

Основными технологическими параметрами, определяющими эффективность биодеструкции поллютантов 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, рН-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:  $K_{ai} = (W_{ai}/W_{ст.})n_1n_2$ , (1) где  $W_{ai}$  - количество рециркулируемого активного ила;  $W_{ст.}$  - 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  $W_{ст.}$  на биологических очистных сооружениях (БОС) химического предприятия величина относительно нерегулируемая (заданная технологическим процессом стокообразующего производства) и с временем аэрации связана соотношением:  $t_{aэр} = Q/(W_{ai} + W_{ст.})$ , (2) где  $t_{aэр}$  - время аэрации;  $Q$  - рабочий объем аэротенка. Время аэрации можно изменять, регулируя количество рециркуляционного (возвратного) активного ила ( $W_{ai}$ ) и перераспределяя количество сточных вод ( $W_{ст.}$ ) между отдельными аэротенками (обычно в блок БОС химического предприятия входит несколько параллельно работающих аэротенков). Из соотношения (2) видно, что одинаковому  $t_{aэр}$  может соответствовать множество соотношений  $W_{ai}$  и  $W_{ст.}$ , 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 (м<sup>3</sup>/ч) (коэффициент рециркуляции  $R = 1,5$ ); концентрация ила: в аэротенке 5,6 г/дм<sup>3</sup>; в рециркуляционном иле - 9,2 г/дм<sup>3</sup>; период аэрации - 20 час; вариант Б - соотношение подачи в аэротенк рециркуляционного активного ила и химстока - 60:60 (м<sup>3</sup>/ч) (коэффициент рециркуляции  $R = 1,0$ ); концентрация ила: в аэротенке 3,2 г/дм<sup>3</sup>; в рециркуляционном иле - 8,9 г/дм<sup>3</sup>; 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 мЗ/час.) и, соответственно, уменьшение концентрации активного ила с 5,6 до 3,2 г/дмЗ 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 исследования были неоднократно повторены (24 раза) в различных условиях. Таблица 1 - Эффективность биодеструкции по ХПК и токсичности ХПК, мгО<sub>2</sub>/дмЗ

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 мгО<sub>2</sub>/л), не превышающим регламентное значение (1000 мгО<sub>2</sub>/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 практическими методами: - уменьшением  $W_{ai}$  или  $W_{ст}$ . (уменьшение  $W_{ст}$  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 относительным 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.