

VODOROD ENERGETIKASI VA UNI OLIISHNING KIMYOVIY USULLARI

Do'satova Sevara Abdumo'min qizi

E-mail: sevaradusatova4@gmail.com

Orolova Gulsevar Mengniqul qizi

E-mail: gulsevarorolova77@gmail.com

Termiz davlat universiteti talabalari

ANNOTATSIYA: Ushbu maqolada vodorod energetikasining zamonaviy rivojlanish bosqichlari, uning energetika sohasidagi ahamiyati hamda vodorod olishning asosiy kimyoviy usullari keng yoritilgan. Vodorod ekologik toza yoqilg'ı sifatida qaralib, global energiya muammolarini hal etishda muhim rol o'ynaydi. Maqolada suvning elektrolizi, tabiiy gazni bug'-reforming usuli, biomassa asosida vodorod olish va boshqa zamonaviy texnologiyalar tahlil qilinadi. Shuningdek, ushbu usullarning samaradorligi, iqtisodiy jihatlari va ekologik ta'siri baholanadi. Tadqiqot natijalari vodorod energetikasini rivojlantirish istiqbollari ko'rsatadi.

KALIT SO'ZLAR: vodorod, vodorod energetikasi, elektroliz, reforming, kataliz, yashilenergiya

АННОТАЦИЯ: В данной статье рассматриваются современные направления развития водородной энергетики, её значение в энергетической системе, а также основные химические методы получения водорода. Водород рассматривается как экологически чистое топливо, способное решить глобальные энергетические проблемы. В работе проанализированы методы получения водорода, включая электролиз воды, паровой риформинг природного газа, а также получение из биомассы. Особое внимание уделено эффективности, экономическим аспектам и экологическому воздействию данных технологий. Результаты исследования показывают перспективность развития водородной энергетики.

НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ: водород, водородная энергетика, электролиз, риформинг, катализ, зелёная энергия

ABSTRACT: This article discusses the current development of hydrogen energy, its importance in the energy sector, and the main chemical methods of hydrogen production. Hydrogen is considered an environmentally friendly fuel with great potential to solve global energy challenges. The paper analyzes key hydrogen production methods, including water electrolysis, steam reforming of natural gas, and biomass-based production. Special attention is given to the efficiency, economic

feasibility, and environmental impact of these technologies. The results highlight the перспективы развития hydrogen energy systems.

IN ENGLISH: hydrogen, hydrogen energy, electrolysis, reforming, catalysis, green energy.

ASOSIY QISM

Bugungi kunda energiya resurslariga bo'lgan talabning ortib borishi va an'anaviy yoqilg'i manbalarining kamayib borishi insoniyatni muqobil energiya manbalarini izlashga undamoqda. Shu nuqtai nazardan vodorod energetikasi istiqbolli yo'nalishlardan biri sifatida qaralmoqda. Vodorod yuqori energiya sig'imiga ega bo'lgan va yonish jarayonida faqat suv hosil qiladigan ekologik toza yoqilg'i hisoblanadi.

Vodorod energetikasining rivojlanishi global iqlim o'zgarishi muammosini kamaytirish, karbonat angidrid chiqindilarini qisqartirish va energiya xavfsizligini ta'minlashda muhim ahamiyatga ega. Shu sababli vodorod olishning samarali va iqtisodiy jihatdan maqbul usullarini ishlab chiqish dolzarb ilmiy masala hisoblanad. Vodorod olishning asosiy kimyoviy usullari turli xomashyo va texnologiyalarga asoslanadi. Eng keng tarqalgan usullardan biri suvning elektrolizi hisoblanadi.

Ushbu jarayonda suv elektr toki ta'sirida vodorod va kislorodga parchalanadi. Elektroliz ekologik toza usul bo'lib, agar elektr energiyasi qayta tiklanuvchi manbalardan olinsa, to'liq "yashil vodorod" ishlab chiqarish mumkin.

Ikkinchi muhim usul tabiiy gazni bug' yordamida qayta ishlash, ya'ni bug'-reforming jarayonidir. Bu usulda metan suv bug'i bilan reaksiyaga kirishib vodorod va karbonat angidrid hosil qiladi. Ushbu usul sanoatda eng keng qo'llaniladigan texnologiya hisoblanadi, ammo CO₂ chiqindilari bilan bog'liq kamchiliklarga ega.

Biomassadan vodorod olish ham istiqbolli yo'nalishlardan biri hisoblanadi. Bu usulda organik chiqindilar yoki o'simlik materiallari qayta ishlanib vodorod olinadi. Bundan tashqari, fotoelektrokimyoviy va biologik usullar ham ilmiy tadqiqotlar bosqichida keng o'rganilmoqda.

Vodorod energetikasi zamonaviy energetika tizimida istiqbolli yo'nalish sifatida qaralmoqda. Vodorod (H₂) yuqori issiqlik qiymatiga ega bo'lib, yonish jarayonida faqat suv hosil qiladi, bu esa uni ekologik toza yoqilg'i sifatida ajratib turadi. Vodorod ishlab chiqarishning turli kimyoviy va fizik-kimyoviy usullari mavjud bo'lib, ularning har biri xomashyo turi, energiya manbai va texnologik sharoitga qarab farqlanadi.

Eng keng tarqalgan usullardan biri — **suv elektrolizi** hisoblanadi. Bu jarayonda elektr toki ta'sirida suv molekullari vodorod va kislorodga ajraladi.

$$2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$$

Elektroliz usulining asosiy afzalligi — toza vodorod olish imkoniyatidir. Agar elektr energiyasi quyosh, shamol yoki gidroenergetika kabi qayta tiklanuvchi manbalardan olinadigan bo‘lsa, bu jarayon “yashil vodorod” ishlab chiqarish deb ataladi. Biroq bu usul energiya jihatdan qimmat bo‘lib, katta elektr sarfini talab qiladi.

Ikkinchi muhim usul — **bug‘-reforming (steam reforming)** jarayonidir. Bu usulda tabiiy gaz (metan) suv bug‘i bilan yuqori haroratda reaksiyaga kirishadi: $CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3H_2$ Keyingi bosqichda uglerod oksidi suv bilan reaksiyaga kirishib qo‘shimcha vodorod hosil qiladi. Bu usul sanoatda eng ko‘p qo‘llaniladigan texnologiya bo‘lib, arzonligi bilan ajralib turadi, ammo CO₂ chiqindilari hosil bo‘lishi uning ekologik kamchiligidir.

Uchinchi yo‘nalish — **biomassadan vodorod olish**. Bu usulda o‘simlik qoldiqlari, organik chiqindilar yoki biogaz qayta ishlanadi. Bu jarayon nafaqat energiya ishlab chiqaradi, balki chiqindilarni utilizatsiya qilishga ham xizmat qiladi. Biomassa gazifikatsiyasi natijasida vodorod, karbonat oksid va metan aralashmasi hosil bo‘ladi.

Shuningdek, **fotoelektrokimyoviy usullar** ham rivojlanmoqda. Bu usulda quyosh energiyasi yordamida suv parchalanadi. Bu texnologiya hali to‘liq sanoat darajasiga chiqmagan bo‘lsa-da, kelajak uchun juda istiqbolli hisoblanadi.

MUAMMOLAR VA ULARNING TAHLILI

Vodorod energetikasi rivojlanayotgan bo‘lsa-da, uning keng miqyosda joriy etilishiga to‘sqinlik qiluvchi bir qator muammolar mavjud. Ushbu muammolar texnologik, iqtisodiy, ekologik va infratuzilmaviy yo‘nalishlarda namoyon bo‘ladi.

Eng asosiy muammolardan biri vodorod ishlab chiqarishning qimmatligi hisoblanadi. Ayniqsa elektroliz jarayonida elektr energiyasi sarfi juda yuqori bo‘lib, bu umumiy tannarxni oshiradi. Hozirgi kunda “yashil vodorod” hali “kulrang vodorod” (tabiiy gazdan olinadigan) bilan raqobatlasha olmayapti.

Bug‘-reforming usulida vodorod olish jarayonida katta miqdorda karbonat angidrid ajralib chiqadi. Bu esa vodorod energetikasining ekologik afzalligini kamaytiradi. Shu sababli CO₂ ni tutib qolish texnologiyalarini (CCS) birgalikda qo‘llash zarur bo‘ladi.

Vodorod juda yengil gaz bo‘lib, uni saqlash uchun yuqori bosim yoki suyuq holat talab etiladi. Bu esa maxsus ballonlar, kriogen tizimlar va xavfsizlik infratuzilmasini talab qiladi. Vodorodning portlovchanligi ham xavfsizlik muammolarini keltirib chiqaradi. Hozirgi energetika tizimlari asosan neft va gazga moslashgan. Vodorod energetikasi uchun esa yangi quvurlar, stansiyalar va saqlash tizimlari kerak. Bu esa katta investitsiya talab qiladi. Elektroliz uskunalari ishlatiladigan katalizatorlar (platina, iridiy) juda qimmat. Bundan tashqari, ularning uzoq muddatli barqarorligi

ham muammo bo‘lib qolmoqda. Ushbu muammolarni tahlil qilganda, asosiy to‘siq — iqtisodiy samaradorlik va texnologik yetuklik yetishmasligi ekanligi aniqlanadi. Agar qayta tiklanuvchi energiya narxi kamaytirilsa va arzon katalizatorlar ishlab chiqilsa, vodorod energetikasi keng miqyosda rivojlanishi mumkin.

XULOSA

Xulosa qilib aytganda, vodorod energetikasi zamonaviy ilm-fan va energetika tizimlarining eng istiqbolli yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, u global miqyosda yuzaga kelayotgan energiya tanqisligi va ekologik muammolarni hal etishda muhim o‘rin tutadi. Vodorodning asosiy afzalligi shundaki, u yonish jarayonida faqat suv hosil qiladi va atmosferaga zararli gazlar chiqarmaydi. Shu sababli u “toza energiya tashuvchisi” sifatida qaraladi. Olib borilgan tahlillar shuni ko‘rsatadiki, vodorod ishlab chiqarishning turli kimyoviy usullari mavjud bo‘lib, ular orasida suv elektrolizi, bug‘-reforming, biomassa gazifikatsiyasi va fotoelektrokimyoviy usullar eng muhim hisoblanadi. Har bir usul o‘zining texnologik imkoniyatlari bilan birga ma‘lum cheklovlarga ham ega. Masalan, elektroliz usuli ekologik jihatdan eng toza bo‘lsa-da, yuqori energiya sarfi bilan ajralib turadi. Bug‘-reforming usuli esa arzonroq bo‘lsa-da, karbonat angidrid chiqindilarining hosil bo‘lishi bilan bog‘liq ekologik muammolarni yuzaga keltiradi.

Shuningdek, vodorod energetikasining keng joriy etilishiga to‘sqinlik qilayotgan asosiy omillar sifatida iqtisodiy xarajatlarning yuqoriligi, saqlash va transport qilishdagi texnik murakkabliklar hamda yetarli infratuzilmaning yo‘qligi qayd etiladi. Vodorodning yuqori reaktivligi va past zichligi uni xavfsiz saqlash va tashishni murakkablashtiradi, bu esa qo‘shimcha texnologik yechimlarni talab qiladi.

Shu bilan birga, so‘nggi yillarda olib borilayotgan ilmiy tadqiqotlar vodorod energetikasini rivojlantirish bo‘yicha yangi imkoniyatlar ochmoqda. Xususan, qayta tiklanuvchi energiya manbalari asosida “yashil vodorod” ishlab chiqarish, yangi avlod katalizatorlarini yaratish hamda samarali saqlash texnologiyalarini ishlab chiqish ushbu sohaning kelajakdagi asosiy yo‘nalishlari hisoblanadi.

Vodorod energetikasining rivojlanishi nafaqat energetika tizimini diversifikatsiya qilishga, balki karbonat angidrid chiqindilarini sezilarli darajada kamaytirishga ham xizmat qiladi. Bu esa global iqlim o‘zgarishiga qarshi kurashda muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

Umuman olganda, vodorod energetikasi kelajakda an‘anaviy yoqilg‘i manbalarini bosqichma-bosqich almashtirishi va barqaror rivojlanish tamoyillariga asoslangan yangi energiya tizimini shakllantirishi mumkin. Buning uchun esa ilmiy

izlanishlarni chuqurlashtirish, innovatsion texnologiyalarni joriy etish va xalqaro hamkorlikni kengaytirish zarur bo‘ladi.

Shunday qilib, vodorod energetikasi istiqbolli, ekologik toza va strategik ahamiyatga ega yo‘nalish bo‘lib, uning rivojlanishi insoniyatning energetik kelajagini belgilab beruvchi muhim omillardan biri hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Sodiqov B.X. **fizik kimyo asoslari**. Toshkent: “fan va texnologiya”, 2019.
2. Abdurahmonov A.A. **umumiy kimyo**. Toshkent: “o‘qituvchi”, 2020.
3. Xudoyberdiyev F.R. **analitik kimyo**. Toshkent: “yangi asr avlodi”, 2018.
4. To‘xtayev S.T **ekologik kimyo va atrof-muhit muhofazasi**. Toshkent: “universitet”, 2021.
5. Rahimov O.Q **energetika kimyosi asoslari**. Toshkent: “fan”, 2022.