

Горносталь С.А., Петухова Е.А.

Национальный университет гражданской защиты Украины

Айрапетян Т.С.

Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ПОДАЧИ ВОЗДУХА ПО СЕКЦИЯМ АЭРОТЕНКА НА КАЧЕСТВО ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

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 [1-2]. Одними из самых трудно извлекаемых загрязнений, содержащихся в городских сточных водах, являются мелкодисперсные и растворенные органические вещества. Физико-химические методы их извлечения и деструкции достаточно дороги и малоприменимы при больших расходах сточных вод. Поэтому самым результативным на сегодняшний день остается метод биологической очистки. Именно его использование обеспечивает деструкцию сложных органических загрязнений, осуществляемую безреагентным путем в обычных физико-химических условиях и с минимальными затратами энергии [3-5].

В крупных городах сооружения биологической очистки включают в себя аэротенк и вторичный отстойник. 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 его безвозвратные потери со сбрасываемой из очистных сооружений водой [6-9]. Жесткие условия эксплуатации при несовершенстве технологического режима приводят к систематическим нарушениям условий работы аэротенков.

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

Целью работы является исследование влияния изменения подачи воздуха по секциям аэротенка на качество очистки сточных вод. Исследования проводились для аэротенка промежуточного типа (с сосредоточенной подачей активного ила и рассредоточенной подачей сточных вод) (рис.1). Нами рассматривался вариант подачи сточных вод только через первое окно О.1 (аэротенк-вытеснитель), окна О.2, О.3, О.4 - закрыты.

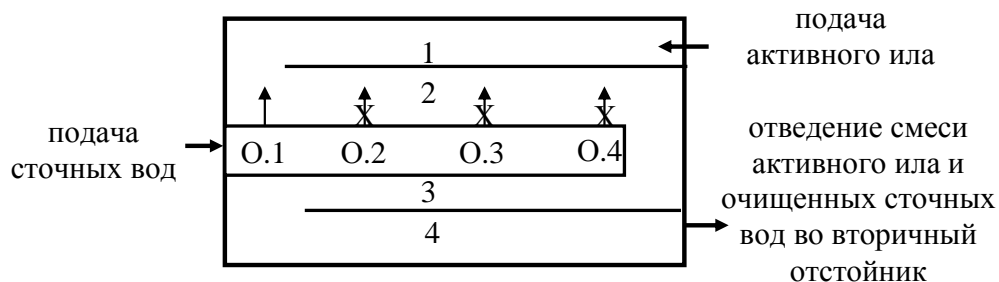


Рис. 1. Схема секции аэротенка: 1 – первый коридор, 2 – второй коридор, 3 – третий коридор, 4 – четвертый коридор аэротенка; О.1, О.2, О.3, О.4 – впускные окна

Используя предложенную ранее математическую модель процесса биологической очистки сточных вод [10], были проведены исследования влияния градиента скорости в турбулентном потоке на процессы очистки сточных вод в аэротенке. Исходя из того, что интенсивность подачи воздуха в 1-2 коридорах аэротенка больше, чем в 3-4, кроме того различаются процессы, происходящие в разных коридорах, исследования выполнялись в три этапа. На первом этапе рассматривалось влияние расхода активного ила, подаваемого в регенератор, и воздуха на протекание процесса в 1 коридоре (рис. 2). Анализ

полученных результатов показал, что концентрация ила на выходе из коридора увеличивается с увеличением расхода ила. От интенсивности подачи воздуха она практически не зависит.

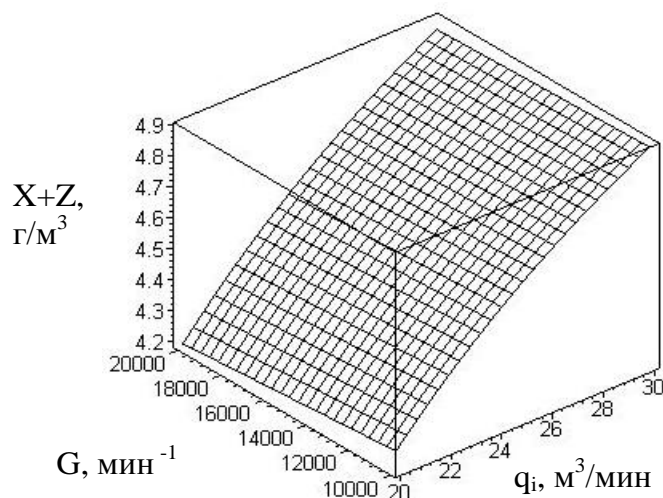


Рис. 2. Изменение концентрации активного ила ($X+Z$) в 1 коридоре аэротенка в зависимости от его расхода (q_i) и градиента скорости в турбулентном потоке (G)

Процессы, происходящие в первом коридоре, а также ее 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, в который подается сточная вода. Исследовалось влияние интенсивности подачи воздуха и расхода сточных вод на концентрацию ила и загрязнений на выходе из коридора (рис. 3). Анализ полученных результатов 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 концентрация ила также возрастает. На концентрацию загрязнений на выходе из 2-го коридора (рис.3-б) большее влияние оказывает увеличение расхода. Максимальные значения она принимает при максимальном расходе и интенсивности подачи сточных вод.

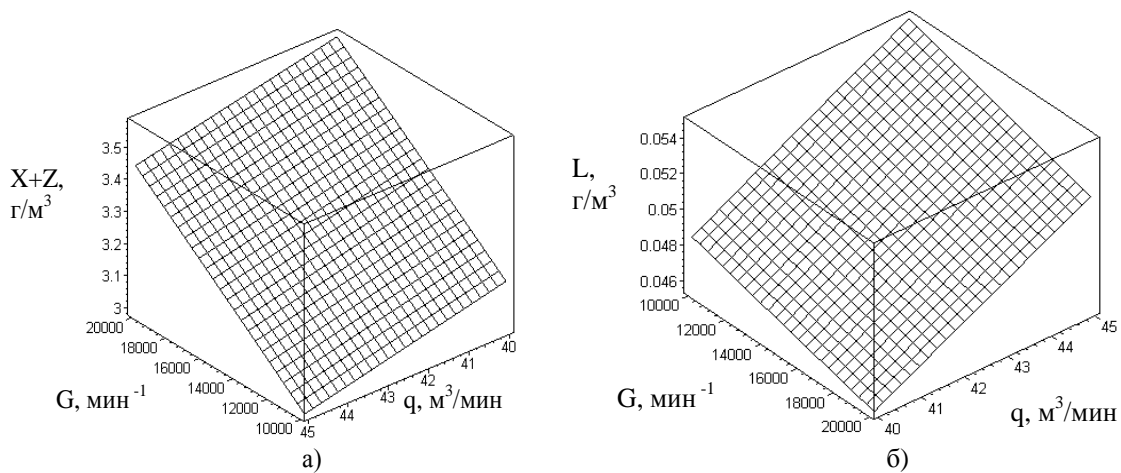


Рис. 3. Изменение концентраций во 2-м коридоре в зависимости от расхода сточных вод (q) и градиента скорости в турбулентном потоке (G): а) активного ила ($X+Z$); б) концентрации загрязнений (L)

На третьем этапе исследовались процессы, происходящие в 3-4 коридорах. Результаты расчета приведены на рис.4.

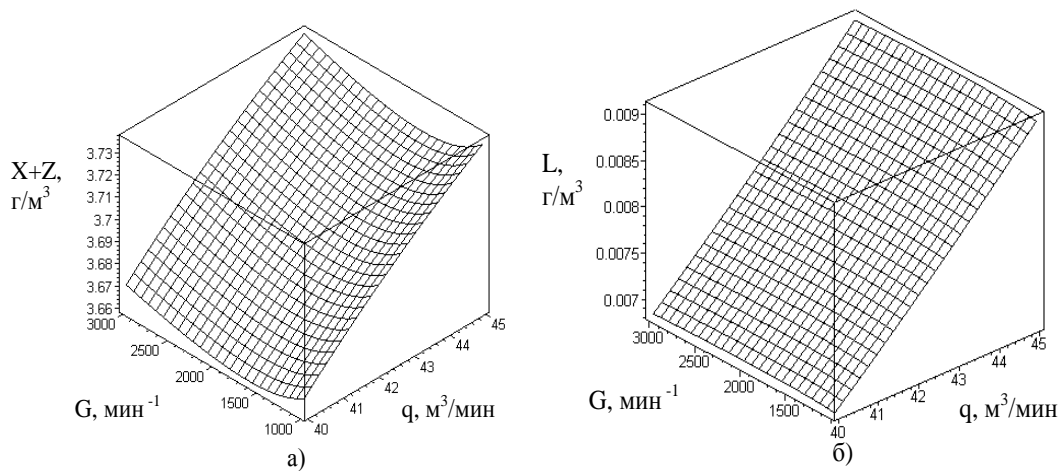


Рис. 4. Изменение концентраций в 3-4 коридорах в зависимости от расхода сточных вод (q) и градиента скорости в турбулентном потоке (G): а) активного ила ($X+Z$); б) концентрации загрязнений (L)

Анализ результатов показал, что максимальное значение дозы ила на выходе из аэротенка (рис. 4-а) достигается при максимальных значениях градиента скорости в турбулентном потоке и максимальном расходе сточных вод. Чем меньше расход стоков и интенсивность подачи воздуха, тем меньше ила образуется на выходе из сооружения. На качество очистки большее влияние

оказывает не интенсивность подачи воздуха, а расход сточных вод (рис. 4-б). Чем меньше расход сточных вод и значение G , тем меньше концентрация загрязнений на выходе из аэротенка. Полученные результаты показывают, что изменяя режим работы аэротенка, регулируя подачу стоков и воздуха, можно добиться значительного улучшения качества очистки сточных вод.

Нами предлагается дополнить разработанный ранее алгоритм выбора режима работы аэротенка [11], добавив в него возможность варьирования параметрами подачи воздуха. Регулирование воздуха даст возможность не только обеспечить необходимое качество очистки на выходе из сооружений, но и более экономично использовать электроэнергию, расходуемую на работу нагнетателей воздуха.

Полученные результаты дают возможность усовершенствовать предложенный ранее метод выбора режима работы аэротенка. Это позволит учесть влияние подачи воздуха без проведения дополнительных экспериментов и определить необходимые технологические и конструктивные характеристики надежной и эффективной работы сооружений очистки.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Регіональні доповіді про стан навколишнього природного середовища у 2012 році. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://menr.gov.ua/index.php/dopovidi/regionalni>
2. Айрапетян Т.С. Напрямки підвищення ефективності роботи споруд біологічної очистки стічних вод / Т.С. Айрапетян // Досягнення та перспективи розвитку водогосподарської галузі: до 100-річчя від дня народження Гаркуші М.А. - першого міністра меліорації і водного господарства України: міжнар. наук.- практ.конф., 11-12 вересня 2014 р., м. Київ: матер. конф. - К.: ДІУЕВР, 2014. - С. 31-33.
3. Похил Ю.Н. Наилучшие доступные технологии в очистке коммунальных сточных вод / Ю.Н. Похил, Е.И. Пупырев, Ю.Г. Багаев // Водочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. - № 8 (44). – 2011. – С.4-8.

4. Анциферов А.В. Повышение эффективности очистки сточных вод промышленных предприятий на биологических очистных сооружениях / А.В. Анциферов, В.М. Филенков // Водоочистка. - № 3. - 2013. – С. 29-35.
5. Василенко О.А., Епоян С.М., Смірнова Г.М., Корінько І.В., Василенко Л.О., Айрапетян Т.С. Водовідведення та очистка стічних вод міста. Курсове і дипломне проектування. Приклади та розрахунки: Навчальний посібник. - Київ-Харків, КНУБА, ХНУБА, ТО Ексклюзив, 2012. - 540 с.
6. Жмур Н.С. Управление процессом и контроль результатов очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками / Н.С. Жмур. - М.: Луч, 1997.- 172 с.
7. Олійник О.Я. Аналіз моделей біологічного очищення стічних вод в аэротенках / О.Я. Олійник, Т.С. Айрапетян // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2014.- Вип. № 3 (77).- С. 198-201.
8. Эпоян С.М. Повышение эффективности биологической очистки и доочистки сточных вод в закрытых циркуляционных окислительных каналах / С.М. Эпоян, И.Ю. Штонда, Ю.И. Штонда, А.Л. Зубко, Я. Лешенарова // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2014.- Вип.№ 1 (75). - С. 106-108.
9. Панкратова С.А. Математическое моделирование и управление качеством сточных вод / С.А. Панкратова, В.М. Емельянов, А.С. Сироткин, М.В. Шулаев // Вестник Казанского технологического университета. – 2010. – № 6. – С. 76-85.
10. Горносталь С.А. Исследование процесса биологической очистки сточных вод в системе «аэротенк – вторичный отстойник» / С.А. Горносталь // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – Белгород. – 2013. – № 4. – С. 164-167.
11. Горносталь С.А. Практичне застосування результатів моделювання процесу біологічного очищення стічних вод. / С.А. Горносталь, О.А.Петухова, Т.С.Айрапетян // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ. – 2015. – Вип. 1(79). – С. 255-258.

Горносталь С.А., Петухова Е.А., Айрапетян Т.С. «Исследование влияния изменения подачи воздуха по секциям аэротенка на качество очистки сточных вод»

Проведено исследование влияния параметров подачи воздуха на качество очистки сточных вод. Полученные результаты дают возможность усовершенствовать метод выбора режима работы аэротенка и определить необходимые технологические и конструктивные характеристики для эффективной работы сооружений.

Ключевые слова: биологическая очистка, сточные воды, подача воздуха, аэротенк, алгоритм.

Горносталь С.А., Петухова О.А., Айрапетян Т.С. «Дослідження впливу зміни подачі повітря по секціям аеротенка на якість очищення стічних вод»

Проведено дослідження впливу параметрів подачі повітря на якість очищення стічних вод. Отримані результати дають можливість удосконалити метод вибору режиму роботи аеротенках та визначити необхідні технологічні та конструктивні характеристики для ефективної роботи споруд.

Ключові слова: біологічне очищення, стічні води, подача повітря, аеротенк, алгоритм.

Gornostal S., Petuhova E., Irapetian T. « Investigation of the effect of changes in air for aeration tank sections on the quality of wastewater treatment »

The influence of the parameters of air quality wastewater treatment. The results obtained make it possible to improve the method of selecting the operating mode of the aeration tank and the requisite technological and design characteristics for effective work structures.

Keywords: biological treatment, wastewater, aeration tank, air feeding, algorithm.