

POWER SYSTEMS ON THE BASIS ON FUEL CELLS WITH SOLID POLYMER ELECTROLYTE

Baranov I.E.*, Fateev V.N., Grigor'ev S.A., Rusanov V.D.

The Russian Centre of science «Kurchatov Institute »,
Institute of Hydrogen Power and Plasma Technologies
Kurchatov sq.,1, Moscow, 123182

In the submitted review it is considered the questions related with use of Fuel Cells (FC) with solid polymer electrolyte in energetic. The fuel cell of this type is considered as the most perspective for transport, portable office equipment (phones, computers), and as for decentralized power supply, in particular for systems on the basis of renewable energy sources. Use as fuel in FC hydrogen appreciably provides the decision of environmental problems.

The FC consists of a membrane fixed between current collectors. The membrane is covered with catalytic and waterproof layers. Primary goals facing to developers is to provide good mass exchange in catalytic and waterproof layers, in particular removal from this layers of a product of reaction - water. It is necessary to achieve high productivity and as to lower cost of manufacturing FC.

Such peripheral devices are necessary for effective work FC as: humidifier, compressor, a system of heat recuperation.

The fuel cell with solid polymer electrolyte operates on hydrogen, therefore power system should include except for TЭ also a source of hydrogen. The question on use of that or other source of hydrogen is connected to concrete power system. So in developed automobiles on fuel Cell hydrogen can be reserved in a tank or is made in the onboard converter of the fuel. In a tank hydrogen can is stored as strongly compressed gas, in a liquid kind, and as in the connected kind (in metal hydrides or carbons nanomaterials). Among converters are developed the converter of hydrocarbonic fuel (type kerosene) in synthesis gas (a mix CO and H₂) some types of processes of conversion Are investigated: partial oxidation (exsoprocess), steam reforming (endoprocess) or their combination with zero thermal effect. It is possible to the following ways of realization of these processes. In the first, the catalytic converter with the nickel catalyst put on carrier Al₂O₃ or MgO. Besides it is developed cleanly gaseo

variant of process with use of plasma for acceleration of process. Advantages of devices with use of the given process consists in fast time of dispersal, that it is important for automobile, opportunity to work with polluted with connections of sulfur by fuel.

After conversion of hydrocarbonic fuel to synthesis gas it processed in «a catalytic shift reactor» for conversion CO to additional hydrogen. Here it is necessary to tell, what even the small impurity CO (is higher then 10 ppm) in gas submitted in FC with firm - polymeric electrolyte is capable to poison FC platinum catalyst seriously. It forces to develop effective «a shift reactor» or to search for catalysts (for example, on the basis of nickel) not sensitive to a CO poisoning.

It is separately necessary to mention system where hydrogen turns out at conversion methanol in a catalytic reformer. Simplicity and significant efficiency of this process does his by one of candidates in onboard automobile converter. Speaking about methanol as about fuel for a FC, it is necessary as to mention that features of methanol conversion makes possible to spend of it directly in catalytic layers of special FC with solid polymer electrolyte. Given FC («Direct Methanol Fuel Cell») works not on hydrogen, and at once on liquid fuel - methanol that essentially simplifies power system.

The basic criteria on which it is necessary to choose this or that way of storage or reception onboard the automobile of hydrogen are overall dimension characteristics and safety. Systems with manufacture of hydrogen onboard are the most safety as the hydrogen is made in the current moment and is not stored in a system.

Power systems with a FC can be used everywhere where independent power sources are required. They can be used in systems of a reserve power source and sea transport. Here the best way of storage of hydrogen, undoubtedly, storage in a liquid kind will be, on a vessel it is possible to

* Fax: (095)196 72 68; E-mail: iv300@mail.ru

establish a large-sized tank that makes possible to provide its effective heat isolation.

As a FC can find application for accumulation of energy in systems with cyclic receipt of energy from renewable sources (for example, in wind or solar power). For operation of these systems it is offered a reversible FC which can operate both in mode FC, and in electrolyzer mode.

References

1. Fuel Cell Handbook (Fifth Edition), Science Applications International Corporation, Morgantown, West Virginia, 2000.

2. Alekseeva O.K. Prospect of use of new carbon materials for storage of hydrogen onboard the automobile, ICHMS ' 2001, Alushta, Ukraine.

3. O. Sidjabat, D.L. Trimm, Nickel–magnesia catalysts for the steam reforming of

light hydrocarbons, Topics in Catalysis 11/12 (2000) 279–282 279.

4. A.I.Babaritsky, S.A.Demkin, V.K.Jivotov, I.E.Baranov, Plasma catalytic processes of conversion of hydrocarbons, High Energi Chemistry, 1999, v. 33, № 6, pp. 458-462.

5. B. Emontsa, J. Bogild, Compact methanol reformer test for fuel-cell powered light-duty vehicles, Journal of Power Sources 71 (1998) 288–293

6. H. Dohle, H. Schmitz, T. Bewer, J. Mergel, D. Stolten, Development of a compact 500W class direct methanol fuel cell stack, Journal of Power Sources 106 (2002), 1-2, 313-322

7. M.Tsytkin, I.E.Baranov, E.Lutikova, V.Rusanov Investigation on Reversible System Electrolyzer PEM Fuel Cell, Proc. World Hydrogen Energy Conference, Argentina, v.2, p.2227-2237, 1998.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ТВЕРДЫМ ПОЛИМЕРНЫМ ЭЛЕКТРОЛИТОМ

Баранов И.Е.*, Фатеев В.Н., Григорьев С.А., Русанов В.Д.

Российский Научный Центр «Курчатовский Институт»,
Институт Водородной Энергетики и Плазменных Технологий
123182 г Москва, пл. Курчатова, д.1

В представленном обзоре рассматриваются вопросы, связанные с использованием Топливных Элементов (ТЭ) с твердым полимерным электролитом в энергетике. Топливный элемент данного типа рассматривается как наиболее перспективной для транспорта, портативной оргтехники (телефоны, компьютеры), а так же для децентрализованного энергоснабжения, в частности для систем на основе возобновляемых источников энергии. Использование в качестве горючего в ТЭ водорода в значительной мере обеспечивает решение экологических проблем.

Ячейка ТЭ на основе твердого полимерного электролита состоит из зажатой между коллекторами тока мембраной с нанесенными на нее гидрофобными и каталитическими слоями. Основными задачами стоящие перед разработчиками является обеспечить хороший массообмен в каталитических и гидрофобных слоях, в частности удаление из каталитических слоев продукта реакции - воды. Необходимо добиться высокой удельной мощности, а так же снизить стоимость изготовления ТЭ [1].

Для эффективной работы ТЭ необходимы такие периферийные устройства как: увлажнители, компрессор, системы рецикла тепла.

Топливный элемент с твердо полимерным электролитом работает на водороде, поэтому энергоустановка должна включать в себя кроме ТЭ еще и источник водорода. Вопрос о использовании той или иного источника водорода связан с областью применения конкретной энергетической системы. Так в разрабатываемых автомобилях на топливных элементах в качестве водород может быть запасен в баке или произведен в бортовом конвертере того или иного топлива. В баке водород может храниться в виде сильно сжатого газа, в жидком виде, а так же в связанном виде (в металлгидридах или

наноуглеродных структурах типа фуллеренов)[2]. Среди конвекторов разрабатываются конвертора углеводородного топлива (типа керосин) в синтез газ (смесь СО и Н₂) Исследуются несколько типов процессов конверсии: парциальное окисление (экзопроцесс), паровой реформинг (эндо) или их комбинацию с нулевым тепловым эффектом. Можно выделить следующие способы реализации этих процессов. Во первых, каталитические конвертер с никелевым катализатором нанесенным на носитель Al₂O₃ [3]. Кроме того, разрабатывается чисто газофазный вариант процесса с использованием плазмы для ускорения процесса [4]. Преимущества устройств с использованием данного процесса состоит в быстром времени разгона, что немаловажно для автомобиля, возможность работать с загрязненным соединениями серы топливом.

После конверсии углеводородного топлива в синтез газ (смесь СО и Н₂) его подают в каталитическом «реакторе сдвига» для конверсии СО в дополнительный водород. Здесь необходимо сказать, что даже небольшая примесь СО (выше 10 ppm) в газе подаваемым в ТЭ с твердо-полимерным электролитом способна серьезно отравить платиновый катализатор ТЭ. Это заставляет разрабатывать достаточно эффективные «реактора сдвига» или искать катализаторы (например, на основе никеля) не чувствительные к отравлению СО.

Отдельно необходимо упомянуть о системе, где водород получается при конверсии метанола в каталитическом конвекторе[5]. Простота и достаточная эффективность этого процесса делает его одним из кандидатов в бортовые автомобильные конвектора. Говоря о метаноле как о топливе для ТЭ, необходимо так же упомянуть то, что особенности процесса конверсии метанола делает возможным проводить его непосредственно в каталитических слоях специального ТЭ с твердым полимерным электролитом. Данный

* Факс: (095)196 72 68; E-mail: iv300@mail.ru

ТЭ («Прямой Метанольный ТЭ», «DMFC») работает не на водороде, а сразу на жидком топливе - метаноле что существенно упрощает энергетическую систему [6].

Основными критериями, по которым необходимо выбрать тот или иной способ хранения или получения на борту автомобиля водорода являются массогабаритные характеристики и безопасность. Системы с производством водорода на борту являются наиболее безопасными так как водород производится в текущий момент и не накапливается в системе.

Энергетические системы с топливными элементами могут эффективно использоваться везде, где требуются автономные источники тока. Их можно использовать в системах резервного питания и морском транспорте. Здесь наилучшим способом хранения водорода, несомненно, является хранение в жидком виде, на судне можно установить крупногабаритный бак, что делает возможным обеспечить его эффективную теплоизоляцию.

Так же ТЭ могут найти применение для аккумулирования энергии в системах с циклическим поступлением энергии от возобновляемых источников (например, в ветро или солнечной энергетике). Для работы этих систем предлагается обратимый ТЭ который может работать как в режиме ТЭ, так и в режиме электролизера [7].

Литература

1. Fuel Cell Handbook (Fifth Edition), Science Applications International Corporation, Morgantown, West Virginia, 2000.
2. Алексеева О.К. Перспективы использования новых углеродных материалов для хранения водорода на борту автомобиля, ICHMS'2001, Алуста.
3. O. Sidjabat, D.L. Trimm, Nickel–magnesia catalysts for the steam reforming of light hydrocarbons, Topics in Catalysis 11/12 (2000) 279–282 279.
4. А.И. Бабарицкий, С.А. Демкин, В.К. Животов, И.Е. Баранов, Плазменный катализ процессов конверсии углеводородов, Химия высоких энергий, 1999, т. 33, № 6, с. 458-462.
5. B. Emontsa, J. Bogild, Compact methanol reformer test for fuel-cell powered light-duty vehicles, Journal of Power Sources 71 (1998) 288–293
6. H. Dohle, H. Schmitz, T. Bewer, J. Mergel, D. Stolten, Development of a compact 500W class direct methanol fuel cell stack, Journal of Power Sources 106 (2002), 1-2, 313-322
7. M. Tsypkin, I.E. Baranov, E. Lutikova, V. Rusanov Investigation on Reversible System Electrolyzer PEM Fuel Cell, Proc. World Hydrogen Energy Conference, Argentina, v.2, p.2227-2237, 1998.