

Доцент, к.т.н. Буслова Н.В., бакалавр Крутяков С.Д.

*Національний технічний університет України “Київський політехнічний
Інститут імені Ігоря Сікорського”*

Водень у енергетиці та перспективи його використання

Рівень розвитку цивілізації і зміна етапів історії більшою мірою характеризуються типом основних використовуваних енергоносіїв. Зміна енергоносіїв - це важкий і завжди довгий процес, при цьому можна побачити всі його етапи, зміни технологій та технологічних способів виробництва. Так перехід від дров до вугілля тривав приблизно два сторіччя, нафта витісняла вугілля не менше ніж 70 років, газ займав своє місце 60 років, а у другій половині XX сторіччя сформувалася вуглеводнева енергетика, яку можна побачити сьогодні. Але подальший її розвиток приведе людство до всесвітньої економічної та екологічної катастрофи. Більшість родовищ традиційних джерел енергії вже серйозно виснажені або вичерпані, а потреба в них тільки зростає. Це, у свою чергу, посилює парниковий ефект, збільшення озонових дір, забруднення атмосфери та кислотних дощів. Тому енергетика світу в значних масштабах переходить до відновлювальної енергетики і використання нового енергоносія - водню.

Водень - найпоширеніший елемент у всесвіті. Своїм існуванням ми задов'язані енергії горіння водню на Сонці. У вільному стані та при нормальних умовах водень – газ без кольору, запаху та смаку. Як правило, він знаходиться у комбінації з іншими елементами, наприклад, кисень у воді, вуглець в метані та у органічних сполученнях. Охолоджений до рідкого стану водень займає 1/700 від об'єму газоподібного стану. Також він при сполученні з киснем має найбільшу енергію на одиницю маси 120,7 ГДж/т (через це він використовується як паливе для ракет). При спалюванні в чистому кисні все, що виділяється, – це тепло та вода, тобто при використанні водню не утворюється парникових газів. Пороте, незважаючи на такі видатні властивості, водень залишається майже незатребуваним: у 2018 році було видобуто 4,4 млрд

тон нафти та 3,86 трлн м³ природного газу, а водню всього лише 70 млн тон, це у 6285 разів менше ніж нафти і у 5514 разів менше ніж газу.

Оскільки водень майже не зустрічається у чистому вигляді, тому його потрібно виділити з інших сполучень. Використовуються такі методи:

- парова конверсія метану і природного газу;
- газифікація вугілля;
- електроліз води;
- піроліз;
- часткове окислення;
- біотехнології.

На сьогоднішній день найбільшого застосування знайшли методи виробітку водню з природних органічних палив. Основною технологією є парова конверсія метану. Такий процес відділення водню від вуглецевої основи в метані проходить у трубчастих печах при зовнішній подачі тепла і температурах 750-800 °С через стінку труби на каталітичних поверхнях (нікель, корунд та ін.).

Також потрібно відзначити електролізний метод отримання водню. Для розкладу води у кімнатних умовах потрібна напруга 1,24 В. Взагалі величина напруги залежить від температури, тиску та властивостей електролізера. Зараз у промислових установах реалізований ККД електролізера 70-80%. Сьогодні цей метод не є широко поширеним (не більше ніж 5% від загального виробництва), через високу ціну технології. Проте, він є дуже перспективним, оскільки способи з використанням вуглецевої сировини є обмеженими кількістю сировини та супутніми проблемами з екологією, а електроліз дозволяє добувати водень з води при повній екологічній чистоті (зрозуміло, що за умови, коли виробіток первинної енергії не пов'язаний з забрудненням навколишнього середовища).

Наразі найбільш обговорюваним та найімовірнішим у майбутньому методом є виготовлення водню при атомних станціях.

Концепцію атомно-водневої енергетики можна описати так: вода на вході + чиста ядерна енергія = водень + кисень = чиста енергія + вода не виході. Ядерна енергетика володіє необмеженими ресурсами палив. При виготовленні електрики, тепла та водню вона створює найменший ефект на навколишнє середовище. При високотемпературному електролізі і термохімічному розкладі води весь енергетичний вхід являє собою високотемпературне тепло безпосередньо від реактора. Тому установи для виготовлення водню тісно пов'язані з реактором та мають знаходитися поряд із ним на території атомної станції. Для таких систем необхідно обрати реактор, який зможе виготовляти тепло температурою приблизно 1000 °C і зможе ефективно передавати це тепло до приладів розкладу води. Розробки таких реакторів вже ведуться, найімовірнішим варіантом є реактори з газовим охолодженням (ВТГР). Такі реактори ВТГР будуть використовуватися на атомних станціях для виготовлення електроенергії, але принциповою їх відмінністю від сьогоденних ядерних реакторів ВВР є те, що теплоносієм буде виступати гелій, а не вода. Таке рішення було прийнято через ряд переваг гелію над іншими теплоносіями і це дозволить виготовляти високотемпературне тепло та ефективно використовувати його для процесів створення водню.

Після того, як водень буде виготовлений на території атомної станції, його можна легко транспортувати до місць використання.

Ефективність такого використання тепла від ВТГР може досягати 50-60%, що надає сприятливі умови для створення атомно-водневих комплексів. Незвичність підходу полягає у об'єднанні ВТГР з технологічним виробництвом в єдину атомну енерготехнологічну станцію (АЕТС) для реалізації в її рамках ефективного і екологічного виготовлення водню у великих обсягах. Основні три переваги такого виробництва:

- висока продуктивність;
- суттєве зменшення використання природного газу при застосуванні тепла від ВТГР;
- висока екологічність процесу.

Атомно-воднева енергетика збереже нафту і газ для неенергетичних виробництв і убезпечить атмосферу від шкідливих викидів продуктів згоряння, а також знизить ризик розповсюдження ядерних матеріалів завдяки можливості поставок енергоресурсів у вигляді водню і його похідних замість ядерних реакторів і ядерних матеріалів. Становлення атомно-водневої енергетики вимагає розвитку спеціальних інноваційних технологій за такими напрямками, як високотемпературні реактори, агрегати для ефективного виробництва водню з води, водневі паливні елементи, хіміотермічні перетворювачі, зберігання і транспортування водню. При освоєнні атомно-водневої енергетики повинні бути вирішені проблеми безпеки на всіх ланках поводження з воднем: його виробництва, зберігання, транспортування, використання.

Висновок

На сьогоднішній день, воднева енергетика є найімовірнішим шляхом розвитку енергетики. У ХХІ сторіччі станеться епохальна зміна основного енергоносія, а вуглеводні палива будуть витіснені. Використання водню дозволить не тільки зменшити споживання вуглеводних палив, а і у значній мірі вирішити регіональні екологічні проблеми, у тому числі значно зменшити забруднення атмосфери. Такий висновок можна зробити через низку переваг, наприклад, екологічність та, можна сказати, необмежені запаси водню. Водень наразі знаходить застосування у хімічній, металургічній, будівничій промисловостях, а також в транспорті.. В енергетиці деяких країн вже існують і використовуються генератори на водні малої потужності, їх використання є ефективним у невеликих мережах у сільській місцевості, такі генератори легко встановлюються та є невибагливими у експлуатації. Перехід до водню як основного енергоносія вже запустився. Програми робіт по водневій енергетиці вже прийняті у багатьох розвинутих країнах, включаючи США, країни ЕС, Японію, Китай, Канаду, Австралію. Україна вже теж замається питанням впровадження водневої енергетики.

Література:

1. Пономарев-Степной, Н. Н. (2004). Атомно-водородная энергетика. *Атомная энергия*, 96(6), 411-425.
2. Канило, П. М., & Костенко, К. В. (2008). Перспективы становления водородной энергетики и транспорта. *Автомобильный транспорт*, (23).
3. Радченко, Р. В., Мокрушин, А. С., & Тюльпа, В. В. (2014). Водород в энергетике: учебное пособие.