

Информация о программе ФЦП

Кубанский госуниверситет, ФХВТ, получил финансовую поддержку от Минобрнауки России для выполнения проекта: «Разработка новых каталитических мембранных реакторов для водородной энергетики, водоподготовки и «зеленой» химии путем физико-химической модификации объема и/или поверхности мембран» (шифр заявки «2017-14-588-0004-025») Федеральной Целевой Программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы», лот «Проведение исследований по приоритетным направлениям с участием научно-исследовательских организаций и университетов Франции» (шифр 2017-14-588-0004). Уникальный идентификатор проекта RFMEFI58617X0030.

Объем финансирования 14 млн. 175 тыс. руб. на три года, начало проекта 01 января 2017 г., окончание 31 декабря 2019 г..

Руководитель проекта – проф. В.В. Никоненко.

Соисполнителем проекта является Орден Трудового Красного Знамени Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева Российской академии наук (ИНХС РАН), руководитель исследований – член-корр. РАН, проф. А.Б. Ярославцев.

Проект выполняется на основе действующей российско-французской структуры – Международной Ассоциированной Лаборатории (МАЛ) «Ионообменные мембраны и процессы (ИОМП)». Основной французский исполнитель проекта – Европейский Институт Мембран (ЕИМ), Национальный Центр Научных Исследований (НЦНИ) Франции, Университет Монпелье, французский руководитель проекта – проф. Марк Кретэн (Marc Cretin). Вторым французским участником в проекте является Институт Химии и Материалов (ИХМ), НЦНИ Франции, Университет Париж-Восток.

Проект направлен на разработку научных основ технологии новых конкурентоспособных на мировом рынке мембран и мембранных реакторов на их основе для интенсификации и повышения селективности процессов мембранного катализа, используемых в водородной энергетике, водоподготовке и в зеленой химии.

Целью является развитие новых принципов получения мембранных реакторов и их экспериментальных образцов:

- 1) для процессов парового риформинга и конверсии метанола, этанола и диметилового эфира при получении чистого водорода или водорода и продуктов органического синтеза;
- 2) для электродиализного обессоливания/концентрирования солевых растворов с одновременным сдвигом рН получаемых растворов в кислую или щелочную область;
- 3) для электродиализного обессоливания/концентрирования солевых растворов с повышенной скоростью массопереноса, высоким выходом по току и повышенной устойчивостью к загрязнению поверхности.

Будут разработаны и приготовлены новые материалы для мембран на основе сплавов палладия, а также разработана палладиевая мембрана с новыми каталитическими допантами, существенно увеличивающими скорость реакции дегидрирования. Будут также разработаны новые ионообменные мембраны для водоподготовки и «зеленой» химии, отличающиеся устойчивой заданной скоростью каталитической генерации ионов H^+ и OH^- .

Основные результаты выполнения 1-го этапа проекта (2017 г.)

Водород является одним из наиболее перспективных энергоносителей. Одной из задач проекта является получение высокочистого водорода, не содержащего примесей монооксида углерода, который может служить энергоносителем в низкотемпературных топливных элементах. Применение мембранных реакторов, позволяющих реализовать в одном устройстве каталитическую реакцию риформинга метанола или этанола и выделить водород с помощью мембраны на основе палладия, обеспечивает получение водорода с чистотой вплоть до 99.999%. Одной из проблем, которую нужно решить для эффективной работы такого мембранного реактора является получение катализатора, позволяющего осуществлять паровой риформинг спиртов с получением водорода и CO_2 с минимальными примесями CO . На первом этапе проекта были протестированы более десятка катализаторов, в том числе со структурой NASICON, чистых благородных и переходных металлов, их сплавов и оксидов, с использованием различных носителей (оксидов металлов и углеродных). Показано, что наиболее перспективными являются двухфазные катализаторы на основе детонационных наноалмазов (DND).

Проведен пробный эксперимент получения водорода в процессе парового риформинга метанола в мембранно-каталитической системе на основе мембраны Pd-Ru и катализатора Ru-Rh/DND (Рис. 1). Показана возможность получения водорода высокой степени чистоты в зоне ретената. Полученный результат отвечает мировому уровню в данной области знаний.

Получены новые асимметричные биполярные ионообменные мембраны, отличающиеся тем, что при заданной скорости генерации ионов H^+ и OH^- , они имеют более низкое перенапряжение в биполярной области, сравнимое с лучшими зарубежными аналогами. Такое свойство является важным для эффективной коррекции pH растворов при их одновременном обессоливании/концентрировании. Получены новые двуслойные монополярные мембраны путем модификации поверхности отечественной гетерогенной мембраны МК-40. Такая модификация позволяет добиться другого синергетического эффекта: одновременно увеличить скорость массопереноса и снизить скорость генерации ионов H^+ и OH^- . Показано, что использование данного способа модификации поверхности позволяет существенно уменьшить или полностью исключить образование осадка труднорастворимых солей на поверхности мембраны при обработке растворов, содержащих ионы труднорастворимых солей (Рис. 2).

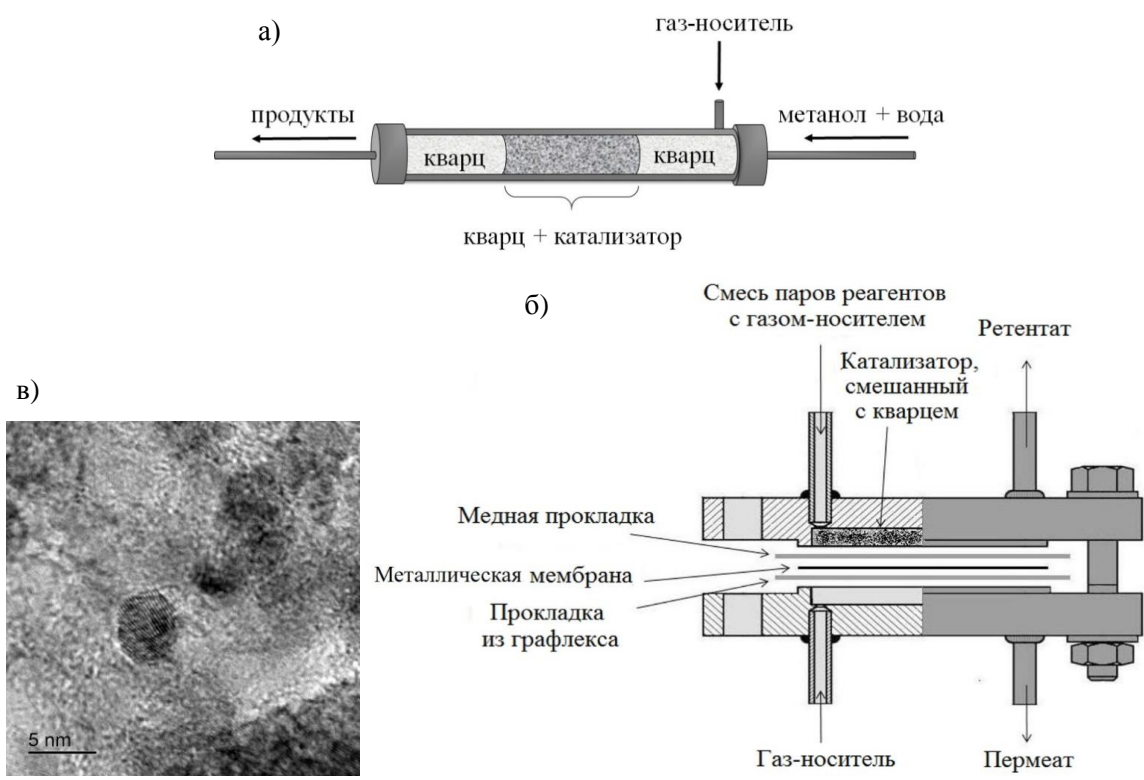


Рисунок 1 – Схемы традиционного (а) и мембранного (б) реакторов для получения водорода; изображение катализатора Ru-Rh/DND, полученное с помощью просвечивающего электронного микроскопа (в).

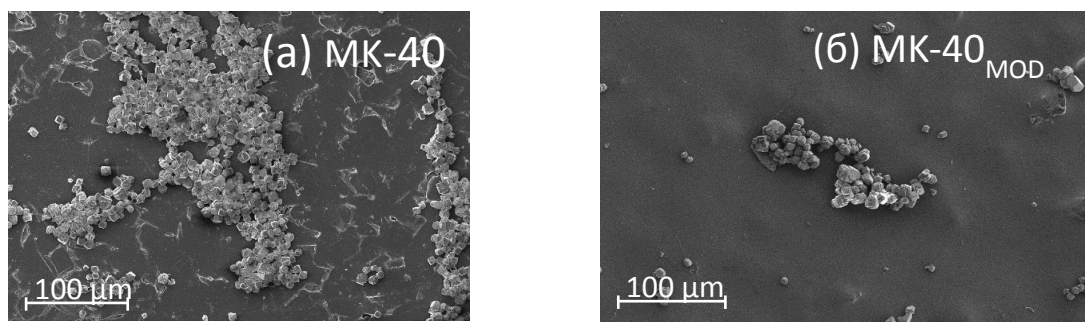


Рисунок 2 – Микрофотографии поверхности коммерческой МК-40 (а) и модифицированный МК-40_{MOD} мембран (б) после электродиализного обессоливания раствора, моделирующего минеральный состав концентрированного молока [Andreeva, M.A., Gil, V.V., Pismenskaya, N.D., Dammak, L., Kononenko, N.A., Larchet, C., Grande, D., Nikonenko, V.V., Mitigation of membrane scaling in electrodialysis by electroconvection enhancement, pH adjustment and pulsed electric field application, Journal of Membrane Science 549 (2018) 129-140].