

DOI: 10.58168/ScTrRea2025_221-226

УДК 66.06

БИОХИМИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД В АЭРОТЕНКЕ BIOCHEMICAL WASTEWATER TREATMENT IN AN AEROTANK

Сысоев М.А., студент магистратуры, **Sysoev M.A.**, student of master courses, **ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова»**, **Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov**, Voronezh, Russia.

Моисеева Е.В., кандидат биологических наук, доцент, **Moiseeva E.V.**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, **ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова»**, **Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov**, Voronezh, Russia.

Маклакова Е.А., д. филол. наук, профессор, **Maklakova E.A.**, Doctor of Philological Sciences, Professor, **ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова»**, **Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov**, Voronezh, Russia.

Аннотация: В статье рассматривается биологический способ очистки сточных вод в аэротенке, в частности, описана переработка сточных вод с помощью бактерий активного ила с подачей кислорода. Уделено большое внимание описанию процесса аэрации. Рассмотрены положительные и негативные моменты этого процесса.

Ключевые слова: аэротенк, активный ил, аэрация, биологическая очистка, сточные воды, биологическое окисление.

Abstract: The article discusses a biological method of wastewater treatment in an aerotank, in particular, the treatment of wastewater using activated sludge bacteria with oxygen supply is described. Much attention is paid to the description of the aeration process. The positive and negative aspects of this process are considered.

Keywords: aertenk, active sludge, aeration, biological cleaning, wastewater, biological oxidation.

Биологическая очистка сточных вод в промышленных масштабах может быть осуществлена посредством использования специальных устройств – аэротенков. В аэротенке происходит аэрация – биохимический очистной процесс стоков. Аэрация (от греч. $\alpha\eta\rho$ – «воздух») – «это насыщение воздуха кислородом, естественное проветривание, организованный воздухообмен естественным образом».

В процессе аэрации при распылении воды (жидкости) в воздухе, происходит тесный его контакт с водой (жидкостью). Другой способ аэрации возможен тогда, когда пузырьки воздуха пропускаются через воду, т.е. при непосредственном контакте воды и кислорода (воздуха). Аэрация считается основным способом очистки стоков в биологических очистных сооружениях (аэротенках, аэрофильтрах, биофильтрах). Она также может использоваться для окисления многих веществ, например, железа, путём насыщения воды кислородом и удаления из воды растворённых газов, таких как двуокись углерода CO_2 и сероводород HS .

Как правило, такие сооружения как аэротенки конструируются в виде резервуаров из бетона, железобетона или металла. В данные конструкции после первичного отстаивания перетекают сточные воды и находятся там вместе с активным иловым осадком.

Для эффективного функционирования аэротенка, в него подаётся кислород. Его движение происходит с помощью аэрационной системы, состоящей из пневматических или механических аэраторов. С использованием таких механизмов стоки перемешиваются с активным иловым осадком с помощью воздуха под давлением. Затем смесь нечистот насыщается кислородом. В процессе аэрации принимают участие специальные бактерии-аэробы, средой для жизнедеятельности которых и является активный ил. Разложение сточной органики происходит в такой сложной биополимерной структуре значительно активнее и быстрее, в том числе и за счет перенасыщенности стоков активным илом и постоянным снабжением воздухом. На данный момент биологическая очистка сточных вод с использованием аэротенков представляет собой прогрессивный способ, позволяющий достигнуть высоких качественных показателей в решении этой проблемы.

В литературе описываются два способа биологической очистки сточных вод: аэробная очистка и анаэробная очистка.

Первый из упомянутых вариантов очистки применяется с использованием кислорода в аэротенках. В присутствии кислорода происходит биологическое окисление смеси до углекислого газа и воды: органическое вещество + O_2 (вместе с ферментами) $\Rightarrow CO_2 + H_2O + Q$. Выделяющаяся при химической реакции энергия используется клеткой для обеспечения своей жизнедеятельности. Путём синтеза появляется новая клетка, т.е. происходит процесс размножения: органическое вещество + N + P + Q (вместе с ферментами) $\Rightarrow$ НОВАЯ КЛЕТКА.

Хорошая работа аэротенков зависит от множества факторов. Прежде всего особую роль играет качественный состав активного ила, в том числе, формы и виды микроорганизмов, их способность к адаптации к характерному составу загрязняющих сточные воды веществ. Не менее существенны и условия протекания процесса аэрации, их глубина и интенсивность.

В аэротенке для обеспечения жизнеспособности и правильного развития активного илового осадка постоянная требуемая температура должна превышать $+5^{\circ}\text{C}$. Залог качественной очистки также завит от присутствия питательных веществ в необходимых количествах, достаточного технологического уровня кислорода, растворяемого в иловой смеси, значения рН и наличия токсинов.

Если говорить о кислородном режиме аэротенка, то следует отметить, что бактерии илового осадка не нуждаются в большой концентрации кислорода для их стабильной жизнедеятельности. Допустимая масса – 0.5 мг/дм^3 , а критическая – 0.2 мг/дм^3 растворяемого кислорода. Однако ил не может выдерживать депрессивное состояние и начинает разлагаться даже при самом незначительном застое, т.к. при этом происходит его гибель от собственных метаболитов. Для исключения возможности залежей иловой смеси, в зависимости от обеспечения интенсивного перемешивания смеси из активного ила, рассчитываются допустимые нормы содержания растворяемого в нём кислорода (более $1,0 - 2,0 \text{ мг/дм}^3$ в любой точке аэротенка). Уровень активности бактерий не увеличивается, когда концентрация кислорода превышает максимальную необходимую величину, однако это никак не влияет на степень очистки. Поэтому каждые автономные очистительные системы имеют свои уникальные «критические концентрации» кислорода. При этом следует учитывать тот факт, что показатель поглощения кислорода измеряется с учетом характера и степени концентрации загрязнений, которые поступают в очистную систему.

Негативное влияние на условия процесса аэрации активного илового осадка оказывают следующие причины:

- уменьшение поступления кислорода;

- засорение или разрушение фильтрующих агрегатов системы (фильтровальные пластины, сепарационные трубы, мелкопузырчатые распылители и т.д.);
- недостаточное перемешивание ила в одном или нескольких участках станции аэрации;
- поступление в очистную систему из сточных вод увеличенного количества растворимых органических веществ;
- повышение общих нагрузок на иловой осадок;
- поступление в станцию аэрации для очистки токсичных веществ и иных субстанций в стоках в высоких концентрациях;
- нарушение жизнедеятельности микроорганизмов активного ила из-за перенасыщения токсинами;
- возникновение высокой кислородной поглощаемости осадка активного ила из-за сбоя режима выгрузки осадка из предварительных отстойников станции;
- превышение приемлемой концентрации у возвратного ила по причине дефицита воздуха во время прироста биомассы активного ила.

Биохимическая очистка сточных вод в аэротанке имеет свои положительные и негативные стороны, однако она не требует применения опасных химических реагентов и характеризуется высокой степенью надежности и качества очистки жидкости. Высокая себестоимость и энергоемкость таких объектов требуют от ученых и инженеров значительного прорыва в этом направлении, чтобы сделать окружающую среду экологически дружелюбной, а жизнь обитающих в ней людей более комфортной.

Список литературы

1. Анциферов, А. В. Повышение эффективности очистки сточных вод промышленных предприятий на биологических очистных сооружениях / А. В. Анциферов // Водочистка. – 2018. – № 3. – С. 29-35.

2. Остроух, Д. Е. Анализ устройства аэротенков на различных предприятиях / Д. Е. Остроух, А. И. Килиди, Е. В. Дегтярева // Новая наука: проблемы и перспективы : Международное научное периодическое издание по итогам Международной научно-практической конференции в 3 ч. – Sterlitamak: АМИ, 2016. – С.218-212.

3. Соколов, М. П. Очистка сточных вод : учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 280201.65 «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» / М. П. Соколов. – Набережные Челны: Изд-во КамПИ, 2005. – 213 с.

4. Большакова, Н. Ю. Очистка от биогенных элементов на городских очистных сооружениях / Н. Ю. Большакова. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 112 с.

References

1. Antsiferov, A. V. Improving the efficiency of wastewater treatment of industrial enterprises at biological treatment plants / A. V. Antsiferov // Water Treatment. – 2018. – No. 3. – pp. 29-35.

2. Ostroukh, D. E. Analysis of the aerotank device at various enterprises / D. E. Ostroukh, A. I Kilidi, E. V. Degtyareva // New Science: problems and prospects : An international scientific periodical based on the results of the International Scientific and Practical Conference at 3 a.m. – Sterlitamak: AMI, 2016. – pp. 218-212.

3. Sokolov, M. P. Wastewater treatment: A textbook for students studying in the specialty 280201.65 "Environmental protection and rational use of natural resources" / M. P. Sokolov. – Naberezhnye Chelny: Publishing house of CamPI, 2005. – 213 p.

4. Bolshakova, N. Yu. Purification from biogenic elements at urban sewage treatment plants / N. Yu. Bolshakova. – St. Petersburg: Polytechnic Publishing House University, 2010. – 112 p.