

**VODOROD ENERGETIKASI: SUVNI ELEKTROLIZ QILISH
ORQALI TOZA YOQILG‘I OLIHNING KIMYOVIY ASOSLARI VA
ISTIQBOLLARI**

Chirchiq davlat pedagogika universiteti

Tabiiy fanlar fakulteti

Kimyo(kechki) yo‘nalishi

22/1-guruh talabasi

Nishonboyeva Muattar

Annotatsiya. Ushbu ilmiy ishda bugungi kunda global energetika inqirozi va ekologik muammolarni hal qilishda vodorod energetikasining o‘rni tahlil qilinadi. Tadqiqotda suv molekulasini elektrokimyoviy parchalash (elektroliz) orqali toza vodorod olishning kimyoviy mexanizmlari, elektrokatalizatorlarning turlari va ularning samaradorligini oshirish usullari batafsil ko‘rib chiqilgan. Shuningdek, "yashil vodorod" texnologiyasini sanoatga tatbiq etishdagi mavjud to‘siqlar va ularni bartaraf etishning innovatsion yo‘llari yoritilgan.

Kalit so‘zlar. vodorod energetikasi, suv elektrolizi, elektrokatalizator, proton almashinuvchi membrana (PEM, yashil vodorod, anod va katod reaksiyalari, platina guruhi metallari, energetik samaradorlik, qayta tiklanuvchi energiya, elektrokimyoviy termodinamika

Kirish so‘zi. Insoniyat taraqqiyoti energiya resurslariga bo‘lgan ehtiyojning tinimsiz ortishi bilan tavsiflanadi. Biroq, an‘anaviy yoqilg‘ilar — neft, gaz va ko‘mirning yonishi natijasida atmosferaga chiqarilayotgan

April 2026

456



karbonat angidrid (CO_2) va boshqa zaharli gazlar global iqlim o'zgarishiga sabab bo'lmoqda. Shu sababli, dunyo olimlari va kimyogarlari oldida mutlaqo toza, qayta tiklanadigan va yuqori kaloriyali yoqilg'i manbasini topish vazifasi turibdi. Vodorod (H_2) bu borada eng munosib nomzoddir. U yonganda faqat suv hosil qiladi va uning bir birlik massasidan olinadigan energiya miqdori benzina qaraganda uch barobar ko'pdir. Biroq, vodorod tabiatda sof holda uchramaydi, u asosan suv va organik birikmalar tarkibida bo'ladi. Uni suvdan ajratib olish — bu sof kimyoviy va elektrokimyoviy jarayon bo'lib, u juda katta ilmiy izlanishlarni talab qiladi. Ushbu tezisda biz vodorod olishning eng istiqbolli usuli — suv elektrolizining ilmiy asoslarini o'rganamiz.

Asosiy qism

1.1. Suv elektrolizining fundamental kimyoviy prinsiplari

Suv elektrolizi — bu elektr energiyasi ta'sirida suv molekulasi vodorod va kislorodga parchalanish jarayonidir. Bu jarayon elektrokimyoviy katakda (elektrolizyorda) sodir bo'ladi.

1.3. Zamonaviy elektroliz texnologiyalari (PEM va Ishqorli)

Hozirda sanoatda asosan ikki turdagi elektrolizyorlar qo'llaniladi:

Ishqorli (Alkaline) elektroliz: Bu eng qadimgi va sinalgan usul bo'lib, unda elektrolit sifatida kaliy gidroksidi (KOH) eritmasi ishlatiladi. U arzon, lekin uning quvvati pastroq.

Proton almashinuvchi membrana (PEM): Bu texnologiyada suyuq elektrolit o'rniga maxsus qattiq polimer membrana ishlatiladi. Bu usul juda tez ishga tushadi va "yashil" energiya manbalari (quyosh va shamol) bilan juda



yaxshi moslashadi. Tezida PEM texnologiyasining kimyoviy afzalliklari batafsil yoritilgan.

1.4. "Yashil vodorod" va ekologik barqarorlik

Vodorod olinish usuliga qarab "ranglarga" bo'linadi. Agar vodorod tabiiy gazdan olinsa, u "kulrang" hisoblanadi (chunki CO₂ ajraladi). Agar suvni elektroliz qilishda ishlatiladigan elektr energiyasi quyosh panellari yoki shamol generatorlaridan olinsa, bu "yashil vodorod" deb ataladi. Bu — energetikaning eng oliy maqsadidir. Kimyo sanoatida vodorodni saqlash va tashish uchun uni ammiak (NH₃) yoki suyuq organik vodorod tashuvchilarga (LOHC) aylantirish ham muhim kimyoviy jarayon hisoblanadi.

1.4. Elektrokatalizatorlarning sirt faolligi va Gibbs energiyasi

Elektroliz jarayonining samaradorligi bevosita elektrod yuzasida sodir bo'ladigan kimyoviy adsorbsiya jarayoniga bog'liq. Vodorod ajralishi reaksiyasida (HER) vodorod atomlarining katalizator yuzasiga bog'lanish energiyasi (ΔG_H) hal qiluvchi rol o'ynaydi.

Sabatier prinsipi: Agar bog'lanish juda kuchli bo'lsa, vodorod atomlari sirdan uzilib ketolmaydi va reaksiya to'xtaydi. Agar bog'lanish juda kuchsiz bo'lsa, atomlar sirtga yopisha olmaydi. Platina (Pt) nima uchun eng yaxshi katalizator? Chunki uning uchun ΔG_H qiymati nolga juda yaqin.

Vulkan grafiklari (Volcano plots): Tezida turli metallarning faolligini solishtirishda ushbu grafiklardan foydalaniladi. Bizning maqsadimiz — arzon metallar (masalan, Ni-Mo qotishmalari) yordamida platinaga yaqin ko'rsatkichlarga erishishdir.

1.5. Fotoelektroliz: Quyosh nuridan to'g'ridan-to'g'ri vodorod olish

April 2026

Bu bo'limda "sun'iy barg" texnologiyasi haqida so'z boradi. Bunda elektr energiyasi tashqaridan berilmaydi, balki yarimo'tkazgichli fotoanodlar (masalan, TiO_2 yoki Fe_2O_3) quyosh nurini yutib, suvni parchalash uchun kerakli elektronlarni hosil qiladi.

Fotoelektrokimyoviy katak (PEC): Bu tizimda quyosh energiyasi bevosita kimyoviy bog' energiyasiga aylanadi. Bu usul hozirda laboratoriya sharoitida o'rganilmoqda va uning foydali ish koeffitsienti (STH — Solar-to-Hydrogen) 10-15% ga yetkazilmoqda.

1.6. Vodorodni saqlash va tashishning kimyoviy usullari

Vodorod eng yengil gaz bo'lgani uchun uni saqlash katta muammo. Uni siqilgan gaz holida saqlash xavfli va qimmat. Kimyoviy yechimlar quyidagicha:

Metall gidridlar: Ba'zi metallar (masalan, magniy yoki litiy qotishmalari) vodorodni o'zining kristall panjarasiga "shimib" oladi. Isitilganda esa vodorodni qayta chiqaradi.

Ammiak (NH_3) iqtisodiyoti: Vodorodni ammiakka aylantirish orqali uni suyuq holda uzoq masofalarga tashish osonlashadi. Ammiak tarkibida vodorod zichligi juda yuqori bo'lib, u vodorod uchun "kimyoviy akkumulyator" vazifasini o'taydi.

1.7. O'zbekistonda vodorod energetikasini rivojlantirish istiqbollari

O'zbekiston iqlimi — yiliga 300 kundan ortiq quyoshli ob-havo — "yashil vodorod" ishlab chiqarish uchun ideal sharoit hisoblanadi. Tezida Chirchiq shahridagi "Maxam-Chirchiq" korxonasi vodorod ishlab chiqarishni



modernizatsiya qilish va vodorodni tabiiy gaz quvurlari orqali (5-10% gacha aralashtirilgan holda) tashish imkoniyatlari tahlil qilingan.

Xulosa. Vodorod energetikasi — bu shunchaki ilmiy nazariya emas, balki yaqin kelajakning real iqtisodiyotidir. Suvni elektroliz qilish orqali olinadigan vodorod ekologik toza yoqilg‘i aylanishini ta‘minlaydi. Biz o‘rgangan katalitik jarayonlar va yangi materiallar vodorod tannarxini tushirishga xizmat qiladi. Kelajakda vodorod nafaqat avtomobillar uchun yoqilg‘i, balki butun kimyo sanoati uchun asosiy xomashyo manbaiga aylanadi. Bu boradagi izlanishlarni davom ettirish biz kabi bo‘lajak mutaxassislarning asosiy vazifasidir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Karimov A. Sh. "Elektrokimyo va vodorod texnologiyalari", Toshkent: "Fan", 2023.
2. Sultonov M. "Qayta tiklanuvchi energiya manbalari kimyosi", O‘quv qo‘llanma, 2022.
3. Turner J. A. "Sustainable Hydrogen Production", Science, 2020.
4. Schmidt O., et al. "Future cost and performance of water electrolysis", International Journal of Hydrogen Energy, 2019.
5. O‘zbekiston Respublikasining "Qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish to‘g‘risida"gi qonuni va davlat dasturlari, 2024.

