

*Горносталь С.А., преп., НУГЗУ,
Созник А.П., д-р физ.-мат. наук, проф., НУГЗУ*

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД В АЭРОТЕНКАХ

На основе ранее предложенной математической модели биологической очистки сточных вод в аэротенке проведен анализ работы аэротенка в различных условиях в зависимости от точек подачи, интенсивности подачи сточных вод и концентрации загрязнений в сточных водах, поступающих на очистку

Ключевые слова: биологическая очистка, аэротенк, модели

Постановка проблемы. Проблеме возникновения чрезвычайных ситуаций, связанных с нарушением процессов сбора, передачи и очистки сточных вод в настоящее время уделяется большое внимание [1-3]. Традиционные технологии биологической очистки сточных вод имеют ряд недостатков, и для крупных очистных сооружений до сих пор важной практической задачей остается вопрос соблюдения норматива предельно допустимых сбросов, значение которого все время ужесточается. По данным исследований Института географии НАН Украины (г. Киев) и Украинского государственного НИИ ВОДГЕО (г. Харьков) в Харьковской области более 50% сбросов сточных вод в водные объекты составляют сбросы без очистки. Очистка сточных вод довольно часто производится в недостаточной степени и нерационально, что приводит к попаданию в водоем большого количества загрязняющих веществ, способных привести к возникновению чрезвычайной ситуации.

Анализ последних исследований и публикаций. Метод биологической очистки сточных вод широко используется для очистки сточных вод. В процессе очистки участвуют сооружения типа аэротенков, работа которых основана на способности микроорганизмов извлекать загрязнения из сточных вод в процессе своей жизнедеятельности. В настоящее время большое внимание уделяется повышению эффективности действующих сооружений путем определения оптимальной нагрузки на активный ил и рацио-

нального распределения сточных вод по длине аэротенка с дальнейшей оптимизацией работы сооружений [2-3].

Постановка задачи и ее решение. Используя математическую модель [4], нами проведен анализ работы аэротенка в различных условиях и рассмотрено влияние интенсивности подачи при различных концентрациях загрязнений в сточных водах на концентрацию загрязнений на выходе из аэротенка при различных вариантах подачи сточных вод: через все четыре окна, только через первое и только через второе окна; через первое и второе, первое и третье, первое и четвертое окна при остальных одинаковых условиях протекания процесса очистки (подача воздуха, интенсивность подачи активного ила) и конструктивных параметрах (длина, ширина, глубина коридора, количество коридоров в рассматриваемой секции). Изменение интенсивности подачи сточных вод принималось в пределах от 35 до 70 м³/мин, при начальной концентрации загрязнений в сточных водах $L_{св} = 0,1, 0,15$ и $0,2$ г/л. Нами получены значения концентраций на выходе из аэротенка: загрязнений $L_{вых}$, хлопьев $X_{вых}$, дисперсных бактерий $Z_{вых}$ для различных вариантов подачи сточных вод. Наиболее оптимальным вариантом из рассмотренных по параметрам очистки на выходе из аэротенка ($L_{вых}, X_{вых}, Z_{вых}$) является вариант подачи сточных вод через первое окно. Поэтому, учитывая, что на действующих сооружениях КБОД г. Харькова очистка сточных вод происходит при впуске сточных вод через четыре подающих окна, расположенных равномерно по длине коридора, концентрация загрязнений в сточных водах равна $L_{св} \approx 0,15$ г/л, а интенсивность подачи сточных вод составляет $q_{св} \approx 45$ м³/мин, сравним полученные значения концентраций для вариантов подачи через четыре и через первое окна (рис а-г).

При $L_{св} \approx 0,15$ г/л для варианта подачи сточных вод через четыре окна получаем следующие значения концентраций: $L_{вых} = 0,035$ г/л, $X_{вых} = 2,8$ г/л, $Z_{вых} = 0,045$ г/л. При впуске сточных вод только через первое окно при таких параметрах работы получаем следующие значения: $L_{вых} = 0,009$ г/л, $X_{вых} = 3,65$ г/л, $Z_{вых} = 0,041$ г/л. Как видим, при впуске через первое окно значения концентрации загрязнений в четыре раза меньше, чем при впуске через все четыре окна; концентрация хлопьев на выходе из аэротенка в 1,5 раза больше, а значения концентрации дисперсных бактерий практически равны.

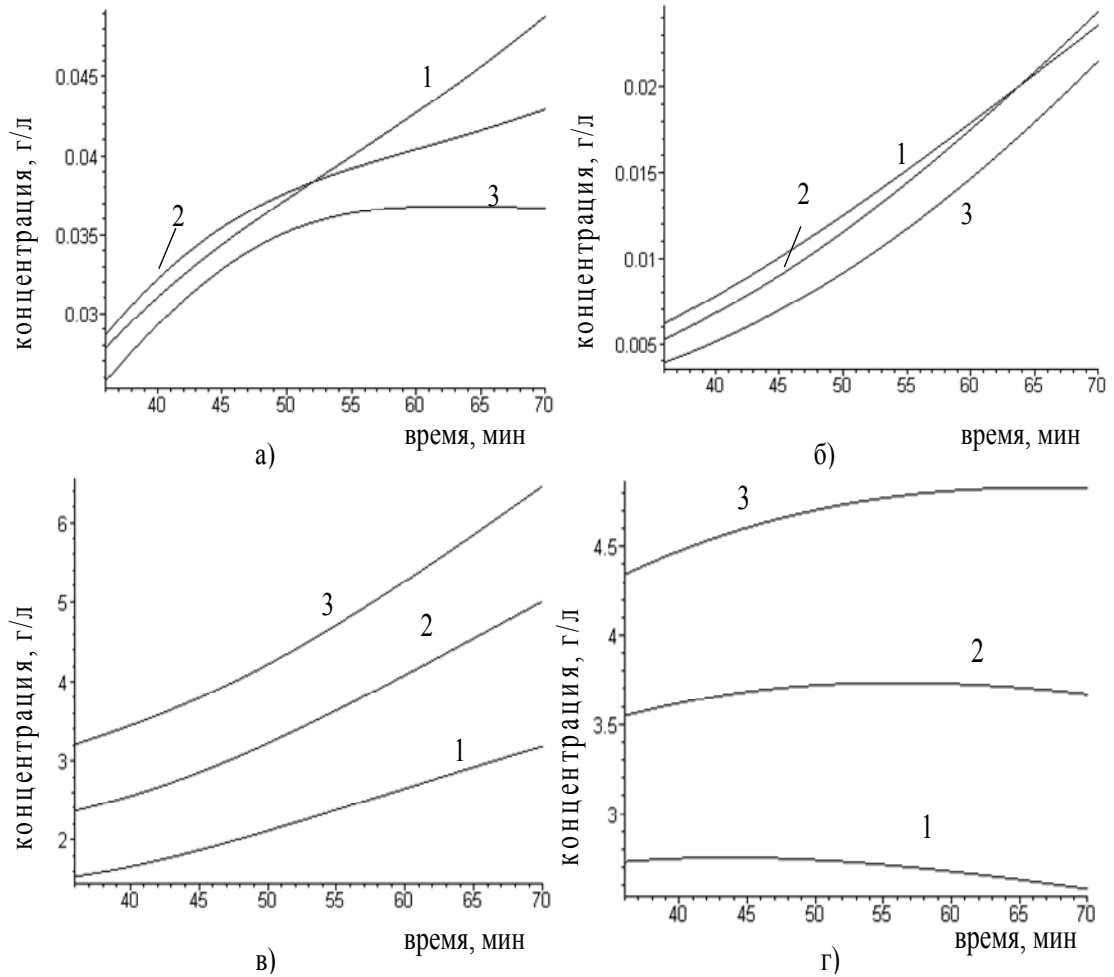


Рис. – Зависимость концентраций от расхода сточных вод: а) и б) загрязнений, соответственно, для подачи через четыре окна и через первое окно, в) и г) хлопьев, соответственно, через четыре окна и первое окно; 1 – концентрация загрязнений в стоках, поступающих на очистку, 0,1 г/л, 2 – 0,15 г/л, 3 – 0,2 г/л

При значениях концентраций загрязнений в поступающих сточных водах $L_{св} = 0,1$ г/л и той же интенсивности подачи сточных вод, что и в предыдущем варианте, при впуске через четыре окна получаем значения концентраций: $L_{вых} = 0,034$ г/л, $X_{вых} = 1,8$ г/л, $Z_{вых} = 0,047$ г/л. При подаче сточных вод только через первое окно при таких параметрах работы получаем такие значения: $L_{вых} = 0,01$ г/л, $X_{вых} = 2,7$ г/л, $Z_{вых} = 0,042$ г/л. Таким образом, при подаче через первое окно значения концентрации загрязнений в 3,5 раза меньше, чем при подаче через все четыре окна; концентрация хлопьев на выходе из аэротенка в 1,5 раза

больше, а значения концентрации дисперсных бактерий вновь практически равны.

При значениях концентраций загрязнений в поступающих сточных водах $L_{св} = 0,2$ г/л и той же интенсивности подачи сточных вод при впуске через четыре окна получены следующие значения концентраций: $L_{вых} = 0,032$ г/л, $X_{вых} = 3,8$ г/л, $Z_{вых} = 0,044$ г/л. При впуске сточных вод только через первое окно при таких параметрах работы получаем значения: $L_{вых} = 0,007$ г/л, $X_{вых} = 4,6$ г/л, $Z_{вых} = 0,042$ г/л. При впуске через первое окно значения концентрации загрязнений на выходе в 4,5 раза меньше, чем при впуске через все четыре окна; концентрация хлопьев на выходе из аэротенка в 1,35 раз больше, а значения концентрации дисперсных бактерий снова практически равны.

При увеличении интенсивности подачи сточных вод $q_{св} \approx 70$ м³/мин при различных значениях концентраций загрязнений в сточных водах наименьшие значения концентрации загрязнений на выходе получены для варианта подачи сточных вод через первое окно, например, при $L_{св} = 0,15$ получаем $L_{вых} = 0,024$ г/л, при этом значения $X_{вых} = 3,7$ г/л, $Z_{вых} = 0,043$ г/л, а для подачи через четыре окна $L_{вых} = 0,042$ г/л, $X_{вых} = 4,8$ г/л, $Z_{вых} = 0,044$ г/л. Анализируя полученные результаты, видим, что наиболее оптимальным вариантом подачи сточных вод является подача всех стоков через первое окно.

Выводы. Вариант подачи сточных вод через четыре окна характеризуется стабильностью результатов качества очистки, которые слабо зависят от концентрации загрязнений в сточных водах, поступающих на очистку, и от интенсивности подачи сточных вод. При этом вариант с подачей сточных вод через первое окно дает более высокую степень очистки, а концентрация хлопьев при высоких нагрузках на ил принимает меньшие значения, что будет существенно влиять на дальнейшие процессы уплотнения активного ила и снизит проблемы с утилизацией его избытка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крюковська О.А. Стан техногенної безпеки на Україні / О.А. Крюковська, А.О. Толок, С.А. Юдіна // Техногенна безпека. Теорія, практика, інновації: міжнар. наук.-практ. конф., 22-23 травня, 2008 р.: тези доповідей. – Л., 2008. – С. 46—49.

Горносталя С.А., Созник А.П.

2. Святенко А.І Важливість урахування особливостей біологічного очищення в аеротенках для поліпшення показників їх роботи / А.І. Святенко, Л.М. Корнійко // Екологічна безпека - 2009. — №4 (8). — С. 93—96.
3. Олійник О.Я Особливості моделювання очистки стічних вод у системі аеротенк-відстійник-регенератор / О.Я. Олійник, С.М. Зябліков // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки. — 2005. — №4. — С. 46—53.
4. Горносталь С.А Моделирование процессов биологической очистки в идеальных и реальных аэротенках / С.А. Горносталь, Е.А. Петухова, А.П. Созник // Проблеми надзвичайних ситуацій. — 2009. — №10. — С. 67-77.

Горносталь С.А., Созник О.П.

Аналіз результатів математичного моделювання процесів біологічної очистки стічних вод в аеротенках

На основі раніше запропонованої математичної моделі біологічної очистки стічних вод в аеротенку проведений аналіз роботи аеротенка в різних умовах залежно від точок впуску, інтенсивності подачі стічних вод і концентрації забруднень в стічних водах, що поступають на очищення

Ключові слова: біологічне очищення, аеротенк, моделі

Gornostal S.A., Soznik A.P.

Analysis of the results of mathematical model for biological water treatment cleaning processes in aerotank

On the basis of the early proposed mathematical model for biological water cleaning in aerotank the analysis of the results obtained is fulfilled for the variant admittance points, the intensities of sewage serve and the sewage concentrations

Key words: biological cleaning, aerotank, models