

Enerji elə bir məhsuldur ki, onsu həyatımızın heç bir sahəsini təsəvvür etmək olmaz. Bəşəriyyət tarixində bir neçə dəfə enerji növü və mənbəyi kimi "energetik inqilablar" baş verib, odunu kömür və torf, onları isə neft və qaz əvəz edib.

Son vaxtlara qədər hər 30 ildə enerjiyə olan tələbat 2 dəfə artmışdır. Enerji sərfiyyatının fasiləsiz olaraq sürətlə artması və bu sərfiyyatın əsas hissəsinin neft və qaz məhsullarının payına düşməsi, iqtisadi və ekoloji baxımdan daha sərfəli olacaq yeni enerji mənbələrinə keçidi mühüm problemə çevirir. Azərbaycan Respublikasında iqtisadiyyatın davamlı inkişaf strategiyasında da "yaşıl energetika", tullantısız texnologiyaların istifadəsi, təmiz ətraf mühit problemi 2 fevral 2021-ci ildə elan edilmiş milli



Hidrogen energetikası, reallıqlar, problemlər və inkişaf perspektivləri

prioritetlərin tərkib hissəsinə daxil edilmişdir.

Alternativ və bərpa olunan enerji mənbələrinə Günəş və külək enerjisi, geotermal enerji və hidro enerji, biokütlə və hidrogen aid edilir. Mütəxəssislərin fikrincə nefti, qazı və kömürü əvəz edə biləcək və onlarla rəqabət aparmaqda ən perspektivli enerji mənbəyi hidrogendir.

Hidrogenin müxtəlif üsullarla istehsalı, akkumulyasiyası, nəqli, yanaacaq elementi kimi istifadəsi mahiyyət-cə başlıca olaraq kimyəvi, elektrokimyəvi və fotoelektrokimyəvi proseslər, müvafiq infrastrukturun yaradılması isə yeni materiallar ilə əlaqədar olduğundan bugünkü məruzədə əsasən hidrogen energetikasının reallıqları, problemləri və inkişaf perspektivləri kimya nöqtəyi-nəzərindən sizə təqdim ediləcəkdir.

İlk növbədə qeyd etmək lazımdır ki, neft və qazdan fərqli olaraq hidrogenin resursları praktiki olaraq qeyri-məhduddur: hidrogen atomların sayına görə Yerdə oksigendən sonra 2-ci yeri (~17%), kütləsinə görə 9-cu yeri (~1%) tutur. Yer qabığının 1 kq-da 1,4 qr hidrogen var. Sənayedə hidrogenin çox hissəsi gübrə istehsalında (52%), neft emalında (31%) və poladəritmə prosesində (8%) istifadə olunur.

Hidrogen Yerdə və kosmosda ən geniş yayılmış element olsa da, sərbəst halda tapılmaz, onun istehsalı 2018-ci ildə cəmi 115 mln. ton olmuşdur, halbuki neftin və təbii qazın çıxarılması 4,4 mlrd. ton və 3,86 trln. m3 təşkil etmişdir.

Hidrogen energetikasına ötən əsrin 80-ci illərindən neft ehtiyatlarının tükenməsi ilə bağlı diqqət kəskin artmışdı. Təklif edilirdi ki, neft məhsulları kömürdən alınan hidrogenlə əvəz edilsin. Lakin sonralar göstərildi ki, motor yanacaqlarına olan tələbatın artım sürəti azalacaq, neft ehtiyatları isə kifayətdir ki, yaxın perspektivdə bu tələbatı ödəsin. Lakin son illərdə hidrogen energetikası yenidən aktual problem kimi gündəmə gəlmişdir.

Hidrogen energetikasına diqqətin yenidən belə sürətlə artması bir tərəfdən iqlimin qorunması üçün 12 dekabr 2015-ci ildə qəbul edilmiş Paris razılaşmasının tələblərini reallaşdırmaq və global temperatur artımını 2%-dən aşağı salmaq, bunun üçün isə enerji sərfiyyatını azaltmaq və energetikanın "dekarbonlaşmasını", yəni karbonsuz enerji daşıyıcılarına, ilk növbədə hidrogenə, keçidi təmin etmək, digər tərəfdən isə xarici ölkələrdən karbohidrogen asılılığını azaltmaq məqsədi güdür.

Karbon saxlayan xammaldan enerji istehsalı, ətraf mühitin çirklənməsinə gətirib çıxarır. Burada CO₂-nin ziyanı bir mənalı olmasa da, prosesdə yan məhsul kimi alınan azot və kükürd oksidlərinin ziyanı şübhə doğurmur. Ona görə də Paris razılaşmasına görə qeyd edilən yan məhsullarını və CO₂-nin ətraf mühitə buraxılmasını 2040-cı ilə qədər 2 dəfə azaltmaq üçün alternativ enerji mənbələrinə

keçmək lazımdır. Onların arasında Günəş batareyalarını, külək generatorlarını, geotermal energetikanı, qabarma və çəkilmə enerjilərini qeyd etmək olar. Lakin onlardan istifadə təbii hadisə və vaxt baxımından məhduddur, üstəlik onların toplanıb saxlanması problemi var. Düzüdü, bunun üçün metal-ion batareyalar, redoks-batareyalar mövcuddur. Lakin onlar da akkumulyatorlar kimi özbaşına boşalma prosesinə məruz qalırlar.

Hidrogenin kömürdən və təbii qazdan alınma üsulları kifayət qədərdir və çoxdan məlumdur. Hidrogenin təmizliyi onun hansı xammaldan alınmasından asılıdır. Kömürdən və təbii qazdan alınan hidrogen müvafiq olaraq "boz" və "mavi" hidrogen, suyun elektrolizindən bərpa olunan enerji hesabına alınan isə "yaşıl" hidrogen adlanır. Kömürdən və təbii qazdan alınan hidrogen ümumi istehsalın 23 və 76%-ni təşkil edir, ~1% xlor və kaustik soda istehsalında yan məhsul kimi, yalnız 0,1% hidrogen suyun elektrolizindən alınır.

Dünyada istehsal edilən hidrogen ~115 mln. tondur. Onun əsas hissəsi fərdi olaraq gübrə istehsalında, neft emalında, metanol sintezində və metalların reduksiyasında, cəmi ~3%-i isə enerji kimi istehlak olunur.

Hidrogenin hazırkı və 2050-ci ilə proqnozlaşdırılan istehlakı cədvəldə göstərilmişdir (mln. ton H₂/ildə).

İstehlak sahəsi	Hazırkı	Proqnoz
Sənaye	115	123
Nəqliyyat	0	301
Elektroenergetika	0	219
Binaların istilik təminatı	0	53
Cəmi	115	696
Enerji istehlakında hidrogenin payı	3	24

Cədvəldən görüldüyü kimi proqnozlara görə 2050-ci ilə qədər hidrogenin istehsalı 6 dəfəyə qədər, təxminən 700 mln. tona qədər arta bilər.

Hidrogenə olan diqqət və ümidlər onunla əlaqədardır ki, onun vahid kütləyə düşən enerjisi (120,4 MC/kq) istənilən karbohidrogen yanacağından yüksəkdir (məsələn, benzin üçün bu göstərici 46 MC/kq-a bərabərdir).

Eyni zamanda qeyd etmək lazımdır ki, hidrogenin normal şəraitdə aşağı sıxlığa malik olması (~0,09 qr/l), yüksək korroziya törətmə aktivliyi, təmiz hidrogenin alınmasına sərf olunan enerjinin onun verdiyi enerjiden çox olması, hidrogen energetikasının inkişafına mane olan amillərdir. Digər tərəfdən hidrogenin saxlanması və nəqli sistemlərinin, bununla əlaqədar, yeni texnologiyaların və yeni materialların yaradılması problemin kifayət qədər mürəkkəb olmasını göstərir.

Bir çox ölkələrdə atmosferə atılan CO₂-nin miqdarını azaltmaq üçün hidrogeni təbii qaza qatıb metal borularla nəql edirlər. (Belçika, İngiltərə, ABŞ - 0,1%, Almaniya -10%-ə və Niderland -12%-ə qədər). Hesablanıb ki, Avropa qaz nəqli sistemində 20% hidrogen əlavə edilməsi CO₂-nin atmosfərə buraxılmasını ildə 60 mln. ton (7%) azalda bilər. Lakin bunun üçün nəql borularının xassələri təkmilləşdirilməlidir.

Yaponiyanın "Mitsubishi Hitachi Systems" şirkətinin qiymətləndirilməsinə görə mövcud qaz-turbin sistemlərində hidrogenin miqdarı təbii qazla qarışıqda 20%-ə qədər artırıla bilər. Şirkətin yaratdığı ifrat güclü qaz turbinin sınaqları hidrogenin miqdarını 30%-ə qədər artırmanın mümkünlüyünü göstərmişdir. Bu zaman atmosfərə buraxılan CO₂-nin miqdarı 10% azalmış, azot oksidlərinin miqdarı isə kafi hesab olunan səviyyədə qalmışdır.

Göründüyü kimi, hidrogen energetikasının inkişafı üçün dövlət subsidiyalarının, iri konsorsiumların və klasterlərin bu problemə cəlb edilməsi vacibdir. Yaponiya ilk olaraq 2017-ci ilin dekabrında hidrogen iqtisadiyyatının qurulması üçün strategiyasını qəbul edilməsini bəyan etdi, 2018-2019-

cu illərdə Almaniya, Böyük Britaniya, Cənubi Koreya, Avstraliya, 2021-ci ilin avqust ayında isə Rusiya hidrogen strategiyasını qəbul etdi. Bu məqsədlə Rusiyada yaradılmış konsorsiumun tərkibinə 16 elm və elm-təhsil qurumu və 20 şirkət daxil edilib. Bu, bir daha hidrogen energetikası problemlərinin kifayət qədər çox olması və onunla yalnız iri korporasiyaların işləyə bilməsini göstərir.

Beləliklə, hidrogen energetikasının inkişafında 3 problem həlledici rolə malikdir: hidrogenin istehsalı, hidrogenin akkumulyasiyası və hidrogenin nəqli. Bu problemlər yeni texnologiyalar və yeni materialların yaradılması hesabına həll edilə bilər. Onlardan kimya elmi ilə daha sıx əlaqədar olan bəzi problemlər üstündə dayanmaq məqsədəuyğun olardı.

Hidrogen istehsalı

Hazırda hidrogenin istehsalı üçün mövcud və perspektiv olan texnologiyaları 3 kateqoriyaya bölmək olar: termokimyəvi, elektrolitik və fotolitik proseslər.

Termokimyəvi proseslərə təbii qazın buxarla riforminqi, metanın qismən oksidləşməsi, daş kömürün və biokütlənin qazlaşması aid edilir.

Bu proseslər yüksək temperaturda gedir və əsas məhsullar kimi hidrogen və CO alınır:



Katalizator iştirakında gedən 2-ci prosesdə hidrogenin çıxımı nisbətən az olsa da, proses ekzotermik olduğundan texnoloji baxımdan daha əlverişlidir. Lakin hər iki prosesdə alınan hidrogen CO qatışıqından təmizlənmədən istilik elementlərində istifadə oluna bilmir, çünki CO-nun izi belə yanacaq elementində katalizatorun zəhərlənməsinə səbəb olur.

Hidrogenin bu üsulla alınma prosesində daha bir problem onun dərin təmizlənməsi ilə əlaqədardır. Bu məqsədlə son vaxtlar yüksək məsələli oksid daşıyıcılar səthinə nazik palladium ərintisi çökdürülmüş membran katalizatorlardan istifadə olunur. Belə membran katalizatorlardan istifadə etməklə hidrogenin alınmasını və dərin təmizlənməsini eyni prosesdə birləşdirmək mümkündür.

Perspektivli proses kimi təbii qazın hidrogenə və karbona pirolizi də nəzərdən keçirilir. Bu proses yüksək temperaturda (1100-1200°C) gedir, lakin katalizatorlardan istifadə etməklə temperaturu aşağı salmaq mümkündür. Problem davamlı katalizatorun seçilməsi, prosesin enerji effektivliyinin aşağı olması (təbii qazın enerjisinin təxminən yarısının karbonun ayrılması hesabına azalması), üstün cəhəti isə "karbon izindən" azad olan hidrogenin alınmasıdır.

(davamı 11-ci səhifədə)

Hidrogen energetikası, reallıqlar, problemlər və inkişaf perspektivləri

(əvvəlki 10-cu səhifədə)

Elektrolitik proseslərə suyun elektrolizi, metanolun reforminqi, dönmə yanacaq elementləri aiddir. Ekoloji baxımdan və hidrogenin təmizliyi baxımından bu proses ən cəlbedicidir. Lakin bu üsulla alınan hidrogen təbii qazdan alınan hidrogenə 4-5 dəfə baha başa gəlir. Bu, bərpə olunan enerjinin və elektroliz qurğularının yüksək qiyməti ilə əlaqədardır. Bu istiqamətdə ümidverici məqam Günəş və külək elektrostansiyalarının verdiyi enerjinin qiymətinin 2040-cı ilə qədər 40-50% ucuzlaşması perspektividir. Bu, ilk növbədə yeni fotoelektrik, elektrotexniki və konstruksiya materiallarının yaradılması ilə bağlı olacaqdır.

Digər maraqlı məqam ondadır ki, hesablamalara görə elektrolizlə alınan hidrogenə ən səmərəli yanacaq elementlərində belə istifadəsi zamanı istehsal olunan enerji elektrolizə sərf olunan enerjiden təxminən 2 dəfə az olur. Ona görə bu halda daha əhəmiyyətli məsələ istehsal olunan enerjinin akkumulyasiyası, yəni alınan hidrogenin toplanıb saxlanmasıdır.

Hal-hazırda hidrogenin elektrolizlə alınması üçün geniş yayılan üsul qələvi elektrolizləridir. Perspektiv baxımından cəlbedici olan proton-ion membranlı kompakt elektrolizorlar bilavasitə hidrogen yanacağı dolduran stansiyalarda istifadə edilə bilər. Çatışmazlığı qələvi elektrolizindən 5-6 dəfə baha olmasındır. Səbəbi onların işində bahalı palladium, iridium əsəli elektrod - katalizatorlardan və membran materiallarından istifadə edilməsidir. Yüksək temperaturlu bərk oksid elektrolizi də bahalı proses olduğundan kommersiya baxımından tətbiqi məhduddur. Üstün cəhəti faydalı iş əməlinin yüksək olması və revers rejimində işləyə biləcəsidir.

Hidrogenin fotolitik alınma üsullarına fotoelektrokataliz və fotobioloji proseslər aiddir. Fotokataliz prosesinin reallaşdırılması üçün Günəş enerjisini elektrik enerjisinə çevirmə və onun hesabına suyu hidrogenə və oksigenə parçalayan elektrod-katalizatorların yaradılmasıdır. Belə materiallara tələbatın yüksək olması, bir neçə prosesi özündə birləşdirə bilmək zərurəti prosesin perspektivli olması ilə bərabər bir sıra praktiki problemlərin də həllini ön plana çıxarır.

Hidrogen energetikasına keçidin iqtisadi və energetik nöqtəyi nəzərdən əsaslandırılmasında həlledici əhəmiyyətə malik olan texnologiya yanacaq elementləridir. Bir çox ölkələrdə yanacaq elementlərinin yaradılmasına dövlət səviyyəsində dəstək göstərilir. Yanacaq elementi qurğularının rəqabətə davamlılığını təmin edən əsas amillər onların yüksək energetik effektivliyi, davamlılığı, ziyanlı tullantıların praktiki olaraq olmaması sakit və uzun müddətli rejimə işləməyidir. Onların digər üstün cəhəti təkmilləşmə üçün perspektivli olmalarıdır. Adı istilik maşınlarından fərqli olaraq yanacaq elementlərində Karno tsiklinin məhdudiyatları aradan qalxır, bu, özünü daha çox aşağı temperaturalarda göstərir ki, bu da faydalı iş əməlinin yüksəlməsi baxımından çox sərfəlidir.

Yanacaq elementlərində hidrogen xammalının oksigenlə oksidləşməsi hesabına enerji alınır. Son məhsul yalnız sudur. Suyun elektrolizi isə alternativ enerji mənbələrinin enerjisindən istifadə etməklə təmiz hidrogenin alınması və aralıq enerji toplayıcısı kimi yanacaq elementində istifadə olunmasına xidmət edir. Yanacaq elementlərində elektrokatalizator kimi platin katalizatorlarından istifadə edilir. Ona görə də hidrogenin təmizlik dərəcəsi (xüsusən, CO qatışıqı) vacib rol oynayır. Məhz bu amil metanol



əsasında yanacaq elementlərinin effektivliyinin aşağı olmasına səbəb olur.

Hidrogen energetikasının perspektiv planlarının reallaşması, yəni hidrogenin istehsalını, saxlanması, və nəqlini əhatə edən böyük miqyaslı hidrogen infrastrukturunun yaradılmasına 11 trln. dollara qədər investisiya (!) tələb olunur. Hesablamalara görə təmiz hidrogenə dünyada tələbat 2050-ci ildə ~280 mln. ton, 2070-ci ildə isə ~520 mln. ton olacaqdır ki, onun da 30% yerüstü nəqliyyat vasitələrində istifadə ediləcəkdir. Hesab edilir ki, hidrogenin istehsalının 60%-i suyun elektrolizi, 40%-i isə karbonlu yanacaq (ayrılan CO₂ tutulmaqla) hesabına baş verəcəkdir.

Aşağı temperaturlu yanacaq elementlərində ion-proton keçirici membranlarda adətən platin və onun eritiləndən bəhə olmasına baxmayaraq istifadə edilir. Katalizatorun aktivliyi bir çox amillərdən asılı olduğundan geniş tədqiqatlara ehtiyac var. Eyni sözləri yanacaq elementlərinin katalizator kimi vacib tərkib hissəsi olan proton keçirici membranlar haqqında da demək olar.

Hidrogenin akkumulyasiyası və saxlanması

İstehsal olunan hidrogen heç də dərhal istifadə olunmur, onu istehlakçıya nəql etmək və ya toplayıb saxlamaq tələb olunur. Təbii qaz üçün nəzərdə tutulmuş borularla hidrogeni nəql etmək olar. Lakin bu halda iki ciddi problem qarşıya çıxır: hidrogenin boru sistemindən kənara axması nəticəsində partlayış təhlükəsi və onun korroziya törətmək qabiliyyəti hesabına metal boruların "kövrəkləşməsi" və vaxtından əvvəl dağılması. Hidrogen nəqlinin qalan üsulları onun saxlanma problemi ilə sıx əlaqədardır.

Hidrogeni qaz şəklində alüminium və ya kompozit balonlarda saxlayırlar və daşıyırlar. 500 atm təzyiq altında olan balonlarda hidrogenin kütlə payı 7%-i keçmir. 1 litr benzinin enerjisi (31,7 MC/l) 700 atm təzyiqdə 1 litr hidrogenin enerjisindən (4,7 MC/l) təxminən 6 dəfə çoxdur. Nəzərə alınmalıdır ki, təzyiq 550 atm-ə qədər yüksəldikdə hidrogenin həcmi 30% azalır, lakin bu mürəkkəb mühəndis problemləri yaradır və partlayış təhlükəsini xeyli artırır.

Hidrogenin kriogen saxlanma üsulu onun sıxlığını 20%-ə qədər artırsa da, hidrogeni maye hala (qaynama temperaturu -251°C) salmaq və bu şəraitdə saxlamaq üçün xeyli enerji (hidrogenin istilik törətmə qabiliyyətinin 50 %-i qədər) tələb olunur. Ustəlik, maye hidrogenin buxarlanması hesabına sutkada 5%-ə qədər itki də qaçılmaz olur.

Problemin vacibliyi nəzərə alınaraq son illərdə hidrogenin kimyəvi üsullarla - maye və bərk fazalı sistemlərdə saxlanılma üsullarının işlənilməsi perspektivli hesab olunur. Belə sistemlərə misal olaraq hidrogenin am-

monyak, metanol, qarışıq turşusu, bəzi karbohidrogenlər şəklində saxlanması göstərmək olar. Bu üsulların cəlbedici üstünlüyü maye şəkildə saxlanmanın və daşınmanın kompakt və asan olması, hidrogenin bilavasitə lazım olan yerdə həmin birləşmələrdən çıxarılmasıdır.

Ammonyakın tam katalitik parçalanması yüksək temperaturda istiliyin udulması ilə gedir. Bunun üçün ayrılan hidrogenin bir hissəsindən istifadə edilir və bu halda hidrogenin alınması və saxlanması sisteminin faydalı iş əmsalı 30-40% azalır. Ammonyakın hidrogen mənbəyi kimi istifadəsinin üstünlüyü özünü maye hidrogenlə müqayisədə göstərir. Ammonyak normal temperaturda və 10 atm-də asanlıqla maye halına keçir. Susuz maye ammonyakın 1 litrində olan hidrogen atomlarının sayı 1 litr maye hidrogenə olan atomlardan çoxdur. Çatışmayan cəhəti ammonyakın sintezi və parçalanması reaksiyasının yüksək enerji tutumluluğu, ammonyakın toksikliyi, korroziya törətmə qabiliyyəti və aşağı qatılıqda belə yanacaq elementlərini sıradan çıxartmasıdır.

Metanolun su buxarı vasitəsilə konversiyası nəticəsində hidrogenin alınması təbii qazla müqayisədə energetik baxımdan daha əlverişlidir (20%-ə qədər). Lakin bu üsuldə da hidrogenin karbonlu qatışıqlardan təmizlənməsi əlavə xərclər tələb edir.

Qarışıq turşusunun CO₂ və hidrogen bir mərhələdə alınma texnologiyası yaradıldıqdan sonra ona hidrogen saxlanmasında yeni kimyəvi birləşmə kimi baxılarsa da, alışıma temperaturunun aşağı olması (60°C) və hidrogenə görə tutumunun kütləçə 4,3%-dən çox olmaması başlıca çatışmazlıqlar sayılır.

Naftən karbohidrogenlərindən ayrılan hidrogenin miqdarı 7,2%-dən az olur. Hidrogenin saxlanma substratı kimi benzol-tsikloheksan və ya toluol-metiltsikloheksan sistemində hidrogenləşmə-dehidrogenləşmə reaksiyalarının istifadəsi temperatur, təzyiq, uçuculuq və təhlükəsizlik baxımından bir çox məhdudiyatları aradan qaldırmağa imkan verir. Alınan hidrogenin təmizlik dərəcəsinin yüksəldilməsi aktiv və selektiv katalizatorların axtarışı və seçilməsi hesabına həll oluna bilər.

Hidrogenin fiziki sorbsiya olunaraq saxlanması üçün müxtəlif sorbentlərdən-seolitlərdən, karbon nanotelərdən, karbon nanoborulardan, grafitdən və digər materiallardan istifadənin mümkünlüyü tədqiq edilmişdir. Lakin onların funksionalaşdırılmasından sonra da, hətta kriogen şəraitdə belə, hidrogenə görə tutumları 4,5%-i keçmir ki, bu da kifayət deyil.

Hidrogenin metal hidridləri şəklində saxlanmasında maraqlı materiallar kimi yüngül metalların hidridləri, borhidridləri M(BH₄)_x və alanatları M(AlH₄)_x hesab edilir, hərçənd ki, alanatların parçalanmasının bir neçə mərhələdə və yüksək temperaturda getməsi, hidrogenə görə ilkin tutumun yüksək olmasına baxmayaraq perspektiv materiallar sayılmırlar.

Metal hidridləri (MgH₂, AlH₃) və borhidridləri (Al(BH₄)₃, LiBH₄) hidrogenin saxlanması üçün kifayət qədər perspektivli materiallar sayılırlar. Onların effektivliyinin yüksəldilməsi üçün nanoölçülü halda olan və ya çox kationlu borhidridlərin təbii istiqamətdə tədqiqatlar aparılır. Bəzi problemlərin indiyə qədər həll edilməsinə baxmayaraq bu tip sistemlərin əsas üstünlükləri onların kompakt, stasionar, təhlükəsiz və uzun müddət hidrogeni saxlaya bilmək qabiliyyətidir.

Böyük olmayan qurğular, o cümlədən, nəqliyyat vasitələri üçün intermetallik hidridlər böyük əhəmiyyət kəsb edir. Belə birləşmələri saxlayan balonların hidrogenlə doldurulması yüksək olmayan təzyiqlərdə gedir, hidrogenin ayrılması üçün isə klapanı açmaq kifayət edir.

Hidrogenin mikrosferalarda, multikapilyar strukturlarda (xüsusi növ şüşə və kvarts) saxlanması təsdiq edilmiş onları praktiki tətbiqindən danışmaq hələ tezdir.

Beləliklə, məruzədən göründüyü kimi, XXI əsrdə alternativ və bərpə olunan enerji mənbələrindən Günəş panellərindən, külək generatorlarından, geotermal enerjiden, biokütlədən istifadə "yaşıl iqtisadiyyatın" formalaşmasında mühüm rol oynayacaq. Texnoloji sahələrin keyfiyyətli məhsul istehsalı üçün yeni metodlara keçməsi və ekoloji təmiz nəqliyyatın inkişafı hidrogenə olan tələbatı kəskin artıracaqdır. Hidrogen istehsalında suyun elektroliz prosesinin payı əsrin ortalarında 6%-ə qədər artacaq, qazın və neftin qənaət olunan hissəsi isə sənayedə xammal kimi istifadə olunacaqdır. Ekoloji təmiz hidrogenəndə istifadə edən yanacaq elementlərinin avtonəqliyyatda və enerji təminatı sistemlərinin tətbiqi geniş vüsət alacaqdır.

Hidrogen energetikasının həlledici problemləri olan ekoloji təmiz hidrogenin irimiqyaslı istehsalı, akkumulyasiyası/saxlanması və nəqli məsələlərin həlli yeni texnologiyalar, o cümlədən kimya və materialşünaslıq baxımından effektiv elektrokatalizatorlar və ion keçirici membranlar yaradılması olmadan mümkün deyil. Bu sahələrdə praktiki yanaşmalarla bərabər, fundamental tədqiqatların aparılmasına böyük ehtiyac var.

Bunları nəzərə alaraq, AMEA-nın Kataliz və Qeyri-üzvi Kimya İnstitutunda bir neçə istiqamətdə tədqiqatların aparılması planlaşdırılır:

- suyun elektrolizi üçün yüksək katalitik aktivliyə malik, korroziyaya davamlı, elektrod materiallarının sintezi;
- katod elektrodu kimi nikel əsasında müxtəlif erintilərinin nazik təbəqələrinin elektrokimyəvi üsulla alınması;
- anod materialı olaraq metal-metal oksid sistemlərinin nazik təbəqələrinin müxtəlif üsullarla (elektrokimyəvi, zol-gel, maqnetron səpilmə, ion-implantasiyası) paslanmayan polad üzərinə alınması;
- hidrogenin müxtəlif bərk daşıyıcılar (binar hidridlər intermetallik birləşmələr, borhidridlər) üzərində akkumulyasiyasının tədqiqi;
- Günəş enerjisindən istifadə etməklə hibrid elektroliz qurğusunun yaradılması.

Yekunda hidrogeni "energetikanın fəlsəfi daşı", yeni elə universal substansiyası kimi xarakterizə etmək olar ki, o, elektriki istənilən kimyəvi məhsula, özü isə elektrinə çevrilə bilər.

Dilqəm TAĞIYEV
AMEA-nın vitse-prezidenti,
akademik