подаваемых в аэротенк. Получены результаты биодеструкции загрязняющих веществ по ХПК и токсичности.

Keywords: toxicity, chemical oxygen demand, biological degradation, regenerator, aeration tank, activated sludge, biological treatment, regeneration, microorganisms of activated sludge, efficiency of biological oxidation, contaminants.

Studies of efficiency of chemically polluted waste water bioremediation in industrial conditions due to different concentrations of activated sludge, different aeration periods and different ratio of the recycle sludge and waste water fed into the aeration tank were performed. The results of biodegradation of pollutants on the COD and toxicity were obtained.

Основными технологическими параметрами, определяющими эффективность биодеструкции загрязнителей в аэротенках трехкоридорного типа с дифференцированной подачей сточных вод и с сосредоточенной подачей возвратного активного ила, являются: период аэрации, доза активного ила, объем регенерационной зоны, концентрация растворенного кислорода, pH-среды, температура, гидродинамический режим и другие параметры.

В свою очередь, доза активного ила K_{ai} зависит от количества рециркулируемого активного ила, количества стоков и может быть определена по формуле:

$$K_{ai} = (W_{ai}/W_{cm.})n_1n_2, \quad (1)$$

где W_{ai} – количество рециркулируемого активного ила; $W_{cm.}$ – количество сточных вод, подаваемых в аэротенк; n_1 – коэффициент, учитывающий конструкцию и время нахождения ила во вторичных отстойниках; n_2 – коэффициент, учитывающий соотношение объемов аэротенка и вторичных отстойников.

Суммарное количество W_{ai} и $W_{ст.}$, приведенное к единице объема аэротенка определяет период аэрации или время окисления. Величина $W_{cm.}$ на биологических очистных сооружениях (БОС) химического предприятия величина относительно нерегулируемая (заданная технологическим процессом стокообразующего производства) и с временем аэрации связана соотношением:

$$\tau_{aэp} = Q/(W_{ai} + W_{cm.}), \quad (2)$$

где $\tau_{aэp}$ – время аэрации; Q – рабочий объем аэротенка. Время аэрации можно изменять, регулируя количество рециркуляционного (возвратного) активного ила (W_{ai}) и перераспределяя количество сточных вод ($W_{cm.}$) между отдельными аэротенками (обычно в блок БОС химического предприятия входит несколько параллельно работающих аэротенков). Из соотношения (2) видно, что одинаковому $\tau_{aэp}$ может соответствовать множество соотношений W_{ai} и $W_{cm.}$, каждое из которых определяет эффективность биоочистки.

Автор совместно с группой специалистов цеха нейтрализации и очистки промышленно-сточных вод ОАО «Казаньоргсинтез» в 2008 г. проводил эксперименты в производственных условиях на реальных химзагрязненных сточных водах и на промышленных аэротенках по определению эффективности биодеструкции загрязнений по ХПК (химическое потребление кислорода) и токсичности в зависимости от различных соотношений подачи возвратного активного ила и химстока (R) и в зависимости от периода аэрации. Исследовались два варианта указанных соотношений и периодов аэрации:

вариант А – соотношение подачи в аэротенк рециркуляционного активного ила и химстока – 90:60 ($m^3/ч$) (коэффициент рециркуляции $R = 1,5$); концентрация ила: в аэротенке 5,6 г/дм³; в рециркуляционном иле – 9,2 г/дм³; период аэрации – 20 час;

вариант Б – соотношение подачи в аэротенк рециркуляционного активного ила и химстока – 60:60 ($m^3/ч$) (коэффициент рециркуляции $R = 1,0$); концентрация ила: в аэротенке 3,2 г/дм³; в рециркуляционном иле – 8,9 г/дм³; период аэрации – 23 час. (табл.1).

На основании результатов исследований, усредненные данные которых представлены в табл.1 видно, что уменьшение подачи активного ила в аэротенк в 1,5 раза ($R = 1,0$; соотношение активного ила и химстока = 60:60 $m^3/час.$) и, соответственно, уменьшение концентрации активного ила с 5,6 до 3,2 г/дм³ не только повлекло снижение биодеструкции загрязняющих веществ (как того следовало бы ожидать исходя из уменьшенной концентрации активного ила в варианте Б), но и наоборот, увеличило эффективность окисления по ХПК на 3,3%, по токсичности – на 12,5%. Элемент случайности в проведении исследований или выполнении последующих лабораторных анализов был практически исключен, так как для подтверждения (или опровержения) полученных первых результатов исследова-

дования были неоднократно повторены (24 раза) в различных условиях.

Таблица 1 - Эффективность биодеструкции по ХПК и токсичности

	ХПК, мгО ₂ /дм ³			Токсичность, %		
	Исх.	Кон	Эфф. , %	Исх.	Кон	Эфф. , %
Вариант А	843	132	84,3	40	5	87,5
Вариант Б	886	110	87,6	38	0	100

Примечание: В табл.1 даны средние (усредненные) значения показателей из 24-х результатов проведенных разовых анализов по ХПК на входе и выходе из аэротенка.

Технологическим фактором, компенсирующим уменьшенное значение концентрации активного ила, остается на долю увеличенного периода аэрации (увеличенное время окисления в данном варианте исследований на 3 часа).

Полученные результаты исследований дают основания для следующих выводов:

1) В штатных регламентных режимах работы биостанции высокая концентрация активного ила не инициирует более высокую результативность биоокисления.

2) Процесс биоокисления загрязняющих веществ биоценозом активного ила условно можно разделить на две последовательно осуществляемых стадии: а) сорбция загрязняющих веществ на хлопьях активного ила; б) внеклеточное и частично внутриклеточное ферментативное окисление загрязняющих веществ. Внутриклеточное окисление преимущественно характерно для тех веществ, состав и строение которых аналогичны составу и строению самих клеток (так называемые легкоокисляемые соединения). Окисление вне клеток происходит после адаптации ферментативной системы клеток и выделения ферментов в межклеточное пространство.

Чем больше концентрация активного ила и, соответственно, развитая поверхность активного ила, тем больше сорбирующая поверхность ила.

В данных исследуемых случаях определяющим эффективностью биоокисления фактором, видимо, является не первая стадия (сорбция), а вторая – непосредственно процесс окисления, что может свидетельствовать о присутствии в химстоке трудноокисляемых соединений.

Величина сравнительно невысокого ХПК (886 мгО₂/л), не превышающим регламентное значение (1000 мгО₂/л) не является исчерпывающей объективной характеристикой качества химстока. Для более объективной характеристики присутствующих трудноокисляемых ингредиентов в химстоке необходимо сравнение ХПК и БПК (биологическое потребление кислорода).

Более высокая концентрация ила в штатных режимах работы БОС снижает энергетический и конструктивный обмен в клетках микроорганизмов – ил становится более «старым» и пассивным.

3) Более полному окислению ингредиентов химстока будет способствовать увеличение времени аэрации, что возможно достичь двумя практически методами:

- уменьшением W_{ai} или W_{cm} (уменьшение W_{cm} приведет к снижению производительности БОС; реально снизить можно только W_{ai});

- снижением объема зоны регенерации активного ила в аэротенках с совмещенной регенерационной зоной (в БОС с отдельно от аэротенков вынесенными регенераторами период аэрации можно изменить только первым методом).

4) Кроме повышения эффективности биодеструкции более низкая доза активного ила связана с улучшением седиментации иловой смеси во вторичных отстойниках и уменьшению выноса взвешенных веществ с потоком очищенной воды.

5) Результаты проведенных исследований подвергают сомнению существующие иногда представления эксплуатационников и теоретиков о прямой пропорциональной зависимости между концентрацией активного ила и качеством биодеструкции, выражающиеся в практическом стремлении эксплуатационников поддерживать максимальную концентрацию ила в аэротенках.

Классические представления, описываемые в большинстве изданий по процессам очистки сточных вод, базируются на очистке бытовых (коммунальных) сточных вод, отличающихся относительно постоянством состава и различающихся только количеством (гидравликой). Производственные сточные воды, особенно сточные воды химических предприятий, характеризующиеся всевозможными вариациями состава в сутках и даже, - часов, не подвержены регламентным прописям и часто требуют нестандартных решений на основе исследований производственных ситуаций и выявления специфических закономерностей.

Литература

1. Жмур Н. С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. - М.: Акварос, 2003. - 507 с.
2. Кирсанов В.В. Определение усредненной нагрузки на активный ил аэротенков в условиях периодически меняющихся концентрации и состава сточных вод, характерных для предприятий нефтехимического комплекса. Вестник Казан. технол. ун-та. – 2013, Т.16, № 23, с. 130-131.
3. Колотова О.И., Владимцева Н.В., Герман И.В., Соколова И.В. Использование природных неорганических веществ для интенсификации биотехнологических процессов. Вестник Казан. технол. ун-та. – 2013, Т.16, № 23, с.132-135.