

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI
NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI



KIMYO KAFEDRASI
R.S. DEHQONOV, Y.R.TOSHMATOV, Sh.A.SULAYMONOV

VODOROD VA ENERGETIKA

(USLUBIY QO'LLANMA)

NAMANGAN - 2019

Mualliflar: R.S. Dehqonov, Y.R.Toshmatov, Sh.A.Sulaymonov

Taqrizchilar: k.f.d., prof. Sh.Abdullayev, p.f.n., dots. I.Zohidov

Mazkur uslubiy qo'llanmada vodorod haqida umumiy tushunchalar, uning asosiy tavsiflari va hossalari haqida ma'lumotlar keltirilgan. Uslubiy qo'llanmadan turli ta'lim yo'nalishlarida kimyo fanini o'rganuvchi talabalarga hamda kimyo faniga qiziquvchilar foydalanishlari mumkun.

**NamDU o'quv uslubiy kengash yig'ilishida chop etishda tavsiya etilgan
bayonnoma № 10 29.05. 2019 yil**

© Namangan davlat universiteti

KIRISH

Hozirgi vaqtda mamlakatimizda amalga oshirilayotgan ijtimoiy-iqtisodiy islohotlar jarayonida tabiiy resurslarni tejash va barqaror rivojlanishga erishishga alohida etibor qaratilmoqda.

Bugun sayoramizda tabiiy resurslardan oqilona foydalanish masalasi kun tartibidagi eng dolzarb masalalardan biriga aylandi desak aslo mubolag'a bo'lmaydi. Chunki, asrlar osha tabiatdan va uning boyliklaridan faqat inson manfaati uchun foydalanish oqibatida ekologik muvozanat buzilib, dunyoning barcha mamlakatlarida u yoki bu darajadagi ekologik beqarorlik o'choqlari vujudga keldi. Shuning uchun ham O'zbekistonda mustaqillikning ilk davrlaridanoq tabiiy resurslardan oqilona foydalanish masalasiga davlat siyosati darajasida etibor qaratila boshlandi. Bugungi kunda muqobil va qayta tiklanuvchi energiya hamda yoqilg'i texnologiyalaridan foydalanishni kengaytirish uchun etibor kuchaytirilayotganligi ana shu siyosatning uzviy davomi hisoblanadi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Islom Karimov 2011-yilning asosiy yakunlari va 2012-yilda O'zbekistonni ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirishning ustuvor yo'nalishlariga bag'ishlangan Vazirlar Mahkamasi majlisidagi ma'ruzasida tabiiy resurslardan tejamkorlik bilan foydalanish masalasiga jiddiy etibor qaratib, muqobil energiya resurslarini izlash va joriy etish ishlari talab darajasida emasligini, ushbu sohada hal qilinishi lozim bo'lgan to'planib qolgan muammolarni hal etish payti allaqachon yetib kelganligini alohida ta'kidlab o'tganligi bejiz emas. Shuning uchun ham Vazirlar Mahkamasining bu majlisida tabiiy resurslardan oqilona va tejamkorlik bilan foydalanish, muqobil energiya resurslarini izlash va joriy etishning dolzarb vazifalari belgilab berildi.

Butun sayyoramizdagi kabi O'zbekistonda ham neft, gaz, ko'mir kabi tabiiy boyliklar cheksiz emasligini, ularning zaxiralari cheklanganligini, muqobil energiya va yoqilg'i turlaridan foydalanish naqadar dolzarb ekanligini anglab yetamiz.

O'zbekistonda tabiiy va iqtisodiy sharoitlarni hisobga olsak, muqobil va qayta tiklanuvchi energiya hamda yoqilg'i resurslaridan foydalanish imkoniyatlari naqadar katta ekanligiga ishonch hosil qilamiz.

Shuning uchun ham respublikamizda energetika tizimini tubdan takomillashtirish maqsadida qayta tiklanuvchi, ekologik sof quyosh, shamol, vodorod va biomassa energiyasidan yanada ko'proq foydalanishga alohida etibor qaratishimiz kerak.

Muqobil energiya manbalari bo'lgan quyosh va shamol energiyalari iqlim sharoitlariga bog'liqligi tufayli, odatda zaxira energiya manbasini talab qiladi va asosan an'anaviy energiya manbalarini to'ldiruvchi hisoblanadi.

Shuning uchun ham hozirgi vaqtda yil davomida foydalanish imkoniyati bo'lgan muqobil energiyalardan biri - ekologik sof vodorod energiyasini yaratish va sanoatning turli ishlab chiqarish sohalarida qo'llash dolzarbdir.

ENERGETIKA MUAMMOLARI VA MANBALARI

Energiya manbalari. Energiya asosan ishlab chiqarish bo'yicha ikkita sistemaga bo'linadi:

- tiklanadigan manbalarga asoslangan energiya;
- qayta tiklanmaydigan manbalar energiya.

Birinchi energiya sistemalari ekologik toza bo'lsa ham, kelajagi yo'q. Adabiyotlardagi ma'lumotlarga qaraganda bu energiya manbalari dunyo energiyasiga bo'lgan talabni faqat 5-10 % ni qondira olishi mumkun.

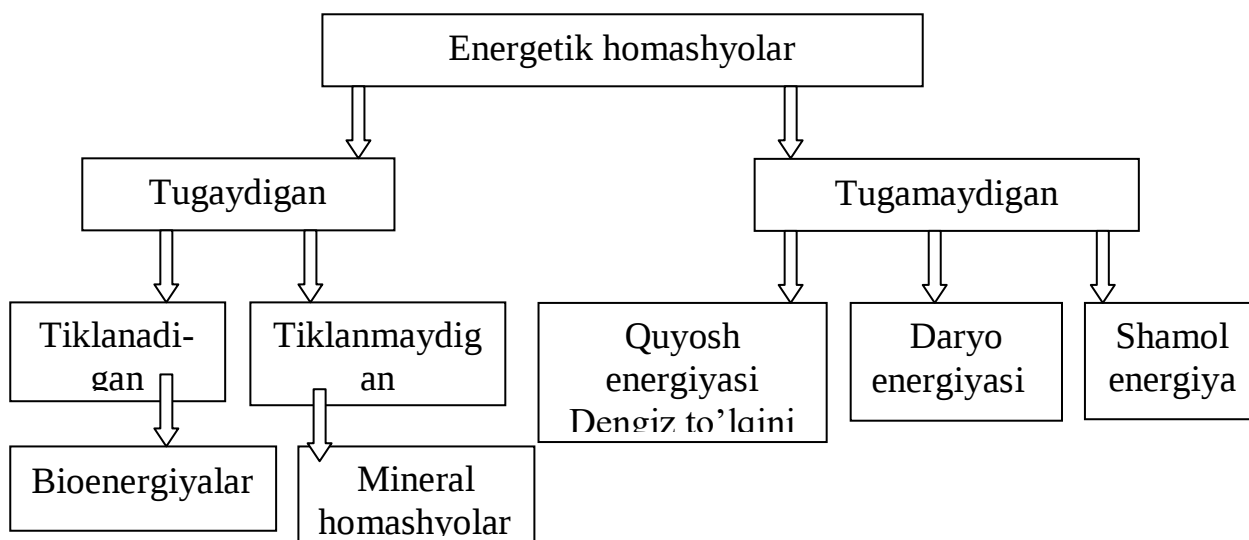
Quyidagi 1-jadvalda turli energiya manbalari va ularning holati keltirilgan.

1-Jadval.

Turli energiya manbalari, ularning holati, ekologiyasi, kelajakda ishlatilishi

Energiya manbalari	Holati va ekologiyasi	Kelajakda ishlatilishi
Ko'mir	Qattiq Atmosferani kimyoviy iloslantiradi	Real zaxirasi 11200 mlrd.t, kelajagi 100 yil
Neft	Suyuq Atmosferani kimyoviy iloslantiradi	Real zaxirasi 740 mlrd.t, kelajagi 30 yil
Gaz	Gaz Atmosferani kimyoviy ifl oslantiradi	Real zaxirasi 630 mlrd.t, kelajagi 30-50 yil
Slanslar	Qattiq Chiqindi miqdori ko'p, yo'qotish qiyin	Zaxirasi 38400 mlrd.t. ifloslangani uchun kelajagi kam.
Torf	Qattiq	
Gidroenergiya	Suyuq Ekologik balansni buzadi	Zaxirasi 890mln.t neftga ekvivalent
Quyosh energiyasi		Amalda tugamaydi
Atom parchalanish energiyasi	Qattiq	Zaxirasi fizikaviy tugaydigan, ekologik xavfli

Energiya ishlab chiqarish asosan kerak bo'ladigan energetik homashyolar ishlatilishi bo'yicha tugaydigan va tugamaydigan manbalarga bo'linadi va bu quyidagi 1-chizmada keltirilgan.



1-chizma. Energetik homashyolar va ishlatilish strukturalari

Yuqoridagi ma'lumotlardan ko'rinadiki, energiya ishlab chiqarish bo'yicha ikkinchi sistema qayta tiklanmaydigan energiya manbalari, ya'ni energetik homashyolar bo'lib, ularga toshko'mir, neft, tabiiy gaz, torf, yonuvchi slasneslar, yog'och yoqilg'ilar kiradi.

Yoqilg'ilar - bu tushuncha asosi ugleroddan tashkil topgan yonuvchan moddalar gruppasini o'z ichiga oladi. Yonganda issiqlik energiyasini hosil qilish barcha yoqilg'ilar uchun xos xususiyat. Hamma yoqilg'ilar sanoat uchun muhim homashyodir.

Energiya berish miqdoriga qarab yoqilg'ilar har xil bo'ladi. Shuning uchun adabiyotlarda "shartli yoqilg'i" tushunchasi ko'p uchraydi. Shartli yoqilg'ining har bir tonnasi energetikada yoqilg'i resurslarini o'lchash birligi sifatida qabul qilingan.

Hozirgi vaqtda energiya asosan ko'mirdan, neftdan, tabiiy gazdan olinadi. Ammo lekin energiyaning ma'lum bir miqdorlari energiya manbalarining boshqa manbalaridan, ya'ni yoqilg'ining boshqa turlaridan – gidro va atom elektr stansiyalarida olingan energiya, quyosh, shamol, suvning ko'tarilishi va boshqa energiya hosil qiluvchi asboblardan hosil qilinadi.

Yonilg'i turlari orasida neft alohida o'rin tutadi. Avtomobillar, samolyotlar, dengiz kemalari, teplovozlar uchun zarur bo'lgan yoqilg'ini ko'mirga nisbatan neftdan olish anchagina oson. Neftdan energiya olish boshqa energiya manbalaridan arzon bo'lganligi uchun oldingi vaqtda energetika asosan neft hisobiga qondirilgan.

Lekin neft borgan sari qimmatlashib bormoqda. Yangi neft konlari endilikda juda chuqurliklarda yoki borish qiyin bo'lgan, odam yashamaydigan rayonlarda, hatto dengiz va okean tubida topilmoqda. Quduq qanchalik chuqur bo'lsa, transport yo'llari

(shuningdek quvurlar) shunchalik uzunlashadi va neftning tannarxi oshadi. Bundan tashqai neftning zaxirasi kamaygan sari uning tannarxi juda ko'tarilib bormoqda.

Sayyoramizdagi geologik, taxmin qilingan, aniqlangan va real neft resurslari ko'mirga nisbatan juda kam.

Neft kimyosi qayta ishlash sanoatining muhim sohasidir, lekin ko'mir kimyosini rivojlantirish kerak, ko'mirni suyuq yoqilg'iga aylantirish juda amaliy ahamiyatga egadir. Chunki ko'mirni sun'iy neftga aylantirish hozirgi davr uchun dolzarbdir. Ammo ko'mirdan suyuq yoqilg'i olish juda qimmatga tushmoqda. Energetika muammolarini yechishda tabiiy gaz ham muhim rol o'ynaydi. Ammo energetika muammolarini hal qilishda tabiiy gaz ham birinchi o'rinni ko'mir va atom energetikasiga bermoqda.

Kishilik tarixida yuksalishni rivojlanish bilan energetik homashyolarning kamayishi, homashyolarni ishlatilish sharoitlariga va ekologik ta'sirlarga bog'liq ravishda ishlatiladigan homashyolarning nisbatlari o'zgaradi. Oxirgi 200 yilni uchta etapga bo'lish mumkin:

- ko'mir etapi – XIX asrni to'liq va XX asrni yarmini o'z ichiga oladi, bu etapda ko'mir yoqilg'isi ko'proq iste'mol qilindi.

- neft-gaz etapi - XX asrning ikkinchi yarmidan boshlanib to 80 – yillargacha bo'lgan vaqtni o'z ichiga oladi. Bu vaqtda ko'mir o'rniga effektiv energiya tutuvchi gaz va neft kirib keldi.

- 80–yillardan boshlab tugaydigan energetik homashyolar o'rniga tugamaydigan energiya manbalariga o'tilmoqda. Bu tugamaydigan energiya manbalari quyosh energiyasi, suv, shamol, to'liq va boshqalar.

Energetika muammolari to'g'risida tahlil qilinganda yadro energetikasi to'g'risida alohida to'xtalishga to'g'ri keladi. Jahonda energetik krizis boshlanishi bilan atom energiyasining roli juda kuchaydi. Lekin 80 – yillarning boshlarida atom energiyasi iste'molining o'sishi pasaydi. Ko'p mamlakatlar atom elektr stansiyalarini qurish rejasini qaytadan ko'rib chiqishdi. Bunday holatni yuzaga kelishiga asosiy sabab Chernobil katastrofasi natijasida ekologiyani juda katta ifloslanishidir. Shuning uchun ham aynan shu davrda juda ko'p mamlakatlar to'la yoki etap bilan atom energetikasini rivojlanishidan voz kechdilar va muqobil energiya manbalariga o'tishga qaror qildilar. Demak yuqoridagi ma'lumotlarni tahlil qiladigan bo'lsak, natijalar shuni ko'rsatadiki, odatdagi energiya manbalari ekologiya nuqtai nazaridan kelajak uchun o'zini oqlamayapti bu esa yangi boshqa noan'anaviy yoqilg'i manbalarini izlab topishni davr talab qilmoqda.

Kimyo va energetika muammolari. Hozirgi vaqtda jamiyatning moddiy farovonligi darajasi aholi jon boshiga ishlab chiqariladigan energiya miqdoriga ko'ra belgilanadi. Uylarni isitish, tezyurar transportdan foydalanish imkoniyati va sanoat mahsulotlari ishlab chiqarish ko'p jihatdan energiyaning yetarli ekanligiga bog'liq.

Energetik muammolar mohiyat etibori bilan insoniyat moddiy madaniyatining yanada o'sishi uchun real to'siq bo'lib qoldi. Buni G'arbda XX asrning 70- yillari boshida energetik krizis nomini olgan davrda ayniqsa o'tkir his qilindi.

Energetikaning rivojlanish istiqbollariga noto'g'ri baho berish natijasida ahvol mushkullashdi. Birinchidan, qazib chiqariladigan yoqilg'i (ko'mir, neft, gaz) zaxiralari shu ma'noda bitmas-tuganmas deb taxmin qilinganki, yangi konlarning ochilishi yoqilg'ining sarflanishidan anchagina oshib ketgan. Ikkinchidan, dastlabki atom reaktorlari muvaffaqiyatli ishga tushirilgandan keyin atom energetikasi yaqin vaqt ichida boshqa energetik manbalarning o'rnini bosadi deb taxmin qilingan. Bu ikkala taxmin noto'g'ri bo'lib chiqdi. Afsuski, mutaxassislar tabiiy yoqilg'ining umumiy zapaslarini emas, balki ularni qazib chiqarishning muhimligini juda kech tushunib yetdilar. Tabiiy yoqilg'ini qazib olish mumkinligi yoki qazib olib bo'lmasligiga baho berishning o'zi uni qazib olish texnologiyasi bilan belgilanadi. Masalan, ko'mir qazib chiqarishning mavjud texnologiyasida jahondagi ko'mir zapaslarining atigi 1/4 qismini qazib chiqarsa bo'ladi.

O'z-o'zidan ravshanki, birmuncha mukammal yangi texnologiyaga o'tishda bunday baho o'zgarishi mumkin. Atom reaktorlarini yaratish taxmin qilinganidan murakkabroq ish bo'lib chiqdi va shu sababli atom energetikasining rivojlanish sur'atlari taxmin qilinganidan birmuncha orqada qoldi.

Energetik muammolar energetika, shu jumladan, atom energetikasini rivojlantirishning ekologik oqibatlariga yetarlicha baho bermaslik tufayli yanada qiyinlashdi. Shunday qilib, energetika muammolari energetik resurslarning yetishmasligida emas, balki jamiyatning energiyani iqtisodiy va ekologik jihatdan oqilona usulda olishga layoqati yo'qligidan iborat. Masalan, hozirgi vaqtda AQSh da bitta odamga bir yilda 12 kVt energiya sarflanadi. Kelajak o'n-yigirma yilga zarur taraqqiyotni ta'minlash uchun bu sarflar 40% ga oshirilishi lozim. Hisob-kitoblarga qaraganda, energiya olishning mavjud texnologiyasida bunday o'sish milliy byudjetning yarmidan oshadigan harajatlarni talab qilgan bo'lur edi. Bunday jarayonlarda xususan kamroq energiya sarflanishiga qaratilgan jiddiy texnologik qayta qurish vazifasi ko'ndalang qilib qo'yiladi. Sanoatning hamma sohalari kabi, kimyo sanoatini rivojlantirish ham ko'plab energiya miqdorlari kerakdir. Masalan azotli, fosforli va kaliyli o'g'itlarni ishlab chiqarish uchun juda ko'p miqdorda energiya manbai bo'lgan shartli yoqilg'ilar ishlatiladi. Bu holat esa millionlarcha tonnalab azot, fosfor va kaliy o'g'itlari bilan birga, yerga, obrazli qilib aytganda, shu o'g'itlarni ishlab chiqarishga sarflangan milliardlarcha tonna shartli yoqilg'i ko'mib yuboriladi. Bu ahvoldan qutulishning birdan-bir yo'li hamma bosqichlarda: energiya olish, undan o'g'it ishlab chiqarishda foydalanish, qishloq xo'jaligida o'g'itlardan va yerdan foydalanish samaradorligini oshirishdan iborat.

Ma'lumki hozirgi vaqtda energiyaning talaygina qismi kimyoviy jarayonlar, jumladan, neft, gaz va ko'mir yoqish hisobiga ishlab chiqarilmoqda. Yorug'lik va issiqlik energiyasini elektr energiyaga aylantirish muammolari ham kimyoviy jarayonlar asosida hal qilinadi. Nihoyat, energiya olish uchun mo'ljallangan zamonaviy moslamalar yangi konstruksion materiallar va issiqlik tashuvchilar barpo qilishni talab etadi. Bu energetika muammolarini hal qilishda kimyogarlar asosiy rol o'ynaydi, degan gapdir.

Hozirgi vaqtda sanoatda ishlab chiqarishning rivojlanishida kimyoning roli nihoyatda kattadir. Rivojlangan mamlakatlarda kimyoviy mahsulot qiymati umumiy milliy mahsulot qiymatining 16-20% ga yetadi va bu tasodifiy hol emas: kimyo sanoati xo'jalikning energiya eng ko'p sarf bo'ladigan sohasidir. Masalan, 1t xlor yoki kalsiy karbid olish uchun 3,5 ming kVt/soat elektr energiya, 1t alyuminiy yoki magniy ishlab chiqarish uchun esa 18 ming kVt/soat elektr energiya sarflanadi. Ilg'or mamlakatlarda kimyo korxonalari uchun sanoat sarf qiladigan butun energiyaning uchdan bir qismi yoki hamma energiya sarflarining to'rtidan bir qismi sarflanadi. Buning hammasi kimyoning energetika bilan uzviy aloqasi borligidan dalolat beradi: shuning uchun ham kimyo sanoatini energetikani rivojlantirmasdan taraqqiy ettirib bo'lmaydi, va aksincha, energetikaning taraqqiyoti kimyoviy jarayonlardan foydalanishga chambarchas bog'liq.

Energiya ishlab chiqarishni kengaytirish uchun ko'pgina tabiiy hodisalardan: quyosh radiatsiyasi, okean suvlari va yer osti suvlari issiqligidan, daryolar kuchidan, suvlarning ko'tarilishi va pasayishidan, okean oqimlaridan, baland suv oqimlaridan, asliga qaytmaydigan tabiiy yoqilg'i turlari (ko'mir, neft, gaz) va asliga qaytadigan (o'simliklar biomassasi) tabiiy yoqilg'idan, organik chiqindilarning mikrobiologik utilizatsiyasida hosil bo'ladigan issiqlik, fotosintez, atom yadrosi bo'lingandagi zanjir reaksiyasi va termoyadroli sintezdan foydalaniladi. Garchi an'anaviy bo'lmagan energiya manbalari soni to'xtovsiz o'sib borayotgan bo'lsada, jahondagi hamma energetik ehtiyojlarning 95 foizi hozircha uglerod saqlaydigan tabiiy boyliklar (neft, gaz va ko'mir)ni yoqish hisobiga qondirib kelinmoqda.

Tabiiy yoqilg'ining jahondagi zaxiralari 12800 mlrd. t shartli yoqilg'i, deb hisob qilinadi (1 kg shartli yoqilg'i energiya miqdori 29 Mj bo'lgan 1 kg toshko'mirga mos keladi). Bu miqdordan qariyb 11200 mlrd tonnani ko'mir, 740 mlrd tonnani neft va 630 mlrd tonnani - tabiiy gaz tashkil qiladi.

Energiya ishlab chiqarishning odatdagi sxemalarida yoqilg'i qazib chiqarilgan joyidan ishlatiladigan joyga transportda tashiladi. So'ngra uni tozalanadi va elektr energiyasi ishlab beradigan issiqlik stansiyalariga uzatiladi. Elektr energiyasi iste'molchiga, xususan kimyo korxonalariga uzatiladi. Ko'rsatib o'tilgan bosqichlardan har biri undan foydalanishning foydali ta'sir koeffitsientini talaygina darajada pasaytiradigan energiya yo'qotish bilan o'tadi. Masalan, magnit-

gidrodinamik sistemasini qo'llab, issiqlik energiyasini elektr energiyasiga aylantirishning bevosita metodida energiyadan birmuncha samarali foydalanishga erishiladi. 300°C da ionlashtirilgan gaz plazmasini uning harakatini tormozlaydigan kuchli magnit maydoni orqali yuqori tezlik bilan o'tkaziladi. Harakatdagi plazma kinetik energiyasining elektr energiyaga aylanishi natijasida doimiy tok vujudga keladi. Keyin doimiy tok 1000°C da ishlaydigan gaz trubinasida o'zgaruvchan tokka aylanadi. MGD- generatorlarning muvaffaqiyati sirkoniy (IV)-oksid va shunga o'xshash birikmalar asosidagi maxsus keramik materiallarning bunyod etilishi bilan bog'liq. Agar munosib o'ta o'tkazuvchan materiallar yaratishga muvaffaq bo'linsa, energiya masofaga uzatilayotganda yuz beradigan talaygina energetik nobudgarchiliklar kamaytirilishi mumkin. Loaqal suyuq vodorodning qaynash temperaturasida o'ta o'tkazuvchan holatni saqlab qoladigan materiallardan foydalana olish haqiqiy tub burilishga olib kelgan bo'lar edi.

Kimyo sanoati korxonalarining o'zi anchagina energetik rezervga ega. Masalan, ammiak sintezining foydali ta'sir koeffitsientini 25 dan 42% gacha, vinilxloridniki esa 6 dan 12% gacha bo'ladi. Gap faqatgina obyektiv sabablarda emas. Oldingi vaqtda asosan ko'p yillar mobaynida kimyo sanoati ishlab chiqarishlarida reaksiya mahsulotlari miqdorini oshirishga intilib kelingan, ammo biroq energiya'ni tejab sarflaydigan yangi texnologiyalarni yaratishga kamroq etibor berilgan. Shuning uchun sanoatda shu jumladan, kimyo sanoatida ham ko'pgina ishlab chiqarish texnologik jarayonlarida energiyaning ortiqcha sarflab yuborilishi ana shundandir. Masalan, klassik rektifikatsiya protsesslari 6 dan 15% gacha foydali ta'sir koeffitsientiga ega. Suyuqliklarni ajratishning bu usullarini yarim o'tkazuvchan membranalar yoki selektiv absorbsiya qo'llanishga asoslangan usullar bilan almashtirish foydali ta'sir koeffitsientini bir necha baravar oshirishi mumkin. Kimyo korxonalarida kompressorlar, qattiq fazalarni maydalaydigan apparatlar va ventilyatorlarga ko'p miqdorda energiya behuda sarflanadi. Bunday agregatlarning birmuncha tejamli konstruksiyalarini yaratish kimyo korxonalarining energetik balansini birmuncha yaxshilagan bo'lur edi. Shuning uchun sanoat ishlab chiqarishning rivojlanishida, shu jumladan kimyo sanoatida ham energiya tejamli texnologiyalarni yaratish bilan birga, ekologik toza, arzon energiya muqobil energiya manbalarini yaratish amaliy ahamiyatga egadir.

Ma'lumki odatda vaqt o'tishi bilan energiyaning turli manbalariga bo'lgan munosabat o'zgaradi. Masalan, XX asrning boshida ko'mir energiyaning asosiy manbai edi, yarim asrdan keyin esa o'z mavqeini neftga va keyinroq gazga topshirdi. Hozirgi vaqtda ko'mir yana etiborni tortmoqda, undan sintetik suyuq yoqilg'i olish imkoniyati esa bu qiziqishni ayniqsa kuchaytirmoqda.

Biroq o'sib borayotgan energetik ehtiyojlar hisobga olinib, ko'mirdan birdan-bir energiya"manbai sifatida foydalaniladigan bo'lsa, uni hozirgi vaqtdagidan 10 marta

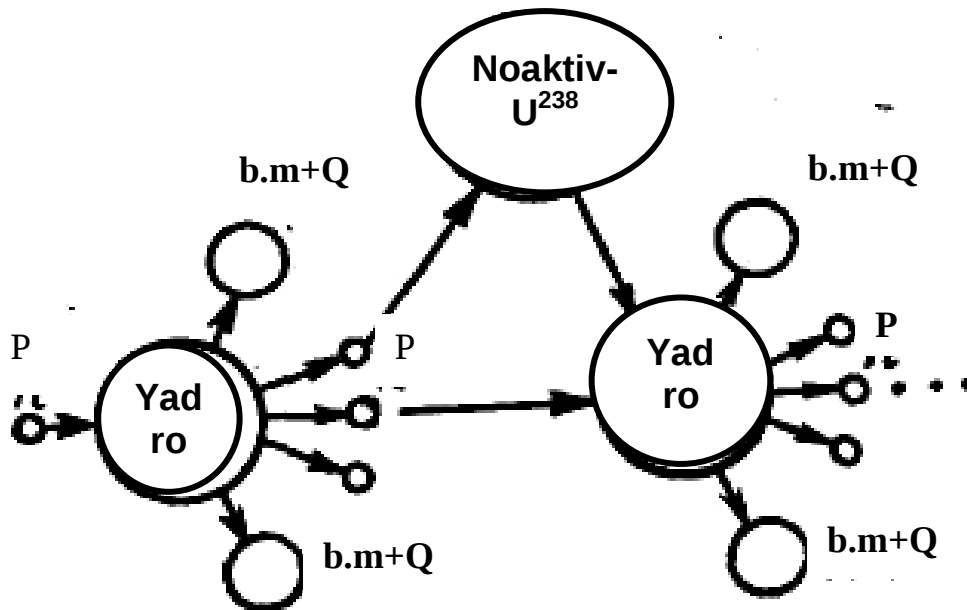
ko'p qazib olishga to'g'ri kelar edi. Buning uchun har kuni yangi ko'mir shaxtasini ishga tushirish lozim edi, vaholanki buning iloji yo'q. Shuning uchun muqobil energiya manbalariga ko'proq ahamiyat berilyapti.

Ular orasida gidroenergetik resurslar muhim o'rin egallaydi. Yer kurrasidagi gidroenergiyaning umumiy potensial zaxirasi 73 trillion kVt/soatni tashkil etib, hozirgi vaqtda ularning salkam 3% foydalanilyapti.

Jahon bo'yicha umumiy ishlab chiqariladigan energiya atigi 1,4% ni gidroelektr stansiyalar beradi. Suv resurslaridan hatto to'liq foydalanish keyingi asrning boshida neft va tabiiy gaz iste'molining qisqarish munosabati bilan kutilayotgan energiya tanqisligining talaygina qismini qoplashga imkon bermaydi.

Ba'zan muqobil sifatida quyosh energetikasi xususida muhokama yuritiladi. Yerga quyoshning nurlanishi ko'rinishida tushadigan energiya miqdori shu qadar kattaki, shu energiya atigi 0,5 foizi hamma ehtiyojlarning qoplanishi uchun kifoya qilgan bo'lur edi. Biroq butun bir insoniyat jamiyatining hozirgi ehtiyojlarini qondiradigan energiya'ni to'plash uchun kamida 130 ming km² keladigan hudud talab etiladi. Quyosh kollektorlarining o'zini tayyorlash uchun ishlab chiqarilayotgan alyuminiyning hammasini sarflash zarur bo'lur edi. Yil sayin sarflanadigan hamma konstruksion materiallar 20 mlrd. tonnani tashkil etgan bo'lardi, bu esa qazib olinadigan tog' jinslari va rudalari massasiga tengdir. Avtonom quyosh generatorlari suvni chuchuklashtirish, turar joylarni isitish va havoni konditsionirlash sistemalarida keng qo'llaniladi. Quyosh nurlaridan texnologiyada yuqori temperaturalar generatsiyasi uchun (quyosh pechlari) muvaffaqiyatli ravishda foydalanilmoqda.

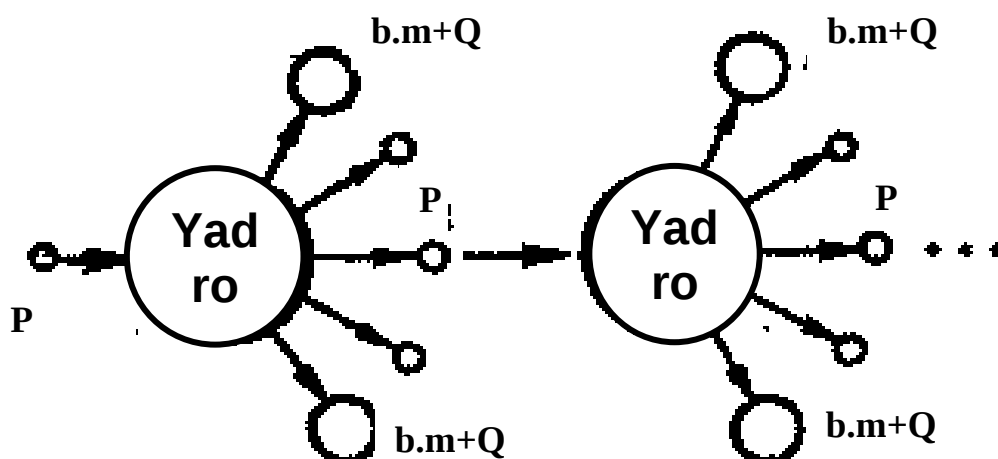
Akademik P. L. Kapitsa fikricha, insoniyatning energiyaga bo'lgan hamma ehtiyojlarini faqat yadro energetikasi qondira oladi. Prinsip nuqtai nazaridan yadro energiyasini hosil qilishning uchta yo'li mavjud, ulardan bir-yadrolarning bo'linishi tufayli energiya hosil bo'lishi (1-rasmida sxematik tarzda tasvirlangan).



1-rasm. Yadro bo'linishining zanjir reaksiyasi (b, m ; $+Q$ -bo'linish mahsulotlari).

Bo'linishga uchraydigan ^{235}U izotopi uran umumiy massasining 0,7% ni tashkil etadi, xolos. Shuning uchun ham reaktorlarda bo'linish jarayonlaridan foydalanib, uran yoqilganda yadro materiali nihoyatda samarasiz sarflanadi.

Atom energiyasini olish uchun foydalanilsa bo'ladigan ikkinchi yo'l yadro yoqilg'isini ishlab chiqarish hisoblanadi. Bu sxemada ^{235}U ning boshlang'ich miqdorini, 2- rasmda ko'rsatilganidek, noaktiv ^{238}U atomlarining qo'zg'alishi uchun qo'llaniladi.



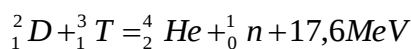
2-rasm. Yadro bo'linganda (ko'payish reaksiyasi) hosil bo'ladigan neytronlar yordamida yangi yoqilg'i materialni hosil qilish sxemasi

Biroq bu sohada ham jiddiy qiyinchiliklar bor. Hanuzgacha jarayonning texnologik sxemasi ishlab chiqilmagan va radioaktiv chiqindilarni yo'qotish muammosi hal qilinmagan.

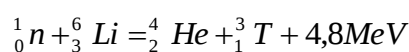
Atom energiyasi olishning uchinchi yo'li boshqariladigan termoyadroli sintezni amalga oshirish bilan bog'liq. Termoyadroli sintez asosini yengil elementlarning yadrolaridan oldindan qizdirilgan massaning o'zaro ta'sir qilish jarayonlari tashkil etadi. O't oldirish sharoiti deb nomlanadigan sharoit reaksiyaga kirishadigan massalar energiya muqarrar ravishda yo'qotiladigan miqdoridan oshadigan energiya hosil qilishini talab etadi. Bu sharoit, odatda, plazmaning temperaturasi, zichligi va tutib turilish vaqtining minimal qiymatlari orqali ifodalanadi. Termoyadroli reaksiyani amalga oshirish uchun plazmani taxminan 100 mln. $^{\circ}\text{C}$ temperaturagacha qizdirish zarur. Qizdirishda molekulalar va atomlar zaryadlangan ionlardan tashkil topgan plazmaga batamom ionlanadi. Shu tufayli plazmani magnit maydonida «qulflab qo'yish» imkoni bo'ladi.

Umuman olganda, D. I. Mendeleev jadvalining besh elementi, jumladan: vodorod, geliy, litiy, berilliy va bor yadrolari o'rtasidagi termoyadroli sintezda ko'p sonli reaksiyalar borishi mumkin. Yaqin kelajak uchun deyteriy-tritiy nomini olgan reaksiyaning ahamiyati bor, bu

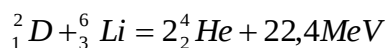
reaksiyaning borishida deyteriy va tritiiy (vodorodning og‘ir va o‘ta og‘ir izotoplari) geliy yadrolariga aylanadi. Ikkala yadrolarning qo‘shilishi natijasida juda katta energiya— 17,6 MeV ajraladi.



Bu reaksiya uchun tritiiy tabiiy litiy izotoplari neytronli bombardimon qilinganda olinadi. Shunday qilib, bu sikl uchun «birlamchi yoqilg‘i» deyteriy va litiydan iborat:



yoki jami



Termoyadroli sintezning uranning parchalanish reaksiyalaridan afzalligi shundaki, sintez mahsulotlari radioaktiv bo‘lmaydi. Reaktorning neytronli nurlanishga uchragan konstruksiyalari radioaktiv bo‘lib qoladi. Shu munosabat bilan reaktor uchun tegishli material tanlash zarur.

Boshqariladigan termoyadroli sintez bo‘yicha tadqiqotlarda «Tokamak» nomini olgan dastur eng katta qiziqish uyg‘otdi. Bu dasturni ishlab chiqishni I. V. Kurchatov va L. A. Arsimovichlar 50- yillarda boshlashgan edi.

«Tokamak» («magnit g‘altakli toroidal kamera» so‘zlarining qisqartmasi) oval shakliga ega berk magnit tuzoq bo‘lib, yuqori temperaturali plazma yaratish va tutib turish uchun mo‘ljallangan. Uni qo‘shimcha qizdirish uchun o‘zgaruvchan elektromagnit maydonlardan va tez neytral atomlar injeksiyasidan foydalaniladi.

Deyteriy sikllarining o‘zi ham energiyaning bitmas-tuganmas manbaidan iborat. Darhaqiqat, 1l suvdagi deyteriy energiyasi 300 l benzina ekvivalent, yerda esa $14 \cdot 10^{20}$ l suv bor. Hozirgi hisob-kitoblarga ko‘ra, dengiz va okean suvlaridagi deyteriy zapaslari 10^{21} t neftga ekvivalentdir. Olimlar tritiiy elementi (litiydan olinadigan deyteriy-tritiiy sikli) dastlabki kommersiya reaktorlari asosida yotadi, deb hisoblaydilar. U yadro yoqilg‘ilarining raqobat qiladigan turlariga qaraganda eng past

ishchi temperaturasiga va 100 baravar ortiq reaksiya tezligiga ega. Shunga qaramay, kelajakda tritiy yoqilg'isi oraliq bosqich sifatida qaralishi mumkin xolos. Asosiy maqsad - jahon bo'yicha manbalari bitmas-tuganmas bo'lgan sof deuteriy yoki proton yoqilg'isida ishlaydigan reaktor yaratishdan iborat. Bu radioaktivlikni minimumgacha kamaytirish va tritiy olishning murakkab jarayonidan voz kechishga imkon beradi.

Atom energiyasi bitmas-tuganmas energiya manbai bo'lsa ham lekin, xavfsizligi va ekologik jihatdan ishonchli emas. Shuning uchun boshqa energiya manbalarini ishlatishga to'g'ri keladi.

Bu energiya manbalaridan biri bu tabiiy gazdir, lekin tabiiy gazni olish uchun eng qulay manbalar tugab borgan sayin energiyani uzoq va o'ta uzoq masofalardagi iste'mol qilinadigan joyga uzatishga ehtiyoj tug'iladi. Tabiiy gazni kerakli istemol qilinadigan joylarga yetkazib beradigan ulkan gazoprovod inshooti va eng yirik gidroelektrostansiyalarni sanoat regionlari bilan bog'laydigan yuqori voltli elektr uzatish liniyalari qurilishi bunga misol bo'la oladi.

Biroq, tabiiy gazni yetkazib berishga asoslangan truboprovod inshootiga kapital mablag'lar sarflashni talab etsa, elektr energiyani uzoq masofalarga uzatishda uning anchagina qismi behuda yo'qoladi, bunday isrofgarchilik yuqori kuchlanishda kamayadi. Lekin kuchlanishning atrofdagi obyektlarga oshib borayotgan ta'sirini hisobga olib, uni cheksiz ko'paytirish mumkin emas.

Agar elektr energiyasidan suvni parchalash uchun foydalanib, hosil bo'ladigan vodorodni esa quvurlar orqali iste'molchiga yetkazib berilsa, energetik xarajatlarni kamaytirish mumkinligi: bundan yarim asrdan ko'proq vaqt ilgari ko'rsatib o'tilgan edi. Shu tariqa muqobil energiyaning turlaridan biri bo'lgan vodorod energetikasi haqidagi g'oya maydonga kelgan edi, lekin u keyinchalik «sof» energiya manbalarini ishlab chiqishga ehtiyoj kuchayganligi munosabati bilan ayniqsa dong taratgan.

MUQOBIL ENERGIYA MANBALARI

Hozirgi vaqtda uglevodorod xom ashyosining juda ko'p miqdorda ishlatilishi hamda uning zaxiralari kamayishi munosabati bilan butun dunyoda muqobil energiya manbalari va energiya tashuvchilarni izlash

bo'yicha faol ishlar amalga oshirilmoqda. Ma'lumki energiya manbai bo'lgan yonilg'ining qazilma turlari, ya'ni tabiiy yoqilg'ilar - ko'mir, neft, tabiiy gaz va uran an'anaviy energiya manbalari sifatida jahon energetika balansining asosi hisoblanadi.

Bugungi kunda dunyo bo'yicha bir yilda yoqiladigan organik yonilg'i 12 mlrd. tonna neft ekvivalentiga teng yoki sayyoradagi har bir odamga ikki tonnaga yaqin neft ekvivalentiga to'g'ri kelmoqda. Bunda, so'nggi 40 yil ichida dunyoda nihoyatda ko'p miqdorda organik yonilg'i qazib olindi.

Shu bilan birga, har yili ushbu an'anaviy energiya manbalarining zaxiralari ularni qayta ishlash va foydalanish darajasiga qarab kamayib bormoqda. Mutaxassislar fikricha, energiya resurslaridan foydalanishning hozirgiday darajasida dunyodagi neft zaxirasi 45-50 yilga, tabiiy gaz 70-75 yilga, ko'mir 150-160 yilga yetadi xolos.

Iqtisodiyotning yanada rivojlanishini, aholi sonining oshishini hamda yuzaga kelgan energiya ta'minotining an'anaviy usulini hisobga olsak, energiya resurslaridan foydalanish mos ravishda ortadi.

Dunyo miqyosida tabiiy yoqilg'i zaxiralarini yildan-yilga shiddatli ravishda ozayib borayotgan bir paytda boshqa energiya manbalarini izlab topishni davr taqoza qilmoqda.

Shuning uchun ham jahon olimlari va mutaxassislari qayta tiklanadigan, yani tugamaydigan energiya manbalaridan unumli foydalanish vaqti allaqachon yetdi deb hisoblashmoqda. Dunyoning rivojlangan mamlakatlarida bu manbadan unumli foydalaniladi. Bu manba shaharlarda, ya'ni aholisi tig'iz manzillarda uglevodorod resurslarini tejashda, mamlakat energiya xavfsizligini ta'minlashda katta ahamiyatga ega.

Bozor sharoitida qayta tiklanadigan energiya manbalaridan keng foydalanishga majbur etadigan uchta asosiy sabablar bor:

Birinchisi, milliy energetika xavfsizligi hisoblanib, neft, gaz, ko'mir kabi foydali qazilmalarning kamayib borishi tufayli qayta tiklanadigan energiya manbalari mamlakat ichida energiya manbai bo'lib, yuqoridagi tur yoqilg'ilarning iste'molini kamaytiradi.

Ikkinchisi, iqlim o'zgarishi oqibatida kelib chiqishi mumkin bo'lgan xavf. Qayta tiklanadigan energiya manbasi energetika ehtiyojini

qondirishga yordam berishi bilan bir vaqtda, atmosferaga issiqxona gazlarini chiqarishni qisqartiradi. Olingan ma'lumotlardan ma'lumki, issiqxona gazlari ya'ni, karbonat angidrid (CO_2) gazi va metan yerning quyi atmosfera qatlamida borgan sari ko'paymoqda. Issiqxona gazlarining atmosferadagi miqdori ko'payib borishi yer sharida temperaturaning ko'tarilishiga olib keladi. Yuqoridagilardan kelib chiqib, mutaxassislar temperaturaning ko'tarilishi kutilmagan salbiy oqibatlarga sabab bo'lishi mumkinligini, shu bilan birga, ushbu muammolarni yechish maqsadida tegishli choralar ko'rish kerakligini ta'kidlamoqdalar.

Uchinchisi, bozor sharoitida unga majbur etuvchi yana bir sabab ayrim muqobil energiya manbalarining tannarxi oxirgi o'n yil mobaynida pasayib bormoqda. Muqobil energiya manbalari harajatlarining kamayib borishini uning ishlab chiqarish texnologiyasining mukammallashib borayotganligi bilan izohlash mumkin. Bu soha rivojlanishi bilan xarajatlar yanada kamayib boradi.

Shuning uchun hozirgi vaqtda tugamaydigan, yani qayta tiklanadigan muqobil energiya manbalaridan foydalanish amaliy ahamiyatga egadir. Muqobil, shu jumladan qayta tiklanuvchi energiya manbalari va energiya tashuvchilardan foydalanishning dolzarbligi sayyoramizda so'ngi o'n yilliklarda yuzaga kelgan keskin ekologik muammolar bilan ham ifodalanadi. Ular-iqlim o'zgarishi, ozon qatlamining yemirilishi va boshqa sabablardir. Mavjud tahlillarga ko'ra har yili atmosferaga faqatgina sanoat sohasidan chiqarilayotgan karbonat angidrid miqdori 5 mlrd. tonnadan oshadi, uglerod oksidi esa 300 mln. tonna atrofida. Dunyoda atmosferaga chiqarilayotgan ifloslantiruvchi moddalar hajmi o'tgan asrning 50-yillariga nisbatan 3,5 barobarga ortdi va barqaror o'sish tendensiyasiga ega.

Shuning uchun ham hozirgi vaqtda butun jahonda tiklanadigan muqobil energiya manbalariga qiziqish kundan-kunga oshib bormoqda.

Muqobil energetika dunyoda innovatsion rivojlanishning muqarrar omiliga aylanib bormoqda, jumladan, elektroenergiya va issiqlik hosil qilishning yangi texnologik bazasi shakllanishiga olib keladi, elektroenergetikaning energetik samaradorligini oshiradi, yangi ish o'rinlari yaratiladi, insonlar hayot darajasi sifati oshadi — ekologik sharoit

yaxshilanadi, texnogen falokatlar tahdidi kamayadi. Bu tugamaydigan, ya'ni tiklanadigan va ekologik jihatdan xavfsiz muqobil energiya manbalariga birinchi navbatda quyosh, shamol va vodorod energiya manbalarini qayd etishimiz mumkin.

Hozirgi jahon iqtisodiyotida yuzaga kelgan inqirozli hodisalarga qaramasdan, muqobil energetikaning asosida yotuvchi - ekologik xavfsizlik va resurslarni tejash kabi asosiy prinsiplar ko'pgina davlatlarda ustuvor bo'lmoqda. Jahon uglevodorod xom ashyosi zaxiralarining tugab borishi sharoitida qayta tiklanuvchi ekologik xavfsiz energiya manbalaridan foydalanishni kengaytirish davr taqozasidir, shuning uchun ham hozirgi kunda bu energiya manbalarini yaratish yanada muhim ahamiyat kasb etib bormoqda.

Dunyoning 65 dan ortiq mamlakatlari o'z oldiga quyosh, shamol, suv, vodorod energiyasidan foydalanish orqali muqobil energiya manbalaridan ya'ni qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan, shuningdek biogaz va boshqalardan ham kengroq foydalanishga qaratilgan maqsadlarni qo'yishgan.

So'nggi yillarda mavjud bo'lgan neft, gaz, ko'mir va atom energiyalariga nisbatan muqobil energiya manbai hisoblangan tiklanadigan energiya manbalarining raqobatdoshligi sezilarli o'sdi. Bu o'sish shu darajada rivojlanib borsa yaqin yillarda tiklanadigan energiya manbalari energiya bozorining asosiy qismini tashkil etadi.

Rivojlangan mamlakatlarda muqobil energiya manbalari bo'yicha bajarilgan ishlar shuni ko'rsatadiki, 2020-yilga borib mamlakat umumiy energetik balansida muqobil energiya manbalari hissasini 20 foizga yetkazish mumkin.

Ko'rinib turibdiki, tiklanadigan energiya manbalaridan bugungi kunda foydalanish atom elektrostantsiyalari bilan teppa teng bahslashishi mumkin.

Respublikamizda ham mazkur tugamaydigan, ya'ni tiklanadigan va ekologik jihatdan xavfsiz muqobil energiya manbalarini joriy qilish yo'nalishini rivojlantirish uchun zarur sharoitlar yaratilgan. Bunda, muqobil energiya manbalarini joriy qilish respublika iqtisodiyotining innovatsion relsga, qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanishga

asoslangan ekologik toza texnologiyalarga o'tish yo'lidagi muhim ustuvorliklaridan biridir.

Ushbu yo'nalishning muhimligi O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Islom Karimov tomonidan Vazirlar Mahkamasining 2011-yilning asosiy yakunlari va 2012-yilda ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirishning ustuvor yo'nalishlariga bag'ishlangan yig'ilishida qayd etildi. Prezidentimizning ma'ruzalarida muqobil energiya resurslarini izlash va joriy etish ishlari talab darajasida emasligi, umuman, ushbu sohada zudlik bilan hal qilinishi lozim bo'lgan ko'plab muammolar to'planib qolganligi alohida ta'kidlangan[1].. Haqiqatdan ham, O'zbekiston qayta tiklanuvchi energiya manbalari bo'yicha katta salohiyatga ega, ekspertlarning baholashiga ko'ra ular qayta tiklanmaydigan organik yonilg'i resurslaridan bir necha barobar ko'pdir.

Respublikada bir yilda quyoshli kunlar 300 kundan ortiq, shamol esuvchi hududlar, shuningdek, elektroenergiya hosil qilishda foydalanish mumkin bo'lgan tog' daryolari mavjud. Bunday salohiyatning 97 foizga yaqini quyosh energiyasiga to'g'ri keladi, O'zbekiston yilda quyoshli kunlar soni bo'yicha esa quyosh energetikasi o'ta rivojlangan janubiy Ispaniyadan ham o'zishi mumkin. O'zbekiston sharoitida: quyosh resurslari, kichik gidroenergetika, shamol resurslari, vodorod, biomassa va geotermal energiya muhim sanaladi.

Respublikamizda tugamaydigan, ya'ni tiklanadigan va ekologik jihatdan xavfsiz energiya manbalarini olish uchun tabiiy salohiyat nihoyatda yuqori. Shuning uchun bunday boy tabiiy salohiyatdan belgilangan maqsadda foydalanish kerak, yuqori samarali qayta tiklanuvchi energiya manbalarini amaliyotda keng qo'llash lozim. Ekspertlarning baholashiga ko'ra mamlakatimizda qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish imkoniyatlari 51 mlrd. tonna neft ekvivalentiga tengdir. Bugungi kunda mavjud texnologiyalar 180 mln. tonna neft ekvivalentiga teng energiya olish imkoniyatini beradi, bu esa, respublikada qazib olinayotgan yonilg'i hajmidan uch barobar ko'p, shuningdek, atmosferaga 447 mln tonna karbonat angidridi, turli sulfatli birikmalar, azot oksidi va boshqa ifloslantiruvchi moddalarning tashlanishini oldini oladi. Mamlakat umumiy energetik balansiga qayta

tiklanuvchi energiya manbalarini jalb qilish: energetik xavfsizlikni uzoq muddatga saqlab qolishga; energiya ta'minotini yaxshilashga, ayniqsa, qishloq va olis joylarda; zararli gazlarning tashlanishini kamaytirishga; mamlakatning barqaror rivojlanishiga xizmat qiladi.

Ma'lumki qayta tiklanadigan barcha energiya manbalarining katta miqdordagi salohiyatining mavjudligi bu tugamaydigan, ya'ni tiklanadigan va ekologik jihatdan xavfsiz energiya manbalarini muvaffaqiyatli rivojlantirish uchun muhim asos hisoblanadi.

Yalpi salohiyat – shu hududga yetkazib beriladigan yoki u yerda hosil bo'ladigan energiya miqdori.

Texnik salohiyat – mavjud texnologiyalardan foydalangan holda amalga oshirish mumkin bo'lgan yalpi salohiyatning bir qismi.

Hozirgi vaqtda respublikamizda ham tugamaydigan, ya'ni tiklanadigan va ekologik jihatdan xavfsiz energiya manbalarini yaratish uchun, tabiiy, qulay iqtisodiy va texnik salohiyat yuqoriligi bu muqobil energetikaning rivojlanishida muhim asosdir.

Shuning uchun hozirgi vaqtda respublikamizda tugamaydigan, ya'ni tiklanadigan va ekologik jihatdan xavfsiz energiya manbalarini yaratilishi va qo'llanilishi amaliy ahamiyatga egadir.

Kelajakda yuqorida taxlil qilingan energiya manbalaridan tashqari boshqa energetik texnologiyalardan foydalanish imkoniyatlari ham ko'rib chiqilishi lozim, ya'ni:

- chiqindi yoqadigan yirik moslamalar va masalan, Toshkent yoki Samarqand kabi yirik shaharlarda markazlashtirilgan issiqlik ta'minoti tizimida maishiy chiqindilardan foydalanish;

- quyosh elektr stantsiyalaridan foydalanish;

- geotermal energiyadan foydalanish.

Tugamaydigan, ya'ni tiklanadigan va ekologik jihatdan xavfsiz muqobil energiya manbalari to'g'risida Birlashgan Millatlar Tashkilotining atrof muhit muhofazasi va taraqqiyot xalqaro komissiyasining hisobotida qayd etilganidek, kelajak rivojlanishi, ravnaqi shunday energiyalardan foydalanish formasi, ya'ni, atrof muhit holatiga zarar yetkazmaydigan, xavfsiz, tiklanadigan, kafolatlangan, doimiy o'sib, tiklanib boruvchi va

foydalanish imkoniyati mavjud bo'lgan energiyalarga bog'liq bo'lib qoladi.

Tahlillarning ko'rsatishicha, keyingi yillarda jahon miqyosida muqobil energiya manbalaridan foydalanish sur'ati tobora oshib borayapti. Bu bejiz emas, albatta. Chunki u an'anaviylariga nisbatan arzonligi, tejamkorligi, ekologik jihatdan bezararligi, eng asosiysi, doimo barqarorligi bilan ajralib turadi. Shu bois ko'pgina davlatlarda muqobil energiya turlaridan keng foydalanilyapti.

Yangi asrning ikkinchi o'n yilligida ekologik sof energiya texnologiyalari uylarimizni, korxonalarimizni va transport vositalarining energiya ta'minotini o'zgartirmoqda. Kelgusi o'n, yigirma yilliklarda bundan ham tubdan o'zgarishlar bo'lishi mumkin, chunki ekologik sof energetikadan foydalanish sur'ati va dunyo bozori tezlashmoqda.

Ekologik toza energetika tizimi ehtimolliligi xilma-xil, shu bilan birga, yangi texnologiyalar undan keng foydalanish imkonini yaratmoqda. Jumladan, sellyulozali etanol; vodorodli yoqilg'i elementlari; atom energetikasining kelgusi avlodi, fotoelektr quyosh batareyasi va deyarli ko'mir chiqindisini chiqarmaydigan stansiyalar dunyo mamlakatlari iqtisodiyotini ko'proq ekologik toza muqobil energiya manbai ta'minotiga qayta yo'naltirmoqda.

Qayta tiklanuvchi energiya manbalari qurilmalardan foydalanishga dastlab bir qadar salmoqli mablag' sarflansada, ular iqtisodiy jihatdan o'zini oqlaydi. An'anaviy yoqilg'i bilan ishlaydigan energetika tufayli havoga chiqayotgan oltingugurt, azot, uglerod oksidlari uzoq masofaga tarqaladi. Bundan tashqari, ular yomg'ir suvlari bilan qo'shilib, kislota birikmalariga aylanadi hamda yomg'ir tarkibida yerga tushib, o'simliklarga, tuproqqa salbiy ta'sir ko'rsatadi. Atrof-muhitda bunday kislotalarning ko'payishi oqibatida, og'ir metallar oziq-ovqatlarga va natijada shu mahsulotlar orqali inson organizmiga ta'sir ko'rsatadi. Bunda bir zarar ikkinchi bir zararni ham o'zi bilan birga olib keladi.

Ekologik toza bo'lgan qayta tiklanadigan energiya manbalari atrof-muhitga ziyon yetkazmaydi. Aytish kerakki, bu manbalar odatda yetarlicha katta bo'lgan aholi manzillari va yirik sanoat korxonalarini to'la ta'minlash imkoniyatiga ega emas. Ular chekka qishloq, mahalla, kichik

inshootlarni energiya bilan ta'minlaydi. Mamlakatimizda qayta tiklanadigan ekologik toza energiya manbalarini qo'llash katta istiqbolga ega va ekologik, ijtimoiy-iqtisodiy jihatdan ham samaralidir.

QUYOSH VA SHAMOL ENERGIYASI

Mamlakatimizda ham muqobil energiya ishlab chiqarishni rivojlantirish va undan oqilona foydalanishga alohida e'tibor qaratilmoqda. Respublikamiz, ma'lumki, tabiiy-geografik joylashuviga ko'ra, ayniqsa, quyosh energiyasi eng istiqbolli hisoblanadi.

Quyosh — yer sayyorasida insoniyat mavjud bo'lganidan buyon quyosh energiyasidan foydalanib keladi. Mana 5000 yildirki, odamlar quyoshga yerning asosiy energiya manbasi, yorug'lik, issiqlik, oziq-ovqat va hayot asosi deb qaraydi.

Quyosh – yerga yaqin yulduzlardandir, boshqalari bizdan juda uzoqda joylashgan. Masalan, bizga yaqin yulduz Proksima, alfa Sentavr tizimida joylashgan bo'lib, Quyoshdan 2500 barobar uzoqda joylashgan. Quyosh, Yer uchun – kuchli kosmik energiya manbai hisoblanadi, u siz bizning sayyoramizda hayot bo'lishi mumkin emas.

Soha mutaxassislarining hisob-kitoblariga ko'ra, har kvadrat metrga o'rtacha 4 kVt quyosh energiyasi tushadi. Bu ko'rsatkich yoz faslida hatto 16 kVtgacha yetadi. Agar bir kvadrat metrni qamrab oladigan yillik quyosh energiyasi bizda 200 kilogramm shartli yoqilg'i, 136 kubometr tabiiy gaz, 186 kVt/s elektr energiyasiga tengligini hisobga olsak, uning nechog'liq ahamiyatli ekanligini anglab olish qiyin emas. Quyosh o'simlik va hayvonot olami uchun, issiqlik va yorug'lik beradi, hamda Yer atmosferasini muhim tarkibini shakillantiradi. Kishilar o'zining kundalik hayotida quyosh energiyasidan u yoki bu usul bilan bu haqida o'ylab ham o'tirmay, foydalanadilar. Masalan, hovliga kir yoysak — biz quyoshdan kelayotgan issiqlik energiyasini ishlatamiz.

Quyosh, yer sayyorasini ekologiyasini belgilovchi omildir. Usiz, yer yuzida hayot uchun zarur bo'lgan havo qatlami bo'lmas edi – havo, suyuq azot okeaniga aylangan va quruqliklarni sirti muz bilan qoplangan bo'lardi. Biz yerliklar uchun, Quyoshni ahamiyati shundan iboratki, uni yonida bizni sayyoramizni mavjudligi va unda hayotni paydo bo'lishidir.

Quyosh, shamol, dengiz to'liqlari va biomassalar, energetik homashyo bo'lib muntazam bizni o'rab turadi va ulardan foydalanish osondir. Ularni yer qaridan qazib olish kerak emas. Ular reaktiv holatni paydo qilmaydi va zararli chiqitlar chiqarmaydi. Bu qayta ishlanuvchi energiyadir.

Yuqorida ko'rsatganimizdek mamlakatimizda iqlim sharoitlari quyosh energiyasidan foydalanish uchun juda qulay bo'lganligi sababli va undan foydalanishda katta salohiyatga egadir. «Fizika-quyosh» instituti mutaxassislarining hisob-kitoblariga ko'ra, O'zbekiston hududiga tushadigan quyosh energiyasining miqdori, o'rtacha hisob bilan aytganda, mamlakatda boshqa manbalardan olinadigan energiyadan to'rt barobar ko'p ekan. Quyosh energiyasining yalpi imkoniyatlari 51 mlrd t.n.e., texnik imkoniyati esa - 177 mln. t.n.e.ga teng. Ekspertlarning fikriga ko'ra, aynan quyosh energiyasidan foydalanish aholini elektr energiyasi bilan ta'minlash, mamlakatning bir qator uzoq hududlarini yanada jadal rivojlantirish masalalarini tez hal qilishga imkon beradi.

Quyosh energetikasini rivojlantirish istiqboli haqidagi masala O'zbekiston uchun yangilik emas. Quyosh energiyasidan foydalanish bo'yicha ilk tadqiqot ishlari 70-yillarda boshlangan. Bir qator yutuqlarga qaramasdan, o'sha zamon texnologiyalari kerakli samaradorlikka erishishga imkon bermadi. Elektr energiyasi va energiya yetkazuvchilar narxlarining pastligi sababli quyosh energetikasiga ehtiyoj sezilgani yo'q. 1991 yildan so'ng energetikaning bu sohasini rivojlantirish ustuvorligi haqida bir qator qonun, me'yoriy-huquqiy hujjatlar, rivojlantirish dasturlari va boshqa rasmiy hujjatlar qabul qilindi. Lekin quyosh energetikasini joriy etish uchun resurs va imkoniyatlarni aniqlashga, undan foydalanishga hamda xususiy sektorlarni rag'batlantirishning ma'muriy va iqtisodiy mexanizmlarini yaratishga yetarli darajada e'tibor qaratilmadi.

O'zbekiston tabiiy gazning yirik zaxiralariga ega bo'lganligi uchun energiya resurslariga jiddiy ehtiyoj yo'q. Shuningdek, mamlakat rivojlangan energetika infratuzilmasiga ega, elektr va gaz tarmoqlari deyarli barcha aholi joylariga yetkazilgan hamda aholi va korxonalar haligacha past narxlar bo'yicha energiya bilan ta'minlanmoqda. Aynan energiyaning past narxi hukumat energetika siyosatining asosiy ustuvor

vazifalaridan hisoblanadi. Lekin bu ustuvor vazifalarni ado etish qimmatga tushayapti. Energiya resurslariga dunyo miqyosida narxlar oshayotgan bir paytda quyosh energiyasi imkoniyatlaridan foydalanish - bu energiyani iste'mol qilish tuzilmasining samaradorligini oshirishi mumkin.

Quyosh energetikasi markazlashtirilmagan ta'minotini rivojlantirish uchun asos bo'la olishi va energetika infratuzilmasiga jalb qilinadigan investitsiyalarni qoplashdagi sifat va ishonchli muammolarni hal qilishi mumkin.

Quyosh energiyasidan foydalanish tizimlari yaratilishining afzalliklari asosan elektr va boshqa energiya manbalari bo'lmagan hududlarda tiklanadigan energiya manbalari yaratgan holda xalq xo'jaligi va aholining energiya manbalariga bo'lgan talablarini qondirishdan iborat.

Hozirgi kunda foydalanib kelinayotgan energiya manbalari asosan ko'mir, neft, tabiiy gaz, suv va boshqa tabiiy resurslar hisobiga olinib, katta harajatlar hisobiga ishlab chiqariladi. Bundan tashqari qazib olinadigan qazilma boyliklarning zahiralarini chegaralangan bo'lib, uning miqdori yildan yilga kamayib boradi. Eng yomon tomoni tabiiy resurslardan foydalanish jarayonida atrof muhit ifloslanadi va katta miqdorda qayta ishlanmaydigan chiqindilar hosil bo'ladi. Shu sababli tiklanadigan energiyadan foydalanishning afzalliklarini ayniqsa quyosh, shamol, suv va boshqa manbalardan olish yo'llarini o'rganib chiqish, ularni takomillashtirish va qulay optimal variantlarini hayotga tatbiq qilish shu kunning talabi hisoblanadi.

Quyosh issiqlik qozonlarida faqat tabiiy gazni ishlatishni 60 foizgacha kamaytiradi. Bu uskunalar asosan aholi, xususiy sektor va byudjet tashkilotlari tomonidan foydalanish maqsadlarida ishlab chiqarilib keng qo'llaniladigan energiya manbalariga nisbatan 50-70 foiz arzonga tushadi.

Aniqlik kiritish uchun quyosh energiyasida ishlaydigan fotoelektrik sistema - FES 100/12 modelining qisqacha xarakteristikasi quyidagicha:

- ish prinsipi - quyosh energiyasini to'g'ridan to'g'ri elektr energiyasiga aylantirish va akkumulyator batareyasida to'plash, keyinchalik avtonom iste'molchi orqali elektr uskunalari va boshqa elektr qurilmalarida foydalanish;
- to'rttagacha 11 vt.li lyuminisents lampalari, oq-qora tasvirli 16 sm.li

televizor va boshqa variantlarida rangli 25 sm.li televizor, radiopriemnik, magnitofon va ultratovushli kir yuvish mashinalaridan, mahsus kichik kuchlanishda ishlaydigan nasos agregatlarida ham foydalanish.

Bundan tashqari qish paytlarida va yil davomida iste'molchilarning issiq suvga bo'lgan ehtiyojlarini qondirish uchun bunday uskunalardan foydalaniladi.

Hech kimga sir emas, hozirgi kunda joylarda aholi kundalik ehtiyojlari uchun berilayotgan elektr ta'minotidagi uzilishlar o'z navbatida aholining turmush tarziga salbiy ta'sir qiladi. Ko'plab tog' va tog'oldi hamda olis hududlarda elektr ta'minotini yaxshi yo'lga qo'yish uchun quyosh energiyasidan foydalanish ahamiyatlidir

Arzon tabiiy resurslardan, ya'ni energiya manbai bo'lgan quyosh, shamol, suv energiyasiga yetarli ahamiyat berish kerak.

Ekologik toza atrof muhit holatiga ta'sir etmaydigan energiya manbalaridan foydalanishga o'tish bo'yicha targ'ibot-tashviqot ishlarini jonlantirish davr taqozasidir.

Quyosh energetikasini rivojlantirish O'zbekiston uchun juda foydali, chunki shu orqali tabiiy gaz iste'mol turlari saqlab turiladi yoki qo'shimcha zaxiralarni eksport uchun ajratiladi (bugungi kunda ichki energiya iste'molining 80–85 foizi qondirilmoqda). Ayni paytda tabiiy gazning 60 foizi o'z iste'molchilarimiz va «O'zbekenergo» DAK korxonalariga yetkazilyapti. Agar O'zbekistonda quyosh energetikasini rivojlantirib, ichki bozordagi gaz ehtiyojini hech bo'lmaganda 1 foizga (yoki 650 mln.m³) kamaytirsam, mamlakatimiz har yili gaz eksportidan

130–149,5 mln. dollarga yaqin daromad oladi. Bu daromad quyosh energetikasini rivojlantirish uchun sarflanishi mumkin

Muqobil energiya manbalaridan biri bo'lgan shamol energiyasi ham hozirgi kunda katta qiziqish uyg'otmoqda. Shamol - havoning harakatdagi oqimi. Havoning harakati yer yuzasini quyosh tomonidan notekis qizdirishiga sabab bo'ladi. Yer yuzasi har xil shaklga yer va suv fazosiga ega bo'lgani sababli, u kelayotgan issiqlikni har xil hajmda qabul qiladi.

Yorug' kun mobaynida havo dengiz va okean ustidan ko'ra, quruqlik ustida tezroq isiydi. Qizigan havo yer ustida kengayadi va osmonga ko'tariladi, uning o'rnini og'irroq sovuq havo qatlami egallaydi va uning

bu harakati shamolni hosil qiladi. Kechqurun shamol o'z yo'nalishini o'zgartiradi, chunki suv ustidagiga nisbatan yer yuzasidagi havo tez soviydi.

Bir vaqtning o'zida kuchli atmosfera shamoli barcha yerni aylanib o'tadi, natijada ekvatorga yaqin qismi - Shimoliy va Janubiy qutblarga yaqin joylashgan qismiga nisbatan ma'lum darajada kuchli qiziydi.

Quyosh mavjud ekan, shamol esadi va u qayta tiklanadigan energiya manbasi hisoblanadi.

Albatta, yoqilg'i yoki elektr energiyasi o'rnini bosishi mumkin bo'lgan, noan'anaviy usullarda hosil qilinadigan vositalar ko'p. Ammo ular orasidan atrof-muhitga zarar yetkazmaydigan, foydalanishda samarali va ayni paytda mablag' jihatdan maqbulini tanlash muhim ahamiyatga egadir. Mana shu nuqtai nazardan olib qaraganda, shamol energiyasining qator afzalliklari mavjud.

Bugungi kunda shamol energiyasidan quyidagi maqsadlarda elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun ham foydalanish mumkin:

- elektr stantsiyalar tarmog'idan yetkazib beriladigan elektr energiyasini almashtirish maqsadida. Buning sabablari: bug'xona gazlari chiqindilarini kamaytirish, elektr ta'minoti quvvati bo'yicha mahalliy cheklovlar;

- elektr ta'minotidan olisda joylashgan tumanlarda dizel generatorlari va quyosh fotoelektr tizimlari bilan birgalikda foydalanish mumkin. Elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun dizel generatorlari bunga muqobil bo'lishi mumkin. Buning sabablari: energiya bilan qulay va ishonchli ta'minlash darajasini oshirish.

Yuz vattdan bir necha o'n kilovatt quvvatga ega shamol qurilmalari tuzilishi jihatidan katta quvvatli qurilmalardan farq qilmaydi. Ulardan alohida iste'molchilar tomonidan turli maqsadlarda (suv chiqarish, mustaqil energiya ta'minot manbai sifatida foydalanish), jumladan turli ob'ektlarni, masalan, meteorologik uskuna, aloqa uskunasi va doimiy shamol esadigan muayyan joylarni elektr energiyasi bilan ta'minlashda foydalanish mumkin. Ayni paytda O'zbekiston bunday shamol qurilmalaridan foydalanish tajribasiga ega: masalan, Qoraqalpog'istondagi parranda fabrikasida o'rnatilgan shamol qurilmasi, Toshkent viloyatidagi

Chorvoq suv ombori yaqinidagi teleradio stansiyasi uchun gibrid tajriba quyosh-shamol qurilmasi buning dalilidir.

Elektr energiyasi bilan muayyan bir joyni ta'minlash uchun bunday texnologiya'ni qo'llash, ayniqsa, elektr uzatish liniyalarini barpo etish iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq bo'lmagan olis va borish qiyin bo'lgan tumanlar uchun juda muhimdir.

Lekin qayta tiklanadigan energiya oqimining zichligi ma'lum darajada yil mavsumi, kunlar va iqlim sharoitlariga bog'liqligi tufayli ushbu energiya texnologiyalaridan foydalanishda ularni kafolatlangan energiya manbai sifatida ko'rib chiqmaslik lozimligini esdan chiqarmaslik kerak. Masalan, fotoelektr stansiyalar kechasi ishlay olmaydi, shamol qurilmalari shamol esmasa yoki uning tezligi past bo'lsa, elektr energiya ishlab chiqarmaydi va hokazo. Shu sababli ular, odatda zaxira energiya manbaini talab qiladi va asosan an'anaviy energiya manbalarini to'ldiruvchi hisoblanadi.

Shuning uchun ham yil davomida foydalanish mumkin bo'lgan muqobil energiyalardan biri ekologik sof vodorod energiyasidan foydalanish davr talabidir. Vodorod energetikasini yaratish va undan foydalanish uchun birinchi navbatda vodorod olishning usullarini va xossalarini tahlil qilish va olingan natijalar asosida vodorod olishning eng maqbul usulini tanlab olish kerak.

VODOROD

Vodorodning olinishi va xossalari

Birinchi marta 1766 yida ingliz kimyogari G.Kavendish kislotalardan metallar siqib chiqaradigan "yonuvchan" havoni to'plab, uning xossalarini tekshirdi. Lekin faqat 1783-1787 yillarda A.Lavuaze tadqiqot ishlarini bajarib, vodorod havo suv tarkibiga kirishini isbotladi va suv tug'diruvchi, vodorod degan nomni berdi

Genri Kavendish (1731-1810) – ingliz fizigi va kimyogari gazlar kimyosining yaratuvchisidir. 1773 yilda Kembrij universitetini tugatgandan keyin G. Kavendish ko'p vaqtini ilmiy tajribalar o'tkazishga sarfladi. U 1766 yilda sof holdagi vodorod ("yonuvchan havo")ni va karbonat angidrid ("bog'langan havo")ni ajratib oldi, shuningdek ularning

zichligini aniqladi. Bu bilan u fanga gazlarning muhim xarakteristikasini kiritdi. G. Kavendish vodorodni ayniqsa mukammal o'rgandi. G. Kavendish tajribalaridan keyingina vodorod maxsus xossalarga ega bo'lgan o'ziga xos modda sifatida ta'riflandi.. G. Kavendish "yonuvchan havoni"ni turli usullar: temir. rux, qalayni xlorid kislotaga va qalay, ruxni sulfat kislotaga ta'sir ettirish yo'li bilan olish mumkinligini aniqladi. Har qaysi holda ham bir xil "yonuvchan havo" hosil bo'ladi. G. Kavendish "yonuvchan havo"ning yonishga yordam bermasligini, hayvonlarning nafas olishi uchun yaroqsizligini, odatdagi havo bilan aralashtirilganda esa portlashini aniqladi. Lekin "yonuvchan havo"ning mustaqil kimyoviy element ekanligini G. Kavendish tushuna olmadi. Bu kashfiyot 1778 yilda A.Lavuaze tomonidan aniqlandi.

Antuan Loran Lavuaze (1743-1794) – atoqli fransuz kimyogari, ilmiy kimyoni yaratuvchilaridan biri. XVIII asr 70-yillarida A.Lavuaze kimyoning eng muhim muammolaridan bo'lgan yonish va nafas olish jarayonlarini o'rganishga kirishdi. Bu jarayonlar ilgari flogiston nazariyasi nuqtai nazaridan qaralar edi. Bu nazariyani chalaligini isbotlash uchun olimga yigirma yilga yaqin qunt bilan ishlashga to'g'ri keldi. U juda ko'p reaksiya mahsulotlarini miqdoriy analiz qildi va yonish "yonuvchi modda"ning flogiston chiqarib parchalanishi emas, balki moddalarning kislorod bilan birikishi ekanligini aniqladi. 1778 yilda A.Lavuaze yonuvchan havo suv tarkibiga kirishini isbotladi va suv tug'diruvchi, vodorod degan nomni berdi.

Vodorod - H davriy sistemadagi joylashgan o'rni haqida ikkita holat ma'lum. Bir tomondan, bu elementning tashqi (valent) pog'onasida bitta elektron bo'lishi uning birinchi gruppaning bosh gruppacha elementlariga o'xshashligini aks ettirsa, uning ko'pchilik fizik xossalari uni VIIA gruppacha element(galogen)larga o'xshashligini aks ettiradi. Vodorodning NEM qiymati 2,1 ga tengdir. NEM qiymati 4,1 bo'lgan fluor elementi bilan elektromanfiylik qiymati (NEM-0,7) eng kichik bo'lgan fransiy elementi oralig'ini egallaydi. Shu sababli, bu element birikmalarida oksidlanish darajasi +1 va -1 holatlarda bo'ladi.

Vodorod ishqoriy metallar va galogenlarning xossalarini o'zida mujassamlashtiradi. Vodorod atomining tashqi qavatida, xuddi ishqoriy

metallarning atomlaridagi kabi, bitta elektron mavjud. Vodorod o'zining elektronini yo'qotganida proton holatiga o'tadi. Lekin protonning radiusi (10^{-6} nm) ishqoriy metall ionlarining radiusi 0,06—0,17 nm dan keskin farq qiladi.

Vodorod spektri ishqoriy metallarnikiga juda o'xshash. Vodorod ishqoriy metallar kabi, kuchli qaytaruvchi. Vodorod, xuddi galogenlar kabi, odatdagi sharoitda, gazsimon modda; u ikki atomli molekulalar hosil qiladi va bu molekulalarda uning atomlari o'zaro kovalent bog'lanishlar orqali birikkan; vodorod oksidlovchilik xossani ham namoyon qiladi, ya'ni vodorod atomi o'ziga yana bitta elektron biriktirib — Davriy jadvalda o'ziga eng yaqin nodir gaz — geliyning barqaror elektron konfiguratsiyasi ($1s^2$) geliyga o'xshash bo'ladi. Vodorod o'zining metallar bilan hosil qilgan birikmalarida H^- tarkibli anion holatida bo'lib, uning oksidlanish darajasi -1 ga teng, uning birikmalari gidridlar deb ataladi, ular o'zlarining strukturalari va tarkiblaridagi kimyoviy bog'lanish xususiyati jihatidan galogenlarga o'xshaydi. Vodorodda ana shunday ikki xil xossa mavjudligi uchun, u davriy sistemaning ham birinchi, ham yettinchi gruppasiga qo'yildi.

Demak, vodorodning metallar bilan hosil qilgan birikmalari gidridlarda H^- ion anion holatida bo'lsa, metallmaslar bilan hosil qilgan birikmalarida kation vazifasini bajaradi va ularni anion vazifasini bajaradigan elementlar orqali (galogen vodorodlar Hg_{al} , xalkogenidlar H_2S, H_2Se, H_2Te va boshqalar) nomlanadi. Vodorodning metallmaslar bilan hosil qilgan birikmalarida ba'zan oksidlanish darajasi manfiy bo'lgan elementlar umumiy qabul qilingandan chetlashgan holda (masalan, H_3N o'rniga NH_3 , H_4C emas CH_4 holida) yoziladi.

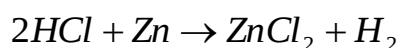
Vodorod davriy sistemadagi birinchi element bo'lib, uning atomi nihoyatda sodda tuzilishga ega, atomi tarkibida 1 ta proton va 1 ta elektron mavjud bo'lib, ular bir-biriga o'zaro tortishuv kuchi orqali bog'langan. Vodorodning elektron konfiguratsiyasi $1s^1$. Vodorod atomi (geliy $1s^2$) ham boshqa elementlar atomlari tuzilishidan farqli o'laroq, yadro bilan elektron orbitali orasida to'siq vazifasini bajaradigan elektron qobiqlarga ega emas; vodorod atomida valent elektron bevosita atom yadrosi atrofida harakatlanadi; uni yadro o'ziga mustahkam tortib turadi, shu sababli

vodorodning (geliyning ham) ionlanish potentsiali katta qiymatga, ya'ni 13,6 eV ga, geliyniki esa 24,59 eV ra teng. Vodorodning nisbiy atom massasi 1,008. Vodorod kaynosimmetrik elementlar jumlasiga kiradi, $1s^1$ -orbital faqat vodorod atomida uchraydi. Vodorodning uchta izotopi ma'lum. Birinchisi — protiy (1_1H), ikkinchisi — deyteriy (D yoki 2_1H) va uchinchisi — tritiy (T yoki 3_1H). Protiy va deyteriy — turg'un izotoplar bo'lib, tritiy yarim yemirilish davri 12,42 yil bo'lgan radioaktiv izotopdir. Uning nisbiy atom massasi 3 ga teng. Ularning tarkibi quyidagicha: H da bittadan proton va elektron; D da bittadan proton, neytron va elektron bor; T da bitta proton, ikkita neytron va bitta elektron mavjud. Tabiiy vodorod birikmalarida protiyning miqdori deyteriy miqdoridan 6800 marta ortiq yoki deyteriy miqdori 0,015% ni tashkil qiladi. Tabiiy vodorodda 3_1H miqdori nihoyatda kam; u atmosferaning yuqori qavatlarida Koinot nurlari ta'sirida sodir bo'ladigan yadro reaksiyalari jarayonida uzluksiz hosil bo'lib turadi; uning miqdori $20,4 \cdot 10^{-17} \%$ ga yaqin bo'lib β -radioaktivlik namoyon qiladi.

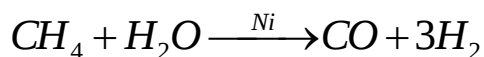
Barcha elementlarining izotoplarida asosiy fizik va kimyoviy xossalar deyarli bir xil bo'ladi. Lekin vodorod izotoplari — protiy, deyteriy va tritiyning shunday xossalari bir-biridan ancha farq qiladi. Masalan, protiy, deyteriy va tritiyning qaynash haroratlari bir-biridan bir necha gradusga farq qiladi. SHu sababli, boshqa har qanday element izotoplariga qaraganda vodorod izotoplarini bir-biridan ajratish oson.

Vodorod Koinotda eng ko'p tarqalgan element bo'lib u Quyosh va yulduzlar massasining yarmini tashkil qiladi. Yerdagi uning mol foizi 3 ga teng. Quyosh sistemasining ulkan sayyorolari Yupiter va Saturn asosan vodoroddan iborat. Boshqa sayyoralar, kometalar va yulduzlararo gaz tumanliklarida ham vodorod bor ekanligi aniqlangan. Yerdagi vodorod birikma holda suv, qor va muzliklar tarkibida juda ko'p uchraydi. Suvning tarkibida 11,11% vodorod bor.

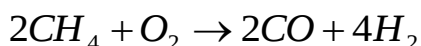
Olinishi. Laboratoriyada vodorod olish uchun rux metaliga kislota ta'sir ettiriladi:



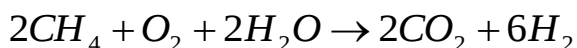
Sanoatda vodorod tabiiy gazlardan, suv gazidan, suvni elektroliz qilish, koks gazi, neftni qayta ishlashda hosil bo'ladigan gazlardan olinadi. Masalan, tabiiy gaz tarkibida metan 800 °C da katalizator (nikel) ishtirokida suv bug'i bilan reaksiyaga kiritilsa, vodorod hosil bo'ladi:



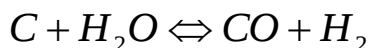
metanning chala oksidlanishidan CO bilan H_2 larning aralashmasi hosil bo'ladi:



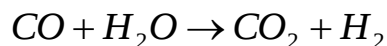
Sanoatda vodorod asosan metanni kislorod va suv bug'i orasidagi reaksiyasi asosida olinadi:



Shuningdek, suv bug'ini cho'g'langan koksga ta'sir ettirish (konversiya) usuli bilan olinadi: 1000 °C da koks bilan suv bug'i orasida quyidagi muvozanat qaror topadi:

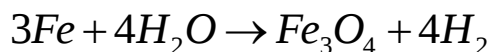


Hosil bo'lgan aralashma ($CO + H_2$) suv gazi deyiladi. Suv gazidan H_2 ni ajratib olish uchun gazlar aralashmasi ($CO + H_2$) katalizator (Fe_2O_3) ustidan o'tkaziladi:



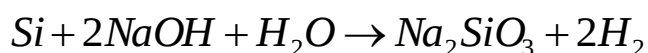
Natijada $CO + H_2$ (va ozgina CO) tarkibli aralashma olinadi. Bu aralashma bosim ostida suvda eritiladi (CO_2 eritmaga o'tadi). Ba'zan aralashma suyuq havo bilan qattiq sovutiladi, bunda CO_2 qattiq holatga o'tadi. CO dan vodorodni tozalash uchun gazlar aralashmasi issiq natriy ishqor eritmasiga (yoki Cu_2Cl_2 ning ammiakli eritmasiga) yuboriladi. Natijada CO yutiladi, chunki NaOH bilan CO birikib NaOOCH tarkibli natriy formiatni hosil qiladi.

Cho'g'langan temirga suv bug'i ta'sir ettirish usuli:



chinni yoki temir quvurga joylangan temir qirindisi yoki mixlarga yuqori temperaturadagi suv bug'i yuborish bilan amalga oshiriladi. Lekin bu usul u qadar katta ahamiyatga ega emas.

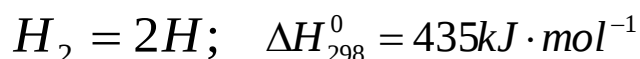
Ishqorga alyuminiy yoki kremniy ta'sir ettirish usuli:



Aerostatlarni vodorod bilan to'ldirishda shu usuldan foydalaniladi.

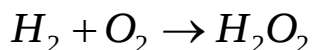
Xossalari. Vodorod atomi juda sodda tuzilgan bo'lishiga qaramay, u bir necha holda, chunonchi, erkin vodorod atomlari (H) holida, molekulalar (H_2, D_2, T_2) holida musbat zaryadli molekulyar ion (H_2^+), manfiy zaryadli molekulyar ion (H_2^-), musbat zaryadli oddiy ion (H^+) va manfiy zaryadli oddiy ion (H^-) holida namoyon bo'la oladi. Bular ichida eng barqarori gaz holatda H_2 va eritmalarda H^+ dir.

Vodorod molekulasida juda mustahkam, kam qutblanuvchan, yengil va harakatchan kichik zarrachadir. SHu sababli vodorod nihoyatda past temperaturada ($-259\text{ }^{\circ}\text{C}$) suyuqlanadi va $-252,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ da qaynaydi (bu jihatdan vodorod faqat geliydan keyin turadi); vodorod suvda va organik erituvchilarda oz eriydi. Qattiq vodorod geksagonal kristall panjaraga ega. Vodorod molekulalari faqat 2000°C dan yuqoridagina atomlarga parchalana boshlaydi:



Atomar (atom holatidagi) vodorod odatdagi vodorodni miltillovchi elektr razryad orqali o'tkazish natijasida hosil bo'ladi. Atomar vodorod molekulyar vodorodga qaraganda bir necha marta aktivdir. Atomar vodorod yolg'iz elektronli sistema bo'lib, u o'z elektronini boshqa modda atomining elektroni bilan juftlashtirishga juda moyildir. Atomar vodorod

bevosita fosfor bilan, oltingugurt, mishyak va hatto simob bilan birikadi. Mis, vismut, qo'rg'oshin va kumush oksidlari atomar vodorod ta'sirida (odatdagi sharoitda) qaytariladi. Atomar vodorod kislorod bilan past temperaturada vodorod peroksid hosil qiladi:



Atomar vodorod bir atomining ikkinchi atomi bilan birikish reaksiyasi, rekombinatsiya jarayonida $H + H = H_2 + 435kJ$ ajralib chiqadigan energiyani biror modda yoki idish devori yutib, qattiq qiziydi. Bu hodisaga asoslanib Lengmyur atomar vodorod gorelkasini kashf etgan.

Atomar vodorod ko'pchilik metallarda osonlik bilan eriydi. Buning natijasida qotishmalar, qattiq eritmalar yoki kimyoviy birikmalar hosil bo'ladi. O'zida vodorod eritgan metall esa mo'rt bo'lib qoladi.

Molekulyar vodorod H_2 sakkizinchi gruppaning yonaki gruppalarida ham yaxshi eriydi. Vodorodning d-elementlarga singishidan qotishmalar hosil bo'ladi. Masalan, 1hajm palladiy odatdagi temperaturada 900 hajmgacha vodorodni erita oladi. Bu jarayonda palladiyning hajmi 3,5 % kattalashadi.

Hisoblashlar ko'rsatishicha, palladiy ichida vodorodning bosimi bir necha million kPa ga yetadi. Bundan katta bosimda vodorod metall holatida bo'lishi kerak. Binobarin, $Pd-H_2$ sistemasida Pd_2H tarkibli birikma hosil bo'ladi. Molekulyar vodorod para- va ortovodorod deb ataladigan ikki modifikatsiyada bo'la oladi. Agar H_2 molekulasidagi ikkala proton o'z o'qi atrofida bir xil yo'nalishda aylansa, ular parallel spinlarga ega bo'ladi. Bu ortovodorod holatiga muvofiq keladi. Protonlar o'zlarining o'qlari atrofida qarama-qarshi yo'nalishlarda aylansa, antiparallel spinli sistema vujudga keladi. Bu sistema paravodorod deb yuritiladi. Ortovodorod va paravodorodlar bir xil kimyoviy xossalarni namoyon qiladi, lekin ular ba'zi fizik xossalari bilan (allotropik shakllar) bir-biridan farq qiladi.

Buyuk Britaniya va AQSH tadqiqotchilari vodorodni xossalarini o'rganish natijasida, vodorodni yangi faza holatini aniqladilar, ya'ni ikki atomli vodorod molekulasini buziladi, oltiazoli halqa hosil bo'ladi, ya'ni

grafenni olti azoli halqasiga o'xshab. Vodorodning bu yangi fazasi yuqori bosim ta'sirida hosil bo'ladi. Bu holat vodorodning metallik xossasining namoyon qilishining boshlanish pog'onasidir.

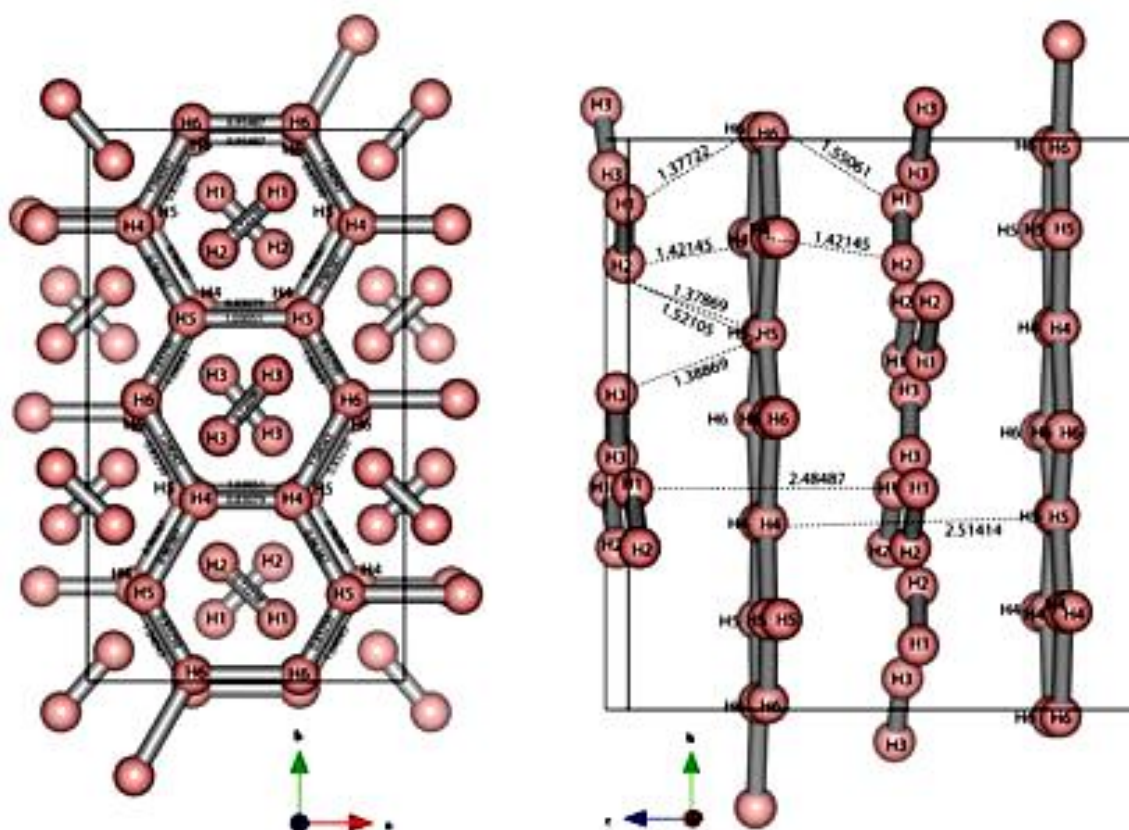
Tadqiqotchilar vodorodni 25 GPa yaqin bosimda metallik xossani namoyon qiladi deb o'ylardilar, lekin bu sharoitda vodorodni metallik xossasi namoyon bo'lmadi va o'tgan yili M. Eremets va boshq. 260 GPa bosimda metall xossali vodorodni olishdi va hozirgi vaqtda ham metall xossali vodorodni olish bo'yicha tadqiqot ishlari amalga oshirilmoqda. Vodorodni metall xossali holati amaliy ahamiyatga ega bo'lish kerakligi kutilmoqda. Vodorodni metall xossali holatini tadqiqot qilish ishlari, yuqoritemperaturali o'tao'tkazuvchan vodorodni yaratishga asos bo'lishi mumkin.

Edinburg universitetining E. Gregoryans boshchiligidagi bir grupp olimlari ham qattiq vodorodni yangi fazasini oldilar va bu faza ham metall xossali vodorodni olish yo'lida pog'ona bo'lishi mumkin. Qattiq holatda vodorod uch xil fazada bo'lishi aniqlandi.

1-faza, zich tahlangan strukturalar, erkin aylangan molekulalardan tashkil topgan.

2-faza, strukturasi birinchi fazaga o'xshash, ammo yuqori tartibga ega bo'ladi.

3- faza, strukturada $H-H$ bog'lari shu darajada bo'shashganki bu holatda vodorodni molekulyar emas, balki qisman atomar shaklda deb hisoblash mumkin. Vodorodni xossalarini o'rganish bo'yicha juda ko'p tadqiqot ishlari amalga oshirildi, natijada vodorodni yuqori bosimda grafenga o'xshash strukturasi olindi va quyidagi 3 - rasmda keltirildi:



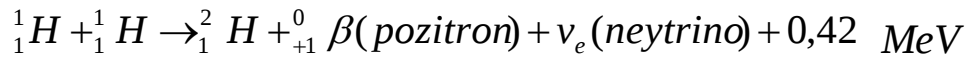
3 - rasm. O'ta yuqori bosimda hosil bo'lgan vodorod strukturasi (grafen strukturasi o'xshash).

Olimlarning mashaqqatli ilmiy-tadqiqotlari va spektral analizlar natijasida quyosh va yulduzlarning nur sochishini har tomonlama o'rganish asosida quyidagi natijaga kelishlariga sababchi bo'ldi. Kimyoviy elementlarning kosmik jismlarda tarqalishi, ularning yer planetasida tarqalishidan butunlay farqlanadi. Koinotda eng ko'p tarqalgan element vodoroddur. Chunki vodorod boshqa elementlarga nisbatan juda oddiy va juda yengil element hisoblanadi. Quyosh va yulduzlarda vodorodning miqdori taxminan 75 % tashkil qiladi, demak vodorod koinotning asosiy qismi hisoblanganligi uchun yuqori harorat va mahsus sharoitda katta tezlik bilan harakatlanayotgan ikki vodorod yadrosi yoki protonlar to'qnashishi mumkin. Bu to'qnashish natijasida bir proton neytronga aylanishi mumkin.

Bu to'qnashish vaqtida u, o'zining zaryadini pozitron ko'rinishida yo'qotadi. U murakkab prosessni ifoda qilishda betta musbat deb belgilanadi. Bu o'zgarishlar natijasida hosil bo'ladigan zarrachani deytron

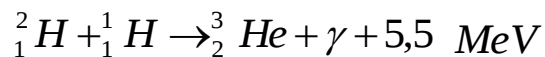
yoki og'ir vodorodning yadrosi deb qaraladi. Uning tarkibi bir proton va bir neytrondan iboratdir.

Demak termoyadro reaksiyasining proton-proton reaksiya zanjirida eng avval ikkita protonning qo'shilishi natijasida deyteriy yadrosi hosil bo'ladi va yadro reaksiyasi vaqtida pozitron va neytronlar sochiladi:

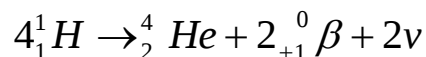


Shuni eslatish kerakki, bu xildagi reaksiyalarni laboratoriya sharoitlarida olib borish mumkin emas.

Hisoblash mashinalari yordamida olingan ma'lumotlarga qaraganda, bu tip reaksiyalar ba'zi yulduzlarda, hatto 14 milliard yil davom etishi mumkin. Murakkab o'zgarish natijasida hosil qilingan deyteriy vodorodning boshqa protoni bilan to'qnashishi mumkin. Bu to'qnashish vaqtida gamma kvant nur sochiladi va atom massasi 3 ga teng bo'lgan zarracha hosil qiladi. Shuning uchun massasi 3 ga teng bo'lgan zarrachani geliy deb ataladi va bu zarracha ikki proton va bir neytrondan tashkil topgan bo'ladi.



Quyosh energiyasining asosiy manbai bo'lgan jarayonda esa 0,7% massa hisobiga energiya ajralib chiqadi.

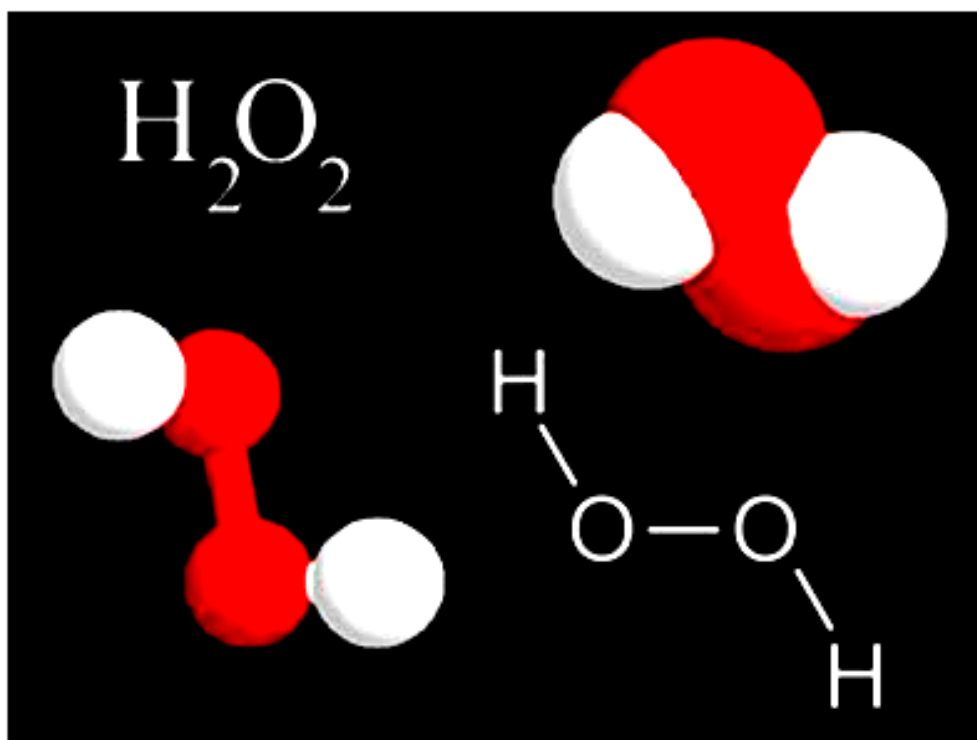


Vodorod kimyo sanoatida keng qo'llaniladi, u ammiak sintezida, suyuq o'simlik moylardan qattiq yog' hosil qilish va boshqa maqsadlar uchun ishlatiladi. Atom texnikasida protiy, deyteriy va tritiy boshqa yangi xil yadrolar sintez qilish uchun ishlatiladi. Masalan, protonlardan 10-20 mln gradusda geliy yadrolarini sintez qilishda ko'p miqdorda energiya ajralib chiqadi:

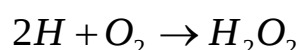


Vodorod bomba portlashida sodir bo'ladigan termoyadro jarayonida ham vodorodning deyteriy va tritiy izotoplari ishtirok etadi. Bundan tashqari vodorod juda past va juda yuqori temperaturalar hosil qilish uchun ham ishlatiladi. Atomar vodorod yonganda 3000 °C ga qadar yuqori temperatura hosil bo'ladi.

Sanoatning turli sohalarida vodoroddan tashqari uninig birikmalari ham ishlatiladi. Masalan, amaliy ahamiyatga ega bo'lgan birikmalaridan biri vodorod peroksiddir - H_2O_2 :



Atomar vodorod molekulyar kislorod bilan reaksiyaga kirishib vodorod peroksidni hosil qiladi:



Vodorod peroksid H_2O_2 ni 1818 yilda Tenar kashf etgan. Bu modda tabiatda ko'p hil moddalarning havo kislarodi ta'sirida oksidlanishi vaqtida qo'shimcha mahsulot sifatida hosil bo'ladi. Vodorod yonganda ham ikkita

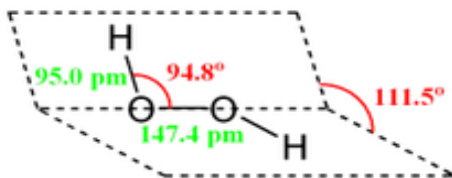
$\cdot OH$ radikalining o'zaro birikishi natijasida qisman vodorod peroksid hosil bo'ladi.

Toza vodorod peroksid shaffof, rangsiz suyuqlik bo'lib uning fizik konstantalari quyidagi 2 - jadvalda keltirilgan:

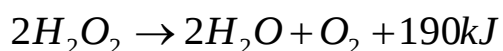
2 - jadval

Formulasi	Solishtirima massasi $g \cdot sm^{-3}$	Qotish temperaturasi $^{\circ}C$	Qaynash tempearturasi			
			3,7 kPa da	4,8 kPa da	6,1 kPa da	101,325 kPa da
H_2O_2	1,471	0,46	69,7	74,7	80,2	155,5(ekstra-polyatsiya)

Vodorod peroksidda $O-O$ atomlar orasidagi masofa 147,4 pm ga $O-H$ atomlar orasidagi masofa esa 95 pm ga teng. Vodorod peroksidning tuzilish formulasi $H-O-O-H$ dir.

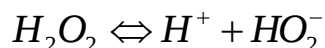


Nihoyatda toza vodorod peroksid odatdagi temperaturada barqaror modda; lekin metallar, metall ionlari va boshqa moddalar ishtirokida vodorod peroksid shiddat bilan parchalanadi:



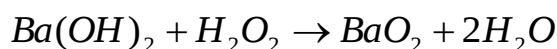
Vodorod peroksidning suvdagi eritmaları ancha barqaror bo'ladi. Odatda vodorod peroksidning 3% li va 30% li eritmalarini sotib olish mumkin. Uning 30% li eritmasi pergidrol deb ataladi. Past bosimda H_2O_2 ning 90% ga qadar konsentrlangan eritmaları olinadi. Bu eritma sovutilganda vodorod peroksidning kristallari hosil bo'ladi.

Vodorod peroksid eritmalari dissotsilanadi:

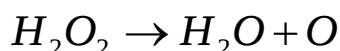


U kuchsiz kislotadir va uning dissotsilanish konstantasi $1,6 \cdot 10^{-12}$ ga teng.

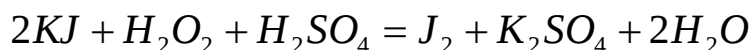
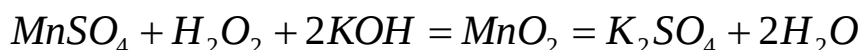
Vodorod peroksid kuchsiz kislota bo'lgani uchun, metall peroksidlar, Na_2O_2, BaO_2 vodorod peroksid kislotaning tuzlari hisoblanadi. Bariy peroksid BaO_2 quyidagi jarayon orqali olinadi:



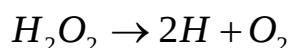
Vodorod peroksid oksidlovchilik va qaytaruvchilik xossalarini namoyon qiladi. Uning oksidlash xossasi quyidagi reaksiyga asoslangan:



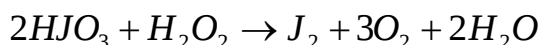
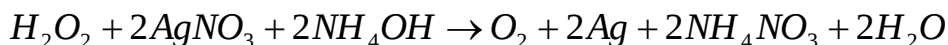
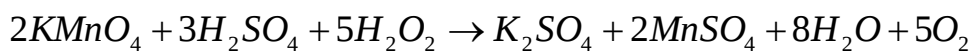
Hosil bo'lgan atomar kislorod o'ziga 2 elektron biriktirib olib, moddalarni oksidlaydi:



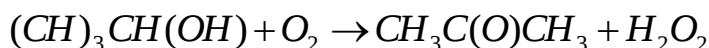
Vodorod peroksidning qaytaruvchi sifatidagi xossalari izohlashda uning har qaysi molekulasida ikkita vodorod atomiga va bitta kislorod molekulasiga ajraladi deb tasavvur qilamiz;



Bu reaksiyada hosil bo'lgan ikkita atomar vodorod o'zidan ikkita elektron berib boshqa moddalarni qaytaradi:

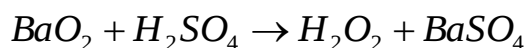


Vodorod peroksid sanoatda quyidagi reaksiya orqali olinadi:



Bu jarayonning muhimligi shundaki, vodorod peroksid bilan birga amaliy ahamiyatga ega bo'lgan jarayonning qimmatli qo'shimcha mahsuloti atsetonning hosil bo'lishidir.

Laboratoriyada quyidagi jarayon orqali olinadi:



Vodorod peroksid ko'p maqsadlar uchun ishlatiladi, jumladan reaktiv dvigatellarda va suv osti kemalarida benzin, spirt kabi yonilg'ilarni yondirish uchun vodorod peroksidning 85-100% li eritmalari oksidlovchi sifatida qo'llaniladi. Vodorod peroksid torpedalarda ham harakatga keltiruvchi modda sifatida ishlatiladi.

GIDRIDLAR

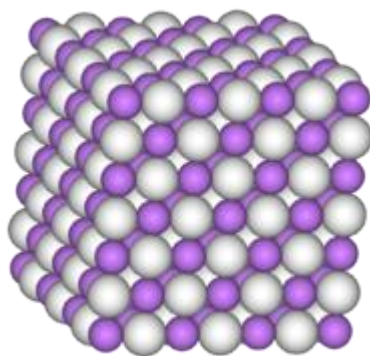
Tarkibida biror element va vodorod bo'lgan birikmalar gidridlar deb ataladi. Ular eng oddiy birikmalar jumlasiga kiritilishi kerak, chunki vodorod atomi boshqa barcha atomlarga qaraganda oddiy tuzilishga ega. Masalan, SiH_4 -kremniy gidrid, NaH -natriy gidrid va boshqalar. Vodorodning murakkab (qo'shaloq) gidridlari ham ma'lum, masalan $LiAlH_4$ gidridlar ham juda keng qo'llaniladi; ba'zi gidridlarning tuzilishini o'rganish natijasida kimyoviy bog'lanish to'g'risidagi nazariy tasavvurlar ancha boyidi.

Gidridlar beshta gruppaga bo'linadi: 1) tuzsimon, 2) oraliq, 3) metallsimon, 4) polimer va 5) uchuvchan gidridlar. Bunday sinflarga bo'lish gidridlarning tashqi ko'rinishi va fizik xossalariga asoslangan.

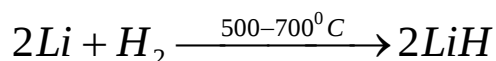
D. I. Mendeleyev Davriy sistemasining asosiy gruppacha elementlari hosil qilgan gidridlarni quyidagi uch sinfga bo'lib o'rganiladi: 1) tuzsimon, 2) uchuvchan 3) polimer gidridlar. Bularning har biriga qisqacha to'xtalib o'tamiz.

Tuzsimon gidridlar ishqoriy va ishqoriy- yer metallarining gidridlaridir. Ularning umumiy formulasi Me^+H^- va $Me^{2+}(H^-)_2$. Bu gidridlarda metall bilan vodorod orasida ion bog'lanish mavjud (lekin LiH dagi bog'lanish qutbli kovalent xossaga ega). Gidridlar o'tga u qadar chidamli emas.

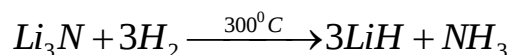
Ishqoriy metallarning gidridlaridan litiy gidrid LiH :



LiH quyidagicha olinadi, ya'ni litiy vodorod atmosferasida qizdirilsa, rangsiz kristall modda LiH hosil bo'ladi:



yoki nitrid litiyni vodorod bilan qaytarib olinadi:



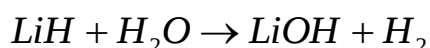
Litiy gidrid oq, yengil poroshok, inert atmosferada parchalanmasdan $692^\circ C$ da suyuqlanadi, zichligi $-0,82 \text{ g/sm}^3$, hosil bo'lish entalpiyasi $-90,7 \text{ kJ/mol}$ qiymatlarga tengdir. Litiy gidrid kristall tuzilishga ega bo'lib monokristallar hosil qiladi. Litiy gidridning kristallanish jarayonida quyidagi 4- rasmda keltirilgandek shaklda darz ketishi ham mumkin. Bu turli deformasion jarayonlar hisobiga amalga oshadi.



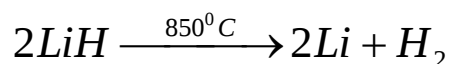
4-rasm. Litiy gidridning kristallanish jarayonida darz ketgan shakli

Uning kristallari kubsimon tuzilishga ega bo'lib, xuddi osh tuzinikiga o'xshaydi. Kristall panjara yacheyka parametrlari $a=0,4083$, $Z=4$ qiymatlarga ega. Oxirgi hisoblashlarga qaraganda litiy gidridagi bog'lanishning 60 % ini ion bog'lanish deb qarash mumkin. Litiy gidrid suyuqlantirib elektroliz qilinganda darhaqiqat vodorod anodga, litiy esa katodga borishi aniqlandi. Litiy gidrid quruq havoda nisbiy barqaror.

Suv bug'ida tez gidrolizga uchraydi (suv bilan reaksiya juda tez ketadi).

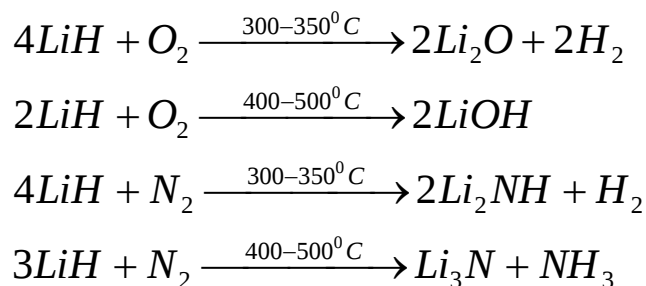


Litiy gidrid 850° dan yuqori haroratda (vakumda 450° C gacha) parchalanadi:

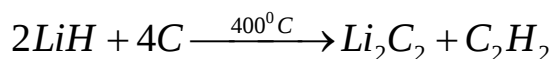


Elektroliz usulu bilan ham litiy gidrid suyuqlanmasini parchalash mumkin, qaysiki bunda anodda vodorod ajralib chiqadi, katodda esa litiy.

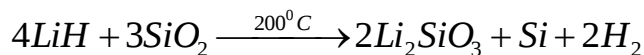
Litiy gidrid kislorod va azot bilan harorat ta'sirida reaksiyaga kirishadi, lekin jarayon haroratga bog'liqdir:



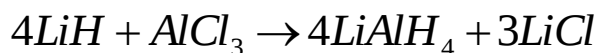
Boshqa metallmaslar (*C, P, S, Si*) bilan ham reaksiyaga kirishadi:



Metall va metallmas oksidlarini qaytaradi:



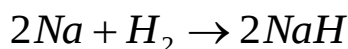
Litiy gidrid yordamida litiy alyuminiy gidrid $LiAlH_4$ olishga muvaffaq bo'lindi:



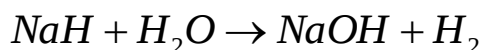
Litiy alyuminiy gidrid $LiAlH_4$ - efirda eriydigan, quruq havoda barqaror, 125-150⁰ C larda parchalanadigan kristall modda. Litiy alyuminiy gidrid $LiAlH_4$ katta amaliy ahamiyatga egadir. U qaytaruvchi sifatida ishlatiladi.

Litiy gidrid organik sintezda, yadro reaktorlarini sovitishda ishlatiladi. Litiy deyterid 6LiD yoki (${}^6Li^2H$) termoyadro yoqilg'isi singari ishlatiladi.

Ishqoriy metallardan natriyning vodorodli birikmasi natriy gidrid NaH quyidagicha olinadi. Natriy vodorod atmosferasida qizdirish natijasida hosil bo'ladi:



Uning xossalari litiy gidridning xossalariга o'xshaydi. Suv ta'sirida parchalanadi:

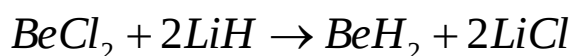


Bunda natriy gidrid qaytaruvchi sifatida reaksiyada qatnashadi.

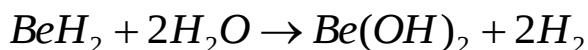
Ishqoriy metallar gidridlarining hosil bo'lish standart issiqliklari yuqori (masalan, LiH uchun $\Delta H^0 = -92 kJ \cdot mol^{-1}$) qiymatga teng.

Hozirgi vaqtda ishqoriy-yer metallarining gidridlari ham amaliy ahamiyatga ega bo'lgani uchun tadqiqotchilarning etibotini jalb qilmoqda.

Ishqoriy-yer metallarining gidridlaridan beriliy gidrid BeH_2 hosil qilish uchun beriliy xloridning efirdagi eritmasiga LiH ta'sir ettirib olinadi:

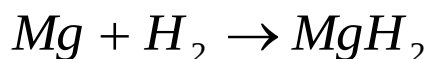


BeH_2 qattiq polimer modda. U suv ta'sirida parchalanib vodorod ajratib chiqaradi:



Beriliy gidrid kuchli qaytaruvchi modda.

Magniyning vodorodli birikmasi magniy gidrid MgH_2 quyidagicha olinadi, ya'ni - magniy va vodorodning yuqori temperaturada, bosim tasirida birikishi natijasida hosil bo'ladi:

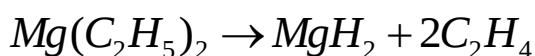


Magniy gidrid MgH_2 ning hosil bo'lish sxemasi quyidagi 5-rasmda keltirilgan:



5-rasm. **Magniy gidrid MgH_2 ning hosil bo'lish sxemasi**

Magniy gidrid MgH_2 quyidagi usul bilan ham olinadi, ya'ni- magniy dimetilning 175^0 C da parchalanishi natijasida hosil bo'ladi:

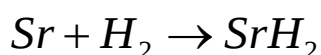
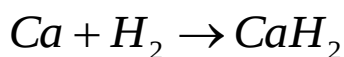


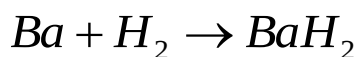
Magniy gidrid MgH_2 kukun holidagi kumushrang qattiq modda. Bu moddada ion bog'lanish BeH_2 va AlH_3 lardagiga qaraganda yaqqolroq namoyon bo'ladi.

Magniyning yana gidrid – borat $Mg(BH_4)_2$ va gidrid – alyuminat $Mg(AlH_4)_2$ nomli birikmalari ham ma'lum bo'lib, ular ishlatilish soxalari bo'yicha amaliy ahamiyatga egadir.

Kalsiy, strontsiy, bariylarning vodorodli birikmalari ham katta amaliy ahamiyatga egadir.

Kal'tsiy gidrid CaH_2 , strontsiy gidrid SrH_2 , bariy gidrid BaH_2 lar, metallarning yuqori temperaturada vodorod bilan bevosita birikishidan hosil bo'ladi:





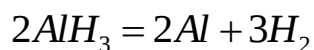
Kal'tsiy gidrid CaH_2 , strontsiy gidrid SrH_2 , bariy gidrid BaH_2 larning hosil bo'lish standart issiqliklari mos ravishda ($-196,65; -175,53; -171,54 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$) teng. Bunday birikmalarda H^- radiusi 0,15 nm ga yaqin, bu qiymat vodorod atominikidan 2,8 marta katta bo'lishi elektronlar orasidagi itarishuv kuchlari kattaligidan darak beradi. Quyida keltirilgan qiymatlar ham ion tabiatli gidridlarda H^- ning kuchli qaytaruvchi xossaga ega ekanligini tasdiqlaydi:

Reaksiya turi potentsiali,	oksidlovchining
$2H^- - 2e^- \rightarrow H_{2(g)}$	2,25
$H_{2(g)} - 2e^- \rightarrow 2H^+ (C = 1 \cdot 10^{-7} \text{ mol}')$	0,41
$H_{2(g)} - 2e^- \rightarrow 2H^+$	0,01

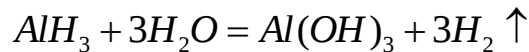
Vodorodning metallar bilan birikmalari amfoter xossalarni ham namoyon qiladi. Amfoter gidridlardan alyuminiy gidrid AlH_3 qattiq oq rangli voki rangsiz modda.

Alyuminiy gidrid tarkibida vodorod miqdorining ko'pligi uchun u bir qator xossalarni namoyon qiladi, yuqori haroratda o'ta o'tkazuvchanlik muammosi ham shu xossalarga bog'liq. AlH_3 - 60 GPa bosim va 1000 K harorat atrofida o'tkazuvchanligi yarimo'tkazuvchanlik mexanizmini namoyon qiladi Yuqori bosim va haroratda (90 GPa va 2000 K) AlH_3 ni o'tkazuvchanligini vodorodni metall elektro'tkazuvchanligi bilan solishtirish mumkin.

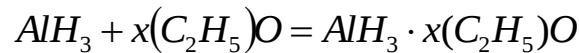
Alyuminiy gidrid birikmasi barqaror: 100^0C haroratdan yuqorida parchalanadi:



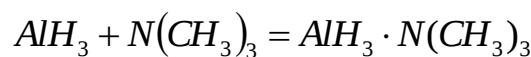
Suv bilan juda shiddatli reaksiyaga kirishadi:



Alyuminiy gidrid dietilefir bilan yuqorireaksion qobilyatli o'zgaruvchan tarkibli komplekslarni hosil qiladi va bu komplekslar ko'proq sun'iy maqsadlarda ishlatiladi

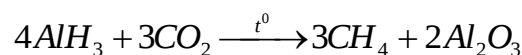


AlH_3 ning shunga o'xshash kompleks birikmalari boshqa quyi alifatik efirlar bilan ham olingan. Bundan tashqari AlH_3 trimetilammin bilan ham kompleks birikma hosil qiladi:

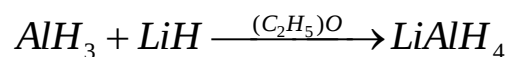


Bu kompleks birikma suv bilan juda shiddatli tasirlashadi.

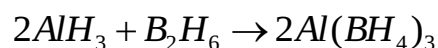
Alyuminiy gidrid – juda kuchli qaytaruvchi, u karbonat angidrid gazini metangacha qaytaradi:



Alyuminiy gidrid litiy gidrid bilan reaksiyaga kirishib $LiAlH_4$ ni hosil qiladi:

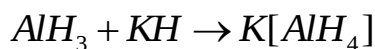
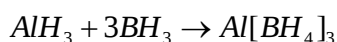


Diboran bilan alyuminiy gidrid juda sekin reaksiyaga kirishadi:

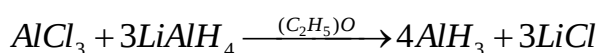
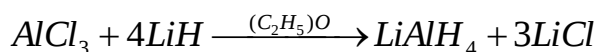


Alyuminiy gidrid amfoter xossani namoyon qilgani uchun, AlH_3 asosli va kislotali gidridlar bilan reaksiyaga kirishadi. Alyuminiy gidrid

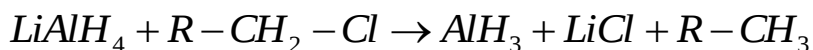
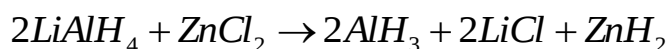
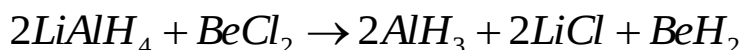
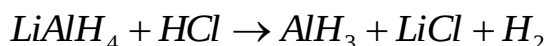
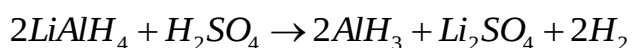
reaksiyaga kirishayotgan moddaning tabiatiga qarab ham donor, ham akseptor vazifasini bajaradi:



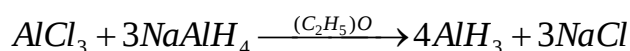
AlH_3 ni sintez qilish usuli 1947 yilda yaratilgan bo'lsa ham, hozirgi vaqtda ham alyuminiy gidridni olishning asosiy usuli hisoblanadi. Jarayon dietilefir muhitida amalga oshadi.



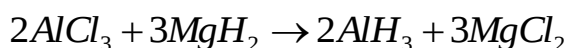
Alyuminiy gidrid bu yuqoridagi usullardah tashqari $LiAlH_4$ ni H_2SO_4 , $BeCl_2$, $ZnCl_2$, HCl va alkilgalogenidlar bilan ta'sirlashishi natijasida olinadi.



Bu yuqoridagi usullarda litiy alyuminiygidrid o'rniga natriy alyuminiygidrid ham ishlatish mumkin:



Alyuminiy gidridni qo'shimcha olinish usullaridan ko'proq quyidagi jarayon ahamiyatga egadir.



Alyuminiy gidridni to'g'ri usul bilan, ya'ni alyuminiyni vodorod bilan reaksiyasi orqali olish mumkinmi degan savol Dunyo olimlarini uzoq vaqt qiziqtirib keldi va nixoyat 1992 uilda bir grupp Rossiya olimlari 2GPa dan yuqori bosimda va 800⁰ K haroratda to'g'ri usul bilan AlH_3 ni sintezini

amalga oshirishdi. Lekin bu usul qattiq sharoitda amalga oshgani uchun, hozirgi vaqtda bu usul nazariy ahamiyatga egadir.

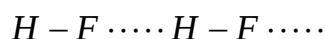
Alyuminiy gidrid raketa yoqilg'isini ishlab chiqarishda, avtonom vodorod energetikasida, poimerlanish reaksiyalarida katalizator sifatida ishlatiladi va organik sintez jarayonlarida kuchli qaytaruvchidir.

Bundan tashqari, vodorod oraliq metallar bilan ham gidridlar hosil qiladi.

Vodorodning oraliq metallar bilan hosil qilgan gidridlarida asosan metall bog'lanish mavjud bo'lib, ular kulrang yoki qora rangli qattiq mo'rt moddalardir.

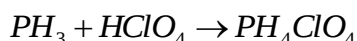
Uchuvchan gidridlar. Bu gidridlarning soni tuzsimon gidridlar soniga qaraganda ancha ko'p. Davriy sistemadagi to'rtinchi, beshinchi, oltinchi va yettinchi gruppalarining asosiy gruppachasi elementlari uchuvchan gidridlar hosil qiladi. Bu gidridlarda element bilan vodorod orasida kovalent bog'lanish vujudga keladi. Kovalent gidridlarda elementlarning oksidlanish darajasi +4 dan -1 gacha bo'ladi. Uglerod va kremniy juda ko'p binar gidridlarni hosil qiladi. Tuzsimon gidridlar hosil bo'lganda hamma vaqt issiqlik ajralib chiqadi, lekin ba'zi elementlarning uchuvchan gidridlari sintez qilinganda esa issiqlik yutiladi. Bu gidridlar hosil bo'lish issiqliklarining qiymatlari gruppachalar ichida yuqoridan pastga tushgan sari kamayadi. Hosil bo'lish issiqliklari kichik (yoki manfiy) qiymatga ega bo'lgan birikmalar termik jihatdan beqaror bo'ladi. Shu sababli uchuvchan gidridlarning hammasini ham bevosita sintez qilish mumkin bo'lavermaydi.

Uchuvchan gidridlarning suyuqlanish va qaynash temperaturalari ham turlicha. Chunonchi, davriy sistemaning gruppachalari ichida gidridlarning suyuqlanish va qaynash temperaturalari gidridlarning molekulyar massalari ortgan sayin yuqorilashib boradi. Lekin HF, H_2O, NH_3 lar bu qoidaga bo'ysunmaydi, chunki bu birikmalarning molekulalari katta dipol momentga ega bo'lgan qutbli zarrachalardir. Ular o'zaro vodorod bog'lanish orqali assotsilangan yirik mahsulotlar hosil qiladi. Masalan:



Davriy sistemaning oltinchi va yettinchi gruppacha asosiy gruppachalar gidridlarining suvli eritmalari kislotalik xossalarini namoyon qiladi.

Beshinchi gruppasi asosiy gruppachasi gidridlaridan faqat NH_3 va PH_3 asos xossalriga ega: shunda ham PH_3 - fosfin nihoyatda kuchsiz asosdir. U faqat kuchli kislotalardagina protonlarni tortib oladi. Masalan:

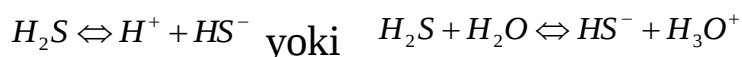


Beshinchi gruppasi asosiy gruppachasining qolgan gidridlari, shuningdek, to'rtinchi gruppasi asosiy gruppachasi gidridlari, o'zlariga proton qo'shib olmaydi. Bor hamda galliy elementlarining eng sodda gidridlari B_2H_6 , Ga_2H_6 tarkibga ega. Bu turdagi kovalent gidridlarni IV-VII gruppasi asosiy gruppachasidagi elementlari hosil qiladi, ularda vodorod kation sifatida bo'ladi (ya'ni gidrid hosil qiluvchi elementlarning NEMlari vodorodnikidan katta), ularning tarkibi EH_4 , EH_3 , EH_2 va EH ga javob beradi. Bunday gidridlarning tarkibidagi elementlarning NEM qiymatlari kichik bo'lsa ham, (masalan, SiH_4 , GeH_4 , SnH_4) bu elementlarning oksidlanish darajasi -4 (elementlarning NEM lari mos ravishda 1,9; 1,8; 1,8), PH_3 , AsH_3 , SbH_3 , BiH_3 larda esa elementlarning oksidlanish darajalari -3 (elementlarning NEM lari mos ravishda 2,2; 2,0; 1,9; 1,9) bo'ladi. Har bir gruppasi oxirida joylashgan elementlarning gidridlari deyarli noturg'un, Masalan, PbH_4 , PoH_2 , AtH lar olinmagan, BiH_3 esa hosil bo'lib parchalanib ketadi. Kimyoviy bog' tabiati kovalent xususiyatga ega bo'lgan gidridlari suvda eruvchanligi juda yomon (CH_4 , SiH_4 va boshqalar), lekin ular qutbsiz organik erituvchilarda yaxshi eriydi. Kimyoviy bog'ning qutbliligi ortishi bilan gidridlarning suvda eruvchanligi ham sezilarli darajada ortadi, ular suvda elektrolitik dissotsilaniadi va gidridlari kislota-asos xususiyatlarini namoyon qiladi.

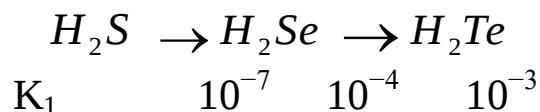
Beshinchi gruppasi asosiy gruppachaning gidridlari suvli muhitda erituvchi bilan reaksiyaga kirishganda asoslik xususiyatlarini namoyon qiladi, masalan:



Bog' tabiati qutbliroq bo'lgan oltinchi gruppasi asosiy gruppachasi elementlarining gidridlari esa dissotsilanganda kislotalik xususiyatga ega bo'ladi:



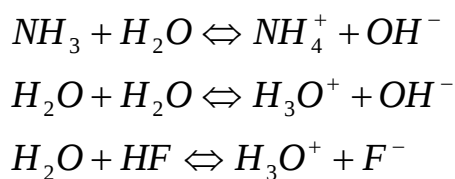
Shu gruppachadagi elementlar gidridlarining kislotalik xossasi o'ngdan chapga tomon o'tish tartibida ortib boradi.



Yettinchi gruppaning asosiy gruppachasi galoidvodorodlari (HCl, HBr, HF) ning suvdagi eritmaları kuchli kislotalik xossasini namoyon qiladilar. Bu qatorda H -gal bog'ining qutbliligi ortib borishi va barqarorligi kamayib borishi tufayli kislotalik xususiyati ortib boradi.

Davriy sistemaning ikkinchi davrdagi V-VII gruppalaridagi asosiy gruppacha elementlarining gidridlari (NH_3, H_2O, HF) keyingi davrlardagi ayni gruppachalarning gidridlaridan keskin farq qiladi, bunga asosiy sabab ularning vodorod bog'i hisobiga kuchli assotsilangan holatning paydo bo'lishidir.

Yuqorida keltirilgan uchta gidridning suvli eritmalaridagi dissotsilanishi uch xil bo'lishini quyidagi tenglamalardan ko'rish mumkin:

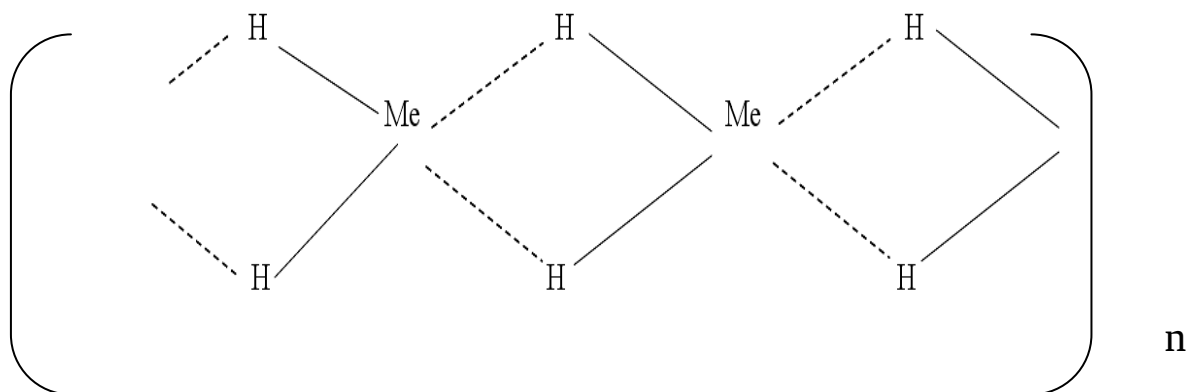


Bu moddalarda $N-H, O-H$ va $F-H$ bog'larining qutbliligi ortib boradi, birinchisida azotning taqsimlanmagan elektron jufti suvning musbat qutbli vodorod ioni bilan mustahkam donor-akseptor bog' hosil qiladi, $H-F$ dagi proton suvning kislorod atomi bilan shunday bog' hosil qiladi, hosil bo'lgan F^- ionida zaryad zichligi katta bo'lishi tufayli HF molekulasida bilan HF_2^- ning hosil qilinishi, bu modda H^+ eritmasida erkin H^+ ionlari miqdorining kamayishiga olib keladi, ya'ni HF eritmasida H^+ ionlari miqdori nisbatan kamayadi.

Polimer gidridlar. Ba'zi gidridlar, masalan, $((BeH_2)_n, (BH_3)_n, (MgH_2)_n, (AlH_3)_n, (InH_3)_n, (TlH_3)_n$ lar polimer holatiga o'tishi natijasida vodorod atomi ikkita qo'shni markaziy element bilan bog'lanishi natijasida dimer yoki polimer tuzilish paydo bo'ladi. Bunday holat, asosan, qo'zg'algan holatdagi atomning valent qobig'ida

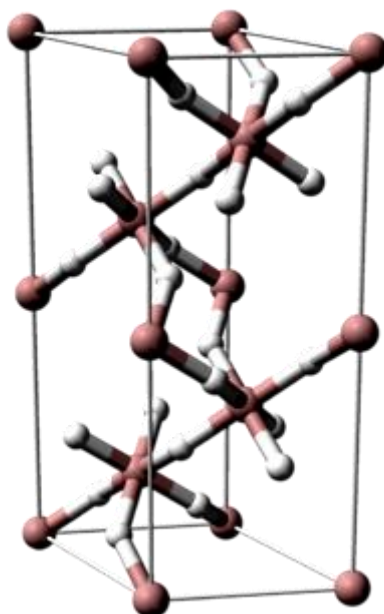
bo'sh orbital bo'lganda, ya'ni monomer gidrid elektron yetishmagan molekula hosil qilganda sodir bo'ladi.

Berilliy, magniy va boshqa gidridlarning tuzilish formulalarini quyidagicha yozish mumkin:

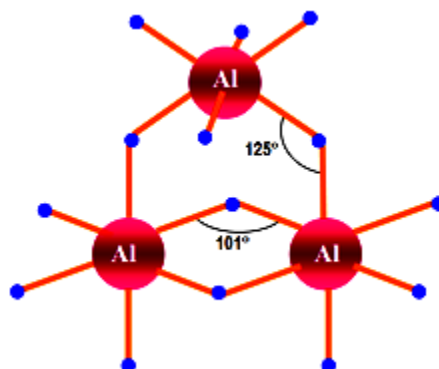


Bu formulada $Me = Be, Mg$ elementlari bo'lishi mumkin. Bu birikmalarda bog'lanishlar soni bog'lovchi elektron juftlar sonidan ortiq bo'lganligi uchun ularni elektronga tanqis birikmalar deb yuritiladi.

Polimer gidridlardan alyuminiyning polimer holatda birikmasi $(AlH_3)_n$ ning kristalltuzilishi yetti hil shaklda bo'ladi: $\alpha-(AlH_3)_n$, $\alpha^1-(AlH_3)_n$, $\beta-(AlH_3)_n$, $\delta-(AlH_3)_n$, $\gamma-(AlH_3)_n$, $\varepsilon-(AlH_3)_n$, $\zeta-(AlH_3)_n$. Lekin bu polimer gidridlardan $\alpha-(AlH_3)_n$, $\gamma-(AlH_3)_n$ ikkitasi barqaror birikmalar bo'lib ularni tuzilishi quyidagichadir(6,7-rasm):

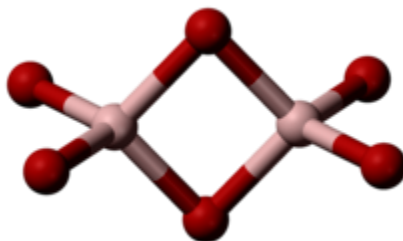


6- rasm $-\alpha-(AlH_3)_n$ alyuminiy gidridni molekulyar strukturasi



7 — rasm. $\gamma-(AlH_3)_n$ alyuminiy gidridni kristall panjara yacheykasi

Alyuminiy gidrid polimer holatdan tashqari, dimer tuzilishli barqaror birikma hosil qilad, va uning tuzilishi quyidagicha:



Dimer tuzilishli alyuminiy gidrid $-Al_2H_6$ ning molekulyar strukturasi

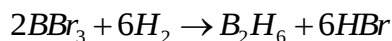
Amaliy ahamiyatga ega bo'lgan gidridlardan biri bo'lgan bu bor gidridlardir. Bu gidridlarni umumiy formulasi B_nH_m , bu yerda n 2 dan 20 gacha bo'lish mumkin. Lekin odatda $n+4$ yoki $n+6$ bo'ladi ya'ni tarkibi B_nH_{n+4} va B_nH_{n+6} formulalar bilan ifodalanadi. Masalan, diboran B_2H_6 , tetraboran B_4H_{10} , oktaboranlar B_8H_{12} , B_8H_{14} , B_8H_{16} va nonaboran B_9H_{15} ,

dekaboran $B_{10}H_{14}$, $B_{10}H_{14}$, geksadekaboran $B_{16}H_{20}$, oktadekaboran $B_{18}H_{22}$, eykozaboranlar $B_{20}H_{16}$, $B_{20}H_{26}$.

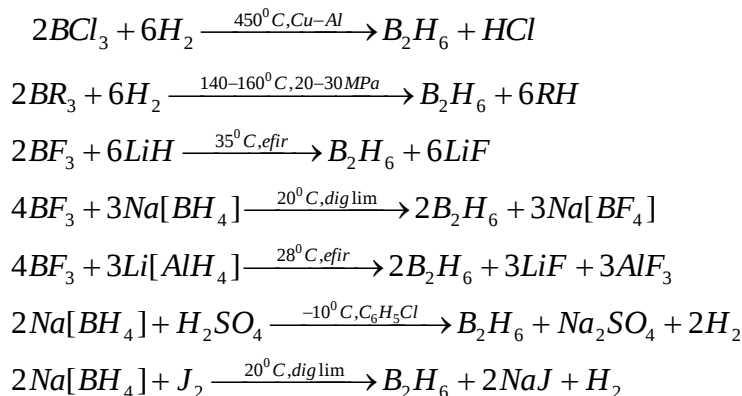
Borvodorodlar rangsiz, yoqimsiz hidga ega. B_2H_6 , B_4H_{10} - gazsimon birikmalar, borvodorodlarda $n=5-9$ bo'lsa bunday birikmalar suyuq holatda bo'ladi, $n \geq 10$ bo'lgani esa kristallardir. Borvodorodlarning hammasi organik erituvchilarda yaxshi eriydi. Borvodorodlar kompleks anionlar hosil qilishga moyildir-
 $[BH_4]^-$, $[B_3H_8]^-$, $[B_9H_{14}]^-$, $[B_{10}H_{13}]^-$, $[B_{10}H_{14}]^{2-}$, $[B_{20}H_{20}]^{4-}$ va boshqalar.



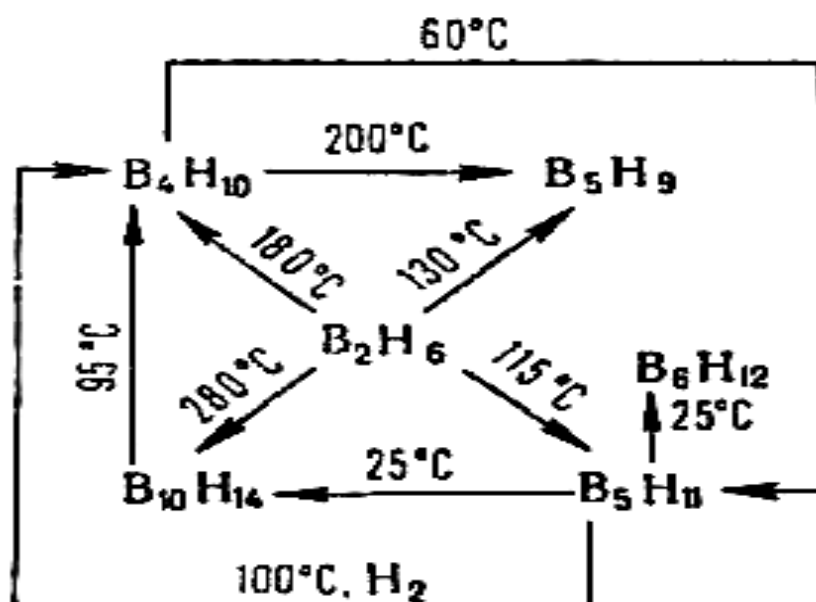
Diboran B_2H_6 amaliy ahamiyatga egadir va quyidagi jarayonlar orqali olinadi, ya'ni BBr_3 ni past bosimda vodorod bilan qaytarish orqali olinadi:



yoki quyidagi reaksiyalar orqali ham olinadi:

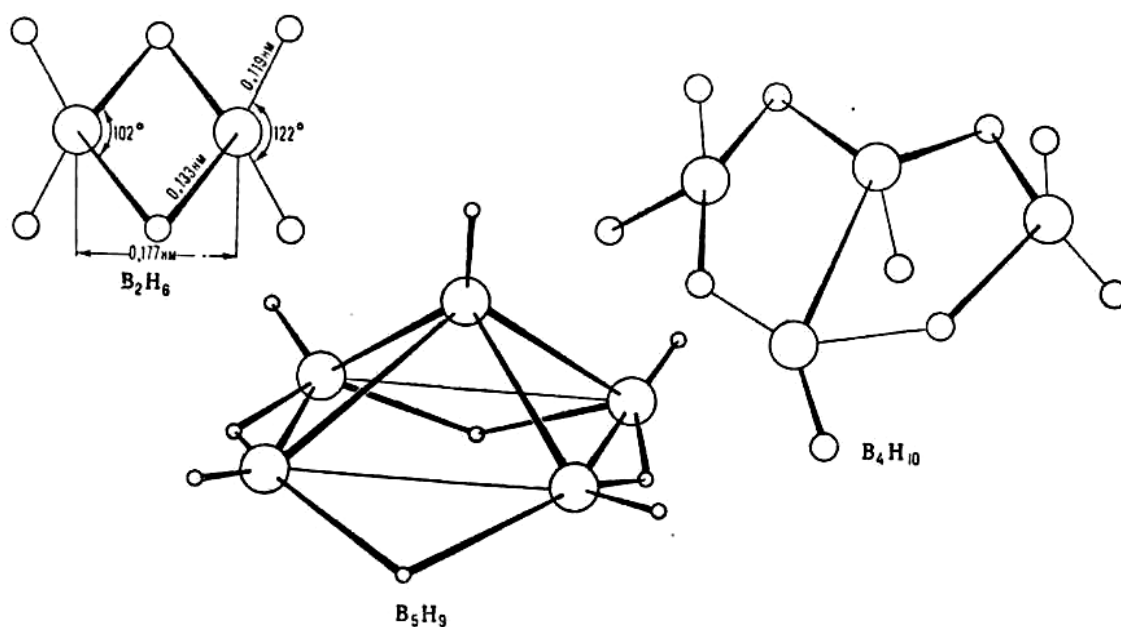


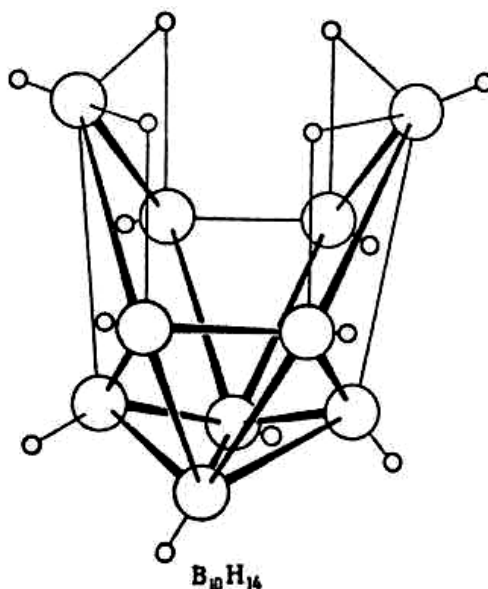
Boshqa borvodorodlar B_2H_6 konversiyalash reaksiyasi orqali olinadi va bu jarayonlar quyidagi 8-rasmda ko'rsatilgan:



8 –rasm. Borvodorodlarni olinishi

Borvodorod molekulari turli strukturalarni hosil qiladi va quyida shunday molekularning ayrim vakillarini strukturalari keltirilgan.





Borvodorodlarni analiz qilish uchun ularni suv , suv-spirt aralshmasiga vodorod peroksid yoki boshqa oksidlovchilar ta'sir ettirish bilan parchalanadi, so'ngra B va ajralib chiqqan vodorod hajmi topiladi. Borvodorodlar aralshmasini tarkibi past tempertaturali fraksiyalash, xromatografiya, YAMR, va UB-spektral analiz usullari bilan aniqlanadi. Borvodorodlarning xossalari quyidagi 3-jadvalda keltirilgan.

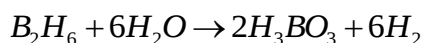
3 – jadval.

Borvodorodlarning xossalari

Birikmalar	Suyuqlanish temperaturasi °C	$T_{\text{qa}}^{\text{ynash}}, ^\circ\text{C}$	Zichligi, g/sm ³		$\Delta H_{\text{hosil}}^0$	$\Delta H_{\text{ynish}}^0$
			Qattiq	Suyuq	kJ/mol	kJ/mol
Diboran B_2H_6	-165,5	-92,7	0,447(-3 ⁰ C)	0,557(-3 ⁰ C)	36,60	-72,4
Tetraboran B_4H_{10}	-120,8	16,1	0,56(-35 ⁰ C)	0,59(-70 ⁰ C)	57,68	-70,4
Pentaboran B_5H_{11}	-108,1	60	0,65(0 ⁰ C)	0,63(-120 ⁰ C)	59,60	-108,1

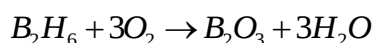
markazli bog'lanish yuzaga chiqishi bilan tushuntirish mumkin bo'ladi. Masalan, B_2H_6 molekulasini ikkita BH_2 va ikkita H dan tashkil topgan deb qarash mumkin; ikkita vodorod atomi ikkita BH_2 gruppani bir-biri bilan bog'lab, ko'prik vazifasini o'taydi. Binobarin, bitta vodorod atomi bilan ikkita bor atomi orasida uch markazli bog'lanish yuzaga kelib chiqadi, chunki ikkita BH_2 bitta vodorod atomi bilan birikkanda har qaysi zarracha bittadan molekulyar orbital hosil qilishi sababli sistemada uchta molekulyar orbital yuzaga chiqadi. Ularning biri bog'lovchi, ikkinchisi bo'shashtiruvchi va uchinchisi bog'lamaydigan orbitaldir.

Bor gidridlari gazsimon, suyuq va qattiq moddalar bo'lishi mumkin. Ular yoqimsiz hidli va juda zaharli bo'lib, suv ta'sirida parchalanadi:

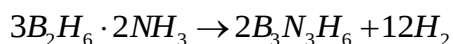


Bor gidridlarning ko'pchiligi zaxarli, nihoyatda qo'lansa hidli va odatda kimyoviy va termik jihatdan beqaror moddar, ularning ba'zilar hatto havoda yonib ketadi. Ammo lekin shunga qaramasdan kimyogarlarni nihoyatda qiziqtirib qo'ydi, chunki ular reaktiv dvigatellar uchun juda istiqbolli yuqori kaloriyali yonilg'i bo'lib chiqdi va shuning uchun, bor gidridlari raketa va boshqa reaktiv dvigatellar uchun yoqilg'i sifatida va metallar sirtini bor bilan qoplab, ularni korroziyaga bardoshli qilish uchun ishlatilmoqda.

Diboranning yonish reaksiyasi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:



Diboran B_2H_6 ammiak bilan birikib $[B_2H_6 \cdot 2NH_3]$ tarkibli birikma hosil qiladi. Mahsulot $200^\circ C$ gacha qizdirilganida borazol $B_3N_3H_6$ -noorganik benzol hosil bo'ladi:



Ikkinchi gruppaga talluqli bo'lgan gidridlarni oraliq, d-elementlar hosil qiladilar, ulardagi bog'lanish tabiati metllarga xos bo'lgan bog'lanish bilan tavsiflanadi, ularning ko'pchiligida vodorod metall kristall panjarasiga singigan holatda bo'ladi, tarkibida vodorod atomlari soni ko'p bo'lmaydi, masalan; EH , EH_2 ba'zan esa EH_3 , bo'ladi. Vodorod atomi oktaedr tuzilishga ega bo'lgan metallar kristall panjaralarining bo'shliqlarida (bu holda ularning formulasi EH bo'ladi), yoki tetraedr

kristall panjarasidagi bo'shliqlarda joylashadi (bunda ularning tarkibi EH_2 bo'ladi), bu ikkala holatlardagi bo'shliqlarga joylanishi ham mumkin (ularning formulasi EH_3 bo'ladi).

Amalda kristall panjaralardagi bo'shliqlarni egallash darajasi maksimal qiymatga yetmay qolishi natijasida bertollidlar EH, EH_{1-n}, EH_{2-n} ning hosil bo'lishi kuzatiladi. Umuman olganda d-qobiqlarida elektronlari kam bo'lgan elementlar davriy sistemaning chap tomonida joylashgan va ular o'zlariga ko'proq vodorodni singdirishi kuzatiladi.

Lantanoidlar va aktinoidlar ko'pincha tarkibi EH_3 (ba'zilar, masalan PrH_2 va PuH_2 larni hosil qiladi), Ti va Zr lar tarkibi EH_2 ga yaqinlashib boradigan nostexiometrik birikmalar hosil qiladi, V va Hf lar esa tarkibi EH ga yaqinlashib keladi. Davriy jadvalning o'ng tomonidagi d-elementlarning gidridlari tarkibida vodorod miqdori juda kam, stexiometriyaga javob bermaydigan tarkibga ega. Nodir metallar orasida palladiy o'zining hajmiga qaraganda 800—900 marta ko'proq hajmdagi vodorodni singdirganda ham formulasi $PdH_{0,8}$ ga yaqinlashadi. Mis, kumush, rux turg'un bo'lmagan CuH, AgH va ZnH_2 larni hosil qiladilar

Vodorod va uning birikmalari ammiakni sintez qilishda, vodorod xlorid olishda, sintetik suyuq yoqilg'ilar ishlab chiqarishda, neft mahsulotlarini tozalashda, yog'larni gidrogenlashda, metallarni payvandlashda, volfram, molibden va boshqa elementlarni oksidlaridan qaytarib olishda, termoyadro yoqilg'i sifatida, organik moddalarni sintez qilishda ishlatiladi.

SUYUQ VODOROD

Atomar vodorodlar bir-biri bilan kovalent bog'lanish orqali molekulyar vodorod hosil qiladi. Molekulyar vodorod juda mustahkam, kam qutblanuvchan yengil va harakatchan kichik molekuladir. SHu sababli vodorod past haroratda suyuqlanadi va qaynaydi. Vodorod suyuq agregat holatni ham namoyon qilib, uning solishtirma zichligi $0,07 \text{ g/sm}^3$ ga teng va $14,01 \text{ K}$ ($-259,14^0 \text{ S}$) muzlash nuqtasida va $20,28 \text{ K}$ ($-252,87^0 \text{ C}$) qaynash haroratida kriogen xossaga ega. Suyuq vodorod haqidagi birinchi

ma'lumot 1885 yida polyak fizigi va kimyogari Zigmund Vroblevskiy maqolasida e'lon qilindi. Bu maqolada suyuq vodorodni kritik temperaturasi - 33 K, kritik bosimi – 13,3 atm. va qaynash nuqtasi – 23 K ga teng ekanligi ko'rsatildi. Suyuq vodorodni barqaror izomeri-paravodorodni sintezi 1929 yida birinchi marta ikki olim Pol Xartek va Karl Bronxeffer orqali amalga oshirildi. Suyuq vodorod rangsiz, hidsiz va uni havo bilan aralashmasi portlash xususiyatiga ega. Suyuq vodorod ikki xil spin izomerga egadir. Suyuq vodorod 75 % ortovodorod($o-H_2$) spin izomeri va 25 % paravodorod ($p-H_2$) spin izomerlaridan iboratdir. Past harorarda vodorodning orto-para-aylanishi juda sekin boradi. Suyuq vodorod ishlab chiqarilgandan keyin metabarqaror holatida bo'ladi va uni paravodorod holatga o'tkazish kerak. Suyuq vodorodni paravodorod holatga o'tkazilmasa, suyuq vodorod o'zgarishga uchrab spontan ekzotermik reaksiya amalga oshadi, qaysiki bu suyuq vodorodni o'z-o'zidan kuchli bug'lanishga olib keladi. Vodorodni paravodorod fazaga o'tishi temir, xrom oksidlari, aktivlangan ko'mir va boshqa katalizatorlardan foydalanib amalga oshiriladi. Vodorodni 20⁰ C da gaz agregat holatiga o'tishda kengayish koeffitsienti 841:1 tengdir.

Suyuq vodorodni bir litri 0,07 kg, solishtirma zichligi 20 K da 70,99 g/l ga tengdir

Vodorod juda past haroratda o'z-o'zidan orto-para o'zgarishlarga uchraydi va natijada suyuq vodorod olinadi Vodorodning orto-para-holatlarining xossalari $n-H_2$ ning xossalariga yaqin. Vodorodning orto-para-o'zgarishlarini katalizatorlar ta'sirida tezlashtirish mumkin.

Vodorodning $n-H_2$, $p-H_2$, $o-H_2$ shakllarining xossalari quyidagi 4 va 5-jadvallarda keltirilgan.

4 –jadval.

Vodorodning $n-H_2$, $p-H_2$, $o-H_2$ shakllarining xossalari

Vod orod	T_{kriti} k	P_{kritk} MPa	T. qaynash,K	T. suyu q, K	$\Delta H_{bug'}^0$	ΔH_{suyuq}^0
-------------	------------------	--------------------	-----------------	--------------------	---------------------	----------------------

n	-	33,2			13,9		
H ₂		44	1,29		67		117,
p	-	32,9	7	20,39	13,8	916	2
H ₂		94	1,29	20,26	13	900	117,
o	-	33,2	4	20,45	14,0	-	5
H ₂		4	-		5		-

5 - jadval.

Suyuq vodorodni xossalari

T -ra, K	Zichlik, kg/m ³		γ , mH/m		η , mPa·s		Bug' bosimi Pa	
	p- H ₂	n - H ₂	p- H ₂	n - H ₂	p- H ₂	n- H ₂	p - H ₂	n - H ₂
2	-	7	1,	1	0,01	0.0	9	9
0	71,08	1,35	955	,966	354	1392	33	02
2	6	6	1,	1	0,01	0.0	1	1
2	8,70	8,97	612	,653	161	1187	634	585
2	6	6	1,	1	0,01	0.0	2	2
4	5,99	6,27	270	,311	008	1026	644	530

Suyuq vodorodning issiqlik hajmi orto-para tarkibli holatiga kamroq bog'liq bo'ladi.

Suyuq va qattiq vodorod bug' bosimining temperaturaga bog'liqlik tenglamasi: $\lg 0,0075p(Pa) = A - B/T + CT$ (A, B va C qiymatlari 6 -jadvalda keltirilgan).

**H₂ bug' bosimining temperaturaga bog'liq tenglamasidagi A,B,C
koeffitsent qiymatlari.**

Vodorod	Agregat holati	A	B	C
n-H ₂	suyuq	4,66687	44,9569	0,02053
	qattiq	4,56488	47,2059	0,03939
p-H ₂ (20,4 K)	suyuq	4,64392	44,3450	0,02093
	qattiq	4,62438	47,0172	0,03635

Suyuq vodorodni saqlanishi kriogen texnologiyani talab qiladi, ya'ni mahsus issiqlikdan ajratilgan idishlarda va suyuq vodorodni saqlanishiga aloxida etibor berishni talab qiladi.

Suyuq vodorod raketa yoqiligi'isi hisoblanadi, ya'ni raketa tashuvchini reaktiv tezlashtirishda va kosmik apparatlarda ishlatiladi.

SHuning uchun vodorodni sanoat miqyosida ishlab chiqarishga katta etibor berilgan va berilmoqda. Respublikamizda 1980 yidan CHirchiqda suyuq vodorod ishlab chiqarilmoqda va hozirgi vaqtda shu shaxarda elektoliz usulu bilan gaz holatdagi vodorod ham ishlab chiqariladi. Respublikammizning Navoi shaxrida va boshqa azotli o'g'itlar ishlab chiqariladigan kombinatlarda ham vodorod ishlab chiqariladi.

Hozirgi vaqtda vodorod ishlab chiqarishning arzon usullarini yaratishga juda katta etibor berilmoqda. Plazmokimyoviy va termoelektrokimyoviy usullarda arzon vodorod ishlab chiqarishga ham katta etibor berilmoqda. Elektroliz va termokimyoviy parchalash orqali suvdan vodorod olish usullarida yadro energiyasidan foydalanish imkoniyati bo'yicha ham tadqiqot ishlari bajarildi va tadqiqot ishlari shuni ko'rsatadiki, foydalanish vaqtini bajarib bo'lgan radioaktiv agregatlardan vodorodni parchalashda qo'llanilsa arzon vodorod olish mumkin. Yuqorida ko'rsatib o'tilganidek, vodorod suyuq holatdan tashqari, qattiq holatda ham olindi. Bu sintez qilingan qattiq vodorod qorga o'xshash bo'lib, geksagonal kristall panjaraga ($a=0,378$ nm, $c=0,6167$ nm) ega.

Qattiq vodorod – eng yengil qattiq modda. Vodorod H_2 qattiq holatda kuchsiz molekulalararo kuch bilan bog'langan; zichligi $86,67 \text{ kg/m}^3$; C^0 $4718\text{J}/(\text{mol K})$ 13 K ; dielektrik. Vodorod 10 GPa dan yuqori bosimda va juda past (10 K ga yaqin) haroratda molekulyar tuzilishli geksagonal kristall panjaradan iborat qattiq holatda bo'lib, u metall xususiyatli holatga o'tadi va o'ta o'tkazuvchan xossaga ega bo'ladi.

Olmoniyaning “Deutche Aerospace Airbus” kompaniyasining firmalari Rossiyaning A.N.Tupolev konstruktorlik byurosi va N.D.Kuznetsov dvigatel byurosi bilan hamkorlikda suyuq vodorod yonilg'isiga ishlaydigan “Krioplan” transport samolyotini yaratish bo'yicha tadqiqot ishlarini amalga oshirishmoqda. Suyuq vodorod yoqilg'isiga ishlaydigan birinchi samolyot odatdagi aerobus A-300V bazasida yaratiladi.

Aeroportdagi kriogen kompleks suvdan suyuq vodorodni elektroliz usuli bilan olish yoki tabiiy gazni konvertirlash, tozalash inshootlaridan iborat. Komplekslarni ishlab chiqarish qiymatini kamaytirish uchun aeroportlarni montaj qilish va ommaviy ishlab chiqarish rejalashtirilgan.

Hozirgi vaqtda dunyoning juda ko'p mamlakatlari suyuq vodorodni kelajak yoqilg'isi deb qarashmoqda.

MUQOBIL VODOROD ENERGETIKASI

Vodorodni energetikada roli

Hozirgi vaqtda ekologik toza yoqilg'ilarni ishlatishga bo'lgan talabning aktualligi shundaki, oxirgi o'n yilliklarda planetada umumbashariy muammolar vujudga keldi, ya'ni iqlimni o'zgarishi, ozon qavatini buzilishi va boshqalar. Shuning uchun muqobil energiya manbai bo'lgan ekologik toza vodorod energiyasini ishlatishga o'tish amaliy ahamiyatga egadir. Vodorod energiyasi sof ekologik toza bo'lishi bilan birga, agar energiya manbalarini solishtiradigan bo'lsak, vodorod yoqilg'isi, organik yoqilg'ilarga qaraganda juda katta energiya zaxirasiga ega ekanligini ko'ramiz.

Vodorod energetikasidan foydalanish texnologiyasi asosan atmosferani ifloslanishini to'xtatadi. Shuning uchun ham atmosfera nuqtai nazaridan qarasak, vodorod energiyasidan foydalanish boshqa an'anaviy

energetik sistemalardan ekologik jihatdan juda toza va qulaydir, chunki vodorodni yonishidan yagona mahsulot bu suvdir. Uglevodorodli yoqilg'ilarda esa xarakterli bo'lgan atmosferani ifloslantiruvchi mahsulotlar karbonat angidrid, oltigugurt va uglevodorod bug'lari chiqadi. Bundan tashqari, vodorod yetarli kaloriyali yoqilg'dir:

Vodorodni yonish issiqligi – 34 kkal/g

Uglevodorodlarni yonish issiqligi – 10 kkal/g.

Yog'ochni yonish issiqligi – 4 kkal/g.

Bundan tashqari, vodorod, organik yoqilg'ilardan farq qilib, past temperaturada ham katalitik oksidlanish qobiliyatiga egaligi va kimyoviy oksidlanish natijasida elektr energiyani to'g'ridan to'g'ri hosil bo'lishi, vodorodni energetikada ishlatilishida hal qiluvchi argument bo'lib hisoblanadi.

Yuqoridagilardan ko'rinadiki, vodorod energetiksi boshqa energetika turlariga qaraganda eng qulay va optimaldir.

Energetikada yoqilg'larni ishlatishda, shu jumladan vodorod yoqilg'isini ishlatishda ham iqtisodiy nuqtai nazardan kerakli qoidalar bajarilishi kerak, hech bo'lmaganda ikkita shart bajarilishi kerak.

Birinchidan, bu yoqilg'i ishlatish sharoitiga yaroqli va iqtisodiy optimal arzon bo'lish kerak.

Ikkinchidan bu yoqilg'ini optimal qo'llash texnologiyasi yaratilgan bo'lishi kerak, bu texnologiyani amalga oshirish uchun sanoat qurilmasi yaratilishi kerak.

Bu etaplarni bajarilishi vodorod bilan bog'liq, lekin vodorod erkin holatda Yerda yo'q, uni olish uchun yaroqli kimyoviy homashyo va birlamchi energiya manbai kerak. Bo'lmasa, vodorod-bu yoqilg'i emas, balki energiya tutuvchi bo'lib qoladi.

Vodorodni istemolchilari o'rtasida odatda quyidagi asosiy gruppalariga ajratiladi.

1. Suyuq vodorod istemolchilari- ular uchun xizmat qilishga mahsus transport va idishlar kerak bo'ladi.

2. Yuqori bosimli vodorod istemolchilari (ballonda)- ularga xizmat qilish uchun suvni elektroliz qilib olingan juda toza vodorod ishlatiladi.

3. Past bosimli vodorod istemolchilari – bunday gruppaga kirgan istemolchilarga qoida bo'yicha vodorod gazi trubalarda tashish orqali-ya'ni tarmoq zanjir sistemasi orqali vodorod taminlanadi.

Oxirgi 20 yilda vodorod ishlab chiqarish juda katta miqdorda o'sdi. 2002 – 2004 yillarda ishlab chiqarilgan vodorodni miqdori yiliga 80 mln. tonnadan to'g'ri kelgan bo'lsa, keyingi yillarda vodorodni ishlab chiqarish miqdori juda katta suratlar bilan o'sdi. 2012 yilda 90-95 mln tonnani tashkil etishi yoki bir qator ekspertlarni fikriga ko'ra vodorod ishlab chiqarish yiliga 100 mln. tonnani tashkil qilish mumkin.

Masalan, faqat AQSH ning o'zida hozirgi vaqtda 80 dan ortiq yuqori tezlikli maxsus korxonalarida vodorod ishlab chiqarilmoqda.

Hozirgi vaqtda vodorod energetikasini yaratishda sof toza ekologik vodorod olishda katta ahamiyat beriyapti. Bunda sof toza ekologik vodorod olish uchun suvni elektrolizn olimlarni ko'proq qiziqtirmoqda. Lekin bu usulda ko'p elektroenergiya talab qilinadi va bu usul juda qimmatdir. Demak bu usulni rivojlanishi va qiymati yuqoridir. SHuning uchun sof toza ekologik vodorod olishda elektroliz usulini takomillashtirish kerak yoki suv elektrolizi uchun arzon quyosh energiyasidan foydalanishni amalga oshirish kerak.

Vodorod energetikasini rivojlantirish uchun olimlar va mutaxassislar fikricha quyidagi vazifalarni bajarishga etibor berish kerak.

Vodorod energetikasi proseslari yo'nalishida yangi kelajagi bor materiallarni izlab topish va ilmiy tadqiq qilish.

Tashqaridan xech narsani jalb qilmay , o'sha joyning materiallari va energiyasi bilan vodorod sintez qilish.

Vodorod energetika texnologiyasi bo'yicha sanoat ishlanmalarini qiziqqan hamma ilmiy – tekshirish institutlariga va qurilmalarni tajriba qilish tashkilotlariga yuborish kerak.

Jaxonda va mamlakatda vodorod energetikasini rivojlanishini ishlanmasini yaratish.

Respublikamizda vodorod energetikasini rivojlantirish uchun quyidagi turdosh yo'nalishdagi ishlarni bajarish maqsadga muvofiqdir.

Quyosh energiyasidan foydalanib, suvni elektroliz qilib vodorod olish texnologiyasini ishlab chiqish, ichki va tashqi bozor uchun yoqilg'i elementini yaratish.

Vodorodni ishlab chiqarish, tozalash, yig'ish, saqlash va kerakli joyga yuborish kompleksini yaratish.

Issiqlik elementlari asosida ekologik jihatdan yuqori effektiv, ekologik toza energetik qurilmalar va keng klasdagi elektrokimyoviy generatorlar va shu bilan birga elektron maishiy qurilmalar ishlashi uchun.

Vodorod energetikasi infrastrukturasini uchun zarur element ishlanmasi.

Tashqi bozorni rejalashtirib vodorodni saqlash va istemolchilarga yuborishning ekologiya nuqtai nazaridan maqsadli texnologik xavfsiz takomillashtirilgan usulini yaratish.

Hozirgi vaqtda Respublikamizda sharoitlarni hisobga olib bajarilgan tadqiqot ishlari shuni ko'rsatyaptiki, vodorod avtomobil transportlari uchun amaliy jihatdan yagona ekologik toza yoqilg'i hisoblanadi va kelajakda keng hajmda avtonom energiya taminlash obektlari uchun ishlatiladi.

O'zbekiston Respublikasi tabiatni muhofaza qilish Davlat qo'mitasi dasturi asosida keyingi yillarda ekologik toza yo'l bilan vodorod olish uchun tajriba – sinov qurilmasini yaratishda katta ishlar qilinmoqda. Bunda suv molekulasini parchalash uchun fotoelement yordamida ishlab chiqarilgan elektr energiyadan foydalanilmoqda va bir vaqtda fotoelement orqali ishlab chiqarilgan elektr energiyani qiymatini arzonlashtirish bo'yicha ham ishlar qilingan va qilinmoqda..

Hozirgi kunda vodorodni avtonom olish bo'yicha laboratoriya sharoitida istiqbolli texnologik sxema va kompleks qurilma yaratildi. Bu kompleks qurilma asosan bir necha alohida mustaqil texnologik qismlardan iborat, ya'ni fotoelement, suvni elektrolizi va boshqalar. Respublikamiz masshtabida vodorod energetikasi yo'nalishida bajarilayotgan ishning aktualligi shundaki, bu yo'nalishda suvdan vodorod olish texnologiyasi quyosh energiyasi yordamida bajariladi. Ma'lumki O'zbekistonda yilning 300 kuni quyoshlidir. SHuning uchun

ham fotoelement orqali ekologik toza yo'l bilan elektr energiyasini olish texnologiyasi muvaffaqiyatli xizmat qiladi.

Vodorodni kriogen texnologiyada ishlatilishi Respublikamiz sanoatini rivojlanishida yangi sakrash bo'ldi. Ma'lumki, juda ko'p nanotexnologiyali komplekslar kriogen texnologiyalar bilan bog'liqdir. Hozirgi vaqtda sanoatni energiya tutuvchisiz, kriogen texnologiyasiz, nanotexnologiyasiz tasavvur qilib bo'lmaydi. Respublikada kriogen vodorodni olinishi sanoatimiz uchun zamonaviy energiya tutuvchi texnologiyalarni takomillashtirishga va qo'llashga juda yaxshi imkoniyat bo'ldi. Kriogen vodorodni olinishi sanotimiz uchun kerak bo'ladigan energiya tutuvchi texnologiyalarni takomillashtirishga va qo'llashga, zamonaviy quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantiradigan qotishma olishga, yangi kimyoviy temperaturaga chidamli va termochidamli materiallar olishga, kimyoviy o'g'itlar ishlab chiqarishga, nozik organik va farmasevtik kimyoda hozirgi vaqtda ishlatilayotgan energiya ko'p talab qiladigan texnologiyalarni almashtirishga ajoyib imkoniyat yaratadi.

VODOROD YOQILIG'ISINI OLINISHI

Vodorod ekologik sof ideal yoqilg'i va kimyoviy reagent hisoblanadi. Vodorod kislorodli muhitda yonganda faqat suv bug'i hosil bo'ladi. Vodorodning issiqlik hosil qilish xususiyati toshko'mirnikidan 4 barobar yuqori. Tadqiqot natijalari ko'rsatadiki, vodorod energetikasi boshqa energetika turlariga qaraganda eng qulay va optimaldir. Lekin vodorod energetika texnologiyasini yaratish uchun bir qator quyidagi vazifalarni yechish kerak:

a) Vodorodni sintez qilish uchun, birlamchi energiya taminotini izlash va yaratish kerak.

b) Katta miqdordagi gaz va suyuq holatdagi vodorodni saqlash va kerakli joyga jo'natish havfsizligini taminlash.

v) Vodorod energiyasini effektiv hosil qilish uchun quyidagi aniq energetik vazifalarni bajarish kerak.

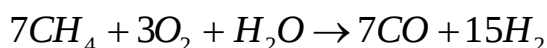
Buning uchun muqobil energetika manbalaridan bo'lgan vodorod energetikasini yaratishda vodorod sintez qilish usullarini eng optimal variantini topish kerak.

Muqobil energiya manbalaridan biri bo'lgan vodorod energetikasini yaratishda shuni alohida takidlash kerakki, vodorodni sintez qilish uchun dastlabki mahsulot sifatida suvni ishlatish eng maqbul usullardan biri bo'lib, eng perspektiv hisoblanadi, lekin proses qaytmas va metalni hosil bo'lgan oksididan olish uchun ortiqcha energiya ketadi.

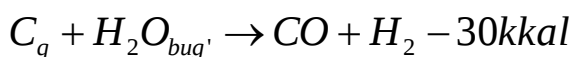
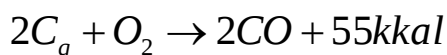
Tabiiy gazni nikel katalizatori ishtirokida suv bug'i bilan reaksiyasi natijasida vodorod olish:



Ikkinchi ko'proq to'ldirilgan varianti, bu parokislorodli konversiyadir:

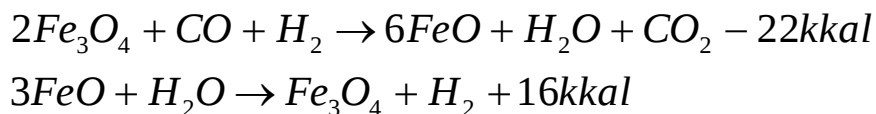


Bu yuqoridagi variantda dastlabki mahsulot sifatida ishlatilgan kamyob bo'lgan tabiiy gaz ko'p miqdorda isrof bo'ladi. Shuning uchun uchinchi variantda quyidagi jarayon ham o'rganildi:



Bu jarayonlar orqali suv gazi yoki sintez gaz – CO va H_2 olinadi. Xozirgi vaqtda vodorodni suv va ko'mirdan olish eng kelajakli

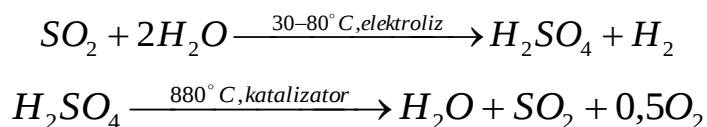
hisoblanadi. Yana ham kelajakli, chunki suv bug'i quyidagi muhim jarayonlar uchun ishlatiladi:



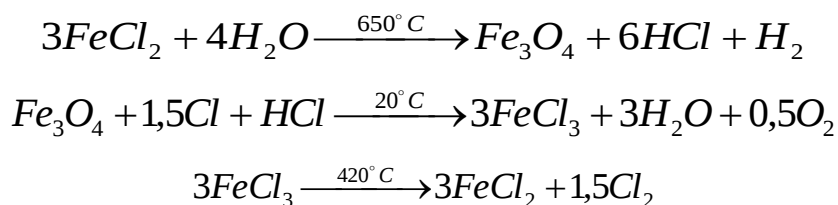
Hozirgi vaqtda vodorod olishda temir bug' varianti ko'plab mamlakatlarning tadqiqotchilarini etiborini tortmoqda, chunki bu jarayonda suv gazini olish uchun past sortli ko'mir ishlatilishidir. Vaholanki, vodorodni olish uchun suvni elektroliz qilish eng sodda va toza usul hisoblanadi, bu usulda juda ko'p energiya ketadi, shuning uchun ham bu usul iqtisodiy jixatdan maqbul emas.

Vodorodni termokimyoviy usulda olish ham ahamiyatga egadir. Ko'proq bunday reaksiyalar vodorod tutgan birikmalar ya'ni suvni parchalanishiga asoslangan va reaksiya suvni dissosilanishiga qaraganda past temperaturada amalga oshadi. Suvni temokimyoviy parchalanishi quyidagi jarayonlarda amalga oshadi:

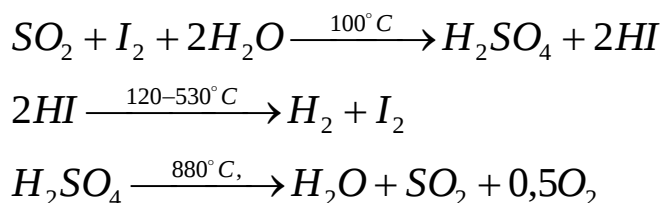
1-usul.



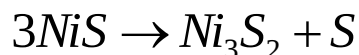
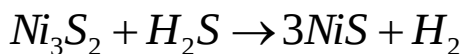
2-usul.



3-usul



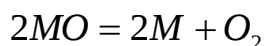
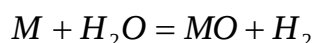
Vodorod olishning termokimyoviy usuli, ya'ni vodorod sulfidni parchalash ham hozirgi vaqtda katta qiziqish uyg'otmoqda. Bu jarayonni mexanizmi quyidagi:



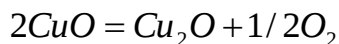
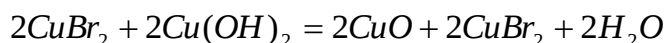
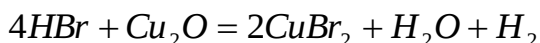
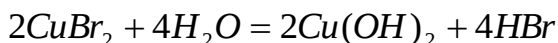
Bu jarayonda H_2O o'rniga H_2S ishlatilishiga sabab sarflanayotgan energiyaning kamligidir.

Vodorod olinadigan resurslar amalda cheklanmagan, ular Dunyo okeani suvlari bo'lishi mumkin. Shuning uchun muqobil energiya manbaini yaratishda asosiy mahsulot bo'lgan vodorod olishning yuqoridagi usullaridan tashqari boshqa usullari ham tadqiqotchilarni qiziqirtirmoqda, ya'ni bu usullar quyidagilardir.

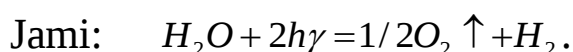
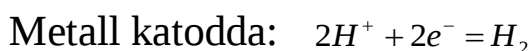
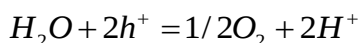
Vodorodni suvdan termokimyoviy usul bilan olish quyidagi reaksiyalarga asoslangan.



bu yerda M – vodorodga nisbatan kislorodga ko'proq o'xshashligi, bo'lgan material; MO — qizdirilganda nisbatan oson dissotsilanadigan M ning oksidlanish mahsulotidir. Usulning afzalligi shundaki, vodorodni suv dissotsiatsiyasi temperaturasi qaraganda birmuncha past temperaturada olinadi. Vodorodni termo usulda olishga quyidagi jarayon misol bo'la oladi:

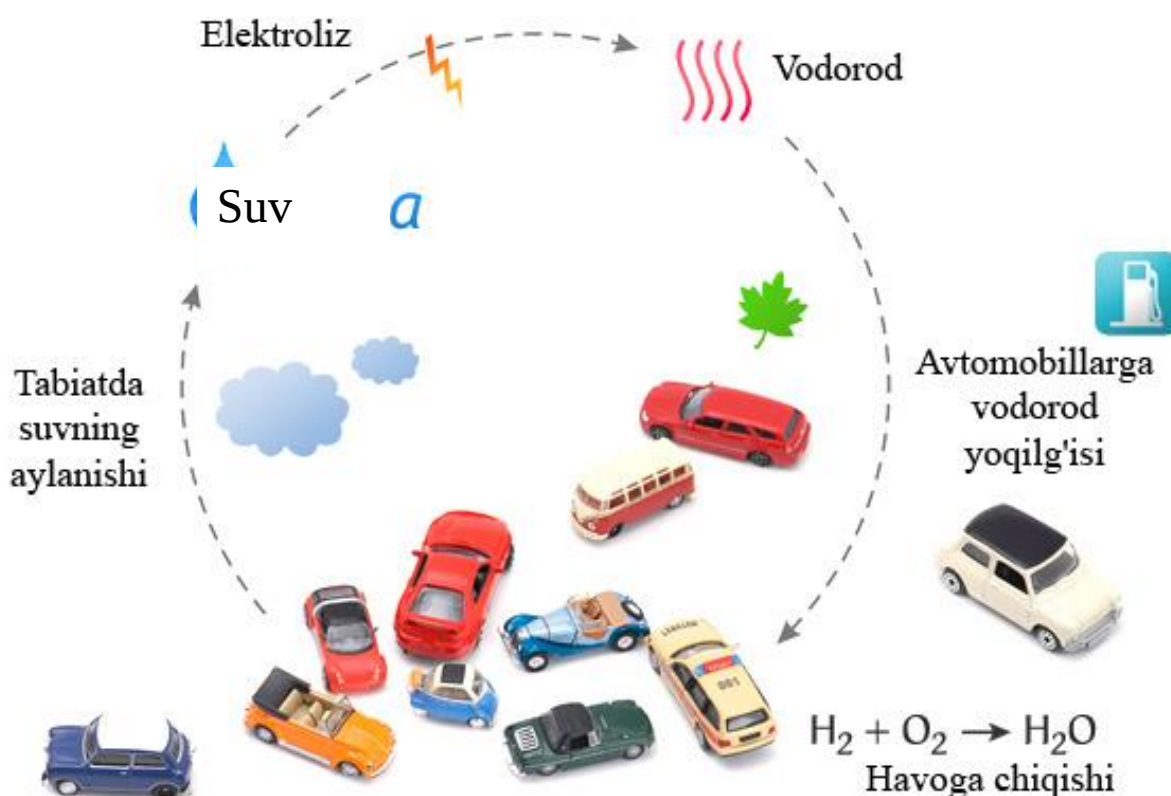


Suv fotolizi jarayonlariga, ya'ni uning yorug'lik bilan parchalanishiga asoslangan vodorod olishning fotokimyoviy usuli ham ma'lum qiziqish uyg'otmoqda. Bu jarayonni quyidagicha ifodalash mumkin:



Vodorod olish fotokimyoviy usulining kamchiligi foydali ta'sir koeffitsientining nihoyatda pastligi va asosan yarimo'tkazgich anod sifatida foydalaniladigan materiallarning (kremniy, galliy arsenid va b.) juda qimmatbaholigidadir.

Hozirgi vaqtda vodorod energiyasini olish uchun vodorodni olish usullari muhim ahamiyatga egadir. So'nggi paytlarda suvdan elektroliz usulida vodorod olib, yoqilg'i elementi sifatida ishlatishga ko'proq etibor berilmoqda:



Chunki vodorod energetikasida, ya'ni vodorod yoqilg'isini olishda suv elektrolizi, eng muhim istiqbolli usul hisoblanadi. Kimyoviy usuldan farqli ravishda u bir bosqichli. Suvning, aniqrog'i suv bug'ining yuqori temperaturali elektrolizi ayniqsa qiziqarlidir. Bu holda issiqlik mashinasi yordamida olingan elektr suvni parchalashga sarflanadigan energiyaning bir qisminigina tashkil qiladi, bu energiyaning behuda yo'qotilishini kamaytiradi va vodorod ishlab chiqarishni arzonlashtiradi. Yuqori temperaturali elektroliz kislorod (yoki vodorod) o'tkazuvchanligi yuksak qattiq elektrolitdan va biri suv bug'i atmosferasida, ikkinchisi esa standart gaz muhitida bo'ladigan metall elektrolitlardan iborat elektro kimyoviy elementlarda amalga oshiriladi. Elektrolit sifatida aksariyat kalsiy oksid

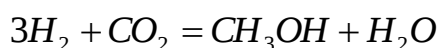
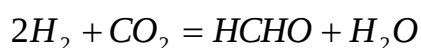
yoki nodir yer oksidlari bilan legirlangan sirkoniy (1V)-oksid asosidagi oksid keramikadan foydalaniladi. Kristallik panjarasida kislorod tanqisligi tufayli bunday keramikada kislorod vakansiyalari konsentratsiyasi yuqori bo‘ladi va u kislorod-ionli o‘tkazuvchanligi bilan xarakterlanadi.

Vodorod energetikasining imkoniyatlari nazarda tutilganda birlamchi energiyaning ikkilamchi (mehaniq, elektr) energiyaga aylanish foydali ta'sir koeffitsienti anchagina oshishi, shuningdek, ikkilamchi energiyaning iste'mol foydali ta'sir koeffitsienti ko‘payishi mumkin. Gap an'anaviy sxemalarda organik yoqilg‘ining kimyoviy energiyasi avval issiqlikka, so‘ngra mehaniq energiyaga, mehaniq energiya esa elektr energiyaga aylanishi haqida boryapti. Shu orada kimyoviy energiyani elektr energiyaga aylantirishning to‘g‘ri yo‘li mavjud, u 100% ga yaqin o‘zgartirib beradigan foydali ta'sir koeffitsienti bo‘lgan yoqilg‘i (elektro kimyoviy) elementlardan foydalanishga asoslangan. Samaradorligi yuqori yoqilg‘i elementlari-vodorodning kislorod bilan o‘zaro ta'sirida energiya’ni aylantirish asosida yaratilishi mumkin.

Vodorod energetikasining muhim tomoni vodorod hosil qilishda yadro reaktorlaridan foydalanish imkoniyatining borligidir. Agar bunday reaktorlar aholi punktlaridan uzoq masofada joylashtirilsa (masalan, okeanda), bu holda muhitni ifloslantirish muammosi kamaygan, vodorodni gazoprovd orqali yetkazish yo‘li bilan energiya uzatish esa katta isrofgarchiliklarga olib kelmagan bo‘lur edi. Iste'molchiga yetib kelgan vodorod shu holicha foydalanishga yoki elektro kimyoviy yo‘l bilan suvga aylantirilib, ekvivalent miqdordagi elektr energiyasi olinishi mumkin. Hozirgi vaqtda vodorod energetikasi juda dolzarb mavzudir, chunki vodorod yoqilg‘isi ekologik toza va ishlatilish sharoiti bo‘yicha ham muhim ahamiyatga egadir. Shuning uchun ham vodoroddan havo transporti yoqilg‘isi sifatida foydalanishning istiqboli g‘oyat katta. Tovushdan tez uchadigan samolyotlarning jiddiy kamchiligi qo‘nmasdan uchishlar olisligini anchagina kamaytiradigan yoqilg‘ining juda ko‘p sarflanishi hisoblanadi. Vodoroddan foydalanilganda bu kamchilik bartaraf etiladi, chunki u ko‘proq issiqlik hosil qilish xossasiga ega va shuningdek, samolyot korpusini sovitish uchun xizmat qilishi mumkin. Bu hol o‘z navbatida magniy va alyuminiyni konstruksion materiallar sifatida ko‘proq

ishlatish va konstruksiya massasini umuman kamaytirishga imkon beradi. Bundan tashqari vodorod bevosita avtomobillar boshqa ichki yonuv dvigatellari uchun yoqilg'i sifatida ishlatilishi mumkin. Biroq uni metallurgiya va kimyoviy texnologiyasida qo'llanilishi ayniqsa istiqbolli hisoblanadi. Temir oksidlarini metallgacha qaytarish uchun uglerod (koks) o'rniga vodorod qo'llanilayotgan zavodlar hozirning o'zidayoq ishlab turibdi. Vodorodni rangli metallarning rudalarini qayta ishlash jarayonlarida qo'llanilishi g'oyat istiqbollidir. Odatda, mis, nikel va boshqa metallar saqlagan sulfidli rudalarni havoda ochiladi. Natijada oltingugurt (IV)-oksid va tegishli metall oksidi hosil bo'ladi. Agar rudaga vodorod bilan ishlov berilsa, oltingugurt va suv jarayonning qo'shimcha mahsulotlari bo'lib hisoblanadi.

Vodorod kimyoviy texnologiyada metanol va ammiak olish uchun qo'llaniladi. Hozirgi vaqtda nozik organik sintezlar uchun tabiiy gaz, neft yoki ko'mir dastlabki xomashyo vazifasini bajaradi. Biroq ularning zapaslari kamayib borgan sayin tabiiy gaz vodorod bilan almashtiriladi. Bu sintezlar uchun vodoroddan tashqari, uglerod (IV)-oksid ishlatiladi. Buning zaxiralari, bitmas-tuganmas va tabiiy yoqilg'ilar yoqish yoki karbonat jinslar termolizi natijasida bu zaxiralar to'ldirib turiladi. Vodorod uglerod (IV)-oksid bilan o'zaro reaksiyaga kirishganda formaldegid yoki metanol hosil bo'ladi:



Vodorod energetikasiga o'tish uning kimyoviy xatti-harakati spetsifikasi bilan bog'liq ayrim muammolarni hal qilishni talab etadi. Ma'lumki, vodorod ko'pgina metallar bilan o'zaro reaksiyaga kirishib, ularni yemiradi (vodorod korroziyasi). Bunda uning reaksion qobiliyati bosim ko'paygan sayin osha boradi. Qotishmalarni xrom yoki molibden bilan legirlab, ularning vodorodli yemirilishini bartaraf qilish mumkin. Biroq bu qo'tishmaning qiymatini oshiradi.

Kimyogarlar truboprovodlarda vodorod bosimi ritmik o'zgarganda metallariing yemirilishiga qarshi kurash vositalarini ham izlab topishlari

kerak (metallarning charchashi). Hozirgi vaqtda vodoprovodning xizmat qilish muddati 50—100 yil deb hisob qilinadi.

Yuqorida qayd qilinganidek, truboprovod orqali manbadan iste'molchiga uzatilgan vodorod hamisha ham shundayligicha ishlatilmay, balki suv elektrolizi uchun apparaturaga o'xshab ketadigan qurilmalarda yoki bevosita shu apparaturalarda elektr energiyaga aylanadi.

Vodorod energetikasiga o'tishning afzalligi yana shundaki, vodorod transportning hamma turlari uchun yoqilg'i sifatida qo'llanilishi mumkin. Agar shaharlarda havoni ifloslantiradigan asosiy manba o'zida uglerod saqlagan tabiiy yoqilg'ining chala yonish mahsulotlari ekanligi nazarda tutiladigan bo'lsa, bunday yoqilg'ini yaratishga ehtiyoj g'oyat katta va aktualdir.

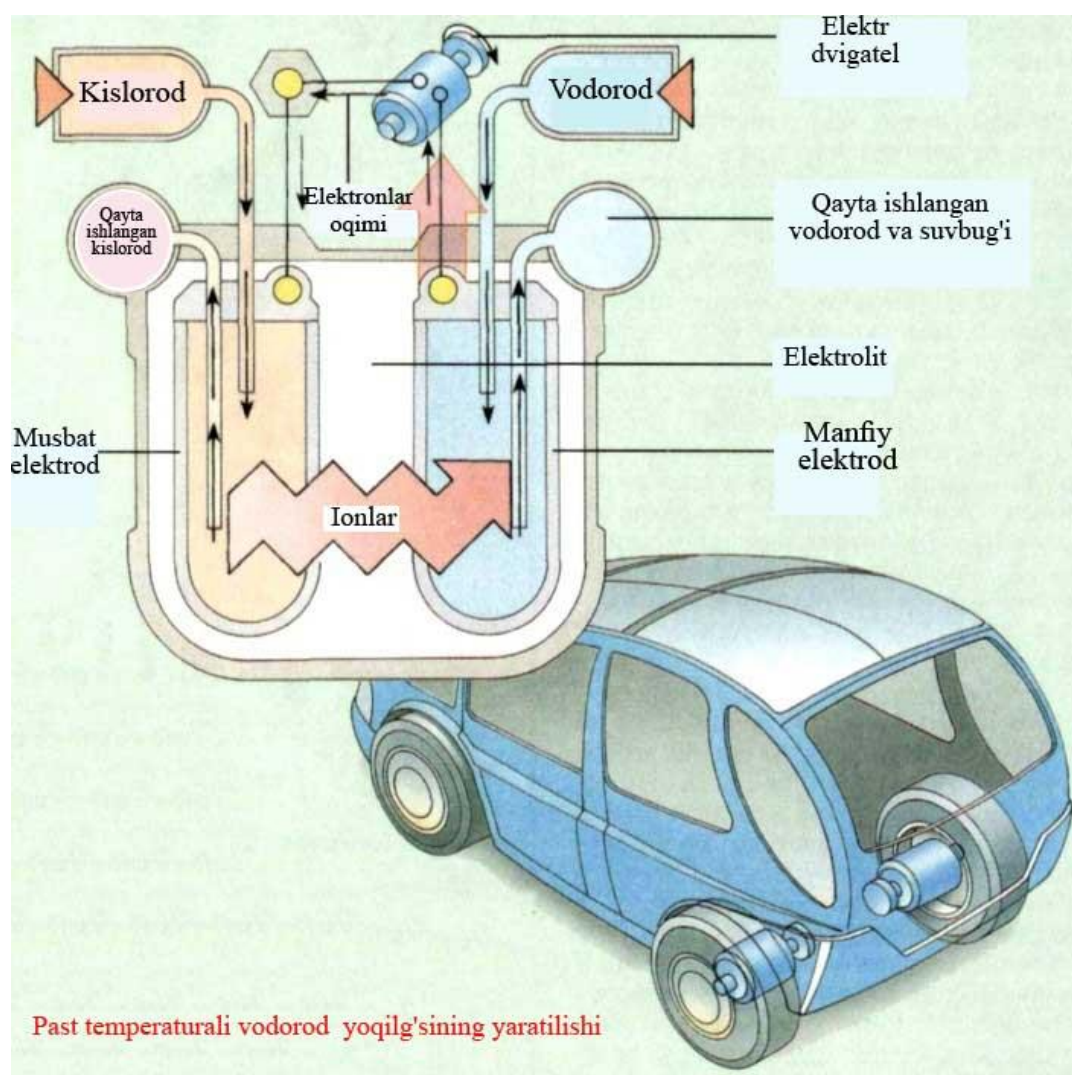
Hozirgi vaqtda quyosh energiyasidan foydalanib ekologik sof vodorod olib, quyidagi 9-rasmda ko'rsatilganidek uskunalarga yeg'ib ishlatishga ham katta e'tibor berilmoqda:



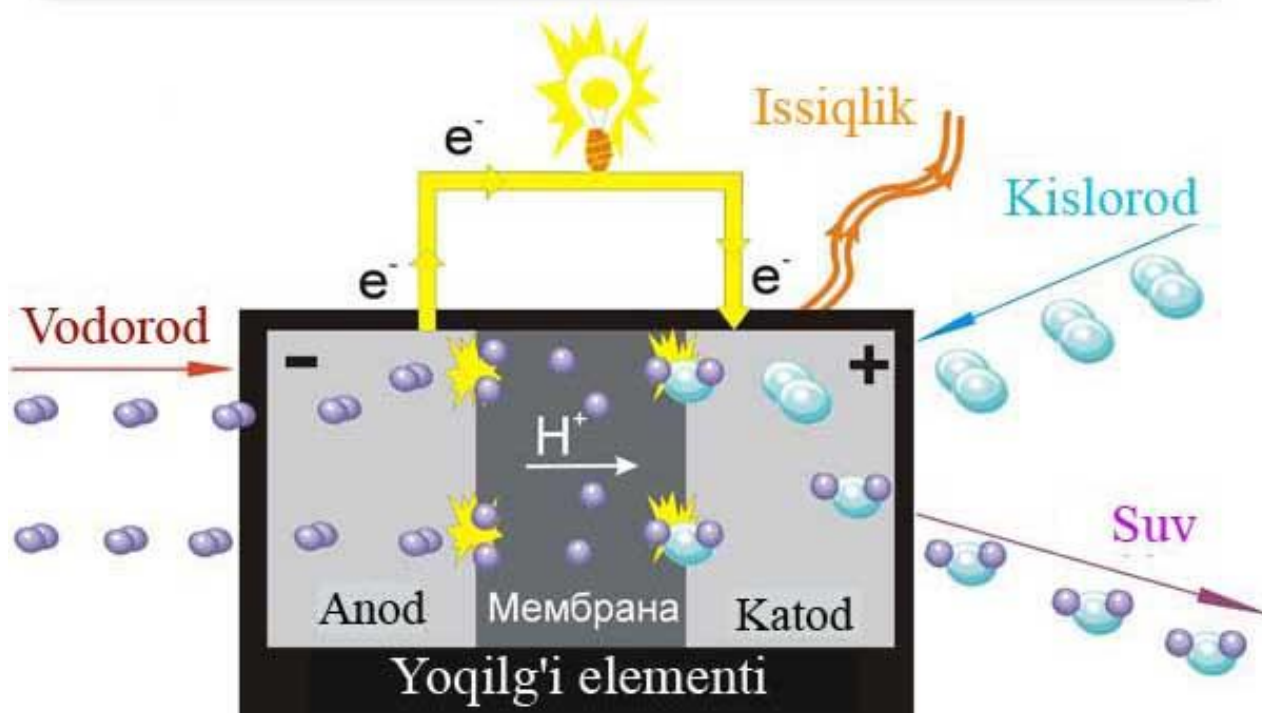
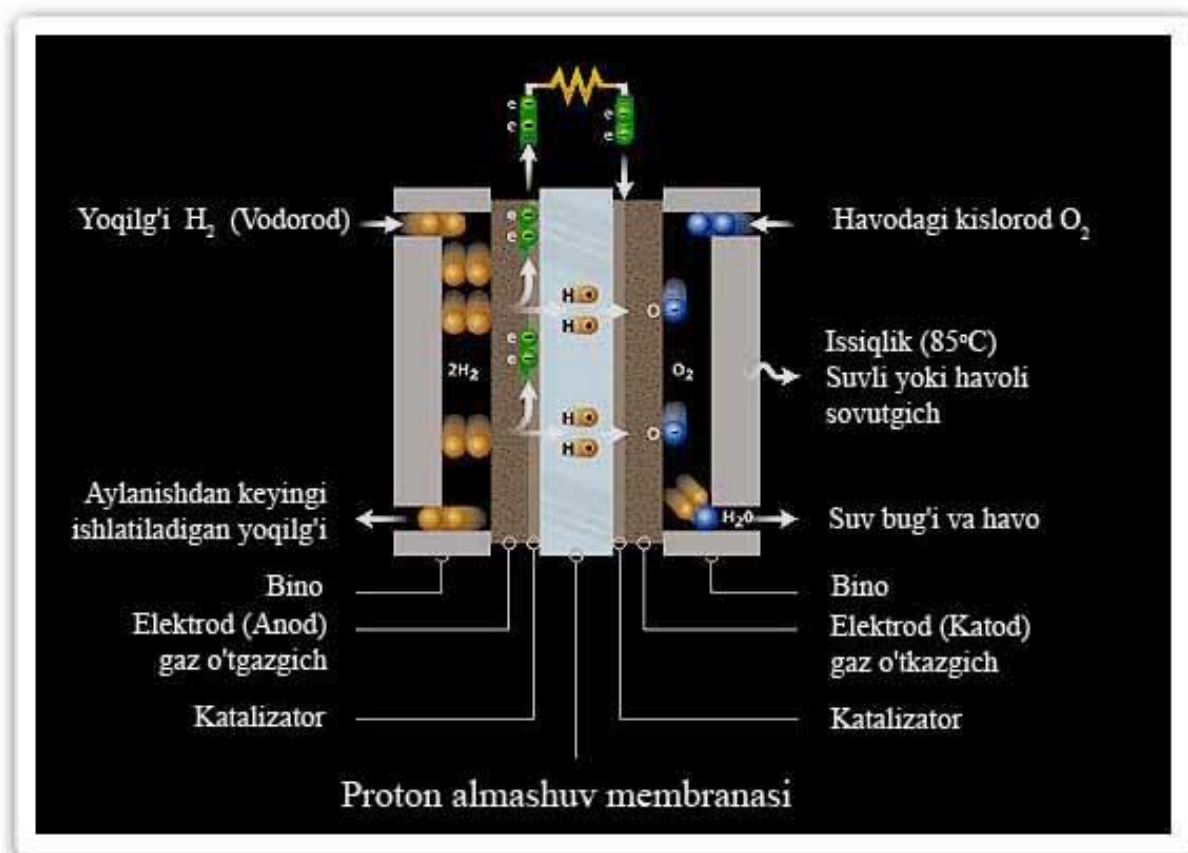
Suvdan ajratib olingan vodorodni ishlatilishi



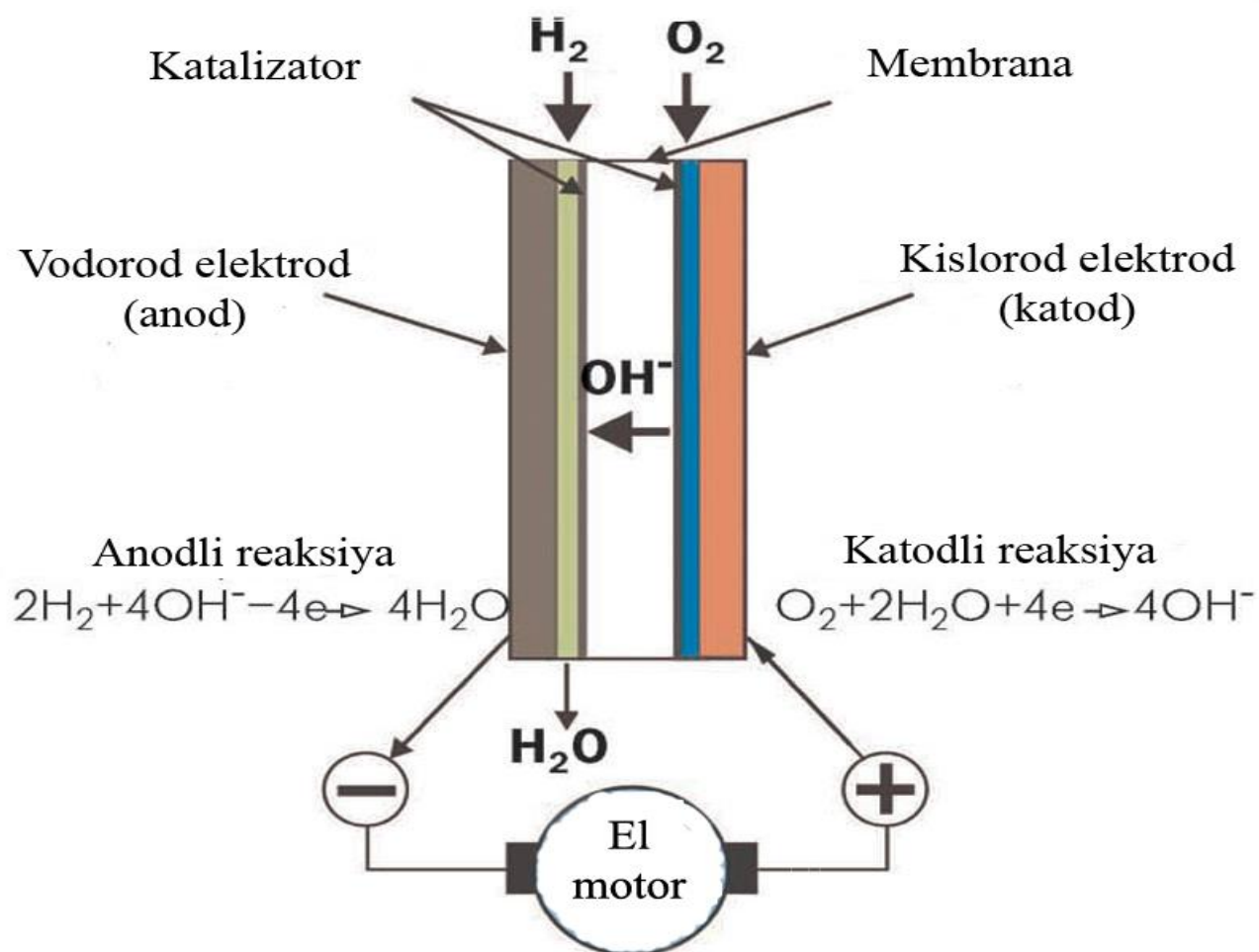
Vodorodni olishda quyosh energiyasining ishlatilishi



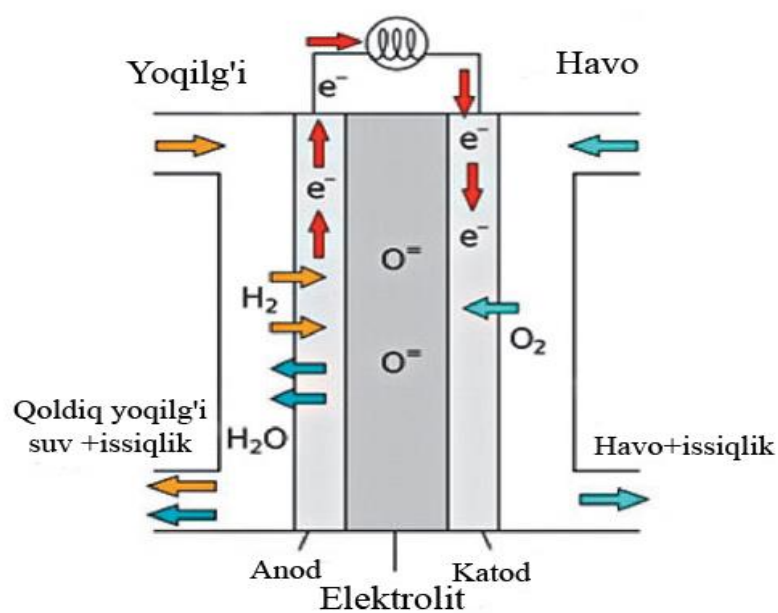
Vodorod yoqilg'isining ishlash sxemasi



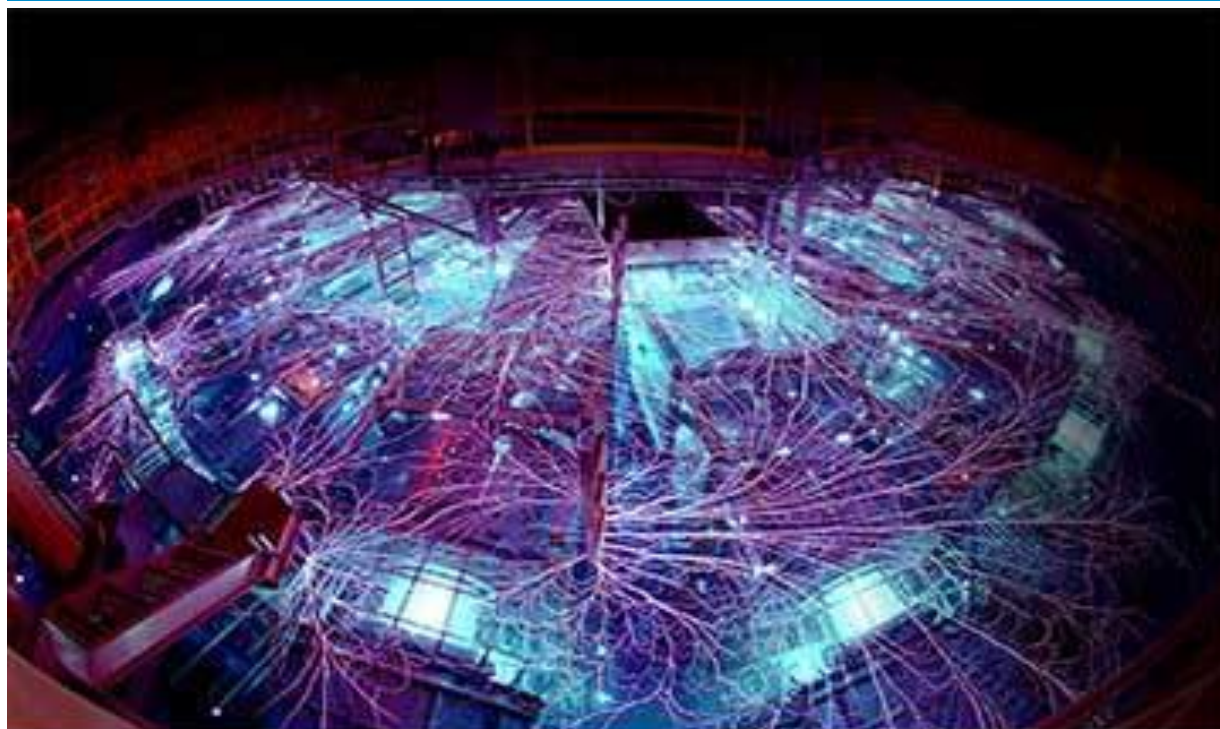
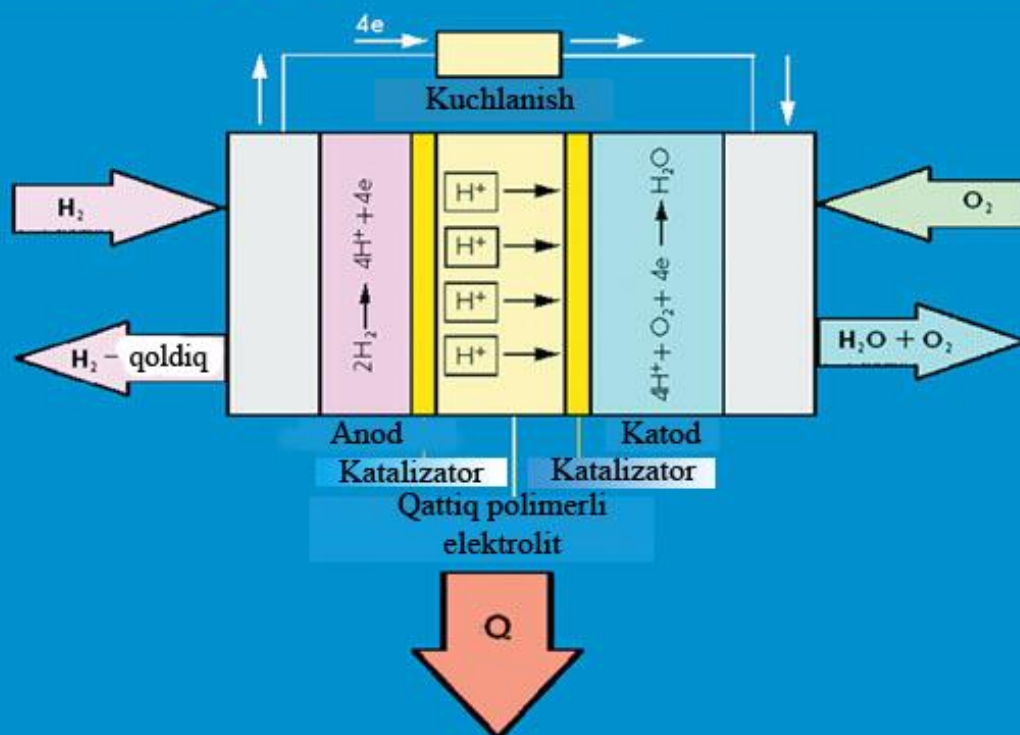
Yoqilg'i elementining ishlash sxemasi



Elektr toki



Qattiq polimerli havo-vodorod yoqilg'i elementining sxemasi



Vodorod elektr stansiyasi



**Birinchi marta ishga tushurilgan
Enel kompaniyasining vodorod energiya stansiyasi**

VODORODNINGNING ENERGETIKADA QO'LLANILISHI

Vodorodning energetikadagi rolini adabiyotlar tahlilidan ko'rdikki, hozirgi kunda vodorodga energiya manbai sifatida juda ko'p etibor berilmoqda. Haqiqatdan ham ma'lumki, balki, sof vodorod yondirilganda shuncha miqdor istalgan yoqilg'i yondirilgandagiga qaraganda ancha ko'p issiqlik ajraladi. Bundan tashqari, vodorod yonganda atmosferani ifloslaydigan zararli qo'shimchalar emas, balki faqat toza suv hosil bo'ladi.

Shuning uchun ham sanoatning turli sohalarining ishlab chiqarishida ekologik sof vodorod energiyasini qo'llash hozirgi kunda jaxonning juda mamlakatlarida katta qiziqish uyg'otdi. Ayniqsa, avtomobil sanoatida vodorod yoqilg'isini qo'llashga juda katta etibor berilmoqda va shuning uchun ham hozirgi vaqtda vodorod yonilg'isida ishlaydigan turli rusumdagi avtomobillar yaratildi. Ularning ko'pchiligida ba'zi metallarning qattiq gidridlari vodorod manbai bo'lib hizmat qiladi, bu

gidridlarda vodorod muayyan sharoitlarda puxta bog'lanib turadi. Lekin sharoit o'zgartirilsa, masalan harorat ma'lum darajada oshirilsa, vodorod shunday mashinada karbyurator o'rnida ishlatiladigan qurilmaga ajralib chiqib boshlaydi. Vodorod yoqilg'isini avtomobillarda qo'llash energetik jihatdan qulay va afzaldir.

Shuning uchun yuqorida ko'rsatib o'tkanimizdek hozirgi vaqtda ekologik toza vodorod yoqilg'isiga o'tish uchun jahondagi juda ko'p kompaniyalar manfaatli islohatlarni amalga oshirmoqda. Shu jumladan Dunyoning eng mashhur kompaniyalaridan biri bo'lgan Yaponiya'ning Toyota kompaniyasi ham vodorod yoqilg'isi bilan ishlaydigan avtomobillarni yaratish ustida juda ko'p ishlarni amalga oshirmoqda.



5-rasm. Vodorod yoqilg'isida yuradigan FCV-R rusumidagi avtomobil.

Bu kompaniya'ning olib borgan tadqiqotlari natijasida avtomobillarning ekologik toza vodorod yoqilg'isiga ishlaydigan yangi avlodi yaratildi va 2015 yildan sanoat miqyosida ommaviy ko'p sonda ishlab chiqarish rejalashtirildi. Toyota kompaniyasi yaratgan FCV-R rusumdagi avtomobil 70 Mpa bosim vodorod yoqilg'isida 700 km. gacha xarakatlanadi va quyida IV.4- rasmda bu avtomobil keltiriladi.

Bugungi kunda suyuq vodorod boshqa ananaviy yoqilg'ilarga nisbatan kelajak enegiya manbalari sifatida dunyoning juda ko'p

mamlakatlarida katta qiziqish uyg'otmaqda. Chunki bir bosqichli havo-kosmik samolyotlarini yaratishda suyuq vodorod katta amaliy ahamiyatga ega ekanligi bugungi kunda o'z isbotini topdi. Suyuq vodorodni ishlatilishi samolyotlarni uchish uzoqligini oshiradi va yuk olish hajmini ko'paytiradi, ekologik muammolarni yechadi. Vodorod yoqilg'isini qo'llashni yanada ahamiyati shundaki, yoqilg'i uchun kerak bo'lgan vodorod suvdan olinadi va yonganda, ya'ni vodorod yoqilg'i sifatida havodagi kislorod bilan oksidlanib yana suvga aylanadi. Shuning uchun ham vodorod yoqilgisi qo'llanilganda atmosferaga hech qanday zararli moddalar chiqmaydi, ekologik jihatdan xavfsizdir.

Samolyotlarda yoqilg'i sifatida suyuq vodorodni qo'llashni amalga oshirish uchun bosqichma-bosqich tadqiqot ishlari bajarilib, natijada dastlab kriogen texnologiya – siqilgan tabiiy gaz yoqilg'isi (atmosfera bosimida -162°C) ishlab chiqildi va bu yoqilg'ini qo'llashga asoslangan 5600 km. gacha ucha oladigan PS-90ASK dvigatelli Tu-204K passajir samolyotini Rossiya mutaxasislari tomonidan yaratildi (IV.4.2-rasm):



6 - rasm. **Tu-204K(Tu-206)**

Samolyotlarda vodorod yoqilg'isini qo'llash maqsadida jaxonning juda ko'p mamlakatlarida tadqiqot ishlari amalga oshirildi va natijada Rossiya mutaxasislari tomonidan samolyotlarda qo'llash mumkin bo'lgan yoqilg'i: suyuq vodorod - siqilgan tabiiy gaz aralashmasi yaratildi va ommaviy samolyot Tu-154 bazasida ishlab chiqarilgan NK-88 dvigatelli Tu-155 eksperimental samolyotida muvaffaqiyatli sinovdan o'tkazildi.

Hozirgi vaqtda samolyotlarda yoqilg'i sifatida suyuq vodorodni ishlatish bo'yicha dunyoning juda ko'p samolyot ishlab chiqaruvchi kompaniyalari suyuq vodorodga kelajak yoqilg'isi sifatida katta qiziqish bilan qarashmoqda va samolyotlarning yangi turkumini yaratish uchun muhim tadqiqot ishlarini amalga oshirishmoqda.

Olmoniyaning "Deutche Aerospace Airbus" kompaniyasining firmalari Rossiyaning A.N.Tupolev konstruktorlik byurosi va N.D.Kuznetsov dvigatel byurosi bilan hamkorlikda vodorod yonilg'isiga ishlaydigan "Krioplan" transport samolyotini yaratish bo'yicha tadqiqot ishlarini amalga oshirishmoqda. Suyuq vodorod yoqilg'isiga ishlaydigan birinchi samolyot odatdagi aerobus A-300V bazasida yaratiladi.

Ekologik sof vodorod yoqilg'isini havo yo'llari transportlarida qo'llash uchun birinchi navbatda aeroportlarda kriogen kompleksni yaratish kerak.

Aeroportlardagi kriogen kompleks, bu suvdan suyuq vodorodni elektroliz usuli bilan olish yoki tabiiy gazni konvertirlash, tozalash inshootlaridan iboratdir. Kriogen komplekslarni ishlab chiqarish qiymatini kamaytirish uchun aeroportlarni montaj qilish va ommaviy ishlab chiqarish rejalashtirilgan.

Vodorod yoqilg'isi bo'yicha jahonning juda ko'p mamlakatlarida bajarilgan tadqiqot ishlarining natijasi, shuni ko'rsatadiki, hozirgi vaqtda suyuq vodorodga kelajak yoqilg'isi deb qaralmoqda.



Vodorod energiyasining qo'llanilishi

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. I.Karimov. 2012 yil Vatanimiz taraqqiyotining yangi bosqichga ko'taradigan yil bo'ladi. Toshkent. O'zbekiston, 2012. 31 b.
2. K. Shodimetov. Muqobil energiya turlari –hayotga. Toshkent, "SHARQ", 2011. 87 b.
3. K.Shodimetov. «Muqobil energiya manbalari va ulardan foydalanishning afzalliklari», «Adolat» gazetasi, 2011 y. 15 iyul № 30.
4. S.Qudratov «Qayta tiklanuvchi energiya manbalari», «Adolat» gazetasi, 2011 y. 5 avgust. № 33.
5. N.A.Parpiyev, H..R.Rahimov, A.G. Muftaxov Anorganik kimyo nazariy asoslari. Toshkent, "O'zbekiston", 2000. 479 b.
6. Н.С.Ахметов. Общая и неорганическая химия, Москва, "Высшая школа", 1998. 742 с.
7. N.A.Parpiyev, A.G. Muftaxov, H..R. Rahimov. Anorganik kimyo, Toshkent, "O'zbekiston", 2003. 504 b.
8. Ю.Д.Третьяков Неорганическая химия, Москва. Академия, Т. 3, 2007. 352 с.
9. Ю.Д.Третьяков Неорганическая химия, Москва. Академия, Т. 4, 2007. 400 с.
10. Э.И. Мингулина, Н.В. Коровин Курс общей химии, 1990. 448 с.
11. Н. Л. Глинка Общая химия. М.: Высшая школа, 2003. 743 с.
12. Q.Ahmerov, A.Jalilov, R.Sayfutdinov. Umumiy va anorganik kimyo, Toshkent, "O'zbekiston", 2003. 463 b
13. В.В. Вольхин Общая химия. Избранные главы. Учебное пособие. Пермь, 2002. 352 с
14. Дж.Хьюи Неорганическая химия. Строение вещества и реакционная способность. Учебник для вузов. Перевод с англ. М.: Химия, 1987. 696 с.
15. Р.А.Лидин, Р.А.Молочко, В.А.Андреева. Химические свойства неорганических веществ: Учебное пособие для вузов. М.: Химия, 1997. 480 с.
16. Р.А.Лидин., Андреева.Л.Л., Молочко.В.А., Справочник по неорганической химии. Константы неорганических веществ. Справочное пособие. М.: Химия, 1987. 320 с.
17. www.gazeta.ru/science/2012/03/20_a_4098137.shtml - vod bog'
18. www.gisee.ru/articles/hydrogen-energy/
19. www.parliament.gov.uz/upload/iblock..
20. www.xumuk.ru/encyklopedia/793.html
21. www.alternativenergy.ru/forum/showtopic.
22. www.niikm.ru/articles/element_articles/hydrogen/ - xos, olinish, ish. ...

Mundarija:

Kirish.....	3
Energetika muammolari va manbalari.....	4
Muqobil energiya manbalari.....	14
Quyosh va shamol energiyasi.....	21
Vodorod.....	26
Gidridlar.....	39
Suyuq vodorod.....	58
Muqobil vodorod energetikasi	62
Vodorod yoqilg'isini olinishi	66
Vodorodningning energetikada qo'llanilishi	78
Foydalanilgan adabiyotlar.....	83