Сведения о ходе выполнения проекта в 2024 году

«Каталитические материалы для эффективного производства глюконовой/глюкаровой кислот и водорода путем окисления глюкозы из биомассы»

Руководитель проекта: Курзина Ирина Александровна, д-р физ.-мат. наук

На втором этапе выполнения научных исследований Получателем гранта:

1. На основании анализа литературных данных и результатов работ по первому этапу проведен выбор и обоснование физико-химических методов синтеза и анализа разрабатываемых никель–железных и палладий–железных катализаторов, нанесенных на гамма–оксид алюминия;
2. Разработана программа синтеза NiFe/Al2O3 и PdFe/Al2O3 катализаторов с атомным соотношением между металлами от 1:1 до 20:1, нанесенных на γ-Al2O3;
3. Синтезированы экспериментальные образцы никель–железных и палладий–железных катализаторов, нанесенные на оксид алюминия, с заданными текстурой и физико-химическими свойствами;
4. Разработана программа изучения физико-химических свойств и структурных характеристик никель–железных и палладий–железных катализаторов;
5. Исследованы физико-химические свойства поверхности и структурные характеристики никель–железных и палладий–железных катализаторов;
6. Доработана программа теоретического моделирования термодинамически устойчивой структуры палладий–висмутовых нанокластеров;
7. Разработана программа теоретического моделирования термодинамически устойчивой структуры никель–железных и палладий–железных нанокластеров.

Иностранным партнером Индийским технологическим институтом:

8. Проведены экспериментальные исследования физико-химических и каталитических свойств Ni-Co-Fe электродов;
9. Разработаны параметры изготовления электродов Ni-Co-Zn;
10. Разработана лабораторная инструкция по получению электродов Ni-Co-Zn;
11. Получена лабораторная партия Ni-Co-Zn электродов с содержанием Zn от 1 % до 10 %;
12. Проведены экспериментальные исследования физико-химических свойств Ni-Co-Zn электродов;
13. Разработаны режимы электрохимической переработки глюкозы до глюконовой и глюкаровой кислот с последующим выделением водорода;
14. Проведено предварительное исследование каталитических свойств электродов в реакции электрохимического окисления глюкозы до глюконовой и глюкаровой кислот.

Индустриальным партнером ООО «Инжиниринговый химико-технологический центр» в рамках софинансирования проекта:

15. Проведены экспериментальные исследования каталитических свойств никель–железных и палладий–железных катализаторов в реакциях окисления глюкозы;

16. Исследованы микроструктура, химический и фазовый состав никель-железных и палладий-железных катализаторов.

Основные научные результаты по проекту

Осуществлен синтез серии образцов никель-железных и палладий-железных катализаторов, нанесенных на гамма-оксид алюминия с различным содержанием компонентов и различного способа получения и изучены их физико-химические свойства и структурные характеристики. Выполнено численное исследование биметаллических нанокластеров никель-железо (Ni:Fe) и палладий-железо (Pd:Fe). Разработаны модели и алгоритмы, позволяющие описывать структуру этих частиц в зависимости от соотношения компонентов. Экспериментальные исследования каталитических свойств никель-железных и палладий-железных катализаторов показали различное поведение этих катализаторов в процессе окисления глюкозы. NiFe/Al2O3 катализаторы не продемонстрировали активности в целевой реакции получения глюконовой кислоты, способствуя преимущественно изомеризации глюкозы во фруктозу. Напротив, PdFe/Al2O3 катализаторы показали некоторую активность в окислении глюкозы до глюконовой кислоты, хотя и с ограниченной конверсией (не более 22 %). Наилучшие результаты были получены для катализатора Pd3:Fe1/Al2O3. Проведены экспериментальные исследования физико-химических и каталитических свойств Ni-Co-Fe электродов. Оптимальный по физико-химическим характеристикам сплав Ni-Co-Fe 4 % был использован в качестве катодного материала в реакции окисления глюкозы. Разработаны параметры изготовления Ni-Co-Zn электродов с различным содержанием Zn и после их получения исследованы физико-химические свойства этих электродов. Разработаны режимы электрохимической переработки глюкозы до глюконовой и глюкаровой кислот с последующим выделением водорода и проведены предварительные испытания каталитических свойств Ni-Co-Zn электродов. Кроме того, образцы биомассы (стебли кукурузы, жмых сахарного тростника и пшеничная солома), были эффективно преобразованы в глюкозу с помощью щелочной предварительной обработки и ферментативного гидролиза.