Дефицит ископаемых органических топлив в сочетании с глобальными экологическими проблемами обусловил огромный интерес к использованию водорода в качестве универсального энергоносителя для стационарных и мобильных энергоустановок. К настоящему моменту в мире сложилось мнение, что благодаря неограниченным ресурсам, высокой энергонасыщенности, технологической гибкости и экологической чистоте процессов преобразования энергии с участием водорода, его следует рассматривать как наиболее перспективный энергоноситель будущего.

Переход на водородную энергетику предусматривает значительное изменение сложившейся структуры топливно-энергетического комплекса и связан с постепенной заменой углеродсодержащих энергоносителей (нефть, природный газ, уголь и продукты их переработки) на водород, получаемый из воды с использованием традиционных (гидро- и атомная энергетика) и возобновляемых (солнечные, ветровые, геотермальные и т.п.) источников энергии. Новая инфраструктура, формирование которой планируется завершить к концу нынешнего века, предусматривает использование водорода и электроэнергии как основных компонентов энергетической составляющей мировой экономики, включая энергетику, промышленность, транспорт, сельское хозяйство и коммунально-бытовую сферу.

Вопрос о поиске альтернативных видов топлива для защиты окружающей среды от негативных воздействий вызывает интерес. Водородная энергетика — это, прежде всего, высокая энергоэффективность. Главный её плюс в неисчерпаемости сырья. В российские дома электричество приходит, как правило, благодаря использованию каменного угля, нефти и природного газа. Наша страна щедро тратит на неэффективное по сути производство электроэнергии огромное количество ресурсов. В Европе давно уже использую неисчерпаемую энергию Солнца, ветра, воды… Водород можно получать из воды или любого другого углеводорода. При сжигании водорода в любом двигателе образуется вода. Получается бесконечное сырьё. Загрязнение среды не происходит .

Актуальность проблемы широкого использования водорода в различных отраслях промышленности (от автомобильного транспорта до электростанций) обусловлена остротой экологических вопросов. Загрязнение атмосферы Земли вредными выбросами от сгорания обычных топлив (нефть, газ, уголь) достигает по мнению экспертов критической отметки. При нынешнем росте энергопотребления (а к 2010 году оно удвоится) человечество в ближайшем будущем не сможет нормально жить в крупных городах.

Водород, самый простой и легкий из всех химических элементов, можно считать идеальным топливом. Он имеется всюду, где есть вода. При сжигании водорода образуется вода, которую можно снова разложить на водород и кислород, причем этот процесс не вызывает никакого загрязнения окружающий среды. Водородное пламя не выделяет в атмосферу продуктов, которыми неизбежно сопровождается горение любых других видов топлива: углекислого газа, окиси углерода, сернистого газа, углеводородов, золы. Водород является наиболее распространенным элементом во Вселенной (93%(ат.)) и одним из самых распространенных на Земле — 15,52%(ат.), среднее содержание водорода в земной коре 1,4 г/кг. Основными источниками водорода на Земле являются вода и органические соединения, включая нефть, природный газ и биомассу.

Компактное и безопасное хранение водорода является очень важной проблемой, от решения которой зависит успешная реализация концепции водородной энергетики и технологии в целом. Транспортировку водорода, в основном, предполагается осуществлять в виде сжатого газа по сети трубопроводов. Соответствующие технические решения и инфраструктура хорошо отработаны для природного газа и могут быть при соответствующей доработке адаптированы под водород. Более того, существующая сеть газопроводов допускает подачу в них водорода до концентрации в природном газе не выше 10%, что может облегчить начало перехода к водородной энергетике без существенного изменения сложившейся инфраструктуры.

Мы предлагаем возможное направления развития водородной энергетики:

- Создание водородных топливных элементов

Топливные элементы

Для преобразования химической энергии водорода в электричество наиболее эффективным считается использование топливных элементов, обладающих КПД не менее 50%. В результате работы водородных топливных элементов помимо электроэнергии производится только тепло и вода (в малых количествах). Они не содержат движущихся деталей и абсолютно бесшумны. Наиболее привлекательны элементы с твердым полимерным электролитом (ТПЭ). Областями их использования является автомобильный транспорт (до 70% потенциального рынка), а также системы автономного энергоснабжения (включая элементы питания для портативной техники – мини-компьютеры, фото- и видеокамеры, мобильные телефоны и т.п.).

Рис.1

 

 Схема базового топливного элемента

Топливные элементы представляют собой электрохимические устройства, вырабатывающие электроэнергию химическим путем, почти так же как гальванические элементы и аккумуляторы. Отличие состоит в том, что в них используются другие химические вещества (водород и кислород), а продуктом химической реакции является вода. Еще в 1839 г. Выпускник Оксфорда Уильям Роберт Гроув показал, что процесс электролиза – расщепление воды на водород и кислород под действием электрического тока – является обратимым. Иными словами, водород и кислород могут быть соединены химическим путем с образованием электрических зарядов.

Построенная Гроувом установка была довольно проста (рис.1): два электрода размещались в камере, в которую подавались под давлением ограниченные порции чистого водорода и кислорода. В силу небольших объемов газа, а также благодаря химическим свойствам угольных электродов в камере происходил не взрыв, а медленная реакция с выделением тепла, воды и, самое главное, с образованием разности потенциалов между электродами.

Дальнейшие исследования выявили преимущества такого необычного элемента перед простыми химическими источниками тока (гальваническими элементами и аккумуляторами). Дело в том, что топливные элементы обладали в 5–10 раз большей энергоемкостью. К тому же во время реакции не происходило изменений материала электродов и электролита. Топливный элемент теоретически может работать неограниченно долго – необходимо лишь регулярно подавать исходные газовые компоненты.

Надо заметить, что поскольку топливные элементы могут работать с высоким КПД и без вредных выбросов, с ними связаны большие надежды на создание экологически рационального источника энергии, который мог бы способствовать снижению выбросов парниковых газов и других загрязняющих веществ. До недавнего времени основным препятствием на пути широкомасштабного использования топливных элементов была их высокая стоимость по сравнению с другими устройствами, вырабатывающими электричество или приводящими в движение транспортные средства.

Всплеск развития топливных элементов пришелся на середину прошлого столетия, когда специалисты НАСА обратились к ним в связи с возникшей потребностью в компактных электрогенераторах для использования во время космических полетов. В частности, космические корабли Apollo и Gemini были оснащены подобными источниками энергии.

К концу XX века было разработано множество конструкций топливных элементов, различавшихся своими параметрами. За счет применения различных материалов для электродов, специального электролита, а также добавления катализаторов, стимулирующих протекание главной реакции, ученые нашли способ изменить конструкцию топливных элементов так, чтобы использовать вместо чистого водорода содержащие его вещества – углеводороды (природный газ и спирты). Так появились щелочные (Аlkaline Fuel Cell, AFC), твердотельные (Solid Oxid Fuel Cell, SOFC), полимерные (PEFC), фосфорно-кислотные (PEFC) и даже спиртсодержащие (Direct Alcohol Fuel Cell, DAFC) топливные элементы. Рабочая температура для разных топливных элементов варьируется в довольно широком диапазоне, а КПД некоторых из них может достигать 80%. Как это работает.

Как уже отмечалось, топливные элементы похожи на традиционные химические источники тока (гальванические батареи и аккумуляторы): все они вырабатывают электричество в результате химической реакции. Однако при этом аккумуляторные батареи и топливные элементы выполняют две совершенно разные функции. Обычные химические источники тока – устройства с накопленной энергией. Электричество, которое они вырабатывают, является результатом химической реакции вещества, которое уже находится внутри них. Топливные элементы не хранят, а преобразуют часть энергии топлива, поставляемого извне, в электричество. В этом отношении топливный элемент скорее похож на обычную электростанцию. Таким образом, можно выделить два основных отличия топливных элементов: они функционируют до тех пор, пока топливо и окислитель поступают из внешнего источника; химический состав электролита в процессе работы не изменяется **(топливный элемент не нуждается в перезарядке).**

 Простейший топливный элемент состоит, например, из специальной мембраны, используемой как электролит, по обе стороны которой нанесены порошкообразные электроды. Такая конструкция (электролит, окруженный двумя электродами) представляет собой отдельный элемент. Водород поступает на одну сторону (анод), а кислород (воздух) – на другую (катод). На каждом электроде происходят разные химические реакции. На аноде водород распадается на смесь протонов и электронов. В некоторых топливных элементах электроды окружены катализатором, обычно выполненным из платины или других благородных металлов, способствующих протеканию реакции диссоциации:

2H2 -> 4H+ + 4e–

где H2 – двухатомная молекула водорода (форма, в которой водород присутствует в виде газа); H+ – ионизированный водород (протон); е – электрон.

Работа топливного элемента основана на том, что электролит пропускает через себя протоны (по направлению к катоду), а электроны – нет. Электроны движутся к катоду по внешнему проводящему контуру. Это движение электронов и есть электрический ток, который может быть использован для приведения в действие внешнего устройства, подсоединенного к топливному элементу (нагрузка, например, лампочка).

С катодной стороны топливного элемента протоны (прошедшие через электролит) и электроны (которые прошли через внешнюю нагрузку) воссоединяются и вступают в реакцию с подаваемым на катод кислородом с образованием воды:

4H+ + 4e– + O2 -> 2H2O

Суммарная реакция в топливном элементе записывается так:

2H2 + O2 -> 2H2O

В своей работе топливные элементы используют водородное топливо и кислород из воздуха. Водород может подаваться непосредственно или путем выделения его из внешнего источника топлива (природного газа, бензина или метилового спирта – метанола. В случае внешнего источника его необходимо химически преобразовать, чтобы извлечь водород. В настоящее время большинство технологий топливных элементов, разрабатываемых для портативных устройств, задействуют именно метанол.

Процесс, происходящий в водородно-кислородном топливном элементе, по своей природе является обратным хорошо известному процессу электролиза, при котором происходит диссоциация воды при прохождении через электролит электрического тока. Действительно, в отдельных типах топливных элементов процесс может быть обратимым: приложив к электродам напряжение, можно разложить воду на водород и кислород, собираемые на электродах. Если прекратить зарядку элемента и подключить к нему нагрузку, такой регенеративный топливный элемент сразу начнет работать в нормальном режиме.

По отдельности топливные элементы создают электродвижущую силу около 1 В каждый. Чтобы увеличить напряжение, элементы соединяют последовательно. Если требуется выдать больший ток, наборы каскадных элементов соединяют параллельно.

Стоит еще раз отметить, что КПД топливных элементов может оставаться на довольно высоком уровне, даже когда они работают не на полную номинальную мощность. Для топливных элементов нет термодинамического ограничения коэффициента использования энергии. В существующих топливных элементах от 60 до 70% энергии топлива непосредственно превращается в электричество.

Модульный принцип устройства топливных элементов означает, что мощность источника на них можно увеличить, просто добавив еще несколько каскадов. Это обеспечивает минимизацию коэффициента недоиспользования мощности, что позволяет приводить в соответствие спрос и предложение.

При применении топливных элементов практически не бывает вредных выбросов. Ведь при работе двигателя на чистом водороде в качестве побочных продуктов образуются только тепло и чистый водяной пар.

В Российской Федерации водородная энергетика известна преимущественно по публикациям и то, главным образом, специалистам. Широким массам водородная энергетика почти не известна. В свое время так было с паровыми и углеводородными двигателями, с электричеством и газом. То же самое предстоит пройти и с водородной энергетикой.

Исследование выявило достаточно большой интерес СМИ к водородной энергетике.

Таким образом, избранная тематика способствовала повышению качества знаний, научного и экологического мировоззрения, а главное вызвала интерес учащихся к более глубокому изучению данного курса по выбору. Конечно, практически ученикам невозможно продемонстрировать весь процесс получение энергии из водорода. Но схематично, с использованием методов сравнения с другими источниками энергии, интересными сообщениями на эту тему можно вполне доступно объяснить суть водородной энергетики.