

УДК 504.4.062.2, 620.951

ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ДВУХКАМЕРНОГО МИКРОБНОГО ТОПЛИВНОГО ЭЛЕМЕНТА

Гладышева М.С. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Молодкина Н.Р.
(Университет ИТМО)

Введение. Проблему загрязнения окружающей среды различными видами отходов возможно решить развитием и внедрением экобиотехнологий, что позволит минимизировать вред, наносимый экосистемам. Одной из наиболее интересных технологий являются микробные топливные элементы (МТЭ), которые представляют собой биоэлектрохимические системы, вырабатывающие электрический ток с использованием популяций микроорганизмов, и также позволяют использовать сточные воды в качестве топлива [1]. Также среди направлений использования МТЭ, помимо обработки стоков, возможно применение в качестве питания маломощных автоматизированных систем мониторинга, таких как датчики или устройства передачи данных, в местах, где нет доступа к общей сети электроснабжения.

Целью данной работы является оценка производительности сконструированного микробного топливного элемента в зависимости от модификаций составляющих компонентов.

Основная часть. Принцип работы микробных топливных элементов заключается в окислении органических веществ микроорганизмами в анодной камере, тем самым образуя электроны и протоны, которые передаются по внешней цепи в катодную камеру. Классический вариант микробного топливного элемента представляет собой двухсекционную систему, соединенную протонообменной мембраной. Одним из главных элементов данной конструкции является анод, на котором сообщество микроорганизмов образует биопленку, в следствии чего анод должен быть выполнен из биосовместимых с микробным сообществом материалов, а также иметь высокую проводимость. Вторым элементом является ионообменная мембрана, которая обеспечивает производительность и стабильность системы в течение всего времени эксплуатации, действуя как разделитель между анодным и катодным электродами [2].

В ходе выполнения данной работы был спроектирован двухкамерный микробный топливный элемент, в котором объем рабочей камеры составляет 170 мл. Оценка производительности по выработке электроэнергии производилась в зависимости от модификаций электродов. В качестве популяции микроорганизмов использовался активный ил, который в процентном соотношении состоит в основном из бактерий.

В качестве электродов в установке использовались углеродный войлок и углеродный стержень. Электрод анодной камеры должен обеспечивать большую удельную площадь поверхности для образования биопленки, способствовать переносу электронов, образующихся в окислительно-восстановительной реакции, и должен обладать такими свойствами как электропроводность, высокая механическая прочность, биосовместимость и низкая стоимость. Выбор углеродного войлока в качестве материала для электрода обоснован его высокими пористостью и электропроводностью, а также тем, что большие поры данного материала позволяют бактериям проникать сквозь структуру и образовывать биопленку внутри всего электрода, а не только на его поверхности.

При выполнении данной работы модификация электродов, выполненных из углеродного войлока и имеющих размеры 5x5 см, производилась с использованием смешанного раствора концентрированной азотной кислоты и 30%-го раствора перекиси водорода в отношении 1:1. Электрод погружали в 200 мл смешанного раствора, диспергировали ультразвуком при комнатной температуре в течение 0,5 ч, затем нагревали в муфельной печи при 450°C в течение 0,5 ч.

Далее полученные образцы неоднократно промывали деионизированной водой до достижения постоянного рН. Затем образцы сушили при температуре 60°C в течение 8-ми часов для получения модифицированного анодного материала [3].

Данная модификация углеродного войлока позволяет изменить поверхностные характеристики электрода, что значительно уменьшило углы контакта с водой, связанные с увеличением количества кислородсодержащих функциональных групп на поверхности материала. Полученный результат положительно сказывается на росте производительности электроэнергии в работе микробного топливного элемента вследствие улучшения поверхностных свойств для образования биопленки.

Выводы. Микробные топливные элементы рассматриваются как перспективная технология в области производства возобновляемой энергии и очистки сточных вод. Данная экобиотехнология подразумевает прямое преобразование химической энергии, запасенной в органических отходах, электрогенными бактериями в электрическую энергию. Однако, несмотря на очевидные преимущества, МТЭ вырабатывают относительно небольшие показатели производства энергии. Таким образом, для практического применения необходимо улучшить характеристики микробных топливных элементов, что позволит увеличить эффективность производительности электроэнергии за счет кислотной модификации электродов.

Список использованных источников:

1. Самков А.А., Волченко Н.Н., Худокормов А.А., Калашников А. А., Веселовская М.В. Анаэробная биodeградация органических соединений в микробных топливных элементах // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – №101. – С. 47 – 62.
2. Hernandez-Flores G. Comparison of alternative membranes to replace high cost Nafion ones in microbial fuel cells // International Journal of Hydrogen Energy. – 2016. – С. 1 – 9.
3. Zhao Y., Ma Y., Li T. Modification of carbon felt anodes using doubleoxidant $\text{HNO}_3/\text{H}_2\text{O}_2$ for application in microbial fuel cells // The Royal Society of Chemistry. – №8. – С. 2059 – 2064.