«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по науке ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина»
к.ф.-м.н, доцент _____ В.В. Кружаев
« 6 » октября 2015 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу
БЕЛЬМЕСОВА АНДРЕЯ АЛЕКСАНДРОВИЧА
«Электрокатализаторы для топливных элементов и сенсоров на основе платинированных оксидных систем», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – «физическая химия»

Актуальность

Диссертационная работа Бельмесова Андрея Александровича посвящена разработке и исследованию новых электрокаталитических материалов, устойчивых к CO и к окислительной деградации. Оптимизация свойств различных компонентов топливных элементов позволит решить такие важные задачи, как увеличение срока службы и повышение эффективности работы топливного элемента. В этой связи, задача разработки новых электрокатализаторов, устойчивых к деградации, несомненно, является актуальной.

Научная новизна работы очевидна, кратко выделим основные положения:

- показано, что скорость процессов с участием CO на полученных материалах растет с увеличением концентрации Ru и Nb, и существенно выше, чем для системы Pt/C;
- выявлена зависимость процессов электроокисления (смеси CO-воздух) от структурных особенностей носителя;
- установлена зависимость процессов электроокисления H_2 и CO (смеси CO-водород) от концентрации и природы допанта.

Практическая значимость определяется тем, что для полученных катализаторов многие эксплуатационные характеристики превышали таковые в сравнении с коммерческими аналогами. Разработаны сенсорные материалы, детектирующие H_2 и CO. Необходимо также отметить, что в работе проведено тестирование макетного топливного элемента с использованием полученных катализаторов, причем мощностные характеристики были близкими к характеристикам при использовании Pt/C катализатора.

Диссертация состоит из введения, трех глав, выводов, приложения, списка цитируемой литературы из 155 наименований и изложена на 159 страницах.

В первой главе диссертации описываются процессы, идущие на катодах и анодах топливного элемента, указываются основные проблемы и направления по оптимизации характеристик ТЭ. Автором также описываются методики синтеза оксидов, которые пригодны в использовании как носители для платины. Обосновывается выбор перспективных материалов, дальнейшие исследования которых позволило бы существенно улучшить электрокаталитические свойства.

Во второй главе описываются методы синтеза носителей и их аттестации, представлены рисунки установок, на хорошем уровне описываются методики исследований. Как положительный момент нужно отметить большое разнообразие использованных методов исследований, которые удачно дополняют друг друга. Все это позволяет считать полученные результаты достоверными и надежными.

Основные результаты исследования изложены в третьей главе диссертации. Полученные оксидные материалы аттестованы методом фазового анализа и по удельной площади поверхности. Электрофизические характеристики сгруппированы по разным разделам. В разделе по изучению электропроводности оксидных носителей с целью ее увеличения обосновываются пути модифицирования оксидных материалов. Для этого были проведены исследования по определению оптимального содержания ОУНТ и углеродной сажи. Далее автором представлен большой по объему блок исследований по изучению электрокаталитических свойств полученных материалов. Как положительный итог проведенного исследования можно отметить то, что удалось разработать электрокатализаторы, превосходящие по своим характеристикам коммерческие аналоги. Важно также подчеркнуть, что полученные материалы были протестированы в электрохимических устройствах – в модельном ТЭ, в сенсорных ячейках.

В целом весь экспериментальный объем изложен логично, обсуждение результатов проведено на хорошем научном уровне. Результаты суммированы в виде 9 выводов.

По работе имеются следующие вопросы и замечания:

1. В работе получены твердые растворы, которые подвергали температурному отжигу в водороде. При этом, как следует из рис. 31, в системе $Ti_{1-x}Ru_xO_2$ присутствует значительное количество металлического рутения. Возникает вопрос о роли металлического Ru в изучаемых каталитических процессах, автором об этом ничего не говорится. Для последующего анализа полученного автором экспериментального материала, желательно все же было определить количественное содержание металлического Ru в образцах.

2. При обсуждении годографов импеданса (рис.27, 53) выделен электродный вклад, обусловленный электроокислением водорода и процессом с участием CO. Однако для высоких концентраций CO, как указывает автор, невозможно разделить эти процессы, и невозможно охарактеризовать процесс с участием H_2. В ходе дальнейшего обсуждения материала не ясно, процесс с участием H_2 отсутствовал или он все же реализовался, но его нельзя было выделить из годографа?

3. Как следует из рис.54 общий вид концентрационных зависимостей сопротивления меняется в зависимости от концентрации Ru, чем это может быть обусловлено?

4. В разделе по изучению влияния удельной поверхности носителя на сенсорные свойства (§13.10) установлен факт отсутствия такого влияния, тогда чем обусловлен разброс в ~100 мВ потенциала разомкнутой цепи (рис.60)?

5. На стр. 66 сравниваются ионные радиусы ниобия и титана, однако нет ссылки, какая система ионных радиусов используется. При анализе смещения дифракционных пиков автором говорится об увеличении параметра элементарной ячейки, но почему сами параметры не были рассчитаны?

6. В работе имеются небрежности в оформлении. Размерности на осях указываются как в русском, так и английском представлении (мВ, mV, Ом, Ohm и др.). Есть неудачные по стилистике фразы.

Отмеченные вопросы и замечания не затрагивают существа исследования и не снижают фундаментальную значимость работы.

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы Бельмесова Андрея Александровича изложены в 5 статьях, опубликованных в журналах, рекомендованных ВАК РФ, а также были представлены на различных международных и всероссийских конференциях.

Соответствие работы научной специальности. Диссертация соответствует паспорту специальности 02.00.04 – физическая химия в следующих пунктах: 3. Определение термодинамических характеристик процессов на поверхности, установление закономерностей адсорбции на границе раздела фаз и формирования активных центров на таких поверхностях. 5 Изучение физико-химических свойств систем при воздействии внешних полей, а также в экстремальных условиях высоких температур и давлений.

Автореферат. Автореферат полностью отражает структуру, содержание и выводы диссертации.

Общая оценка работы. В целом работа представляет собой ***законченное научное исследование***, в котором разработаны платинированные оксидные системы и показана их перспективность в использовании. Проведены исследования по электропереносу, по электроокислению CO и H_2, по селективности сенсоров, по электрокаталитической активности. В результате установлены закономерности электрокаталитических свойств в процессах окисления водорода и CO от природы и состава оксидных систем.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты представленной работы могут быть использованы в практической деятельности научно-исследовательских учреждений, занимающихся исследованием неорганических соединений: ФГБУН Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН, ФГБУН Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, ФГБУН

Институт химии твердого тела УрО РАН, ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» и др.

Заключение

Диссертация представляет собой завершенную ***научно-квалификационную работу***, выполненную на актуальную тему, в которой на основании проведенных экспериментальных исследований выявлена роль состава платинированных оксидных систем, а также особенностей их структуры и морфологии, на формирование электрокаталитических и сенсорных свойств.

Диссертационная работа Бельмесова Андрея Александровича полностью удовлетворяет требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденном постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013г., а Бельмесов Андрей Александрович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия, химические науки.

Отзыв на диссертацию обсужден и утвержден на заседании кафедры неорганической химии Института естественных наук ФГАОУ ВПО Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина (протокол № 14 от 25.09.2015).

Заведующая кафедрой неорганической химии
Института естественных наук
Уральского федерального университета
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина,

Анимица
Ирина
Евгеньевна
05.10.2015

Доктор химических наук, профессор
Irina.animitsa@urfu.ru
Тел. кафедры: (343) 261-74-70
Почтовый адрес: 620000 Екатеринбург,
Пр.Ленина 51

Подпись Анимицы И.Е. заверяю
Ученый секретарь,
доцент кафедры неорганической химии,
кандидат химических наук

Кочетова
Надежда
Александровна