

УДК 628.35: 661.5

Ю.Е. СТАШОКаспирант кафедры водоснабжения и водоотведения
Самарский государственный архитектурно-строительный университет**Л.А. БЛИНКОВА**аспирант кафедры водоснабжения и водоотведения
Самарский государственный архитектурно-строительный университет**АНАЛИЗ РАБОТЫ ДЕЙСТВУЮЩИХ СООРУЖЕНИЙ
БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СЫЗРАНСКОГО НПЗ***THE ANALYSIS OF BIOLOGICAL WASTE WATER TREATMENT AT SYZRAN OIL REFINERY PLANT*

Представлен анализ работы сооружений биологической очистки сточных вод Сызранского нефтеперерабатывающего завода. Приведены результаты статистической обработки, получены расчетные значения исходных концентраций основных загрязнений и технологических показателей. Определены кинетические константы процессов окисления органических веществ, нефтепродуктов и нитрификации, необходимые для расчета очистных сооружений.

Ключевые слова: *нефтеперерабатывающий завод, сточные воды, биологическая очистка, нитрификация, кинетическая константа.*

Сооружения биологической очистки Сызранского НПЗ предназначены для приема производственных сточных вод завода (ПСВ), прошедших предварительную механическую и физико-химическую очистку, и городских сточных вод (ГСВ). Биологическая очистка осуществляется одним потоком по двухступенчатой схеме.

Проведена статистическая обработка качественного состава сточных вод, поступивших на сооружения биологической очистки Сызранского НПЗ в 2011 г. В качестве исходных данных использованы анализы лаборатории завода, имеющей соответствующую аккредитацию. Рассчитаны средние и максимальные концентрации, которые с вероятностью 85 и 95 % не будут превышены при непрерывном изменении качества сточных вод (табл. 1).

Превышение максимальных (95 %) концентраций над средними составило 6-55 %; превышение максимальных (85 %) концентраций над средними составило 5-20 %.

В соответствии с практикой, принятой НИИ ВОДГЕО, для определения технологических параме-

The analysis of biological waste water treatment at Syzran oil refinery plant was presented. The results of statistical research were shown, design value of feed water concentrations of major pollutants were defined. Kinetic constants of nitrification, organic matter and oil oxidation processes needed to treatment plant calculating are determined.

Key words: *oil refinery, wastewater, biological treatment, nitrification, kinetic constant.*

тров целесообразно использовать концентрации 85 % вероятности, а для расчета экономических показателей – средние значения. Сравнивая принятые для расчетов исходные концентрации с требованиями нормативных документов [1], следует сделать вывод о применимости одноступенчатой схемы биологической очистки.

Для технологических показателей работы сооружений нефтеперерабатывающего завода были определены среднегодовые значения, доверительные интервалы значения, которые не будут превышены с вероятностью 85 %.

Анализ табл. 2 позволяет сделать вывод о том, что средние значения концентраций активного ила на первой и второй ступенях попадают в рекомендуемые нормативные интервалы 2-4,5 и 0,5-1 г/л для первой и второй ступеней соответственно [1].

На основании фактических данных работы аэротенков за 2011 г. получены кинетики окисления органических загрязнений, нефтепродуктов и нитрификации. Скорость окисления выражается гиперболической функцией - уравнением Михаэлиса – Ментен [2]:

Таблица 1

Результаты статистической обработки концентраций загрязнений в смеси производственных и городских сточных вод на входе сооружений биологической очистки Сызранского НПЗ в 2011 г.

Показатель	Среднее	Максимальные	
		85 %	95 %
ХПК, мг/л	277,8	339,7	383,0
БПК ₅ , мг/л	92,1	104,2	110,9
БПК _{полн} , мг/л	129,1	138,1	143,3
БПК ₅ /БПК _{полн}	0,71	0,75	0,77
БПК _{полн} /ХПК	0,46	0,30	0,29
Фенолы, мг/л	2,9	3,8	6,5
Нефтепродукты, мг/л	20,9	25,1	30,2
N-NH ₄ , мг/л	24,8	31,9	36,6
P-PO ₄ , мг/л	1,4	1,7	1,9
H ₂ S, мг/л	3,6	4,5	6,1
ПАВ, мг/л	0,82	0,86	0,87
Взвешенные, мг/л	37,7	41,4	46,4

Таблица 2

Результаты статистической обработки технологических показателей сооружений биологической очистки Сызранского НПЗ за 2011 г.

Показатель	Среднее	Доверительный интервал (при p =0,05)	Максимальное 85 %
Концентрация ила (первая ступень), г/л	3,1	3,0-3,2	3,7
Концентрация ила (вторая ступень), г/л	0,48	0,19-0,68	0,5
Зольность первая ступень	22,15	22,0-22,3	23,1
Зольность вторая ступень	21,6	21,5-21,7	22,2
pH вход	8,08	8,0-8,2	8,5
pH первая ступень	6,11	5,99-6,22	6,4
pH вторая ступень	6,28	6,17-6,40	6,8

$$\rho = \rho_{\max} \frac{S}{S + K_m}, \quad (1)$$

где ρ - удельная скорость окисления загрязнений, мг/(г·ч);

S – концентрация субстрата, мг/л;

ρ_{\max} – максимальная скорость окисления, мг/(г·ч);

K_m – константа Михаэлиса, мг/л.

В случае наличия в сточной воде токсичных веществ кинетика ферментативных реакций может заметно отличаться от уравнения (1). При субстратном торможении процесс описывается выражением

$$\rho = \frac{\rho_{\max} S}{K_m + S + \frac{S^2}{K_m \alpha}}, \quad (2)$$

где α - константа торможения; с увеличением α степень торможения снижается.

Наблюдаемые удельные скорости окисления приводились к единой концентрации активного ила с использованием коэффициента, представляющего собой отношение выражений $1/(1+\alpha_1)$, вычисленного для текущей концентрации ила и для $\alpha_1=3$ г/л. Коэффициент ингибирования продуктами метаболизма активного ила ϕ для Сызранского НПЗ был опреде-

лен экспериментально и оказался равен 0,51 л/г. Кинетика окисления нефтепродуктов описывается уравнением ферментативной кинетики для случая торможения субстратом (2), что соответствует данным [2]. Максимальные скорости окисления и константы Михаэлиса определены методом линеаризации указанного выше уравнения в системе обратных координат концентрации субстрата и скорости окисления (рис. 1). Константа торможения определена графоаналитическим методом (рис. 2) в системе координат концентрация субстрата – обратная величина скорости окисления согласно методике [3].

Торможение процесса наблюдается при концентрации нефтепродуктов в очищенной воде выше 2-4 мг/л (рис. 3). В соответствии с расположением экспериментальных точек кинетические кривые не проходят через начало координат: при бесконечно малых удельных скоростях окисления концентрация

нефтепродуктов в очищенной воде не равна нулю. Это может быть объяснено наличием неокисляемых (трудноокисляемых) веществ, аналитически определяемых как нефтепродукты.

Приняв концентрацию биологически инертных нефтепродуктов за S_i , получим модифицированное кинетическое уравнение с субстратным торможением при наличии инертной фракции:

$$\rho = \frac{\rho_{\max}(S - S_i)}{K_m + (S - S_i) + \frac{(S - S_i)^2}{K_m \alpha}} \quad (3)$$

Как и в случае с нефтепродуктами, кинетическая кривая окисления органических загрязнений по ХПК не проходит через начало координат, так как в очищенной воде присутствуют продукты метаболизма и часть органических веществ, не окисляемых микроорганизмами активного ила (рис. 4).

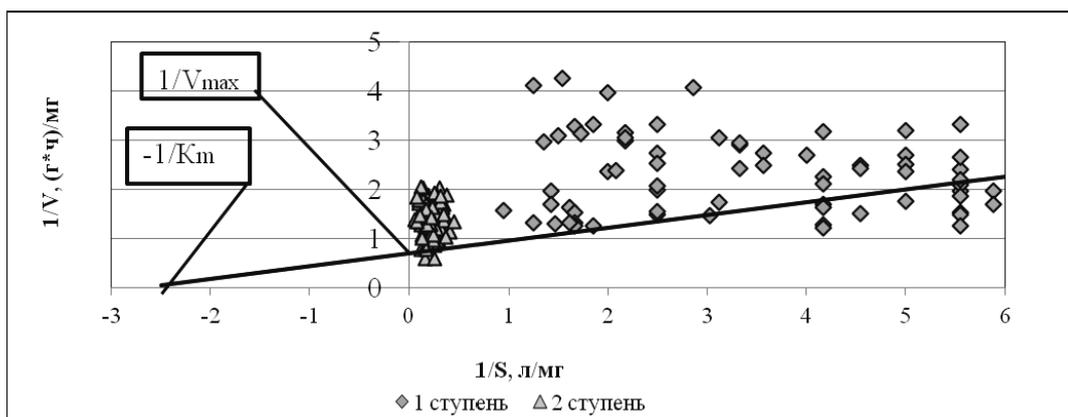


Рис. 1. Зависимость удельной скорости окисления от концентрации нефтепродуктов в обратных величинах на очистных сооружениях Сызранского НПЗ

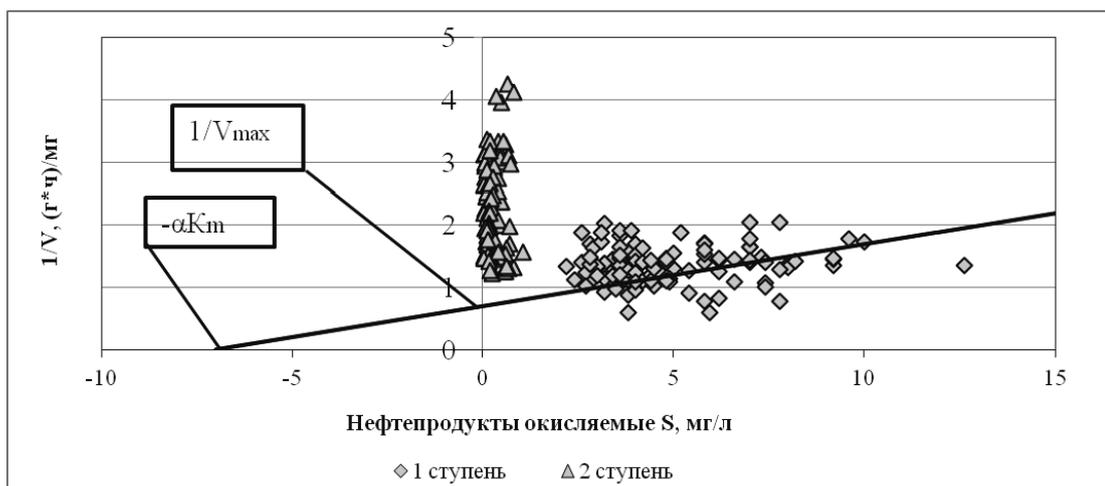


Рис. 2. Зависимость обратной величины удельной скорости окисления от концентрации нефтепродуктов на Сызранском НПЗ

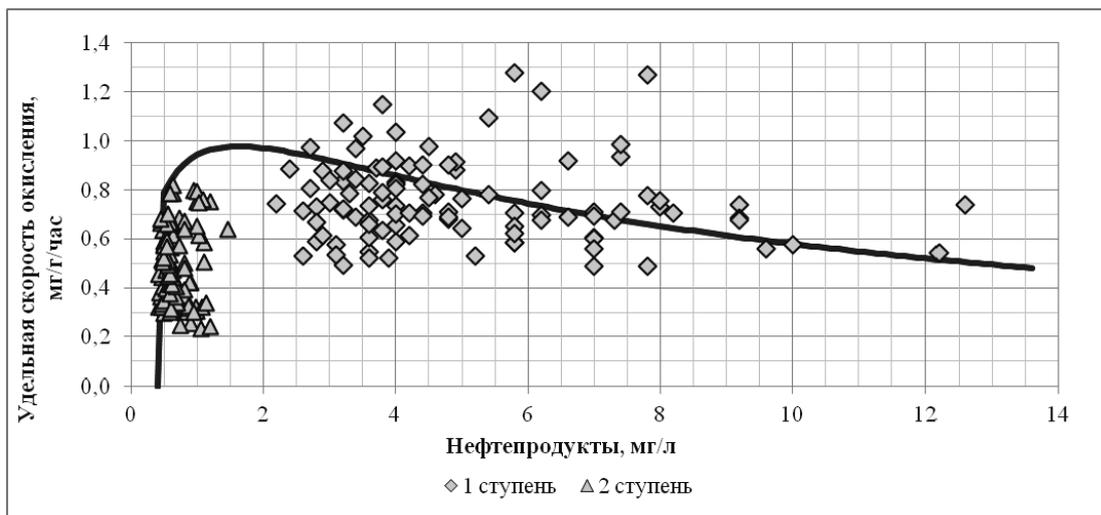


Рис. 3. Кинетика окисления нефтепродуктов на первой и второй ступенях аэротенков Сызранского НПЗ

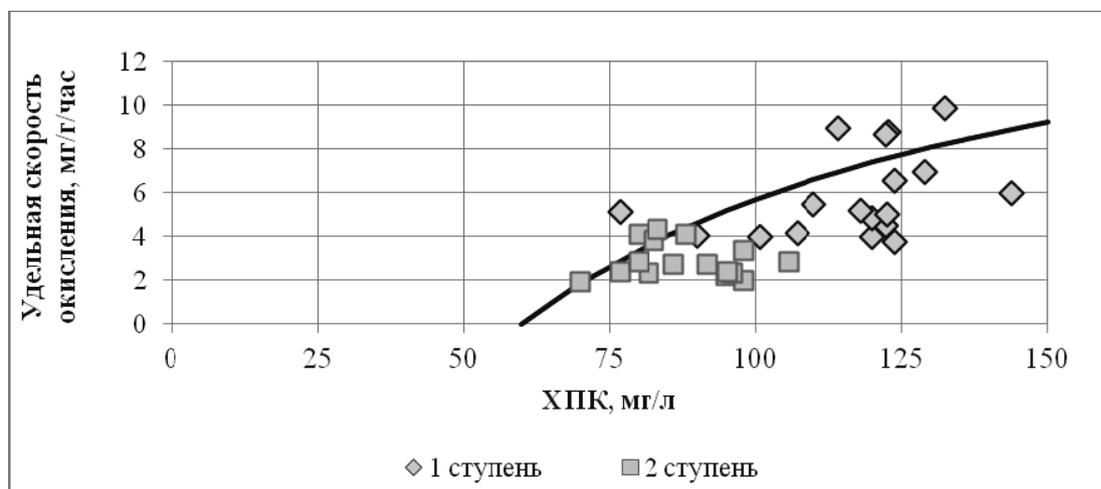


Рис. 4. Кинетика окисления органических загрязнений по ХПК на первой и второй ступени аэротенков Сызранского НПЗ (2011 г.)

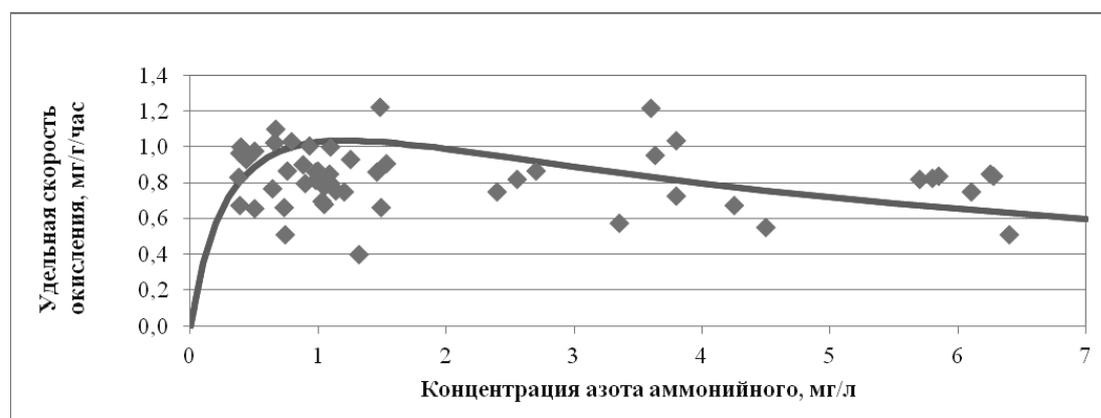


Рис. 5. Кинетика нитрификации на первой ступени аэротенков Сызранского НПЗ

Таблица 3

Кинетические константы, полученные по данным эксплуатации сооружений биологической очистки Сызранского НПЗ

Показатель	ρ_{\max} , мг/(г·ч)	K_m , мг/л	α	S_p , мг/л
Нефтепродукты	1,43	0,37	18,9	0,4
Нитрификация (первая ступень)	1,67	0,38	10,7	-
ХПК	18,5	90	-	60

Кинетика нитрификации представлена на рис. 5. Торможение наблюдается при концентрации азота аммонийного в очищенной воде свыше 1 мг/л.

Полученные кинетические константы процессов окисления органических загрязнений и нитрификации представлены в табл. 3.

Выводы

Определены особенности качественного состава промышленных сточных вод Сызранского нефтеперерабатывающего завода и получены расчетные исходные концентрации основных загрязнений.

С точки зрения исходных концентраций загрязнений одноступенчатая схема биологической очистки является оптимальной для сточных вод Сызранского НПЗ.

В результате обработки данных эксплуатации существующих сооружений определены кинетические и технологические параметры. Установлено, что при бесконечно малых удельных скоростях окисления концентрация нефтепродуктов и значение ХПК в очищенной воде не равны нулю. Это может быть объяснено наличием неокисляемых (трудноокисляемых) веществ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ведомственные указания по технологическому проектированию производственного водоснабжения, канализации и очистки сточных вод предприятий нефтеперерабатывающей промышленности [Текст]. – М.: Министерство топлива и энергетики РФ, Ведомственные указания, 1997.
2. Морозова, К.М. Принципы расчета систем биологической очистки сточных вод [Текст] / К.М. Морозова // Водоснабжение и сан.техника. - 2009. - № 1.
3. Морозова, К.М. Биохимическая очистка сточных вод фабрик ПОШ: автореф. дис. ... канд. техн. наук [Текст] / К.М. Морозова. – М., 1979.

© Сташок Ю.Е., Блинкова Л.А., 2013