

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Аркадьевой Ирины Николаевны «Математическое моделирование и оптимизация процессов, протекающих в биотопливном элементе», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям 2.6.13. Процессы и аппараты химических технологий (технические науки), 2.6.9. Технология электрохимических процессов и защита от коррозии (технические науки).

Диссертация И. Н. Аркадьевой посвящена разработке математической модели биотопливного элемента (БТЭ), ее апробации на примере глюкозо-кислородного БТЭ с участием каталитических систем на основе лакказы, а также установлению основных электрохимических характеристик, определяющих эффективность протекания реакции восстановления кислорода и окисления глюкозы. Высокое внимание в последние годы к новым источникам электроэнергии обуславливает актуальность темы диссертации. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и программы развития РХТУ им. Д.И. Менделеева «Приоритет-2030».

Автореферат содержит результаты разработки теоретической модели БТЭ, результаты экспериментальных исследований катодных и анодных каталитических систем на основе лакказы, иммобилизованной адсорбционным способом на различных углеродных материалах.

Разработана математическая модель для расчета вольт-амперных и мощностных кривых БТЭ с учетом электрохимической кинетики процессов, происходящих на электродах. Полученные результаты позволяют сделать вывод, что предложенные соискателем модели адекватно описывают богатый экспериментальный материал, также полученный и приведенный И. Н. Аркадьевой в рамках своего диссертационного исследования, что является несомненным достоинством данной работы.

Оригинальной частью работы является применение уравнения с дробной производной для описания зависимостей от времени и координаты концентрации фермента в адсорбционном слое углеродного материала в следствие его фрактальной структуры.

После ознакомления с авторефератом возникли следующие вопросы и замечания:

- 1) В задачах исследования нет задачи, связанной с разработкой катализаторов, есть только задача с выбором каталитических систем, однако в новизне

- фигурирует фраза «при использовании созданных катализаторов». Непонятно, кто какие катализаторы создал, сколько их было, в чем новизна.
- 2) Золото, считается, обладает низкой каталитической активностью. Чем обусловлен выбор этого материала в качестве компонента катализатора?
  - 3) Стоило привести сведения о катализаторе 20Au/XC-72R или хотя бы дать ссылку на источник.
  - 4) Понятие «АС электродов» в автореферате требует пояснения.
  - 5) На стр. 5: непонятна фраза о методе самопроизвольной адсорбционной иммобилизации». «Перспективный» выбор или метод?
  - 6) На стр. 8 указано напряжение разомкнутой цепи 550 мВ, на рисунке 10 оно составляет 350-400 мВ. К чему относится величина 550 мВ?
  - 7) На стр. 8 отмечено, что показатель дробной производной соответствует доле каналов, открытых для протекания для электролита. Откуда это следует? Какой порядок сходимости использованного автором метода для решения уравнения (3)?
  - 8) Являются ли модельные кривые на рис. 5 результатом наилучшей подгонки варьируемых параметров, если да, то каких? Что означает фраза на стр. 12 «расчетные данные соответствуют экспериментальным»? Если производился подбор параметров модели, корректнее привести статистические критерии согласия.
  - 9) Использование метода золотого сечения не гарантирует поиска глобального минимума в подборе варьируемых параметров. Какие были критерии остановки алгоритма поиска?
  - 10) Почему в формуле (27) перенапряжение катода прибавляется?
  - 11) Одним из базовых параметров изученных в работе процессов, является температура. По-видимому, модели, рассматриваемые диссертантом изотермические. Где-то в автореферате это стоило указать.
  - 12) Следует избегать английских слов в русско-язычном автореферате.

Достоверность и обоснованность проведенных научных исследований обеспечивается целостным подходом, адекватностью методов исследования, экспериментальной апробацией математических моделей. По результатам исследования опубликовано 19 научных работ, в том числе 12 статей в изданиях, индексируемых в РИНЦ и международных базах Web of Science и Scopus, получено 1 свидетельство о государственной регистрации программного средства для ЭВМ.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки представленной для рецензии работы. Содержание автореферата

свидетельствует о том, что диссертация И. Н. Аркадьевой является целостной научно-квалификационной работой, имеющей актуальность, научную новизну и практическую значимость. Работа отвечает требованиям, предусмотренным Положением о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева», а ее автор – Ирина Николаевна Аркадьева заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научным специальностям 2.6.13. «Процессы и аппараты химических технологий» (технические науки) и 2.6.9. «Технология электрохимических процессов и защита от коррозии» (технические науки).

Начальник управления технологий и материалов четвертого энергетического перехода АО «Гиредмет», д-р хим. наук, доц.

Максим Васильевич Ананьев

АО «Гиредмет», 111524,  
Москва, ул. Электродная,  
д. 2. стр.1

Тел. +7(495) 708-44-66

E-mail:

[MVaAnanyev@rosatom.ru](mailto:MVaAnanyev@rosatom.ru)

11.12.2023

Подпись М. В. Ананьева  
заверяю

Директор АО «Гиредмет»



Андрей Иванович Голиней