

Энергия – это универсальная мера движения материи, которая остается постоянной при любых ее превращениях. Закон сохранения энергии говорит о несотворимости и неуничтожимости движения материи. Существует довольно много форм энергии, большинство из которых так или иначе используются в энергетике и различных современных технологиях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е. Техническая термодинамика: Учеб. для вузов/ 4-е изд., перераб. - М.: Энергоатомиздат, 1983. – 1–3 с.
2. Электрическая и тепловая энергия – справочное пособие для НПО - ЦЭНЭФ, г. Москва, 2013г. – 6–8 с.
3. Э.М. Кравченя, Р.Н. Козел, И.П. Свирид "Охрана труда и основы энергосбережения" Учебное пособие. - Мн.: ТетраСистемс, 2004. – 183 с.

#### ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Глик П. А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Основной проблемой эффективного использования энергии являются огромные их потери в результате преобразования одних видов энергии в другие. Потери энергии обусловлены конструктивными особенностями агрегатов, производящих электроэнергию, типами преобразователей, свойствами индивидуальных типов энергии и прочими климатическими и локальными условиями получения и преобразования энергии.

Ярким примером потери энергии и мощности является автомобиль, точнее двигатель внутреннего сгорания (ДВС) [1]. В качестве основного источника энергии для ДВС используется топливо – бензины. Следует отметить, что не все топливо сгорает полностью до конечных продуктов окисления, часть топлива (порядка 10–15 %) сгорает частично, что приводит к потерям энергии, связанным с особенностями системы подачи газозоодушнoй смеси и конструктивными особенностями двигателя. Основные потери энергии ДВС обусловлены теплообменом с окружающей средой, в результате чего мощность двигателя снижается до 55 %. В результате неэффективного использования энергии возрастают расходы на топливо, на системы охлаждения двигателя от перегревов, а также в рамках мировой автомобильной промышленности ухудшается экологическая обстановка регионов мира. Следует отметить, что потери энергии и мощности также заключены в механических сопротивлениях элементов двигателя, на их долю приходится около 5–10 % потерь энергии. Таким образом, топливо в ДВС используется с эффективностью (коэффициентом полезного действия – КПД) порядка 20–25 %. В пересчете на исходное горючее получаются, что из исходных 100 литров бензина только 20–25 литров сгорают непосредственно на преобразование энергии химических связей углеводородов в электрическую энергию и в механическую энергию движения автомобиля. Остальные же 75–80 литров бензина расходуются на теплообмен с окружающей средой и прочие потери связанные с особенностями топлива и двигателя (табл. 1).

**Таблица 1.** Энергетические потери двигателя внутреннего сгорания

Стадия	Вид энергии	Количество потерь на исходное сырье, %	КПД ДВС, %
Горение газо-воздушной смеси	энергия горения (разрыв химических связей)	10–15	около 85 %
Теплообмен с окружающей средой	тепловая энергия	50–55	около 35 %
Движение поршней, коленчатого вала, автомобиля	механическая энергия (кинетическая)	5–10	около 25 %

Для установок промышленного получения электроэнергии характерны идентичные потери энергии и мощности, что и для автомобильных ДВС. Атомные электростанции (АЭС) теряют мощности за счет охлаждения конденсатора, поскольку в результате ядерных реакций выделяется огромное количество тепловой энергии, в связи с этим многие АЭС имеют дополнительный блок по утилизации тепла. Этого тепла хватает для обогрева городов с численностью населения до 80–100 тыс. человек. КПД АЭС около 80 %. Для гидроэлектростанций (ГЭС) характерны потери энергии в виде механической, и энергии рассеивания, но это значение не превышает 10 %. КПД АЭС находится на уровне 90–93 %. Наиболее универсальными являются тепловые электростанции (ТЭС), поскольку они способны работать на любом типе углеводородного сырья: газ, уголь, нефтяное топливо. КПД ТЭС не превышает 35 %, в связи с этим широкого использования ТЭС не получили.

С точки зрения эффективного использования энергии ГЭС является наиболее выгодным источником электроэнергии, но нельзя забывать, что для строительства ГЭС необходимы реки и ГЭС находятся вблизи развитых городов: Красноярск, Иркутск, Братск. Их число на каждой реке ограничено. АЭС являются опасными, поскольку в случае аварии возникнут трудности с ликвидациями последствий.

В свою очередь запасы углеводородного сырья обладают высоким энергетическим запасом. Ресурсы нефти, природного газа и каменного угля являются внушительными. Их использование повсеместно.

Как отмечалось ранее, главной проблемой утилизации углеводородного сырья является высокая потеря энергетической составляющей – до 80 % от исходного энергетического запаса. В данной области проводилось множество работ по увеличению эффективности использования ресурса исходного топлива. Главная задача в рамках данной проблемы – качественный перевод энергии химических связей в электрическую энергию, поскольку электроэнергия является самым удобным типом потребляемой энергии.

Решение данного вопроса было найдено путем модернизации гальванических элементов и создания нового источника электрической энергии – топливного элемента. Топливный элемент представляет собой электрохимическую ячейку, в которой происходит «холодное» горение топлива (рис. 1). В качестве топлива используется водород, метанол, природный газ, пропан и другие [2,3].

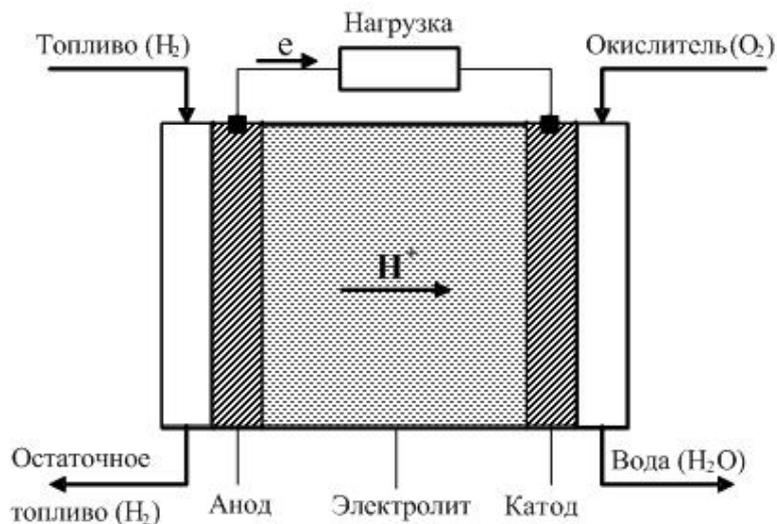


Рис. 2. Принципиальная схема газового топливного элемента

Повышенный интерес к топливным элементам заключается в том, что реакция горения протекает «холодным» путем, за счет протекания химической реакции между электродами в объеме электролита, в процессе протекания реакции по данному направлению топливный элемент практически не разогревается, а вся энергия химических связей превращается в электрическую энергию, которая подается на контакты электродвигателей. При этом потери энергии химических связей не превышают 15 % [4].

Главное отличие топливного элемента от гальванического (аккумуляторные батареи) заключено в периодической или непрерывной подаче окисляемого компонента в элемент, в то время как в гальваническом элементе количество реагирующего компонента ограничено объемом камер батареи. Поэтому принцип работы топливных элементов определен постоянной выработкой электроэнергии, в то время как гальванический элемент требует периодические циклы зарядки/разрядки.

Топливные элементы видоизменяются, и в настоящее время существуют элементы величиной с четверть ногтя человека. Промышленные топливные элементы формируют топливные батареи, которые способны вырабатывать количество энергии, достаточное для обеспечения бесперебойной работы электрических устройств промышленных объектов вдали от электромагистралей.

Топливные элементы очень компактны и мобильны, что позволяет транспортировать их на дальние расстояния в случае отсутствия надобности электроэнергии (труднопроходимая, болотистая местность).

Повышенный интерес к устройствам данного типа проявляют нефте- и газодобывающие компании, поскольку в суровых климатических и географических условиях возникают проблемы с электроэнергией, дефицит которой могут восполнить топливные элементы высокой мощности и со значениями КПД до 85 %.

В настоящее время «ОАО Газпром» проявляет повышенный интерес к строительству электростанций, в основе которых будут заложены топливные батареи, что позволит восполнить запасы электроэнергии на месторождениях труднодоступного характера (шельфовые, прибрежные, таежные, болотистые). В настоящее время создается план-проект по увеличению энергетических запасов месторождений северных районов с целью бесперебойной работы нефте-, газодобывающих установок, а также заводов по комплексной подготовке газа и нефти к транспортировке [5].

Топливные элементы позволяют при идентичных объемах перерабатываемого сырья (водорода, природного газа, метанола) обеспечить увеличение выхода полезной электрической энергии почти в два раза. Данное направление является перспективным и приоритетным на ближайшие десятилетия в связи с острым дефицитом электроэнергии в регионах России [6].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Румянцев В.П. О перспективах увеличения КПД поршневых тепловых двигателей // Изобретательство. – 2011. – Т. 11. – № 9. – С. 21-27.
2. Косолапов А.В. Энергетические установки на топливных элементах для жилых комплексов // Наука. Техника. Технологии (Политехнический вестник). – 2014. – № 4. – С. 122-124.
3. Чусов А.Н., Зубкова М.Ю., Кораблев В.В. и др. Технология использования в топливных элементах водородсодержащей смеси на основе биогазов для энергообеспечения автономных потребителей // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2013. – № 183-1. – С. 78-85.
4. Баранов И.Е., Калинин А.А., Коробцев С.В. и др. Силовые установки для БПЛА на топливных элементах: перспективы применения // Энергия: экономика, техника, экология. – 2014. – № 4. – С. 31-36.
5. Косолапов А.В., Копелевич Л.Е., Степанов А.В. Применение электростанций на топливных элементах в электроэнергетике // Теоретические и практические аспекты технических наук. Сборник статей Международной научно-практической конференции. – 2014. – С. 43-46.
6. Моисеев В.И. Перспективы применения электростанций на топливных элементах // Вестник Московского государственного открытого университета. Москва. Серия: Техника и технология. – 2011. – № 2. – С. 45-47.

#### АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО УПРАВЛЕНИЯ МИМО-ОБЪЕКТАМИ

Тюрин И. В.<sup>1</sup>, Кузнецова М. С., Клементьев Д. С., Татаринцев А. Н.  
Тамбовский государственный технический университет, Тамбов

Значительное число электрических тепловых аппаратов представляют собой нелинейные системы с распределенными параметрами, которые при решении задач управления рассматриваются как сложные, или МИМО (Multi Input Multi Output)-системы [1].

Разработка алгоритмического, программного и аппаратного обеспечений являются составными частями задачи оптимального проектирования системы управления. Ее решение заключается в выборе оптимального варианта системы из множества альтернативных. Международный опыт показывает, что во многих случаях создание новых систем с использованием традиционных способов проектирования не приносит ожидаемого результата.

В соответствии с международным стандартом ISO/IEC 12207 к основным этапам (фазам) жизненного цикла проектирования системы управления для сложных тепловых объектов с электронагревом следует отнести: формирование концепции, проведение

---

<sup>1</sup> Автор частично поддержан грантом РФФИ 14-08-00198