

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АЭРАЦИИ НА ПОКАЗАТЕЛИ СТОЧНЫХ ВОД И АКТИВНОГО ИЛА НА ВЫХОДЕ ИЗ АЭРОТЕНКА

Стелла Горносталь<sup>1</sup>, Елена Петухова<sup>1</sup>, Тамара Айрапетян<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Национальный университет гражданской защиты Украины

Адрес: Украина, г. Харьков, ул. Чернышевская, 94

E-mail: gornostals@yandex.ru

<sup>2</sup>Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова

Адрес: Украина, г. Харьков, ул. Революции, 12

E-mail: tamara78kh2008@rambler.ru

**Аннотация.** Исследовано влияние аэрации на качество очистки сточных вод в аэротенке в зависимости от варианта подачи сточных вод. Полученные результаты позволяют усовершенствовать технологический режим работы аэротенка и определить необходимые характеристики для его эффективной работы.

**Ключевые слова:** биологическая очистка, сточные воды, аэрация, аэротенк.

### ВВЕДЕНИЕ

Результатом производственной и хозяйственной деятельности человека является интенсивное загрязнение гидросферы. Прежде всего, связано это с выпуском недостаточно очищенных бытовых и промышленных стоков в водоемы. Они содержат значительное количество органических веществ, служащих питательной средой для различных, в том числе и патогенных, микроорганизмов. В производственных сточных водах могут содержаться токсические примеси.

Попадание сточных вод в водоемы без очистки или с недостаточной степенью очистки представляет серьезную угрозу для населения, приводит к ухудшению экологической ситуации и возникновению опасности для здоровья людей и животных. В последние годы в Украине наблюдается постепенное снижение количества сточных вод, сбрасываемых в водные объекты. Однако процент недостаточно очищенных вод и вод без очистки к общему количеству сбрасываемых стоков остается достаточно высоким.

Одними из самых трудно извлекаемых загрязнений, содержащихся в городских сточных водах, являются мелкодисперсные и растворенные органические вещества [1, 7, 12]. Физико-химические методы их извлечения достаточно дороги и малоприменимы при больших расходах сточных вод. Поэтому самым результативным на сегодняшний день остается метод биологической очистки. Его использование обеспечивает деструкцию сложных органических загрязнений, осуществляемую безреагентным путем в обычных физико-химических условиях и с минимальными затратами энергии.

### АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ, МАТЕРИАЛОВ, МЕТОДОВ

Биологическая очистка сточных вод осуществляется в сооружениях с прикрепленной (био-

фильтры), свободноплавающей (аэротенки) и со смешанной (аэротенки с насадками, биотенки) микрофлорой. Они получили распространение благодаря своей универсальности и эффективности. Однако в последние годы специалисты приходят к выводу, что классические модификации аэротенков (смесители, вытеснители, с отдельной регенерацией активного ила, двухступенчатые аэротенки) хотя и позволяют достигать необходимую степень очистки, но технические возможности их практически исчерпаны.

Традиционные аэротенки при всех их положительных качествах обладают рядом существенных недостатков: неравномерной по длине нагрузкой на активный ил; дефицитом растворенного кислорода в начальных наиболее нагруженных зонах сооружения и его избытком в конечных зонах, неоправданно увеличивающим безвозвратные потери кислорода со сбрасываемой из очистных сооружений очищенной водой [6, 8].

Жесткие условия эксплуатации при несовершенстве технологического режима приводят к систематическим нарушениям условий работы аэротенков. Дальнейшее развитие может идти по пути совершенствования технологического процесса в существующих сооружениях или радикального изменения конструкции [20-22].

Сложность внесения конструктивных изменений связана с большими размерами сооружений и необходимостью значительных финансовых затрат. Внедрение современных способов управления работой сооружений позволяет с минимальными затратами повысить эффективность их работы. В настоящее время распространение получили такие направления:

- управление качеством поступающих сред [5, 17];
- регулирование количества поступающих сред [4, 15, 16];
- внесение изменений в технологический регламент работы сооружений [18, 19].

Существует большое количество работ, в которых рассматриваются вопросы взаимосвязи составляющих процесса и влияния отдельных факторов на протекание биологической очистки сточных вод [2, 3, 6,

13, 14, 23]. На сегодняшний день реализована лишь малая часть возможных решений, способных качественно улучшить работу сооружений. Поэтому актуальной остается задача совершенствования существующих и создания новых, экологически безопасных технологических процессов, способных обеспечить рациональное использование водных ресурсов и соблюдение нормативов предельно допустимых сбросов.

### ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью работы является исследование влияния аэрации по секциям аэротенка на качество очистки сточных вод. Объект исследования - 4-х коридорный аэротенк промежуточного типа с рассредоточенной подачей сточных вод и сосредоточенной подачей активного ила (рис.1).

Особенностью данного сооружения является наличие на распределительном канале 4-х впускных окон (О.1, О.2, О.3, О.4), через которые в секцию аэротенка подается сточная вода на очистку. Это позволяет варьировать подачу сточных вод, открывая

или закрывая впускные окна на канале.

Рассмотрены разные комбинации подачи стоков. В данной работе приведены результаты исследований для вариантов подачи через все четыре впускные окна О.1, О.2, О.3, О.4 (аэротенк-смеситель), а также вариант подачи сточных вод только через четвертое окно О.4 (аэротенк-вытеснитель с продленной регенерацией ила), окна О.1, О.2, О.3 – закрыты.

Для расчетов использована математическая модель процесса биологической очистки в системе сооружений «аэротенк – вторичный отстойник». Ее решение позволило изучить и проанализировать влияние разных факторов на протекание процесса биологической очистки.

### ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

Используя предложенную ранее математическую модель процесса биологической очистки сточных вод [9, 10], было проведено исследование влияния аэрации на процессы очистки.

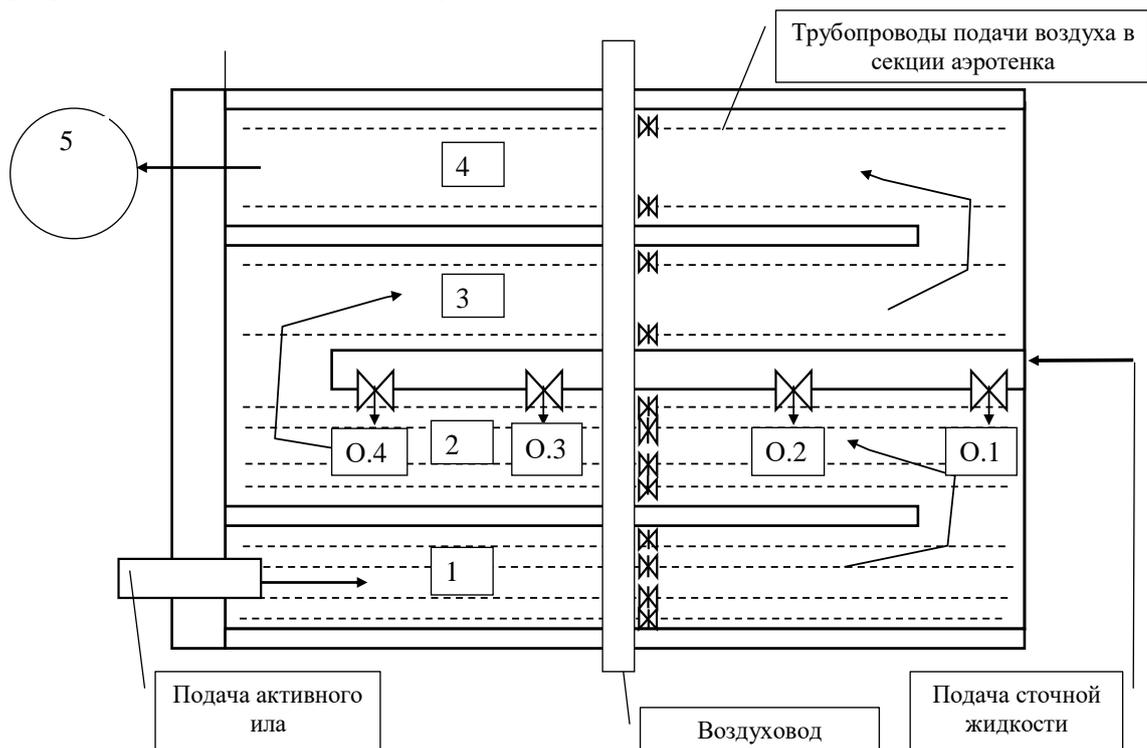


Рис. 1. План секции четырехкоридорного аэротенка:

1 – первый коридор, 2 – второй коридор, 3 – третий коридор, 4 – четвертый коридор, 5 – вторичный отстойник; О.1 – первое впускное окно, О.2 – второе впускное окно, О.3 – третье впускное окно, О.4 – четвертое впускное окно

Fig. 1. Plan section of the aeration tank 4 corridors:

1 - the first corridor, 2 - second corridor, 3 - the third corridor, 4 - the fourth corridor, 5 - secondary settling tank; О.1 - first inlet window, О.2 - second inlet window, О.3 - third inlet window, О.4 - fourth inlet window

$$\frac{dX}{dt} = (-a_x + b_x \cdot L) \cdot X + k_2 G \cdot X \cdot Z - k_1 \cdot G^m \cdot X + k_4 \cdot S \cdot X, \quad (1)$$

$$\frac{dZ}{dt} = (-a_z + b_z \cdot L) \cdot Z - k_2 \cdot G \cdot X \cdot Z + k_1 \cdot G^m \cdot X + k_4 \cdot S \cdot Z, \quad (2)$$

$$\frac{dL}{dt} = -(g_x X + g_z Z)L, \quad (3)$$

$$\frac{dS}{dt} = (k_3 - k_4 S)(X + Z), \quad (4)$$

где:  $X, Z, S, L$  – концентрации, соответственно, хлопьев, дисперсных бактерий, продуктов автолиза и загрязнений, г/дм<sup>3</sup>,

$k_1$  – константа скорости диспергации хлопьев, мин,

$k_2$  – константа, характеризующая скорость агрегации хлопьев, дм<sup>3</sup>/г,

$G$  – градиент скорости в турбулентном потоке, учитывающий расход воздуха, мин<sup>-1</sup>,

$k_3$  – константа, определяющая скорость образования продуктов автолиза, мин<sup>-1</sup>,

$k_4$  – константа, определяющая скорость окисления продуктов автолиза, дм<sup>3</sup>·(г·мин)<sup>-1</sup>,

$m$  – константа пропорциональности,

$a_x$  – скорость отмирания хлопьев, дм<sup>3</sup>·(г·мин)<sup>-1</sup>,

$a_z$  – скорость отмирания дисперсных бактерий, дм<sup>3</sup>·(г·мин)<sup>-1</sup>,

$b_x, b_z$  – скорости образования хлопьев и дисперсных бактерий за счет размножения, мин<sup>-1</sup>,

$g_x, g_z$  – скорости потребления загрязнений хлопьями и дисперсными бактериями, дм<sup>3</sup>·(г·мин)<sup>-1</sup>.

Рассматриваемая модель представляет собой систему обыкновенных дифференциальных уравнений. Независимой переменной является время движения потока по коридору аэротенка. Временной интервал разбивается на участки, границы которых задаются местом подачи сточных вод. Согласование решений на границах участков позволяет учесть объем загрязнений за счет введения соответствующих концентраций.

Уравнение (1) описывает изменение концентрации хлопьев с учетом таких процессов, как потребление загрязнений, агрегации дисперсных бактерий в хлопья, распада хлопьев на дисперсные бактерии в результате аэрации, процесс потребления продуктов автолиза, отмирание хлопьев.

Уравнение (2) описывает изменение концентрации дисперсных бактерий с учетом следующих процессов: потребление загрязнений, агрегации дисперсных бактерий в хлопья, распада хлопьев на дис-

персные бактерии в результате аэрации, процесс потребления продуктов автолиза, отмирание дисперсных бактерий.

Уравнение (3) описывает изменение концентрации загрязнений, в зависимости от скорости потребления загрязнений хлопьями и дисперсными бактериями.

Уравнение (4) описывает процесс образования продуктов автолиза. Дополнительно в нем учтено, что процесс автолиза является результатом деятельности не только хлопьев, но и дисперсных бактерий.

Результаты численного решения системы уравнений (1)-(4) позволяют проанализировать влияние разных параметров на протекание процессов в аэротенке.

Для исследования влияния аэрации на протекание процесса нами варьировались значения градиента скорости в турбулентном потоке. Важность аэрации определяется тем, что под действием подаваемого воздуха ил поддерживается во взвешенном состоянии и не имеет возможности оседать. При этом интенсивная аэрация способствует возникновению турбулентных движений жидкости, которые приводят к разрушению хлопьев ила на дисперсные составляющие.

Исходя из того, что интенсивность подачи воздуха в 1-2-м коридорах аэротенка больше, чем в 3-4-м, кроме того различаются процессы, происходящие в разных коридорах, исследования выполнялись в три этапа.

На первом этапе рассматривались процессы, происходящие в 1-м коридоре аэротенка (в регенераторе). В него подается только активный ил. На процессы, протекающие в этом коридоре, влияние оказывают только расход активного ила и его концентрация. Сточная жидкость в этот коридор не подается, поэтому результаты не зависят от варианта подачи сточных вод. Поэтому изучалось влияние расхода активного ила, подаваемого в регенератор, и интенсивности аэрации на протекание процесса в 1 коридоре (рис. 1).

Результаты численного расчета приведены на рис. 2. Анализ полученных результатов показал, что концентрация ила на выходе из коридора увеличивается с увеличением расхода ила.

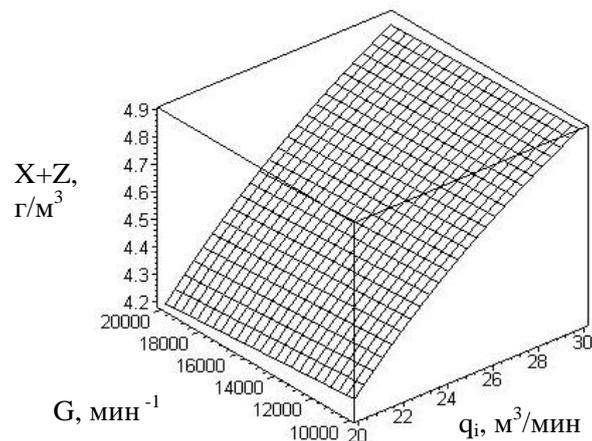


Рис. 2. Изменение концентрации активного ила ( $X+Z$ ) в 1-м коридоре аэротенка в зависимости от его расхода ( $q_i$ ) и градиента скорости в турбулентном потоке ( $G$ )

Fig. 2. Changing the activated sludge concentration ( $X + Z$ ) in the aeration tank 1 corridor, depending on its flow ( $q_i$ ) and the velocity gradient in turbulent flow ( $G$ )

Процессы, происходящие в первом коридоре, а также их длительность оказывают существенное влияние на количество микроорганизмов, поступающих во второй коридор, а значит и на стабильность работы аэротенка.

На втором этапе исследований рассматривался 2-й коридор аэротенка, в котором активный ил смешивается со сточной водой. Интенсивность аэрации во втором коридоре остается такой же, как и в первом. Активная аэрация необходима:

- для большего контакта органических загрязнений с активным илом;
- для поддержания активного ила во взвешенном состоянии, для окисления загрязнений, поступивших со сточной жидкостью.

Нами исследовано влияние интенсивности подачи воздуха и расхода сточных вод на концентрацию ила и загрязнений на выходе из коридора при разных вариантах подачи сточных вод (рис. 3 и 4).

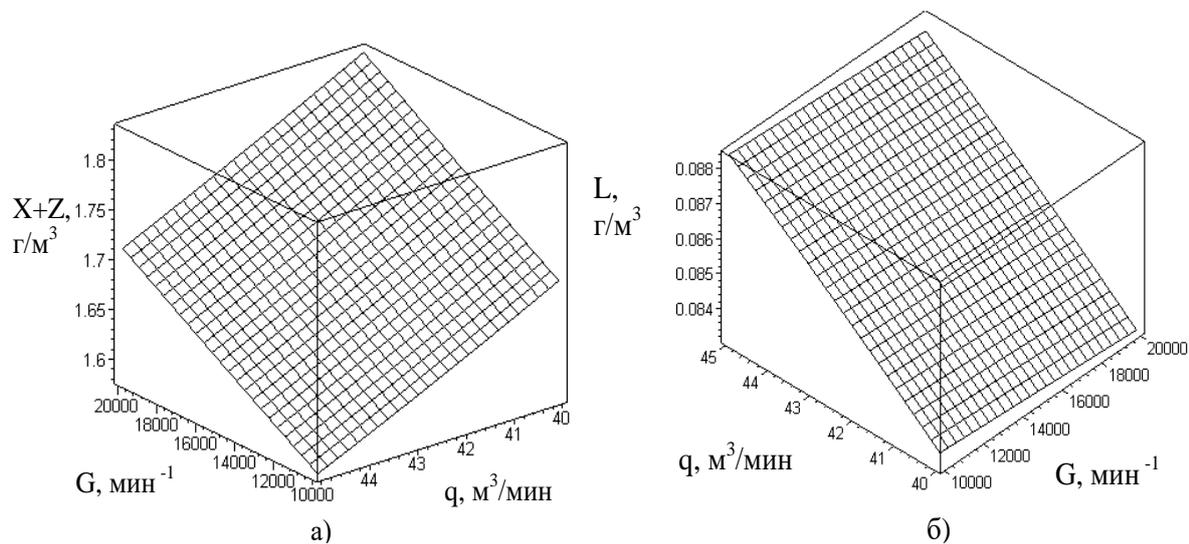


Рис. 3. Изменение концентраций во 2-м коридоре аэротенка при подаче сточных вод только через 4-е окно в зависимости от расхода сточных вод ( $q$ ) и градиента скорости в турбулентном потоке ( $G$ ): а) для активного ила ( $X+Z$ ); б) для загрязнений ( $L$ )

Fig. 3. Changes in the concentrations in the 2nd passage aeration basin wastewater feeding only through 4th box depending on the flow of sewage ( $q$ ) and velocity gradients in turbulent flow ( $G$ ): а) for the activated sludge ( $X + Z$ ); б) for impurities ( $L$ )

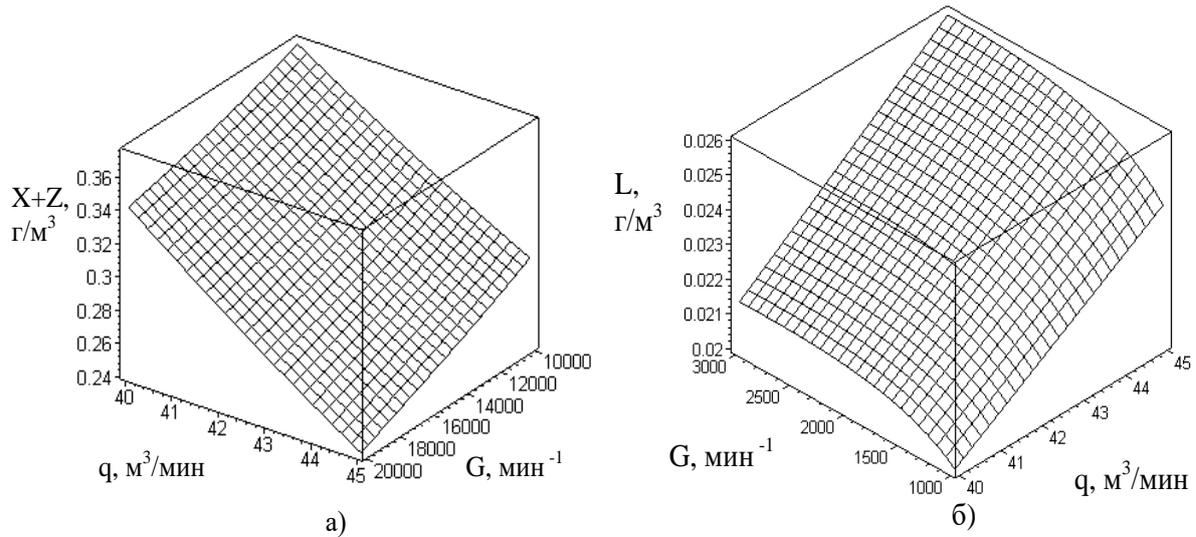


Рис. 4. Изменение концентраций во 2-м коридоре при подаче сточных вод через четыре окна в зависимости от расхода сточных вод ( $q$ ) и градиента скорости в турбулентном потоке ( $G$ ): а) для активного ила ( $X+Z$ ); б) для загрязнений ( $L$ )

Fig. 4. Changes in the concentrations in the 2nd passage feeding wastewater through the four windows according to the flow of sewage ( $q$ ) and velocity gradients in turbulent flow ( $G$ ): а) for the activated sludge ( $X + Z$ ); б) for impurities ( $L$ )

Анализ полученных результатов для варианта подачи стоков только через 4-е впускное окно (рис.3) позволил сделать вывод, что на концентрацию ила (рис. 3-а) большее влияние оказывает интенсивность подачи воздуха: с ее увеличением концентрация ила увеличивается. При этом следует отметить, что с увеличением расхода сточных вод и аэрации концентрация ила также возрастает.

На концентрацию загрязнений на выходе из 2-го коридора (рис.3-б) большее влияние оказывает увеличение расхода. Изменение интенсивности аэрации на концентрацию ила на выходе из коридора практически не влияет.

Анализ полученных результатов для варианта подачи стоков через все четыре впускные окна (рис.4) позволяет сказать о том, что на концентрацию ила (рис. 4-а) большее влияние оказывает расход поступающих сточных вод: с его увеличением концентрация ила уменьшается. При этом следует отметить, что уменьшение интенсивности аэрации приводит к приросту активного ила.

На концентрацию загрязнений на выходе из 2-го коридора (рис.4-б) больше влияет увеличение расхода. Изменение интенсивности аэрации не приводит к значительному изменению концентрации ила на выходе из коридора. Максимальное значение концентрации загрязнений достигается при наибольших значениях расхода сточных вод и интенсивности аэрации.

На третьем этапе исследовались процессы, происходящие в 3-4 коридорах. В начале третьего коридора наступают благоприятные условия для развития микроорганизмов, использующих для своего питания углекислый газ, воду, и источник неорганического азота – аммиак, создавая органические вещества своих клеток из неорганических веществ.

Значение процесса нитрификации для очистки сточных вод состоит в накоплении запаса кислорода, который может быть использован для окисления органических веществ, не содержащих азот, тогда, когда полностью израсходован для этого процесса весь растворенный кислород, например, во вторичном отстойнике. Кроме того, его значение в глубоком изъятии аммонийного азота. Процесс нитрификации является конечной стадией минерализации азотсодержащих органических загрязнений.

К концу четвертого коридора свободных питательных веществ для микроорганизмов практически не остается, а все оставшиеся питательные вещества аккумулируются хлопьями, так как для продолжения своего существования микроорганизмам энергетически выгодно уменьшать свою площадь абсорбции и образовывать единые конгломераты в виде хлопьев.

Результаты расчета для третьего этапа приведены на рис.5 и 6.

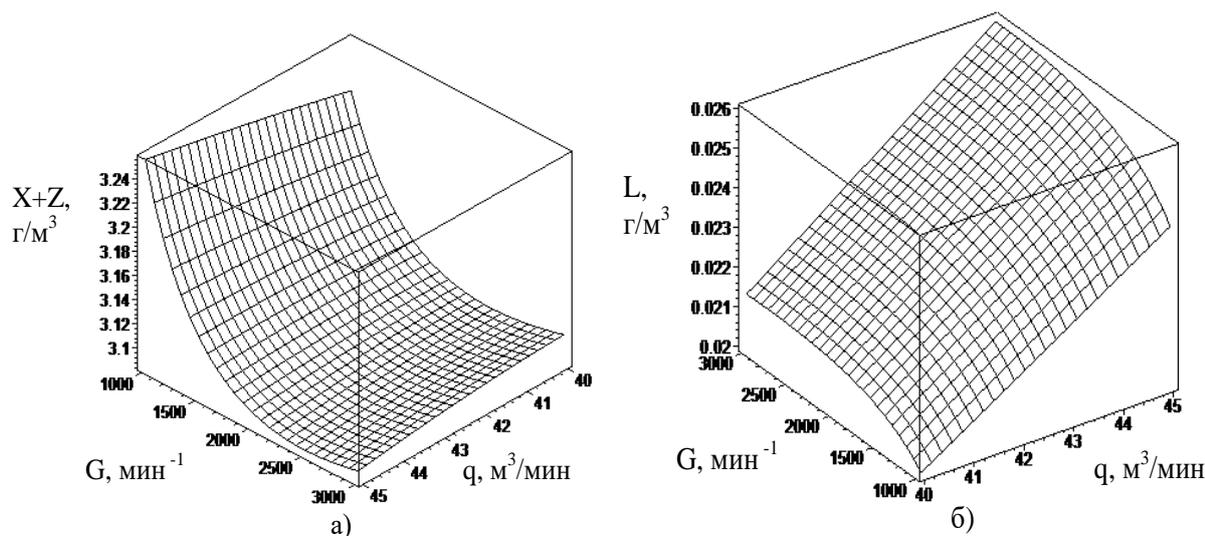


Рис. 5. Изменение концентраций в 3-4 коридорах при подаче сточных вод через четвертое окно в зависимости от расхода сточных вод ( $q$ ) и градиента скорости в турбулентном потоке ( $G$ ): а) для активного ила ( $X+Z$ ); б) для загрязнений ( $L$ )

Fig. 5. Changes in the concentrations of 3-4 corridors depending on the flow of sewage ( $q$ ) and velocity gradients in turbulent flow ( $G$ ): а) for the activated sludge ( $X + Z$ ); б) for impurities ( $L$ )

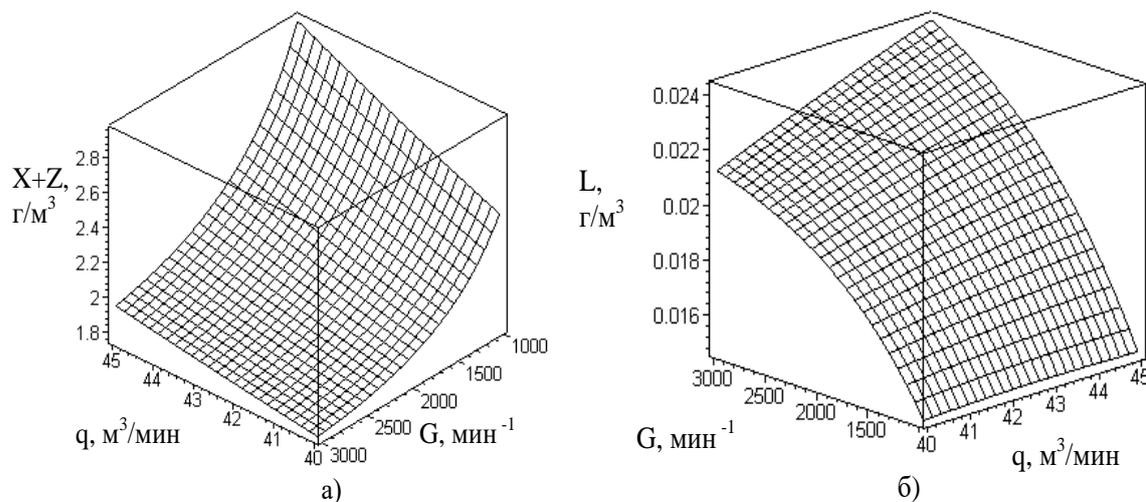


Рис. 6. Изменение концентраций в 3-4 коридорах при подаче сточных вод через четыре окна в зависимости от расхода сточных вод ( $q$ ) и градиента скорости в турбулентном потоке ( $G$ ): а) для активного ила ( $X+Z$ ); б) для загрязнений ( $L$ )

Fig. 6. Changes in concentration of 3-4 corridors feeding wastewater through the four windows according to the flow of sewage ( $q$ ) and velocity gradients in turbulent flow ( $G$ ): а) for the activated sludge ( $X + Z$ ); б) for impurities ( $L$ )

Анализ полученных результатов показал, что максимальное значение дозы ила на выходе из аэротенка (рис. 5-а) достигается при минимальных значениях градиента скорости в турбулентном потоке и максимальном расходе сточных вод. Чем меньше расход стоков и интенсивнее подается воздух, тем меньше ила образуется на выходе из сооружения. На

качество очистки большее влияние оказывает интенсивность подачи воздуха (рис. 5-б), а расход сточных вод влияет меньше. Чем меньше расход подаваемых стоков и больше значение градиента скорости в турбулентном потоке, тем меньше концентрация загрязнений на выходе из аэротенка.

Анализируя данные расчетов для варианта подачи сточных вод через все четыре окна, можем сделать вывод, что максимальное значение дозы ила на выходе из аэротенка (рис.6-а) достигается при минимальных значениях градиента скорости в турбулентном потоке и максимальном расходе сточных вод. Чем меньше расход стоков и больше интенсивность аэрации, тем меньше ила образуется на выходе из сооружения. На качество очистки большее влияние оказывает интенсивность аэрации (рис. 6-б), а не расход сточных вод. Влияние расхода сточных вод незначительно при небольшой аэрации и увеличивается с ее ростом.

Полученные результаты показывают, что изменяя режим работы аэротенка и регулируя подачу стоков и воздуха [11], можно добиться значительного улучшения качества очищенных вод с учетом показателей сточных вод, поступающих на очистку. При этом достигается рациональное использование воздуха и экономия электроэнергии.

## ВЫВОДЫ

Проведенные исследования показали, что в зависимости от точки поступления сточные воды в секцию аэротенка, изменяются концентрация ила и загрязнений в очищаемой жидкости. Это позволяет учесть влияние подачи воздуха без проведения дополнительных экспериментов и определить необходимые технологические и конструктивные характеристики надежной и эффективной работы сооружений очистки. Использование результатов расчета дает возможность:

- в зависимости от расхода поступающих сточных вод выбрать оптимальный режим работы аэротенка.

- для разных вариантов подачи сточных вод учесть влияние аэрации, подобрав режим, при котором количество кислорода, необходимого для протекания аэробных процессов, будет достаточным.

Регулирование воздуха по секциям аэротенка дает возможность не только обеспечить необходимое качество очистки на выходе из сооружений, но и более экономично использовать электроэнергию, расходующую на работу нагнетателей воздуха.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Henze M. 2002. Wastewater treatment – Technomic Publishing AG. – 430.
2. Ghorbani M., Eskicioglu C. 2011. Application of the International Water Association activated sludge models to describe aerobic sludge digestion. // Environmental Technology. - 32(16). – 1923-1938.
3. Gujer W. 2002. Microscopic versus macroscopic biomass models in activated sludge systems. // Water Science & Technology. – Vol. 45, № 6. – 1-11.
4. Pat. 7527735, US, IC C02F 3/00, US Classification 210/605 System for treating wastewater / Inventors Brase, Крэйг С., Attorney/Law Firm Kinney & Lange, P.A. – № 11/507,124, Filed August 21, 2006 Published May 5, 2009.
5. Pat. № 7517454, US, IC C02F 3/00, US Classification 210/620 210/483 210/767 Method for treating wastewater containing active sludge / Inventors Hu; Yen-Jung Chen; Hsi-Yu Hwang; Wen-Chun. Attorney/Law Firm Bliss McGlynn, P.C. – № 11/879,874; Filed July 19, 2007; Published April 14, 2009.
6. Shahriari H., Eskicioglu C., Droste R.L. 2006. Simulating Activated Sludge System by Simple-to-Advanced Models // Journal of Environmental Engineering. - 132(1). – 42-50.
7. Анциферов А., Филенков В. 2013. Повышение эффективности очистки сточных вод промышленных предприятий на биологических очистных сооружениях // Водоочистка. - № 3. – 29-35.
8. Василенко О., Епоян С., Смірнова Г., Корінько І., Василенко Л., Айрапетян Т. 2012. Водовідведення та очистка стічних вод міста. Курсове і дипломне проектування. Приклади та розрахунки: Навчальний посібник. - Київ-Харків, КНУБА, ХНУБА, ТО Ексклюзив. - 540.
9. Горносталя С. 2013. Исследование процесса биологической очистки сточных вод в системе «аэротенк – вторичный отстойник» // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – № 4. – 164-167.
10. Горносталя С., Созник А. 2008. Описание процессов, происходящих в системе аэротенк – вторичный отстойник, и их физическое моделирование. // Коммунальное хозяйство городов. – №81. – 133-139.
11. Горносталя С., Петухова О., Айрапетян Т. 2015. Практичне застосування результатів моделювання процесу біологічного очищення стічних вод // Науковий вісник будівництва. – Вип. 1(79). – 255-258.
12. Жмур Н. 2003. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. - М.: Акварос. - 512.
13. Олійник О., Айрапетян Т. 2014. Аналіз моделей біологічного очищення стічних вод в аэротенках // Науковий вісник будівництва. – Вип. № 3 (77). - 198-201.
14. Панкратова С., Емельянов В., Сироткин А., Шулаев М. 2010. Математическое моделирование и управление качеством сточных вод // Вестник Казанского технологического университета. – № 6. – 76-85.
15. Пат. 000912 В1, Евразийское патентное ведомство, МПК<sup>7</sup> С 02F 3/12, 3/20, 3/30. Способ очистки отходов и устройство для его осуществления / Горонси Мервин Чарльз; заявитель и патентообладатель Бисаско ПТИ, ЛИМИТЕД. – № 199800076; заявл. 21.06.1996; опубл. 26.06.2000.

16. Пат. 55615 А Україна, МПК (2006) G05D 11/00 Спосіб керування процесом біологічного очищення стічних вод в аеротенках і вторинних відстійниках і система для його реалізації / Горбенко В., Гліке А., Грищенко А., Трухан С., Іванько А., Крючкова В., Єрмолаєва Г.; власник патенту Держ. наук.-виробн. підпр. «Науково-інженерний центр автоматизації» наукова корпорація «Київський інститут автоматики». – № 2001129137; заявл. 27.12.2001; опубл. 15.04.2003, бюл. № 4.
17. Пат. 62697 Україна, МПК (2011/01) C02F 3/00 Спосіб керування процесом подачі господарсько-побутових стоків на установки глибокого біологічного очищення стічних вод / Картавцев М., Рогожа Г.; власник патенту ХДАУ. – № u201101639; заявл. 14.02.2011; опубл. 12.09.2011, бюл. №17.
18. Пат. № 2 440 306 С1, Росія, МПК C02F3/30, C02F101/16, C02F103/04 Спосіб забезпечення надійності очистки стічних вод від сполучень азоту і фосфору / Васильєв Б., Трухін Ю., Рублевська О., Ільїн Ю., Ігнатчик В., Ігнатчик С.; патентообладатель Государственное Унитарное Предприятие «Водоканал Санкт-Петербурга». – № 2010124223/05; заявл. 11.06.2010; опубл. 20.01.2012, бюл. №2.
19. Пат. № 2033973 С1, Росія, МПК<sup>6</sup> C02F3/02, G05D27/00 Спосіб управління процесом очистки стічних вод / Закиров Д., Петрушевський В., Хусаєнов Р., Пушников Ю.; патентообладатель Научно-исслед. и проектно-констр. институт охраны окружающей среды в угольной промышленности. – № 5031549/26; заявл. 25.07.1991; опубл. 30.04.1995.
20. Похил Ю., Пупырьков Е., Багаев Ю. 2011. Наилучшие доступные технологии в очистке коммунальных сточных вод. // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. № 8 (44). 4-8.
21. А. Смирнов, В. Юрченко, М. Есин, А. Артеменко. 2013. Современные энергосберегающие решения в обработке сточных вод / MOTROL // Commission of motorization and energetic in agriculture. – Lublin. – V.15, № 6. – 93-100.
22. Хенце М., Армоэс П., Ля-Кур-Янсен Й., Арван Э. 2006. Очистка сточных вод. Биологические и химические процессы. Пер. с англ. – М.: Мир, – 480.
23. С. Эпоян, И. Штонда, Ю. Штонда. 2014. Интенсификация процесса аэрации сточных вод в закрытых циркуляционных окислительных каналах // MOTROL // Commission of motorization and energetic in agriculture. – Lublin. – V.16, № 4. – 93-100.

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE ON THE PERFORMANCE OF AERATION OF WASTE WATER AND ACTIVATED SLUDGE FROM THE AERATION TANK OUTLET

**Summary.** The effect of aeration on the quality of wastewater treatment in the aeration tank, depending on the variant of delivery of waste water. The results allow to improve the technological mode of operation of the aeration tank and to determine the necessary characteristics for its effective operation.

**Key words:** biological treatment, wastewater, air feeding, aeration tank.