

**ОЦЕНКА ЭЛЕКТРОЛИЗНЫХ СПОСОБОВ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССОВ
АНАЭРОБНОГО СБРАЖИВАНИЯ**

Штепа Владимир Николаевич, д.т.н., доцент

Шикунец Алексей Борисович, студент

Полесский государственный университет

Shtepa Vladimir Nikolayevich, Dr., tppoless@gmail.com

Shikunets Aleksei Borisovich, student, Polesky State University

Проведена оценка способов интенсификации процессов анаэробного сбраживания при помощи электролиза и его продуктов, что может использоваться для улучшения показателей очистки органосодержащих сточных вод в биогазовых установках и качества выделяемого при этом газа. Предложена схема строения анаэробного реактора с возможностью электролизной обработки содержимого с целью стимулирования жизнедеятельности сообщества метангенерирующих бактерий.

Ключевые слова: *сточные воды, анаэробное сбраживание, электролиз, реактор, водород, микроорганизмы, метангенерация.*

К настоящему времени на планете значительно снизились доступные ресурсы пресной воды. Глобализация антропогенного загрязнения водных ресурсов, равно как и природных ресурсов в целом, является следствием бурного развития промышленных производств и ростом мегаполисов. Таким образом, основными источниками антропогенных загрязнений можно по праву считать сточные воды промышленных предприятий и коммунального хозяйства населённых пунктов, также к этим источникам относятся сливы систем орошения и сельскохозяйственных объектов. Их общий объём по некоторым источникам достигает до 1800 км^3 , для разбавления которых требуется примерно $8,5 \text{ тыс. км}^3$ воды, то есть 20% полного и 60% устойчивого стока рек мира [1].

В связи с этим все более актуальным становится вопрос об очистке сточных вод. Методы, применяемые в данном случае, можно разделить на механические, химические, физико-химические и биологические [2]. Наиболее экономически целесообразным способом очистки значительных объёмов является биологический. Он основывается на способности микроорганизмов минерализовать загрязнения, содержащиеся в сточных водах.

Современная биологическая очистка основывается на двух технологиях – аэробной и анаэробной обработке. Главными преимуществами аэробных процессов можно считать относительную автономность, что достигается работой сообщества микроорганизмов по деструкции загрязнителей, в присутствии кислорода.

Анаэробная очистка сточных вод от органических загрязнений представляет собой процесс минерализации отходов микроорганизмами без непосредственного участия в процессе кислорода, содержащегося в воздухе [3].

Существуют различные способы интенсификации данных процессов, касающиеся как воздействия на микроорганизмы различных физических факторов, так и внесения в реакционную среду разного рода стимулирующих веществ, способных улучшить показатели жизнедеятельности анаэробных микроорганизмов и качество получаемого в процессе сбраживания биогаза.

Перспективным направлением является ускорение анаэробных процессов под воздействием постоянного электрического тока. При этом в водных растворах постоянное электрическое поле может оказывать как стимулирующее, так и угнетающее воздействие в зависимости от плотности тока и продолжительности обработки.

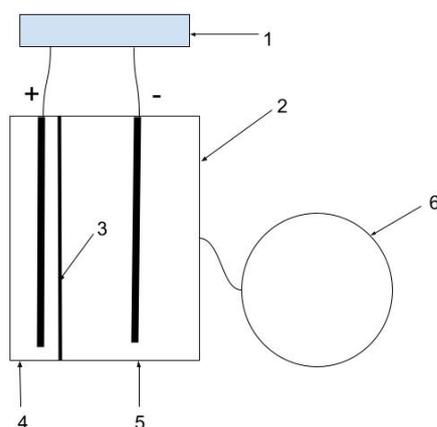
В ряде зарубежных исследований указано положительное воздействие низких токов на рост и размножение микроорганизмов. Говорится, что воздействие электрического тока силой 0,1 мА на воду, отобранную из водоема и содержащую сообщества микроорганизмов, оказало стимулирующее воздействие на их рост и размножение. В контрольной емкости в течении трех дней количество микробов находилось в пределах 3500, в то время как после воздействия электрического тока на второй день оно составляло 43000, а на третий – 108000. Также проводились исследования над культурами *Pseudomonas radiciola* и *Bacillus megateriu*. В результате культивирования на жидких питательных средах под воздействием постоянного электрического тока силой 0,3 мА показатели роста микроорганизмов в первые 2-3 дня в обрабатываемых пробах отличались от контрольных практически в 100 раз [4].

Кроме воды и питательных сред больший рост микроорганизмов под действием электрического тока отмечался на почве и молоке, а также показано положительное воздействие малых токов на рост дрожжей. В то же время в работе авторов [5] различные микробные культуры обрабатывались в течение 30 минут постоянным электрическим током силой от 5 до 20 мА, в результате чего также во всех культурах наблюдался рост биомассы. Эти данные позволяют судить о положительном воздействии электролиза на рост и развитие различных сообществ микроорганизмов, что говорит о целесообразности применения электролиза в качестве стимулятора клеточного роста и деления в ходе анаэробного сбраживания.

Можно предположить, что эффект усиленного роста микроорганизмов под действием постоянного электрического тока проявляется за счет изменения окислительно-восстановительного потенциала раствора в сторону благоприятную для протекания жизненных процессов в клетке.

Также в работе автора [6] отмечается, что электролизные процессы способствуют стабилизации структуры хлопьев активного ила в ходе анаэробных процессов, что также ведет к улучшению показателей очистки органосодержащих сточных вод, и качества биогаза, а именно соотношения метана и других сопутствующих ему газов, выделяемых в ходе жизнедеятельности микроорганизмов. Кроме того указано, что под действием электрического тока в растворах разлагаются различные сложные органические вещества, имеющие токсический эффект на микроорганизмы активного ила, что способствует более полному и быстрому разложению субстрата.

Необходимо отметить, что рядом учёных исследовался также метаболизм бактерий. В результате таких изысканий было выявлено положительное влияние постоянного тока на метаболическую активность микроорганизмов, что подтверждается увеличением количества АТФ (аденозинтрифосфорной кислоты) в обработанных током культурах по сравнению с контрольной культурой [7].



1 - источник питания; 2 - анаэробный реактор; 3 - мембрана; 4 - анодная зона;
5 - катодная зона; 6 - газгольдер;

Рисунок – Биогазовая установка с электролизной ячейкой

Также в результате электролитического разложения воды выделяется водород, поглощаемый анаэробными микроорганизмами. Это позволяет повышать качество выделяемого биогаза посредством увеличения содержания в нем метана, сверхсинтез которого достигается избытком водорода в среде [6].

Исходя из вышесказанного целесообразно говорить о разработке анаэробного реактора, который обеспечит периодическую обработку содержимого постоянным электрическим током с целью улучшения показателей жизнедеятельности сообщества метангенерирующих микроорганизмов (рис.).

Выводы. Анализ вышеописанных результатов исследований авторов позволяет судить об перспективности использования электролиза как способа интенсификации процессов анаэробного сбраживания путем стимулирования клеточных процессов анаэробных микроорганизмов.

Список использованных источников

1. Ширтанова Ю. В. Интенсификация анаэробной стадии биологической очистки сточных вод / Ю.В. Ширтанова // Вестник магистратуры – 2016. – № 11-1 (62), – С. 14-16.
2. Преснякова Е. А. Биологическая очистка сточных вод / Е.А. Преснякова // Вестник магистратуры – 2014. – № 12 (39), Том 1 – С. 64-65.
3. Кадысаева А. А. Биохимическое окисление органических веществ в анаэробных условиях / А.А. Кадысаева, С.С. Безухова, Р. М. Гильмутдинов // Вестник Омского государственного аграрного университета – 2014. – С. 42-46.
4. Influence of Electricity on Micro-Organisms / George E. Stone // Botanical Gazette , Nov., 1909, Vol. 48, No. 5 (Nov., 1909), pp. 359-379.
5. Effect of Electrical Stimulation on Bacterial Growth / Park, Young-Han, [et al.] // The Korean Society of Physical Therapy. – Vol. 6, (Feb., 1994) pp. 109-119
6. The case study of active sludge under anaerobic conversion of poultry manure in combination with electrolysis at the hydrolysis stage / Yelizaveta Chernysh, Vladimir Shtepa [et al.] // Applied science, MDPI. 2022
7. Stimulation impact of electric currents on heterotrophic denitrifying microbial viability and denitrification performance in high concentration nitrate-contaminated wastewater / Shuang Tong [et al.] // Journal of Environmental Sciences Vol. 77, (Mar., 2019), pp. 363-371