



2. *Newman J. C. An empirical stress intensity factor equation for the surface crack / J. C. Newman, I. S. Raju // Int. J. Fract. Mach. – 1981. – 15, N 1/2. – P. 185 – 192.*

УДК 539.21:669.01:548

ВОДЕНЬ ЯК АЛЬТЕРНАТИВНИЙ ТА ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИЙ ЕНЕРГОНОСІЙ

Ю.Б.Басараба, Т.І.Луцишин

*Івано-Франківський національний технічний університет
нафти і газу*

*76019, м.Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15
yubasaraba@ukr.net*

На сьогодні майже 85 % енергії людство отримує із викопних ресурсів, таких як нафта, газ, кам'яне вугілля, торф, які є вичерпними. Прогнозується, що запасів цієї енергомісткої сировини людству, можливо, вистачить тільки на 100-160 років. Вичерпність викопного палива і зумовлені його використанням "парникові ефекти", які негативно впливають на екологічну ситуацію та спричиняють глобальне потепління планети, роблять надзвичайно актуальним розвиток нових підходів до енергетичного забезпечення людства. Радикальним чином вирішити енергетичну проблему можна тільки завдяки впровадженню альтернативних та відновлюваних джерел енергії. Таке впровадження передбачає використання водню як пального, розробку високоенергоємних хімічних джерел струму і накопичувачів енергії (зокрема паливні комірки, металогідридні джерела струму, літєві хімічні джерела енергії), біопаливо, використання гідроелектроенергії малих та гірських рік, енергії геотермальних вод, енергії Сонця, вітру, енергії за рахунок спалювання відходів тощо. За прогнозом Світового енергетичного конгресу за рахунок альтернативних енергогенеруючих систем у 2020 р. планувалося забезпечити 5,8 % загального енергоспоживання планети. Високорозвинені країни (США, Японія, Євроспільнота та інші) планували довести частку альтернативного енергоспоживання до 20 % [1,2].

Чому останнє десятиліття серед глобальних шляхів вирішення енергетичних проблем людства інтенсивно обговорюється можливість використання водню як ефективного палива? Теплотворна здатність водню складає 142 МДж/кг і за

цим показником він є в 3 рази ефективнішим за бензин. Проте водень в чистому вигляді практично не зустрічається на нашій планеті, а отже його треба добувати. Основним джерелом сировини для водню є вода, запаси якої на Землі практично необмежені (хоча водень також отримують як супутній продукт в ряді хімічних виробництв, металургійних процесів тощо). Добутий газоподібний водень треба зберігати, транспортувати та спалювати, ефективно перетворюючи та використовуючи виділену енергію. Єдиним продуктом спалювання водню є вода, а отже він є абсолютно "екологічно-прийнятним" паливом. Його використання не буде викликати різного роду парникових ефектів, які ми маємо при спалюванні вугілля чи вуглеводнів. І це в свою чергу повинно допомогти вирішити серйозні екологічні проблеми, зокрема, і такі глобальні як потепління клімату на планеті. Ці дві базові переваги водню як палива унаочнені у вигляді діаграм (рис. 1).

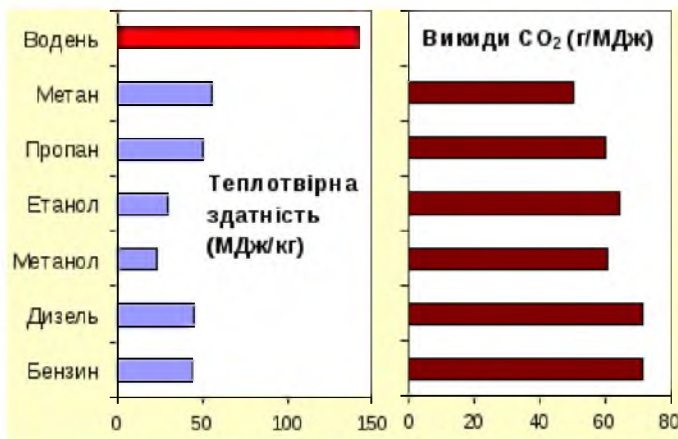


Рис. 1. Порівняльні діаграми теплотвірної здатності та викидів вуглекислого газу при спалюванні водню та інших видів палива [2].

Водень давно використовується як паливо в космічних програмах типу "Space-Shuttle". Проте поряд з такими унікальними програмами існує багато пілотних і реально діючих проектів використання водню як палива в побуті, промисловості та на транспорті. Практично кожна потужна автомобільна компанія розробляє або вже має готові моделі авто, що працюють на водневому паливі. При тому, цій проблемі



присвячуються не тільки наукові чи економічні форуми, спеціалізовані журнали чи видання, наукові проекти великих компаній та корпорацій але і довгострокові програми на рівні держав чи міждержавних об'єднань. Тим не менше актуальною проблемою залишається правильна оцінка перспектив водневої енергетики, можливість її широкого впровадження та складність тих проблем (наукових, технологічних та організаційних), які треба буде вирішити для створення економічно конкурентних проєктів (матеріалів, технологій та пристроїв).

Водень відноситься до горючих газів з підвищеною пожежо- і вибухонебезпечністю. Цьому сприяють широкі концентраційні межі горіння і детонації, висока швидкість поширення вогню (у 8 раз вища, ніж метану), а також низька (в 14,5 раз менша, ніж метану) мінімальна енергія спалаху. Разом з тим низька густина і висока дифузійна здатність водню сприяють швидкому зниженню його концентрації на відкритій місцевості і у вентиляційних приміщеннях.

На даний час технології великомасштабного виробництва і переробки водню є добре освоєні. Щорічне світове виробництво водню на кінець 1990-х рр. складало ~40-45 млн. т або ~450- 500 млрд. м³. Вказані об'єми є значними і відповідають 20-25 % щорічного видобутку природного газу. Більшу частину водню отримують методом парової конверсії або часткового окислення вуглеводневої сировини, головним чином, природного газу. Слід зазначити, що на даний час лише 62 % водню виробляють як кінцевий продукт, решта 38 % являються побічним продуктом інших виробництв (нафтопереробка, коксохімія та інші). До останнього також відноситься весь водень, який одержують електролізом (виробництво хлору і каустичної соди).

Коли ми зустрічаємося з твердженнями, що на Землі є необмежені запаси водню і не уточнюємо в якому стані є цей водень, то це може бути причиною першого і дуже суттєвого непорозуміння. Пам'ятаймо – на земній кулі є дуже великі запаси води, а це є продукт спалювання водню. Для того щоби добути з неї водень у вільному стані потрібно затратити енергію, при цьому кількість цієї енергії повинна бути більшою за ту, яку ми отримуємо в результаті спалювання добутого водню. Тому можемо і маємо говорити не про водень як про вичерпне паливо, але лише як про енергоносіє який треба добувати (і який володіє двома суттєвими перевагами – екологічна толерантність і найвища теплотвірна здатність). Водень для енергетичних потреб планують виробляти як традиційними методами: електролізом води та конверсією природного газу чи вугілля, так і за новими технологіями: біохімічною переробкою, термічним розщепленням води, взаємодією різних речовин (наприклад



алюмінію) з водою тощо. Для всіх цих методів одержання водню необхідно затрачати енергію, часто мова ведеться про використання ядерної чи термоядерної енергії, а також про використання надлишкової енергії циклічних процесів (енергії сонця, припливів, пікові навантаження/споживання гідроелектроенергії) тощо. Пріоритетним напрямком вважається електролітичне виробництво водню з води з використанням відновлюваних джерел енергії чи ядерної енергетики.

Створення ефективних технологій одержання, акумулювання-транспортування і спалювання водню та їх впровадження на практиці має стати основою водневої енергетики з названими вище перевагами. Використання енергії сонця для добування водню з його подальшим спалюванням може стати основою сонячно-водневої енергетики, яка в майбутньому має суттєво зменшити залежність людства від викопного палива.

Водень також найлегша з існуючих речовин, тому його ефективне зберігання є складною проблемою. Головний недолік водню – дуже низька об'ємна густина енергії. Один кілограм газоподібного водню за кімнатної температури і атмосферного тиску займає об'єм 11,2 м³ і для забезпечення 100 км пробігу автомобіля з водневим паливним елементом необхідно мати на борту ~11 м³ газоподібного водню. Отже, слід розробити ефективні методи його компактного зберігання. Серед таких методів є компресування чи зрідження водню, а також його зв'язування в хімічних сполуках (металогідридах, комплексних гідридах, вуглецевих наноматеріалах, складних органічних сполуках тощо), з яких його за певних умов можна отримувати і використовувати.

Але використання водню на борту автомобіля прямим згорянням у двигуні внутрішнього згоряння є можливим але неефективним процесом. Зараз інтереси багатьох дослідників спрямовані на роботу водень-кисневих паливних елементів, в яких в результаті спалювання водню генерується електричний струм (процеси електрохімічного окислення водню та відновлення кисню відбуваються на розділених електродах). Під час згоряння 1 м³ водню в тепловій енергоустановці з ефективністю 15-20 %, виділяється від 0.45 до 0.6 кВт·год енергії. Генерування енергії паливним елементом з ефективністю 40...60 % становить від 1.2 до 1.8 кВт·год/м³ Н₂.

Звичайно можуть бути різними погляди оптимістів та скептиків на майбутнє водневої енергетики, різними можуть бути і терміни впровадження систем альтернативної енергії, проте враховуючи аргументи приведені вище (екологічна



толерантність водню як палива та ефективність його спалювання в паливних комірках) майбутнє цієї пари виглядає безальтернативним. Зараз лише зазначимо, що болюча енергетична тема для України (мається на увазі її забезпеченість нафтою і газом) робить розвиток альтернативної енергетики для неї дуже актуальним завданням. І якщо ставити собі за мету розв'язати такі завдання то обов'язково треба добитися чіткості як в поставлених завданнях так і в планах їх досягнення. Іншим важливим моментом організації в масштабних наукових проєктах повинна бути підготовленість і оснащеність лабораторій, які беруть в ньому участь..

1. Б. П. Тарасов, М. В. Лотоцкий. Водород для производства энергии: проблемы и перспективы. Альтернативная энергетика и экология. 2008. № 8. С.72-90.

2. В. А. Яртись, О. Б. Рябов, М. В. Лотоцкий. Матеріалознавство та структурна хімія металогідридів. – Львів: СПОЛОМ, 2006. – 288 с.

УДК 621.643:621.644

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПОЛІМЕРНИХ ПОКРИТТІВ У НАФТОГАЗОВІЙ ГАЛУЗІ

М. В. Панчук, М. Б. Бігун

*ІФНТУНГ, 15, вул. Карпатська, м. Івано-Франківськ,
76019. E-mail: ztk@nung.edu.ua*

У технологічних системах видобування, збирання, підготовки, транспорту і зберігання нафти і газу використовують різноманітні види обладнання і споруд основного та допоміжного призначення, у багатьох випадках достатньо технічно складні і металоємні.

До найбільш відповідальних видів обладнання та споруд, від безаварійної роботи яких безпосередньо залежать видобуток і підготовка нафти і газу, ритмічне постачання споживачів і безперебійна робота промислових підприємств, відносяться підземне і наземне обладнання свердловин, розгалужена мережа