

РОЗДІЛ 2

ЕНЕРГЕТИКА ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

УДК 544.653

В. В. Милованова

Одесская национальная академия пищевых технологий, ул. Канатная, 112, г. Одесса, 65039, Украина

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА АВТОМОБИЛЕЙ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

В работе выполнен обзор существующих типов топливных элементов, их преимуществ и недостатков, а также перспектив их применения в автомобилестроительной отрасли. Проанализированы общие проблемы, которые затрудняют запуск автомобилей на топливных элементах в серийное производство, даны предложения по их решению. Приводятся примеры применения топливных элементов в автомобилях в настоящее время, а также дается прогноз развития данных технологий в будущем.

Ключевые слова: топливные элементы, альтернативные технологии производства электроэнергии, автомобилестроение.

В. В. Мілованова

Одеська національна академія харчових технологій, вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039, Україна

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ АВТОМОБІЛІВ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ ПАЛИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

В роботі зроблено огляд існуючих типів паливних елементів, їх переваг та недоліків, а також перспектив застосування паливних елементів в автомобільній промисловості. Проаналізовано загальні проблеми, що ускладнюють впровадження паливних елементів в масове виробництво, надано пропозиції щодо їх вирішення. Наводяться дані щодо застосування паливних елементів в автомобілях в даний час і дається прогноз розвитку даних технологій в майбутньому.

Ключові слова: паливні елементи, альтернативні технології виробництва електроенергії, автомобілебудування.

DOI <http://dx.doi.org/10.15673/0453-8307.5/2015.44792>



This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ВВЕДЕНИЕ

Растущее внимание к нетрадиционным источникам энергии и необходимости охраны окружающей среды обеспечило устойчивый интерес к внедрению топливных элементов в различных областях науки и техники. Если раньше топливные элементы применялись только в космической или военной технике, то в настоящее время они рассматриваются в прямом смысле в качестве источника энергии будущего.

Уменьшающиеся запасы нефти и газа в мире, а также увеличивающаяся чувствительность потребителей к проблематике защиты окружающей среды заставляет автомобильную промышленность исследовать возможности использования альтернативных технологий.

При этом применение в автомобилях топливных элементов поможет не только внести существенный вклад в охрану окружающей среды, но и

существенно повысит качество автомобиля в целом.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Топливные элементы считаются экологически чистыми и не влияющими на климат, эффективными и одновременно малотоксичными. Из-за этого они часто рекламируются организациями, занимающимися защитой окружающей среды. Однако, не все топливные элементы обладают этими качествами в равной степени, совсем наоборот: все зависит от типа топливного элемента и от применяемого в нем топлива.

Чтобы быть действительно экологически чистым, топливный элемент в первую очередь не должен выделять газы, создающие парниковый эффект, а также другие вредные газы. При этом процесс производства топлива для топливного элемента также не должен сопровождаться вред-

ными выбросами в окружающую среду. И в этом как раз и заключается проблема. Водород, который собственно и является носителем энергии в топливном элементе, в природе в свободном виде не встречается, и для его производства необходимо затратить энергию.

В качестве источников для производства водорода можно использовать воду или углеводороды, такие как природный газ, нефть или метанол. Расщепление молекул воды с помощью электролиза является безвредным для окружающей среды, если применяемая для этого энергия была получена из регенеративных источников энергии, таких как, например, вода, солнце или ветер.

В современных топливных элементах в качестве топлива применяется, однако, не чистый водород, а ископаемое топливо, такое как природный газ, бензин или метанол. В автомобильной промышленности такие топливные элементы должны облегчить переход от обычных двигателей на альтернативные. В таких смешанных двигателях применяются топливные элементы с интегрированными реформинг-установками, в которых природный газ при подводе тепла разделяется на моноксид углерода и водород. Полученный водород используется в качестве топлива, а моноксид углерода остается. Он реагирует с водой и выделяется после этого в качестве двуоксида углерода, вредного для окружающей среды газа, вызывающего парниковый эффект [3].

В данной работе мы хотели рассмотреть проблемы, возникающие при применении топливных элементов разных типов в автомобилестроении, какие мероприятия могут способствовать их быстрому внедрению в массовое производство, а также пути повышения их качества и качества таких автомобилей в целом.

При подготовке статьи использовались материалы зарубежных Интернет-ресурсов.

II. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ТОПЛИВНОГО ЭЛЕМЕНТА

Принцип действия простейшего топливного элемента состоит в следующем: водород и кислород реагируют между собой, в результате этой химической реакции получается вода и свободные электроны. Данный процесс является обратным электролизу, при котором вода при помощи электрического тока разлагается на водород и кислород. Важнейшие компоненты топливного элемента – это два электрода и разделяющая их поверхность. Оба газа подаются каждый на свой электрод и не контактируют друг с другом, их разделяет поверхность из электролита.

Молекула водорода H_2 обычно состоит из двух положительно заряженных атомов водорода и двух электронов. На аноде топливной батареи молекула расщепляется в присутствии катализатора на два положительных иона водорода и два электрона. Ионы водорода проходят через разделяющую поверхность и встречаются на катоде с

ионами кислорода. Чтобы образовать молекулу воды, им необходимы те два электрона, которые остались на аноде. Так как разделяющая поверхность является непроницаемой для электронов, то им приходится идти к катоду по проводнику. Таким образом, контур замыкается, и в нем начинает идти электрический ток.

Хотя производимое одной топливной батареей напряжение может составить менее 1 вольта, но зато ее КПД составляет около 50-60%. В целях увеличения производимого напряжения батареи, состоящие из большого количества одинарных топливных элементов, подключают последовательно друг за другом.

Принцип действия всех топливных элементов одинаков, однако, они могут отличаться в зависимости от материалов электродов и электролитов, а также в зависимости от температурного диапазона. Существует 6 типов топливных батарей, два из них – высокотемпературные топливные элементы, а остальные четыре типа – средне- и низкотемпературные. Рассмотрим основные типы топливных элементов и возможности их применения в автомобилестроении.

1. Щелочной топливный элемент (Alkaline Fuel Cell - AFC)

AFC является первым топливным элементом, который начал применяться на практике. В конце 1960-ых годов топливные элементы AFC были на Луне – они применялись в программе космических полетов Аполлон, а в наше время производят электричество для шаттлов и других космических летательных аппаратов. Также подводные лодки, а с недавних пор и лондонские такси используют щелочные топливные элементы.

В щелочных топливных элементах в качестве электролита используется водный раствор едкого калия. К сожалению, он легко соединяется с двуокисью углерода, образуя нерастворимый карбонат. Все топливные элементы этого типа должны, поэтому, тщательно очищаться от CO_2 , так как малейшее загрязнение разрушит топливный элемент. Электроды AFC состоят из никеля, серебра или углерода с примесями благородных металлов. Молекула водорода сначала расщепляется на аноде на протоны и выделяет электроны. Последние проходят по электрическому проводнику к катоду и реагируют там с ионами водорода, образуя при этом ионы гидроксидов (OH^-), которые затем проходят через электролит к аноду, чтобы там соединиться с протонами в молекулы воды [1].

Из-за их сильной чувствительности к окиси углерода AFC долгое время могли применяться только при абсолютном отсутствии CO_2 – в условиях космоса. Только в этой области, а еще в военной технике, как, например, в подводных лодках, данные топливные элементы служат долго и имеют КПД около 70%.

Тем временем появились новые модели, которые работают не на высокочистых топливах, а на обычном водороде и воздухе, из которого пред-

варительно удалили CO_2 . Появилось много возможностей для применения данных технологий в гражданской технике, так как по сравнению с другими низкотемпературными топливными элементами применяемые в АФС катализаторы являются относительно дешевыми. В настоящее время АФС успешно применяются для такси и автофургонов малой грузоподъемности, существует возможность их применения в легковых автомобилях.

2. Топливный элемент с полимерно-электролитной мембраной (Proton-Exchange Membrane Fuel Cell – PEMFC)

PEMFC являются на сегодняшний день самыми простыми и неприхотливыми топливными элементами. Это самый перспективный кандидат на внедрение в массовое производство. Хотя данный топливный элемент и чувствителен к монооксиду углерода, но он может работать на обычном кислороде из атмосферы. Оснащенный реформинг-установкой, он может использовать в качестве топлива природный газ или сжиженный газ, превращая его внутри элемента в водород.

В качестве электролита в данном топливном элементе применяется тонкая, непроницаемая для газа, но проницаемая для протонов мембрана из сульфинированного полимера. В тонкую мембрану встроены кислотные группы, которые позволяют протонам, возникшим у анода, пройти через мембрану. Так как мембрана функционирует только в том случае, если присутствует минимальное содержание воды, то батарея работает при температурах ниже 100°C . Чтобы химическая реакция проходила при таких низких температурах, необходимо присутствие эффективных катализаторов. Из-за очень кислой и едкой среды в батарее могут применяться катализаторы только из благородных материалов, большей частью из платины или платиновых сплавов.

Мобильные телефоны, автомобильные двигатели или миниэлектростанции – существует множество потенциальных областей применения данных топливных элементов. Их преимущества заключаются в простоте конструкции, быстром запуске без длительного разогрева и возможности работы при колеблющейся нагрузке. КПД составляет около 58%.

Несмотря на высокую стоимость катализаторов из благородных металлов, PEMFC обладают большим рыночным потенциалом. Прототипы мобильных устройств такого типа разрабатываются для применения в грузовиках, автобусах, трамваях и пригородных поездах.

Идеальные условия для использования PEMFC обеспечивают работающие на природном газе когенеративные установки для снабжения электрической и тепловой энергией больших зданий. Данные батареи также могут с успехом применяться для мобильных устройств – от мобильных телефонов и газонокосилок до аккумуляторной завинчивающей дрели. Уже разработаны первые устройства для мобильников и ноутбуков.

3. Прямой метанольный топливный элемент (Direct Methanol Fuel Cell – DMFC)

DMFC – это единственный тип топливного элемента, который работает не на водороде, а использует в качестве топлива метанол. В результате этой система не нуждается в реформинг-установке, модель является более компактной и хорошо подходит для мобильных целей.

В принципе DMFC являются более поздней версией PEMFC. Также как и в PEMFC, в DMFC используется полимерная мембрана в качестве электролита и благородные металлы, такие как, например, платина или рутений, в качестве катализатора. В отличие от PEMFC, однако, на аноде жидкий или парообразный метанол напрямую превращается в водород и двуокись углерода, поэтому данное устройство не нуждается в реформинг-установке. Затем водород, как и в топливных элементах других типов, разлагается на электроны и протоны. Электроны начинают упорядоченно двигаться, производя электрический ток, а протоны проходят через электролитную мембрану и соединяются с образовавшимися на катоде ионами кислорода в молекулы воды. Вся химическая реакция проходит при температуре ниже 100°C , и скорость данной химической реакции несколько ниже, чем у PEMFC.

Прямой метанольный топливный элемент легче и компактнее топливных элементов других типов за счет отсутствия реформинг-установки. Поэтому эта модель имеет хороший потенциал для применения в автомобилях, особенно если учесть, что метанол легче транспортировать и хранить, чем водород. Кроме этого, в случае применения DMFC в автомобиле, приводная система последнего нуждается в меньших изменениях, чем при применении топливных элементов других типов. Поэтому некоторые производители автомобилей видят метанольный автомобиль в качестве современного решения, открывающего хорошие перспективы для дальнейшего развития технологий в этой области.

Однако, на сегодняшний момент DMFC являются самыми маломощными из топливных элементов всех типов. И также в отношении охраны окружающей среды этот тип проигрывает по сравнению с другими: метанол является ядовитым и хорошо растворимым веществом. Поэтому в случае утечки или аварии могут быть отравлены грунтовые воды, а также, при прямом контакте с кожей человека, это может повлечь существенный риск для здоровья человека.

4. Фосфорнокислый топливный элемент (Phosphoric Acid Fuel Cell – PAFC)

Фосфорнокислый топливный элемент на сегодняшний день наиболее изучен и коммерчески доступен. Этот тип топливного элемента применяется, прежде всего, для производства электроэнергии в когенеративных системах.

В PAFC в качестве электролита применяется фосфорная кислота высокой концентрации, которая является опорной матрицей пористого ворсистого полимерного материала. В результате применения такого кислого электролита данный топливный элемент может использовать в качестве горючего углеводороды, так как фосфорная кислота не реагирует с CO_2 . К монооксиду углерода система практически нечувствительна. В существующих системах такого типа в качестве топлива чаще всего применяются водород, полученный из обработанного в реформинг-установке природного газа, и кислород из воздуха.

Как и в предыдущем случае, из-за едкого электролита в качестве катализатора в данных топливных элементах применяются благородные металлы, такие как платина, сплавы платины или золото. Кроме протонов и электронов тут также возникают ионы кислорода, которые соединяются с протонами в молекулы воды. PAFC обычно работают при температуре в $200\text{ }^\circ\text{C}$ и таким образом относятся к среднетемпературным топливным элементам. Они чувствительны к охлаждению. Если температура снижается ниже $42\text{ }^\circ\text{C}$, фосфорная кислота кристаллизуется, и топливная батарея необратимо выходит из строя.

Считается, что PAFC идеально подходят для применения в блочных теплоэнергоснабжениях, в наше время они применяются исключительно для комбинированного производства тепла и электроэнергии. Вследствие долгого времени разогрева и сравнительно высоких рабочих температур для мобильного применения они не подходят. Исключение составляют испытания автобусов, работающих на PAFC.

5. Карбонатные топливные элементы (Molten Carbonate Fuel Cell – MCFC)

MCFC относятся к высокотемпературным топливным элементам – только при $650\text{ }^\circ\text{C}$ в них начинается происходить производство электроэнергии. Зато они абсолютно нечувствительны к монооксиду углерода и поэтому могут работать не только на водороде, но и на углеродосодержащих топливах, как, например, природный газ, а также на биогазе и на газе, полученном в процессе очистки сточных вод, причем без применения реформинг-установки.

Электролит в MCFC состоит из расплавленного карбоната, чаще всего из карбоната лития или карбоната калия, который упакован в матрицу. Соль начинает плавиться при температурах выше $480\text{ }^\circ\text{C}$, поэтому рабочая температура MCFC составляет приблизительно $650\text{ }^\circ\text{C}$. Из-за высоких температур в качестве катализаторов можно применять более дешевые материалы, как, например, никель, оксид никеля, керамику или сталь.

В отличие от топливных элементов других типов, в MCFC не протоны или ионы кислорода перемещаются к аноду, а отрицательно заряженные ионы карбоната. Они образуются в процессе реакции кислорода и диоксида углерода с распла-

вом соли. На аноде они реагируют с водородом, образуя воду и диоксид углерода. Последний опять возвращается к катоду, образуется замкнутый цикл.

Из-за высоких рабочих температур и сложной конструкции ввиду наличия внутреннего замкнутого цикла CO_2 данный тип топливных элементов окупается только в случае применения на крупных электростанциях и в промышленности. Так как MCFC нуждаются в нескольких часах разогрева, они могут использоваться в качестве основного источника электроэнергии, а не дополнительного. Зато этот вид топливных элементов относится к самым эффективным: такому топливному элементу не требуется реформинг-установка, а его общий КПД составляет приблизительно 52-54%. Из-за высоких рабочих температур существует возможность параллельного включения паровой турбины. В этом случае общий КПД повышается до 65%. В случае комбинированной выработки тепла и электроэнергии КПД достигает 80% /2/.

Перед промышленным применением данного типа топливных элементов необходимо решить еще несколько проблем: так как расплавленный карбонат очень агрессивен, он разрушает разделительный материал. Катод также растворяется спустя непродолжительное время. Вследствие этого срок службы таких топливных элементов на сегодняшний день невелик.

6. Минералокерамические топливные элементы (Solid Oxid Fuel Cell – SOFC)

SOFC также являются высокотемпературными топливными элементами, они работают при температурах от 800 до $1000\text{ }^\circ\text{C}$. В отличие от MCFC они подходят как для стационарных, так и для мобильных областей применения. Так же как MCFC, SOFC может сам производить водород из природного газа и не нуждается для этого во внешней реформинг-установке.

В качестве электролита в данных топливных элементах применяется стабилизированная окисью иттрия окись циркония. Это твердый керамический материал, в котором только при высоких температурах появляется ионная проводимость. Electroды состоят из никеля или проводящих оксидов. На аноде газообразное топливо разлагается на водород и монооксид углерода, при этом высвобождаются электроны, которые по проводнику попадают к катоду. Там появляются положительно заряженные ионы кислорода, которые проходят через электролит и реагируют на аноде с водородом и монооксидом углерода, образуя водяной пар и CO_2 .

На сегодняшний день существуют разные формы SOFC: помимо классической планарной формы разработаны и опробованы помимо прочих также трубообразные SOFC производителя Siemens-Westinghouse. При этом электроны и электролит находятся на внутренней стороне трубы. Горючий газ подается внутри трубы, а атмосферный кислород – снаружи.

Считается, что минералокерамический топливный элемент имеет большой потенциал в плане развития. Он сравнительно просто устроен, имеет большой срок службы и относительно высокую эффективность. При комбинировании топливной батареи и паровой турбиной КПД повышается с 55-65 до 70 и выше процентов. Однако, очень высокие рабочие температуры накладывают высокие требования на материалы деталей, поэтому в настоящее время проводят исследования с целью снижения температур горения.

Такие элементы применяются, прежде всего, в стационарных комбинированных установках для обеспечения теплом и электроэнергией жилых домов, а также в промышленности. Разрабатываются крупные электростанции на базе применения SOFC. В рамках таких разработок были изготовлены топливные батареи, имеющие производительность от 1 кВт до нескольких МВт.

Существует принципиальная возможность применения SOFC и в автомобилях, однако, только в качестве резервного аккумулятора. В качестве топлива в таких батареях может использоваться предварительно десульфированный и реформированный бензин.

III. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В АВТОМОБИЛЯХ

Первыми автомобилями, работающими на топливных элементах, были автобусы. Вначале топливные элементы занимали одну треть часть объема автобуса. Однако, со временем, по мере развития данных технологий, производительность элементов увеличивалась, и вскоре они уже могли поместиться в салон малолитражки. Топливные элементы сразу заинтересовали производителей легковых автомобилей. Например, Форд объявил о долгосрочной программе по применению топливных элементов, БМВ хочет производить лимузин, который работает на водороде, Даймлер-Крайслер изготовил еще в 1999 автомобиль на топливных элементах NECAR. Автомобильная отрасль, по мнению производителей и наблюдателей, движется в сторону использования водорода и топливных элементов.

Так, например, Хюндай планирует в 2015 году произвести 1000 таких автомобилей, работающих на водороде (см. рис.1).

Одновременно увеличилось давление государства на предприятия промышленности в вопросах экологии. Например, в Калифорнии минимум 10% от проданных автомобилей должны быть с нулевым количеством вредных выбросов в окружающую среду. Да и сами концерны стараются снижать вредное влияние автомобилей на окружающую среду: Большинство автоконцернов поставило себе задачу, с 2012 до 2020 года снизить выбросы CO₂ на 30% [1].



Рисунок 1 – Хюндай планирует в 2015 году произвести 1000 таких автомобилей на топливных элементах

Ток, вырабатываемый топливным элементом такого автомобиля, подается сначала на литийно-полимерный аккумулятор, а затем на электродвигатель в 136 лошадиных сил (см. рисунок 2).



Рисунок 2 – Топливный элемент подает ток на литийно-полимерный аккумулятор, затем ток подается на электродвигатель в 136 лошадиных сил

Поэтому многие предприятия стараются усовершенствовать топливные элементы, с тем, чтобы их можно было применять для легковых автомобилей. Для этих целей в Калифорнии еще в 1999 году было создано объединение California Fuel Cell Partnership (Калифорнийское партнерство в области топливных элементов), в которое входят Даймлер-Крайслер, Форд, Хонда, Фольксваген и Ниссан, а также государственные американские исследовательские институты. В огромной испытательной лаборатории возле Сакраменто конкурирующие организации испытывают свои модели рядом друг с другом.

С течением времени топливные элементы становятся все более производительными и компактными, и в наше время имеются уже прототипы, технически готовые к массовому производ

ству. Главной проблемой остаются пока что высокая стоимость произведенной электроэнергии: для обычного автомобиля она составляет 50-100 Евро на один килоВатт, а для автомобиля на топливных элементах эта величина пока что как минимум в два-три раза выше.

Каждый производитель автомобилей разрабатывает свой вариант автомобиля с нулевым количеством вредных выбросов в окружающую среду. Какой тип топливных элементов, в конце концов, окажется оптимальным, пока еще не ясно. Диапазон топлива уже достаточно велик: от жидкого водорода и метанола до бензина.

Например, в автомобиле NECAR 4 Даймлер-Крайслера используется топливная батарея PEMFC, оснащенная баком с жидким водородом. С полностью заполненным баком автомобиль может проехать 450 км, и мощность его соответствует мощности мерседеса А-класса.

Японский автоконцерн объявил, что вскоре будет производить автомобиль с применением такой же технологии. Опель хочет начать серийное производство своего автомобиля Hydrogen1. Однако, так как заправки водородом встречаются чрезвычайно редко, производители хотят применять эти автомобили в общественном транспорте и для курьерской службы. Тойота объявила, например, что выпустит уже в этом году серию автомобилей на водороде для общественных учреждений США.

Ниссан, Тойота и Даймлер-Бенц параллельно разрабатывают в качестве промежуточного варианта автомобиль на метаноле. При этом водород, необходимый для PEMFC, синтезируется из метанола в реформинг-установке, находящейся в автомобиле. Преимущества этого решения: метанолом можно было бы заправлять автомобили на обычных заправочных станциях, так как, в отличие от водорода, он не нуждается в специальном охлаждении. Поэтому большинство производителей считают эту технологию наиболее перспективной для личного транспорта.

Дженерал Моторс выбрал для пикапа Шевроле, работающего на топливных батареях, систему с реформированным раствором. Однако заправляется он не метанолом, а бессерным бензином, который преобразуется затем с помощью реформинг-установки в водород.

Однако, независимо от того, какое решение выберут для себя производители, совсем не уделить внимание внедрению технологий топливных элементов они уже не смогут. Выпуск автомобилей с нулевым количеством вредных выбросов стал делом престижа. Начинается соревнование за завтрашние рынки сбыта автомобилей на водороде.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Главным преимуществом топливных элементов является то, что химическая энергия в них напрямую превращается в электрическую. Причем

это происходит без движущих элементов, а это значит – без потерь на трение и без шума, а также без выделения вредных веществ в атмосферу. Поэтому применение топливных элементов в автомобилях является очень перспективной технологией с точки зрения защиты окружающей среды и эффективного производства электроэнергии, хотя на сегодняшний день и сопряжено с определенными трудностями. К таким трудностям относятся следующие:

1. Высокая стоимость производства, в первую очередь из-за наличия деталей из платины – одного из самых дорогих металлов на Земле. Кроме этого, увеличивают стоимость таких автомобилей баки для водорода, которые должны выдерживать высокое давление (см. рисунок 3), а также вся система, в которой происходит химическая реакция, часто при высоких температурах. Новейшая модель автомобиля на топливных элементах, которую Тойота собирается выпустить летом 2015 года, будет стоить в Японии 50.000 евро, причем 45% от этой стоимости будет приходиться на батарею топливных элементов. В Европе стоимость только системы топливных элементов составляет около 45.000 евро. И хотя в исследовании Рональда Бергера [3] в период до 2025 года прогнозируется снижение стоимости автомобилей на топливных элементах на 20%, но, к сожалению, этого будет недостаточно, чтобы полностью перейти на данные технологии.

2. Трудности реализации сети заправочных станций для заправки автомобилей водородом. В идеале следовало бы сделать возможным заправку автомобилей водородом на обычных автозаправочных станциях. Однако, например, в Германии на сегодняшний день существует только 14 автозаправок, где имеется в продаже водород. В 2015 году планируется довести это число до 50. Однако и этого будет недостаточно.

Применение современных технологий производства позволит снизить стоимость топливных элементов. Это, например, применение автоматических производственных линий для изготовления таких компонентов топливных элементов, как газовые диффузионные установки, газовые диффузионные электроды, мембранно-электродные узлы, распределительные устройства и биполярные пластины, а также применение автоматизированных линий для сборки топливных элементов. Кроме этого предлагается применять автоматизированные модули для осуществления сложных процессов обработки и нанесения поверхностного слоя на детали за один проход, а также роботы-манипуляторы для сборки топливных элементов и батарей из них. Все это позволит снизить затраты на производство и ускорить внедрение топливных элементов в массовое производство.

Примером удачного внедрения топливных элементов в автомобильную отрасль может служить система пригородных автобусов города Кельн (Германия) [2]. С 2011 года здесь курсируют два автобуса, работающие на водороде. До

2030 года планируется заменить все пригородные автобусы Кельна автобусами на топливных элементах. Водород фирма получает на предприятиях химического производства, расположенных вблизи населенного пункта Хюрт, где водород является отходом производства. Для заправки своих автобусов фирма получает 20 т водорода в день.

Хонда планирует серийный выпуск водородного автомобиля в 2015 году (см. рисунок 4).



Рисунок 3 – Один из двух баков с водородом, находящихся под днищем автомобиля



Рисунок 4 – Такой футуристический автомобиль на топливных элементах Хонда собирается запустить в серийное производство в 2015 году

Существующие и разрабатываемые автомобили на топливных элементах позволяют с уверенностью прогнозировать быстрое развитие данных технологий уже в ближайшем будущем, что

вполне соответствует общей тенденции развития промышленности в направлении энергосберегающих и высокоэффективных производств, не загрязняющих окружающую среду, базирующихся на применении возобновляемых источников электроэнергии.

Однако, если мы попытаемся спрогнозировать развитие данной технологии в Украине, то, к сожалению, существующее на данный момент отставание от Запада практически всех отраслей отечественной промышленности, осложненное кризисом вследствие военных действий на востоке Украины, не позволяет нам сделать оптимистические выводы о перспективах внедрения топливных элементов отечественным автопромом в ближайшее десятилетие. Чтобы начать в Украине массовое производство автомобилей на водороде, необходимо сначала наладить производство обычных электромобилей и гибридных автомобилей, а затем, после разработки схем для заправки автомобилей водородом, переходить на технологии производства автомобилей с нулевой эмиссией вредных веществ. Однако, у Украины, на наш взгляд, достаточно потенциала для развития в будущем таких наукоемких производств, и от сегодняшних школьников и студентов будет зависеть очень многое. Например, будет зависеть, останется ли Украина экспортером, главным образом, подсолнечного и рапсового масла, или превратится в страну-экспортера новых высокотехнологичных и экологически безвредных товаров и технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.donaukurier.de/nachrichten/auto/Toyota-weiht-Montagestrasse-fuer-Brennstoffzellenauto-ein;art59,3021605> Дата звернення: 08.06.2015
2. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.planet-wissen.de/technik/energie/brennstoffzelle/pwiediebnrennstoffzellentypen100.html> Дата звернення: 08.06.2015
3. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.welt.de/wirtschaft/article123794412/Schlechte-Aussichten-fuer-das-Brennstoffzellenauto.html> Дата звернення: 08.06.2015

Отримана в редакції 12.06.2015, прийнята до друку 03.09.2015

V. V. Milovanova

Odessa National Academy of Food Technology, 112 Kanatnaja str., Odessa, 65039, Ukraine

QUALITY IMPROVEMENT OF CARS BY MEANS OF FUEL CELLS UTILIZATION

A review of the existing types of fuel cells, their advantages and disadvantages, as well as the prospects for their use in the automotive industry has been carried out in the paper. General problems that make it difficult to launch fuel cell vehicles in series production are analyzed, some suggestions for dealing with them are proposed. Examples of application of fuel cells in cars today and a forecast of development of these technologies in the future are given.

Keywords: fuel cells, alternative power generation technology, automobile production

REFERENCES

1. [Electronic source]. Access:
<http://www.donaukurier.de/nachrichten/auto/Toyota-weiht-Montagestrasse-fuer-Brennstoffzellenauto-ein;art59,3021605> Date of access: 08.06.2015
2. [Electronic source]. Access:
<http://www.planet-wissen.de/technik/energie/brennstoffzelle/pwiediebrennstoffzellentypen100.html>
Date of access: 08.06.2015
3. [Electronic source]. Access:
<http://www.welt.de/wirtschaft/article123794412/Schlechte-Aussichten-fuer-das-Brennstoffzellenauto.html>
Date of access: 08.06.2015

Received 12 June 2015
Approved 03 September 2015
Available in Internet 26.10.2015