

В. В. Кирсанов

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСРЕДНЕННОЙ НАГРУЗКИ НА АКТИВНЫЙ ИЛ АЭРОТЕНКОВ В УСЛОВИЯХ ПЕРИОДИЧЕСКИ МЕНЯЮЩИХСЯ КОНЦЕНТРАЦИИ И СОСТАВА СТОЧНЫХ ВОД, ХАРАКТЕРНЫХ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

*Ключевые слова:* аэротенк, активный ил, загрязняющие вещества, физиологическая активность, коэффициент неравномерности по ХПК, коэффициент мощности нагрузки, биохимическое окисление.

*Дана характеристика существующего мониторинга состава и концентрации загрязняющих веществ перед устройствами биологической очистки. Для принятия оперативных технологических мер в случае залповых аномальных сбросов для стабилизации и повышения эффективности биоочистки предложен вариант определения усредненной нагрузки на активный ил.*

*Keywords:* аэротенк, the active silt, polluting substances, physiological activity, unevenness coefficient on HPK, loading power factor, biochemical oxidation.

*The characteristic of existing monitoring of structure and concentration of polluting substances in front of devices of biological cleaning is given. For acceptance of operational technological measures in case of volley abnormal dumpings for stabilization and increase of efficiency of biocleaning the option of definition of average load of active silt is offered.*

Одной из характерных особенностью эксплуатации предприятий нефтехимического комплекса в современных условиях является вынужденные остановы, пуски и (или) изменения в технологическом режиме для удовлетворения требований конкретного потребителя в ассортименте заказанной конечной продукции. Любое, даже незначительное изменение параметров технологического процесса, вызывает изменение количества, состава химзагрязненных сточных вод и концентрацию ингредиентов в стоках.

Для непрерывного мониторинга за составом и концентрацией загрязняющих веществ (ЗВ) в сточных водах промышленных предприятий, отличающихся значительным разнообразием и высокой токсичностью (особенно в сточных водах химических предприятий) в настоящее время поточных промышленных приборов контроля в стране не существует.

В практике эксплуатации очистных сооружений применяются лабораторные методики для определения или отдельных наиболее характерных и обуславливающих степень биодegradации в сооружениях биологической очистки компонентов (например, концентрации фенола, СПАВ, гликолей и т.д.), или оценивается способность микроорганизмов биоокислять ЗВ (например, дегидрогеназная активность, биологическое потребление кислорода – БПК, токсичность, мутагенность). Но, в первом случае, идентифицируется только один конкретный ингредиент, в то время, как количество отдельных элементов и соединений может исчисляться несколькими десятками. Во-втором случае не всегда учитывается концентрация трудноокисляемых и высокотоксичных ЗВ. Кроме того, токсичность компонентов часто может усиливаться в результате аддитивности и синергизма.

В любом случае, лабораторный анализ занимает длительное время – от нескольких часов до пяти суток (для определения БПК<sub>5</sub>, наиболее рас-

пространенного и официально применяемого биологического анализа, требуется 5 суток). Естественно, результаты подобных анализов могут быть полезными для констатации факта и составления отчетов, но совершенно не нужны для оперативного регулирования технологического процесса с целью повышения эффективности очистки.

Наиболее широко применяемым в практике очистки сточных вод является лабораторный метод определения химической потребности в кислороде (ХПК) на максимально возможное окисление химических компонентов сточных вод бихроматом калия (бихроматный метод) в среде H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> при повышенной температуре. Основной недостаток метода определения ХПК – длительность около 1,5 часа не позволяет использовать результаты анализа для оперативной оценки текущей нагрузки на сооружения очистки и реализации компенсирующих мероприятий, особенно, во время залповых аномальных сбросов сточных вод.

Окисление органических загрязняющих веществ в аэротенках и других устройствах биологической очистки сточных вод, как известно, происходит за счет жизнедеятельности аэробных микроорганизмов активного ила. Для нормального функционирования микроорганизмов и осуществления внеклеточного и внутриклеточного ферментативного биоокисления ЗВ сточных вод, одним из важнейших условий, от которых зависит скорость и степень деструкции, является стабильность нагрузки на АИ.

В технологических схемах комплексных очистных сооружениях обычно предусмотрена предварительная механическая очистка сточных вод в соответствующих устройствах – песколовках, усреднителях, первичных отстойниках и т. п., основное назначение которых кроме механической очистки, в основном, от минеральных загрязнений, усреднение по составу и концентрациям ЗВ. От степени усреднения сточных вод в указанных устройствах зависит эффективность биодеструкции ЗВ в после-

дующих устройствах биоочистки, так как ферментативную систему бактерий угнетает резкие перепады концентраций и состава, для адаптации к ним и биосинтеза новых ферментов требуется длительное время, исчисляемое несколькими сутками.

Отдельные периодически отбираемые и, затем анализируемые в лаборатории, пробы сточных вод на входе в аэротенки, позволяют оценить только мгновенные, во время отбора проб, концентрации ЗВ. Отсутствие информации о усредненной концентрации сточных вод перед аэротенками не дает возможности для принятия адекватных для конкретного случая превентивных технологических мероприятий – перераспределения зон регенерации, интенсивности аэрации, дозирования биогенных элементов, регулирования возраста АИ отводом избыточного ила и т. д. Единственным «спасением» от лизиса микроорганизмов в данном случае (и постоянно выручающих технологов) является значительная буферность (емкость) аэротенков.

Предлагается несложная формула для определения степени усреднения сточных вод перед их поступлением в аэротенки на основе результатов двух анализов на ХПК. Место отбора проб должно быть максимально (насколько позволяет технологическая схема) удалено от точки ввода сточных вод в аэротенки для создания запаса времени по реализации компенсирующих технологических операций. В БОС ОАО «Казаньоргсинтез», на базе данных которого автором разработано предлагаемое определение степени усреднения нагрузки, таким местом отбора проб является вход в смеситель перед аэротенками.

В качестве диапазона времени между пробами на ХПК, выбрали время нахождения стоков в усреднителях цеха – 2 часа. Оценку нагрузок с учетом залповых аномальных сбросов и неравномерности поступлений по ХПК производили по предложенной эмпирической зависимости:

$$N_{\text{хнк}} = K_n \cdot K_{\text{нр}}, \quad (1)$$

где  $N_{\text{хнк}}$  – коэффициент усредненной нагрузки на АИ, оценивается по показателю ХПК;  $K_n$  – коэффициент неравномерности нагрузок на АИ, определяется по уравнению:

$$K_n = (\text{ХПК}_{\text{max}} - \text{ХПК}_{\text{min}}) / \text{ХПК}_{\text{рег.л.}}, \quad (2)$$

где  $\text{ХПК}_{\text{max}}$  и  $\text{ХПК}_{\text{min}}$  – максимальное и минимальное разовое значение ХПК химзагрязненных сточных вод перед подачей в аэротенки ( $\text{мгO}_2/\text{л}$ ); временной интервал между двумя повторными анализами соответствует минимальному времени нахождения сточных вод в сооружениях механической очистки, - в данном случае – 2 часа;  $\text{ХПК}_{\text{рег.л.}}$  – максимальное нормированное ХПК, установленное технологическим регламентом (или опытным путем), - в описываемом случае –  $1000 \text{ мгO}_2/\text{л}$ .

Максимальное значение  $K_n$  является мерой нестабильности поступающего стока по концентрации загрязняющих веществ и характеризует значительные различия по ХПК – залповые аномальные сбросы. В проведенных опытах усредненные на-

грузки – величины одного порядка, в то время как коэффициент неравномерности  $K_n$  позволяет зафиксировать изменение нагрузки.

$K_{\text{нр}}$  – коэффициент превышения максимального фактического значения ХПК<sub>ф</sub> над нормированным ХПК<sub>рег.л.</sub>; определяется как отношение ХПК<sub>ф</sub> к ХПК<sub>рег.л.</sub> (в случае поступления ХПК больше регламентного  $K_{\text{нр}} > 1$ ; при ХПК<sub>ф</sub> < ХПК<sub>рег.л.</sub>,  $K_{\text{нр}} < 1$ ).

В табл. 1 представлены варианты нагрузок на ил  $N_{\text{хнк}}$ , рассчитанные в зависимости от  $K_n$  и  $K_{\text{нр}}$  по формулам 1, 2 на основании различных значений ХПК перед аэротенками фактических производственных сточных вод предприятия.

**Таблица 1 - Варианты  $N_{\text{хнк}}$ ,  $K_n$ ,  $K_{\text{нр}}$  в проведенных экспериментах**

ХПК, $\text{мгO}_2/\text{л}$		$K_n$	$K_{\text{нр}}$	$N_{\text{хнк}}$
Max	Min			
920	350	0,57	0,92	0,524
1400	610	0,79	1,40	1,106
920	480	0,44	0,92	0,404
1500	900	0,60	1,50	0,90
1430	894	0,536	1,43	0,766
1360	876	0,484	1,36	0,658
1450	1009	0,441	1,45	0,639
1500	1095	0,405	1,50	0,607
1400	1023	0,377	1,40	0,527
1316	967	0,349	1,316	0,459
1100	790	0,31	1,10	0,341
1315	1032	0,283	1,315	0,372
1481	1223	0,258	1,481	0,382
760	600	0,160	0,760	0,121

Данные расчетов, представленные в табл. 1, показывают, что нагрузка на АИ в большей степени зависит от коэффициента неравномерности ( $K_n$ ) поступающих стоков, чем от максимально разового значения ХПК ( $K_{\text{нр}}$ ). Это объяснимо с точки зрения физиологической активности микроорганизмов – ферментативная система бактерий не успевает перестраиваться (адаптироваться) к резким изменениям концентраций ЗВ [2].

В данном конкретном случае времени усреднения химзагрязненных сточных вод в существующих регламентных усреднителях не достаточно и для уменьшения  $K_n$  необходимо или увеличить время пребывания в усреднителе за счет увеличения его объема или для выравнивания концентраций использовать другое сооружение.

### Литература

1. Михайлова Е.О., Ахмадиева С.В., Хабибуллина Л.И., Шулаев М.В. *Вестник Казанского технологического университета*, Т. 15, №7, с.184-188 (2011).
2. Кирсанов В.В. Теоретические и практические аспекты биологической очистки сточных вод в аэротенках: Монография/ Под ред. проф. А.Н. Глебова. Казань: Изд-во Казан. гос. техн.ун-та, 2010, 264 с.
3. Кирсанов В.В. Современные технико-технологические методы защиты окружающей среды. Т.1. Процессы и аппараты защиты гидросферы/ В.В. Кирсанов.- Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2013, 496 с.