

использовать совместную работу микроГЭС и солнечных аккумуляционных электростанций, что позволит обеспечить эффективное и устойчивое обеззараживания очищенных сточных вод.

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Василенко О.А., Епоян С.М., Смірнова Г.М., Корінько І.В., Василенко Л.О., Айрапетян Т.С. Водовідведення та очистка стічних вод. Курсове і дипломне проектування. Приклади та розрахунки: Навчальний посібник. – Київ – Харків, КНУБА, ХНУБА, ТО Ексклюзив, 2012. – 540 с.
2. Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод: Учебное издание. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2009. – 760 с.
3. Erojan S., Shtonda I., Shtonda Yu., Zubko A., Zvyagintsev Yu. Solar energy usage for the improvement of the treatment efficiency and operation stability at small-scale wastewater treatment plants. // Motrol. Motorization and power industry in agriculture. Simferopol-Lublin, 2011– Volume 13С. – 2011. - P. 91-96.
4. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води: Підручник. – К.: Вища шк., 2005. – 671 с.
5. Эпоян С.М., Штонда І.Ю., Шаляпин С.М., Шаляпина Т.С., Зубко О.Л., Штонда Ю. І. Ультрафіолетові установки для знезараження стічних вод та шляхи їх вдосконалення // Науковий вісник будівництва. - Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ. - 2015. - № 1(79). - С. 237 – 241.
6. Шаляпин С.М., Штонда Ю.І., Шаляпина Т. С. Застосування УФ опромінення для знезараження стічних вод на малих очисних спорудах. // Водопостачання та водовідведення. Вироб. практ. журнал. – К., 2013. - №2/13. – С. 14-19.
7. Эпоян. С.М., Штонда И.Ю., Штонда Ю.И., Шаляпин С.Н., Шаляпина Т.С., Зубко А.Л. Обеззараживание сточных вод на локальных очистных сооружениях при использовании ультрафиолетового излучения // Motrol. Commission of motorization and energttics in agriculture. – Volume 15 №6. – Lublin - Rzeszow. – 2013. С. 85-92.
8. Zotlöterer F. Wasserwirbeltechnik. Режим доступа: <http://www.zotloeterer.com>.
9. Встовский А.Л., Федий К.С., Архипцев М.Г., Спиринов Е.А. Система управления асинхронным генератором для возобновляемых источников энергии // Известия Томского политехнического университета.- Томск, 2014. Т. 324. №4. С. 133 – 138.
10. Штонда Ю. И., Звягинцев Ю.М. Зубко А.Л. Автономное энергоснабжение канализационных очистных сооружений в АР Крым. // Водопостачання і водовідведення. Вироб. практ. журнал. – К., 2012. - №1/12. – С. 54-57.
11. Эпоян С.М., Штонда Ю. И., Зубко А.Л. Звягинцев Ю.М. Автономное энергоснабжение КОС города Евпатория с использованием фотоэлектрических преобразователей и горизонтальных ВЭУ с асинхронными генераторами. // Науковий вісник будівництва. - Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ. - 2012.- Вип.67.- С.270-275.

УДК 628.35

**Горносталь С.А., Петухова Е.А.**

*Национальный университет гражданской защиты Украины*

**Айрапетян Т.С.**

*Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова*

**СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА, ПОЛУЧЕННЫХ ДЛЯ РАЗНЫХ ВАРИАНТОВ ПОДАЧИ СТОЧНЫХ ВОД В АЭРОТЕНК**

Несмотря на постепенное снижение расхода сточных вод, сбрасываемых в водные объекты, их процент с недостаточной степенью очистки к общему количеству

сбрасываемых стоков остается достаточно высоким [1]. Существующие физико-химические методы извлечения и деструкции органических веществ позволяют достичь высокой степени очистки.

Однако, их применение для больших расходов сточных вод, характерных для очистных сооружений городов, малоприменимы из-за высокой стоимости реализации.

Основной процесс извлечения органических загрязнений происходит в аэротенках. Они обладают целым рядом преимуществ: основаны на естественных процессах потребления загрязнений микроорганизмами, не требуют внесения реагентов, обеспечивают необходимую степень очистки [2]. Однако, стоит отметить и присущие им недостатки: нагрузка на активный ил неравномерна по длине сооружения, в наиболее нагруженных зонах возникает дефицит кислорода, а в конце сооружения – его избыток. При этом условия эксплуатации постоянно ужесточаются, вызывая сложности в достижении стабильной работы сооружений.

Вопросы улучшения и интенсификации работы сооружений биологической очистки рассматриваются многими исследователями. В своих работах они предлагают новые технические решения, основанные на математическом моделировании процесса [3-8]. Однако, реализована лишь малая их часть. Поэтому исследование технологии очистки, разработка новых решений, направленных на обеспечение экологической безопасности процесса очистки, рациональное использование водных ресурсов и соблюдение нормативов предельно допустимых концентраций остаются актуальными.

Целью работы является исследовать влияние изменения подачи воздуха и сточных вод по секциям аэротенка на качество очистки при разных вариантах подачи сточных вод. В работе рассматривались варианты подачи сточных вод через одно окно (рис.1): только через первое (О.1) или только через четвертое (О.4). Соответственно, в первом случае закрыты окна О.2, О.3 и О.4. Во втором - О.1, О.2 и О.3.

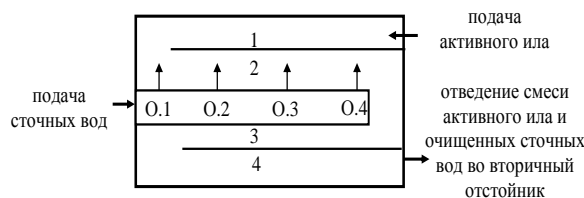


Рис. 1. Схема секции аэротенка: 1 – первый коридор, 2 – второй коридор, 3 – третий коридор, 4 – четвертый коридор аэротенка; О.1, О.2, О.3, О.4 – впускные окна

Для расчетов использована математическая модель процесса биологической очистки сточных вод [9]. В работе учтено, что интенсивность подачи воздуха в 1-2 коридорах аэротенка больше, чем в 3-4, а процессы, происходящие в разных коридорах, имеют свои особенности. Исходя из этого, исследования разбивались на три этапа. Первый этап происходит в 1-м коридоре аэротенка. Сюда подается активный ил из вторичных отстойников. В [10] были исследованы и проанализированы происходящие в коридоре процессы. Показано, что на концентрацию ила и загрязнений на выходе из регенератора оказывает влияние расход подаваемого ила. От интенсивности подачи воздуха они практически не зависят.

На втором этапе рассматривались процессы, протекающие во 2-м коридоре. В него подается сточная вода, воздух и активный ил из 1-го коридора. На рис. 2 и 3 приведены результаты расчета для подачи сточных вод через 1-е и 4-е окна.

Анализируя результаты, можно отметить, что характер изменения концентраций в целом одинаков. Однако при подаче сточных вод через 1-е окно (рис. 2-а) концентрация ила на выходе из коридора почти в два раза больше, чем при подаче сточных вод через 4-е окно (рис.2-б). Кроме того, значительное влияние на изменение концентрации ила оказывает интенсивность подачи воздуха: с ее увеличением концентрация ила растет.

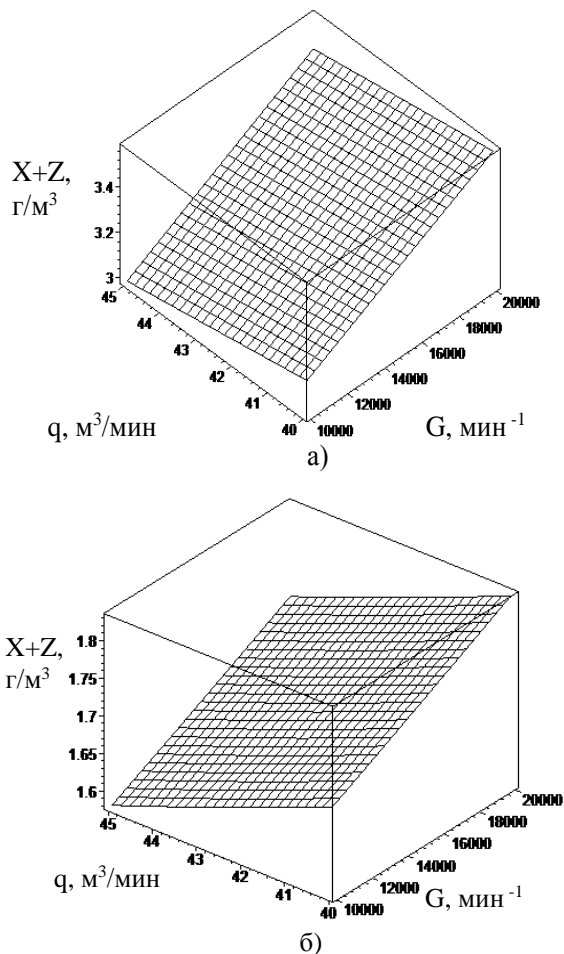


Рис. 2. Изменение концентрации активного ила ( $X+Z$ ) во 2-м коридоре аэротенка в зависимости от расхода сточных вод ( $q$ ) и градиента скорости в турбулентном потоке ( $G$ ) при подаче сточных вод: а) через первое окно; б) через четвертое окно

Результаты расчета концентрации загрязнений в очищаемой воде на выходе из 2-го коридора показывают, что от длительности регенерации (рис. 3-б) зависит концентрация загрязнений на выходе из коридора. При этом при подаче через 1-е окно (рис.3-а) концентрация загрязнений с увеличением расхода и интенсивности аэрации снижается.

На третьем этапе исследовались процессы, происходящие в 3-4 коридорах. Результаты расчета приведены на рис. 4 и 5.

При подаче сточных вод через 1-е окно увеличение расхода и интенсивности аэрации приводит к росту концентрации активного ила (рис 4-а). Для варианта подачи через 4-е окно (рис. 4-б) увеличение расхода сточных вод и интенсивности аэра-

ции наоборот приводит к снижению концентрации ила. На качество очистки для обоих вариантов большее влияние оказывает расход сточных вод (рис. 5 а-б). Чем меньше расход сточных вод и значение  $G$ , тем ниже концентрация загрязнений на выходе из аэротенка.

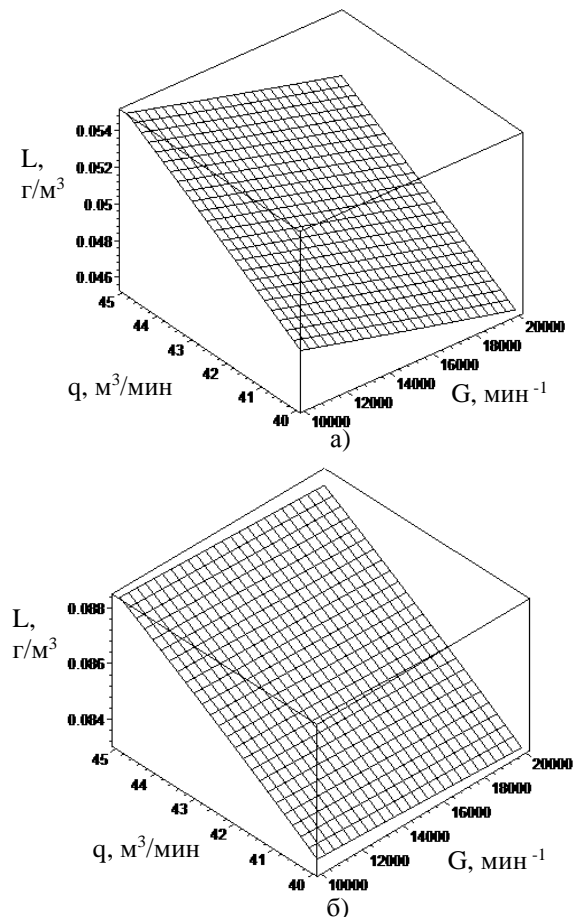


Рис. 3. Изменение концентрации загрязнений ( $L$ ) во 2-м коридоре аэротенка в зависимости от расхода сточных вод ( $q$ ) и градиента скорости в турбулентном потоке ( $G$ ) при подаче сточных вод: а) через первое окно; б) через четвертое окно

Таким образом, можно сделать вывод о том, что изменение режима работы аэротенка путем регулирования подачи стоков и воздуха влияет на характер протекания процесса очистки в аэротенке. Результаты расчета позволяют подобрать оптимальный режим работы аэротенка с учетом характеристик поступающих стоков. Регулирование подачи сточных вод и воздуха по коридорам аэротенка позволяет обеспечить необходимое качество очистки при экономном расходовании электроэнергии.

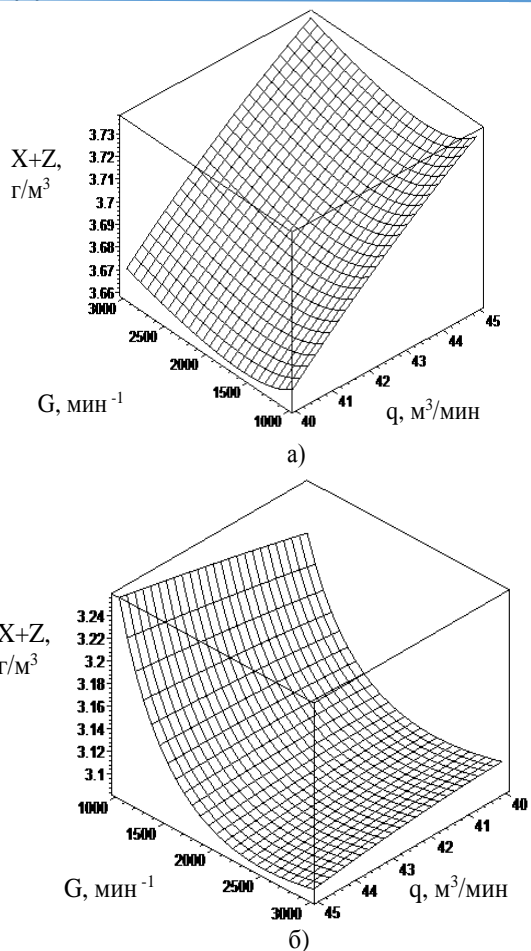


Рис. 4. Изменение концентрации активного ила ( $X+Z$ ) в 3-4 коридорах аэротенка в зависимости от расхода сточных вод ( $q$ ) и градиента скорости в турбулентном потоке ( $G$ ) при подаче: а) через первое окно; б) через четвертое окно

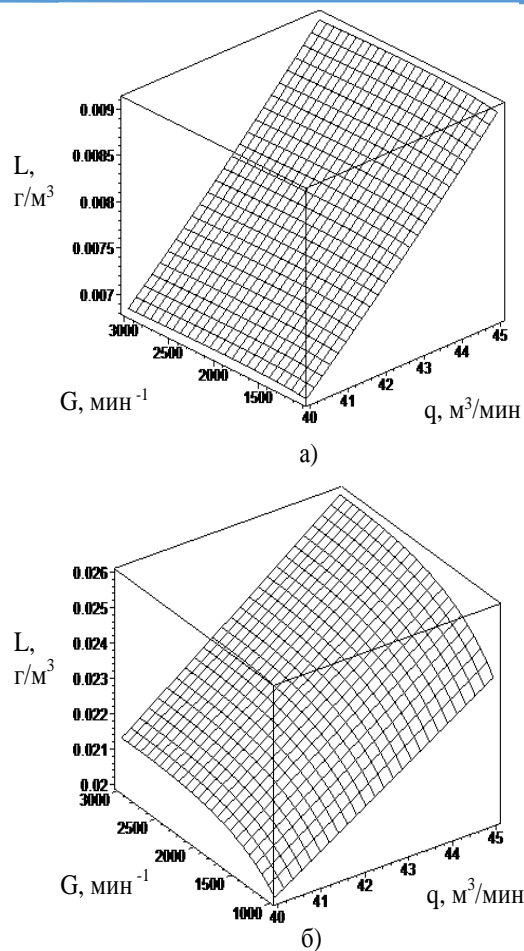


Рис. 5. Изменение концентрации загрязнений ( $L$ ) в 3-4 коридорах в зависимости от расхода сточных вод ( $q$ ) и градиента скорости в турбулентном потоке ( $G$ ) при подаче сточных вод: а) через первое окно; б) через четвертое окно

ЛИТЕРАТУРА:

1. Стан довкілля в Україні за II квартал 2013 року. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://menr.gov.ua/dopovidi/infoog-lyad>.
2. 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.
3. Серпокрьлов Н.С. Разработка рекомендаций по интенсификации работы сооружений биологической очистки сточных вод /Н.С. Серпокрьлов, В.Ю. Борисова, Ю.А. Гаврилина // Водоснабжение и канализация. – 2014. - №7-8. – С. 56-61.
4. Баженов В.И. Математическая модель биологической очистки сточных вод с

- учетом гидродинамических и нестационарных условий / В.И. Баженов, А.В. Устюжанин // Вестник ИГТУ. – 2014. - №11. – С.128-134.
5. Гогина Е.С. Разработка технологии модернизации сооружений искусственной биологической очистки сточных вод / Е.С.Гогина, А.А.Кулаков // Вестник МГСУ. - 2012. - № 11. - С. 204—209.
6. Козачек А.В. Имитационное моделирование аэробного процесса биологической очистки сточных вод / А.В.Козачек, В.А.Лузгачев, И.М.Авдашин // В мире научных открытий: материалы XI межд. наук.-практ. конф. – М.:Перо, 2014. – С.242-247.
7. 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.
8. Денисов С.Е. Автоматизация и управление процессом биологической очистки сточных вод /С.Е.Денисов, С.П.Максимов, Т.А. Микляева // Естественные и математические науки в современном мире. – 2015. - №30. – С.121-127.
9. Горносталь С.А. Исследование процесса биологической очистки сточных вод в системе «аэротенк – вторичный отстойник» / С.А. Горносталь // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – Белгород. – 2013. – № 4. – С. 164-167.
10. Горносталь С.А. Исследование влияния аэрации на показатели сточных вод и активного ила на выходе из аэротенка / С.А. Горносталь, О.А.Петухова, Т.С.Айрапетян // Motrol. Comission of motorization and energetics in agriculture. – 2015. – Vol.17, № 6. – P.77-84..

УДК 624.152.61

**Болотских Н.С.**

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры*

## **ВОДОПОНИЖЕНИЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ И РЕМОНТНЫХ РАБОТ ЗАКРЫТЫМ СПОСОБОМ НА СЕТЯХ ВОДООТВЕДЕНИЯ**

**Введение.** Сети водоотведения в городах и поселках нашей страны нередко располагаются в сложных гидрогеологических условиях. При этом их строительство и эксплуатация осложняются наличием обводненных и слабоустойчивых грунтов, песков-пльвунов, высоких уровней и напоров грунтовых вод, а также близким расположением водоупора к конструкции подземного сооружения и т.д. Ведение строительных и ремонтных работ в таких условиях очень часто невозможно без применения специальных способов (водопонижения, химического закрепления грунтов, замораживания и др.). В практике строительства и эксплуатации различных объектов сетей водоотведения наиболее часто используется водопонижение.

**Целью настоящего исследования** является совершенствование и расширение области применения прогрессивных технологий и технических средств водопонижения для снижения сроков, трудоемкости и стоимости ведения строительных и ремонтных работ на сетях водоотведения.

**Результаты исследования.** При ведении строительных и ремонтных работ закрытым способом на коммунальных тоннелях, в том числе и на канализационных коллекторах, в зависимости от условий, и

прежде всего гидрогеологических, водопонижение может быть предварительным либо параллельным (рис. 1). Предварительное водопонижение производится до начала производства строительных либо ремонтных работ, а параллельное – одновременно. Кроме того, водопонижение может осуществляться тремя способами: с поверхности земли, подземное (забойное) и комбинированное. При первом способе технические средства водопонижения монтируются с поверхности земли, а при втором (подземном) непосредственно в подземных выработках (стволах, колодцах, камерах, коллекторах и т.д.). При комбинированном способе используются технические средства водопонижения, монтируемые как с поверхности земли, так и в подземных выработках.

В зависимости от коэффициентов фильтрации водопонижение может быть обычным (при  $K_{\phi} > 2$  м/сутки) и вакуумным (при  $K_{\phi} = 2 \div 0,01$  м/сутки). При обычном водопонижении используются погружные насосы либо легкие иглофильтровые установки типа ЛИУ [1], а при вакуумном – эжекторные иглофильтровые установки типа ЭИ и ЭВВУ, а также установки вакуумного водопонижения типа ПУВ, УВВ, УЗВ и УЗВМ [1,2,3].