

ПРИГЛАШЕННЫЕ ДОКЛАДЫ

Структурированные катализаторы конверсии оксигенатов в водородсодержащий газ для питания ТОТЭ

В.А. Собянин^{1,2}, С.Д. Бадмаев^{1,2}

¹*Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, 630090, Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, д.5*

²*Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, 630128, Новосибирск, ул. Кутателадзе, д.18*

Structured catalysts for conversion of oxygenates to hydrogen-rich gas for SOFC feeding

V.A. Sobyenin^{1,2}, S.D. Badmaev^{1,2}

¹*Boreskov Institute of Catalysis, 630090, Novosibirsk, pr. Academician Lavrentieva, 5*

²*Institute of Solid State Chemistry and Mechanochemistry, 630128, Novosibirsk, Kutateladze Str, 18*

e-mail: sukhe@catalysis.ru

doi 10.26201/ISSP.2022/FC.1

В последнее время исследования в области разработки портативных и автономных энергоустановок на базе топливных элементов является особенно актуальной в связи с интенсивным развитием современных технологий. Среди известных электрохимических генераторов наиболее перспективными считаются твердооксидные топливные элементы (ТОТЭ) благодаря высоким показателям КПД, отсутствию благородных металлов в их конструкции, а также минимальным требованиям к составу водородсодержащего газа. Топливом для таких энергоустановок является водородсодержащий газ, который может быть получен, в частности, путем каталитической конверсии кислородсодержащих органических соединения химии C1 - оксигенатов [1-6]. Анализ литературы показывает, что оксигенаты, такие как метанол, диметиловый эфир (ДМЭ) и диметоксиметан (ДММ) могут легко конвертироваться в водородсодержащий газ. Относительно низкая температура их превращения по сравнению с традиционным углеводородным сырьем, а также отсутствие примесей (соединений серы), которые являются ядом для катализаторов позволяют считать кислородсодержащие органические соединения химии C1 весьма перспективными источниками водорода для питания энергоустановок на базе топливных элементов.

В докладе рассматриваются каталитические превращения метанола, ДМЭ и ДММ в водородсодержащий газ для питания ТОТЭ. Полученные экспериментальные результаты показали перспективность структурированных блочных катализаторов, представляющих собой системы CuO-ZnO(CeO₂)/η-Al₂O₃ и Pt/Ce_{0.75}Zr_{0.25}O_{2-δ}/η-Al₂O₃, нанесенные на поверхность блока, изготовленного из металлического материала – фехральной (FeCrAl) сетки. Каталитические свойства этих блочных систем отличаются от традиционных гранулированных катализаторов с точки зрения селективности образования водорода в отношении как паровой, так и воздушной конверсии оксигенатов. Это, скорее всего, достигается благодаря высокой теплопроводности блочных структурированных

катализаторов, которые обеспечивают более равномерное распределение тепла по слою катализатора (минимизируется образованию горячих или холодных зон) в ходе протекания реакций.

Результаты каталитических экспериментов сопоставлены с расчетными равновесными данными. Оказалось, что при относительно низкой температуре предложенные катализаторы более эффективны с точки зрения получения водорода или синтез-газа, чем это предсказывает термодинамика. Такое положение дел обусловлено тем, что катализаторы обеспечивают избирательное протекание реакций, приводящих к образованию водородсодержащего газа, и, по-видимому, по кинетическим причинам не обеспечивают протекание побочных реакций, приводящих к образованию метана и углерода. В целом, это позволяет создать компактные топливные процессоры получения водородсодержащего газа для питания энергоустановок на базе топливных элементов.

Работа поддержана из средств гранта Российского научного фонда №17-79-30071 и № 21-79-30051.

Литература

- [1] D. Li, X. Li, J. Gong «Catalytic Reforming of Oxygenates: State of the Art and Future Prospects». *Chemical reviews*. vol. 116, 11529–11653, (2016).
- [2] С.Д. Бадмаев, В.Д. Беляев, В.А. Собянин «Термодинамический аспект конверсии диметоксиметана в водородсодержащий газ», *Кинетика и катализ*. том 63, № 3, 1-8, (2022).
- [3] А.А. Печенкин, С.Д. Бадмаев, В.Д. Беляев, Е.А. Паукштис, О.А. Стонкус, В.А. Собянин «Паровая конверсия диметоксиметана, метанола и диметилового эфира на катализаторе CuO–ZnO/ γ -Al₂O₃», *Кинетика и катализ*. том 58, № 5, 589-597, (2017).
- [4] S.D. Badmaev, V.A. Sobyenin «Steam reforming of dimethoxymethane to hydrogen-rich gas over bifunctional CuO-ZnO/ η -Al₂O₃ catalyst-coated FeCrAl wire mesh», *Catalysis today*. vol. 348, 9-14, (2020).
- [5] S.D. Badmaev, N.O. Akhmetov, V.D. Belyaev, A.V. Kulikov, A.A. Pechenkin, D.I. Potemkin, M.V. Konishcheva, V.N. Rogozhnikov, P.V. Snytnikov, V.A. Sobyenin «Syngas production via partial oxidation of dimethyl ether over Rh/Ce_{0.75}Zr_{0.25}O₂ catalyst and its application for SOFC feeding», *International journal of hydrogen energy*. vol. 45, N49, 26188-26196, (2020).
- [6] Д.И. Потемкин, П.В. Снытников, С.Д. Бадмаев, С.И. Усков, А.М. Горлова, В.Н. Рогожников, А.А. Печенкин, А.В. Куликов, В.А. Шилов, Н.В. Рубан, В.Д. Беляев, В.А. Собянин «Дизайн каталитических полифункциональных наноматериалов для процессов получения водорода», *Российские нанотехнологии*, том 15, № 3, 316-322. (2020).