



UDC: 662.769

## VODOROD ENERGIYASIDAN FOYDALANISH VA UNING MUHIM JIHATLARI.

*Temirov Og'abek Farhod o'g'li,*

*Buxoro davlat tibbiyot instituti*

*Biotibbiyot muhandisligi, biofizika*

*va informatika kafedrası assistenti*

*e-mail:*

### Annotatsiya

Ushbu maqolada vodorod yoqilg'isidan foydalanish va unga bog'liq jarayonlarda yuqori tempuraturali qurilmalardan samarali foydalanish usullari bo'yicha olib borilgan ilmiy izlanishlar natijalari bayon qilingan. Shu o'rinda vodorod yoqilg'isi xafsiz saqlash choralari hamda ularni tashish haqida ma'lumot berilgan. To'liq ishlaydigan vodorod energiya tizimini rivojlantirish uchun, avvalo, barcha tegishli texnologiyalar uchun potensial vodorod energiya bozorini aniqlash kerak haqida ma'lumot berilgan. Vodorod transport sohasi uchun juda zarur bo'lgan yoqilg'iga aylana oladi va uni tashish ham mumhim ahamiyatga ega.. Boshqa tomondan, transport sohasi talablarini qondira oladigan barqaror va uzoq muddatli vodorod energetikasi bozoriga ega bo'lish uchun birinchi navbatda transport vositasi va yoqilg'i narxiga ta'sir ko'rsatadigan ko'plab texnologik elementlarni hal qilish kerak haqida ma'lumot berilgan.

**Kalit so'zlari:** Hydrogen, experimental analysis, pressure, anode, cathode, hydrogen energy, oxygen electrode, solid oxide fuel cell, platinum.



## PRACTICAL APPLICATIONS AND TECHNOLOGICAL PROSPECTS OF HYDROGEN FUEL.

### Abstract

This article presents the results of scientific research conducted on the use of hydrogen fuel and methods for the efficient operation of high-temperature devices involved in related processes. It also provides information on safety measures for storing hydrogen fuel and its transportation. It is stated that in order to develop a fully functioning hydrogen energy system, it is first necessary to identify the potential hydrogen energy market for all relevant technologies. Hydrogen can become a type of fuel that is highly important for the transportation sector, and its transportation is also of significant importance. On the other hand, to establish a stable and long-term hydrogen energy market capable of meeting the demands of the transport sector, it is necessary to address numerous technological elements that affect the cost of vehicles and fuel.

**Keywords:** Hydrogen, hydro energy, pressure, anode, cathode, thermodynamic potential, molten carbonate fuel, solid oxide fuel, platinum.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ВОДОРОДНОГО ТОПЛИВА.

### Аннотация

В данной статье представлены результаты научных исследований, проведённых по использованию водородного топлива и методам эффективной эксплуатации высокотемпературных устройств, задействованных в связанных с ним процессах. Также приведена информация о мерах безопасности при хранении водородного топлива и его транспортировке. Отмечается, что для



развития полностью функционирующей водородной энергетической системы необходимо прежде всего определить потенциальный рынок водородной энергии для всех соответствующих технологий. Водород может стать крайне важным видом топлива для транспортного сектора, и его перевозка также имеет большое значение. С другой стороны, для формирования стабильного и долгосрочного рынка водородной энергетики, способного удовлетворить потребности транспортной отрасли, необходимо решить многочисленные технологические задачи, влияющие на стоимость транспортных средств и топлива.

**Ключевые слова:** Водород, экспериментальный анализ, давление, анод, катод, водородная энергетика, кислородный электрод, твердооксидный топливный элемент, платина.

**Kirish.** Olimlar vodorod energiyasidan foydalanishning nazariy va amaliy usullarini o'rganmoqdalar, dunyoning yetakchi mamlakatlari uzoq muddatli vodorod bilan ishlaydigan iqtisodiyotni qurish strategiyasini ishlab chiqdilar va ularning ko'plari allaqachon amalga oshirila boshlandi. Vodorod energiyasi deganda vodorod yoki vodorod elementini o'z ichiga olgan moddalardan olinadigan energiya ham tushunilish ma'lum. Vodorod energiyasidan iqtisodiyotning turli sohalarida foydalanish joriy etilmoqda. Vodorod energiyasidan foydalanish kimyo sanoati, neft mahsulotlari, energetika, metallurgiya, radiotexnika, aerokosmik sohalarda shuningdek, global isishni oldini olish va boshqa energiya turlarini almashtirishda muhim ahamiyatga ega. Vodorod yoqilg'i yoki yonilg'i mahsuloti sifatida ishlatiladi. Suvni vodorod va kislorod gazlarga elektroliz qilish natijasida olingan vodorod ekologik jihatdan yashil vodorod deb ataladi.

Avvalo vodoroddan foydalanish uchun uni saqlash kerak bo'ladi. Vodorod saqlash uchun maxsus idishlar ishlab chiqarilgan. Hozirda vodorod



energiyasini saqlashning yangi usullari tajriba qilinmoqda va kompyuter texnologik jihatdan modellashtirilmoqda.

Garchi yangi energiya turlari topilishiga umid qilinayotgan bo'lsa-da, hozirda asosan vodorod energiyasiga istiqbolli soha sifatida qaralmoqda. Fan texnika taraqqiy etgan davrda energiya albatta katta muammodir. Energiya ta'minoti orqali jamiyat ehtiyojlarini qoniqtirish va bu energiya ta'minotini barqarorlashtirish texnologik jihatlarini tashkillashtirish muhim ahamiyatga ega. Hozirgi vaqtga kelib benzinda, gazda va boshqa yoqilg'ilarda yuradigan avtomobillar o'rnini elektromobillar egallab boshladi. Bu katta yutuq, chunki ekologiya ifloslanishining oldi olinadi. Vodorodning narxi qimmatligi qaramasdan istiqbollari mavjud[1]. Bu soha hali yosh sohalardan bo'lishiga qaramasdan sohada ko'plab yangiliklar paydo bo'lmoqda. Bu izlanishlar ko'proq rivojlangan mamlakatlar, xususan AQSH va Yaponiya olib bormoqda. Bizning mamlakatimiz mutaxassislarida ham bu borada takliflar va rejalar mavjud.

To'liq ishlaydigan vodorod energiya tizimini rivojlantirish uchun, avvalo, barcha tegishli texnologiyalar uchun potensial vodorod energiya bozorini aniqlash kerak. Bu vazifa har doim ham oson emas, xususan vodorod energetikasi tizimlarida ishlatiladigan texnologiyalarning aksariyati hali bozorga kirish bosqichida turibdi. Shunga qaramay, vodorodning yoqilg'i sifatida ishlatilish imkoniyatlari, ko'pgina istiqbolli dasturlarga mos ekanligi va real hayotda natijadorligi, vodorodning xavfsizligi va oxirgi foydalanishda keng qo'llanilishida mos ekanligini ko'rsatadi. Bundan tashqari, vodorodning ko'p qirraliligi vodorod energiyasi bozori talablarini baholash uchun asos yaratadi. Vodorod energetikasi qo'llanilish jihatdan birgina elektronikalashgan sohalarda uchun issiqlik va elektr energiyasini ishlab chiqarish va tashish tizimlari uchun foydalanish dasturlarining keng doirasiga ham xizmat qilishi ham mumkin. Amerika kimyo muhandislari instituti kelgusida vodorod



energetikasidan foydalanishning asosiy yo`nalishlari asosan quyidagi 4 ta elementga bog`liq bo`lishi kutilmoqda[2]:

- vodorod energiya tizimlarining hozirgi va kelajakdagi xarajatlari;
- vodorod energetikasi tizimining turli xil texnologiyalarining rivojlanish darajasi;
- muqobil energiya tizimlarining joriy va kelajakdagi xarajatlari;
- issiq gazlar va chiqindilarning amaldagi va kelajakdagi iqlimga ta`sirlari.

Vodorod transport sohasi uchun juda zarur bo`lgan yoqilg`iga aylana oladi. Boshqa tomondan, transport sohasi talablarini qondira oladigan barqaror va uzoq muddatli vodorod energetikasi bozoriga ega bo`lish uchun birinchi navbatda transport vositasi va yoqilg`i narxiga ta`sir ko`rsatadigan ko`plab texnologik elementlarni hal qilish kerak. Vodorodni yoqilg`i sifatida qo`llash elektr transport vositalarining xarajatlarini minimallashtirish maqsadida amalga oshirilishi juda foydali bo`lar edi. Yoqilg`i xomashyolarining narxi ancha pasaygan bo`lsa ham, ayniqsa so`nggi ikki yil ichida ularning iqtisodiy ko`rsatkichlari vodorod energetikasi bozorlari uchun muhim haydovchi bo`lgan akkumulyatorli elektr transport vositalari, shu jumladan mavjud yoki kelajakdagi muqobil yechimlarning iqtisodiy ko`rsatkichlariga ham bog`liq. Agar akkumulyatorli elektr transport vositalari arzon narxda samarali ishlasa, foydalanuvchilar vodorod bilan ishlaydigan boshqa vositalarga ko`ra, akkumulyatorli elektr transport vositalarini sotib olishni afzal ko`radilar. Natijada vodorod yoqilg`isi bilan ishlaydigan transport vositalariga o`tishni qo`llab-quvvatlash xohishi kamayishi mumkin.

Vodorod energetikasidan foydalanishga undovchi quyidagi faktorlar mavjud:



Quyosh va shamol energiyasi ishlab chiqarish ekologik jihatdan chiqindi chiqaradi, shu jumladan uglerod bilan ham, chunki u qazib olishda qazilma yoqilg'idan foydalanadi.

Amaliy ravishda barcha milliy “vodorod” dasturlari vodorod energetikasida yonilg'i elementlaridan asosiylari sifatida foydalanishni nazarda tutadi. Yonilg'i elementlari ishlashining umumiy tamoyillarini bilish insoniyatning zamonaviy texnik madaniyatining zaruriy qismiga aylanib bormoqda.

$H_2$  -vodorod molekulasini; H- vodorod atomi;  $H^+$ - proton; e – elektron; O- kislorod atomi;  $O_2$  – kislorod molekulasini;  $H_2O$  – suv molekulasini; 1- tashqi elektr zanjir; 2-vodorod kamerasini; 3 – anod (katalitik qatlami); 4- membrana (qattiq maydonli elektrolit); 5- katod (katalitik qatlami); 6 – kislorod kamerasini; 7 – kislorod bilan boyitilgan havo; 8 – ishlatilgan vodorod; 9 – kislorod bilan ishlangan havo =  $2H_2O + O$ . Bunda yonish reaksiyasidagi reagentlar ( vodorod va kislorod) ning kimyoviy energiyasi to'liq faqat protonga o'tadi.[3]

Ushbu tamoyilni qattiq polimer elektrolit yonilg'i elementi misolida ko'ramiz. Bunday elementning birlik elementi shakli. Yoqilg'i elementi anod (vodorodli elektrod) va katoddan (kislorodli elektrod) iborat. Anod va katod membrana shaklida qattiq polimer elektrolitlari bilan ajralib turadi. Yoqilg'i anod zonasiga kiritilgan vodorod gazidir. Anod tarkibida platina katalizatori mavjud, natijada vodorod molekulalari katalizator yuzasidan adsorbsiyalanadi va avval atomlarga, so'ngra atomlar musbat zaryadlangan protonlar va manfiy zaryadlangan elektronlarga parchalanadi. Qattiq polimer membrananing eng muhim xususiyati shundaki, u orqali katodga faqat musbat zaryadlangan protonlar kirib borishi mumkin. Shunga ko'ra, vodorod elektrolitida (anodda) ortiqcha elektronlar to'planib, undan protonlar chiqib ketadi va u manfiy zaryadlanadi.



Aksincha, kislorod elektrodi (katod) protonlarni hosil qiladi va musbat zaryadlanadi. Boshqacha qilib aytganda, potensiallar farqi anod va katod orasida paydo bo'ladi. Shuning uchun, zo'riqishni o'z ichiga olgan tashqi elektr zanjiri yopilganda, unda foydali ish bajarishi mumkin bo'lgan elektr toki oqadi. Katalizator ishtirokida oqim vaqtida katodga kirgan elektronlar membranadan o'tib ketadigan protonlardan suv hosil qilish reaksiyasini va tashqi tomondan katodga ta'minlangan kislorodni yetkazib beradi. Vodorodning to'g'ridan-to'g'ri yonishi kimyoviy yonish reaksiyasi natijasida suv hosil bo'lishini ham eslaylik. Yonilg'i elementlarida suv hosil bo'lishing reaksiyasi boshqacha bo'ladi. Bu yerda vodorod oksidlanish elektrokimyoviy reaksiya sifatida sodir bo'ladi va natijada reaktivlarning kimyoviy energiyasining katta qismi (nazariy jihatdan 83%) to'g'ridan- to'g'ri energiya issiqlikka aylanadi. Shunday qilib, yonilg'i elementlari juda samarali elektr energiyasi manbai va qo'shimcha ravishda past darajadagi issiqlik manbai hisoblanadi. Yonilg'i elektr tokining eng muhim tarkibiy qismi, faqat qisman elementlari, odatda, uglerod tashuvchisida platina katalizatorlaridir. Platina katalizatorlari narxi yonilg'i elementi narxining taxminan 30 % ini tashkil qiladi. Har bir kVt yoqilg'i elementi quvvati uchun 1 gr platina metallari sarflanadi.

Kelajakda global yoqilg'i elementlari sanoati uchun taxminan 180-200 tonna platina yoki boshqa platina metallari kerak bo'ladi deb taxmin qilinmoqda. AQSHda platinaning kobalt va mis bilan qotishmasidan foydalangan holda nanotexnologiyalarga asoslangan yangi katalizatorlar ishlab chiqarildi, ular ancha arzon va 5 barobar samaraliroqdir. Alohida yonilg'i elementi paydo bo'ladigan kuchlanish 1.1 V dan oshmaydi. Kerakli kuchlanish qiymatini olish uchun batareyalar ketma-ket ulanadi. Bunday yonilg'i elementlari, termal nazorat klapinlari bilan birgalikda, elektrokimyoviy generator deb ataladigan bitta strukturaviy birlikka yig'iladi. Yonilg'i elementlarining har xil turlari mavjud[4].





Shuni ta'kidlash mumkinki, eng keng tarqalgan tasnif elektrolitlar turiga ko'ra, ya'ni protonlarning ichki o'tkazuvchanligi vositasi:

- Qattiq oksidli yoqilg'i elementlari;
- Proton almashinadigan membranali yoqilg'i elementlari;
- Qaytariladigan yoqilg'i elementlari;
- To'g'ridan-to'g'ri metanol yoqilg'i elementi;
- Eritilgan karbonat yoqilg'i elementi;
- Fosforli yoqilg'i elementi.

Vodorod energetikasi hali keng qo'llanilmadi, chunki vodorodni ishlab chiqarish, saqlash va tashish bo'yicha texnologik jarayonlarning aniq uslubiyoti hali ishlab chiqilmagan, ammo turli xil ishlanmalar va laboratoriya tadqiqotlari istiqbolli bosqichda turibdi. Vodorodni yana ijobiy tomonlariniga bu juda yuqori termodinamik xossa (termodinamik potensial 143,06 MJ/kg), yuqori issiqlik o'tkazuvchanlik va past yopishqoqligi kiradi. Vodorod quvurlarda muammosiz tashiladi, chunki yopishqoqligi past. Vodorod suyultirilgan gaz holatida saqlanadi. Vodorod uzoq umr ko'radi va juda yengil. Vodorod energiyasining zamonaviy texnologiyalari yuqori issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti bilan yuqori sifatli yoqilg'i materialiga ega bo'lishga imkon beradi. Ushbu energiya tashuvchisi amaliy qo'llanilish doirasiga ega: sanoat iqtisodiyotida, uy-joy kommunal xizmatlarida (turar-joy binolarini ishitishda). Vodorod energiyasi atrof-muhit uchun xavfsiz. Vodorod ichki yonuv dvigatellari uchun yoqilg'i sifatida ishlatilishi mumkin (u benzin yoki dizel yoqilg'isidan samaraliroq); qizdirilganda u karbinad angidrid chiqarmaydi, ya'ni atmosferaga kamroq salbiy ta'sir qiladi. Bugungi kunda ko'plab sanoat kompaniyalari arzon vodorod yoqilg'isi elementlarini yaratish ustida ishlamoqdalar.





### **Xulosalar.**

Yuqoridagi tahlillar asosida vodorod energetikasi bugungi va kelajak energetika tizimining muhim yoʻnalishlaridan biri ekanligi ayon boʻldi. Vodorod – energiyaning toza, qayta tiklanuvchi va ekologik xavfsiz shakli sifatida insoniyatni energiyaga boʻlgan ehtiyojini barqaror qondirishda katta salohiyatga ega. Uning ishlab chiqarish texnologiyalari, ayniqsa qayta tiklanuvchi manbalar bilan uygʻunlashgan “yashil vodorod” yoʻnalishi ekologik tozaligi bilan ajralib turadi va iqlim oʻzgarishiga qarshi kurashda muhim vosita boʻlishi mumkin. Tadqiqot natijalari shuni koʻrsatdiki, Transport sohasidagi vodorod energetikasi bozoriga taʼsir koʻrsatadigan qoʻshimcha va juda muhim element – bu chiqindilar miqdori past boʻlgan boshqa muqobil yoqilgʻi bilan taqqoslaganda, masalan, biologik asosli yoqilgʻi bilan taqqoslaganda vodorod bilan erishish mumkin boʻlgan gaz chiqindilarini kamligi hisoblanadi. Transport sohasida biologik yoqilgʻilar potensial ravishda vodorod energetikasi bozorining kengayishi natijasida anʼanaviy qazilma yoqilgʻiga asoslangan transport yoqilgʻisining eng tejamkor, toza, ishonchli va samarali alternativiga aylanishi mumkin. Biologik asosda yoqilgʻining potensial muvaffaqiyati sababi ularni ishlab chiqarish, yetkazib berish va undan foydalanishda qulayligidir. Bunga qoʻshimcha ravishda, biologik yoqilgʻilar infratuzilmani tubdan yangilashni talab etmasligi mumkin. Vodoroddan asosiy foydalanadigan tarmoqlar: kimyo sanoati, avtomobillar va turargohlar.

### **Foydalanilgan adabiyotlar.**

1. Temirov O.F. Important physical and technical means of hydrogen transport. Образование наука и инновационные идеи в мире, 47(7), 75-78, 2024.
2. Temirov O.F. Modern methods of obtaining hydrogen. Образование наука и инновационные идеи в мире, 47(7), 70-74, 2024.



3. Temirov O.F. Vodorod va vodorod yoqilg'isining muhim fizik-texnik xususiyatlari. "Germany" modern scientific research: achievements, innovations and development prospects, 17(1), 2024.

4. Temirov O.F. Исследование катализаторов, связанных с высокотемпературными солнечными системами для производства водородного топлива. Tadqiqotlar. uz, 52(1), 83-89, 2024.

5. Temirov O.F. Vodorod yoqilg'isini olishdagi yuqori temperaturali quyosh qurilmalariga bog'langan katalizatorlarni tadqiq etish. Лучшие интеллектуальные исследования, 34(2), 209-215, 2024.

6. Temirov O.F. Разработать методы прямого и косвенного эффективного использования высокотемпературных солнечных систем в производстве водородного топлива. Tadqiqotlar. uz, 52(1), 76-82, 2024.

7. Ahadov A.A. Existing problems and solutions in hydrogen energy and superconductivity, Master thesis, Bukhara, 2022.

8. Водород. Свойства, получение, хранение, транспортирование, применение. Справочник. – М.: Химия, 1989.

9. Перфильев М.В., Демин А.К., Кузин Б.Л. «Высокотемпературный электролиз газов». – М.: Наука, 1988. С. 232.

10. Temirov O.F. (2024). RESPUBLIKADAGI QORAMOL G'O'SHTINI YETISHTIRISH ISTIQBOLLARI. XALQARO KONFERENSIYA VA JURNALLARNI SIFATLI INDEXLASH XIZMATI, 1(1), 123-127.

11. Аллаев К.Р., Авезова Н.Р. Водород –будущее энергетики мира и Узбекистана. // Гелиотехника, 2021, Том 57, №4, с. 345-358.

12. Аллаев К.Р. Водород – основа энергетики будущего. // Проблемы энерго- и ресурсосбережения, 2021, №2, с. 14-30.