

*Горносталь С.А., преп., НУГЗУ,
Уваров Ю.В., нач. НМЦ НЗ, НУГЗУ*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ КОНЦЕНТРАЦИИ
ЗАГРЯЗНЕНИЙ В ОЧИЩЕННОЙ ВОДЕ НА ВЫХОДЕ
ИЗ АЭРОТЕНКА В ПРОЦЕССЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ**
(представлено д-ром техн. наук Куценко Л.Н.)

Проведено экспериментальное исследование зависимости концентрации загрязнений в очищенной воде в процессе биологической очистки сточных вод в аэротенке. Полученные результаты качественно согласуются с результатами теоретических расчетов по предложенной ранее математической модели.

Ключевые слова: биологическая очистка, чрезвычайная ситуация

Постановка проблемы. Для очистных сооружений, на которых биологическая очистка сточных вод осуществляется по традиционной схеме аэротенк – вторичный отстойник, до сих пор важной практической задачей остается вопрос оптимизации условий проведения технологического процесса очистки для снижения концентрации загрязнений в очищенной воде. В этой связи актуальными являются исследования для получения математического описания процессов биологической очистки.

Анализ последних исследований и публикаций. Для описания процессов, происходящих при биологической очистке сточных вод используется математическое моделирование. При этом все процессы взаимопревращений от входа в аэротенк активного ила и сточных вод и до выхода из вторичного отстойника очищенной воды и ила обычно описывают одной системой уравнений для различных физических величин [1, 2].

Постановка задачи и ее решение. С учетом существующих математических моделей нами ранее была предложена математическая модель процессов биологической очистки сточных вод, происходящих в четырехкоридорном аэротенке промежуточного типа с регенератором (с сосредоточенной подачей активного ила, с рассредоточенной подачей сточных вод) [3]. Для проверки адекватности предложенной модели было проведено эксперименталь-

Исследование зависимости концентрации загрязнений в очищенной воде на выходе из аэротенка в процессе биологической очистки

ное исследование процессов, протекающих во второй и третьей фазах аэротенка. Выбраны точки отбора проб в соответствии с предложенным в [4] описанием процессов биологической очистки.

Эксперимент проводился в соответствии с теорией планирования эксперимента [5]. Анализ предложенной модели процесса биологической очистки сточных вод показал, что для определения концентрации загрязнений в очищенной воде на выходе из аэротенка, необходимо знать значения концентрации загрязнений в сточных водах, поступающих на очистку, расход сточных вод, а также концентрацию составляющих активного ила – хлопьев и дисперсных бактерий. Из анализа данных лабораторных исследований по указанным параметрам определены пределы варьирования факторов. При проведении эксперимента использовалась стандартная план-матрица, соответствующая центральному композиционному ротатабельному плану второго порядка. Определение коэффициентов модели, проверка их значимости проводилась по стандартной методике [5]. В результате получена модель, описывающая изменение концентрации загрязнений в очищенной воде на выходе из аэротенка в виде

$$\begin{aligned} y_1 = & 0.02335 + 0.01234x_1 - 0.00107x_2 - 0.00072x_3 - \\ & - 0.00160x_1^2 - 0.00319x_2^2 - 0.00015x_3^2 + \\ & + 0.00120x_1x_2 + 0.00010x_1x_3 + 0.00122x_2x_3; \end{aligned} \quad (1)$$

Проверка адекватности модели (1) осуществлялась по критерию Фишера. Дисперсия адекватности составляет $S_{ад}^2 = 2.9565 \cdot 10^{-5}$, значение критерия Фишера ($F = 5.00$), его критическое значение ($F_{кр} = 5.05$) [5]. Очевидно, что условие $F < F_{кр}$ выполняется, следовательно, модель является адекватной реальным процессам.

Влияние факторов на изменение концентрации загрязнений на выходе из четвертого коридора аэротенка показано на рис. 1 а-б. Анализируя результаты, приведенные на рис. 1а, видим, что и расход сточных вод (x_1), поступающих на очистку, и концентрация загрязнений в поступающих сточных водах (x_2) оказывают влияние на концентрацию загрязнений на выходе аэротенка. При увеличении значений указанных факторов происходит увеличение концентрации загрязнений на выходе из четвертого коридора.

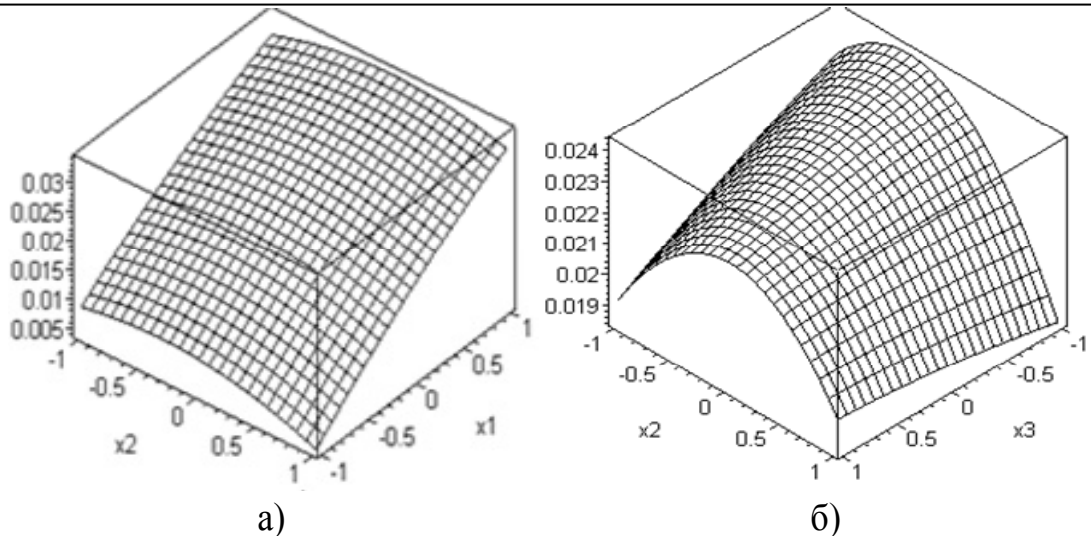


Рис. 1 – Изменение концентрации загрязнений в очищенной воде на выходе из аэротенка в зависимости от: а) расхода сточных вод (x_1) и концентрации загрязнений в сточных водах (x_2); б) от концентрации загрязнений в сточных водах (x_2) и дозы ила по массе (x_3)

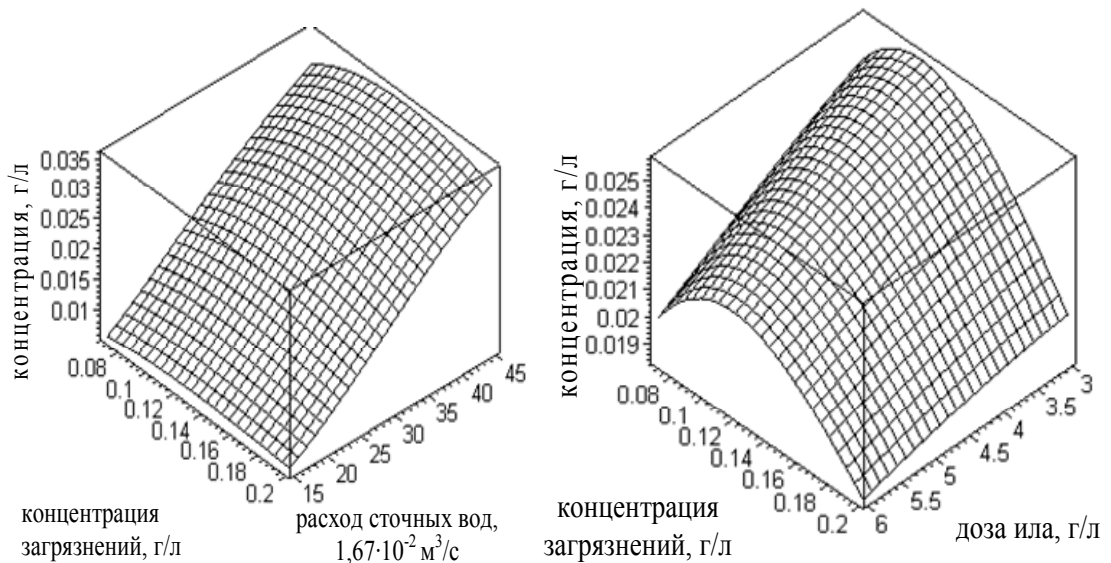


Рис. 2 – Изменение концентрации загрязнений в очищенных сточных водах на выходе из аэротенка

Из графика на рис.1 б видно, что увеличение концентрации загрязнений в сточных водах (x_2), поступающих на очистку, приводит к увеличению концентрации загрязнений на выходе из аэротенка. Однако, необходимо отметить, что наибольшее значение концентрации загрязнений на выходе из аэротенка получено при

концентрации загрязнений соответствующей среднему значению фактора (x_2).

Результаты, полученные при проведении расчета концентраций по предложенной нами модели [3] для процессов, протекающих во втором-четвертом коридорах аэротенка, приведены на рис. 2а-б.

Анализируя результаты, приведенные на рис. 2а видим, что аналогично результатам, приведенным на рис. 1а, при увеличении расхода сточных вод и увеличении дозы ила на входе в фазу 2 происходит увеличение концентрации загрязнений на выходе из третьего коридора. При этом увеличение расхода сточных вод оказывает большее влияние на изменение концентрации загрязнений. Влияние концентрации загрязнений в поступающих на очистку стоках и дозы ила показано на рис. 2б. Увеличение концентрации загрязнений в поступающей на очистку сточной жидкости приводит к увеличению концентрации загрязнений на выходе из третьего коридора, при этом изменение дозы ила оказывает меньшее влияние на конечный результат. Сравнивая приведенные на рис. 2а-б и рис. 1а-б результаты теоретических расчетов и результаты экспериментальных измерений, видим, что они качественно согласуются между собой, расхождение не превышает 10 %.

Выводы. Предложенная нами ранее математическая модель процесса биологической очистки в аэротенке промежуточного типа с регенератором является адекватной реальным процессам в рамках принятых условий и допущений. Полученные результаты можно использовать при выборе технологического режима работы аэротенка, для исследования влияния отдельных параметров (например, интенсивности аэрации, расхода активного ила, дозы илы) на эффективность процесса биологической очистки в аэротенке. Это позволит предупредить возникновение чрезвычайных ситуаций на водных объектах, связанных с попаданием загрязнений, с концентрациями, превышающими допустимые значения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Недопёкин Ф.В. Экологическая проблема очистки сточных вод аэрацией / Ф.В.Недопёкин, В.В.Дрёмов, Н.И.Куликов // Вісник Донецького національного університету, серія А: Природничі науки, 2008, вип. 2. - С. 471-473.

2. Святенко А.І Важливість урахування особливостей біологічного очищення в аэротенках для поліпшення показників їх роботи / А.І. Святенко, Л.М. Корнійко // Журнал «Екологічна безпека» - 2009. — №4 (8). — Кременчук: КДПУ. — С. 93—96.
3. Горносталь С.А. Моделирование процессов биологической очистки в идеальных и реальных аэротенках. / С.А. Горносталь, Е.А. Петухова, А.П. Созник // Проблеми надзвичайних ситуацій. Зб. наук. праць УЦЗ України. — 2009. — № 10. — С. 67-77.
4. Горносталь С.А. Описание процессов, происходящих в системе аэротенк – вторичный отстойник, и их физическое моделирование / С.А. Горносталь, А.П. Созник // Наук. - техн. зб. Серія: Технічні науки та архітектура, вип.81. — Київ: Техніка, 2008. — С. 133-139.
5. Винарский М.С. Планирование эксперимента в технологических исследованиях. / М.С. Винарский, М.В. Лурье. — К.: Техніка, 1975. - 168 с.

Горносталь С.А., Уваров Ю.В.

Дослідження залежності концентрації забруднень в очищеній воді на виході з аэротенку в процесі біологічного очищення

Проведено експериментальне дослідження залежності концентрації забруднень в очищеній воді в процесі біологічного очищення стічних вод в аэротенках. Отримані результати якісно узгоджуються з результатами теоретичних розрахунків за запропонованою раніше математичної моделі.

Ключові слова: біологічне очищення, надзвичайна ситуація

Gornostal S.A., Uvarov Y.V.

An investigation of the concentration of pollutants in treated water at the exit of aerotank in biological treatment

An experimental study of the concentration of pollutants in treated water in the process of biological treatment of wastewater in the aeration tank. The results are in qualitative agreement with theoretical calculations on the previously proposed mathematical model.

Key words: biological cleaning, an emergency situation