

Глобалното затопляне и водородната икономика

Ц. Б. Цветков

Българско водородно общество, бул. „Климент Охридски“ 8, 1756 София
Факс: 02-8682036; ел. поща: office@bgh2society.org; www.bgh2society.org

Постъпила на 14.12.2016 г.

„По-рано тази година в България бе приет Закон за климатичните промени. Този нов закон се допълва от Третия национален план за действие по климатичните промени за периода 2013–2020 г. Това е програма за действие за преход към икономика, основаваща се на по-ниски въглеродни емисии и по-ефективна употреба на ресурсите. България ще даде своя принос към усилията на ООН за постигане на колективно споразумение до 2015 г. за укрепване на устойчивостта в условията на климатичните промени.“

*Из речта на президента на Република България
Росен Плевнелиев пред ООН в Ню Йорк (24.09.2014 г.) на
срещата на високо равнище за измененията в климата*

Глобалното затопляне

Повишаването на средната температура на Земята, наблюдавано през последните десетилетия на индустриален бум в световен мащаб, се оказва феномен, поставящ пред човечеството нелеката задача да въздейства активно в обратна посока, за да не страда от последиците от това затопляне, водещо до рязко нарастване на интензивността и броя на наводненията и сушиите, цунами-вълните и горските пожари, урагани и торнада с чудовищна сила, унищожителни лавини, бързотопящи се ледове при полюсите...И това при положение, че констатираното повишение на средната температура на Земята в края на 20-я век бе само с $(0.6\pm 0.2)^\circ\text{C}$! Категоричното становище на Междуправителствената комисия по изменение на климата към ООН, подкрепено от множество компютърни анализи и моделните изследвания на учени по целия свят, е, че затоплянето на земната атмосфера е причинено основно от изхвърлянето в нея на огромно количество парникови газове. Те са продукт както от дейността на вулканите и изветряването на варовиковите скали, така и – преди всичко – от изгарянето на изкопаемите горива. Основният продукт на този процес е въглеродният диоксид (CO_2), чието съдържание е нараснало с повече от 30% от началото на индустриалната революция! Очаква се, в края на 21-я век CO_2 и останалите парникови газове да повишат глобалната температура при земната повърхност средно с около 2°C . Ако, разбира се, не се вземат адекватни мерки, противодействащи на тази тенденция!

Една от основните алтернативи на човечеството, свързана именно с намаляване на глобалното затопляне, се изразява в радикалната промяна на източниците на енергия в посока на т. нар. възобновяеми източници,

в които слънчевата, геотермалната и вятърната енергия, както и енергията от биоизточници, играят основна роля. Възобновяемите източници на енергия обаче се характеризират със слаба интензивност, географска разсеяност (разпръснатост) и главно със строго периодичен дневен и сезонен цикъл на получаване. Това е довело до търсенето и намирането на нов енергиен носител в лицето на водорода, който не отделя вредни газове при изгаряне, и който ще замени електрическата енергия и тази, акумулирана от изкопаеми горива, при транспорта и електроенергийното разпределение. Поради това, още преди повече от 30 години, енергийната икономика на бъдещето е определена като „водородна икономика“.

Алармирайки се за катастрофалните последици от глобалното затопляне върху климата, обществеността и държавните институции призовават в борбата срещу този феномен да се включат всички национални и международни ресурси, които са в състояние да допринесат за намаление на емисиите на парникови газове като една от основните причини за тази заплаха. Във връзка с това все по-осезаемо се разработват разнообразни проекти, национални и глобални програми и инициативи.

Подкрепата на приоритети в областта на защитата на околната среда и запазването на крехкото равновесие между човека и природата, ще позволи значително да се доближат както регионално, така и по света, страните, които използват пълноценно водорода за създаването на едно „безвъглеродно общество“.

Водородна икономика

Шестият по големина източник на емисии на парникови газове в света, Япония, се ангажира с нова ви-

зия – да създаде „водородно общество“. Напоследък страната поема ангажименти да намали емисиите на парникови газове поне с 26% за периода 2013–2030 г.

През последните години различни стимулиращи програми по света са оборудвали стотици хиляди домакинства и стопанства с водородни енергийни системи. Продажбите най-общо казано се удвояват ежегодно от 2012 г. [1], а от 2009 до 2015 г. цените на водородните енергийни системи са поевтинели повече от два пъти [1]. Използваните за тази цел водородни инсталации за генериране на електроенергия са с типичните размери на хладилник и могат да се инсталират във всеки дом или стопанство. Една така обособена частна „енергийна“ ферма обикновено работи на природен газ, от който посредством процесор се извлича водород, смесващ се в горивния елемент на системата с кислород от околния въздух. При електрохимичната реакция се произвежда достатъчно количество електроенергия, за да се задоволи около половината от енергийното потребление на едно среднестатистическо домакинство. При това, като страничен продукт се произвежда отпадъчна топлина, която доставя на домакинството топла вода.

Основно се предлагат водородни енергийни системи с полимерно-електролитно мембранни горивни елементи (PEMFC), които издържат над 60 000 h в работен режим. От друга страна сериозен пазарен дял за битови нужди имат и горивните елементи, работещи посредством твърди оксиди (SOFC). Работната комбинирана топло- и електрическа ефективност достига 95%. За сравнение, ефективността на обществената електропреносна мрежа е 35–40%. Освен това, възможна е съвместна оперативност с общата електропреносна и/или топлопреносна система, т.е. подаване на излишна електроенергия и/или топлина от горивния елемент или от допълнително включено външно захранване в условия на екстремна енергийна домашна консумация. Цялостният резултат от тази политика представлява редуциране с около 50% на парниковите емисии от въглероден диоксид и минимизиране на загубите по електропреносната и топлофикационната обществени мрежи.

Същевременно, относно автомобилите, работещи на водородни горивни елементи, може да се отбележи, че те имат повече от три пъти по-голям пробег спрямо стандартните електрически превозни средства и могат да бъдат зареждани в рамките на 4–5 минути вместо за часове. Този тип превозни средства са с нулеви емисии на вредни вещества и в частност на CO₂. Въпреки това, те могат да бъдат считани наистина за превозни средства с нулеви емисии, ако се използват възобновяеми източници за производството на водород, като например слънчева или вятърна енергия. Понастоящем водород се произвежда най-вече от метан, като при тези производствени процеси се отделя въглероден диоксид, чиито емисии са, обаче, с 50% по-малко спрямо

отделяните при производството и употребата на обикновения бензин.

Идеалният подход в бъдещата водородната икономика би следвало да се реализира при тясното сътрудничество между индустрията, академичната общност, държавата и регулаторните органи. В този аспект концепцията е разделена на три основни фази:

Фаза 1 (драстично увеличение на употребата на водород от обществото):

- въвеждане на горивни елементи на пазара за нуждите на дома и бита (2009 г.);
- въвеждане на водородни автомобили (2015 г.);
- пазарно въвеждане на горивни елементи за търговски и индустриални цели (2017 г.);
- понижаване на цената на водорода до нива по-ниски от тези на горивата за хибридните автомобили (около 2020 г.);
- понижаване на цените на водородните автомобили до нива по-ниски от тези на хибридните автомобили от същия клас (около 2025 г.);

Фаза 2 (рязко увеличаване на производството на електричество посредством водород и изграждане на мащабни системи за транспорт и доставка на водород):

- понижаване на цената на водорода за индустрията до \$0.3/Nm³ (след 2020 г.);
- мащабно производство, транспорт и съхранение на водород, получен от неконвенционални ресурси; мащабно получаване на водород за производство на електроенергия (около 2030 г.);

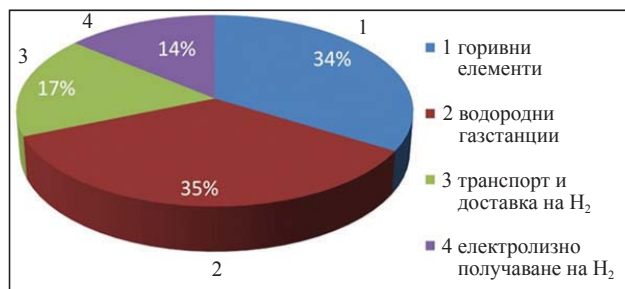
Фаза 3 (установяване на производство и транспорт на водород с нулеви емисии на CO₂):

- мащабно производство, съхранение и транспорт на водород с нулеви емисии, чрез комбиниране на технологии за улавяне на CO₂ и/или чрез използването на местни и локални възобновяеми енергийни източници (около 2040 г.).

Провеждат се и сериозни изследвания в областта на водородните технологии, осигурявани чрез значително финансиране за тяхното внедряване. Полуправителствената организация за развитие на нови енергийни и индустриални технологии NEDO (New Energy and Industrial Technology Development Organization) е една от организациите изследваща технологиите. През 2015 г. нейният бюджет е ¥11.86 млрд. (около €93.48 млн.) [2]. Принципно разпределение на бюджета за изследвания в различните направления от водородния технологичен сектор е представено на фигура 1 [2].

Ролята на субсидиите (публични и частни)

Подобно на много други зараждащи се технологии и тук съществува класическият проблем за „яйцето и кокошката“. С други думи, за да бъдат широко разпространени и оптимизирани технологично и ценово, за водородните превозни средства и енергийните системи трябва да са осигурени достатъчен брой водород-



Фиг. 1. Примерен бюджет за изследванията в областите на водородната технология.

ни станции за зареждане, а така също да е изградена и съответстваща инфраструктура. От друга страна, водородни газстанции и инфраструктура няма да бъдат изградени, докато по-голямата част от хората не започнат да карат водородни автомобили или да използват водородни енергийни системи. Този проблем може да бъде разрешен с помощта на публични и частни субсидии в сектора, а така също и чрез регулаторни стимули и/или протекции.

Горивни елементи задвижващи автомобили

През 2013 г. в Калифорния се приема закон, който осигурява \$20 млн. годишно, за построяването на поне 100 водородни газстанции в щата до 2024 г. Същата година „Hyundai“ пуска първия в света автомобил за масова употреба, задвижван с водородно гориво – „Hyundai Tucson“. Той се предлага само под наем (за период от 3 години), единствено в щата Калифорния. Цената е \$499/месец, като в нея е включено и горивото, а щатското управление предлага финансиране до \$5000. С пълен резервоар колата може да измине около 430 km [3,4].

Същевременно, от юни 2015 г. „Toyota“ предостави за безвъзмездно ползване към 5680 патента. От тях 1970 са свързани с горивни елементи и съставни стекове от тях, 290 се отнасят за водородни резервоари под високо налягане, 3350 имат отношение към софтуерния контрол на системи с горивни елементи и 70 патента са свързани с производството на водород и доставката му. Патентите ще се предлагат свободно до края на 2020 г., като тези, свързани с производството и доставката на водород, ще се предоставят за неограничен период от време [5].

Представеният на 44-тото мото шоу в Токио през 2015 г., „Toyota FCV Plus“ е екоавтомобил, който намира приложение, дори и когато не е в движение. Той може да бъде използван за производство на електричество за битови нужди, като това електричество може да бъде разпределяно и към обществената електропреносна мрежа и по този начин да подпомага и обществените нужди. Производството на електричество може да става както непосредствено от водородното гориво

в резервоара на автомобила, така и от външни водородни източници. Следва да се отбележи, че този модел е все още в етап на разработка [6,7].

„Toyota Mirai“ е първата кола задвижвана с водород, която е достъпна както за купуване, така и за отдаване под наем. Думата „Mirai“ в превод от японски език означава „бъдеще“. Продажбите ѝ са започнали съответно през декември 2014 година в Япония [8,9], юли 2015 година – в САЩ [10] и през септември 2015 година – в Европа [9]. Първоначално държавите в Европа са били Англия, Германия и Дания [9]. Автомобилът изминава 500 km с пълен резервоар и се зарежда в рамките на 3 минути [11]. Цената на „Toyota Mirai“ в Германия е започнала от €66 000 (\$73 860), с включен ДДС. За сравнение, в началото на кампанията в САЩ, с участието на 8 калифорнийски дилъра, цената е била \$57 000 [10] или при тригодишен лизинг за \$499/месец (както е споменато по-горе), заедно обаче с първоначална вноска от \$3649 при подписването на договора с клиента [12].

При пускането на „Toyota Mirai“ в продажба, само в САЩ е имало поръчки за 2000 автомобила от тази серия [13]. Поради големия интерес „Toyota“ планира увеличаване на производството на автомобила от 700 броя за 2015 г. до 2000 бр. за 2016 г. и 3000 бр. за 2017 година [14].

Същевременно, „Honda“ е една от първите автомобилни корпорации, започнали да фокусират вниманието върху водорода като възможно решение на въпроси, свързани с глобалното затопляне и изчерпването на изкопаемите горива. В това отношение, още от края на 80-те години „Honda“ започва разработването на прототипна серия екологично отговорни автомобили (FCV), които отделят като краен продукт само вода. Първите прототипи от тази серия с горивни елементи, „FCX-V1“ и „FCX-V2“, са представени още в началото на 1999 година.

През юли 2002 г., „Honda FCX“ представя първия в историята автомобил, работещ с горивен елемент, който е сертифициран съответно от американската агенция за защита на околната среда (U.S. Environmental Protection Agency, EPA), както и от калифорнийския съвет за контрол по качеството на въздуха (California Air Resources Board, CARB) [15]. С двигател от 107 hp и тегло от 1680 kg, автомобилът ускорява от 0 до 100 km/h за 11 секунди и може да развие скорост до 150 km/h. Разходите за неговото производство са били първоначално около 1 милион долара [16].

Оттогава, през март 2016 г. се стига до подобрената версия „Honda FCV Clarity“, предлагана за ¥7 660 000 (\$67 955). В САЩ и Европа превозното средство се очаква да навлезе в пазара до края на 2017 г. [17], като ще е достъпно до широката публика от септември 2017 година, под наем за \$500/месец или при покупна цена от \$60 000 [18].

Водородна инфраструктура

Цената на една водородна газстанция е от порядъка на 3–4 милиона щатски долара към 2015 година [19]. Различни правителства по света субсидират около половината от разходите за построяването на такива газстанции, както и около 2/3 от експлоатационните им разходи [2,20].

Шест европейски компании вече са се обединили в консорциум, който ще изгради 400 водородни станции за зареждане в Германия до 2023 година. Групата се състои от „Air Liquide“, „Linde“, „Daimler“, „OMV“, „Shell“ и „Total“. Съвместното дружество между тях е „H₂ Mobility Deutschland“, със седалище в Берлин, и работи усилено върху първата стъпка от плана – изграждане на 100 водородни станции за зареждане през следващите няколко години [20].

През 2013 година Калифорния, Орегон и 6 други щата в САЩ обявяват план за пускане на пазара на повече от 3 милиона превозни средства с нулеви емисии [21].

За целта, към декември 2015 г. в щата Калифорния вече са изградени и работят 13 прототипни водородни станции за зареждане на превозни средства. От тях 9 са публични, а вече е започнало финансирането на нови 18 през следващите години [22].

„Kawasaki Heavy“, „Iwatani Corp.“ и община Кобе работят заедно по откриване (през 2020 г.) на импортен хъб за втечен водород в Западна Япония, разположен на изкуствен остров в близост до летището на Кобе [23]. „Kawasaki Heavy“ („Suzuki“) също така разработват корабни технологии, които да могат да пренасят повече от 2500 m³ втечен водород [23].

В отговор на основни критики към горивните елементи за автомобили, че процесите за извличане на водород като гориво не са чисти, „Toyota Motor Corp.“ е с планове да подпомогне производството на водород посредством използването на вятърна енергия. В проекта, обявен през март 2016 г., водород, произведен от ветроенергийната централа „Hama Wing“ в Йокохама, югозападно от Токио, ще бъде компресиран и транспортиран с камион до мощни мобилни платформи с горивни елементи, които е набелязано да се разположат в близост до четири важни места в региона, които имат стратегическо значение за тяхното социално развитие. Това са фабрика, плодзеленчуков пазар и два складови терминала. Проектът е в партньорство между „Toyota“ и градовете Йокохама и Кавасаки, както и общината на префектура Канагава. Нещо повече, „Toshiba Corp.“ и енергийният доставчик „Iwatani Corp.“ също са включени в инициативата [24,25].

Освен използването на вятърната енергия, насърчава се производството и на геотермална енергия за последващи мащабни електролизни производства на водород за горивни елементи в екологично чисти автомобили за големите градове [26].

Хибридни и водородни когенеративни централи

Първата в света водородна електрическа централа с индустриални размери се намира в град Фузина край Венеция (Италия). Инвеститор в проекта на стойност €50 млн. евро е „Enel“, най-голямата италианска компания за електроенергия. В България „Enel“ е мажоритарен собственик на ТЕЦ „Енел Марица Изток 3“. През пролетта на 2009 г. са направени първите тестове на турбина, работеща с метан, а съоръжението е открито на 12 юли 2010 г. [27]. Централата използва 1.3 метрични тона водород, с който се снабдява по тръбопровод от нефтохимичния завод на компанията „Polimegi Eucora“ в Порто Маргера (Венеция), която го получава като страничен продукт от процеса на хидрокрекинг на етилен [28]. Централата разполага с мощност от 12 MW и допълнителни 4 MW, генерирани чрез повторно използване на нагорещения газ, произведен от захранваната с водород турбина в съществуващата въглищна централа. Произведената електроенергия, равна на около 60 млн. kWh годишно, е достатъчна да отговори на потребностите на 20 000 домакинства и да спести отделянето на над 17 000 метрични тона емисии CO₂ годишно. Ефективността на централата е 42%, а произведеното електричество не е съпроводено с никакви вредни емисии. Според изпълнителния директор на „Enel“, произведеното електричество в централата е около 5–6 пъти по-скъпо от електроенергията добита по конвенционални методи [29]. Предприятието е едно от малкото в света по рода си, но това вероятно ще се промени. Тази електроцентрала е само един от проектите под егидата на консорциума „Водороден парк“, формиран през 2003 г. по инициатива на Индустриалния съюз на Венеция. Той е получил финансиране от около €4 млн. от региона „Венето“ и италианското Министерство на околната среда. Консорциумът има за цел да промотира развитието и реализацията на водородните технологии в областта на транспорта и производството на електричество в региона Порто Маргера.

Бъдещето на водородната икономика

Устойчиви, сигурни и конкурентни енергийни доставки и транспортни услуги са в основата на стратегията „Европа 2020“, която е насочена като преход към приобщаваща и нисковъглеродна икономика, с цел понататъшно намаляване с 80% на емисиите на парникови газове, и главно CO₂, до 2050 г. Тази цел и стратегията за постигането ѝ са одобрени от европейските институции и държавите членки на Европейския съюз (ЕС). Общопризнато е, че технологичните модернизации и внедряването на нови чисти технологии са от критично значение за успешен преход към една нова значително по-екологично устойчива икономика. Освен това, в допълнение към приважането на околната среда към по-здравословна за обществото, иновациите ще

предоставят и огромни технологични възможности за европейската и световната икономика.

Счита се за възможно постигането на тези ключови цели, поставени от Европейския съюз, в които водородните технологии ще са жизнен компонент във въпросната нисковъглеродна икономика и следователно ще играят важна роля в новите европейски енергийни и транспортни системи. Нарастването на дела на възобновяемите доставки в европейския енергиен микс, като част от амбицията „Европа 2020“, постепенно ще измести електроенергийния системен мениджмънт от чисто пазарно ориентиран до по-комплексна система на търсене и предлагане, предоставяща капацитет за локално енергийно съхранение и интелигентен мениджмънт на глобални и регионални енергийни мрежи. Успоредно с това, транспортният сектор ще се измести от ролята си на консуматор на въглеродни горива към все по-диверсифицирани доставки, които са и все по-нисковъглеродни, като постепенно ще нараства процентът на електрически задвижваните превозни средства посредством водородни горивни елементи. Като чист енергиен носител и в съчетание с технологията на горивните елементи, водородът ще е от ключово значение за всички сектори на енергетиката, транспорта, регионалното развитие, комуналните услуги и промишлеността.

Въпреки всичко, настоящата парадигма няма да бъде задвижена по чисто пазарен път или принцип. Необходими за подкрепата на такава амбиция са както силен и рационален ангажимент от страна на държавните институции, така и на частния сектор. Това е обща задача, обединяваща заинтересованите страни, участващи в съвместната „Инициатива по горивни елементи и водород“ (Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, FCH JU) на Европейската комисия, както и инициативите на индустриалната „New Energy World Industry Grouping“ (NEW-IG) и на изследователската общност „New European Grouping on Fuel Cells and Hydrogen“ (NERGHY), заедно с европейските регионални програми „Hydrogen and Fuel Cells and Electromobility in European Regions“ (HyRaMP) и Европейската водородна асоциация (European Hydrogen Association, EHA).

Периодът 2014–2020 г. е от решаващо значение, за да се гарантира, че инвестициите ще се реализират правилно в подкрепа на визията „Европа 2020“. По отношение на водородните технологии и горивните елементи най-значителни инвестиции ще са необходими относно:

- транспортно обезпечение за постепенно повишаване на автомобилния парк, задвижван от горивни елементи, работещи с водородни технологии, и изграждането на инфраструктура за презареждане;

- технологиите за производство на водород трябва да се интегрират, заедно с възобновяеми непостоянни източници на енергия (предимно вятърни и соларни), към цялостната обществена електропреносна мрежа;

- въвеждането на стационарни приложения, работещи посредством горивни елементи, с цел големи демонстрационни проекти в поне няколко европейски града;

- проучване и идентифициране на ранните браншови пазари (транспортни средства, системи за резервни захранвания и др.), за да се създаде предварителна възможност за по-мощни разработки и намаляване на ценовите разходи.

В аспектите, разгледани непосредствено по-горе, ролята и отговорността на индустрията ще нараства с повишаване на близостта до пазара на горивни елементи и водородни технологии, като съответно ще нарастват и предвидените роли на държавните и регулаторните органи. И всичко това се извършва с цел едно по-състезателно начало, несъмнено водещо в крайна сметка до устойчиво развитие и диверсификация на енергийните доставки, сигурност, грижа към околната среда и пр.

Иновации и финансови механизми

Защо в началния етап един чисто пазарно ориентиран подход няма да е напълно достатъчен, за да се създаде възможност за търговско разпространение на технологии за чиста енергия?

Основното предизвикателство е технически да се реализира замяната на старите въглеродни енергоизточници с алтернативни екологично чисти енергийни технологии. Тази подмяна няма да бъде постигната посредством чисто пазарно ориентиран подход, тъй като, преди всичко, чистите технологии са, към днешна дата, по-скъпи от обичайно действащите въглеродни енергоизточници и поради това не се ползват от привилегиите на мащаба (т.е. от ефекта на масово ползване в обществото). Без обществени стимули, подходящи мерки за регулиране и/или публично-частно финансиране, чистите технологии няма да бъдат избрани, т.е. одобрени от основната част от потребителите и то най-вече изключително поради свързаните с тях по-високи първоначални капиталови разходи.

Принципно, за въвеждането на даден продукт или услуга на пазара, основното предизвикателство за преодоляване е да се пробие в ущърб на първоначалния потребител или инициатор/консуматор и постепенно технологичното портфолио да се повиши (разшири) достатъчно. Поради високите степен на риск и размер на първоначалните инвестиции, за да се сведат нещата до по-зрял технологичен и икономически етап, е необходим поне малък икономически стимул за всеки отделен участник на пазара, за да се постигне първоначално раздвижване.

Това може да се постигне например чрез стимулиране на приложните изследвания, където е важно достатъчното ниво на цялостни инвестиции в иновациите и изследванията (R&D). Атрактивен размер на финан-

сиране, възможност за обединяване на средства от различни източници (ЕС, национални/регионални, частни и пр.), както и обществено-частното партньорство, са от критично значение за успеха на такъв род дейности и разработки.

От друга страна, малките и средни предприятия, с огромното си количество идеи и разработки, много пъти са движещата сила зад иновациите, но за тях обикновено достъпът до финансиране е предизвикателство от жизненоважно значение. В това отношение са необходими почти гарантирани схеми, опростени процедури и пряка подкрепа, като например Рамковата програма за иновации и конкурентоспособност на ЕС (Competitiveness and Innovation Framework Programme, CIP).

Обединяването на разнообразни ресурси от различни източници ще повиши неимоверно необходимите средства за разгръщане на потенциала на горивните елементи и задвижващите ги водородни технологии. Първите демонстративни проекти на превозни средства, работещи с горивни елементи, показват, че много регионални власти и държавни правителства са заинтересовани и обещаваат значителен принос за улесняване на развитието на водородната инфраструктура на регионално ниво, както и да се заангажират с популяризиране сред местните заинтересовани индустриални среди относно първични инвестиции и пазари на тези технологии. Ето защо, от гледна точка на събирането на средства, но също така и за да се ангажират разнородни заинтересовани страни, една по-координирана схема и по-общ подход следва да бъдат стимулирани на равнище ЕС, за да се създаде възможност за персонализирани финансови схеми и подкрепа. От своя страна, преминаването от технологична към секторна подкрепа трябва да доведе към по-голяма близост до реални пазарни реализации.

За ускоряване на последното, съществени ще са повишените усилия за набирането на бюджети за ключови индустриални инициативи в областта на енергосносителите, като все по-конвенционалното използване на водородното гориво, което засега е свързано и с предизвикателства като неритмични доставки и съвместяване на електроенергийния мрежов баланс, съчетан с други технологии за чиста енергия.

Освен традиционните схеми за финансиране, ще се разработят и по-адаптирани механизми за подкрепа на пазарното въвеждане на горивните елементи и водородните технологии. Така въвеждането на пазарно ориентирани стимули трябва да доведе до сериозно пазарно „захващане“, обединяващо ценово нуждите на крайния потребител и на чистите технологии. Икономии от мащаба ще понижат разходите и алтернативите на въглеродната зависимост ще станат икономически по-конкурентоспособни. Тази начална фаза на преход ще изисква обществена подкрепа и механизми за споделяне на риска. Механизмите за финансиране трябва

да насърчават и възнаграждават първите адаптиращи се инвеститори, вместо да ги санкционират с високи лихвени проценти и прагове. В допълнение следва да се обмисли обосновката, на местна почва, върху заетостта и икономическото въздействие от избегнатите разходи в конвенционалната поддръжка, управлението и допълването на енергийната и транспортната инфраструктура.

В контекста на последното споменато може да се подчертае стимулт на „безвъзмездната помощ“, която вече се използва в различни държави-членки на ЕС. „Безвъзмездната помощ“ се предоставя като субсидия за подкрепа както на иновативни търговски продукти и услуги, така и конкретно за ускоряване на пазарното разгръщане при замяната с водородни и други чисти технологии. Принципно такава субсидия може да се изчислява като разлика в стойностите при сравняване на цената на новата чиста технология, спрямо цената на текущата неекологична технология. Тенденцията е тази разлика постепенно да намалява, както и „безвъзмездната помощ“, а когато се изравнят цените на класическата неекологична технология и новата чиста технология, то последната ще може напълно самостоятелно да стъпи на пазара.

Европейска политика на подкрепа

Наред с преките и непреките финансови механизми, иновациите ще са съпроводени и с благоприятна регулаторна рамка. Опитът в сектора на възобновяемата енергия доказва, че дългосрочни политически и регулаторни ангажименти създават правилните стимули за пазарно захващане и възприемане, при това без да се харчат значителни публични средства. Институционалната подкрепа, например под формата на задължителни цели и широка интеграция в енергийната и климатична политика на ЕС, е важна за запазване на инвеститорското доверие. Тя отваря вратата към различни финансово свързани и политически механизми за стимулиране на пазарното развитие. Подобни ключови стратегически подходи могат да бъдат приложени, например при преходната фаза между лабораторната разработка и пазарния продукт, относно някои приложения на горивните елементи и водородните технологии.

Допълнителни стратегии за внедряване на научни изследвания, включително и на развойни разработки за напреднали нисковъглеродни технологии, също ще се коалират с вече споменатата в този документ водеща инициатива „FCH JU“. Възниква въпросът доколко такава стратегия ще се основава на принципа на неутралност. Целта е да се избегне от правителствата допускане на монополна доминираща технология, тъй като например някои нисковъглеродни транспортни технологии биха могли да бъдат поставени в неравностойно положение поради липса на мащабност, на

енергийна инфраструктура и на стандартизация или заради пазарното преимущество на вече утвърдени класически технологии и тръстове, които биха се възползвали въпреки амортизираната си инфраструктура, или при липсата на комбинирано съгласуване на непреки разходи, свързани с изменения в околната среда, климата, сигурността на енергийните доставки и пр. Последното ще изисква специално съгласувано подпомагане в съответствие с индивидуалните технологични нужди на отделни браншови сегменти. Подобна стратегия ще трябва да покрие всички перспективни технологии и по-специално свързаните с подобряване на енергийната ефективност (електромобили, водород, биогорива и т.н.), но същевременно трябва да е насочена и към всеки отделен технологичен случай и свързаните с него специфични препятствия. В това отношение приложно ориентирани програми, като интелигентни градове (Smart Cities) или Транс-европейската транспортна мрежа (Trans-European Transport Network, TEN-T), които са част от фондовете на ЕС, би следвало да подпомогнат разнообразни технологични решения за правдиво изграждане на опита и базата за оценка на най-добрите практики.

Цялостен подход към сектора на горивните елементи и водородните технологии е включен в новата рамка на Европейската комисия за финансиране на научни изследвания „Хоризонт 2020“ (Horizon 2020). Но за да е напълно правилна финансовата обосновка, трябва да се включат и преходните разходи, свързани с постигането на пълно пазарно разгръщане по цялостния път на иновационната верига, за да се комерсиализират доказано горивните елементи и водородните технологии.

През новия програмен период Европейската комисия представи своя бюджет и предложения, насочени към успешното изпълнение на стратегията „Европа 2020“. Размерът на средствата на общата стратегическа рамка за научни изследвания и иновации в „Хоризонт 2020“ е увеличен на €80 милиарда за периода 2014–2020 г. Промените в обществените стълбове обхващат цялата стойност по веригата на дадена технология: от R&D за въвеждане на пазара, до ясно вписващите се нужди и текущо състояние на сектора на горивните елементи и водородните технологии и естеството му на финансиране. Това финансиране следва да бъде допълнено и чрез подкрепата на европейските структурни фондове.

Освен инфраструктурната политика на ЕС (енергетика и транспорт), регионалните кохезионни фондове също биха имали значителен принос за прехода към ниски въглеродни емисии, което обаче ще изисква анализ на разходите и ползите, включително и на нисковъглеродните емисии, от бъдещите инфраструктурни инвестиции както на равнище ЕС, така и на регионално ниво. За по-голямата част от инфраструктурните финансираня, идващи от публично-частни

партньорства, правилата за финансов инженеринг ще трябва да вземат предвид конкретните инвестиции в нисковъглеродна инфраструктура.

Над европейските пазарни амбиции

Призивът за преминаване към нисковъглеродна икономика до 2050 г. се задвижва от ясни обществени и политически нагласи и отговаря на широк спектър от целите на политиката на ЕС. Днешните енергийни пазари няма да се погрижат от само себе си за необходимата промяна. Ролята на горивните елементи и водородните технологии може да бъде значителна, предвид направените текущи финансови усилия от всички публични и частни заинтересовани страни, за по-нататъшната технологична завършеност и поднасянето на конкретни нулеви или нисковъглеродни пазарни предложения.

Засилването на глобалната инициатива и лидерската позиция на Европа ще имат положителен ефект върху нейните конкурентоспособност и икономически растеж, а интеграцията на горивните елементи и водородните технологии ще подобри енергийната сигурност на Европа.

Вече са направени съгласувани усилия за изчисляване на общите разходи до 2020 г., за технологичното развитие и разгръщането на ранни пазари в сектора на горивните елементи и водородните технологии. Основните цели са улесняването и развитието на подходящи механизми и дългосрочна (регулаторна) рамка за възможно най-доброто усвояване на инвестициите, необходими за трайно преминаване на европейската икономика към ниски въглеродни емисии до 2050 г.

Технологична пътна карта – европейската инициатива за приложения на горивни елементи и водородни технологии

Европейската комисия, в партньорство с вече спомената водеща публично-частна инициатива „ФСН ЈУ“, се стреми към обща програмна и изпълнителна рамка за своята „Съвместна инициатива за горивни елементи“ и това съгласувано с други свои „Стратегически енергийни технологични планове за европейски индустриални инициативи“ (SET-Plans EII). За всяка от европейските индустриални инициативи, ценово е разработена технологична пътна карта за периода 2010–2020 г., която е предложена от индустриалните среди и консолидирана от Европейската комисия [30], като последната формира и е в основата на стратегическото планиране и взимане на решения. Тези технологични пътни карти предлагат конкретни планове за действие, насочени към повишаване на ефикасността и технологичното въздействие на горивните елементи и водородните технологии, до степен считана за достатъчна, за да може да се придаде възможност за посте-

пенно постигане на преимуществен пазарен дял през периода до 2050 г.

По-долу е разгледана технологичната пътна карта относно развитието на горивните елементи и водородните технологии до 2020 г., съгласувана между Европейската комисия и публично-частните инициативи „New-IG“ и „FCH J“, в съставянето на която е използван традиционен подход, следван и при други европейски индустриални инициативи.

Стратегически цели

Продължаващата трансформация на европейските енергийни и транспортни системи към все по-чисти, по-ефективни и по-пазарно приведени, които да се възползват от свойствата на водорода като енергиен носител и горивните елементи като високоефективни енергийни преобразуватели, трябва да даде своя принос към конкурентоспособността на ЕС и неговата интегрирана политика по отношение на енергетиката и климатичните промени.

Противно на технологиите, обхващащи основната част от стратегическите енергийни технологични планове за европейските индустриални инициативи на ЕС, които се отнасят предимно за производството на електроенергия, то горивните елементи и водородните технологии вече се използват или скоро ще навлязат в редица индустриални сектори, всеки от които със специфично поставени пазарни цели, съответно до 2020 и 2050 г., сред които основни са:

- допринасяне за интегрирането на непостоянни възобновяеми енергийни източници (вятърни, соларни и др.) чрез предоставяне на 500 MWe (електрическа мощност) кумулативен капацитет вследствие на водородна конверсия, за централизирано или разпределено съхранение на енергия, както и за употреба в двигателни и стационарни приложения, включително и за преработка на химични суровини или подпомагане на общата газопреносна мрежа;

- инсталиране на водородни производства от възобновяеми източници (електропреносна мрежа, биогаз, биомаса), всяко едно от които с капацитет, равняващ се на 100 тона годишно и позволяващ по-мощни водородни енергийни приложения;

- достигане на 50%-но производство на водород, използван за H₂-енергийни приложения, от възобновяеми източници или от източници с близки до нулеви CO₂ емисии (ядрена енергия и риформинг на пари на метана с последващо улавяне и съхранение на въглерода);

- допринасяне с около 500 000 електрически превозни средства, задвижвани от горивни елементи (FCEVs) и около 1000 публично достъпни водородни станции за презареждане по време на прехода на транспортния сектор към водородно електрозадвижване (фиг. 2);



Фиг. 2. Електрически автобус, задвижван от горивни елементи.

- преобразуване на европейския енергиен сектор чрез предоставяне на електрическа и топлинна енергия за повече от 50 000 домакинства и над 500 MWe за промишлени и търговски дейности, осъществени с помощта на стационарни системи работещи посредством горивни елементи;

- доказани ползи от икономически ефективни решения, базирани на горивни елементи за подемно-транспортни средства (20 000 бр.), резервни захранвания, т.е. UPS-и (20 000 системи) и преносими захранващи системи (250 000 бр.) – като конкурентни приложения в ранна фаза от пазарното си развитие, при разпознаваеми пазарни сегменти за всеки участник, независимо дали като предоставящ технологията или като потребител.

Технологични цели

Производство и складиране на водород спрямо изкопаеми горива през 2020 г.

- Предоставя се възможност за развитието на централизирано производствени схеми с капацитет от порядъка на 100 MW, всяка посредством електролиза;

- Повишаване на ефективността (с 30%), удвояване на капацитета и намаляване наполовина на капиталовите разходи за разпределени производствени схеми, използващи електролизни и риформинг технологии на основата на биогаз;

- Демонстриране на възможностите за използване на водорода като енергиен носител, непосредствено при нужда във всеки един момент, когато е необходимо производство на енергия, като се използват големи подземни резервоари;

- Увеличаване на капацитета на разпределени газови резервоари поне 10 пъти и разработване на алтернативни решения за съхранение, базирани на твърдотелни материали, при конкурентни капитални и експлоатационни разходи;

- Трикратно увеличаване на капацитета на газобразните резервоари за товарни автомобили, като същевременно се намалят разходите за доставка поне

три пъти за тон;

– Демонстриране на приложимостта да се захранва с до 5%, посредством водород, съществуващата газопрепосна мрежа.

Транспортни приложения: демонстриране на конкурентоспособността на електрически превозни средства, задвижвани от горивни елементи (FCEVs), както и на инфраструктурни решения

– Намалване с 10 пъти на производствените разходи за системи, работещи на горивни елементи, с цел да се използват в транспортни приложения, като същевременно се увеличи живота им до към 5000 експлоатационни часа и се поддържа същата или дори нарастала тяхна производителност;

– Намалване с 10 пъти на разходите, свързани с интеграцията на горивни елементи в превозните средства, чрез разработване на специфичен обем от производствено базирани технологии;

– Създаване на мощности за производство на FCEVs, за да се постигне целта от 500 000 леки автомобили през 2020 г. в Европа;

– Разработване на безопасна, конкурентна и ефективна инфраструктура с водород (по отношение на време, капацитет, наличност и цени за зареждане).

Стационарни приложения: демонстриране на икономическата дееспособност на горивните елементи за производство на електрическа и топлинна енергия за битови и индустриални нужди, както и за последващи маркетингови сегменти

– Подобряване на комерсиализацията на комбинираното микропроизводство на електрическа и топлинна енергия (мощности <5 kWe) за битови нужди и демонстриране на неговата надеждност, която трябва да е сравнима със сегашните най-съвременни решения (газови котли/нагреватели или захранване от електропрепосна мрежа). Целта е постигане на цена от €5000 за 1 kWe + утилизирание на допълнителната когенерирана топлина за домакински нужди;

– Подобряване на комерсиализацията на големи системи (стекове) от горивни елементи (5 kWe÷1 MWe) за когенерирано производство на разпределена електрическа и топлинна енергия. Целта е достигане до ценови репер от €1500/kW и надеждни исторически конкурентни решения за водородно захранвани системи, както и €2000/kW за системи захранвани с природен газ.

Ранни комерсиални приложения: горивните елементи като конкурентна технология

Постигане на конкурентни цени спрямо традиционни решения като дизелови генератори, електрока-

ри и батерии. Тук системи от горивни елементи могат да послужат като гъвкави решения за:

– резервно захранване или отдалечени мощности, изолирани от глобални или регионални електроенергийни мрежи, достигащи цена по-малко от €700/kW;

– захранване на електрокари и мотокари, и други товароподемни машини и съоръжения за складове, летища, пристанища и пр., достигащи цена по-малко от €1000/kW;

– преносими и микрозахранващи мощности, достигащи по-ниска цена от €5000/kW.

Едновременно с това, за редица други приложения на горивните елементи също ще се проучва техническата и ценова осъществимост, съпоставена с традиционни решения и подходи, напр. инвалидни колички, превозни средства за багаж или наземно рулиране на самолети по летища, лодки, кораби и пристанищни съоръжения, трактори (захранвани с водород като продукт от отпадъчната биометанизация в селското стопанство) и пр.

Регулации и стандарти, предварителни нормативни проучвания и социални нагласи

Необходимо е:

– Гарантиране на единен набор от стандарти и регулации за мястото и обществената роля на водородните енергийни технологии и приложения;

– Разработване на предварителни нормативни проучвания за последващото внедряване на изпълнителни стандарти;

– Развитие и укрепване на добра обществена осведоменост.

Основни дейности

Производство и складиране на водород

– Инициативи за внедряване на изследователски и развойни програми по отношение на различни технологии, свързани с повишаване на ефективността на големи централизирани електролизни системи за производство на водород – 100 MW (50 t/ден);

– Демонстрации на подземно съхранение на водород (в GWh мащаби) и вследствие на това конверсии с капацитет 100+ MWe до 2020 г., напр. за приложения свързани с транспорт, подпомагане на газопрепосната мрежа или производството на химични суровини, използвани също енергоносители или енергийни горива, когато е необходимо;

– Внедряване на допълнителни R&D програми за редуциране на разходите и повишаване на енергийната ефективност на разпределени водородни производства (или такива от биомаса/биогаз) на електрическа и топлинна енергия към централните мрежи, при това в различна степен на подаване, в зависимост от момент-

ните нужди за балансиране на търсенето и предлагането;

– Инсталиране (до 2020 г.) на електролизни системи (или такива работещи на биомаса/биогаз), всяка с капацитет 50 t/ден водород, за разпределено производство на електрическа и топлинна енергия;

– Демонстрации (съвместно с други европейски индустриални инициативи) на поне 2 цялостни концепции за водородно енергийно съхранение: съхранение в електролизатори и/или риформинг на метанови пари/газификация с последващо улавяне и съхранение на въглеродните видове;

– Демонстрации на интегрирани въглеродно неутрални енергийни доставки за транспортни приложения, покриващи всички функции: от производство до доставка на местата за зареждане с гориво, включително и резервоари за стационарно съхранение, както и алтернативни методи за съхранение като твърдотелни, при високо налягане или хибридни решения.

Транспорт и презареждаща инфраструктура

– Провеждането на допълнителни изследвания относно електроенергийното управление и консумацията на влакови композиции, захранвани от горивни елементи, ще понижи технологичните разходи и същевременно ще увеличи експлоатационния живот, наличността и ефективността на такива релсови превозни средства;

– Изследователска и развойна дейности, насочени към редуциране на компоненти и системи в превозни средства и технологии за тяхното презареждане;

– Насърчаване на прехода от научни изследвания към производството на компоненти за превозни средства и технологии за презареждане посредством разработване на специални масови производства и ниско-ценови методи;

– Разработване на ниско-ценови методи с автоматични монтажни линии до 2020 г. с цел по-голяма интеграция на агрегати, които са електрически задвижващи от горивни елементи;

– Постигане на стабилна и конкурентна структура по веригата на доставките на компоненти за електромобили, задвижвани от горивни елементи в Европа;

– Поетапно въвеждане на инфраструктура за презареждане с водород, изградена като принос към европейската инициатива „Интелигентни градове“;



Фиг. 3. Водородна газстанция.

– Демонстриране на 1000+ водородни станции за презареждане, както и на няколко хиляди пътнически автомобили, задвижвани от горивни елементи до 2020 г. (фиг. 3);

– Десетки демонстрации на горивни елементи, използвани като спомагателни агрегати в самолети до 2020 г., както и още толкова демонстрации за морски приложения.

Стационарни приложения

Иновации, развитие и демонстрации (очакват се над 50 000 битови и поне 200 индустриални инсталации до 2020 г.) на системи от горивни елементи, използвани за микрокомбинирано производство на електрическа и топлинна енергия, като целта е намаляване на технологичните разходи, увеличаване на експлоатационния живот, достъпността и ефективността.

Ранни пазари

Те са свързани с провеждане на достатъчно изследователски и развойни програми за подобряване на технологията на горивните елементи. Така биха се постигнали цени, които са конкурентни на традиционни решения като дизелови генератори, двигатели, батерии и пр. От друга страна, провеждането на широкомащабни демонстрации при стартирането на всеки пазарен сегмент ще осигури бъдеща стабилна пазарна основа.

Регулации, стандарти, предварителни нормативни проучвания и социални нагласи

– Прилагането на индустриални и регулаторни стратегии, придружено с координационни функции,

Таблица 1. Общи инвестиции по основни сектори в областта на водородните енергийни технологии и горивните елементи (обществени и частни) за периода 2014–2020 г. (€ млрд.) [2]

Сектор	Иновации и развитие	Демонстративни програми	Подкрепа за пазарно въвеждане	Общо
Транспорт и презареждане	500	2171	9429	12100
Производство	330	492	984	1806
Стационарни мощности	1456	135	659	2259
Ранни пазари	830	178	409	1417
Регулации, стандарти, нормативни проучвания	150	150	0	300
Общо	3275	3126	11481	17882

значително ще подкрепи всички заинтересовани страни и ще доведе до развитието на международни стандарти;

– Трябва предварително да се идентифицират и адресират нормативните нужди, свързани с изследователската и развойна дейност, чиито резултати по този начин ще се насочват обратно към стандартизации и регулации;

– За общественото приемане на водородните технологии и горивните елементи роля ще изиграят провеждането и разпространението на информационни, образователни и рекламни дейности и обезпечаването на широк дискуссионен климат.

Всички по-горе идентифицирани дейности ще се реализират при една стремителна консолидация и взаимна координация между стратегическите енергийни технологични планове за европейски индустриални инициативи (SET-Plans EIPs), както беше инициатирано още в началото на този документ, а така също и посредством други подходящи партньорства с частично финансиране от ЕС [32]. Дългосрочни пионерни изследователски ориентирани научни изследвания ще бъдат рационализирани и изпълнявани в рамките на Европейския енергиен алианс (European Energy Alliance, EERA), като се има предвид, че материалоемки изследователски дейности ще бъдат приведени в съответствие с приоритетите, определени в глава „Горивни елементи и водород“ от стратегическите енергийни технологични планове за европейски индустриални инициативи.

Други действия

– Рамка за технологична оценка, съгласувана с тази на други европейски индустриални инициативи и имплементирана посредством „Европейската инициатива за информационни системи“ (SET-Plan Information Systems, SETIS), ще следи напредъка на „Инициативата по горивни елементи и водород“ (Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, FCH JU) на Европейската комисия. Това ще доведе до създаване на механизъм за събиране, проверка и сравнение на данни от изследователски и демонстративни дейности, както и до разпространяване и насочване на резултатите към съответни заинтересовани страни, посредством договорена рамка за споделяне на знания;

– Други инструменти на ЕС, платформени проучвания и най-добри практики, също ще разширят ползата от конкретен пазар и специализираните инструменти за финансиране на малки и средни предприятия (SME).

Индикативни цени – „Европа 2020“

Финансите, необходими за подпомагане на изследователските и развойни дейности, както и за демонстративните програми за водородни технологии и при-

ложения на горивни елементи, са в размер на около €6.4 млрд., за периода 2014–2020 г. Тези финанси съответстват на общата сума, необходима за обществената инвестиция (ЕС + национална + частна) и обхващаща научноизследователските и иновационни дейности в SEC (2009 г.) 1295 [30].

Разбивката относно финансовите усилия за всяко от действията, разгледано по-горе, е представена в таблица 1. Научноизследователската и развойната дейности изискват финансиране от около €3.3 млрд., а около €3.1 млрд. са необходими за подкрепа на демонстративни програми. Тези суми, обаче, не отчитат необходимото финансиране в подкрепа на първоначалното пазарно въвеждане на водородните технологии и горивните елементи с цел до 2020 г. да се достигнат обемите, посочени в досега разгледаната технологична пътна карта. В допълнение към последното може да се спомене, че е необходим специален подход към тези допълнителни финансови нужди (около €11.5 млрд.), които ще трябва да се инициират от държавите членки на ЕС, като за тази цел ще се използват разнообразни и иновативни схеми за финансиране [31].

Литература

1. <https://fuelcellworks.com/archives/2015/09/23/ene-farm-installed-120000-residential-fuel-cell-units/>
2. http://www.iphe.net/docs/Meetings/SC24/Education/02_Japan_IPHE_Outreach_Grenoble.pdf
3. <http://www.caranddriver.com/hyundai/tucson-fuel-cell>
4. <https://www.hyundaiusa.com/tucsonfuelcell/>
5. http://www.sustainablebrands.com/news_and_views/brand_innovation/mike_hower/toyota_opens_5680_patents_spur_hydrogen_fuel_cell_innovat
6. http://www.toyota-global.com/events/motor_show/2015-tokyo/fcv-plus/
7. <http://www.autoblog.com/2015/10/28/toyota-fcv-plus-tokyo-2015/>
8. https://en.wikipedia.org/wiki/Toyota_Mirai#cite_note-transportevolved-6
9. <http://newsroom.toyota.eu/newsrelease.do?sessionId=FE114376C1C6C45A7DBBEEF46D521FF9?&id=4124&allImage=1&teaser=toyota-ushers-future-launch-mirai-fuel-cell-sedan&mid=>
10. <http://www.h2euro.org/2015/the-wait-is-over-the-toyota-online-fcev-order-form/>
11. <https://www.toyota-europe.com/world-of-toyota/articles-news-events/2014/the-toyota-mirai.json>
12. <http://www.autoblog.com/2015/08/12/first-toyota-mirai-fuel-cell-vehicles-arrive-europe/>
13. <http://www.hybridcars.com/toyota-mirai-goes-on-sale-with-2000-preorders/>
14. <http://blog.toyota.co.uk/toyota-mirai-production-increased>
15. http://corporate.honda.com/environment/fuel_cells.aspx?id=fuel_cells_fcx
16. <http://www.nytimes.com/2005/06/05/automobiles/honda-fcx-what-a-gas-a-week-in-suburbia-with-a-hydrogen-honda.html>
17. <http://www.japantimes.co.jp/news/2016/03/10/business/honda-debuts-clarity-first-mass-production-hydrogen-car/#.Vv0kDPmLTIV>
18. <http://www.carscoops.com/2016/01/honda-clarity-priced-at-60000-in-us.html>
19. <http://www.worldfinance.com/markets/japan-opens-its-doors-to-hydrogen-power>
20. <http://gas2.org/2015/10/26/400-hydrogen-fueling-stations-across-germany-by-2023/>
21. http://www.sustainablebrands.com/news_and_views/cleantech/mike_hower/hydrogen_cars_three_times_range_evs_emit_only_h20

22. <http://www.arb.ca.gov/msprog/zevprog/hydrogen/hydrogen.htm>
23. http://www.japantimes.co.jp/news/2016/01/26/business/corporate-business/kawasaki-heavy-joins-hydrogen-economy-project/#.Vv_UWvmLTIU
24. <http://bigstory.ap.org/article/eec152cfb1df46efb60cdd44cff1c977/toyota-partners-wind-power-hydrogen-fuel-cells>
25. http://www.chinadailyasia.com/business/2016-03/14/content_15400247.html
26. http://www.japantimes.co.jp/news/2016/03/08/business/wind-power-produce-hydrogen-fukushima/#.Vv_WO_mLTIU
27. http://energia.elmedia.net/bg/news/%EF%FA%F0%E2%E0%F2%E0%E2%F1%E2%E5%F2%E0%E2%EE%E4%EE%F0%EE%E4%ED%E0%E5%EB%E5%EA%F2%F0EE%F6%E5%ED%F2%F0%E0%EB%E0%EE%F2%EA%F0%E8%F5%E0%E2%E8%F2%E0%EB%E8%FF_00037.html
28. [https://en.wikipedia.org/wiki/Cracking_\(chemistry\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Cracking_(chemistry))
29. <http://www.reuters.com/article/us-enel-idUSTRE66B4KB20100712>
30. Commission Staff Working Document (SEC(2009)1295) accompanying the *SET-Plan Investment Communication* (COM(2009)519).
31. NEW-IG, „Fuel Cell and Hydrogen technologies in Europe 2014–2020“, www.new-ig.eu, Oct. 2011.
32. European Green Car Initiative launched under the EU Recovery Plan, 2008.

Global warming and hydrogen economy

T. B. Tzvetkoff

*Bulgarian Hydrogen Society, 8 Kliment Ohridski Blvd.,
1756 Sofia, Bulgaria*

*Fax: +359-2-8682036; e-mail: office@bgh2society.org;
www.bgh2society.org*

It is pointed out that the global warming observed over the last decades has been caused primarily by combustion of fossil fuels, the main product of which is carbon dioxide (CO₂), whose content has grown significantly since the start of the Industrial Revolution. This leads to sudden climate changes producing natural cataclysms

of varied nature, the intensity of which is expected to increase sharply. Successful counteraction to humanity is in the rapid development of the hydrogen economy through cooperation between the industry, the academic community, the state and the regulatory bodies of the individual countries, both on a pan-European and global scale. In this regard, the concept has been clarified and the implementation of strictly programmed phases concerning the strategy for the development of the hydrogen economy has already been started. The role of subsidies in the complex process of provision with hydrogen stations for charging hydrogen vehicles and energy systems, their distribution and technological and price optimization is considered. The ultimate goal of the Europe 2020 strategy is a gradual transition to an inclusive and low-carbon economy for a steadily rising reduction of greenhouse gas emissions and mainly CO₂ by 2050. This will allow the environment to be healthier for society, and innovation will provide enormous technological opportunities for European and world economies. At the same time, the role and responsibility of the industry will grow by increasing proximity to the fuel elements and hydrogen technology market, and the roles of state and regulatory authorities will grow, too. It is underlined that bringing together a variety of sources will increase the resources that are indispensable to unleash the potential of fuel elements and propulsion technologies. In addition to traditional funding schemes, development and more adapted mechanisms for the market introduction of fuel elements and hydrogen technologies are underway. Additional strategies for implementing research, including developments for advanced low carbon technologies, are in progress. Attention is drawn to the strategic and technological objectives of transforming European energy and transport systems into cleaner, more efficient and more market-savvy ways to take advantage of the properties of hydrogen as a non-polluting environment.