ВОДОРОДЪТ – ЕНЕРГИЯ ЗА БЪЛГАРИЯ

Александър Садовски

HYDROGEN - ENERGY FOR BULGARIA

Alexander Sadovski

Abstract: The purpose of this work is to identify and present the opportunities for Bulgaria to use hydrogen as an energy source. Today's primary energy sources are mostly non-renewable - coal, oil, natural gas and conventional sources of nuclear energy. There are also renewable sources such as falling water, solar radiation, plants, manure, wind and geothermal sources. Theoretically, all types of energy sources can be used in Bulgaria, but each has its advantages and disadvantages or risks in terms of human health impact, of environmental and economic perspective.

Still many governmental bodies and some of the scientific community underestimated the threat to the ozone layer caused by combustion processes and emissions from thermal power plants (TPPs) and transport. The problem of global warming and the preservation of the ozone layer will encourage Bulgaria to focus efforts and resources for using hydrogen as an energy source.

The Black Sea is the world's largest body of water containing H_2S and hydrogen sulfide layer that begins about 200 meters below the surface. The total supply of hydrogen sulfide in the Black Sea is estimated at about 4.6×10^9 tons. Interest in that reserve is manifested by the countries around the Sea - Turkey, Ukraine, Romania, Russia, Bulgaria and Georgia. Methods for extracting hydrogen from hydrogen sulfide are in development. There are concerns that the increase of hydrogen sulfide in the Black Sea may cause huge environmental disaster that can be countered by its reduction and use.

Key words: Energy sources, Hydrogen, Hydrogen sulfide, Ozone, Black Sea, Environmental protection.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

През последното десетилетие социално-икономическото развитие на страната ни протича все повече под влиянието на екологичния фактор. Това се проявява преди всичко в необходимостта от рационално използване и опазване на природната среда.

Най-големите екологични проблеми на съвременната енергийна система е използването на течни горива и въглища. Световните тенденции за решаването им посочват три главни насоки на изследователска и развойна дейност - възобновяеми енергийни източници; ефективно използване и съхранение на енергията; и безопасно използване на ядрената енергия [1].

Целта на настоящата работа е да се определят и представят възможностите на България да използва водорода като източник на енергия. Днешните първични източници на енергия са предимно невъзобновими - въглища, нефт, природен газ и конвенционалните източници на ядрена енергия. Има също възобновяеми източници като падащата вода, слънчевото лъчение, растенията, оборският тор, вятърът и геотермалните източници. Теоретично всички видове източници на енергия могат да бъдат използвани в България, но всеки от тях има свои предимства и недостатъци или рискове от гледна точка на здравето на хората, на

въздействието върху околната среда и от икономическа гледна точка.

През последните години в България активно се работи по използването на ветровата и слънчевата енергия. Изследванията върху способността на териториите да използват енергията на вятъра и тяхното категоризиране позволяват по-детайлно определяне на районите в страната, където е целесъобразно и икономически изгодно да се създават ветрови ферми [2, 3]. Други изследвания [4, 5, 6] потвърждават добрите възможности за използване на слънчевата енергия. Друг възобновяем енергиен източник, който неоправдано е подценяван, се явяват термалните минерални води [7].

Съществува още един, досега неизползван в България източник на енергия и това е ВОДОРОДЪТ.

2. ЗАПАЗВАНЕ НА ОЗОНОВИЯ СЛОЙ

Интересът на автора към водорода (Hydrogen) възникна през 1995 година, когато бе установен контакт с Edwin Maley, Президент на компанията Advanced Energy Corporation от Флорида, САЩ. Тази компания разработва, произвежда и продава машини и оборудване, свързано с технологии на възобновяеми енергийни източници. Дискутиран бе проблемът

за глобалното затопляне и запазването на озонния слой, както и перспективите пред България да използва водорода като източник на енергия.

Известно е, че хлоро-флуоро-въглеродите (CFCs) се считат за главни разрушители на озона. Все още много правителствени органи и известна част от научната общност подценяват заплахата за озонния слой, предизвикана от горивните процеси и емисиите от топло електроцентралите (ТЕЦ) и транспорта. Тези емисии също имат голям принос за киселинните отлагания, които вредят на човешкото здраве, растителността и морския живот.

Нека разгледаме известните химични реакции:

Очевидно е, че серният двуокис, азотният окис и въглеродният окис са не по-малко разрушителни за озонния слой, отколкото са хлоро-флуоро-въглеродите.

Тъй че призивът на Edwin Maley за нов, по-ефективен и безопасен източник на енергия, по-специално ВОДОРОДА, е в съгласие със съвременните научни виждания. Известният руски учен и лауреат на нобелова награда П. Капица предсказва, че главната насока на развитие в производството на енергия през 21 век ще бъде водородната енергия [8].

При изгарянето на водорода се получават безвредни водни пари:

Ето защо водородът е най-екологосъобразния източник на енергия. Беше направено предложение за съвместен проект, финансиран от Американското правителство и компанията Advanced Energy Corporation, което бе изпратено на Президента Петър Стоянов. За съжаление тази инициатива бе подмината без отговор от Президента и неговите съветници.

3. ИЗТОЧНИК НА ВОДОРОД

Черно море е най-големият в света воден обект, съдържащ H_2S . Известно е, че на дълбочина под 50 метра дълбоките слоеве на Черно море са огромен склад на сероводород. Дължейки се предимно на природните условия, над 90% от Черно море са лишени от кислород. Това е най-голямата "мъртва зона" в света, където не съществува кислород. Само тънък слой на повърхността съдържа кислород и тя е мястото, където почти целият морски живот съществува. Общото количество на сероводород в Черно море се оценява на около $4,6 \times 10^9$ т.

Общото производство на сероводород в седиментите на морето се оценява на около 10 000 тона на ден и тази цифра продължава да нараства. Това се равнява на потенциално над 500 тона дневно производство на водород.

Сероводородът е мощна отрова и взривно вещество. Той е запалим газ, който при изгаряне дава съответното количество топлина. С други думи, гориво, което може и трябва да се използва. По време на горенето на сероводород от реакцията: $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{SO}_2$ се генерира топлина около 268 ккал (при излишък от кислород). Сравнете количеството на топлината, отделена при изгарянето на водород в кислород от реакцията: $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ (около 136,8 ккал). Тъй като първата реакция произвежда серен двуокис (вреден продукт), разбира се че е по-добре да се използва водород като гориво, получено от сероводорода. Декомпозицията на една молекула H_2S изисква значително по-малко енергия (около 14 пъти), отколкото освободената енергия от изгарянето на получения водород.

Интерес към този огромен резерв от енергия проявяват страните около това море – Турция, Украйна, Румъния, Русия, България и Грузия (виж картата на Фиг. 1.).

4. ЕКОЛОГИЧНИ ПРОБЛЕМИ

Средната дълбочина на Черно море е 1100 м, а максималната дълбочина е 2206 м. Дължината му от Запад на Изток е 1206 км, а ширината от Север на Юг е 705 км. От Фиг. 2 се вижда, че повърхностния слой, който съдържа кислород и в който има живот, има дълбочина до около 150 м.

Естеството на посочените по-горе слоеве остава неясно [9]. В момента може само да се обсъждат възможните причини за тяхното развитие.

Фиг. 1

През XX век в резултат на замърсяването на морската среда от органични антропогенни вещества сероводородната зона е нараснала от дълбините на 25 - 50 метра от повърхността. В дълбините на Черно море сероводородният слой изглежда относително стабилен, но големи промени в притока на прясна вода или процеси на физическото смесване могат да предизвикат промени в границите на сероводорода, които могат да имат отрицателно въздействие върху екосистемата като цяло.

Фиг. 2

С органична материя и отпадъци от водни артерии, които се изливат от 17 страни в Черно море, това море има сериозни проблеми със замърсяването на околната среда. Концентрацията на разтворените частици органични вещества намаляват с дълбочината. В по-горните

слоеве, те са контролирани от входа и дишането на фотосинтетичния процес и от доставки от реките. Но речните източници носят разтворена и неразтворена органична материя от различен произход. Заслужава внимание информацията от Табл. 1.

При това, биологичното разнообразие на Черно море е намаляло драстично през последните 40 години. Големите органични отпадъци от непречистени води и други източници подхранват цъфтежа на водорасли, които в крайна сметка ограбват кислорода на водата при разлагането на миниатюрните растения. Прекомерният риболов, промишлените замърсители, както и неотдавнашната инвазия на чужди медузи, доставени чрез баластните води от чуждестранни кораби, са сред многото други фактори, които също са взели своя дан от това древно море.

Хидрохимичната околна среда се измества от кислородна към безкислородна, тъй като бактериалното разлагане на потъналата биомаса използва всички свободен кислород. Някои видове бактерии екстремофили са способни да използват сулфати при окисляването на органични материали, което води до създаването на сероводород. Това дава възможност за утаяване на сулфиди, като железни сулфиди пирит и железен моносулфит, както и разтваряне на карбонатна материя като калциев карбонат, намиращ се в черупки.

Изследователи предупреждават, че при голямо земетресение подводният резерв от сероводород, с обем от милиарди кубически метри, може да излезе на повърхността и да се възпламени моментално в контакт с въздуха. Според някои експерти и учени детонацията на сероводород в Черно море би имала мощност еквивалентна на Хирошима [10]. В същото време

последниците от катастрофата ще бъдат сравними с тези, ако астероид с маса 2 пъти по-малка от масата на Луната удари нашата планета.

Изследователите считат, че с разумни действия на човека и правилни химични технологии този проблем може да получи екологичното си решение.

Table 1. Total Nitrogen and Phosphorus Pollutant Loads in the Black Sea (GEF, Report 1996)

Sources	Total Nitrogen (TN) Pollutant Loads				Total Phosphorus (TN) Pollutant Loads			
	Domestic (t/y)	Industrial (t/y)	Riverine (t/y)	SubTotal (t/y)	Domestic (t/y)	Industrial (t/y)	Riverine (t/y)	SubTotal (t/y)
Bulgaria	2.482	71.000	1.985	75.467	693	0	432	1.125
Georgia	1.577	7	1	1.585	435	0	0	435
Romania	877	44.394	102	45.373	260	254	14	528
Russia	414	1	13.076	13.491	502	2	533	1.037
Turkey	5.430	578	32.000	38.008	2.188	69	3.600	5.857
Ukraine	9.514	30.954	2.362	42.830	2.577	1.699	362	4.638
National	20.294	146.934	49.526	216.754	6.655	2.024	4.941	13.620
Danube				345.660				25.440
Dnieper				11.180				3.970
Dniester				22.750				980
Don				7.048				3.386
Sea of Azov				43.900				3.100
International				430.538				36.876
Total				647.292				50.496

5. ИЗСЛЕДВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ

Както посочва Baskind [11] проблемът на идеята за водородна икономика - миграцията на нашата енергийна инфраструктура от изкопаеми горива към чисто изгаряне на водород - винаги е била стойността на производството му. Въпреки че няма недостиг на водород на планетата, необходима е енергия, за да се освободи газът от изобилното му състояние в морската вода. Намирането на икономичен източник на водород ще добави важен инструмент към портфолиото на технологиите на чиста енергия в новия век.

Интензивна изследователска работа по възможностите за използване на водорода от Черно море се извършва от редица турски учени. S.Z. Baykara и др. от Техническият Университет в Истанбул [12] разглеждат различни методи за разлагане на H_2S , включително термичен, термохимичен, електрохимичен, фотохимичен и плазмохимичен метод. Те извършват инженерингова оценка по отношение на производство на водород от H_2S в Черно море, използвайки процеса за производство, основан на каталитичния слънчево-термолизен подход.

Обсъжда се възможността за модулна фабрика за производство в голям мащаб. A Demirbas [13] счита, че методът на едно-стъпкова термична декомпозиция изглежда е по-подходящ за производство на водород от H_2S . След извличането на сероводорода от Черно море е възможно неговото съхранение като газ в подземни пещери по бреговата линия на морето [14].

Украински учени също провеждат изследвания по алтернативната сероводородна енергетика въз основа на ресурсите от Черно море [15]. Добивът и преработката на сероводорода може да даде съществена добавка към енергетичния баланс на Украйна (около 10% от енергията, произвеждана от АЕС). Предложен е икономически изгоден метод за издигане на сероводорода от морската вода [16].

През ноември 2004 г. румънското Министерство на образованието и изследвания предложи секторен план за изследвания и развитие, който има за цел подкрепа на румънската конкурентоспособност на икономиката и подготовка за интегриране в европейското пространство за научни изследвания и влизане в ЕС. Един от проектите е „Интегрирана платформа за разработ-

ване на водород и горивни клетки". Той включва: производство на водород чрез реформиране, съхранение на водород върху метални хидриди, пречистване на водорода и разработване на нова горивна клетка на базата на галванично изгаряне на място на H_2S от Черно море [17].

Д-р Константин Петров от Института по Електрохимия и енергийни системи на БАН разработва проект за производство на водород, сярна и чиста вода от сероводорода на Черно море като се използват зелени източници на енергия като слънцето и вятъра [18]. Използването на зелена енергия за производство на сладка вода, водород и сярна от H_2S във водите на Черно море се очаква да доведе до големи икономически и екологични ползи за хората, живеещи в района.

В съобщение на проф. Венко Бешков от Института по инженерна химия при БАН [19] се казва, че е разработена технология, с която от сероводорода на морската вода може да се получи водород като практически неизчерпаем източник на енергия. Разработката, която учените правят съвместно с "Екозона" АД, е на ниво "пилотни изследвания". Проектът е финансиран от Националния иновационен фонд в Министерството на икономиката.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящият обзор и изследване показват големите възможности на България да използва водорода като източник на енергия. Този възобновим енергиен източник напразно е подценяван у нас. Проблемът за глобалното затопляне, запазването на озонния слой и нуждите от нетрадиционни източници на енергия ще стимулират България да насочи усилия и ресурси към разработки за производство на водород, сярна и чиста вода от сероводорода на Черно море. Необходимо е успоредно с по-широкото използване в страната на възстановяеми източници на енергия като водна енергия, ветрова енергия, слънчева енергия, геотермална енергия и биоенергия, целесъобразно е да се изготви и приеме национална програма за усвояване и използване на водорода от сероводорода на Черно море.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ahearne J. F. - First forum on science and technology goals: The environment. In: S. Raymond (Ed.) Science, technology and the economic future. New York Academy of Sciences 1998.

2. ЕНЕРГОПРОЕКТ ЕАД - Изследване за България насочено към глобалните проблеми на изменение на климата. Обобщен краен доклад, София, 1996.

3. Садовски А., Л.А. Садовски, Вятърът – алтернативен източник на енергия за България, Екол. инж. и опазване на околната среда, № 1, 2003, 9-14.

4. Kanev St., St. Lingova, Use of Solar Radiation. In: Problems of Energetics in Bulgaria, Nauka I Izkustvo, Sofia, 1977.

5. Lingova St., Radiation and Light Regime in Bulgaria, Bulg. Acad. Sci. Publ. House, Sofia, 1981.

6. Sadovski L. A., A.N. Sadovski - Geographic information systems - Indispensable tool for Ecology. J. Balkan Ecology, Vol. 1, 3, 1998, 9-15.

7. Sadovski A., L.A. Sadovski, Spatial distribution and Statistical analysis of Mineral Waters in Bulgaria, J. Balkan Ecology, Vol. 6, 1, 2003, 5-14.

8. Капица П.Л., Полезное получение энергии от термоядерных реакторов, Писма в ЖЭТФ, т. 22, 1975, 20.

9. Neretin L.N., I.I. Volkov, On the vertical distribution of hydrogen sulfide in deep waters of the Black Sea, Oceanology, Vol. 35, No. 1, August 1995.

10. Kakoli R., The catastrophe of the Black Sea, Mysterious World, May 29, 2010.

11. Baskind Ch., Harvesting Black Sea pollution to produce energy, Lighter Footstep, March 2009.

12. Baykara S.Z., E.H. Figen et al., Hydrogen from hydrogen sulphide in Black Sea, Int. J. of Hydrogen Energy, Vol. 32, 9, 2007, 1246-1250.

13. Demirbas A., Hydrogen Sulphide from the Black Sea for Hydrogen Production, Energy Education Science and Technology, Vol. 21, 20, 2008, 109-115.

14. Haklidir M. et al., Possibilities of Production and Storage of Hydrogen in the Black Sea, WHEC – Lyon France, 16 / 13-16 June 2006.

15. Неклюдов И.М., Б.В. Борц и др., Альтернативная сероводородная энергетика Черного моря, Int. Sci. J. for Alternative Energy and Ecology, No. 12, 44, 2006.

16. Москвитина Ю.К. и др., Способы подъема сероводородной черноморской воды с заданных глубин, Сб. науч. статей XIV Международ. науч.-техн. конференции „Экология и здоровье человека. Охрана воздушного и водного бассейнов”, Щелкино, АР Крым, 4-8 июня 2007, т. 2, 206-207.

17.Stanciu V., The Hydrogen and Fuel Cells Technology Platform in Romania, 7th Meeting of Mirror Group, Brussels, September 09, 2005.

18.Petrov K., Scientific project of Hydrogen production from H₂S in the Black Sea and industrial

waters using “green energy”, In: Intern. Conf. Regional cooperation in the Black sea and Danube regions, Sofia, 16-17 November, 2007.

19.Бешков В., Правим енергия от Черно море, Новости, БАН, 2007.

Проф. Александър Н. Садовски

Академик на МАНЕ

Тел. 02-981-5586

e-mail: alexsad@hotmail.com

Prof. Alexander N. Sadovski

Academician of the IEAS

Phone: 02-981-5586

e-mail: alexsad@hotmail.com