

ТВЁРДООКСИДНЫЙ ТОПЛИВНЫЙ ЭЛЕМЕНТ – БУДУЩЕЕ РАСПРЕДЕЛЁННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В РОССИИ

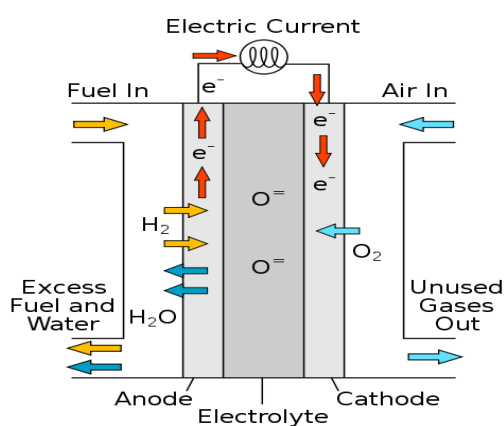
Бойкачёв Е.Д. Попов А.И.
УрФУ

В ближайшее время энергетику ждут глобальные технологические перемены. Западные специалисты прогнозируют, что к 2025 году 30 % всей производимой в мире электроэнергии будет приходиться на энергоустановки, использующие твёрдооксидные топливные элементы (ТОТЭ). В апреле этого года американская компания «Bloom Energy Corporation» успешно начала продажи 100 кВт установок данного типа по очень высокой цене более \$7000 за 1 кВт установленной мощности при себестоимости в \$700 за 1 кВт.

Существуют различные типы топливных элементов. Они классифицируются по используемому топливу, рабочему давлению и температуре, по типу электролита и характеру применения.

ТОТЭ по международной терминологии – SOFC (Solid Oxide Fuel Cells), являются наиболее привлекательными для использования в энергоустановках из-за высокой эффективности прямого преобразования химической энергии топлива в электричество. Их КПД достигает 70 %, а с учётом использования высокопотенциальной тепловой энергии – 90 %. ТОТЭ эффективно работают при высоких рабочих температурах – 700...950 °С, поэтому скорость протекания электродных реакций достаточно высока, чтобы не применять дорогостоящие катализаторы. При этом топливом могут служить любые углеводороды, а окислителем – воздух. Для работы других типов топливных элементов необходимы высокоочищенные компоненты - водород и кислород с большой степенью чистоты.

Основным компонентом ТОТЭ является твёрдый электролит, который проводит ток благодаря переносу ионов кислорода. В основном в качестве твёрдого электролита используют керамику на основе ZrO_2 . С противоположных сторон электролита расположены электроды. На одном из электродов (катоде) кислород воздуха ионизируется, проходит в виде иона O^{2-} через кристаллическую решётку электролита, а затем на другом электроде (аноде) окисляет топливо.



Поскольку все компоненты ТОТЭ находятся в твёрдом состоянии, существует большое разнообразие конструкций самих элементов. По физическому объёму ТОТЭ может конструироваться в соотношении 1 см³ – 1 кВт. Преимущество твёрдого состояния единичного элемента также ведёт к многообразию конструкций стеков батарей и энергоустановок, что позволяет оптимизировать устройство по важным для заказчика требованиям: размер,

масса, рабочая температура, конструкционные материалы, мощности и срок службы.

Существующая централизованная система энергоснабжения, при которой один источник обеспечивает тысячи потребителей электроэнергией, имеет низкий КПД. КПД преобразования химической энергии топлива в электрическую на традиционных станциях не превышает 35 %. Передача электроэнергии на большие расстояния приводит к значительным потерям мощности и снижению суммарного КПД системы. Сегодня есть возможность создания распределённой энергетики на основе новой технологической базы – твёрдооксидных топливных элементах. Распределённая энергетика предполагает расположение генераторов электроэнергии непосредственно у потребителей, к которым по трубопроводу подаётся топливо – водород или водородосодержащий газ. При этом потребитель сжигает топливо в соответствии с собственным графиком энергопотребления, что приводит к экономному использованию топлива и энергосбережению. Такая энергетика позволит гибко регулировать производство электроэнергии на месте потребления, обеспечивая достаточные мощности, сокращать издержки при транспортировке и производстве электроэнергии, обеспечивать высокую экологичность. На первом этапе перехода к распределённой энергетике в качестве топлива для ТОТЭ будет использоваться природный газ, продукты газификации угля и жидких углеводородных топлив из нефтепродуктов. На втором этапе будет использоваться водород и переработанные отходы деятельности человека, сельскохозяйственные и промышленные отходы. Учитывая, что по физическому объёму ТОТЭ можно изготавливать в соотношении $1 \text{ см}^3 - 1 \text{ кВт}$, то очевидно их использование в силовых установках на железнодорожном и водном транспорте.

Несколько ведущих компаний США, Европы и Японии готовят промышленное производство энергоустановок на ТОТЭ различного назначения. Таким образом, формируется новая отрасль экономики – разработка и производство энергоустановок на основе ТОТЭ. В свою очередь, развитие новой отрасли потребует подготовки большого количества специалистов в области разработки различных энергоустановок данного типа.

В России в настоящее время нет Государственной Программы по водородной энергетике, в которую обязательно входили бы наиболее перспективные твёрдооксидные топливные элементы. Необходимо отметить, что уровень российских технологических разработок в области устройств на базе высокотемпературных топливных элементов сейчас соответствует, а в чём-то даже выше, чем у зарубежных фирм. Российские конструкторы провели весь комплекс фундаментальных исследований ещё 15–20 лет назад.

На Урале была создана довольно сильная научно-технологическая школа мирового уровня по энергоустановкам на ТОТЭ. Начиная с середины 90-х годов прошлого века, в Институте электрофизики УрО РАН (ИЕФ, г. Екатеринбург) начались разработки технологий и оборудования для получения уникальных слабо агрегированных нанопорошков YSZ и нанопорошков материалов, используемых в электродах ТОТЭ.

К сегодняшнему дню уже имеются технологии и установки для получения всех необходимых компонентов ТОТЭ. С использованием нанотехнологий разработаны высокоэффективные ТОТЭ и батареи. Разработаны энергосистемы на ТОТЭ. Сформировано керамическое производство для промышленного выпуска ТОТЭ.

27 мая 2010 г. в г. Миассе состоялся совет Главных конструкторов предприятий ОПК Уральского региона, на котором была отмечена важность и необходимость продолжения работ по электрохимическим генераторам на основе ТОТЭ. Было решено, что ядро кластера целесообразно формировать на территории Свердловской области, где накоплен огромный научно – технический задел по этой теме. УрФУ может сыграть важную роль в появлении новой инновационной отрасли экономики. Сюда входит и разработка энергоустановок на основе ТОТЭ, и подготовка специалистов в области производства и эксплуатации ТОТЭ.

ЭНЕРГОНЕЗАВИСИМЫЙ ОХРАННЫЙ КОМПЛЕКС

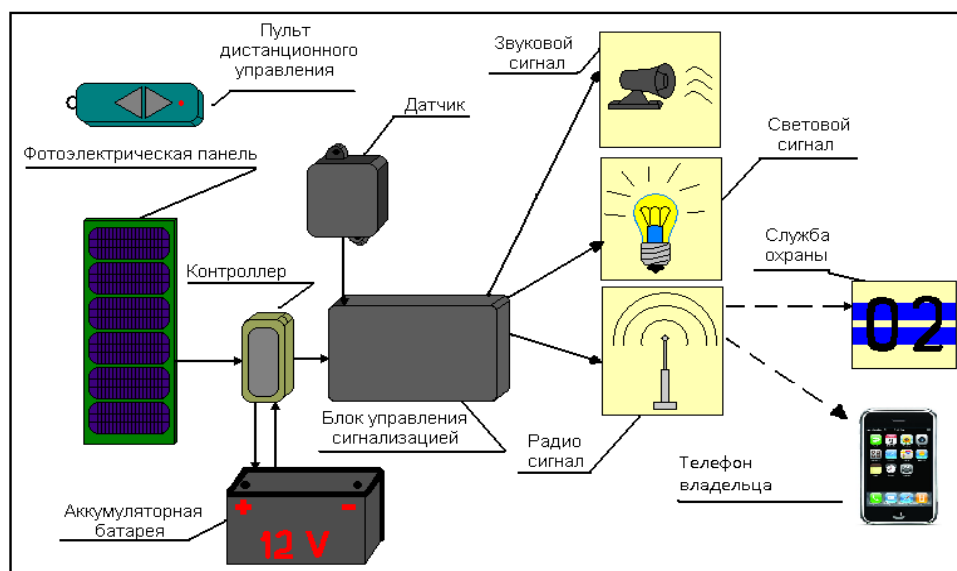
Бушланов В.С., Немихин Ю.Е., Серкова Е.В., Щеклеин С.Е.

УрФУ

nemikhin@rambler.ru

Проблема охраны объектов усложняется в местах, удаленных от линий электропередач, где невозможно подключение к обычной сети.

Для решения проблемы был специально разработан энергонезависимый охранный комплекс (рисунок), работающий от солнечной батареи.



Энергонезависимый охранный комплекс предназначен для обеспечения безопасности объектов, удаленных от электрической сети, а также для своевременного оповещения владельца имущества о случившейся тревожной ситуации. Установка является автономной системой, использующей в качестве ис-