

УДК 621.352.6

КОНСТРУКЦИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ DESIGN AND APPLICATION OF FUEL ELEMENTS

В.В. Куделко, В.А. Фомина

Научный руководитель – В.В. Кравченко, к.э.н., доцент
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
vladmir70@rambler.ru
V. Kudelko, V. Fomina

Supervisor – V. Kravchenko, Candidate of Economic Sciences, Docent
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

***Аннотация:** в статье рассматривались преимущества и недостатки топливных элементов, их устройство. Сравнение характеристик топливных элементов.*

***Abstract:** the article discusses the advantages and disadvantages of fuel cells, their structure. Comparison of fuel cell performance.*

***Ключевые слова:** топливные ячейки, электролиз воды, мембрана, протон, катод, анод, химическая реакция.*

***Keywords:** fuel cells, water electrolysis, membrane, proton, cathode, anode, chemical reaction.*

Введение

Энергия уже давно стала неотъемлемой частью жизни каждого человека. Потребление энергии растет с каждым годом и мотивирует людей принимать решения и предпринимать немедленные действия к ее разумному потреблению и распределению. Все люди, задействованные в энергетике, заинтересованы в разработке инноваций и инновационных технологий в этой сфере, совершенствовании способов и методов передачи энергии, в снижении затрат на ее производство, повышении надежности оборудования, которое ее производит, создании комфортных условий труда, надежности и бесперебойности работы энергетического оборудования.

Основная часть

В качестве таких источников возможно использование топливных элементов (топливных ячеек), энергозапас которых в несколько сотен раз больше, чем у других источников. Ранее топливные ячейки использовались только в лабораторных исследованиях, а также в космических аппаратах. В настоящее время такие альтернативные источники энергии распространились повсеместно и глубоко проникли в нашу жизнь.

Топливные элементы – это оборудование преобразовывающее в электроэнергию энергию химической реакции топлива. Этот процесс сопровождается протеканием электрохимической (рисунок 1). Топливные ячейки отличаются от традиционных технологий отсутствием необходимости сжигать такие источники природного топлива, как уголь, газ и нефть.

Следовательно, исключается негативная сторона: выхлопы, вибрации, громкие звуки, запах и другие экологические проблемы [1].

Топливные ячейки немного схожи с гальваническим элементом (проще – «батарейка»). Они являются источниками одноразового действия. Различие топливных элементов и батарей таковы: топливные элементы вырабатывают электрическую энергию и тепло, пока к ним подается топливо. Батареи имеют отрицательную сторону – разрядка и последующая зарядка. Схожесть в том, что по принципу работы батареи и топливные элементы относятся к категории электрохимии и имеют схожий принцип работы. Из вышесказанного можно сделать вывод о том, что для использования топливных элементов необходимо применять различное вспомогательное оборудование.

Также в топливных ячейках происходит преобразование энергии химической реакции непосредственно в тепловую энергию, а также в воду или электрическую энергию. При этом даже на неполной мощности не происходит снижения коэффициента полезного действия (КПД).



Рисунок 1 – Топливные элементы [2]

Принцип работы топливных элементов

Топливный элемент является устройством, в котором химическая реакция преобразуется в электрический ток. Топливные ячейки не аккумулируют, а преобразовывают энергию топлива в электрическую и тепловую.

Топливный элемент содержит электроды с отрицательным зарядом (анод) и положительным (катод), разделенные электролитом. При этом на анод поступают молекулы водорода (H_2), а на катод переходят молекулы кислорода (O_2), в результате чего протекает химическая реакция, для ускорения которой добавляют катализатор. Необходимый элемент, который помогает превратить химическую энергию в электрическую, называется мембраной (PEFC). Она существует для разделения двух камер элемента (место, где происходит подача топлива). Из-за этого между камерами может проходить лишь протонам. Протоны получают из-за расщепления топлива. Когда протоны смогут попасть во вторую камеру, то неизбежно соединятся с электронами и кислородом (его атомами). В результате получается вода или водяной пар (рисунок 2).

Происходящие реакции [3]:

Реакция на аноде: $2H_2 \Rightarrow 4H^+ + 4e^-$.

Реакция на катоде: $O_2 + 4H^+ + 4e^- \Rightarrow 2H_2O$.

Общая реакция элемента: $2H_2 + O_2 \Rightarrow 2H_2O$.

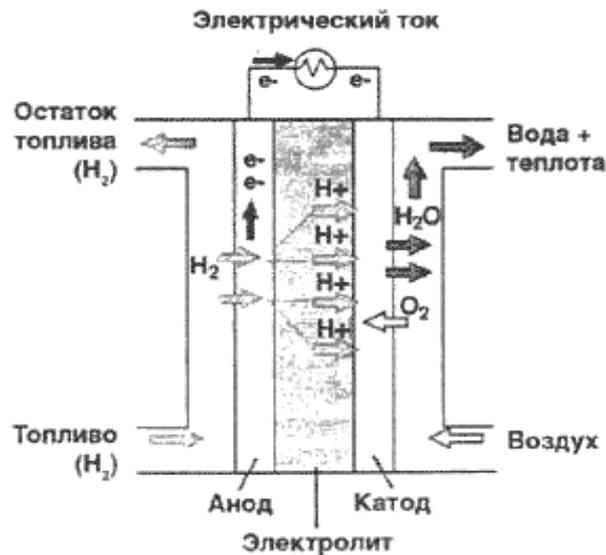


Рисунок 2 – Принцип работы топливных элементов [3]

Водород в данной ситуации – самое подходящее топливо. Он химически активен, его легко подвести в топливные ячейки, так же легко отвести.

Области применения

Топливные ячейки применяются не только на промышленных предприятиях. Из-за простоты в использовании, надежности и удобства их стали применять по всему миру. Почти в каждой сфере топливные элементы необходимы, хоть и цена на них до сих пор разнится. В настоящее время топливные ячейки применяются:

- в жилых или коммерческих зданиях;
- в логистике (горное оборудование, подводные лодки и другие военные корабли, электромобили, железнодорожный транспорт);
- в энергетике (ТЭЦ, другие электростанции);
- в мобильных устройствах (порты, питание для телефонов);
- в техническом обслуживании (морские суда, авиация и космические корабли).

Топливные элементы были признаны человечеством и в данный момент применяются даже на Западе: США, Япония, страны Евросоюза используют низкотемпературные и среднетемпературные топливные элементы.

Достоинства и недостатки топливных элементов

Коэффициент полезного действия у топливных ячеек (50%) выше и не имеет ограничений (теоретических), в отличие от тепловых машин, двигателей внутреннего сгорания. В обычных генераторных установках топливо проходит этап сжигания, далее пар вращает турбину или вал. Они уже вращают генератор. Суммарный КПД не превысит 50-60%, в то время как у топливных элементов он составляет 60% и более [5].

Таблица 1 – Типы топливных элементов [4]

Тип элемента	Рабочие температуры, °С	Выход электрической энергии), %	Суммарный КПД, %
Топливные элементы с протонообменной мембраной (PEMFC)	60–160	30–35	50–70
Топливные элементы на основе ортофосфорной (фосфорной) кислоты (PAFC)	150–200	35	70–80
Топливные элементы на основе расплавленного карбоната (MCFC)	600–700	45–50	70–80
Твердотельные оксидные топливные элементы (SOFC)	700–1 000	50–60	70–80

Топливные элементы экологичны. Выбросы в атмосферу действительно малы, поэтому во многих странах для установки топливных ячеек не требуется разрешение от органов, которые контролируют качество воздуха. Единственная проблема – использование емкостей с топливом, но она не наносит значительный урон экологии.

Долговечность, надежность и простота в использовании, доступность. В топливных элементах нет движущихся частей.

Первый недостаток – высокая стоимость. Этот недостаток скоро можно будет оспорить. Ведь экономика сделает свое дело. Компании активно выпускают образцы топливных элементов. Спрос рождает предложение.

Второй недостаток – использование как топлива чистого водорода. Для этого необходимо создавать специальные условия транспортировки и выработки. Если произвести замену на бензин, то данное решение приведет к ядовитым выбросам в атмосферу [6].

Большинство недостатков перекрывает этот факт: достоинством топливных элементов является возможность почти моментального возобновления их энергоресурса даже при отсутствии электропитания. Также топливные элементы имеют большой срок службы.

Как сказано ранее, идея была подхвачена множеством стран. Американская фирма United Technology и фирма из Японии создали корпорацию International Fuel Cells (Международные топливные элементы). В Бельгии и Нидерландах создана фирма Elenco, в Германии – Siemens.

Заключение

Проанализировав представленную информацию, можно сделать вывод о важности использования топливных элементов (ячеек). Воплощение данной идеи в жизнь проходит успешно. Учтено множество факторов: надежность, экономичность, рациональность. Делается упор на экологичность и

безопасность для людей и природы. Развитие топливных элементов может поменять в лучшую сторону будущее энергетики.

Литература

1. Коровин, Н.В. «Топливные элементы и электрохимические энергоустановки». – М.: Издательство МЭИ, 2005. – 280 с.
2. Топливные водородные элементы [Электронный ресурс] / Топливные водородные элементы. – Режим доступа: <https://news.microsoft.com/ru-ru/features/hydrogen-datacenters/> /. – Дата доступа: 30.03.2024.
3. Топливные элементы, превращение химической энергии в электричество [Электронный ресурс] / Топливные элементы, превращение химической энергии в электричество. – Режим доступа: <https://powercoup.by/elektroenergetika-v-mire/toplivnyie-elementyi/> /. – Дата доступа: 30.03.2024.
4. Использование топливных элементов для энергоснабжения зданий [Электронный ресурс] / Использование топливных элементов для энергоснабжения зданий. – Режим доступа: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=2340/ /. – Дата доступа: 28.03.2024.
5. Топливные элементы [Электронный ресурс] / Топливные элементы. – Режим доступа: <https://neftegaz.ru/tech-library/energeticheskoe-oborudovanie/801128-toplivnye-elementy/> /. – Дата доступа: 28.03.2024.
6. Топливный элемент – электрохимический генератор [Электронный ресурс] / Топливный элемент – электрохимический генератор. – Режим доступа: https://energobelarus.by/articles/ekologiya/toplivnye_elementy/ /. – Дата доступа: 29.03.2024.