

СОВРЕМЕННЫЙ ЭТАП РАЗВИТИЯ ВОДОРОДНОЙ ЭКОНОМИКИ

Л.Ф. Гольцова

Донецкий национальный технический университет
ул. Артема, 58, 83000 Донецк, Украина; E-mail: goltsova@fem.dgtu.donetsk.ua

Annotation

World information of modern stage of the hydrogen economy development is summarized. Examples of specific achievements of hydrogen economy in industrialized countries are given. It is illustrated that UN in the person of UNIDO keeps an eye on transition of the world economy to a new energy carrier, hydrogen. The paper presents aims, tasks and progress of International Center for Hydrogen Energy Technologies (UNIDO-ICHET, Vienna–Istanbul). From the review it transpires that development of hydrogen economy is entered into a new stage, a stage of active commercialization.

1. Введение

Концепция водородной энергетики зародилась и начала развиваться по инициативе “водородных романтиков” в разгар энергетического кризиса 70-х годов прошлого века. В эти же годы была образована (1974 г.) Международная ассоциация водородной энергетики (МАВЭ) со штаб-квартирой в Институте чистой энергии Майамского университета (США), которая приступила к изданию международного журнала “International Journal of Hydrogen Energy” и стала проводить Всемирные конференции по водородной энергетике [1,2].

В 70–80-х годах XX века концепция водородной энергетики была полностью разработана и детализирована, был осуществлен ее наукометрический анализ и разработана ее структура [3]. Далее, под влиянием начавшейся коммерциализации водородной техники и водородных технологий (водородные автомобили, топливные элементы, водород–никелевые батареи, усовершенствованные электролизеры и т.д.), концепция *водородной энергетики* трансформировалась и утвердилась концепция *водородной экономики* (далее Концепция).

2. Водородная экономика: современный этап

Традиционно успехи развития водородной экономики в планетарном масштабе рассматриваются на Всемирных конференциях, которые проводятся раз в два года под эгидой МАВЭ. В 2006 г. очередная 16-я Всемирная конференция по водородной энергетике (WHES-16) была проведена во Франции в Лионе.

Конференция была проведена МАВЭ и Французской водородной ассоциацией под патронатом Президента Французской Республики Jacques Chirac, Президента Европейской Комиссии José Manuel Barroso, Министра транспорта, оборудования, туризма и моря Франции Dominique Perben и Уполномоченного Министра транспорта Франции François Loos.

Спонсорами Конференции выступили: “Комиссариат атомной энергетики” (Франция), такие крупные компании, как “Air Liquide”, “Total”, “Shell Hydrogen”, “Renault”, “Gaz de France” и “BP”, а также Французский нефтяной институт и компания “Snecma Safran Group”. Конференция получила поддержку Международного энергетического агентства, Академии технологии (Франция), Национальной водородной ассоциации (США), Канадской водородной ассоциации, правительств департамента Роны и Большого Лиона, а также ряда общественных организаций и обществ.

Президент Европейской водородной ассоциации д-р Lars Sjunnesson подчеркнул масштабность Конференции, в которой приняли участие представители 45 стран и были представлены около 300 аудиторных и 300 стендовых докладов. В своем выступлении президент МАВЭ T.N. Veziroğlu развернул панораму усилий МАВЭ, направленных на то, чтобы приблизить день, когда водородная энергетика станет основой жизни человечества, жизни, основанной на неограниченной экологически чистой энергии. С этой целью МАВЭ уже более 30 лет стимулирует международный обмен информацией, проводит Всемирные конференции и поддерживает широкий круг международных совещаний, кратких курсов и локальных конференций.



а



б



в

Рис. 1. Водородный миди-автобус фирмы “Hydrogenics” (а), водородные автомобиль (б) и мотоцикл (в).

Одновременно с конференцией работала представительная выставка по водородным технологиям и водородному транспорту, были организованы демонстрационные поездки по улицам интернационального городка Лиона на водородном легковом автомобиле и водородном автобусе фирмы “Hydrogenics”, а на выставочной арене можно было полюбоваться ездой на водородном самокате, посидеть за рулем водородного мотоцикла и осмотреть карт фирмы “Shell Hydrogen” (рис. 1).

На конференции были представлены национальные водородные программы США, Китая, Японии, Канады. Из них совершенно ясно следует, что переход к водородной экономике – многостадийный процесс, который требует большой финансовой поддержки на уровне правительств и ведущих компаний.

Необходимо отметить, что в работе WNEC-16 приняли участие представители крупнейших автомобильных компаний, официальные лица различных министерств и департаментов, которые принимали активное участие в обсуждении достижений водородной энергетики и перспектив развития водородной экономики. В результате был создан консорциум по разработке проектов, использующих солнечную энергию для производства водорода как энергоносителя. В консорциум вошли Алжир, Тунис, Марокко, Ливия, Германия, Франция, Италия, Греция, Испания и другие страны Европы. Первым шагом в строительстве 'моста' между водородом и солнечной энергией является проект консорциума "Maghreb-Europe", в котором предусматривается использование солнечного потенциала пустыни Сахара для производства водорода различными методами (термохимическое разложение воды, риформинг природного газа и пара, комбинированные методы фотогальваники и электролиза и т.д.). Водород будет использоваться для локальных нужд, а также будет экспортироваться в Европу по транссредиземноморскому трубопроводу.

Участники конференции выразили уверенность в том, что водород станет главным энергетическим вектором – и особенно в области транспорта – к 2050 г. При этом главная современная задача – снижение цены водорода как топлива.

16-я Всемирная конференция по водородной энергетике четко показала, что развитие водородной энергетики окончательно вошло в фазу перехода к водородной экономике. Крупнейшие компании мира становятся активными участниками этого процесса, к нему привлекаются мощные научные, технические и финансовые ресурсы.

Итак, как показала эта всемирная конференция, водородная экономика за последние годы получила мощное развитие во всех возможных направлениях: топливные элементы, водородные автомобили и водородные заправочные станции, Me–H-батареи, улучшенные электролизеры, другие виды водородных технологий и водородных энергетических систем. При этом очень важно, что в ведущих мировых державах проблема водородной экономики вышла на правительственный и межправительственный уровни и вошла в сферу внимания Организации объединенных наций.

Более 50 стран мира уже имеют (или планируют иметь) национальные программы перехода к водородной экономике.

США по решению президента Буша, принятому Конгрессом, планируют к 2020 г. заменить половину потребляемой нефти водородом. При этом будут решены не только собственные энергетические проблемы, но и будет достигнута высокая степень энергетической независимости (Hydrogen Security). В США уже несколько лет в шести муниципальных службах Калифорнии, Нью-Йорка и Невады используются 13 автомобилей на топливных элементах, сданных им в аренду "American Honda Motor Co." Для крупномасштабных испытаний водородных автомобилей в Калифорнии

строится специальная автомагистраль, снабженная сетью водородных заправок.

В Денвере (Колорадо) в 2003 г. начата разработка проекта локомотива, работающего на топливных элементах. Проект осуществляется на базе модифицированной модели дизель-электрического локомотива армии США мощностью 1 МВт и весом 109 т. Хранение водородного топлива будет осуществляться в форме металл-гидридов, которые разрабатывает компания “Hera” (рис. 2).



а



б

Рис. 2. Локомотивы с топливными элементами: (а) – для армии США, (б) – для шахт.

Объединенная Европа имеет масштабные планы перехода к водородной экономике. В девяти странах с 2003 по 2006 гг. в рамках самого крупного Европейского проекта “CUTE” (“Чистый городской транспорт для Европы”) проходили обкатку водородные городские автобусы (рис. 3). За это время 27 автобусов, используемых в общественном транспорте, прошли более 1 млн. км и перевезли более 4 млн. пассажиров в 9 городах Европы. Было использовано более 192 т водорода, из них около 100 т – из возобновляемых источников. Проект имел такой успех, что он был даже расширен за счет привлечения нового поколения водородных автобусов. Проект “CUTE” закончен в конце 2007 г., начинается новый проект “Ну-Fleet:CUTE”.



а



б



в

Рис. 3. Водородные автобусы проекта “CUTE” на улицах Мадрида (а), Амстердама (б) и Лондона (в).

Наиболее заметные успехи имеет Германия. Компания “Linde AG”, которая производит и транспортирует водород потребителям (рис. 4), считает, что создание водородной инфраструктуры в Европе потребует вложения 3,5 млрд. € до 2020 г. Свой расчет “Linde AG” представила в Берлине на “Международной водородной встрече”. Для разработанных ею 12 различных сценариев по производству и использованию водорода в автомобилях был представлен расчет стоимости инфраструктуры, основанный на производстве в Европе к 2020 г. 6,1 млн. водородных автомобилей. Такое количество автомобилей потребует строительства 2800 заправочных станций. Для Германии обеспечение 1,9 млн. автомобилей потребует вложения 870 млн. €. При этом президент “Linde AG” Wolfgang Reitzle высказал позитивную точку зрения на эти масштабные затраты: “Переход к водородной экономике вполне возможен”.

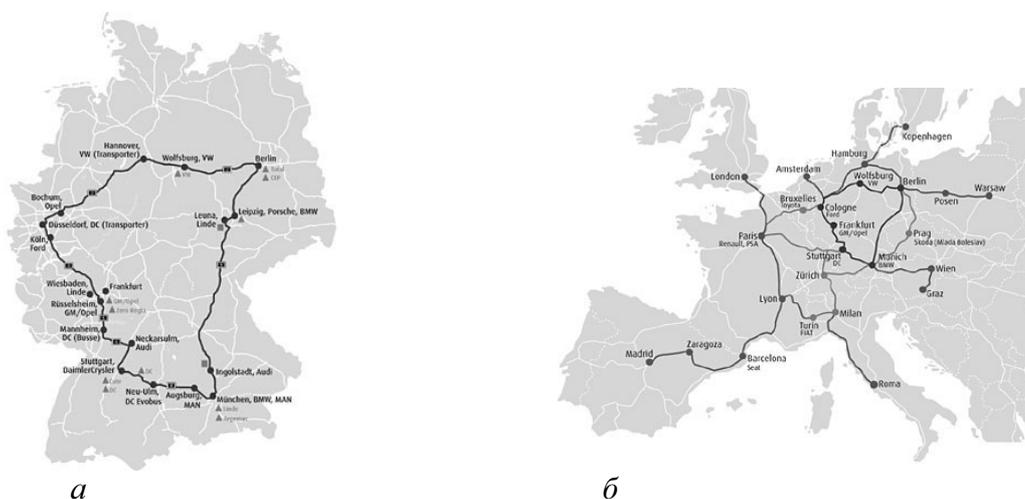


Рис. 4. Карты водородных трубопроводов компании “Linde AG”, связывающие водородные заправочные станции в Германии (а) и Европе (б).

Мюнхенский международный аэропорт в рамках проекта 10-летних испытаний полностью обслуживается водородным автотранспортом. Участники проекта – 12 крупнейших компаний Германии – подвели итоги испытаний:

- ▶ более 15 тыс. посетителей водородных заправок;
- ▶ более 500 тыс. км прошли водородные автобусы и автомобили без всяких инцидентов;
- ▶ 8 тыс. операций заправки топливом с использованием 115 тыс. кг водорода.

Во Франкфурте начались испытания четырех водородных автомобилей компании “DaimlerChrysler” с топливными элементами, два из которых начали работать в аэропорту Франкфурта. Заправку водородом они производят на заправочной станции “Infraserv Höchst”, расположенной рядом с аэропортом. Демонстрационный проект планируется до 2009 г.

Исландия, которая объявила, что к 2030 г. она полностью перейдет на водородную экономику, Фарерские острова, Норвегия и Гренландия создали Североатлантическую водородную ассоциацию для эффективной кооперации в области водородной активности.

Норвежская компания “Statoil” (нефть), “Statkraft” (гидростанции) и “DNV” (стандарты) планируют открыть исследовательский центр по водородным технологиям “Hytrec”. Проект будет осуществляться в университетском городке г. Тронхейма и будет стоить 7 М€. Открытие Центра планируется на 2007 г. В него войдут: установки получения водорода путем электролиза воды и риформинга природного газа, водородная заправочная станция со сжатым газообразным водородом, завод топливных элементов для совместного производства электроэнергии и тепла, информационный центр.

Япония на уровне правительства планирует рост выпуска водородных автомобилей в следующих масштабах: 2010 г. – 50 тыс., 2020 г. – 5 млн., 2030 г. – 15 млн., а далее выпуск водородных автомобилей будет регламентироваться рынком. Этот процесс сопровождается развитием сети водородных заправок.

Китайская Народная Республика вошла в группу стран-лидеров в области водородной экономики. Объявлено о принятии большой программы по строительству водородных заправочных станций для автомобилей и автобусов с топливными элементами. Так, в Шанхае будет построено 10 заправочных станций, на строительство которых правительство Шанхая выделяет 1 млрд. долларов на 3 года. Компания “Ballard Power Systems” подписала меморандум и договор с Шанхайской компанией “Fuel Cell Vehicle Powertain Co., Ltd.” о кооперации в разработке транспортных средств на топливных элементах. Демонстрация и испытания запланированы на 2007 г. (рис. 5).



а



б

Рис. 5. Китайские автомобили на топливных элементах.

*Разработчики: (а) – “Tongji University”, Шанхай и “Shanghai Sheng-Li High Tech”, 2005;
(б) – “Tongji University”, 2004.*

Крупнейший китайский производитель автомобилей “Shanghai Automotive Industry Corporation” (SAIC) в августе 2005 г. представил свои планы на ближайшие 3–5 лет по созданию автомобилей на альтернативном топливе. К 2010 г. SAIC собирается начать выпуск автомобилей на топливных элементах в кооперации с Шанхайским Дзяотон университетом и Тонгдзи университетом.

В Пекине работает первая водородная заправочная станция для автобусов с водородными топливными элементами. Три автобуса, разработанные и построенные китайскими исследователями, уже эксплуатировались на улицах Пекина в качестве городского транспорта в 2006 г., а к 2010 г. их число достигнет 8–10.

Всего же в мире в 2005 г. уже работало 220 водородных заправочных станций по сравнению с ~40 в 2003 г. (рис. 6). Более подробно о современных мировых достижениях в области развития водородной экономики в мире можно прочитать в журнале “Вестник водородной экономики и экологии” [4].



а



б

Рис. 6. Автозаправочная водородная станция компании “Linde” в Лондоне, CUTE-проект (а), заправка CUTE автобуса на водородной заправочной станции компании “BP” в Перте, Австралия (б).

3. Под патронатом ООН

Итак, в настоящее время уже наступил новый этап развития водородной экономики – этап активной коммерциализации водородной техники и технологий [4]. Эти изменения в мировой экономике вошли в сферу внимания ООН в лице ее Организации индустриального развития (UNIDO), штаб-квартира которой находится в Вене. С точки зрения задач UNIDO очень важно, чтобы взаимодействие высокоразвитых и слаборазвитых стран было бы хорошо организовано именно уже на начальном этапе вхождения водородной экономики в жизнь мирового сообщества. В связи с этим UNIDO рассмотрела инициативу МАВЭ и приняла решение о создании Международного центра по водородным энергетическим технологиям с местом локализации в Турции. Страна локализации выбрана не случайно. Действительно, Турция по ее географическому положению и геополитическому статусу является своеобразным “мостом”, соединяющим богатый

север и бедный юг, и отвечает всем задачам, которые UNIDO определила для международного водородного технологического центра.

21 октября 2003 г. по Договору между UNIDO и Министерством энергетики и природных ресурсов Турции было принято решение организовать Международный центр по водородным энергетическим технологиям (UNIDO-ICHET) [5] с местом локализации в европейской части Стамбула. Директором UNIDO был назначен профессор T.N. Veziroglu – Президент МАВЭ. Центр начал функционировать с 19 мая 2004 г.

Цель этого международного центра – способствовать внедрению в мире водородных энергетических систем путем стимулирования научных, технических и общественных усилий в области водородных технологий.

Деятельность Центра направлена на решение следующих задач:

- создание базы данных по соответствующим работам в мире;
- распространение информации путем научных и прикладных исследований, тренинга, конференций, образовательных программ и консультаций;
- обеспечение экспертных исследований для регулирования, поиска и оценки пилотных проектов и исследований;
- установление областей, в которых отдельные страны отстают, и инициирование программ для устранения этого отставания;
- демонстрация технологий производства, распределения и хранения водорода;
- обеспечение приобретения сертифицированного оборудования и технологий для промышленности.

В 2005–2006 гг. UNIDO-ICHET курировал 8 пилотных проектов:

- в Патагонии (Аргентина): производство водорода путем генерирования электроэнергии с помощью ветра;
- в провинции Хунан (Китай): производство водорода на небольшой гидроэлектростанции;
- в Индии: трехколесный транспорт на водороде;
- в Ливии: производство солнечного водорода для небольшого прибрежного городка;
- для острова Терceria (Азорские острова, Португалия): производство и использование водорода, произведенного с помощью геотермальной энергии, энергии ветра и волн;
- для Стамбула (Турция): водородный автобус;
- на острове Боска (Турция): ветро-водородная энергетическая установка для производства водорода и использование его на острове Боска (включая бытовые нужды и транспорт);
- для провинции Чоннам (Южная Корея): исследование инфраструктуры и проблем, которые возникнут при вводе в строй автобуса, работающего на водороде.

Одно из важнейших направлений работы Центра – водородное образование. В настоящее время водородные технологии недостаточно отраже-

ны в университетских курсах даже в развитых странах. Поэтому Центр планирует проведение кратких курсов (рабочих совещаний) для инженеров и преподавателей с целью ознакомления со спецификой водородных технологий: конструирование, пуск, эксплуатация, общественные и законодательные аспекты, экологические и экономические аспекты и т.д.

Между UNIDO-ИЧЕТ и ДонНТУ подписан Договор о международном сотрудничестве, обсуждена и согласована совместная работа по дальнейшему развитию новой концепции МАВЭ о будущем переходе человечества в эру водородной цивилизации [6–9], по формированию водородного общества стран СНГ и т.д. Как подчеркнул представитель UNIDO Anthony Bromley, участвовавший в обсуждении Договора и присутствовавший на процедуре его подписания, особо важно, что Высокие Договаривающиеся Стороны, осознавая, что биосфера может быть сохранена пригодной для жизни только одним единственным путем, а именно путем движения человечества по направлению нового экологически чистого вектора “Водородная энергетика → Водородная экономика → Водородная цивилизация”, и, желая способствовать устойчивому движению человечества в этом направлении, согласились кооперировать и координировать свои усилия в этой области всеми возможными для них способами и путями.



а



б

Рис. 7. Подписание международного Договора о сотрудничестве (а); на Конгрессе по водородной энергетике (б).

В 2003–2006 гг. Центр уже провел ряд общественных водородных мероприятий: совещаний, семинаров и конференций, в том числе “Первый Международный конгресс по водородной энергетике” (13–15 июля 2005 г., Стамбул), в рамках которого 14–16 июля прошла также выставка водородных технологий [7].

“Второй Международный конгресс по водородной энергетике” будет проведен Центром в Стамбуле 13–15 июля 2007 г.

4. Заключение

В настоящее время водородная экономика в своем развитии достигла нового весьма важного этапа – этапа начала интенсивной коммерциализа-

ции. Этот мировой процесс, который захватил в полном масштабе высокоразвитые страны, в будущем с неизбежностью будет определять перспективы развития стран с переходной экономикой и слаборазвитых стран.

Литература

1. International Journal of Hydrogen Energy. Editor-in-Chief T.N. Veziroğlu. 1975–2007. – Vols. 1–32.
2. Expanding Hydrogen: Proceedings 16th World Hydrogen Energy Conference, Lyon, France, 13–16 June, 2006.–CD.
3. Goltsova L.F., Alimova R.F., Garkusheva V.A., Goltsov V.A. Scientometric investigation of the problem “Hydrogen energy and technology” in the world // International Journal of Hydrogen Energy. – 1990. – Vol. 15, No. 9. – P. 655–661.
4. Вестник водородной экономики и экологии. – Донецк: ДонНТУ, ДониФЦ ИАУ, 2004–2006. – № 1–5–6.
5. UNIDO-ICHET. First Annual Report. May 2004–April 2005. – 14 pp.
6. Goltsov V.A., Veziroğlu T.N., Goltsova L.F. Hydrogen Civilization – a New Paradigm for the Humankind Life // Hydrogen 2004: Proceedings, 15th World Hydrogen Energy Conference, Yokohama, Japan, 27 June–2 July 2004. – CD, No. 30PI-03, 10 pp.
7. Goltsov V.A., Veziroğlu T.N., Goltsova L.F. Hydrogen civilization of the future – a novel conception of the International Association for Hydrogen Energy // International Hydrogen Energy Congress & Exhibition, 13–15 July 2005, Istanbul, Turkey: Proceedings. – CD – 10 pp.
8. Goltsov V.A., Veziroğlu T.N., Goltsova L.F. IAHE Hydrogen Civilization Conception for the Humankind Sustainable Future // Expanding Hydrogen: Proceedings, 16th World Hydrogen Energy Conference, Lyon, France, 13–16 June, 2006. – CD.
9. Goltsov V.A., Veziroğlu T.N., Goltsova L.F. Hydrogen civilization concept: historical and all-planetary aspects // International Journal of Nuclear Hydrogen Production and Application. – 2006. – Vol. 1, No. 2. – P. 112–133.

