

сооружений / С.Ю. Авраменко, Н.Н. Крылова, А.Е. Хаджиди // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. – 2005. – №9 (01). – С.44-55. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2005/01/07/>.

7. Чернюк В. В. Регулювання інтегральних параметрів напірних потоків рідин гідродинамічно активними додатками: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук: спец. 05.23.16 “Гідравліка і інженерна гідрологія” / В. В. Чернюк. – К., 2010. – 36 с.

8. Мартиненко В. В. К вопросу о пропускной способности глубинных водоприемных оголовков с боковыми щелями. / В. В. Мартиненко. // Гидравлика и гидротехника: Науч.-техн. сб. - Выпуск 26. - Киев: Техніка. – 1978. - С. 26-29.

9. Идельчик И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / И. Е. Идельчик / Под ред. М. О. Штейнберга.– М.: Машиностроение, 1992. – 672 с.

10. Справочник по гидравлике / Под ред. В.А. Большакова. – К.: Выща школа. Головное изд-во, 1984. – 343 с.

11. Левицький Б. Ф., Лещій Н.П. Гідравліка загальний курс Підручник / Левицький Б. Ф. – Львів: Видавництво «Світ», 1994. – 264 с.

Надійшло до редакції 18.11.2015

УДК 628.355.5

О.В. БУЛГАКОВА, кандидат технических наук  
Харьковский национальный университет городского хозяйства  
имени А.Н. Бекетова,

## **ОЗОНИРОВАНИЕ, КАК МЕТОД БОРЬБЫ С НИТЧАТЫМ ВСПУХАНИЕМ АКТИВНОГО ИЛА**

*Нитчасте спухання активного мулу є однією з найбільш поширених проблем у світовій практиці біологічного очищення стічних вод. Розглядається один з нетрадиційних засобів боротьби зі спуханням мулу. Засіб ґрунтується на селективній окислювальній дії озону на клітини нитчастих бактерій і придушенні їх життєдіяльності.*

**Ключові слова:** біологічна очистка стічних вод, спухання активного мулу, нитчасті бактерії, озон.

*Нитчатое вспухание активного ила является одной из наиболее распространенных проблем в мировой практике биологической очистки сточных вод. Рассматривается один из способов борьбы со вспуханием ила. Способ основывается на селективном окислительном воздействии озона на клетки нитчатых бактерий и подавлении их жизнедеятельности.*

**Ключевые слова:** биологическая очистка сточных вод, вспухание активного ила, нитчатые бактерии, озон.

*Filamentous bulking of activated sludge is one of the most common problems in the world of biological wastewater treatment. The authors examine one of innovative ways of suppressing the sludge bulking. This method is based on the selective oxidative effects of ozone produced on the cells of filamentous bacteria*

**Key words:** wastewater treatment, activated sludge bulking, filamentous bacteria, ozone.

Одним из важнейших этапов очистки сточных вод, на котором основывается практически любая технологическая схема очистки бытовых и схожих с ними по составу промышленных сточных вод, является процесс биологической очистки. Данный процесс основывается на применении активного ила — искусственно выращиваемого при аэрации загрязненных вод биоценоза, населенного гетеротрофными гелепродуцирующими бактериями, хемотрофами, простейшими и многоклеточными животными, которые участвуют в трансформации загрязняющих веществ и очистке сточных вод путем биохимического окисления, биосорбции [1, 100].

В общем случае очистка сточных вод при помощи активного ила состоит из двух этапов: собственно биологической очистки и этапа отделения активного ила от биологически очищенных сточных вод. Биологическая очистка производится в аэротенках, где благодаря аэрации, необходимой для жизнедеятельности микроорганизмов и биохимического окисления загрязнений, активный ил находится во взвешенном состоянии. Отделение биомассы активного ила от сточных вод осуществляют во вторичных отстойниках. Хорошо функционирующий активный ил состоит из отдельных крупных флокул, т.е. хлопьев, образованных различными микроорганизмами. Флокулы активного ила обычно имеют большую плотность, чем окружающая их жидкость, поэтому в спокойном состоянии они быстро оседают, кроме того, на них сорбируются те вещества, собственная плотность которых недостаточна для оседания. Поскольку активный ил состоит из живых микроорганизмов, находящихся в сложном взаимодействии друг с другом, в каждом конкретном случае его свойства, напрямую влияющие на ход процесса биологической очистки, сильно разнятся [2. 68-69].

Седиментационные свойства, т.е. способность флокул активного ила к оседанию за счет гравитации, являются наиболее критичными, поскольку при нарушении функционирования вторичных отстойников и недостаточно полном отделении активного ила от биологически очищенных сточных вод перестает работать вся система биологической очистки. Седиментационные свойства активного ила могут быть нарушены, что обычно является результатом так называемого вспухания активного ила. По характеру изменений, происходящих в видовом составе и структуре активного ила,

вспухание делят на два типа: гелевое и нитчатое [1,210]. Нитчатое вспухание происходит вследствие деградации видового состава активного ила. Это может произойти по многим причинам: увеличение объема сточных вод, поступающих на очистку, изменение их химического состава, изменение концентрации отдельных загрязняющих веществ, в т.ч. токсичных для активного ила, изменение удельной нагрузки на ил, понижение температуры сточных вод и так далее. В результате количественное преобладание получают нитчатые бактерии, как наиболее устойчивые к различным неблагоприятным факторам.

Следует отметить, что вспухший ил, хотя и плохо осаждается, но чистит очень эффективно. Нитчатые образования создают рыхлые открытые хлопья с развитой поверхностью и высокой окислительной способностью. При исследовании вспухшего ила в лабораторном цилиндре легко заметить, что надильная вода, как правило, очень чистая и прозрачная. Однако отсутствие надежных конструкций вторичных отстойников, обеспечивающих отделение вспухшего ила от очищенной воды, не позволяет воспользоваться свойством нитчатых организмов хорошо очищать сточные воды.

Вспухание ила вызывают около 30 видов нитчатых организмов. Эти организмы, в основном, являются представителями трех таксономических групп: бактерий, водорослей, грибов. Вспухание вызывают хламидобактерии рода *Sphaerotilus*, *Thiothrix*, *Beggiatoa*, нитчатые синезеленые водоросли и сапрофитные грибы.

Нитчатое вспухание ила является наиболее распространенной патологией в мировой практике биологической очистки сточных вод, при этом еще совсем недавно отсутствовала какая-либо общепринятая система мероприятий для его профилактики и подавления. Из этого следует, что создание такой системы или хотя бы создание базы для развития различных методов подавления нитчатого вспухания и нахождение оптимального из них является одной из важнейших задач, поставленной перед учеными и инженерами, работающими в сфере очистки сточных вод.

Главной задачей является поиск наиболее эффективного, экологичного и экономичного метода борьбы со «вспуханием» активного ила. В ходе изучения данного вопроса были выделены следующие наиболее распространенные методы борьбы:

1. Введение инертных частиц (частицы глины, талька, синтетических материалов, активированного угля) для создания центров тяжести хлопьев ила. Данный метод широко применяется на практике, так как он решает проблему выноса активного ила из вторичных отстойников путем улучшения седиментационных свойств «вспухшего» активного ила и при этом позволяет использовать его высокую окислительную способность.

2. Широко распространенное применение для борьбы с нитчатым вспуханием убивающих микрофлору средств – хлорной извести, карболовой кислоты – не дает надежного положительного эффекта, поскольку при этом невозможно избирательно уничтожить нитчатых бактерий, страдает весь биоценоз активного ила, что нарушает его окислительную мощность и

подавляет весь процесс очистки на 2...4 недели. Кроме того, в результате хлорирования активного ила резко возрастает токсичность очищенной воды.

3. Устройство носителей прикрепленных микроорганизмов (НПМ) в аэротенках для задерживания нитей бактерий. Очистка сточных вод в аэротенках с применением микроорганизмов, закрепленных на поверхности загрузочных материалов, позволяет осуществлять сложные многостадийные биологические процессы, обуславливает лучшую защищенность клеток микроорганизмов от воздействия отрицательных факторов, обеспечивает высокую концентрацию микроорганизмов. Для подавления нитчатого вспухания суммарный объем носителей должен составлять от 5 до 15% от общего объема аэротенков с учетом обеспечения как максимальной окислительной мощности системы и нитрификации, так и предупреждения падения удельных скоростей окисления, угнетения метаболизма организмов активного ила, находящегося во взвешенном состоянии

4. Применение биологических культур, использующих нитчатые бактерии в качестве питательного субстрата. Данный метод, требует глубокого изучения, поиска и способов разведения культур [3, 27-30].

5. Применение озono-воздушной смеси. Интенсификация процессов биологической очистки путем подачи в систему озono-воздушной смеси уже давно стала предметом исследований ученых различных стран. Экспериментально доказано, что подача малых доз озона на первую стадию биологической ступени очистки положительно сказывается на происходящих в ней процессах. Это происходит, во-первых, из-за предварительного разрушения длинных молекулярных цепочек на более мелкие, что способствует их более полной деструкции на активном иле, а во-вторых, из-за стимулирующего влияния на сам активный ил, при котором ускоряются процессы окисления органических веществ, улучшаются показатели БПК и ХПК очищенной сточной воды .

Озонирование активного ила с целью контроля нитчатого вспухания было предложено учеными совсем недавно, в каждом из исследований, согласно отчетам, удалось достичь положительных результатов и установить положительное влияние озонирования активного ила на процессы подавления нитчатого вспухания. Нитчатые бактерии, обладая наибольшей удельной площадью поверхности среди других микроорганизмов активного ила, могут пропускать через клетки большее количество вещества, соответственно, они в большей степени страдают от озонирования, что может позволить обеспечить селективность воздействия озона на активный ил.

В результате данного исследования было доказано, что воздействие малыми дозами озона на активный ил позволяет контролировать нитчатое вспухание и при оперативном реагировании подавлять его в довольно короткие сроки. Реабилитация активного ила после подавления вспухания также не представляет каких-либо проблем, за кратчайшее время ил восстанавливает все свои окислительные и седиментационные свойства. В то же время устройство необходимого оборудования при реконструкции

действующих сооружений не требует значительных затрат (особенно, если технологическая схема очистки уже предполагает использование озона на станции, например, в целях дезинфекции) [4, 7-12]. Все это делает метод озонирования активного ила приемлемым для борьбы с нитратным вспуханием, а также перспективным для дальнейших исследований и доработок.

#### **Список литературы**

1. Жмур Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. – М. : Акварос, 2003. – С. 512.
2. Т.А. Шевченко, И.О. Иваненко. Анализ причин нитратного вспухания активного ила и методы борьбы с ним // Комунальне господарство міст: науч.-техн. сб. – К: Техника, 2014, випуск 114. – С. 67-70.
3. А.А. Функ, Н.Е. Гончаренко, И.А. Горельников. Методы борьбы со «вспуханием» активного ила // Водоочистка. – №10. – 2010. – С.27-30.
4. Семёнов М.А., Кузьмикин А.Л. Применение озона для обработки воды. Передовые технологии безреагентной и экологически безопасной обработки питьевой воды и сточных вод // Вода в промышленности: сб. докладов межотраслевой конф. – Москва, 2010. – С. 7-12.

*Надійшло до редакції 13.11.2015*

УДК 004.6:504.05:628.1

С.Л. ВАСИЛЕНКО, доктор технических наук  
Коммунальное предприятие «Харьковводоканал»

#### **ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ**

*Розглянуто питання підвищення екологічної безпеки водопостачання та водовідведення на підставі впровадження інформаційно-керуваних систем, ГИМС-технологій та технічних засобів.*

**Ключові слова:** управління, питне водопостачання, екологічна безпека, інформаційні технології.

*Рассмотрены вопросы повышения экологической безопасности водоснабжения и водоотведения на основе внедрения информационно-управляющих систем, ГИМС-технологий и технических средств.*

**Ключевые слова:** управление, питьевое водоснабжение, экологическая безопасность, информационные технологии.