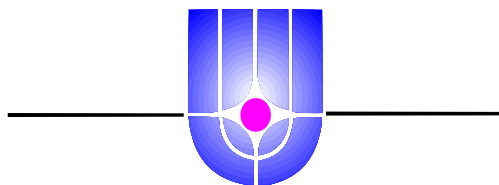


РНИЦ “Курчатовский институт”



**СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОКАТАЛИЗАТОРОВ НА
ОСНОВЕ ГРАФИТОВЫХ НАНОВОЛОКОН ДЛЯ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРОВ
ВОДЫ С ТВЕРДЫМ ПОЛИМЕРНЫМ ЭЛЕКТРОЛИТОМ**

А.И. Гайдай, А.А. Филиппов

Углеродные нанотрубки известны как перспективные и многообещающие материалы для катализа. Они могут быть использованы в качестве непосредственно катализаторов, каталитических добавок или носителей.

Целью данной работы являлось:

Разработка и исследование наноструктурного электрокатализатора для электролизера воды с твердым полимерным электролитом (ТПЭ).

С этой целью был синтезирован электрокатализатор Pt40/НВ (40% масс. Pt на углеродных нановолокнах), который затем исследовали потенциодинамическим методом; собран мембранно-электродный блок на основе синтезированного катализатора; проведены его испытания в составе электролизера воды с ТПЭ. Полученные результаты сравнили с катализатором Pt40/VulcanXC-72.

Синтез электрокатализаторов

Катализаторы были получены методом осаждения платиновых наночастиц на нановолокнах и Vulcan® XC-72 (Cabot Co.), используя высокомолекулярный спирт. 255 мг углерода были диспергированы в 30 мл этиленгликоля. Затем к 8.7 мл 0.1 М раствора H_2PtCl_6 была добавлена дистиллированная вода и полученная суспензия носителя, полученная смесь еще раз диспергируется. Водородный показатель смеси рН доводится до 9, используя 1М раствор КОН. Для того чтобы начать процесс восстановления, смесь была диспергирована и добавлена к 110 мл этиленгликоля, предварительно подогретого до 75 °С. Затем в полученный раствор добавляется 87 мл раствора формальдегида (37%). Температура смеси была постоянной - 95 °С в течение 3 часов (до завершения восстановления), после нагревание было прекращено, и смесь охлаждалась в течение 2 часов до температуры окружающей среды при непрерывном перемешивании. Избыток жидкости был вылит и оставшийся катализатор был отмыт в бидистиллированной воде (7-8 раз) и высушен с использованием центрифуги при температуре 60-70 °С.

Исследование синтезированного электрокатализатора потенциодинамическим методом

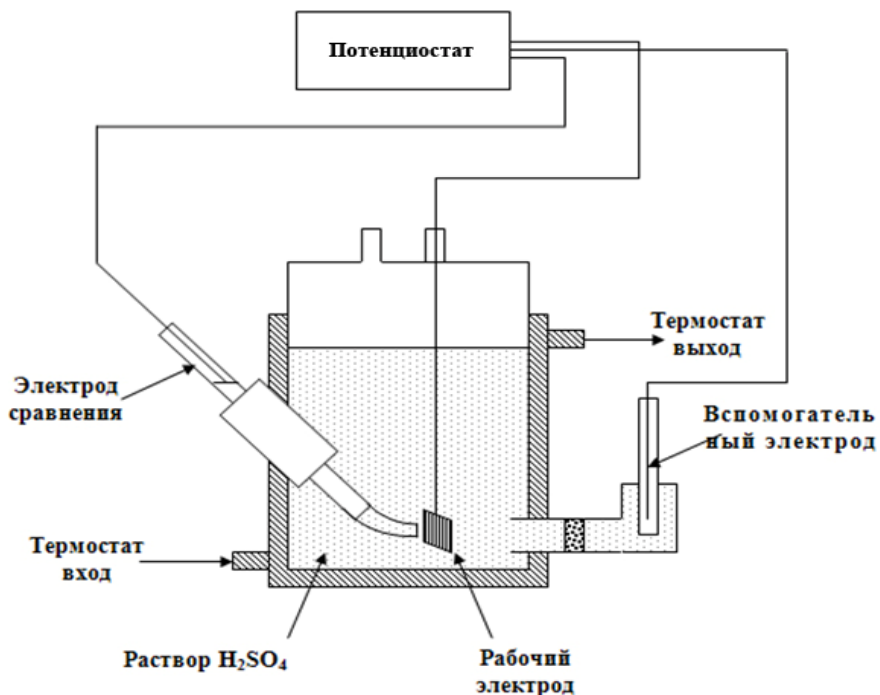


Рис. 1. Схема измерительной электрохимической трехэлектродной ячейки

В трехэлектродную ячейку помещался рабочий электрод с нанесенным на него катализатором. Электрод сравнения – насыщенный хлорсеребряный электрод, вспомогательный электрод – платиновая проволока. Эксперименты проводились в 1 М растворе H_2SO_4 , приготовленном с использованием бидистиллированной воды. Для устранения влияния растворенного в электролите кислорода, а также для лучшего перемешивания раствора H_2SO_4 , ячейка продувалась инертным газом, подаваемым в ячейку из баллона через гидрозатвор. Для поддержания требуемой температуры в ячейке была предусмотрена термостатирующая рубашка, подсоединяемая к термостату. Программирование и проведение измерений осуществлялось потенциостатом Solartron 1285.

Исследование МЭБ на основе синтезированных катализаторов

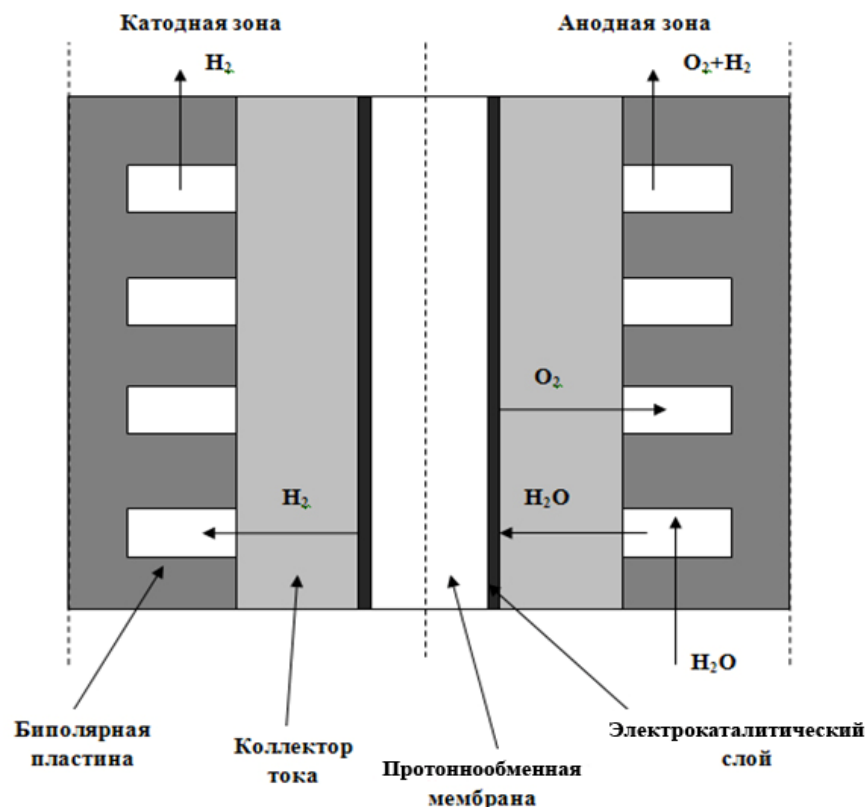


Рис. 2. Принципиальная схема электролизера воды с ТПЭ

Для оценки электрокаталитической активности синтезированных катализаторов были изготовлены и испытаны мембранноэлектродные блоки (МЭБ). В данной работе в качестве электролита использовалась мембрана типа Nafion115 толщиной 127 мкм. В качестве коллекторов тока/газодиффузионных слоев был выбран титан. Нанесение катализаторов было произведено аэрографом. Катализатор для катода был выбран Pt40/НВ, плотность нанесения $1,0 \text{ мг/см}^2$ (15% лака). Для анода был выбран Ir, плотность нанесения $2,0 \text{ мг/см}^2$ (5% лака).

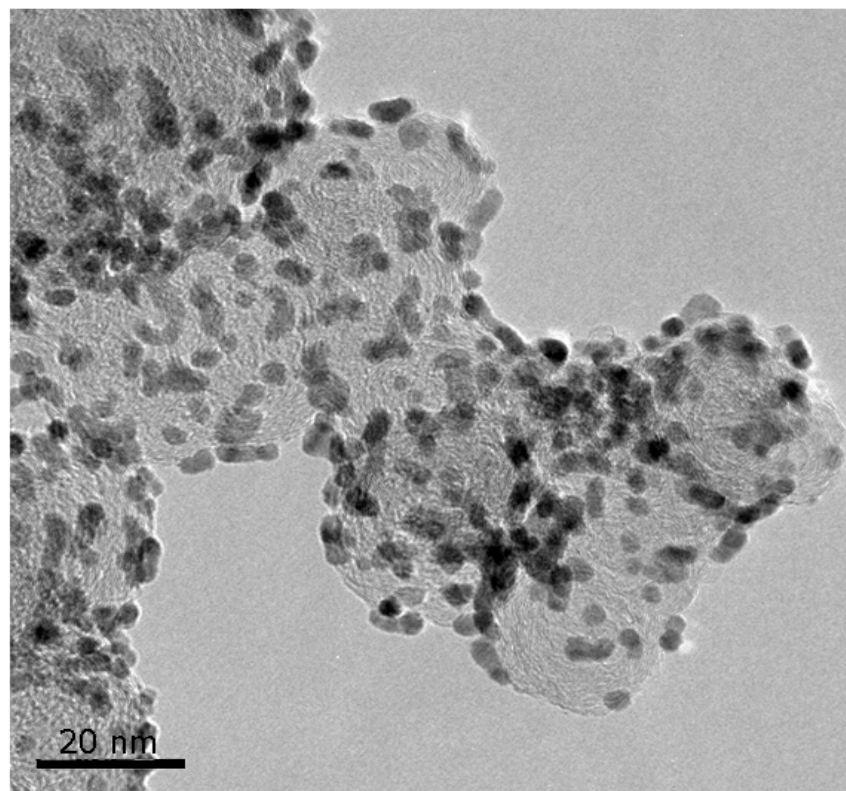
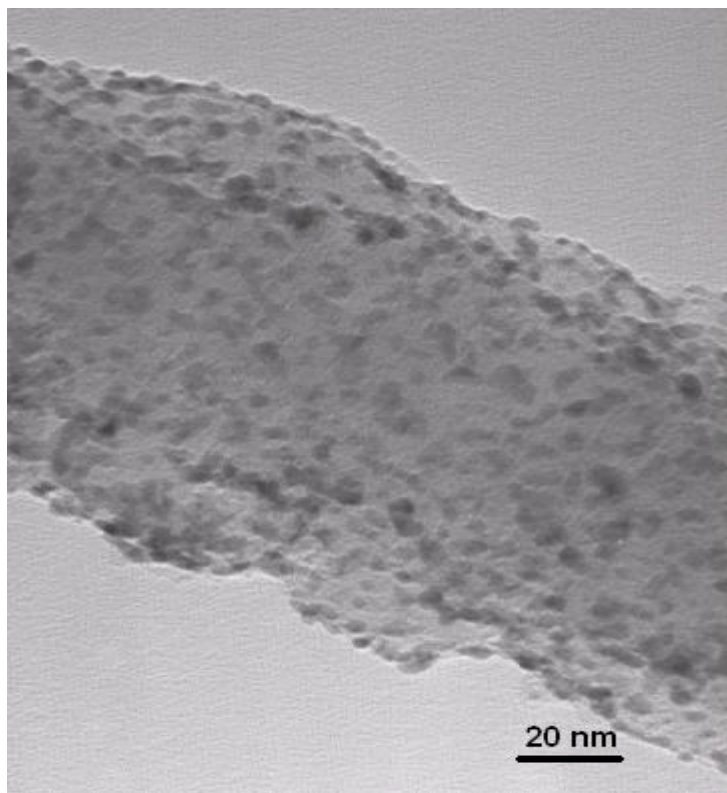


Рис. 3. Микрофотографии платиновых наночастиц, осажденные на НВ (слева) и Vulcan XC-72 (справа)

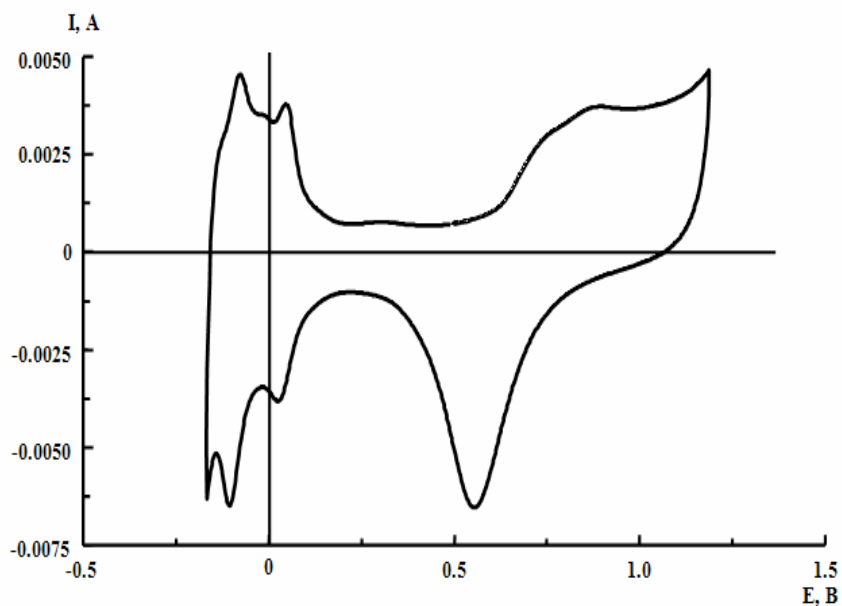


Рис. 4. Потенциодинамическая кривая для Pt40/Vulcan-XC72 при скорости развертки потенциала 20 мВ/с, удельная активная поверхность 40-42 м²/г.

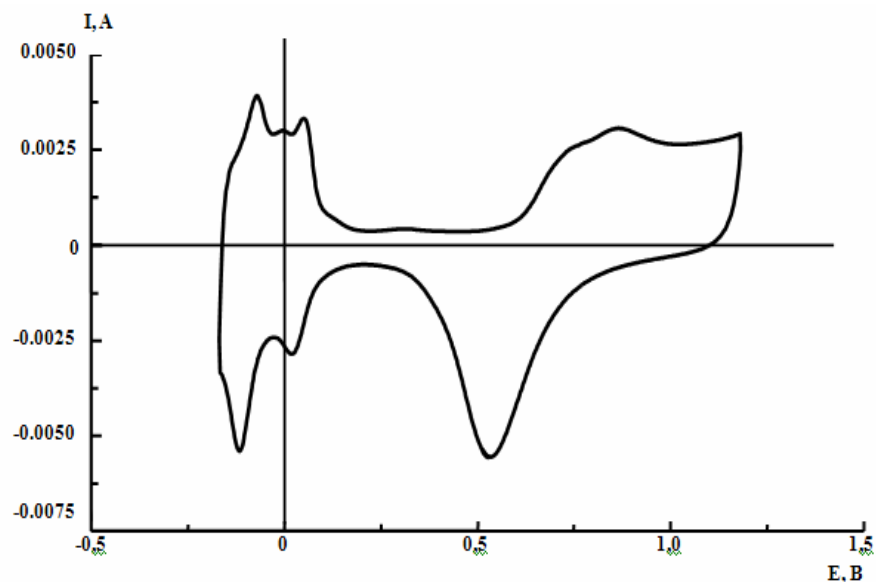


Рис.5. Потенциодинамическая кривая катализатора Pt40/НВ при скорости развертки потенциала 20 мВ/с, удельная активная поверхность 40-42 м²/г.

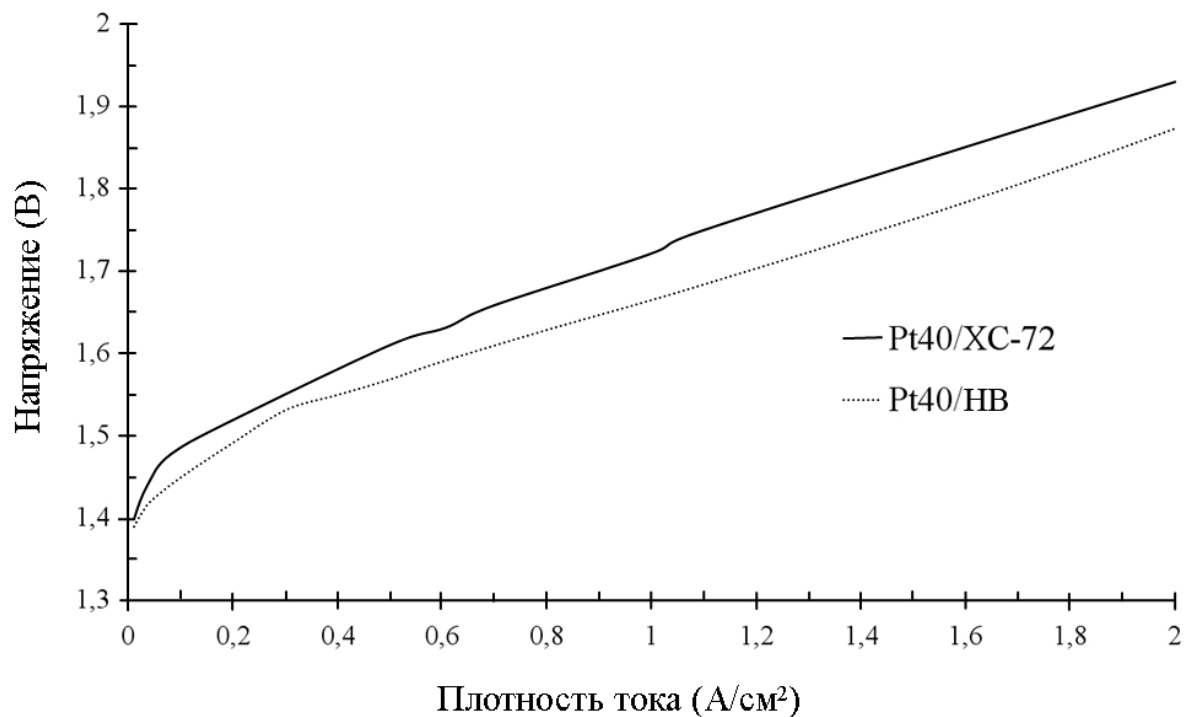


Рис.6. Вольтамперные характеристики ячейки электролизера, полученные при 90 оС и атмосферном давлении газов. Катодные катализаторы: Pt40/XC-72, Pt40/HB. Анодный катализатор Ir чернь (2.0 мг/см²). ТПЭ: Nafion-115.

Заключение

Структурные свойства и электрохимические характеристики катализатора на основе НВ были исследованы и полученные результаты были сравнены с катализатором на основе Vulcan® XC-72. Результаты показывают, что Pt на нановолокнах имеет более высокие электрохимические характеристики. Это связано с уникальными свойствами углеродных нанотрубок – высокая удельная поверхность, электропроводность, прочность – позволяют предположить, что на их основе могут быть созданы эффективные носители катализаторов. При использовании графитовых нанотрубок благодаря их упорядоченной структуре может к тому же сформироваться специфическая кристаллографическая ориентация частиц металла, что позволит улучшить каталитическую активность.