

УДК 502.37

## ПОЛУЧЕНИЕ ЭНЕРГИИ И ОЧИСТКА РАЗЛИЧНЫХ ГРУНТОВ ПРИ ПОМОЩИ МИКРОБНОГО ТОПЛИВНОГО ЭЛЕМЕНТА

Гладышева М.С. (Санкт-Петербургский горный университет)

Научный руководитель – доцент, кандидат технических наук, Данилов А.С.

(Санкт-Петербургский горный университет)

**Введение.** Среди направлений поиска альтернативных источников энергии рассматривают микробные топливные элементы (МТЭ), которые являются довольно новыми и интересными биотехнологическими устройствами, в которых одновременно сочетаются основы биофизики, биоэнергетики и других смежных дисциплин.

МТЭ представляют собой биоэлектрохимические устройства, в которых органические отходы распадаются на более мелкие молекулы, высвобождая электроны и протоны, тем самым вырабатывая электричество. Для выработки энергии использовать широкий спектр органических или неорганических веществ, таких как органические отходы, донные отложения, в качестве источника получения топлива. В классическом варианте МТЭ состоит из двух камер - анаэробной анодной и аэробной катодной. В зоне анода, находятся микроорганизмы, где количество кислорода невелико или же вообще анаэробные условия, а в зоне расположения катода находится раствор веществ, данная зона является доступной для поступления кислорода, она хорошо аэрируема [1].

Микроорганизмы играют очень важную роль в производстве энергии при помощи МТЭ. Существуют бактерии, известные как электроактивные, например, *Shewanella putrefaciens* и *Geobacter sulfurreducens*, которые способны отдавать электроны непосредственно на анод. Они также известны как анодофилы и способны образовывать проводящую биопленку на аноде [2].

**Основная часть.** В данной работе были спроектированы и собраны микробные топливные элементы двух модификаций: первая бентосного типа, которую можно применить на природных объектах; вторая модификация – с увеличенной площадью анода и катода для реализации опыта по оценке эффективности очистки донных отложений от загрязнения.

Анод должен обеспечивать большую удельную площадь поверхности для адгезии и образования биопленки. Преимущественно в качестве анодных материалов применяются углеродные материалы. В качестве катодных материалов используют графит, углеродный войлок, углеродную ткань. В обеих модификациях был использован углевойлок, для создания герметичного перехода между войлоком и проводом использовался графитовый стержень.

Максимальное напряжение в 750 мВ было отмечено на конец эксперимента в первой модификации МТЭ. К концу эксперимента можно отметить относительное выравнивание значений напряжения во всех пробах.

Следующим этапом выполнения работ стало мультиреспираторное тестирование (МРТ) – это колориметрическое исследование, которое может использоваться для оценки состояния почвы, устойчивости сообщества к загрязнению, а также для тестирования токсичности [3]. В данной работе тестирование проводилось для выявления наиболее подходящего С-источника, увеличивающего активность микробного сообщества. Для данной оценки основным параметром является уровень углекислого газа, который выделяется почвенным микробным сообществом при разложении углеродных субстратов. Видимый переход от розового к желтому оттенку говорит о высокой дыхательной активности сообщества, что говорит об увеличении деятельности сообщества. Результат МРТ показал, что для увеличения активности микробного сообщества целесообразно применять янтарную и аскорбиновую кислоты.

В сравнении с предыдущим экспериментом, при добавлении в исследуемый грунт,

раствора аскорбиновой кислоты (1%), напряжение было увеличено на обоих модификациях, на первой в 1,25 раза, на второй – 1,4 раза в сравнении на 30 день измерений.

Чтобы оценить возможность очистки донных отложений от металлов, которые используют в процессе своей жизнедеятельности *Shewanella putrefaciens* (уран (U), хром (Cr), железо (Fe) и др.) проводился рентгенофлуоресцентный анализ для образцов донных отложений, которые находились во второй модификации МТЭ, так как в данной модификации значительно увеличены площади анода и катода в сравнении с 1 модификацией.

Результаты показали достаточно большую степень очистки после работы микробного топливного элемента (эффективность очистки от Fe составила 79% без добавления аскорбиновой кислоты, 81,5% - с аскорбиновой кислотой). При добавлении аскорбиновой кислоты, как стимулятора жизнедеятельности сообщества эффективность очистки незначительно лучше, чем после работы МТЭ без добавок.

**Выводы.** Как источники возобновляемой энергии МТЭ могут быть интегрированы в микроаэрофильные природные или техногенные экосистемы, например в донные осадки водоёмов, заболоченные почвы. Микробные топливные элементы также целесообразно применять для очистки грунтов, осадков сточных вод от микробиологического загрязнения и от загрязнения металлами.

#### **Список использованных источников:**

1. Шеуджен, Т. М. Исследование возможности функционирования твердофазных микробных топливных элементов новой конструкции / Т. М. Шеуджен, Н. Н. Волченко, А. А. Самков // Проблемы науки. – 2017. – № 2. – С. 1-3.
2. Debabrata D. Microbial Fuel Cell / D. Debabrata. – 1 изд. – New Delhi, India: Springer, 2018. – 506 с. (<https://doi.org/10.1007/978-3-319-66793-5>)
3. A rapid microtiter plate method to measure carbon dioxide evolved from carbon substrate amendments so as to determine the physiological profiles of soil microbial communities by using whole soil / Colin D. Campbell, Stephen J. Chapman, Clare M. Cameron и др.// APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY – 2013. – №6. – с. 3593–3599