

## ТЕХНОЛОГИЯ КАРБОНАТНОГО ТОПЛИВНОГО ЭЛЕМЕНТА ДЛЯ ЗАХВАТА $\text{CO}_2$ В СИСТЕМАХ РЕГЕНЕРАЦИИ ВОЗДУХА

М.А. Конопелько\*, М.А. Звёздкин, И.В. Звёздкина, Н.Н. Баталов  
Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН, Екатеринбург, Россия  
\*e-mail: m.konopelko@inbox.ru.ru

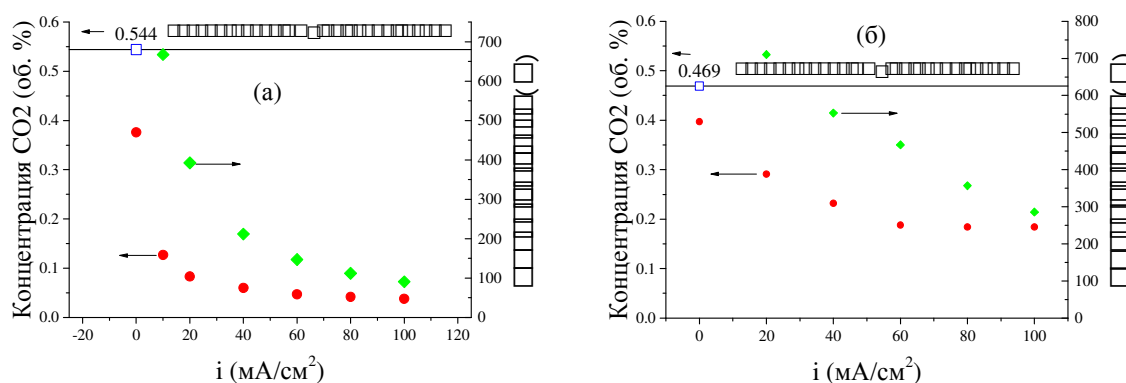
Расплавы карбонатов щелочных металлов обладают целым рядом привлекательных свойств, таких как высокая химическая и термическая устойчивость, высокая электропроводность, низкое давление паров, минимальные риски для человека и окружающей среды [1]. Этим обусловлен интерес к данным материалам при разработке новых экологически дружелюбных технологий. Применительно к электрохимической энергетике расплавленные карбонатные электролиты обладают особым преимуществом – химической устойчивостью по отношению к углекислому газу. Таким образом, данные электролиты могут применяться в источниках тока использующих углеродсодержащее топливо и / или атмосферный воздух в качестве окислителя без дополнительной очистки от  $\text{CO}_2$ . Эта же особенность делает карбонатные расплавы привлекательными материалами для селективного захвата и концентрирования углекислого газа.

Электрохимические преобразователи на основе расплавленных карбонатных электролитов могут быть использованы для селективного захвата  $\text{CO}_2$  как в конфигурации топливного элемента (РКТЭ) так и электролизера [2]. В настоящее время большое внимание привлекает возможность использования РКТЭ для переработки дымовых газов тепловых электростанций [3]. Также представляет интерес использование технологии в системах регенерации воздуха в изолированных помещениях [4]. Последняя область применения предъявляет к технологии ряд специфических требований: высокую селективность по  $\text{CO}_2$ ; приоритет эффективности захвата  $\text{CO}_2$  перед эффективностью генерации тока; контроль вредных примесей в обработанном устройством воздухе, предназначенном для дыхания человеком. Соответствие этим требованиям современной технологии РКТЭ рассмотрено в настоящей работе.

Исследования проводили в планарной электрохимической ячейке площадью  $30 \text{ см}^2$  с использованием обычных материалов РКТЭ:  $(\text{Li}_{0.68}\text{K}_{0.32})_2\text{CO}_3$  загущенного  $\gamma\text{LiAlO}_2$  матричного электролита; пористого газодиффузионного Ni анода, с добавкой  $\gamma\text{LiAlO}_2$  и пористого газодиффузионного NiO катода, окисленного и литированного in-situ. Электроды и матричный электролит изготавливались методом шликерного литья с использованием в качестве связующего поливинилбутираля. На анод подавался водород увлажненный при  $45^\circ\text{C}$ , на катод подавался воздух обогащенный по  $\text{CO}_2$ . Электрохимические измерения проводились с использованием рабочей станции Solartron CellTest System 1400. Состав

анодного и катодного газов контролировался газовым хроматографом Perkin-Elmer Clarus 580.

Показано, что варьируя плотность электрического тока и поток катодной газовой смеси (воздуха) можно варьировать баланс между глубиной очистки воздуха от  $\text{CO}_2$  и эффективностью очистки (удельным захватом  $\text{CO}_2$  на единичный объем устройства) (рисунок 1, а и б). Так, при концентрации  $\text{CO}_2$  на входе  $\sim 0.5$  об.% и потоке  $0.9 \text{ л}/(\text{см}^2 \cdot \text{ч})$  можно достичь концентрации  $\text{CO}_2$  на выходе  $0.05$  об.% (коэффициент извлечения  $90\%$ ) при захвате  $0.004 \text{ л}/(\text{см}^2 \cdot \text{ч})$ , а при потоке  $5 \text{ л}/(\text{см}^2 \cdot \text{ч})$ , и прочих одинаковых параметрах, концентрация  $\text{CO}_2$  на выходе  $0.2$  об.% (коэффициент извлечения  $40\%$ ) при захвате  $0.014 \text{ л}/(\text{см}^2 \cdot \text{ч})$ . Интересно, что и без пропускания электрического тока наблюдается значительный захват и перенос  $\text{CO}_2$  через электролитную мембрану в анодный газовый поток только за счет градиента химического потенциала. Этот эффект обуславливает превышение эффективным выходом по току  $100\%$ .



**Рисунок 1** Содержание  $\text{CO}_2$  в газовой смеси на входе и выходе катода и выход по току как функция плотности тока при расходе газовой смеси (а)  $0.9$  и (б)  $5 \text{ л}/(\text{см}^2 \cdot \text{ч})$ .

Была подтверждена возможность работы РКТЭ в режиме концентратора  $\text{CO}_2$  при атмосферном парциальном давлении  $\text{CO}_2$   $0.03$  об.%. Было оценено падение функциональных характеристик модельной ячейки после одного полного термоцикла, – охлаждение до комнатной температуры, отключение подачи газов. Деградацию ячейки можно оценить как незначительную. Было проведено термодинамическое моделирование преобразования техногенных и антропогенных примесей при прохождении катодной камеры РКТЭ.

### Список литературы

1. Frangini S., Masi A. // Int. J. Hydrogen Energy. 2016. V. 41. No. 41. P. 18739–18746.
2. Sugiura K., Takei K., Tanimoto K., Miyazaki Y. // J. Power Sources. 2003. V. 118. No. 1–2. P. 218–227.
3. Rexed I., della Pietra M., McPhail S., Lindbergh G., Lagergren C. // Int. J. Greenhouse Gas Control. 2015. V. 35. No. 0. P. 120–130.
4. Weaver J.L., Winnick J. // J. Electrochem. Soc. 1983. V. 130. No. 1. P. 20–28.