



## VODOROD YOQILG'ISINI OLISHDAGI YUQORI TEMPERATURALI QUYOSH QURULMALARIGA BOG'LANGAN KATALIZATORLARNI TADQIQ ETISH

*Buxoro davlat tibbiyot instituti*  
*“Biotibbiyot muhandisligi, biofizika va informatika” kafedrası*  
*Assistenti: **Temirov Og'abek Farhod o'g'li***

H<sub>2</sub> - eng ekologik toza motor yoqilg'isi turi, shuning uchun uning istiqbollari aniq Avstraliyada, Viktoriya shtatidagi jigarrang ko'mirda, keyinchalik vodorodni chiqarish, aniqrog'i oltingugurt, simob va karbonat angidridni (CO<sub>2</sub>) olib tashlash bilan ko'mirni gazlashtirish texnologiyasi ishlab chiqilmoqda.

Norvegiyada Nel Hydrogen suvni atmosferaga chiqariladigan vodorod va kislorodga ajratish uchun yuqori haroratli elektroliz uchun qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish texnologiyasini ishlab chiqmoqda.

Kawasaki Heavy Industries suyuq vodorodni (LH<sub>2</sub>) tashish uchun dengizda vodorod tankerini ishlab chiqmoqda[1].

Vodorod (H) Yerdagi eng keng tarqalgan elementdir, ammo normal sharoitda u vodorod H yoki vodorod gazi (H<sub>2</sub>) shaklida bo'lmaydi.

O'zining xususiyatlariga ko'ra, u boshqa organik birikmalar bilan oson reaksiyaga kirishadi, masalan, suv (H<sub>2</sub>O).

Vodorod va havodan suv hosil bo'lish reaksiyasi paytida elektr energiyasi sifatida ishlatilishi mumkin bo'lgan energiya chiqariladi.

Ushbu reaksiyani sanoat energiya ishlab chiqarish uchun foydali qilish uchun, masalan, suvdan atomlarni kislorod va vodorodga elektroliz orqali ajratish orqali vodorod ishlab chiqarish kerak. Vodorodni ishlab chiqarishning turli usullari mavjud bo'lib, ular ekologik jihatdan ham, narx jihatidan ham juda farq qiladi.

Ekologik tozalik vodorod ishlab chiqarishning muhim mezonini hisoblanadi. Vodorod ishlab chiqarish jarayonida qancha ko'p uglerod oksidi ajralib chiqsa, u kamroq ekologik toza hisoblanadi.[5]

Oddiylik uchun turli texnologiyalar tomonidan ishlab chiqarilgan har bir "navbat" odatda rang bilan belgilanadi, garchi u to'g'riroq bo'lsa - uglerod izi bilan. Vodorodning kislorod bilan o'zaro ta'siri reaksiyasi issiqlik chiqishi bilan sodir bo'ladi. Agar standart sharoitda 1 mol H<sub>2</sub> (2 g) va 0,5 mol O<sub>2</sub> (16 g) olib, reaksiyani qo'zg'atsak, tenglama bo'yicha.



reaksiya tugagandan so'ng 285,8 kJ/mol energiya chiqishi bilan 1 mol H<sub>2</sub>O (18 g) hosil bo'ladi.

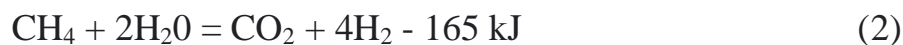
Taqqoslash uchun: asetilenning yonish issiqligi 1300 kJ/mol, propan 2200 kJ/mol. 1 m<sup>3</sup> vodorodning og'irligi 89,8 g (44,9 mol), shuning uchun 1 m<sup>3</sup> vodorod ishlab chiqarish uchun 12832,4 kJ energiya sarflanadi.

1 kVt = 3600 kJ, shuning uchun biz 3,56 kVt soat elektr energiyasini olamiz. Vodorod yoqilg'isiga o'tishning maqsadga muvofiqligini 1 kVt soat elektr energiyasi uchun mavjud tarifni va, masalan, 1 m<sup>3</sup> gaz narxini yoki boshqa energiya tashuvchining narxini solishtirish orqali baholash mumkin.

Vodorod yondirilganda toza suv olinadi. Ya'ni, vodorod yoqilg'isi gaz yoki benzindan farqli o'laroq, atrof-muhitga zarar etkazmasdan ishlab chiqariladi.

Vodorodni olish uchun kimyoviy usullar, jumladan, elektr toki bilan suvning parchalanish reaksiyalari qo'llaniladi.[6]

Vodorodni olishning asosiy sanoat usuli - bu tabiiy gazning bir qismi bo'lgan metan suvi bilan reaksiya. Yuqori haroratda amalga oshiriladi:



Tuzlarning suvdagi eritmalarini elektroliz qilish:



Taxminan 1000°C haroratda issiq koks ustidan suv bug'ini o'tkazish:



Tabiiy gazdan.

Bug' konversiyasi:



Kislorod katalitik oksidlanishi:



Neftni qayta ishlash jarayonida uglevodorodlarni kreking va isloh qilish.

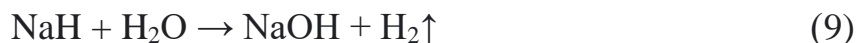
Suyultirilgan kislotalarning metallarga ta'siri. Bunday reaksiyani amalga oshirish uchun ko'pincha sink va xlorid kislota ishlatiladi:



Kaltsiyning suv bilan o'zaro ta'siri:



Gidridlarning gidrolizi:



Ishqorlarning rux yoki alyuminiyga ta'siri:



Elektrolizdan foydalanish. Ishqorlar yoki kislotalarning suvli eritmalarini elektroliz qilish jarayonida katodda vodorod ajralib chiqadi, masalan:



Vodorod ishlab chiqarish uchun bioreaktor.

#### Jismoniy xususiyatlar

Gazsimon vodorod 2 shaklda (modifikatsiyada) - orto- va para-vodorod shaklida bo'lishi mumkin. Ortohidrogen molekulasida (mp -259,10 °C, bp -252,56 °C) yadro spinlari bir xil (parallel), parahidrogenda (mp -259,32 °C, t bp -252,89 °C) - aksincha yo'naltiriladi. bir-biriga (parallelga qarshi).

Vodorodning allotropik shakllari suyuq azot haroratida faol uglerodga adsorbsiya yo'li bilan ajratilishi mumkin. Juda past haroratlarda ortovodoro d va parahidrogen o'rtasidagi muvozanat deyarli butunlay parahidrogen tomon siljiydi. 80 K da tomonlar nisbati taxminan 1:1 ni tashkil qiladi. Desorblangan parahidrogen xona haroratida muvozanat aralashmasi hosil bo'lguncha qizdirilganda ortovodorodga aylanadi[2].

Katalizator bo'lmasa, transformatsiya asta-sekin sodir bo'ladi, bu alohida allotropik shakllarning xususiyatlarini o'rganish imkonini beradi.

Rossiyada vodorod olishdan manfaatdor asosiy tashkilotlar Rosatom va Gazprom hisoblanadi. Atom elektr stantsiyalari ortiqcha energiyani vodorod shaklida saqlashi va undan keyin foydalanishi kerak. Va kon kompaniyasi tabiiy gazni vodorodga qayta ishlashni xohlaydi, to'g'ridan-to'g'ri foydalanish joylarida, masalan, yoqilg'i quyish shoxobchalarida tegishli qurilmalarga ega.

Vodorodni tashish muammosini hal qilish uchun uni spirtlarga - metanolga, dimetil efirga aylantirish mumkin bo'lib, ulardan vodorod olish uchun, ular aytganidek, elektr stantsiyalarida keyingi foydalanish uchun "talab bo'yicha". Bu vodorod o'z ichiga olgan komponentlarni olish kimyosi va u juda yaxshi o'zlashtirilgan.



Parametr	H <sub>2</sub> (gaz)	H <sub>2</sub> (suyuq)	Propan	Benzin
Ish bosimi (MPa)	20	0.1	0.5	0.1
Kerakli og`irlik (kg)	40,000	30,000	40,000	40,000
Yetkazib berilgan og`irlik (kg)	400	2,100	20,000	14,000
Yetkazib beriladigan yoqilg`ining minimal isitish qiymati (MJ)	120	120	46.3	44.8
Bir yuk mashinasi uchun energiyaning minimal isitish qiymati ( GJ )	48	252	926	1,164.8
Dizel yoqilg`isi iste'mol qilinganda (kg)	79.6	57.9	60	54
Dizelning minimal isitish qiymati (GJ)	3.38	2.46	2.55	2.30
Benzinga nisbatan sarflanadigan a	35.77	4.96	1.40	1.00

1-jadval.

Vodorodni propan va benzin bilan avtomobil transportida energiya sarfini taqqoslash.

Umuman olganda, vodorodning ekologik toza yoqilg`i ekanligi haqidagi bayonotlar to`liq adolatli emas. Maktab kimyo kursidan biz vodorodni yoqishdan keyin suv olinishini eslaymiz. Ammo u azot miqdori yuqori bo`lgan havoda yonadi va kislorod va azotning yuqori haroratda reaksiyasi natijasida biz benzinni yoqish paytidagi kabi zaharli azot oksidlarini olamiz, faqat kichikroq hajmda. Aslida, vodorodning bunga aloqasi yo`q.[8]

Har qanday yuqori haroratli yonish havodagi kislorod va azotning oksidlar hosil bo`lishi bilan o`zaro ta`sirining reaksiyasini keltirib chiqaradi. Shu sababli, har qanday yoqilg`ini yoqish orqali elektr energiyasini ishlab chiqarish eng ekologik toza usul emas. Va bundan ham ko`proq uglevodorod, atmosferaga karbonat angidrid chiqindilari chiqishi bilan yonadi. Atmosferaga chiqindilar bilan bog`liq



muammolarni hal qilish uchun siz yoqilg'ini yoqishni to'xtatishingiz va uning iste'mol darajasini xona haroratiga kamaytirishingiz kerak. Yoqilg'i xujayralari bunga yordam beradi. Yoqilg'i xujayralarida vodoroddan foydalanish eng ekologik toza hisoblanadi. Turli xil yonilg'i xujayralari vodorodni turli haroratlarda ishlatadi va uning tozaligi haqida ko'proq yoki kamroq tanlanishi mumkin. Past haroratli yonilg'i xujayralari sof vodorodda ishlaydi, yuqori haroratlilari esa sintez gazidan to'liq qoniqadi. Yoqilg'i xujayrasi - bu vodorodning kimyoviy energiyasini elektr energiyasiga (elektrolizning teskari jarayoni) juda yuqori samaradorlik bilan aylantiradigan elektrokimyoviy qurilma.

Xitoy va Germaniya olimlari bilan birgalikda Tomsk politexnika universiteti ishlab chiquvchilari vodorod ishlab chiqarish uchun arzon katalizator yaratdilar. Endi qimmatbaho platina vodorod ishlab chiqarishda ishlatiladi. Yangi katalizatorni inkjet bosib chiqarish yo'li bilan arzon ishlab chiqarish mumkin, deb ta'kidlaydi Rossiya universiteti matbuot xizmati.

Yangi katalizator molibden disulfidi va qaytarilgan grafen oksidi plitalaridan iborat. Bu kelajak yoqilg'isi bo'lmish vodorod ishlab chiqarishni arzon va ekologik toza qiladi. TERS-Team ilmiy guruhida ishlovchi rossiyalik olimlar tarkibida molibden disulfidining nanoplateletlari va qaytarilgan grafen oksidi zarralari bo'lgan maxsus siyoh yasadi[3]. Keyin siyoh inkjet bosib chiqarish yordamida mis plastinka elektrodiga qo'llanildi.

Yashil vodorodni yanada samarali ishlab chiqarish uchun katalizator. Tadqiqotchilar yashil vodorod ishlab chiqarish samaradorligini maksimal darajada oshiradigan yangi suvni ajratish jarayoni va materialini ishlab chiqdilar, bu uni an'anaviy, uglerod chiqaradigan vodorod ishlab chiqarish o'rniga qayta tiklanadigan energiyani saqlash uchun yashil vodorodga aylantirmoqchi bo'lgan sanoat hamkorlari uchun arzon va qulay variantga aylantirdi tabiiy gazdan[43].

Vodorod - ayniqsa uglerodsiz yashil vodorod - quyosh va shamol kabi qayta tiklanadigan energiya uchun istiqbolli toza energiya tashuvchisi va saqlash varianti sifatida paydo bo'ldi. U atmosferaga uglerod chiqindilarini qo'shmaydi, lekin hozirda uni yaratish qimmat va murakkab.

Yashil vodorod ishlab chiqarishning bir usuli - elektrokimyoviy suvning bo'linishi. Bu jarayon vodorod va kislorodni olish uchun katalizatorlar (reaktsiyani kuchaytiruvchi moddalar) ishtirokida suv orqali elektr energiyasini o'tkazishni o'z ichiga oladi.[7]

Georgia Tech tadqiqot guruhi elektrokatalizator uchun gibrid materiallardan foydalangan holda yashil vodorodni arzonroq va bardoshli qilishga umid qilmoqda.



Bugungi kunda jarayon miqyosda elektroliz orqali vodorod ishlab chiqarish uchun afzal qilingan katalizatorlar boʻlgan platina va iridiy kabi qimmatbaho qimmatbaho metall komponentlarga tayanadi. Ushbu elementlar qimmat va kamdan-kam uchraydi, bu esa vodorodga asoslangan energiya uchun gazni almashtirish harakatini toʻxtatdi[4]. Wood Mackenzie bozor tadqiqot firmasi maʼlumotlariga koʻra, aslida yashil vodorod 2020- yilda yillik vodorod ishlab chiqarishning 1% dan kamrogʻini tashkil etdi, bu koʻp jihatdan bu xarajatlar tufayli. Jinho Park, GTRI tadqiqotchisi va tadqiqotning etakchi tadqiqotchisi, ushbu tadqiqot yashil vodorod ishlab chiqarishda ishlatiladigan asbob-uskunalar narxini pasaytirishga yordam berishi mumkinligini aytdi. Gibril katalizatorlarni ishlab chiqish bilan bir qatorda, tadqiqotchilar katalizatorlarning shakli va metallarning oʻzaro taʼsirini nazorat qilish qobiliyatini ham aniq sozlashdi. Asosiy ustuvorliklar tizimda katalizatordan foydalanishni qisqartirish va shu bilan birga uning chidamliligini oshirish edi, chunki katalizator uskuna narxining asosiy qismini tashkil qiladi.

“Biz bu katalizatorning unumdorligini pasaytirmasdan uzoq vaqt foydalanmoqchimiz”, dedi u. "Bizning tadqiqotimiz nafaqat yangi katalizatorni yaratishga, balki uning ortidagi reaksiya mexanikasini ham tushunishga qaratilgan. Bizning saʼy-harakatlarimiz katalizatorlarda suvning boʻlinish reaksiyasini fundamental tushunishga yordam beradi va boshqa tadqiqotchilarga muhim tushunchalar beradi deb ishonamiz.

### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR ROʻYXATI.

[1]. Постановление Президента Республики Узбекистан, от 09.04. 2021 г. № ПП-5063 «О мерах по развитию возобновляемой и водородной энергетики в Республике Узбекистан». <https://lex.uz/docs/5362035>.

[2]. Акбаров Р.Ю. Оптимальные углы наклона солнечных установок для Паркентского района (Узбекистан). Материалы международной научной конференции “Новые материалы и гелиотехнологии” 20-21 мая 2021 года. г. Паркент, Узбекистан. С. 186-190.

[3]. Martino, M.; Ruocco, C.; Meloni, E.; Pullumbi, P.; Palma, V. Main Hydrogen Production Processes: An Overview. Catalysts 2021, 11, 547. <https://doi.org/10.3390/catal11050547>.

[4]. Yamaguchi M., Horiguchi M., Nakanori T. «Development of Large-Scale Water Electrolyzer Using Solid Polymer Electrolyte in WE-NET» Proceedings of the 21 th World Hydrogen Energy Conference (Beijing, China, June 12-15, 2000), vol. 1. P.274-281.



[5]. Lymberopoulos N. «Hydrogen production from renewables» Report on RES2H2.

[6]. Григорьев С.А., Халиуллин М.М., Кулешов Н.В., Фатеев В.Н. Электролиз воды в системе с твердым полимерным электролитом/ Электрохимия, т. 37, № 8,2001. – С. 953-957.

[7]. Григорьев С.А., Халиуллин М.М., Кулешов Н.В., Фатеев В.Н. Электролиз воды в системе с твердым полимерным электролитом/ Электрохимия, т. 37, № 8,2001. – С. 953-957.

[8]. Grigoriev S.A., Millet P., Fateev V.N. «Evaluation of carbon-supported Pt and Pd nanoparticles for the hydrogen evolution reaction in PEM water electrolyzers» // Journal of Power Sources, vol. 177, issue 2, March 2008. P. 281-285.