

ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ НА ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

Тутина Е.Е., Климова А.В., Головенчик Д.В.

(научный руководитель – Уласик Т.М.)

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Аннотация

В докладе рассмотрены конструкция, принцип работы, преимущества и недостатки электростанций на топливных элементах.

Введение

Электростанции на топливных элементах (ТЭ) являются инновационным способом генерации электроэнергии, основанным на электрохимических реакциях. Они отличаются высокой эффективностью, низким уровнем выбросов и применимостью во многих сферах.

Основная часть

1. Конструкция электростанции

Электростанции на топливных элементах состоят из следующих ключевых компонентов:

- *Топливные элементы (ТЭ):* основной модуль, включающий в себя множество ячеек, соединенных в стопки (стэки).

Топливный элемент (или электрохимический генератор) — устройство, преобразующее химическую энергию топлива в электрическую энергию в ходе электрохимической реакции [1].

- *Система подачи топлива:*

- Источник водорода.

В идеале, для работы топливного элемента в качестве подаваемого топлива необходим водород. Имеет место быть один существенный минус: хранение и производство такого типа топлива достаточно затратны. В связи с чем "портативные" генераторы на топливных элементах работают в том числе и от водородосодержащего топлива. В качестве такого энергоносителя могут применяться привычные для нас углеводороды: пропан, метан, бутан, бензин.

- Система очистки (удаление примесей).

- *Система подачи окислителя:* воздушные компрессоры для подачи чистого кислорода.
- *Теплообменник:* снижение негативного влияния тепла, выделяемого в процессе работы.
- *Система управления:* контроль определенных параметров (влажность, температура, давление)
- *Инвертор:* преобразование тока постоянного в ток переменный.
- *Вспомогательные системы:*
 - Охлаждение (жидкостное или воздушное, в зависимости от нагрузок).
 - Увлажнение [2].

2. Принцип работы

Генератор на топливных элементах включает в себя: топливный процессор, секции генерации энергии, преобразователи электрических напряжений.

Топливный процессор трансформирует углеводородное топливо в чистый водород, в свою очередь необходимый для проведения электрохимической реакции. Основной частью устройства является реформер. Поступающий в реформер, например, природный газ (метан) взаимодействует с водяным паром при значительных температурах (порядка 900 °C) и высоких давлениях с добавлением катализатора (никеля). Пар, требуемый для преобразования, получается из конденсата в ходе работы топливного элемента. При этом используется тепло, так же выделяемое вследствие его работы.

Секция выработки энергии — основная составляющая генератора. Она состоит из большого количества топливных ячеек, в составе электродов которых находятся платиновые катализаторы. С помощью данных ячеек генерируется постоянный электрический ток.

Преобразователь напряжения. Вырабатываемый топливными ячейками постоянный электрический ток достаточно неустойчив, имеет низкое значение напряжения и высокую силу тока. Для его преобразования в переменный ток, соответствующий стандартам, а также для защиты цепи от нарушений ее работы и используют преобразователь напряжения.

В таком генераторе порядка 40% энергии топлива может быть преобразовано в электрическую энергию. Еще 40% энергии топлива преобразуются в тепловую энергию. Такой тип энергии можно применять для обогрева помещений, а также воды в водопроводе. Вследствие чего суммарный КПД такого генератора возрастает уже до 80% [3].

3. Преимущества электростанций на топливных элементах

-Топливные элементы несложны по своей природе, достаточно долговечны и изредка требуют ремонта и проведения технического обслуживания.

-Топливные элементы более эффективны, нежели обычные генераторы для маломасштабного обеспечения электроэнергией.

-Водород — наиболее оптимальный источник энергии — нетоксичен для человека.

-При соблюдении требований правил использования водородный топливный элемент производит крайне малое количество газов, загрязняющих атмосферу, и не создает в ходе эксплуатации пылевых загрязнителей в целом. Даже в случае, если в качестве топлива для топливного элемента служат более обычные пропан или метан, уровень загрязнения окружающей среды остается значительно ниже, чем при эксплуатации стандартного генератора, работающего на двигателе внутреннего сгорания.

-Применение топливных ячеек даёт возможность избежать образования зависимости от импорта нефти и иных продуктов нефтеперерабатывающей промышленности.

-Производство водорода для топливных ячеек при наличии соответствующей инфраструктуры позволяет повысить запасы топлива для обогрева.

-Эксплуатируемые газопроводы можно применять для подачи природного газа на электростанции с топливными элементами, использующими этот газ [4].

-Некоторые типы топлива, соответствующие требованиям для использования в топливных элементах, можно производить на небольших местных предприятиях, вследствие чего исчезает вопрос о транспортировке энергоресурсов на значительные расстояния.

-В некоторых случаях местные власти стимулируют использование альтернативной энергетики (включая топливные элементы) с помощью льготных налоговых вычетов и начисления различных субсидий.

4. Недостатки электростанций на топливных элементах

-В определенных районах может наблюдаться проблема с обслуживанием топливных элементов в связи с недостатком запчастей или квалифицированного персонала.

-Транспортировка и хранение топлива являются главным технологическим препятствием для широкого распространения малых электростанций данного типа, хотя этот недостаток не затрагивает жидкие виды альтернативного топлива.

-Энергоемкость водорода в сравнении с другими типами топлива относительно мала. Это ограничение также не касается жидких видов альтернативного топлива [5].

-Водород крайне взрывоопасен и горюч. Это ограничение обычно также не относится к альтернативному топливу в жидком виде.

-Водородные топливные элементы достаточно дорогостоящи в использовании, в основном в связи со стоимостью процессов, в которых водород выделяется из его естественных форм. Жидкие виды альтернативного топлива, как правило, не имеют такого недостатка.

-Некоторые типы топлива, например биодизельное и дизельное, в холодную погоду изменяют свою консистенцию, то есть становятся более вязкими, что может привести к выводу топливных элементов из строя.

-Иные виды топлива — бензин или метанол, например, — могут быть токсичны для человека при прямом контакте [6].

Заключение

Электростанции на топливных элементах — достаточно перспективная технология для перехода к низкоуглеродной энергетике. Их модульность, энергоэффективность и экономичность делают их ключевым элементом для устойчивого развития. Однако для массового внедрения необходимо снижение стоимости материалов и развитие инфраструктуры производства «зеленого» водорода.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Баронов В.С., Кривцун И.В. — Топливные элементы и водородная энергетика. — М.: Энергоатомиздат, 2008.;
2. Огурцов В.И. — Топливные элементы: теория и практика. — М.: Физматлит, 2012.;
3. Лармини, Дж., Дикс, А. — «Объяснение систем топливных элементов». — Wiley, 2003.;
4. Боссель, У. — Водород: топливо будущего? Европейский форум по топливным элементам, 2006.;
5. Беляев И.Я., Рыженков С.В. — Водородная энергетика и топливные элементы: учебное пособие. — СПб: Политехника, 2010.;
6. Фатеев В.Н., Гришина М.А. и др. — Топливные элементы: состояние и перспективы развития. — ИНЭУМ, 2009.