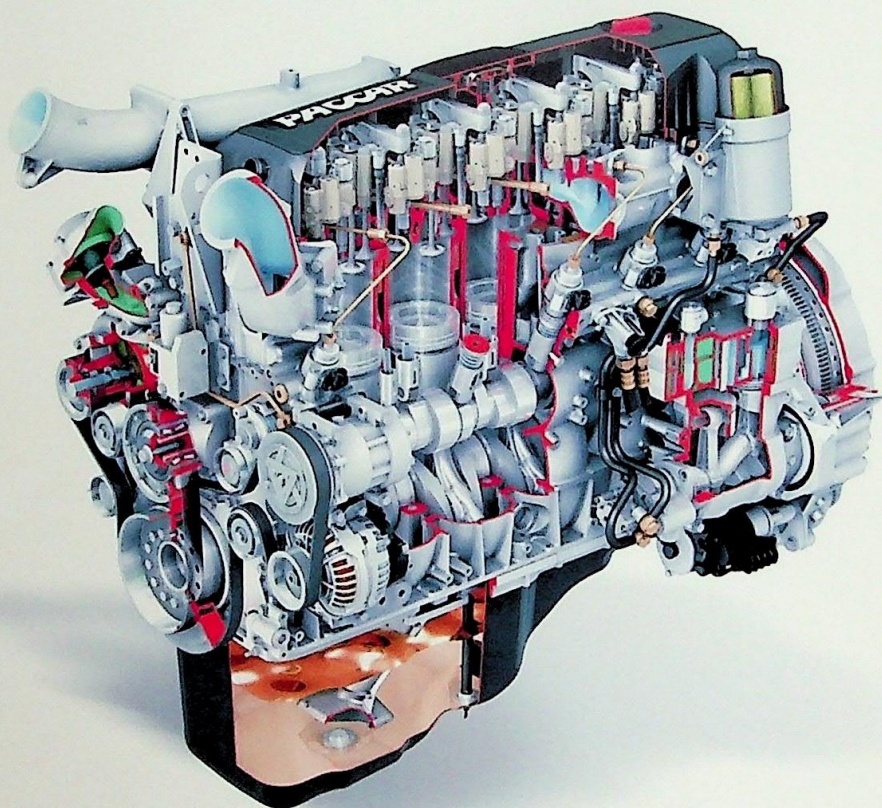


J.F.Ismatov, Q.Ch.Jo'rayev

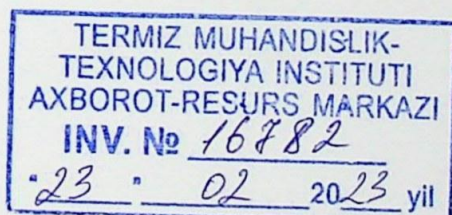
ICHKI YONUV DVIGATELLARI UCHUN VODOROD ELEKTROLIZORINI ISHLAB CHIQISH



J.F.Ismatov, Q.Ch.Jo'rayev

ICHKI YONUV DVIGATELLARI UCHUN VODOROD ELEKTROLIZORINI ISHLAB CHIQISH

Termiz - 2022



UDK 621.431.732

UO'K: 581.524.1

KBK: 87.854

J.F.Ismatov, Q.Ch.Jo'rayev. Ichki yonuv dvigatellari uchun vodorod elektrolizorini ishlab chiqish. Monografiya - Termiz, TMTI, 2022.-112 b.

Monografiyada uchqundan o't oladigan dvigatellarda vodorodni benzin-havo aralashmasiga qo'shimcha berish orqali uning texnik iqtisodiy va ekologik ko'rsatkichlarini yaxshilash haqida umumiy ma'lumotlar keltirilgan va o'zimizda ishlab chiqilgan vodorod elektrolezyor qurilmasi avtomobilga o'rnatilib ekspluatatsion sinov ishlari olib borilgan. Ilmiy laboratoriya qayta jihozlanib, vodorodni benzin havo aralashmasiga qo'shimcha berish orqali avtomobilning ekspluatatsion ko'rsatkichlarini oshirish masalalari ko'rib chiqilgan.

Avtomobilning ekspluatatsion sinov natijasida olib borilgan ilmiy izlanishlar natijasida benzin-havo aralashmasiga vodorodni berish orqali yoqilg'i tejamkorligini 17% gacha kamayishiga olib kelgan. Vodorodni benzin-havo aralashmasiga qo'shimcha sifatida berish yonish jarayoniga ta'sir ko'rsatib, yonish jarayonini to'liq kechishini ta'minlab beradi va buning natijasida iqtisodiy va ekologik ko'rsatkichlar yaxshilanadi.

Monografiya mashinasozlik, transport vositalari muhandisligi va ichki yonuv dvigatellari va boshqa sohalarda faoliyat olib borayotgan injener-texnik va ilmiy xodimlar, tadqiqotchilar, shuningdek magistrantlar, texnika yo'nalishidagi talabalar, avtomobil ishlab chiqaruvchi korxonalar mutaxassislari uchun mo'ljallangan.

Termiz muhandislik-texnologiya instituti Ilmiy Kengashi qarori bilan tavsiya etilgan.

Retsenzentlar: PhD. A.Allanazarov

Dots. J.B.Mirzaabdullayev

ISBN 978-9943-8555-0-2

© «Ilm ziyo zakovat» 2022

© J.F.Ismatov, Q.Ch.Jo'rayev., 2022

MUNDARIJA

KIRISH	4
I BOB. ICHKI YONUV DVIGATELLARIDA YONILG'INI TO'LA YONISHINI TA'MINLOVCHI VODOROD ARALASHMASINI TAYYORLOVCHI QURILMANING TUZILISHI VA ISHLASHINING TAXLILI	
1.1. Qayta tiklanuvchi energiya manbalari.....	6
1.2. Vodorodning xususiyatlari, tabiatda uchralishi va ishlatilishi.....	18
1.3. Vodorod ishlab chiqarish usullari.....	20
1.4. Suvdan vodorod olish usullarining taxlili	30
1.5. Vodorod gazini olish qurilmalarining taxlili	33
I bob bo'yicha xulosalar	37
II BOB. YONILG'I- HAVO ARALASHMASINING TO'LA YONISHIGA YORDAM BERUVCHI GAZLAR BILAN BOYITISH YO'LLARINI TAXLIL ETISH	
2.1. IYoD larida muqobil yoqilg'ilar (vodorod) qo'llanilishi tarixi.....	38
2.2. Vodorodda va boshqa yoqilg'i elementlarida ishlovchi dvigatellar iste'mol tizimining tahlili.....	50
2.3. Vodorodda ishlovchi dvigatellarning ta'minot tizimi tahlili.....	64
2.4. Yonilg'i - havo aralashmasini vodorod bilan boyitish.....	71
2.5. Avtomobilda vodorod ishlab chiqarish.....	76
II bob bo'yicha xulosalar.....	79
III BOB. OLINGAN NATIJALARNING KOMPLEKS TAXLILI	
3.1. Nazariy tadqiqotlar metodikasi va dasturi.....	81
3.2. Ichki yonuv dvigatellari uchun vodorod aralashmasini tayyorlash qurilmasini hisoblash.....	89
3.3. Nazariy hisobi	94
3.4. Dvigatelning issiqlik hisobi.....	99
3.5. Avtomobilda vodorod aralashmasini tayyorlovchi qurilmasidan foydalanishning iqtisodiy samaradorligi.....	101
III bob bo'yicha xulosalar.....	106
XULOSA	107
ADABIYOTLAR	110

KIRISH

Yer yuzida keyingi yillarda energetik va ekologik muammolarning ortib borayotganligi mutaxassis olimlarni jiddiy tashvishga solayapti. Bunga asosiy sabab iqtisodiy taraqqiyot maqsadlarida energiyadan foydalanishning me'yoridan ortib ketishidir. Keyingi qirq yil ichida insoniyatning butun tarixi davomida qazib olingan organik yonilg'idan ham ko'proq yonilg'i qazib olingan. Har yili ishlab chiqarish va ishlatish hisobiga neft, tabiiy gaz, ko'mir, uran kabi tabiiy boyliklar zaxirasi shiddatli tarzda kamayishi insoniyatni jiddiy tashvishga solmoqda.

Iqtisodiy rivojlanishni tezlashtirish, taraqqiyot va atrof- muhitga zarar keltirmaydigan demokratik jarayon bo'lishi uchun dunyo ekologik toza va arzon energiya manbasiga muhtoj. Ushbu muammoga tadbirkorlik bilan yondashib, texnologiyalarni o'zgartirib va mahalliy tashabbuslarni qo'llab- quvvatlab hal etish maqsadga muvofiq.

O'zbekiston Respublikasining prezidenti SH.M. Mirziyaevning 2016 yil yakunlari bo'yicha ma'ruzasida ta'kidlanganidek, yalpi ichki mahsulot 7,8 % va qurilish- pudrat ishlari hajmi salkam 12,5 % ga o'sdi. Yillik byudjet yalpi ichki mahsulotga nisbatan 0,1 % profitsit bilan bajarildi. Inflyasiya darajasi 5,7 % ni tashkil qildi, ya'ni prognoz ko'rsatkichlari doirasida bo'ldi. Iqtisodiyotga 16,6 milliard AQSH dollari miqdorida, yoki 2015 yilga nisbatan 9,6 % ortiq investitsiyalar yo'naltirildi. 2016 yil- umumiy qiymati 5,2 milliard AQSH dollari bo'lgan 164 ta investitsiyaviy loyihalarni amalga oshirish bilan yakunlandi [4].

Shu bian bir qatorda Prezidentimiz Shavkat Mirziyoyev 2017-yilning iyunida "Avtomobil sanoatini 2017-2021 yillarda yanada rivojlantirish va boshqarishni takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risidagi" qarorni imzoladi.

Qarorda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda quyosh, biogaz, vodorod energiyasidan foydalanishni yanada samarali usullarini va texnologiyalarini ishlab chiqish, amaliyotdga qo'llash uchun ilmiy- tadqiqot ishlarni rivojlantirish, hamda zamonaviy moddiy- texnik bazani yaratish zarur.

Keyingi yillarda dunyoda, xususan respublikamizda muqobil energiya manbalaridan keng miqyosda foydalanishni joriy etishga qaratilgan dasturlar qabul qilinib, ilmiy- tadqiqot va konstruktorlik ishlari olib borilmoqda. Jumladan, O'zbekiston ekologik harakati, Savdo- sanoat palatasi hamkorligida- Muqobil yonilg'i va energiya korxonalari assotsiatsiyasi huzurida ilmiy- texnik Kengash tashkil etilishi bu boradagi ishlarni yanada takomillashtirish, fan- texnika yutuqlaridan samarali foydalanish, ilmiy ixtirolarni amalga samarali tatbiq etishda muhim ahamiyatga ega.

Avtomobil sozlikning asosiy vazifalaridan biri avtomobilning mustahkamligi, ishonchligini orttirish va uning ekspluatatsiyasida ishlatiladigan xarajatlarni kamaytirish hisoblanadi. Hozirgi kunda xarajatlarning 50-60% ni yonilg'iga bo'lgan xarajatlar tashkil etmoqda. Shu sababli neft yonilg'ilarini tejash va undan oqilona foydalanishga qaratilgan loyihalar yanada ustuvor bo'lib bormoqda. Jahonda neft mahsulotlari inqirozi borgan sari quloq otib borayotgan paytda, O'zbekistonda ichki yonuv dvigatellarida yonilg'iga bo'lgan xarajatlarni kamaytirish kechiktirib bo'lmaydigan vazifalardan sanaladi, chunki respublikamizda ishlab chiqarilayotgan transport vositalariga asosan benzinli va dizelli IYODlari o'rnatilmoqda. Ularni samarali ishlatish uchun davlatimizning ichki sharoitini hisobga olgan holda, yonilg'ini to'la yondirish va buning uchun odatiy yonilg'i havo aralashmasining yonishiga yordam beruvchi boshqa gazlar bilan to'yintirish yo'llarini topish, joriy etish g'oyatda dolzarb, kechiktirib bo'lmaydigan innovatsion taklifdir.

I BOB. ICHKI YONUV DVIGATELLARIDA YONILG'INI TO'LA YONISHINI TA'MINLOVCHI VODOROD ARALASHMASINI TAYYORLOVCHI QURILMANING TUZILISHI VA ISHLASHNING TAHLILI

1.1. Qayta tiklanuvchi energiya manbalari

O'zbekistonda qayta tiklanadigan energetika sohasidagi davlat siyosatida sanoati rivojlanagan, shu bilan birga rivojlanayotgan qator mamlakatlarning qayta tiklanadigan energiyadan foydalanishdagi rivojlanish tajribasi va ularning miqyosi hisobga olingan. Bu shuni ko'rsatdiki, qayta tiklanadigan energetika sohasida aniq maqsad va vazifani belgilashi hamda davlat tomonidan qo'llab-quvvatlanishi – qayta tiklanadigan energiyaning an'anaviy energiya ishlab chiqarish texnologiyasiga nisbatan raqobatbardosh bo'lishiga ko'maklashadi.

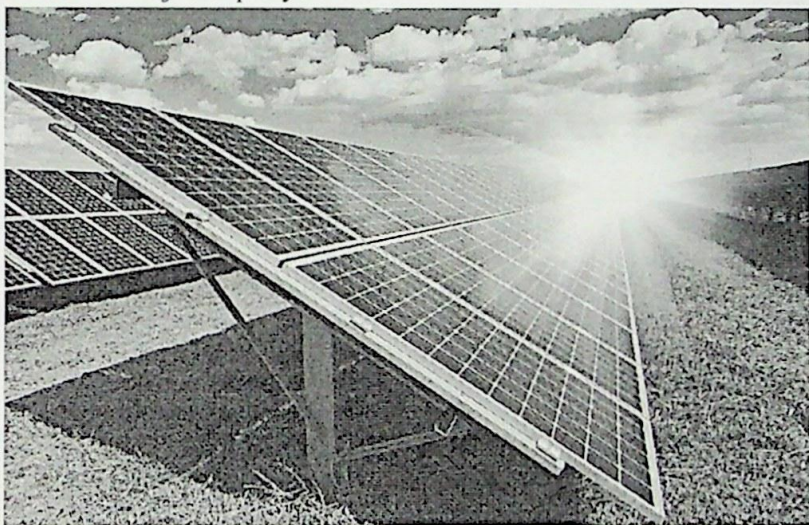
Qayta tiklanuvchi energiya manbalari qurilmalaridan foydalanishga bir qadar salmoqli mablag' sarflansa-da, ular iqtisodiy jihatdan o'zini oqlaydi. An'anaviy yoqilg'i bilan ishlaydigan energetika tufayli havoga chiqayotgan oltingugurt, azot, uglerod oksidlari uzoq masofaga tarqaladi. Bundan tashqari, 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 pirovardida shu mahsulotlar orqali inson organizmiga ta'sir ko'rsatadi. Bunda bir zarar ikkinchi bir zararni ham o'zi bilan birga olib keladi.

Qayta tiklanadigan energiya – yer biosferasida to'xtovsiz qayta tiklanadigan va insoniyat miqyosida tuganmas hisoblanadi. Ular – quyosh energiyasi, shamol, okean, daryo, yer osti konlari, bioenergiyadir. Qayta tiklanadigan energiyaning asosiy foydali tomoni – tuganmasligi va ekologik sofligidir. Undan foydalanish sayyoraning energiya muvozanatini o'zgartirmaydi, ya'ni tabiat jarayonlariga ta'sir etmaydi. Bu sifatlari qayta tiklanadigan energetikani chet ellarda, mana endi, Respublikamizda rivojlanishiga xizmat qilmoqda. Sir emas, O'zbekiston qayta tiklanadigan energiya bo'yicha ma'lum imkoniyatlarga ega. Yalpi imkoniyat 51 mlrd. atrofida, lekin hozirgi texnologiya darajasi undan 179

mln.dan foydalanishga imkon bermoqda. Hattoki, qidi ruv orqali topiladigan yoqilg'ilarni ishlab chiqarishning joriy yillik hajmidan 3 marotaba ortiq.

Quyosh energiyasi. O'zbekistonda quyosh energiyasi imkoniyati hammasidan ko'ra ko'proq. Yalpi quyosh energiyasining imkoniyati o'rtacha 51 mlrd. t. n. e, texnik imkoniyati esa - 177 mln.t.n.e..Bunda quyosh energiyasi butun mamlakat hududi bo'ylab barchaga barobar bo'lib, uni energetika balansiga jalb etish, aholini elektr va issiqlik energiyasi bilan ta'minlash masalasini, ayniqsa, chekka joylarda tezroq yechimini topish imkonini beradi.

Quyosh eng yaqin yulduz, usiz bizning sayyoramizda hayot bo'lishi mumkin emas. Kishilar o'zining hayotida quyosh energiyasidan u yoku bu usul bilan bu haqida o'ylab ham o'tirmay, foydalaniladilar. Masalan, hovliga kir yoysak – biz quyoshdan kelayotgan issiqlik energiyasini ishlatamiz. O'zbekiston quyosh energiyasidan foydalanishda katta salohiyatga ega. Mamlakatimiz iqlim sharoitlari quyosh energiyasidan foydalanish uchun juda qulay.



1-rasm. Quyosh energiyasining olinishi

O'zbekiston hududiga tushadigan quyosh energiyasining miqdori, o'rtacha hisob bilan aytganda, mamlakatda boshqa manbalardan olinadigan energiyadan to'rt barobar ko'p ekan. Shu bilan birga,

O'zbekiston kristalli kremniy olish uchun xom ashyo zahiralariga ham ega. Uning asosida butun dunyoda 90 foiz fotoelektrik modullar ishlab chiqariladi. Kremniy konlari Jizzax va Samarqand viloyatlarida mavjud. Navoiy va Angren erkin indistriual hududlarida texnik kremniy ishlab chiqaradigan zavodlarni ishga tushirish ustida ishlar olib borilmoqda. Ushbu resurs zahirasi quyosh energetikasi sohasida muhim jamlovchi mahalliy ishlab chiqarishni tashkil qilish uchun imkon yaratadi.

Shamol energiyasi. Shamol – havoning harakatdagi oqimi. Havoning harakati yer yuzasini quyosh tomonidan notekis qizdirishga sabab bo'ladi. Yer yuzasi harxil 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.



2-rasm. Shamol energiyasining olinishi

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.

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 etkazmaydigan, foydalanishda samarali va ayni paytda mablag' jihatdan maqbulini tanlash muhim ahamiyatga egadir. Mana shu nuqtai nazardan olib qaraganda, shamol energiyasini qator afzalliklari mavjud.

Bugungi kunda mazkur muqobil energiya quvvatini ishlab chiqarish G'arbiy Yevropada ancha ommalashgan. Sababi, buning uchun tabiiy shart-sharoitlar mos bo'lishi barobarida ushbu turdagi energiyaga talab ham ortib bormoqda. Zamonaviy ShESlar 3–4 m/s dan 25m/s gacha bo'lgan tezlikdagi shamol muhiti rel'efiga nisbatan baland bo'lmagan joylarda optimal ishlaydi. Shunday hududiy imkoniyatlarga ega bo'lgan Germaniya hozirgi vaqtda shamol energiyasidan foydalanish bo'yicha jahonda yetakchilik qilmoqda.

Ushbu muqobil energiya iqtisodiy va ekologik nuqtai nazardan bir qator afzalliklarga ega. Masalan, ShESni qurish boshqa energiya manbalariga nisbatan arzon va qulay. Ishlab chiqarilayotgan energiya tannarxining asosiy qismini ShESni qurishga sarflangan dastlabki xarajatlar tashkil etadi. Bundan tashqari, stansiya minorasining asosi odatda to'laligicha yer ostida bo'lgani uchun, unga yaqin yerlarda ham qishloq xo'jalik ekinlarini ekish imkoniyati saqlanib qolinadi. Oddiyroq qilib aytaganda, bunday qurilmalar uchun ajratilgan hududlar dehqonchilikka salbiy ta'sir qilmaydi. Shuningdek, ular hech qanday yoqilg'i talab etmaydi. Masalan, 1MW quvvatli Shes 20 yil davomida taxminan 29 ming tonna ko'mir yoki 92 ming barrel' neftni tejaydi. Yana bir jihati, shamol elektr stansiyalari boshqa energiya ishlab chiqaruvchilardan farqli ravishda atrof-muhitni zararli chiqindilar bilan ifloslantirmaydi. Aytaylik, 1 MW quvvatli qurilma sayyoramiz atmosferasiga har yili chiqarilayotgan karbonat angidrid (CO_2) gazini 1800 tonnaga, sul'fat oksidi (SO_2) gazini 9 tonnaga, azot oksidlarini esa 4 tonnaaga qisqartiradi. «Global Wind Energy Council» tashkilotining hisob-kitoblari ham shunga monand: 2050 yilga borib jahon shamol energetikasidan foydalanish tufayli atmosferaga chiqarilayotgan CO_2 gazining yillik hajmi 1,5 milliard tonnage kamayadi. Eng muhimi,

shamol tabiatan bitmas-tuganmasdir. Zero, mazkur tabiiy hodisa quvvati yer yuzidagi barcha daryolarda mavjud suv energiyasi manbalaridan 100 marta ko'pligi aniqlangan. Bularning barchasi shamol energetikasi istiqboliga bo'lgan ishonchni mustahkamlaydi.

Masalaning boshqa bir tarafi ham bor, shamol energetikasini amaliyotga tatbiq etish bilan bog'liq ayrim muammolar mavjud. Jumladan, shamol tabiatining beqaror ekanligi ShESlarda bir maromda energiya ishlab chiqarishga ta'sir ko'rsatadi. Shuni inobatga olgan holda, bunday elektr stansiyalarda quyosh batareyalaridan foydalanishni yo'lga qo'yish mumkin. Aynan shu yo'l bilan yjay'anaviy elektr energiyasi to'planadi va uzluksiz ta'minotga erishiladi. Shuningdek, shaharlar yaqinidagi ko'p sonly va zich joylashgan shamol inshootlari u yerdagitabiiy havo almashinuviga putur yetkazishi mumkin. Ulardan hosil bo'ladigan mexanik va aerodinamik shovqinlar odamlarning aqliy faoliyatiga xalaqit berishi istisno etilmaydi. Bundan tashqari, mazkur stansiyalar faoliyati davomida o'zidan past chastotali tebranishlar tarqatadi. Bu tebranishlar yaqin masofadagi binolarning devorlari va deraza oynalari mustahkamligini o'ziga xos sinovdan o'tkazadi. Qorli sovuq havoda ShES qanoatlarida muz qatlamlari hosil bo'ladi. Mexanizmning muttasil aylanib turishi oqibatida sumalaklar turli masofalarga otilib ketib, odamlar va jonivorlar hayotiga xavf solishi mumkin. ShESlarning bahaybat va beo'xshov ko'rinishlari ham odamlar, ayniqsa, yosh bolalar ruhiyatiga ta'sir o'tkazishi aniqlangan. Buning oldini olish maqsadida va qurilmalarni estetik jihatdan ma'qul quyofada bunyod etish ustida malakali dizaynerlar jalb etilishining boisi ham aslida shu. Xullas, yuqoridagi kabi muammolarni bartaraf etish yo'lida olimlar jiddiy izlanishlar olib borishmoqda.

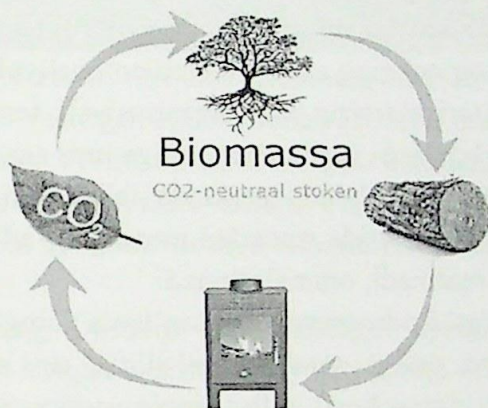
Biomassa – chiqindini yoqish natijasida olinadigan energiyadir, Amalda biomassa bu – chiqindi. Qurigan daraxt yoki ularning shoxshabbasi, tomorqadan poliz o'simliklarining ildizpoyalari, yog'och qobig'i va qirindilari kabilardir. Bunday chiqindilar tarkibi chorva fermalarida ozuqa va to'shama sifatida ishlatiladigan somon hamdir.

Ko'proq miqdorda qishloq xo'jaligi ekinlari: don, paxta, makkajo'xori va boshqalar bo'lishi mumkin.

Odarda uyimizdan chiqqan, maishiy chiqindilar chiqindixonaga chiqarilib, ko'mib tashlanadi. Maishiy chiqindi ham biomassaning bir turi, undan ham bioyoqilg'i ishlab chiqarishda foydalanish mumkin.

Biomassada foydalanish juda oddiy. Maxsus pechlar yoqilib, qozonlarda yoqilib, qozonlarda suv isitiladi, bug'ga aylantirilib va elektr energiyasi olish uchun trubinalar aylatiradi.

Biomassa energiyasi – biomassani chiqitga chiqarish, biogas olish va foydalanish energetikaning istiqbolli yo'nalishi hisoblanadi. Biomassa manbalariga qattiq maishiy, sanoat chiqindilari, shaharning loyqa va oqava suvlari va chorvachilik, o'simlik qoldiqlar, o'rmon maxsulotlari, xususan, yog'och tayyorlash va jo'natishda ishlab chiqarishdagi, yog'och, qog'oz massalari va boshqa chiqindilar kiradi.



3-rasm. Biomassa energiyasini olish sxemasi

Mutaxassislarning hisob-kitobiga ko'ra, biomassadan olinadigan energiya O'zbekiston energetika ehtiyojining 15–19 foizni qondira oladi. Energiya ishlab chiqarishning bunday usuli, ma'lum darajada atrof-muhitni muhofaza qilish muammosini hal etishda mamlakat qishloq xo'jaligini yuqori sifatli o'g'it bilan ta'minlaydi.

Chiqindixonada biomassadan to'gridan-to'g'ri biogas olishda foydalanilsa bo'ladi. Chiqindi cherish davomida metan gazi ajralib chiqadi. Ular trubalarda to'planib, issiqlik elektrstansiyasiga yuboriladi,

u yerda aralashma tabiiy gaz bilan qo'shilib, elektr energiyasi ishlab chiqarishda foydalaniladi.

Biogaz. Odamlar biogazdan 200 yildan beri foydalanib kelmoqdalar. Elektr paydo bo'lgunga qadar Londonda biogas yer ostidagi kanalizasiya trubalaridan olingan maxsus gaz lampalarida ko'chalarni yoritishga foydalanib, ko'cha «gazli shoxi» deyilgan.

Biogaz odatda karbonat angidrid (CO_2) va (CH_4) metan gazlari aralashmasidir. U havo va kislorod kirishi mumkin bo'lmagan holatda (kislorod bo'lmashligi, «anaerob holati» deyiladi), turli biologik mikroorganizmlar parchalanishidan hosil bo'ladi.

Biogaz, shuningdek, botqoqda va ko'l tubida organik qoldiqlar, chirish sharoitida ko'p namlik va kislorod bo'lmaganligidan ham paydo bo'ladi. Bundan tashqari, anaerob sharoitda yashash qobiliyati, metaan hosil qilish qobiliyatidagi mikroorganizmlarning boshqa xususiyatlarga ham ega. Ular yog'ochning asosiy ingredientli sellyulozani hazm qilishi mumkin. Bu bakteriyalarning yana bir xususiyati, temperatura, kislotali, suv hajmi va boshqalarda yashash sharoitiga juda sezgir hisoblanadi.

Biogaz uskunalari alohida parranda fabrikalari va bo'rdoqchilik, chorvachilik kompaniyalarida sinovdan muvaffaqiyatli o'tgan edi. Lekin hozircha keng tarqalmadi, ommalashmadi.

Suv energiyasi (gidroenergiya) – tog'larda yomg'ir yog'sa yoki muz va qor erisa, suvi pastga qarab buloq, jilg'a, suv o'zanlaridan oqadi, yuqoridan pastga daryo hosil qilib, dengiz va okeanga qo'shilib ketadi yoki sahrolarda singib yo'qoladi. Odamlar oqar suv va tepadan tushayotgan suv energiyasini o'zlari uchun mexanik yoki elektr energiyasi etib ishlatganlar.

Qadim donni yanchish va un olish yoki sug'orish uchun odamlar suv tegirmon toshiga bog'langan yog'och g'ildiraklarni aylantirgan.

Bugun suv energiyasi, katta va kichik gidroelektrosatnsiya trubinalarini aylantirib, to'liq elektr energiyasi ishlab chiqarish uchun foydalanilmoqda.

Yaqin vaqtning dolzarb masalasi kichik quvvatli GES inshootlarini qurishdir. Mamlakatimiz hududida tog'li tumanlarda joylashgan aholi punktlarida aholi punktlarida kichik suv oqimlari mavjud. Bu kichik suv

oqimlariga 10 dan 1000 kW quvvatli kichik elektrostansiyalari qurish uzoq tuman va qishloqlar aholisiga zarur miqdorda elektr energiyasi bilan ta'minlashga imkon beradi.



4-rasm. Suv energiyasining olinishi

O'zbekistonda o'rnatilgan elektrostansiyalarning quvvati 12,4 mln. kW, shundan, 12 mln. kWini «O'zbekenergo» kompaniyasining 39 ta issiqlik va gidroelektrostansiyalari tashkil etadi. Elektrostansiyalarning quvvat hosil qiluvchi tizimida boshqa idoralarning hissasi 3 foizdan oshmaydi.

Elektrenergiyaning asosiy 90 foizga yaqin hissasining kompaniyaning 10 ta issiqlik elektrostansiyalari – 10,6 mln. kWini ishlab chiqaradi. 29 ta gidroelektrostansiyalari – 1,4 mln. kW ini kaskadlarga birlashgan GESlarda ishlab chiqaradi va suv oqimi bilan ishlaydi.

Dengiz suvining ko'tarilish va qaytish energiyasi – dengiz suvining ko'tarilish va qaytishi oy va quyoshning gravitatsiyasi hamda Yerning aylanishi tufayli hosil bo'ladi. Qirg'oq atrofida to'lqin darajasi 12 metrgacha ko'tarilishi mumkin. Ko'tarilish va qaytish energiyasidan, elektr energiyasi ishlab chiqaradigan generator uchun foydalanilishi mumkin. Shu bilan birga bu qayta tiklanadigan muqobil energiya manbasi o'ziga xos sharoit talab etadi va hozircha keng masshtabda ommalashmagan. Bugungi kunda iqtisodiy foydali elektr energiya ishlab chiqaradigan 20 ga yaqin joylarda 3 metrdan kam bo'lmagan qulay va

yaxshi darajadagi to'liqlar mavjud. Hozir dengiz suvining ko'tarilish va qaytishini elektr energiyasiga aylantiruvchi texnologiyalar ishlab chiqilgan.

Dengiz to'liq energiyasi – dengiz va okean yuzasida esadigan shamol tufayli hosil bo'ladigan to'qindan paydo bo'ladi. Hisobkitoblarga ko'ra, dunyodagi okeanlarning qirg'ogidagi to'liqlar energiyasining jami 2 dan 3 milliongacha megovatt energiyani tashkil etadi.

Bu to'liq energiyasidan foydali ishga, jumladan, suvni chuchuklashtirish va rezervuarlarni suv bilan to'ldirish uchun foydalanish mumkin. To'liq energiyasi qayta tiklanadigan energiya manbaidir. To'liq energiyasidan elektr energiyasi olish hozirgi paytda ommalashmagan, chunki bu sohada faqat eksperimental izlanishlar olib borilmoqda.

Agar iqlim va ob-havo sharoitlardagi o'ziga xoslik e'tiborga olinsa, mamlaktimizda qayta tiklanadigan energiya manbalari imkoniyatlari yetarlicha. Eng muhim masalardan biri energetika, hududni to'liq iqtisodiyoti rivoji uchun mavjud yoqilg'i-energetika imkoniyatlaridan samarali va omilkor usullarda hamda energobalansga yangi ekologik toza energiya turlarini jalb etib amalga oshirish hisoblanadi.

Qayta tiklanadigan energiya manbalari (elektr, tabiiy gaz, issiq suv) uzoqda joylashgan cho'l tog'li, suv bilan ta'minlanmagan, shuningdek, elektr energiyasi, issiqlik va ichimlik suvi bilan bog'liq bo'lgan mavsumiy ishlar yoki ekspeditsiyadagi odamlar uchun hal qiluvchi ahamiyat kasb etadi. O'zbekistonda 60 foizdan ko'proq aholi qishloq joylarida yashaydi. 1,5 mingga yaqin boorish qiyin bo'lgan qishloq aholi punktlari, an'anaviy elektr manbalaridan foydalana olmaydilar. Shuning uchun mamlakatda hozirgi paytda qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish dastrulariga e'tibor keskin kuchaygan.

Geotermal energiya – Yer yuzasi quyosh singari issiqlik energiyasini nurlantiradi. Bu energiya geothermal energiya deb atalib, u odamlarni issiqlik va elektr energiyasi bilan ta'minlashi mumkin. Uni ishlab chiqarish atrof-mihitni ifloslantirmaydi, ya'ni ekologik toza hisoblanadi.

Geotermal energiya yerda yonuvchi gazlar va kosmik changlar aralashish jarayoni natijasida 4 milliard yil avval paydo bo'lgan. Yer yadrosining 6,5 ming kilometr atrofidagi chuqurligida temperatura 5000 gradusgacha ko'tarilishi mumkin.

Qadimda odamlar yer ostidan otilib chiqqan qaynoq va issiq suv manbalaridan foydalanganlar. Vaqt o'tishi bilan bu shifobaxsh suvlardan boshqa maqsadda ham foydalana boshlagan. Qadimgi rimliklar Pompey sharida geothermal suv yordamida o'z binolarini isitish tizimini yaratgan. Amerikalik hindular esa deyarli 10000 yil avval issiq suv manbalaridan ovqat pishirish uchun foydalanganlar.

Yer ostidagi issiq suv, issiq havo yoki bug' energiyalaridan, hozirgi texnologiyalar bilan elektr energiyasi ishlab chiqarish va xonani isitish uchun foydalanish mumkin.

Vodorod yoqilg'isi.

Ana'naviy-organik yoqilg'i bozorida ozgina inqiroz boshlanishi bilan neft va gaz mahsulotlarining o'rnini bosadigan boshqa energiya manbalaridan foydalanishga harakat qilinadi. Juda ko'p olimlarning fikricha, zamonaviy energetikaning rivojlanishida uglevodorod yoqilg'ilarinig o'rniga tabiatda juda ko'p tarqalgan kimyoviy element - vodoroddan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Vodorod zahiralari planetamizda bitmas-tuganmasdir. Bundan tashqari, bir xil og'irlikda vodorod benzina qaraganda 3 marta ko'proq issiqlik ajratadi va undan yoqilg'i sifatida xalq xo'jaligining barcha tarmoqlarida foydalanish mumkin (transportda, sanoatda, maishiy xizmatda va boshqalarda).

Vodorod yoqilg'isini qo'llash atrof-muhitni toza saqlashga sharoit yaratadi, chunki vodorod yoqilishi natijasida undan chiqindi sifatida distillangan suvning bugiari ajralib chiqadi, xolos.

Vodorodni tashish va saqlash juda qulaydir. Uzoq masofalarga uni quvurlar orqali uzatish mumkin. Vodorodni quvurlar orqali uzatish elektr energiyasini ulkan elektr uzatish tarmoqlarida uzatishga nisbatan bir necha barobar arzonroqdir [29, 45].

Olimlar vodorod yoqilg'isini sanoat asosida ishlab chiqarishning ko'pgina usullarini topishdi, asosan odatdagi suvdan. Uning juda katta

miqdorini yer kurrasida zahiralari juda katta bo'lgan toshko'mirdan olish mumkin. Vodrod yoqilg'isini suvda, havoda, hattoki havosi siyraklashgan kosmik kengliklardan olish mumkinligi bu yoqilg'ining biznes olamidagi dovrug'ini nihoyatda oshirib yubordi, chunki uni ishlab chiqarish uchun deyarli xarajatlar qilinmaydi, foyda to'g'ridan to'g'ri havodan olinadi.

XXI asr boshlarida dunyodagi katta biznes namoyondalari vodorod energetikasiga qiziqish juda katta ekanligi to'g'risida ochiq-oydin gapira boshlashdi. AQSh, Xitoy, Yevropa Ittifoqi mamlakatlari vodorod yoqilg'isi ishlab chiqarish uchun milliardlab dollar mablag'larni investitsiya qilishdi. Faqat birgina «FutureGen» vodorod elektrostansiyasining loyihasi uchun AQSh hukumati 1,2 mlrd. dollar mablag' sarfladi, Xitoy davlati xuddi shunday elektrostansiya uchun bundan ham ko'p mablag' sarfladi. Hozirgi kunda vodorod energetikasini rivojlantirish uchun Sharp, Sanyo, Hitachi, Toyota, Panasonic kompaniyalari juda katta mablag'larni investitsiya qilmoqdalar.

Vodorod energiyasidan foydalanish mumkin bo'lgan usullardan biri, bu kimyoviy elementni vodorod yoqilg'isiga aylanishidir, ya'ni vodorod va kislorod aralashmasining siqilgan yoki gaz holatidagi ko'rinishidir. Bu ko'rinishdagi aralashmaning yonish issiqligi benzin (tabiiy gaz) va havo aralashmasi issiqligidan yuqoriroqdir. Vodorod yoqilg'isini ishlab chiqarish va undan ommaviy tarzda foydalanish, hozircha, uning tannarxi qimmatligi hamda uni tarqatish infrastrukturasini yo'qligi sababli kechikmoqda. Vodorod yoqilg'isini ishlab chiqarish uni olish usuliga bog'liqdir. Masalan, quyidagi moddalardan ishlab chiqarilgan 1 kg vodorod yoqilg'isi narxi:

- metan gazidan ishlab chiqarish
- 2,5 doll./kilo; - suvdan elektroliz yo'li bilan
- 2+10 doll./kilo; - toshko'mirga havosiz joyda yuqori temperaturada ishlov berish yo'li bilan 1,5+2,0 doll./kilo.

Ma'lumki, vodorod yoqilg'isini ishlab chiqarish texnologiyasining bu xilda rivojlanishi uni ana'naviy organik yoqilg'ilar bilan raqobat qila olmasligini bildiradi. Ammo hozirgi texnologiyalarni zamonaviy texnologiyalar bilan almashtirilishi natijasida vodorod yoqilg'isini ishlab

chiqarish tannarxining pasayishiga olib kelmoqda, ana'naviy yoqilg'i turlari esa kundan-kunga qimmatlashib bormoqda.

Hozirgi kunda dunyodagi juda ko'p yengil avtomobil ishlab chiqaruvchi kompaniyalar vodorod yoqilg'isi va gibrid (benzin + vodorod) yoqilg'isida harakatga keladigan avtomobilarni ishlab chiqarishni yo'ldan chiqarmoqda. Nemis olimlarining hisobiga ko'ra, XXI asrning o'rtalarida vodorod yoqilg'isi bilan ishlaydigan avtomobilar yer yuzida 75% ni tashkil qiladi, qolgan 25% igitilgan organik yoqilg'ilardan foydalanadi [46].

Bu sohada AQShning Daimler va Honda, Xitoyning Shanghai hamda nemislarning VW kompaniyalari etakchi o'rinlarni egallab kelishmoqda. Masalan, vodorod yoqilg'isi bilan ishlaydigan Honda FCX avtomobilini ko'rib chiqaylik. To'liq vodorod yoqilg'isida ishlaydigan Honda FCX avtomobili 160 km/soatgacha tezlikni oshira oladi va toldirilgan yoqilg'i baki bilan 500 km masofani o'ta oladi. Uning yoqilg'i bakiga 5 kg siqilgan vodorod yoqilg'isi joylashadi. Hozirgi kunda 200 dona shunday avtomobillarga ega shaxslar bolib, yana 50 mingdan ortiq avtomobilchilar shu kabi mashinalarga ega bo'lish istagini bildirishgan. Havo temperaturasi 30° ga so'gib ketganda ham uni birdan o't oldirish mumkin.

Honda FCX avtomobilini 3 dona elektrodvigatel harakatga keltiradi. Ulardan biri oldingi g'ildiraklarni aylantirsa, qolgan 2 dona elektrodvigatel keyingi g'ildiraklarga ulangan. Oldingi elektrodvigatelning quvvati 80 kW-soat quvvatga ega bo'lsa, keyingi g'ildiraklarni harakatga keltiruvchi elektrodvigatellarning quvvati 25 kW soatga teng

Mercedes-Benz konsernining Mercedes Citaro loyihasi katta shaharlar uchun vodorod yoqilg'isida ishlaydigan jamoat transportini ishlab chiqarishdan iboratdir. Hozirgi kunda dunyoda bu kabi avtobuslardan 40 donasi ishlab turibdi. Avtobus elektrodvigatellarining quvvati 250 kW-soatga teng bo'lib, 40 kishidan iborat yulovchilar va ularning yuklari bilan 80 km/soat tezlikda harakat qiladi. Har 100 km masofaga 25 kg vodorod yoqilg'isi sarflaydi. Avtobusning yoqilg'i bakiga 42 kg vodorod yoqilg'isi joylashadi va bu yoqilg'i bilan avtobus 167 km masofani bosib o'tadi.

Hozirgi kunda dunyo bo'yicha 55+60 mln tonna vodorod ishlab chiqariladi. Vodorod asosan azotli o'g'itlar ishlab chiqarishda, past chastotali xom neftni motor yog'iga aylantirishda qo'llaniladi. Siqilgan vodoroddan juda past (minus) temperatura olishda va kriogen raketa dvigatellari uchun yoqilg'i sifatida foydalaniladi. Vodorod yoqilg'isidan ko'proq foydalanish va undan benzin o'rnida foydalanish to'g'risida doimiy ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda.

1.2. Vodorodning xususiyatlari, tabiatda uchrashi va ishlatilishi

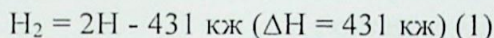
Vodorod D.I. Mendeleyev davriy sistemasida birinchi o'rinni egallaydi. Uning atomi juda oddiy tuzilgan: yadro atrofida bitta elektron aylanadi yoki yangi tasavvurlarga asosan atom yadrosi pulsatsiyalanuvchi elektron bulut bilan to'sib olingan. Vodorodning elektron formulasi $1 S^1$ dir.

Vodorod ba'zi sharoitlarda metall xossalarini (elektron berganda), boshqa sharoitda esa metallmas xossalarini (elektron biriktirib olganda) namoyon qiladi. Lekin u xossalari jihatidan ishqoriy metallardan ko'ra galogenlarga ko'proq o'xshaydi. Shu sababli, vodorod D.I. Mendeleyev davriy sistemasining 7-gruppasiga joylashtiriladi. 1 gruppasida esa vodorodning simvoli qavs ichiga olingan bo'linadi.

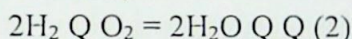
Fizik xossalari: vodorod oddiy sharoitda rangsiz, mazasiz, hidsiz gazdir. Xavodan 14,4 marta yengildir; vodorodning atom og'irligi 1,00797 u.b. ga tengdir va u eng yengil gazdir. Suvda kam eriydi (1l suvda 20°C da 18 ml vodorod eriydi), $-252,8^{\circ}\text{C}$ da atmosfera bosimida vodorod suyuqlikka aylanadi. Suyuq vodorod rangsiz bo'ladi. Massa soni 1 bo'lgan vodoroddan tashqari, massa soni 2 ga teng bo'lgan deytriy D va 3 ga teng bo'lgan tritiy T kabi izotoplari ham bordir.

Kimyoviy xossalari: vodorod birikmalarida doimo 1 valentli bo'ladi. Uning o'ziga xos oksidlanish darajasi Q 1 ga teng, lekin metallarning gidridlarida - (LiH , NaH , KH , CaH_2 va boshqalarda) oksidlanish darajasi -1 ga tengdir. Vodorod molekulasi 2 atomdan tashkil topgan. Ular orasidagi bog'lanish vujudga kelishi elektronlarning umumlashgan jufti (yoki elektron bulut) hosil bo'lishi bilan tushuntiriladi: $\text{N} : \text{H}$ yoki H_2 .

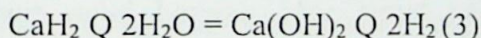
Elektronlarning bunday umumlashuvi vodorod molekulasini alohida atomlarga qaraganda energetik jihatdan barkarorroq bo'lishiga olib keladi: 1 mol vodorodda molekulani atomga ajratish uchun 431 kJ energiya sarflash kerak:



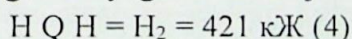
Molekulyar vodorodning odatdagi aktivligi kamroq ekanligiga sabab ana shudir. Vodorod ko'pgina metallmaslar bilan birikib, $\text{RH}_4(\text{CH}_4)$, $\text{RH}_3(\text{NH}_3)$, $\text{RH}_2(\text{H}_2\text{S})$, $\text{RH}(\text{HCl})$ tipidagi gazsimon birikmalarni hosil qiladi. Vodorod kislorodda yonadi, bunda ko'p miqdorda issiqlik ajralib chiqadi va temperatura 3000 °C gacha yetadi. Ikki hajm vodorod va bir hajm kislorod aralashmasi «qaltiroq gaz» deyiladi; bu aralashma o't oldirilganda kuchli portlaydi. Shuning uchun, vodorod bilan ishlaganda ehtiyot bo'lish kerak, apparatlar teshiksiz bo'lishi kerak. Vodorod kislorodda yonganda ham «qaltiroq gaz» portlaganda ham suv hosil bo'ladi;



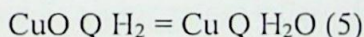
Bu reaksiyada vodorod kislorod ta'sirida oksidlanadi, ya'ni vodorod qaytaruvchi, kislorod oksidlovchidir. Yuqori temperaturada vodorod ishqoriy va ishqoriy-yer metallari bilan birikib oq kristall moddalar - yuqorida keltirilgan metallarning gidridlari va boshqalarni hosil qiladi. Bu yerda H^{-1} , ya'ni manfiy oksidlanish darajasiga egadir. Bu gidridlar suvda oson parchalanib, tegishli ishqor va vodorodni hosil qiladi;



Atamar vodorodning reaksiyaga kirishishi juda kuchlidir:



Vodorod qizdirilganda ko'pchilik metallarni ularni oksidlaridan qaytaradi;



Vodorodning tabiatda uchrashi.

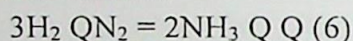
Vodorod tabiatda keng tarqalgan u suvda, barcha organik birikmalarda- metan, etan va x.k. bo'ladi;

Erkin holda vodorod ba'zi tabiiy gazlarda ham uchraydi. Vodorod yer qobig'i massasining 0,15 % ni (gidrosfera ham hisobga olinganda 1

% ni) tashkil etadi. Quyosh massasining yarmi vodoroddan iboratdir. Tabiatda vodorod ikki xil izotop: troitiy (99,98 %) va deyteriy (0,02%) holida uchraydi. Shuning uchun oddiy suvda ozroq miqdorda og'ir suv ham bo'ladi.

Vodorodning ishlatilishi.

Vodorodning ishlatilishi uning fizik va ximik xususiyatlariga asoslangandir. U yengil gaz bo'lgani uchun aerostat va dirijabillarni to'ldirishda ishlatiladi. Vodorod yuqori temperatura hosil qilib, O_2 Q H_2 alangasida metallar qirqishda va payvandlashda ishlatiladi. Molibden, volfram kabi metallarni ularning oksidlaridan qaytarib olishda vodorod ishlatiladi. Vodorod anorganik kimyo sanoatida xavoni bo'lishdan olingan toza azotdan ammiak olishda:



ko'mirdan suyuq yoqilg'i (sun'iy neft) olishda, oziq-ovqat sanoatida esa yog'larni gidrogenlashda ishlatiladi; vodorodni deyteriy va tritiy izotoplari atom energitekasida ishlatiladi.

1.3. Vodorod ishlab chiqarish usullari.

Vodorodni olishning asosan uch xil turi mavjud bo'lib, ular:

1. Kimyoviy;
2. Elektrokimyoviy;
3. Fizik usulidir.

Kimyoviy usulga quyidagilar kiradi:

a) Qizdirilgan temir yoki uglerod bilan suv bug'ining ta'siri natijasida vodorod olish.

b) Tabiiy gaz, neftni olishda va qayta ishlashda hosil bo'ladigan yo'ldosh gazlar kabi gazsimon uglevodorodlardan, hamda tarkibida uglerod monooksidi («SO») bo'lgan gazlardan vodorod olish.

v) Mazut, neft yoki neftni motor yokilg'ili kimyo sanoati uchun xom ashyo olishda hosil bo'ladigan kreking qoldiqlaridan ham kimyoviy usul bilan vodorod olish mumkin, hamda aromatik neft moddalaridan degidrogenizatsiya qilish vaqtida chiqadigan vodorod kiradi.

Elektrokimyoviy usulga:

a) Suvni elektrolizlash (bunda vodoroddan tashqari kislorod ham olinadi).

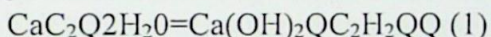
b) Osh tuzi (NaCl) ning suvdagi eritmasini elektrolizlab, xlor ishlab chiqarish kiradi (bundan xlordan tashqari vodorod gazi va NaOH eritmasi olinadi).

Fizik usuliga - koks gazidan vodorodni sovutish yo'li bilan olinishi kiradi.

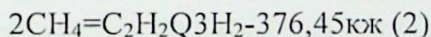
Bu usullardan temir bug' usuli eng kam foydali bo'lgani uchun hozirgi vaqtda juda kam qo'llaniladi. Agarda arzon elektroenergiyasi bo'lsa, toza vodorod olish bo'yicha eng maqsadga muvofiq usul - bu suvni elektrolizidir. Koks gazi chiqindi gazi bo'lgan joyda uni sovutib, vodorod olish ham qulay usullardan biridir. Bizning Respublikamizda hozirgi vaqtda eng qulay usul - bu tabiiy gazni yoki uglerod monooksidli gazlarni konversiya (o'zgartirish) usuli bilan vodorod olishdir.

Metanni termooksidlash pirolizi.

Piroliz-bu moddalani yukori harorat natijasida parchalashdir. Vodorodni kimyoviy usulda olishga tabiiy gazni pirolizi mahalida atsitelen bilan birga olinadigan vodorod xam kiradi. Atsitelen kimyo sanoatida kauchuk, plastmassa, spirtlar, kimyoviy tola va boshkalar igshlab chikarishda xamda metallarni kesish va payvandlashda ishlatiladi. Shu vaktga kadam atsitelenni kalsiy karbididan olishgan:

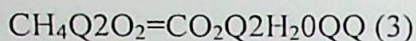


Ammo bu usulda avvalgi kalsiy karbidini olish uchun elektr energiyasi ko'p sarflanadi. Shuning uchun,hozirgi eng qulay-bu tabiiy gaz tarkibidagi metanni pirolizidir:



Atsitelenni muvozanatdagi konsentratsiyasi 1970Kda eng ko'p bulib,25% (xajmiy)ga tengdir.

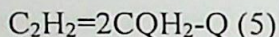
Bu vaktga ko'plab vodorod chikadi, ya'ni atsitelenga karaganda uch marta ortik vodorod olinadi. Bu reaksiya endotermik bulgani uchun metanni 1670-1770K gacha (1400-1500°C) qizdirish lozim va bunga kerak bo'ladigan issiqlikni reaksiyaga kirishayotgan tabiiy gazni bir qismini kislorodda yoqish hisobiga (ya'ni termooksidlash hisobiga)olinadi:



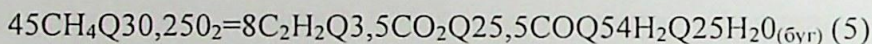
1770K dan yuqorida atsetilen uglerod va vodorodga parchalana boshlaydi:



uchun xam, piroliz sanoati harorat 1670-1770K atrofida amalga oshiriladi. Metanni juda qisqa vaqt 0,01sek.-0,003sek.dan oshirmay qizdirish kerak, aks holda atsitelen intensiv holda uglerod «S»ga parchalanib ketadi:



Bunga yo'l qo'ymaslik uchun reaktordan chiqayotgan gaz aralashmani «chiniqtirish» kerakdir, ya'ni reaksiyon gaz aralashmasini 157⁰:177⁰K dan 350-360K (80-90⁰C) gacha tezlikda sovutmoq kerakdir, bu esa reaktordan chiqayotgan gaz aralashmasiga suv purkash bilan amalga oshiriladi. Metanni atsitelenga o'tish xajm kengayishi ya'ni 2 mol metan 4 mol atsitelen va vodorod aralashmasi hosil qilish bilan ketgani uchun bosimni kamaytirish yoki metanga inert gaz qo'shib, atsitelen olishdir. Ammo, qurilmaning unumdorligini oshirish, apparatlar o'lehamini qisqartirish uchun 4MPagacha bosim qo'llaniladi, lekin bu holda reaksiya chapga ketib qolmasligi uchun harorat esa biroz qo'tariladi. Piroliz mahalda ketadigan ushbu umumiy reaksiyada:



Kislorod va metanni optimal nisbati (0,60-0,67-1)ga tengdir. Reaktorda portlash ro'y bermasligi uchun reaktorga kelayotgan gaz aralashmasi tezligi reaksiya natijasida hosil bo'layotgan alangani tarqalish tezligidan bir necha marta ortiq bo'lishi kerak.

Xozirgi vaqtda qo'llaniyotgan reaktorlar ikki turga bo'linadilar:

- 1) Bir kanalli
- 2) Ko'p kanalli.

Bir kanallida gazning tezligi 150-300mrsek.bulib,uning afzalliklari:

Alangani orqaga tarqalishiga yo'l qo'ymaydi:

Yonish xarakteri yuqori turbulent bo'lgani uchun jarayon juda intengsiv ketadi.

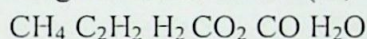
3) Reaksion issiqlikni atrofga bexuda yo'qolishi kamayadi.

Uning kamchiliklari:

1) Yuqori haroratga chidamli qimmatbaholi g'ishtlar kerakligi,

2) qo'llanadigan kislorodni 0,4MPa gacha siqish uchun elektr energiyasi sarfi borligidir. Ko'p panelli reaktorlarda nisbatan kichik tezlik (50-60mrsek.) qullanadi.

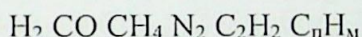
Piroliz jarayonidan va reaktoridan so'ng joylashgan «chiniqtirish» kamerasidan gazning gazning taxminan tarkibi (% hajmiy);



2,3 7,4 47,4 2,5 20,2 20,2

Bu aralashma bilan birga uglerod qurilma (qorakuya) 2,5rmm³ quruq gazgacha boradi. Yuqoridagi gaz aralashmasidan atsitelenni dimetilformamid.

N-metil pirrolidon eritmalarida selektiv absorbsiya yoki suyuq ammiakda past haroratda xamda atseton, metanolda absorbsiyalab ajratib olinadi Shunday keyin hosil bo'lgan sintez-gaz quyidagi tarkibda bo'lishi mumkin (% hajmiy):



61,9 28,3 6,8 2,3 0,1 0,6

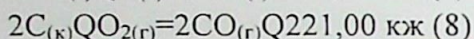
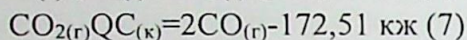
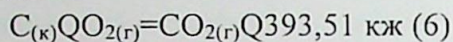
Bunday gaz so'ngra metan va uglerod monooksidi konversiyasiga N₂QH₂ aralashmasi olish uchun yuboriladi. Odatda, bu vaqtda, quvursimon o'choqli konvertor o'rniga metanni qonli konvertorda bug'-xavoli konversiyasi ishlatiladi: Uglerod monooksidi esa bug' ishtirokida 2 pog'onali konvertorda konversiyalanadi.

Yoqilg'ini gazlashtirish.

Tabiiy gaz va neft xazinalari dunyoda kamaya borayotganligi va aksincha, tosh va qo'ng'ir ko'mirlar xazinasini ko'pligi uchun, kelajakda sun'iy suyuq motor yoqilg'isi, xamda texnologik-gazlar ishlab chikarish, past navli qattiq yoqilg'ilarni gazlashtirish va suyuqlantirish (gidrogenizatsiya yo'li bilan) hisobiga ta'minlanishi mumkin. Gazlashtirishda ko'mirlardan tashqari koks, antratsit, slanets, torflar va boshqalar qo'llana boshlandi.

Ko'mirlarni gazlashtirish natijasida asosan vodorod va suv bug'i yordamida vodorodga aylantiriladigan uglerod monooksiddan iborat generator gazi (H_2QCO) olinadi.

Ye qilg'ini gazlashtirishda qo'llanayotgan oksidlovchining turiga qarab, xavoli, bugli, bug'-havoli, bug'-kislorodli generator gazlari olinadi. Xavoli generator gazi olishda lagcha cho'g' holigacha qizdirilgan yo qilg'i-uglerod, ya'ni ko'mir katlamida xavodagi kislorod bilan quyidagi reaksiyalar ketadi:



Xavoli generator gazining muvozanatdagi tarkibida ikkinchi 26.7. reaksiya asosiy ahamiyatga egadir. Bu reaksiyaning muvozanat doimiysi $M_d=P_{co}^2P_{co2}$ xarorat oshishi bilan oshib boradi (chunki reaksiya endotermikdir):

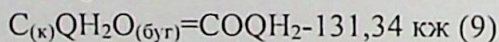
$$T, K = 700 \quad 1000 \quad 1300$$

$$M_d = 2,669 \cdot 10^{-4} \quad 1,900 \quad 2,088 \cdot 10^2$$

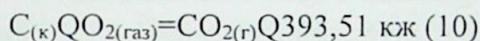
Reaksiya natijasida hosil bo'layotgan gaz tarkibi harorat va puflanayotgan havodagi kislorodni miqdoriga bog'liqdir. Xaroratni oshishi bilan uglerod dioksidini miqdori kamayib, uglerod monooksidiniki oshadi: Xavodagi kislorodni miqdori oshishi bilan olinayotgan gaz tarkibida uglerodni dioksidi va monooksidi oshib, azot kamayadi. Nazariy jixatdan xavoli yoki kislorod-xavoli generator gazi asosan uglerod monooksidi va azotdan iborat bo'lishi kerak; ammo ishlatilayotgan yo qilg'i tarkibida suv, uchuvchan va oltingugurtli birikmalar bo'lgani uchun, generator gazi tarkibida vodorod, vodorod sulfid, metan va x.k. ham bo'ladi.

Toshko'mirli koksni havo ishtirokida gazlashtirish natijasida quyidagi gaz aralashmasi olinadi: $CO-33,5\%$; $N_2-64,3\%$; $CO_2-0,6\%$; $H_2-1,0\%$; $CH_4-0,3\%$; $H_2S-0,3\%$.

Cuv bug'ini generator gazini lag'ga cho'g' holdagi yo qilg'i-ko'mir, uglerod qatlamiga suv bug'ini $120^0 K$ da ta'sir ettirib olinadi:



Bu reaksiya endotermik, geterogen, amaliy kaytardir. Endotermik bo'lgani uchun generatordagi yoqilg'i harorati borgani sari kamayadi. Bu esa uglerod monooksidi va vodorodni chiqishini xam, ularni xosil bo'lish tezligini ham kamayishiga olib keladi. Shuning uchun generatordagi yo'qalayotgan issiqlikni kayta tiklash maqsadida generatorga suv bug'i berish to'xtalib, uning o'rniga havo puflanadi: bu vaqtda ekzotermik reaksiya:



ketadi va yokilg'i qatlami yana qiziy boshlaydi. Shunday qilib, suv bug'li generator gazi olish jarayoni davriydir va ikki hil davrni o'z ichiga oladi:

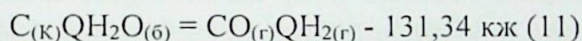
1-davr-suv bug'i berish (ya'ni gaz almashtirish) davri

2-davr-havo berish davri (ya'ni issiq puflash davri).

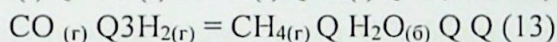
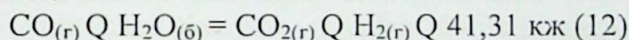
Jarayonni davriyligi-bu usulning kamchiligidir.

Generator ichida asosiy reaksiyadan:

1200 K



tashqari hosil bo'layotgan SO bilan suv bug'i va H₂ o'rnida quyidagi qo'shimcha reaksiya ham ketishi mumkin:



Shuning uchun, suv bug'ini generator gazi tarkibida metan, CO₂ N₂ (havoni puflash davrida gaz tarkibiga o'tadi.), H₂S (yoqilg'idan chiqadi) qo'shimcha ravishda bo'ladi. Koksni 120⁰ K da suv bug'ida gazlashtirib olingan suv bug'li generator gazining tarkibi: % (hajmiy) CO - 38,0 H₂ - 50,0 CH₄ - 0,5; N₂ - 5,0; H₂S - 0,3.

Hozirgi vaqtda sanoatimizda ishlatayotgan GIAP tomonidan yaratilgan generatorda maydalangan ko'mirni suv bug'i bilan uzluksiz qaynaydigan qatlam sharoitida suv bug'li generator gazi olish mumkin.

Koks gazini ajratish.

Sintetik ammiak olish uchun kerak bo'lgan azot-vodorod aralashmasini olishning arzon usullaridan biri koks gazi, yo'ldosh neft gazlari, neftni past haroratda ajratib, vodorodga boy azot-vodorod aralashmasining yaratilishidir.

Koks gazi ko'mirni 1000-1100K xaroratda, havosiz kokslashda ajralib chikadigan gaz aralashmasidir. U gaz uch xil «A», «B», «V» markada chiqarilishi mumkin. «A» markalisi boshqalarga qaraganda tozaroq va siqilgan bo'ladi. Koks gazining urtacha tarkibi % (hajmiyda) : H_2 -55:62, CH_4 -24-28, N_2 -3-5, C_7H_8 -1,5-3, CO_2 -2-3, O_2 -0,4-0,8.

Kokslash jarayoni kokslash uchoqlarida ketib, 1t. uchokqa solingan ko'mirdan $350m^3$ gacha koks gazi olish mumkin.

Koks kimyo zavodlarining kimyoviy sexlarida bir qator batareyalarida xar bir batareya 70 tacha kokslash uchog'idan iborat koks gazi smola (katron), CO_2 , NH_3 , H_2S va benzolli uglevodorodlardan maxsus tozalanib chiqadi.

Eng xavfli aralashma- C_2H_2 lardir: NO koks gazidan O_2 bilan birikib, NO_2 , N_2O , hosil qilib ular esa koks gazi tarkibidagi to'yinmagan, uglevodorodlar bilan smolasimon nitrobirikmalar hosil qilishi mumkkin. Ular esa koks gazini ajratish qurilmasining apparatlari devorlarida pishib, portlash hosil qilish mumkin. C_2H_2 esa koks gazi tarkibidagi O_2 bilan qurilma remontga to'xtatilganda, bironta kuchsiz mexanik zarba vujudga kelgudek bo'lsa, portlab ketadi. Shuning uchun, NO portlash normasi (1,8 kg) va C_2H_2 ruxsat etilgan normaga yetishi bilan, qurilmani tozalash uchun to'xtatiladi.

Koks gazini ajratishning nazariy asosi siqilgan (1,2-2MPa gacha) koks gazini sekin-asta past haroratlarda sovutib, koks gazi komponentlarini ketma-ket fraksion kondensatlar (suyuklikka aylantiri) ajratib olishdadir. Chunki vodorod bilan koks gazi suyuqlantirilgan komponentlarning qaynash haroratlari (0,1MPa bosimda vodorodniki 20,35K, azotniki 77,35K, uglerod monooksidiniki 81,68K, kislorodniki 90,18K, metanniki 111,57K, etilenniki 169,45K, propilenniki 225,40K) orasida katta farq bo'lgani uchun sovutish natijasida bu komponentlar ketma-ket suyuqlikka o'tib ajratib olinadilar; uglerod monooksidi, metan va vodorod esa gaz holatda koladi. Koks gazi uglerodmonooksidi va metanlardan batamom suyuq azotda 1,3MPa bosimda yuvish bilan tozalanadi. Bu ajratish jarayonlarni hisoblashda fazali muvozanatdan foydalaniladi:

$$K=Y_{(G)}F X_{(C)} \quad (14)$$

U va X-ajratilayotgan komponentni bug' va suyuq fazadagi muvozanat mikdorlaridir.

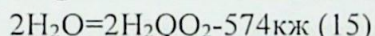
Koks gazini ajratish agregatlari tasvirlari.

Komponentlarni gaz aralashmasidan ajratish uchun zarur bo'lgan olish usullari bilan asosan farq qiladilar. Ko'pgina qurilmalarda ajratish jarayoni uchun zarur bo'lgan past haroratni bir qismini ammiakli sovutish siklida, bir qismini esa koks gazining komponentlarini suyultirib (kondensatsiyalab) olingan komponentlari fraksiyalarini drossellab, asosiy sovuqni esa 18-20 mPa gacha siqilgan azotni drossellash yoki detanderda kengaytirish xisobiga olinadi.

Elektroliz usuli bilan vodorod ishlab chiqarish.

Dunyo bo'yicha ishlab chiqarilayotgan H_2 ($30 \cdot 10^6$ t/yil)ning 3% tashkil etadi. Bu usul asosan ikki turga: 1) Cuvni elektroliz qilish. 2) Osh tuzi (NaSl) ning suvdagi eritmasini elektroliz qilish turlariga bo'linadi.

Bulardan suvni elektroliz qilib, H_2 olish kengroq tarqalgandir, chunki 2-4 bo'yicha olingan H_2 da va 0,5% Cl_2 va 1% gacha NSl bo'lgani uchun ulardan H_2 ni tozalash va uni quritish kerakdir. Suvni elektrolizi quyidagi reaksiyaga asoslangandir:

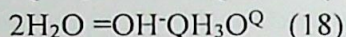
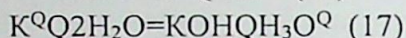


Toza suv juda kam darajada quyidagi ionlarga dissotsialanishi mumkin:

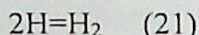
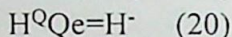
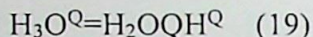
$H_2O = H^{Q1} + OH^{-1}$ va birona elektrolit orqali doimiy- o'zgarmas elektr toki yuborilsa, bu ionlar har xil qutblarga qarab xarakatlanadilar: manfiy elektrlangan gidroksil (OH^{-})ionlar musbat qutb-anodga, musbat elektrlangan vodorod (H^{+})ionlari esa manfiy qutb-katodga boradilar va u yerda elektrsizlanib, anodda avval atomlar, undan keyin esa moyekulyar O_2 ajralib chiqadi. Katodda esa atomar N, undan esa molekulyar H_2 ajralib chiqadi.

Sanoatda suvning elektrolining birona elektrolik ishtirokida olib boriladi, chunki toza suvning dissotsialanish darajasi juda xam kichikdir: 290Kda $0,56 \cdot 10^{-14}$, 300K da $1,1 \cdot 10^{-14}$ ga tengdir. Shu sababdan suv elektrolizini sulfat kislotasi yoki ishqorlardan iborat elektrolit ishtirokida olib boriladi. Sanoatda asosan KON-kaliy ishkori 30%li eritmasi keng qo'llaniladi.

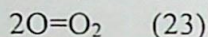
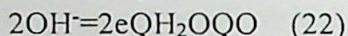
Xozirgi zamon nazariyalariga asosan, ishqoriy muxitda qo'yidagicha dissotsialanish ketishi mumkin:



So'ng katodda quyidagi degidratatsiya jarayoni ketishi mumkin va H_2 hosil bo'ladi:



Anodda esa quyidagicha reaksiya ketadi:

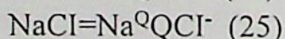
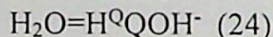


Suvni elektrozi jarayonida ishlatilayotgan ishqor ionlarni tashuvchi bo'lib, uzoq vaqt xizmat qilsa, parchalanayotgan suv o'rniga esa, toza distillangan suv qo'shib turiladi. Ammo bu yerda suv ajralanavergani bilan miqdori 0,02%ga teng bo'lgan og'ir suv D_3O ($\text{M}_{\text{D}_3\text{O}} = 20$; $T_k = 168,58\text{K}$) eritmada to'planib boradi. So'ng uni rektifikatsiya qilib, ajratib olish mumkin. 1 mol suvni ajratish uchun 53,6 Amper soat va 1,25 volt kuchlanish kerakdir yoki bir Amper soatda 418 ml H_2 , 209 ml O_2 olish mumkin. Elektrolitik chuzinchok tog'ora vannaning H_2 b'yiicha unumdorligi: $W = 418 \cdot J \cdot \tau$ mlrsoat bo'lib, u tok kuchi J va uni o'tish vaqti τ ga to'g'ri proporsionaldir. Bir mol suvni parchalash uchun 1,25v (29°K) va 1,48v (273K)da qo'llanish kerakdir.

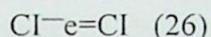
Amalda 1M^3 H_2 yoki $0,5\text{M}^3$ O_2 olish uchun 4,97 kvtrsoat elektr energiyasi, 2,07 voltli kuchlanish sarflash kerakdir.

Osh tuzining suvdagi eritmasini elektrolizlab, vodorod olish.

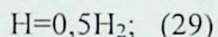
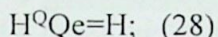
Buning uchun sanoatda konsentratsiyasi 310 grl ga teng osh tuzi eritmasi ishlatiladi: bu yerda suv va natriy xloridi dissotsialangan bo'ladi:



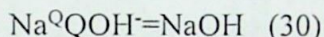
va u orqali doimiy uzgurmas elektr toki yuborilganda manfiy zaryadlangan Cl^- va OH^- ionlari simobli anodga borib, u yerda Cl^- ioni elektrosizlanadi va xlor ajralib chiqadi:



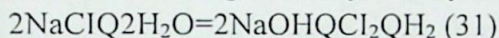
OH^- ioni esa elektrosizlanmaydi, chunki uning potentsiali, SI-nikiga qaraganda kattadir. Shuning uchun, temir (po'latli)katodda quyidagi reaksiyalar ketadi:



eritmada esa



hosil bo'ladi. Elektroliz vaktidagi umumiy reaksiya:



1t xlor ishlab chiqarish uchun 1642 kvat-soat nazariyotda kerak bo'ladi, amaliyotda esa-2800 kvat.soat elektr energiyasi sarflanadi

1.4. Suvdan vodorod olish usullarining taxlili.

Suvni elektroliz qilish. Moxiyati- elektr toki yordamida suvni H_2 va O_2 ga ajratish va yoqish. Bu usul sodda, lekin uning energiya sarfi ko'p. Sarflangan elektr energiyasi va olingan issiqlik energiyasining balansi manfiydir [13].

2. Rezonansli elektroliz- Meyer yacheykasi. Bu H_2 olishning iqtisodiy samarali usuli, lekin uni amalda qo'llash murakkab va qurilma ishonchsiz va xavflidir [20].

1. Elektroosmotik usul suvdan H_2 va O_2 olishning yanada samarali usuli. Uning moxiyati- suvni H_2 va O_2 ga elektr maydoni ta'sirida parchalashdir. Bunda suv kapillyar samara va elektrosmos yordamida parchalanadi. Bu texnologiya judakam energiya sarf qiladi, chunki H_2 olish uchun kapillyarlar qirqimidan kuchli elektr maydoni ta'sir qiladi..

2. Kavitatsion-elektrozarballi usul. Moxiyati- suvda siklik elektr razryadlarini hosil qilishdir.

3. Suvni kavitatsiya va elektrogidrozarba yordamida parchalash usuli.

Suvni termoionlash yordamida yoqish (Dudishev usuli). Moxiyati- suv bug'ini termoionlash samarasidan foydalanib yoqishdir. Xuddishu usul biz tomondan tanlandi va rivojlantirildi. bu texnologiyaning asosida suvni

maxsus tayyorlash va faollashtirish, unga termik ta'sir qilib, qizigan bug'ga aylantirish, uni termoionlash hamda dissotsiatsiyalash (qizigan bug'ni H_2 va O_2 katalizatorlar yordamida parchalash va uni maxsus katalizator yuzasida yoqish. Dastlabki yonilg'i, yoki qizigan bug' hosil qilishning boshqa usuli va katalizatorni qizdirish faqat qurilma ishining dastlabki bosqichida kerak bo'ladi. Qurilmaning meyoriy rejiga chiqqach—yonilg'i berishni bir necha bor kamaytirish, yoki butunlay to'xtatish mumkin[14].

Asosiy uzellar: 1- suvni tayyorlash uzeli; 6- original miniqozon qurilmasi; 7- gorelka (5- rasm);

Suvni tayyorlash uzelinigumiy tuzilishi: 2- suv idishi; 3- faollashgan suv; 4- suvni strukturalagich; 5- suvni uzatishning dozatoriva kran-regulyatori

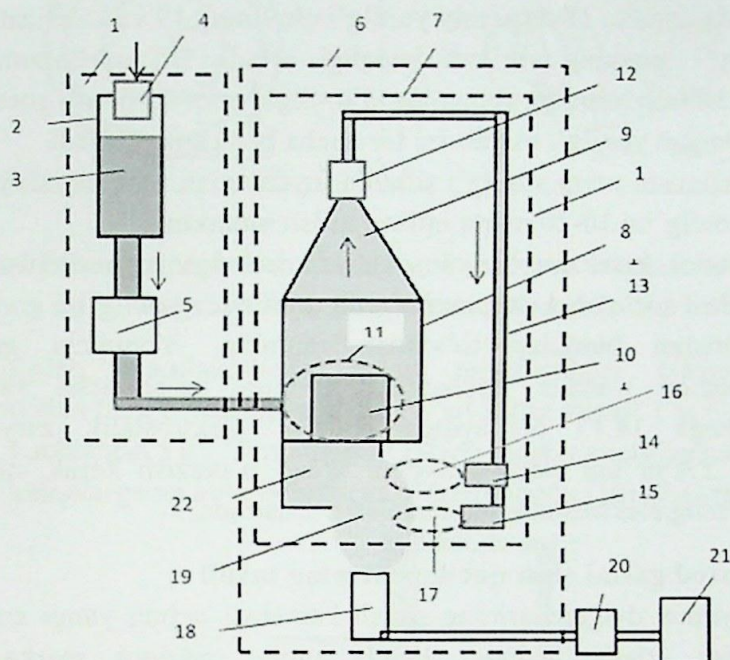
Bug' generatori uzeli; 7- qizigan suv bug'ini hosil qilish va uni faollashtirgich bo'lib, u quyidagilardan iborat: 8- zanglamas po'latdan yasalgan idish; 9- bug'ni konussimon konsentrlagich— membrana; 10- katalizator (suvning bug'lanishni tezlatuvchi va termoionlovchi); 11- termoionlashning faol zonasi; 12- bug' bosimining regulyator-klapani.

Qizigan bug'ni uzatish va uni katalizator 22 da yoqish uzeli 7 quyidagilardan tuzilgan: 13- keltiruvchi patrubkalar; 14,15- forsunkalar; 22- katta metall katalizator- qizdirgich; 8- unga zich biriktirilgan bug' generatori. Qizigan termoionlashgan suv bug'i trubkalar 13 orqali va yo'naltirigan oqim orqali forsunkalardan 14,15 asosiy gorelka 18 oloviga yo'nalgan, shuningdek katalizator 22 ning sirtiga yo'nalgan. Forsunkalarga 14,15 suv bug'i berishni sozlash mumkin.

Yoqqich 6 asosiy boshlang'ich yonilg'i gorelkasi 18, olov 19 idish 8 ning tubiga va qisman katalizator 22 ga yo'naltirilgan. Bunda yakuniy termoionlash va suv bug'ini alangalatish bajariladi (bug'ni purkash zonalari 16,17 pozitsiyalarda).

Ishlash tarzi. Dastlab 1- uzelni ishga tayyorlab olinadi. Suvni tayyorlash va strukturalangan suvni uzatish bloki 3, bug' generatori qurilmasi 7. Buning uchun oddiy vodoprovod suvini strukturizator 4 orqali o'tkaziladi va uni idish 2 ga quyiladi. Bunda dastlab kran 5 yopiq va suv idish 8 da yo'q. Keyin yonilg'i krani 20 ochiladi va yonilg'ini idish

21 dan asosiy yonilg'i gorelkasi 18 ga uzatiladi, havo uzatiladi va ishga tushiriladi.



5- rasm. Suvni yonuvchi gazga aylantirish qurilmasining sxemasi

Olov 19 gorelkadan 18 ma'lum vaqt mobaynida idish 8 va unga o'rnatilgan katta metall plastina 8 qip qizil bo'lib qiziydi. Keyin kranik-dozator 5 orqali strukturlangan suv idish 8 ga yo'naltirilgan oqim orqali suv bug'latgich-katalizator 10 ga purkaladi. Buning uchun oddiy idish yuvadigan metall setka qo'llanilishi mumkin. Dastlab klapan suv bug'i bosimining regulyatori 12 yopiq. Keyin suvni bug'lanishi va uni qizishi suv bug'ining bosimi ortadi va shu vaqtdan boshlab qizigan va qisman ionlashgan bug' patrubkalar 13 orqali forsunkalar 14,15 va dozalangan holda metall katalizatorning 22 qizigan yuzasiga va olov 19 ning o'ziga purkaladi. Katalizatorning va termik ionlashish ta'siri natijasida suvni H_2 va O_2 ga dissotsiatsiyalanishi va yonuvchi gazga aylanishi sodir bo'ladi, bu gaz alanganadi va yonishni boshlaydi. Qizigan bug'ning harorati va bosimining ortishi katalizator 22 yuzasida H_2 konsentratsiyasi ortadi va

olinadigan gazning issiqlik berish xususiyati ortib boradi va uni katalizator yuzasida yonish issiqlik quvvati ortadi.

Natijada gorelka 18 da asosiy yonilg'i olovining 19 va katalizatoridagi 22 Yonilg'i gazining yig'indi issiqligi ortadi. Bu qurilmaning bir maromda ishlash rejimiga yetganida kran-regulyator 20 orqali gorelka 21 ga berilayotgan yonilg'i miqdorini bir necha bor kamaytiriladi.

Bu qurilmada suvni yonilg'i sifatida foydalanish va samarali yonishi evaziga yonilg'ini 10-20 marta iqtisod qilish mumkin.

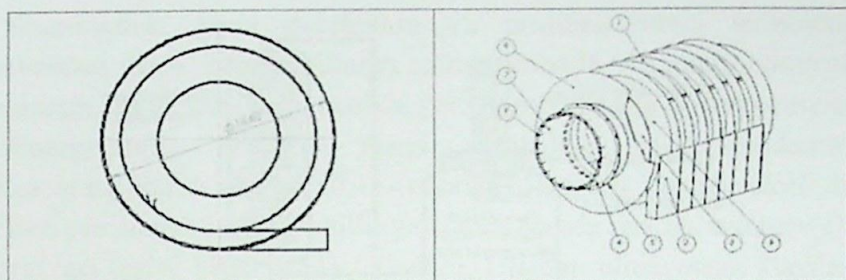
Samarador katalizatoridan foydalanish evaziga termoionlashagan bug' va ideal sozlovda bu teploenergetik qurilmada yonilg'ini gorelkaga 18 yuborishni butunlay to'xtatish mumkin. Yonuvchi gazning alangalanishini yanada kuchaytirish uchun qo'shimcha ravishda forsunkalarga 14,15 berilayotgan bug'ni elektrostatik zaryadlash mumkin. YA'ni uni elektr maydoni orqali o'tkazish kerak, masalan Dudishevning elektrostatik forsunkalari yordamida.

1.5. Vodorod gazini olish qurilmalarining taxlili

Ichki yonuv dvigatellarining siqish kamerasi uchun yangi energiya manbalarini izlash bugungi kunda ilmiy tadqiqot markazlarida olimlarimizning e'tiborida turibdi. Avvalgi suvni termoionlash qurilmasi bilan jihozlangan dvigatellar dunyoning ko'pgina mamlakatlarida hamon ishlatilmoqda. Ularga o'rnatilgan suvni termoionlash qurilmasi massasi 1,7 kg, hajmi 30 A·soat bo'lib, 12 V kuchlanish evaziga 20 kV yuqori kuchlanishni hosil qilmoqda [8].

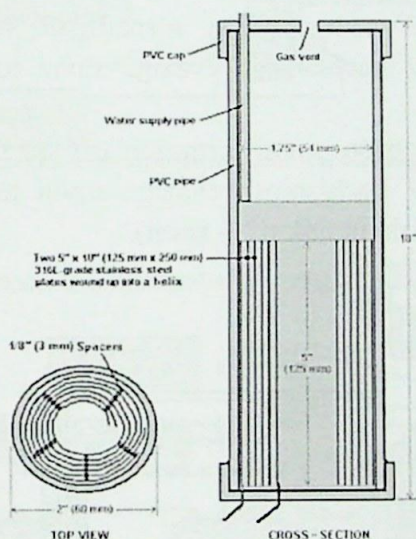
Yaponiyaning "Toyota" firmasi tomonidan seriyalab ishlab chiqarilayotgan ICVS tizimlida ishlovchi yangi suvni termoionlash qurilmasining massasi atiga 1,0 kg bo'lib, u 12 V kuchlanishni 30 kV yuqori kuchlanish olish imkobiyatini bermoqda [9].

Yetakchchi firmalar tomonidan yana seriyalab ishlab chiqarilayotgan dvigatellarga ana shunday suvni termoionlash qurilmasi o'rnatilmoqda. Suvni termoionlash qurilmasi- harakatlanadigan qismlarga ega emas bo'lgan qurilma bo'lib, unda o'zgarmas past kuchlanishli elektr toki yuqori kuchlanishli elektr toki ishlab chiqariladi (6- rasm). Unda chiqindi sifatida issiqlik va bir oz suv ajralib chiqadi.

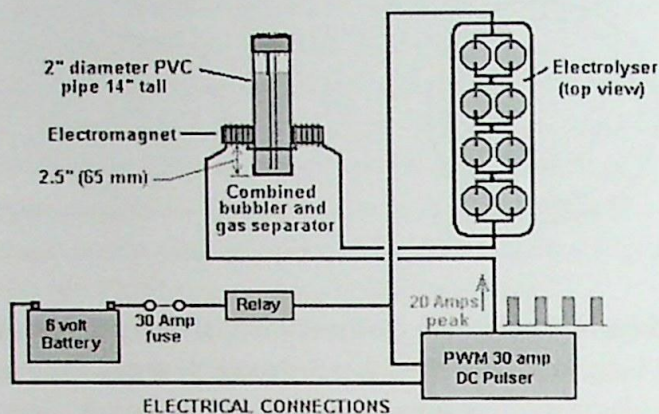


6- rasm. Suvni termoionlash qurilmasining ishlash sxemasi: 1- doimiy magnit; 2-cho'tka; 3- katod; 4- anod.

Ko'plab mamlakatlarda suvni termoionlash uchun elektr energiyasidan ham foydalanilmoqda. Po'lat listlar yuzasi 1 m^2 , massasi 250 kg, kuchlanish 5 kV. Jumladan AQSHda bunday energiya manb'alari kosmik kemalarga va avtomobillarga o'rnatilmoqda [10] (7,8- rasmlar).



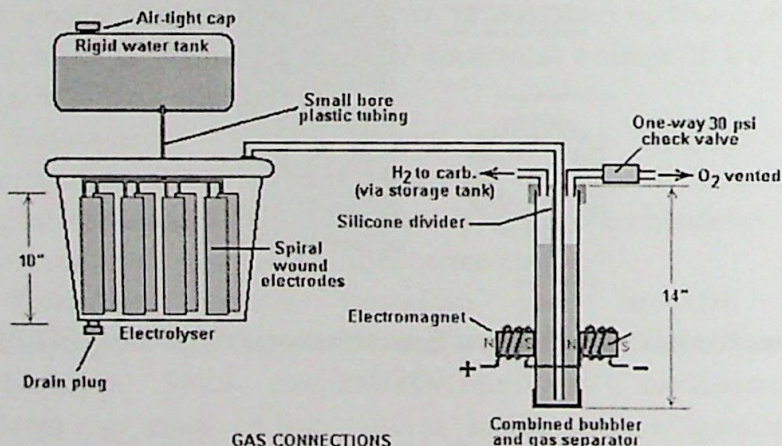
7- rasm. Kosmik kemaga o'rnatilgan termoionlash qurilmasi ED-PK2 (AQSH)



8- rasm. Avtomobillarga o'rnatilgan termoionlash qurilmasi (AQSH)

Butun dunyoda suvni termoionlash qurilmasi sifatida suyuqlikli g'altaklardan foydalanilmoqda, masalan Yaponiyaning "Dayxatsu" firmasining "Dream" avtomobiliga o'rnatilgan suvni termoionlash qurilmasi 30...40 kV kuchlanish evaziga suvni to'la ionlash uchun yetmoqda [11].

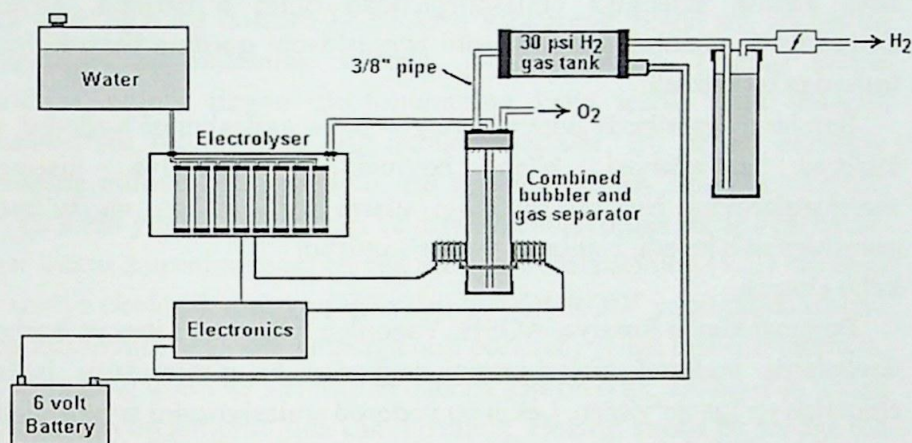
Gidravlik- gravitatsion suvni termoionlash qurilmasi avtomobilga o'rnatilsa 35...40 kV kuchlanish evaziga suvni to'la ionlash uchun yanada samarali bo'lishi mumkin (9- rasm).



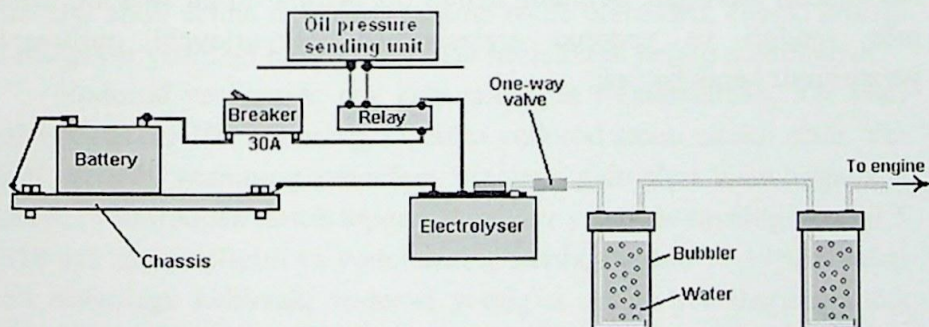
9- rasm. Hidravlik- gravitatsion energiya manb'asi

Shuningdek, yana induksion va prujinali suvni termoionlash qurilmalari ham avtomobillarga o'rnatilmoqda. Ulardan olinayotgan ionlangan suv avtomobilni boshqa yonilg'isiz ishlashi uchun yetmoqda.

Energiyaning mutlaqo yangi manбайдan biri- kondensatorli temoionlash manb'asidir (10,11- rasmlar). Bunday kondensatorli suvni ionlash qurilmasini avtomobillarga o'rnatilganda sarf bo'layotgan elektr energiyasi tezlik bilan qayta tiklanadi. Ulardan olinayotgan kuchlanish 35...45 kV ni, chastotasi 30 kГц va tok kuchi 30 mA tashkil etmoqda. Kondensatorning sig'imi - 1000 мкф[12].



10- rasm. Kondensatorli energiya manb'asi



11- rasm. Kondensatorli energiya manb'asining sxemasi

I bob bo'yicha xulosalar

Karbyuratorli ichki yonuv dvigatellarining ta'minlash tizimini taxlil qilib, avtomobilning motor bo'shlig'ida biz taklif etayotgan yonilg'ini to'la yonishini ta'minlovchi vodorod aralashmasini tayyorlovchi qurilmani dvigatellarning karbyuratordan oldin havo filtrining tepasiga o'rnatiladi.

Benzinli injektorli dvigatellarda vodorod aralashmasini tayyorlovchi qurilma havo kiritish shlangiga o'rnatiladi. Gazsimon yonilg'ilarda ishlaydigan dvigatellarda vodorod aralashmasini tayyorlovchi qurilma havo kiritish shlangiga aralashtirgichdan oldin o'rnatiladi. Dizelli dvigatellarda vodorod aralashmasini tayyorlovchi qurilma havo kiritish trubasiga o'rnatiladi.

Barcha dvigatellarda odatiy yonilg'i- havo aralashmasi vodorod va kislorod aralashmasi bilan boyitiladi. Vodorodva kislorod molekulalarining har xil qutbliligi ularni birlashishga va to'laroq yonishiga olib keladi. Natijada- yonilg'i iqtisodi kelib chiqadi.

Bugungi kunda Rossiya, AQSH, Yaponiya, Ukraina, Litva va boshqa davlatlarda vodorod aralashmasini tayyorlovchi qurilmalarni ishlab chiqarish yo'lga qo'yilgan. Lekin bu vodorod aralashmasini tayyorlovchi qurilmalar IYODning energetik va ekologik ko'rsatkichlarini sezilarli darajada yaxshilay olmaydi, chunki ular bizning iqlim sharoitimizda sinovlardan o'tmagan. SHuning uchun biz bizning iqlim sharoitimizga mos yonilg'i va vodorod aralashmasini tayyorlovchi qurilmani yaratishimiz kerak bo'ladi.

II BOB. YONILG'I- HAVO ARALASHMASINING TO'LA YONISHIGA YORDAM BERUVCHI GAZLAR BILAN BOYITISH YO'LLARINI TAXLIL ETISH

2.1. IYoD larda muqobil yoqilg'ilar (vodorod) qo'llanilishi tarixi

Insoniyat vodorod-geliy olamida yashaydi. Shu sababdan vodorod insoniyat uchun muhim o'rin tutadi. Hozirgi kunda vodorodning tasiri va foydasi juda ham katta. Yana bir qiziq tomoni shundaki agar havoning musaffoligini etiborga oladigan bo'lsak bu sohadagi mavjud muammo juda ham og'ir va dolzarb bo'lib ko'p vaqtlardan buyon o'z yechimini kutayotgan bir muammo sifatida qolib kelmoqda. Hozirgi kunda insoniyat oldida turgan atrof-muhitning katta tezlik bilan tinimsiz ifloslanishini oldini olish eng muhim vazifadir. Bu degani ekologik fojeaning oldini olish demakdir. Bu fojeaning asosiy ishtirokchilaridan biri bu ichki yonuv dvigatellari va ulardan chiqayotgan zaharli gazlardir. Agar kurrai zaminimizdagi barcha transport vositalarining IYoD lari atigi bir soniya ekologik toza yoqilg'i ya'ni "VODOROD" yoqilg'isida ishlasa Ona zaminimiz ekologik jannatga olib boruvchi yo'lga tushishi mumkin. Vodorodning ijobiy ta'siri haqida qancha gapirmaylik, amaliyotda undan foydalanilayotganligini juda kam ko'ramiz. Hozirgi kunda bu sohaga oid juda ko'p loyihalar ustida ish olib borilmoqda. Vodorod yoqilg'isidan samarali foydalanish nafaqat bizning mamlakatimiz balki butun yer yuzidagi aholi uchun dolzarb muammo bo'lib qolmoqda, chunki hozirgi kundagi yer yuzidagi ekologik vaziyat hech kimni befarq qoldirmaydi.

Vodorod yer yuzida eng ko'p tarqalgan elementlardan. Yer shari qobig'idagi har 100 atomning 17 tasini vodorod atomi tashkil etadi. Yer shari umumiy vaznining atmosfera, litosfera, gidrosfera bilan birgalikda 0,88% i vodoroddan tarkib topgan. Agar yer yuzasida suvning hajmi 1,5 10¹⁸ m³ dan ko'pligini va vodorodning suvdagi ulushi 11,19% ekanligi ko'z oldimizga keltirsak, vodorod yoqilg'isi uchun yer sharidagi xom ashyo zaxiralarining cheksiz ekanligiga guvoh bo'lamiz. Shu bilan birga vodorod hozirgi kunda yoqilg'i olish uchun ishlatiladigan barcha elementlar takibida mavjud ekanligini ham unutmasligimiz kerak

masalan neft tarkibida u 10,9-13,8%, yog'och tarkibida 6%, ko'mir tarkibida 5,5%, tabiiy gaz tarkibida esa 25,13% ni tashkil etadi. Vodorod barcha jonzoqlar va o'simliklar organizmlari tarkibida ham mavjud. Uni hatto vulqonlardan ajralib chiquvchi gazlar tarkibida ham uchratish mumkin. Shuni unutmasligimiz kerakki vodorodning asosiy massasi atmosferaga biologik jarayonlar natijasida paydo bo'ladi. Ya'ni tabiiy holda milliardlab tonnalar o'simliklar qoldiqlarining chirishi natijasida havoga vodorod ajralib chiqadi. U havoda juda tez tarqaladi va atmosferaning yuqori qatlamlariga singib ketadi. Massasi kichik bo'lganligi uchun vodorod molekulalari juda katta diffuzion harakatlanish tezligiga (ikkinchi kosmik tezlikka yaqin) ega bo'ladi, atmosferaning yuqori qatlamlariga tushib kosmik koinotga ham uchib ketishi mumkin. Atmosferaning yuqori qatlamlarida vodorod kontsentratsiyasi 1×10^{-4} % tashkil etadi.

Vodorod texnologiyasi deganda sanoat miqyosida vodorodni ishlab chiqish, saqlash va bir joydan ikkinchi joyga tashib o'tish metodlari majmuasi hamda bitmas-tuganmas xom ashyo manbaalaridan xavfsiz foydalanish texnologiyalari tushuniladi. Transport, sanoat va uy jihozlarning vodorod yoqishga o'tishi—havo basseynini uglerod, azot, oltingugurt oksidari va uglevodorodlardan zaharlanish muammosining yechimi yo'lga o'tish demakdir. Vodorod texnologiyasiga o'tish va suvdan vodorod olish uchun yagona energiya manbayi sifatida foydalanish nafaqat planetamizning suv balansiga, balki alohida mintaqalarning suv balansiga ham hech qanday zarar yetkazmaydi. Masalan sanoati juda rivojlangan Germaniya mamlakatining yillik energiyaga bo'lgan ehtiyojini qanoatlantirish uchun Reyn daryosi o'rtacha oqimining 1,5% suvidan olingan vodorod yetarli bo'ladi. Bundan buyuk fantast Jyul Vern "Sehrli orol" romani qahramonining "Suv-bu kelgusi asrlar ko'miri" degan oqilona fikrlari o'z isbotini topishiga to'xtalib o'tishimiz mumkin.

Shuni alohida ta'kidlash kerakki suvdan hosil qilingan vodorod energiya manbaalari ichida eng energiyaga boy hisoblanadi. Masalan 1 kg N_2 ning yonishidan ajralib chiqadigan issiqlik 120MDj/kg ni tashkil etadi, shuncha massali benzin yoki yaxshilangan uglevodorodli aviatsiya

yoqilg'isidan ajralib chiqadigan issiqlik miqdori 46-50 MDj/kg ni tashkil etadi, farqiga e'tibor qiling vodorod yoqilg'isidan ajralib chiqadigan issiqlik miqdori 2,5 baravar ko'p. Shu bilan birga vodorod-tez yangilanadigan yoqilg'i.

Sayyoramizda qazib olinadigan yoqilg'i zahiralari hosil qilish uchun millionlab yillar kerak bo'ladi, suvdan vodorodni ajratib olish, foydalanish va suvni hosil qilish sikli-uchun juda qisqa muddatlar ya'ni soatlar, haftalar gohida daqiqalar ham kifoya.

Vodorodning yoqilg'i va kimyoviy xom ashyo sifatida yana bir qator bebaho sifatlari mavjud. Uning universalligi shundaki, u energetika, transport, sanoat va boshqa sohalarida har qanday yoqilg'i turining o'rnini bosa olishi mumkin. Vodorodni trubalar orqali transportirovka qilish, kichik iste'molchilarga etkazib berish va istalgan miqdorda ishlab chiqarish hamda saqlash mumkin. Shu bilan birga u kimyo sanoatida bir qator sintetik uglevodorodlarni olish (ammiak, metanol, gidrazin) muhim sanaladigan kimyoviy sintezlar uchun ham xomashyo sifatida qo'llaniladi.

Zamonaviy texnologlar ixtiyorida vodorod yoqilg'isini, uglevodorodli gazlar, suyuq uglevodorodlar va suvni hosil qilish bo'yicha yuzlab texnik usullar mavjud. Bu usullarning qaysi biridan foydalanish samarali bo'lishi iqtisodiy tahlillar, talab qilinadigan xomashyo va energetik resurslar zaxiralariga bog'liq bo'ladi. Hozirgi kunda ishlab chiqarilayotgan vodorodning eng ko'p qismi (AQSh va Rossiyada) metan va uning gomologlarini konversiyalash yo'li bilan uglevodorodli gazlardan olinmoqda. Zamonaviy texnologiyalar dunyo bo'yicha har yili o'n million tonnalab molekulyar vodorod ishlab chiqarish imkonini bermoqda. Uning 90 % dan ko'prog'i metan, suyuq uglevodorodlar va qattiq yoqilg'ini gazlashtirish bilan katalitik konversiya usulida ishlab chiqarilmoqda. Ko'rinib turibdiki kelajakda vodorod texnologiyasiga o'tishda qattiq yoqilg'ilardan boshqa manbaalardan foydalanilmaydi. Asosiy xomashyo sifatida suvdan foydalaniladi. Suvni parchalash uchun energiya manbai sifatida atom (issiqlik, elektrenergiya) suv, shamol va quyoshenergiyasidan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Sanoat amaliyotida suv elektrolizi oldindan amalga oshirilib kelinmoqda va

uning amalga oshirilishi bo'yicha adabiyotlarda juda ko'p ma'lumotlar keltirilgan. Hozirgi kunda sanoatda suvni parchalash uchun asosiy energiya manbai sifatida quyosh energiyasidan foydalanishga katta e'tibor qaratilmoqda. Bu suvni parchalashda fotoliz yacheykalardan, kelajakda suvni gidrolizlash uchun energiya ishlab chiqarishda quyosh energiyasidan foydalanish demakdir. Bunda hal qilinadigan masalaning mohiyati shundaki, maqsadli ravishda suvni parchalab vodorod kislorod holatiga keltirguncha bevosita quyosh energiyasidan foydalanib bir qator fotokimyoviy reaksiyalarni amalga oshirish. Muammoning mohiyati shundaki, suvni parchalashda quyosh energiyasidan foydalanishda qanday biologik tizimlardan foydalanish kerakligini aniqlash. Vodorod yonishidan ajralib chiqadigan yagona chiqindi gaz bu suv bug'lari ular o'z-o'zidan ma'lumki tabiiy holda suv aylanish jarayoniga qo'shilib ketadi.

Ma'lumki elektroliz vositasida suvdan yana qaytadan vodorod olish mumkin. Vodorod energetikasining asosi bo'lgan bu yopiq sikl vodorodni ekologik nuqtai nazardan eng toza yoqilg'i deb qabul qilishga asos bo'la oladi. Bundan ko'rinib turibdiki transport sohasini vodorod yoqilg'isiga o'tkazish katta shaharlardagi ekologik muammoni birvarakayiga hal qila olish imkoni ega. Lekin, buni hal qilishda insoniyat qator muammolarga duch kelmoqda jumladan;

- suvni elektrolizlab vodorod olish uchun katta miqdorda energiya xarajat qilinishi talab qilinadi;

- vodorodni saqlash va bir joydan ikkinchi joyga tashib o'tish uchun maxsus yuqori germetiklikka ega bo'lgan hajmlarni ishlab chiqarish, chunki vodorod molekullari juda kichik o'lchamli bo'lganligi sababli katta singuvchanlik xususiyatiga ham egadirlar.

Bundan tashqari odatdagi IYoD larini vodorodga o'tkazish ularning tozaligini ta'minlash bilan birga termik f.i.k. va ish jarayonining qayishqoqligini oshiradi.

Braun gazi hozirgi kunda transport vositalari uchun eng mukammal yoqilg'i. Xuddi toza vodorod kabi u ham suvdan olinadi ya'ni (vodorod va kislorod), lekin IYoD da yaxshi yonadi dvigatel to'g'ri rostlansa atmosferaga kislorod ham chiqarib beradi. Chiqindi gaz sifatida kislorod

va suv bug'i hosil bo'ladi, ma'lumki gaz hosil qilish uchun ishlatilgan suvdan kislorod olinadi. Shu sababdan Braun gazidan foydalanilganda atmosferaga qo'shimcha kislorod ajralib chiqadi. Shunday qilib Braun gazidan foydalanish atrof muhitdagi kislorod kamayishi bilan bog'liq bo'lgan muammoni hal qilishda yordam beradi. Aynan shu nuqtai nazardan qaraganda Braun gazi kelajak avtomobillari uchun ideal yoqilg'i sifatida xizmat qilishi mumkin.

Suv elektrolizi sohasida ishlaydigan "ProtonEnergySystemsInc", "HSSI Electrolyzer", "H2Gen InnovationInc" kabi katta ishlab chiqarish quvvatlariga ega ishqorli elektrolizerlarga mo'ljallangan chet el firmalarida sotish hajmlari juda yuqori. Hozirgi kunda yana bir qator chet el firmalari "NorskHydroElektrolysers" (Norvegiya), "StuartEnergySystems" (Bel'giya), "TeledyneInc"(AQSh) kabilar ularni ishlab chiqarish va sotish sohasida sezilarli va muhim yutuqlarga erishmoqdalar.

Tabiiy gaz o'zining energetik, fizik-kimyoviy va ekologik ko'rsatkichlari bo'yicha juda istiqbolli yoqilg'i hisoblanadi, undan oqilona foydalanish bir qator aspektlarda o'zining ijobiy samaradorligini berish mumkin, ulardan asosiylar quyidagilar;

1. Gaz motor yoqilg'isining tejalishi
2. Tabiiy gaz energetikasi
3. Gaz dvigatelinig yoqilg'i tejamlliligi
4. Gaz dvigatelinig chidamliligi
5. Gaz dvigatellarining ekologik xavfsizligi

Hozirgi kunda (propan-butan) suyuq gazidan foydalanish eng istiqbolli hisoblanadi. Evropada bu yoqilg'i Liquefiedpetroleumgas deb ataladi. Evropada hozirda 2,8 mln dan ortiq avtomobillar dvigatellari shu gaz bilan ishlaymoqdalar.

Propan, metan, butan, benzin, metan va vodorodning qiyosiy tavsiflari 2.1 jadvalda keltirilgan.

2.1 Jadval

Ko'rsatkichlar	Propan	Butan	Benzin	Metan	Vodorod
Kimyoviy formulasi	C_2H_8	C_4H_{10}	C_8H_{17}	CH_4	H_2
Molekulyar massasi	44	58	114	16	2
Normal sharoitlarda suyuqlik fazasi zichligi ,kg/m ³	510	580	730		70,8
Atmosfera bosimidagi qaynash temperaturasi, 0S	-43	-0,5	35 dan past emas	-161,6	-252,7
Gazsimon holatidagi yonish issiqligi, MDj/m ³	85	111	213	39	143.06
Normal sharoitlarda havo bilan aralashmasining alangalanish chegarasi, hajm % ida:					
Quyi	2,4	1,8	1,5	5	10
Yuqori	9,5	8,5	6,0	15	80
Oktanlar soni	110	95	92	120	
Siqilganlik darajasi	10...12	7,5...8,5	8,2	13	
1 kg yoqilg'ining yonishi uchun zarur havo miqdori, kg	15,8	15,6	14,7	17	23,8

Jadvaldagi ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki benzinning xususiyatlari uglerod va vodorodning molekulyar massalari juda qulay nisbatlarini o'zida aks ettiruvchi uglerod soni bilan propan, butan va metandan farq qiladi.

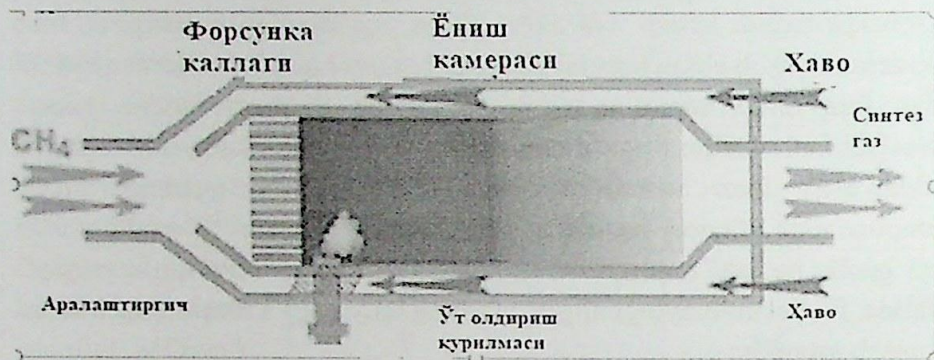
Gaz kondensatlari konlaridan gazni qazib olishda tabiiy gazlardan ajralib chiquvchi har-xil uglevodorod tuzilmasiga ega bo'lgan tez qaynovchi suyuq aralashmalar. Qatlamli sharoitlarda yuqori bosim (10-60 MPa) va temperaturada bug'simon holatda ayrim benzin-kerosin fraktsiyalari, juda kam hollarda neftning yuqorimolekulyar suyuq komponentlari uchrab turadi. Konlarga ishlov berishda bosim bir necha barobarga tushib ketadi 4-8 MPa gacha, va shazdan nobarqaror nam kondensat ajralib chiqa boshlaydi, bular barqaror kondensatlardan tarkibi bilan farq qiladi ularning tarkibida nafaqat S5 hatto undan yuqori uglevodorodlar bilan birga meton-butan aralashmasi ko'rinishidagi gaz fraktsiyalari ham uchrab turadi. Bir kubometr gazdagi suyuq komponentlar miqdori har-xil konlarda turlicha bo'lib 10 sm³dan 700 sm³ gacha bo'lishi mumkin. Gaz kondensatlaridan motorlarda yoqilg'i sifatida foydalanilmayotganligin ularning quyidagi kamchiliklari bilan izohlash mumkin:

- insonning markaziy nerv tizimiga zararli ta'siri,
- yoqilg'i sifatida foydalanilganda ish jarayonida tez uchqunlanishi,
- IYoD quvvatining keskin kamayishi (20 %) gacha,
- yoqilg'i solishtirma sarfining oshishi.

Shaxta metani so'nggi yillarda avtomobillar uchun muqobil yoqilg'i sifatida ko'mir porodalaridan ajratib olinadigan shaxta metanidan ham foydalanilmoqda. Masalan 1990 yillarda AQSh, Italiya, Germaniya va Buyukbritaniyada 90 mingdan ziyod avtomobillar shaxta metanida ishlagan. Buyukbritaniyada bunday avtomobillar asosan ko'mir konlari hududidagi avtobuslarda ishlatilgan. Bashorat qilinishicha yaqin kunlarda dunyoning ko'mir basseynlarida metan ajratib olish 96-135 mlrd m³ gacha etishi mumkin.

Sintetik yoqilg'i an'anaviy yoqilg'idan ishlab-chiqarish jarayoni bilan farq qiladigan uglevodorodli yoqilg'i, ya'ni qayta ishlashgacha iste'molchi talablariga mos kelmaydigan xususiyatlarga ega bo'lmagan xom ashyoni, qayta ishlash natijasida yoqilg'i sifatida ishlatilishi mumkin. Qoidaga ko'ra bu atama qattiq (ko'mir, yog'och qipig'i, slanets) yoki gazsimon yoqilg'ilarlardan ajratib olingan yoqilg'ilarga tegishli. Bunday jarayonlar, masalan Fisher-Tropsh jarayonidan suyuq yoqilg'i

zahiralariga ega bo'lmagan dalatlarda foydalanilgan. Tabiiy gazdan sintez qilish orqali benzinni ajratib olish eng istiqbolli hisoblanadi. Chunki 1m3 sintez-gazdan 120-180 g sintetik benzin olish mumkin. Hozirgi kunda qazib olinadigan qattiq yoqilg'ilardan sintetik suyuq yoqilg'i va gaz chegaralangan miqdorlarda ishlab chiqarilmoqda.



12-rasm. Yuqori temperaturada metan va havo aralashmasining yonishida sintez-gaz olish uchun mo'ljallangan kimyoviy reaktor sxemasi.

Sintetik yoqilg'ilarni ishlab chiqarishni kengaytirish uning tannarxi benzin asosida ishlab chiqariladigan yoqilg'ilardan juda yuqori bo'lganligi sababli to'xtatilib turibdi. Shu sababdan sintetik yoqilg'ilar sohasidagi bu muammoning echimiga qaratilgan juda katta texnik va iqtisodiy echimlar ustida izlanishlar va tadqiqotlar olib borilmoqda. Ayni damda Angliyada ko'mirdan sintetik benzin ajratib olish bo'yicha faol izlanishlar olib borilmoqda.

Spirtlar birinchi navbatda shuni ta'kidlab o'tish kerakki muqobil yoqilg'ilardan metanol va etanolni benzininga qo'shimcha sifatida emas balki o'zini ham yoqilg'i sifatida ishlatish mumkin. Ularning asosiy afzalliklari

- detonatsiyaga chidamliligi va ish jarayoni FIK ning yuqoriligi, kamchiliklariga quyidagilarni keltirish mumkin

- issiqlik ajratish qobiliyatining pastligi, bu esa o'z navbatida yoqilg'ining tez tugab qolishiga, bosib o'tilgan masofaning qisqarishiga

hamda benzinga nisbatan yoqilg'i sarfining 1,5-2 baravarga oshishiga olib keladi. Bundan tashqari metanol va etanolning bug'lanishi qiyinligi sababli, dvigatelni ishga tushirib yuborish ancha qiyinlashadi.

Spirtlarning yoqilg'i tavsiflari 2.2 jadvalda keltirilgan.

Jadval 2.2

Ёқилғи	Energiya zichligi	Yoqilg'i va havo aralash - masi	Yoqilg'i va havo aralash - masining solishtirma energiyasi	Bug'lanish - ning solishtirma issiqligi	Oktan - lar soni (RON)	Oktan - lar soni (MON)
Benzin	32 MJ/l	14.6	2.9 MJ/kg havo	0.36 MJ/kg	91-99	81-89
Butanol-1	29.2 MJ/l	11.1	3.2 MJ/kg havo	0.43 MJ/kg	96	78
Etanol	19.6 MJ/l	9.0	3.0 MJ/kg havo	0.92 MJ/kg	107	89
Metanol	16 MJ/l	6.4	3.1 MJ/kg havo	1.2 MJ/kg	106	92

Elektr energiyasi-Zamonaviy elektromobillar uchun asosiy yoqilg'i sifatida qaralayotgan energiya manbai. Bunday energiyadan foydalanish natijasida havoga chiqariladigan gazlarning zaharliligini bartaraf etish va neftdan faqatgina kimyoviy mahsulotlar va birikmalarni ishlab chiqarishda foydalanishga keng yo'l ochiladi. Energiya etkazib beruvchi sifatida elektrenergiyaning quyidagi kamchiliklariga to'xtalib o'tishimiz kerak:

-elektromobillar yurish zahirasi cheklanagligi (elektromobil deganimizda kimyoviy elektr toki manbaalaridan etaklovchi g'ildiraklarini harakatga keltirishda elektr energiyasidan foydalaniladigan avtomobillar nazarda tutiladi);

-eksploatatsion xarajatlarning yuqoriligi;

-birlamchi narxining balandligi va eletrhajmli batareyalarning qimmatligi.

Elektromobillar ishlab chiqaruvchi kompaniyalarga quyidagilarni kiritish mumkin (Nissan, BMW, Mitsubishi, Chevrolet va boshq)



13-rasm. Chevrolet Volt

Yoqilg'i elementi-gal'vanik elementga o'xshash, undan elektrokimyoviy reaksiya uchun moddalar tashqaridan uzatilishi va akkumulyator yoki gal'vanik elementdagi energiyaning cheklanganligi bilan farq qiluvchi eletrokimyoviy qurilma. Yoqilg'i elementlari yoqilg'i kimyoviy energiyasining yonish jarayonida kam samarali va katta yo'qotishlarini chetlab elektr energiyasiga aylantirib beradi. Bu eletrokimyoviy qurilma yuqorisamaradorli "sovuq" yonish natijasida to'g'ridan-to'g'ri elektrenergiyasini ishlab chiqaradi. U elektr energiyasini bevosita transport vositasining o'zida ishlab chiqaradi. Vodorod va kislorodning reaksiyaga kirishishi natijasida suv va elektr toki hosil bo'ladi. Bunda yoqilg'i sifatida siqilgan vodorod yoki metanoldan foydalanish mumkin. Bu borada bir qator chet el avtomobil firmalari ish olib bormoqdalar, agar yoqilg'i elementlarida ishlaydigan avtomobillar narxini benzinda ishlovchi avtomobillar narxiga tenglashtirishga erishilsa neft` mahsulotlarining importi evaziga o'zlarining transport sanoatini yuritayotgan mamlakatlar uchun beqiyos yutuq bo'lishi muqarrar.

Hozirda tajriba uchun ishlab chiqarilgan yoqilg'i elementlarida ishlaydigan chet el firmalarining engil avtomobillari narxi juda ham qimmat. Bundan tashqari yoqilg'i elementlarining quyidagi kamchiliklari mavjud, vodorodning yuqori portlovchanlikka egaligi va ularni saqlash uchun maxsus sharoitlar yaratilishining talab qilinishi hamda vodorod ishlab chiqarish tannarxining juda yuqoriligi.

Biodizel yoqilg'i- so'nggi yillarda AQSh, Kanada va Evropa ittifoqi davlatlarida biodizel yoqilg'isiga bo'lgan qiziqish ayniqsa uni o'simlik moyidan ajratib olish texnologiyasiga bo'lgan qiziqish tobora ortib bormoqda.



14-rasm. Biodizel yoqilg'isi namunasi

AQSh da an'anaviy dizel' yoqilg'isini 20% ini biodizel' yoqilg'isiga almashtirish va uni dengiz kemalarida, shahar avtobuslarida va yuk avtomobillarda qo'llash rejalashtirilgan. Biodizel' yoqilg'isidan foydalanish birinchi navbatda ishlatilgan gazlardagi zararli moddalar miqdorining kamayishi, (20-25%ga), dizel yoqilg'isida ko'p miqdordagi transport vositalari ishlaydigan mintaqalardagi ekologik vaziyatning yaxshilanishi bilan bevosita bog'liq chunki biodizel' yoqilg'isida oltingugurtning miqdori atiga 0,02 % ni tashkil etadi.

Biogaz-metan va karbonat angdrid gazlari aralashmasidan tashkil topgan, o'simlik va hayvonot organik moddalarining metanli achitilishidan hosil bo'lgan mahsulot hisoblanadi. U mahalliy xom ashyolardan olinadigan yoqilg'ilar turiga kiradi. Biogaz ishlab chiqarish uchun potentsial manbaalar ko'p bo'lishiga qaramay amaliyotda ularning soni geografik, iqlim, iqtisodiy va boshqa omillar sababli qisqarib boradi. U muqobil energiya manbai sifatida yuqorikalloriyali yoqilg'i sifatida xizmat qilishi mumkin. Biogaz IYoD ishining texnik-

ekspluatatsion va ekologik ko'rsatkichlarini yaxshilashga mo'ljallangan. IYoD larida biogazdan yoqilg'i sifatida foydalanish chiqindi gazlar miqdorini kamaytirish va yoqilg'i tejamkorligini yaxshilashga imkon beradi.

Vodorod- hozirgi kunda deyarli barcha avtomobil ishlab chiqaruvchi kompaniyalar o'zlarining vodorod yoqilg'isida ishlaydigan avtomobillar bo'yicha o'z kontsepsiyalariga egadirlar. Ammo ayrim firmalar aralash tizimda ya'ni "benzin-vodorod" tizimida ishlovchi avtomobillarni taqdim etmoqda. Masalan "Mazda" kompaniyasi o'zining yoqilg'ini almashlab ishlatish mumkin bo'lgan avtomobillarini taklif etmoqda.



15-rasm. Mazda-Premacy Hydrogen RE Hybrid.

Rotorli kuch qurilmasida yoqilg'i sifatida vodorod-kislorod aralashmasidan foydalaniladi, ishlash natijasida atmosferaga oddiy suv chiqariladi. Mazda kompaniyasi tomonidan ishlab chiqilgan ushbu ikkitalik yoqilg'i tizimi yordamida vodorod tugaganda haydovchi o'z avtomashinasini odatiy benzina o'tkazib ishlata olishi mumkin. Ushbu vodorod rotorli dvigatelga o'rnatilgan gibril tizim vodorodning yonish energiyasini elektr energiyaga aylantiradi u esa o'z navbatida elektromotorni quvvatlantiradi.

Boshqa avtoishlab chiqaruvchilar esa bu ikki turdagi yoqilg'ilarni birga ishlatishni yo'lga qo'ymoqchi. AQSh da dvigatellarida vodorod va dizel' yoqilg'isi aralashmasi ishlatiladigan shatakchi tyagachlar ishlab

chiqarilmoqda. Bu esa dvigatel quvvatini oshirish, ekologik tozalikni ta'minlash va yoqilg'i sarfini kamaytirish imkonini beradi. Bu tizim suvning parchalanishini amalga oshirib, vodorodni to'plab yonish kamerasiga yo'naltiradi va yoqilg'ining yuqori samaradorlikda yonishnita'minlaydi.

Rossiyaning "NAMI" kompaniyasidan bir guruh tadqiqotchilar eng qulay variantlardan birini taklif etmoqdalar ya'ni-energiya manbai sifatida vodorodning o'zidan emas, uning o'rniga bevosita avtomobil bortida qulay va xavfsiz xomashyodan termo kimyoviy o'zgartirish orqali vodorod miqdori yuqori bo'lgan gazsimon modda hosil qilish. Tarkibida vodorod mavjud bo'lgan yoqilg'i olish uchun xomashyo sifatida an'anaviy motor yoqilg'ilaridan foydalanish mumkin, chunki uning tarkibida vodorod miqdori umumiy massaning 15 % ni tashkil etadi. Ammo vodorod olishning bunday tizimini rivojlantirish va ishlab chiqarishga joriy etishni oldini olayotgan bir qator jiddiy muammolar mavjud. Masalan bu turdagi suyuq uglevodorodlar dissotsialanishining (konversiya qilinishi) temperatura darajasining yuqoriligi, konversiya jarayonlarini tashkil etishda issiqlik energiyasining qo'shimcha sarflarining zarurligi shartligini ko'rsatadi, shu bilan birga motor yoqilg'ilarida oltingugurtning mavjudligi katalizatorlardan foydalanish imkoniyatini yo'qqa chiqaradi, maqsadli konversiya mahsulotlari tarkibida inert komponentlar miqdorining nisbatan ko'pligi ularni qo'llashda qo'shimcha murakkabliklarni paydo qiladi.

2.2.Vodorodda va boshqa yoqilg'i elementlarida ishlovchi dvigatellar iste'mol tizimining tahlili

Hozirgi kunda amaliyotda qo'llaniladigan vodoroddan tashqari barcha turdagi yoqilg'ilar atrof-muhitni ifloslantirish xususiyatiga ega. Shaharlarda katta miqdorda ko'kalamzorlashtirish ishlari olib boriladi, lekin avtomobillar sonining keskin oshib borishi amalga oshirilayotgan ishlarning samarasiga salbiy ta'sir ko'rsatmoqda. Ishlab chiqarilayotgan va shaharlarimiz hayotiga kirib kelayotgan millionlab yangi modifikatsiyadagi avtomobillar yoqilg'ilari ishlash natijasida atmosferaga karbonat angdrid (SO_2) va kuyundi (SO) gazlar chiqaradi.

Shunday havodan nafas olish va shu atmosferada doimiy yashash inson salomatligiga juda katta zarar etkazadi. Shu sababli hozirda shunday kasalliklar tarqalganki ulardan ayrimlarini hatto davolash imkoniyati ham mavjud emas. Yana bir qiziq tomoni shundaki agar havoning musaffoligini e'tiborga oladigan bo'lsak bu sohadagi mavjud muammo juda ham og'ir va dolzarb bo'lib ko'p vaqtlardan buyon o'z echimini kutayotgan bir muammo sifatida qolib kelmoqda. Hozirgi kunda insoniyat oldida turgan atrof-muhitning katta tezlik bilan tinimsiz ifloslanishini oldini olish eng muhim vazifadir. Bu degani ekologik fojeaning oldini olish demakdir. Bu fojeaning asosiy ishtirokchilaridan biri bu ichki yonuv dvigatellari va ulardan chiqayotgan zaharli gazlardir. Agar kurrai zaminimizdagi barcha transport vositalarining IYoD lari atigi bir soniya ekologik toza yoqilg'i ya'ni "VODOROD" yoqilg'isida ishlasa Ona zaminimiz ekologik jannatga olib boruvchi yo'lga tushishi mumkin.

Vodorodning ijobiy ta'siri haqida qancha gapirmaylik, amaliyotda undan foydalanilayotganligini juda kam ko'ramiz. Hozirgi kunda bu sohaga oid juda ko'p loyihalar ustida ish olib borilmoqda magistrlik ishimni bajarishimdan maqsad faqatgina bu noyob yoqilg'i haqida ma'lumot berish emas, balki undan amalda foydalanish bo'yicha o'z takliflarimni berish. Vodorod yoqilg'isidan samarali foydalanish nafaqat bizning mamlakatimiz balki butun er yuzidagi aholi uchun dolzarb muammo bo'lib qolmoqda, chunki hozirgi kundagi er yuzidagi ekologik vaziyat hech kimni befarq qoldirmaydi.

Vodorod er yuzida eng ko'p tarqalgan elementlardan. Er shari qobig'idagi har 100 atomning 17 tasini vodorod atomi tashkil etadi. Er shari umumiy vaznining atmosfera, litosfera, gidrosfera bilan birgalikda 0,88% i vodoroddan tarkib topgan. Agar er yuzasida suvning hajmi 1,5 1018 m3 dan ko'pligini va vodorodning suvdagi ulushi 11,19% ekanligi ko'z oldimizga keltirsak, vodorod yoqilg'isi uchun er sharidagi xom ashyo zaxiralarining cheksiz ekanligiga guvoh bo'lamiz. Shu bilan birga vodorod g'ozirgi kunda yoqilg'i olish uchun ishlatiladigan barcha elementlar takibida mavjud ekanligini ham unutmasligimiz kerak masalan neft tarkibida u 10,9-13,8%, yog'och tarkibida 6%, ko'mir tarkibida 5,5%, tabiiy gaz tarkibida esa 25,13%ni tashkil etadi. Vodorod

texnologiyasi deganda sanoat miqyosida vodorodni ishlab chiqish, saqlash va bir joydan ikkinchi joyga tashib o'tish metodlari majmuasi hamda bitmas-tuganmas xom ashyo manbaalaridan xavfsiz foydalanish texnologiyalari tushuniladi. Transport, sanoat va uy jihozlarining vodorod yoqishga o'tishi—havo basseynini uglerod, azot, oltingugurt oksidari va uglevodorodlardan zaharlanish muammosining echimi yo'lga o'tish demakdir. Vodorod texnologiyasiga o'tish va suvdan vodorod olish uchun yagona energiya manbai sifatida foydalanish nafaqat planetamizning suv balansiga, balki alohida mintaqalarning suv balansiga ham hech qanday zarar etkazmaydi. Masalan sanoati juda rivojlangan Germaniya mamlakatining yillik energiyaga bo'lgan ehtiyojini qanoatlantirish uchun Reyn daryosi o'rtacha oqimining 1,5 % suvidan olingan vodorod etarli bo'ladi. Bundan buyuk fantast Jyul Vern “Sehrli orol” romani qahramonining “Suv-bu kelgusi asrlar ko'miri” degan oqilona fikrlari o'z isbotini topishiga to'xtalib o'tishimiz mumkin. Shuni alohida ta'kidlash kerakki suvdan hosil qilingan vodorod energiya manbaalari ichida eng energiyaga boy hisoblanadi. Masalan 1 kg N_2 ning yonishidan ajralib chiqadigan issiqlik 120 MDj/kg ni tashkil etadi, shuncha massali benzin yoki yaxshilangan uglevodorodli aviatsiya yoqilg'isidan ajralib chiqadigan issiqlik miqdori 46-50 MDj/kg ni tashkil etadi, farqiga e'tibor qiling vodorod yoqilg'isidan ajralib chiqadigan issiqlik miqdori 2,5 baravar ko'p. Shu bilan birga vodorod-tez yangilanadigan yoqilg'i.

Sayyoramizda qazib olinadigan yoqilg'i zahiralari hosil qilish uchun millionlab yillar kerak bo'ladi, suvdan vodorodni ajratib olish, foydalanish va suvni hosil qilish tsikli-uchun juda qisqa muddatlar ya'ni soatlar, haftalar gohida daqiqalar ham kifoya. Vodorodning yoqilg'i va kimyoviy xom ashyo sifatida yana bir qator bebaho sifatlari mavjud. Uning universalligi shundaki, u energetika, transport, sanoat va boshqa sohalarda har qanday yoqilg'i turining o'rnini bosa olishi mumkin. Vodorod avtomobil dvigatellarida benzinning, aviatsiya reaktiv dvigatellarda kerosinning, metallarni payvandlash va kesish jarayonlarida atsetilinning, xo'jalik va boshqa maqsadlarda ishlatiladigan tabiiy gazning, yoqilg'i elementlarida metanning, metallurgik

jarayonlarda koksning (rudalarni to'g'ridan-to'g'ri tiklash), qator mikrobiologik jarayonlarda uglevodorodlarning o'rnini bosa olishi mumkin. Vodorodni trubalar orqali transportirovka qilish, kichik iste'molchilarga etkazib berish va istalgan miqdorda ishlab chiqarish hamda saqlash mumkin. Shu bilan birga u kimyo sanoatida bir qator sintetik uglevodorodlarni olish (ammiak, metanol, gidrazin) muhim sanaladigan kimyoviy sintezlar uchun ham xomashyo sifatida qo'llaniladi.

Zamonaviy texnologlar ixtiyorida vodorod yoqilg'isini, uglevodorodli gazlar, suyuq uglevodorodlar va suvni hosil qilish bo'yicha yuzlab texnik usullar mavjud. Bu usullarning qaysi biridan foydalanish samarali bo'lishi iqtisodiy tahlillar, talab qilinadigan xomashyo va energetik resurslar zaxiralariga bog'liq bo'ladi. Hozirgi kunda ishlab chiqarilayotgan vodorodning eng ko'p qismi (AQSh va Rossiyada) metan va uning gomologlarini konversiyalash yo'li bilan uglevodorodli gazlardan olinmoqda. Zamonaviy texnologiyalar dunyo bo'yicha har yili o'n million tonnalab molekulyar vodorod ishlab chiqarish imkonini bermoqda. Uning 90 % dan ko'prog'i metan, suyuq uglevodorodlar va qattiq yoqilg'ini gazlashtirish bilan katalitik konversiya usulida ishlab chiqarilmoqda. Ko'rinib turibdiki kelajakda vodorod texnologiyasiga o'tishda qattiq yoqilg'ilardan boshqa manbaalardan foydalanilmaydi. Asosiy xomashyo sifatida suvdan foydalaniladi. Suvni parchalash uchun energiya manbai sifatida atom (issiqlik, elektrenergiya) suv, shamol va quyoshenergiyasidan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Sanoat amaliyotida suv elektrolizi oldindan amalga oshirilib kelinmoqda va uning amalga oshirilishi bo'yicha adabiyotlarda juda ko'p ma'lumotlar keltirilgan. Hozirgi kunda sanoatda suvni parchalash uchun asosiy energiya manbai sifatida quyosh energiyasidan foydalanishga katta e'tibor qaratilmoqda. Bu suvni parchalashda fotoliz yacheykalardan, kelajakda suvni gidrolizlash uchun energiya ishlab chiqarishda quyosh energiyasidan foydalanish demakdir. Bunda hal qilinadigan masalaning mohiyati shundaki, maqsadli ravishda suvni parchalab vodorod kislorod holatiga keltirguncha bevosita quyosh energiyasidan foydalanib bir qator fotokimyoviy reaksiyalarni amalga oshirish. Muammoning mohiyati

shundaki, suvni parchalashda quyosh energiyasidan foydalanishda qanday biologik tizimlardan foydalanish kerakligini aniqlash. Texnologik nuqtai-nazardan suvni parchalashning termokimyoviy usullari eng samarali hisoblanadi. Bu usullarning muhimligi shundaki suvni parchalashda ular atom reaktorlari issiqligini, quyosh issiqligini, geotermal suvlr issiqligini va boshqa barcha turdagi issiqliklardan foydalanishni nazarda tutadi, masalan tropik dengizlar yuqori va pastki qatlamlaridagi temperaturaning keskin o'zgarishi. Hozirda aralash termokimyoviy jarayonlar ham ishlab chiqilmoqda, ularda issiqlik energiyasi bilan bir qatorda elektr energiyasidan ham foydalanish mumkin, termokimyoviy jarayonlar, quyosh nurlari va termokimyoviy jarayonlar.

Vodorod yonishidan ajralib chiqadigan yagona chiqindi gaz bu suv bug'lari ular o'z-o'zidan ma'lumki tabiiy holda suv aylanish jarayoniga qo'shilib ketadi. Ma'lumki elektroliz vositasida suvdan yana qaytadan vodorod olish mumkin. Vodorod energetikasining asosi bo'lgan bu yopiq tsikl vodorodni ekologik nuqtai nazardan eng toza yoqilg'i deb qabul qilishga asos bo'la oladi. Bundan ko'rinib turibdiki transport sohasini vodorod yoqilg'isiga o'tkazish katta shaharlardagi ekologik muammoni birvarakayiga hal qila olish imkoni ega. Lekin, buni hal qilishda insoniyat qator muammolarga duch kelmoqda jumladan;

- suvni elektrolizlab vodorod olish uchun katta miqdorda energiya xarajat qilinishi talab qilinadi;

- vodorodni saqlash va bir joydan ikkinchi joyga tashib o'tish uchun maxsus yuqori germetiklikka ega bo'lgan hajmlarni ishlab chiqarish, chunki vodorod molekullari juda kichik o'lchamli bo'lganligi sababli katta singuvchanlik xususiyatiga ham egadirlar;

- yirik avtomagistrallar yoqasida har bir aholi yashash punktida yoqilg'i quyish shaxobchalarining rivojlangan tarmog'ini yaratish, chunki vodorod juda engil va zichligi kam gaz, shu sababdan vodorod dvigatelli avtomobillarga benzin va dizel yoqilg'isida ishlovchi dvigatelli avtomobillarga nisbatan tez-tez yoqilg'i quyib turilishiga to'g'ri keladi.

Vodorodni avtotransportga olib kirish yo'llaridan biri bu uni IYoD da yoqish. BMW va Mazda mutaxassislari muammoga shunday

yondoshmoqdalar. Yapon va nemets muhandislari o'zlarining ustunliklarini shunda ko'rmoqdalar. Mashina vazniga qo'shimcha vazn, vodorod yoqilg'i tizimidan qo'shiladi, yoqilg'i elementlarida ishlaydigan avtomobillarda vaznga qo'shimcha (yoqilg'i elementlari, yoqilg'i tizimi, elektromotrolar, tok o'zgartirgichlari, quvvat akkumulyatorlari) mexanik transmissiya va dvigatelni echib olish evaziga erishilgan engillashtirishlarni deyarli yo'qqa chiqaradi. Vodorodli IYoD da ishlaydigan mashinalarda (hatto vodorodli bak u holatda ham bu holatda ham yukxonaning bir qismini egallagan tadirda ham) foydali fazodagi yo'qotishlar ham kam bo'ladi. Bu yo'qotishlarni batamom yo'qqa chiqarish uchun avtomobil dvigatellarinin faqatgina vodorodda ishlaydigan qilib tayyorlash taqozo etiladi. Aynan mana shu erda yapon va nemets tadqiqotchilarining asosiy fikrlari namoyon bo'ladi. BMW va Mazda mutaxassislari (hozirda mavjud ikki xil yoqilg'ili "benzin/gaz" tizimida ishlovchi mashinalar) avtomobillarda benzinda yurish imkoniyatidan to'liq voz kechmagan holda. Avtoquruvchilarning fikricha, bunday yondoshuv avtotransport vositalarining bosqichma-bosqich vodorodda ishlashga o'tishini engillashtiradi. Yoqilg'i elementlarida ishlovchi mashinalarni seriyali ishlab chiqish va katta miqdorda sotish uzoq vaqt davomida yoqilg'i quyish shaxobchalarining soni kam bo'lganligi uchun shu holatda qoladi. Eng asosiysi yoqilg'i elementlarining narxi ham hozircha qimmat. Bundan tashqari odatiy IYoD larini vodorod (ma'lum bir rostlashlar va o'zgartirishlar kiritib)yoqilg'isiga o'tkazish ularni nafaqat toza qiladi, balki ularning termik FIK ni oshiradi va ularning ishlashini ijobiy tomonga o'zgartiradi. Gap shundaki, vodorod benzin bilan taqqoslaganda havo bilan aralashma hosil qilish diapazoni juda keng, bunda hosil qilingan aralashmani o't oldirish imkoni saqlanib qoladi.

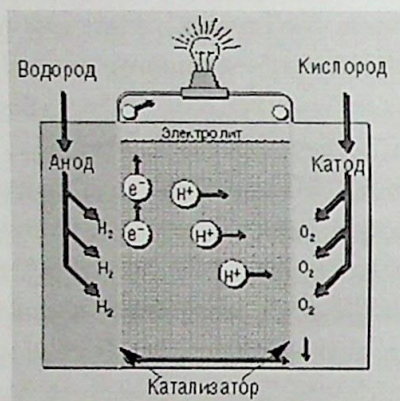
Vodorodning yonuvchanligi ham benzina nisbatan yuqori bo'ladi, u hatto tsilindr devorlari yaqinida ham to'liq yonadi, benzinli dvigatellarda esa tsilindr devorlariga yaqin joylarda yonmagan ishchi aralashma qolib ketadi. Vodorodning fizik xossalari benzinning fizik xossalariidan keskin farq qiladi. Yoqilg'i ta'minoti tizimi ustida yapon va nemets tadqiqotchilar uzoq vaqt bosh qotirdilar. Ammo natija ham

shunga yarasha bo'lgan. BMW va Mazda tomonidan taqdim etilgan vodorodli avtomobillar odatiy avtomobillar soxiblari uchun nol chiqindi bilan birgalikda juda yuqori dinamikani o'zida mujassam etadi.

Yana bir muhim tomoni shundaki ular yoqilg'i elementlarida ishlashga mo'ljallangan "ul'trainnovatsion" mashinalarga nisbatan ommaviy ishlab chiqarishga ko'proq moslashgan. Ko'rinib turibdiki agar "vodorod dvigateli" deganda yoqilg'i elementlarida vodorod va kislorod birikishi reaksiyasidan elektr energiyasini oluvchi dvigatel tushunilsa azot oksidlari umuman bo'lmaydi. Uglevodorodli yoqilg'i esa yondirilganda bir guruh zaharli birikmalarni "hadya" etadi, ulardan biri bu hayot uchun xavfli bo'lgan "qurum". Ekspertlar avtotransportning "Vodorodli kelajagini" eng avvalo yoqilg'i elementlari bilan bog'lamoqdalar. Ularning bu sohaning jozibadorligi fikri hamma tomonidan e'tirof etilmoqda. Bunda hech qanaqa harakatlanuvchi qismlar va hech qanday portlashlar bo'lmaydi. Vodorod va kislorod "membranali yashikda" (sodda tilda yoqilg'i elementini shunday tasavvur qilish mumkin) sokinlik bilan birikadi va suv bug'i va elektr energiyasi hosil qilinadi. Ford, General Motors, Toyota, Nissan va boshqa kompaniyalar o'zlarining "yoqilg'i elementlarida" ishlovchi kontsept-karlarini taqdim etmoqdalar va barcha vodorodli modifikatsiyalaridan o'zlarining odatiy modellardan ayrimlarini ko'proq ishlab chiqarishni yo'lga qo'ymoqchilar.

Germaniya, Yaponiya va AQSh ning ayrim hududlarida avtomobillarga vodorod yoqilg'isini quyuvchi shaxobchalar mavjud. Kaliforniyada esa quyosh batareyalaridan olingan energiya evaziga suvni elektrolizlashga mo'ljallangan dastlabki stantsiyalar qurilmoqda. Shunga o'xshash tajribalar dunyo bo'ylab amalga oshirilmoqda. Avtomobil ishlab chiqaruvchilar vodorod energetikasi yo'nalishida o'zlarining ilk qadamlarini qo'ymoqdalar. Ancha yillardan buyon vodorodli yoqilg'i elementidan foydalanib ishlovchi an'anaviy benzinli dvigatel va elektrdvigatel bilan jihozlangan "Gibrid" avtomobillar ishlab chiqarilmoqda. Vodorodli yoqilg'i elementi kimyoviy reaksiya energiyasi elektr energiyaga o'zgartiriluvchi oddiy akkumulyatorga o'xshash bo'ladi.

Vodorod maxsus germetik idishdan ikkita elektrod (anod va katod) hamda faqatgina protonlarni o'tkazishga mo'ljallangan material, proton-almashish membranasidan tarkib topgan yoqilg'i elementiga uzatiladi. Qimmatbaho metallardan (masalan platina yoki u asosidagi qotishmalardan) tayyorlangan anodda, vodorod molekulalari atomlarga ajralib ketadi va elektronlarni yo'qotadi. Bunda "bo'shalgan" vodorod yadrolari ya'ni protonlar membrana orqali katodga tomon harakatlana boshlaydi.



16-rasm. Yoqilg'i elementining ishlash printsiplari.

Elektronlar esa membranani "aylanib o'tib" harakatlanadilar, chunki membrana ularni o'tkazmaydi. Elektronlar oqimi avtomobil elektr dvigateli iste'mol qiladigan elektr energiyasi tarzida namoyon bo'ladi. Dvigatelni aylanib o'tib elektronlar katodga keladi. O'z navbatida aynan shu erda yoqilg'i elementiga atmosferadan kelib tushadigan kislorod molekulalari atomlarga ajraladi. Natijada katodda bir vaqtning o'zida kislorod atomlari, protonlar va elektronlar to'planadi, bu esa suv molekulalarining hosil bo'lishiga olib keladi, hosil bo'lgan suv molekulalari element tashqarisiga chiqarib yuboriladi.

Haqiqatda esa yoqilg'i, $H_2 + O_2 \rightarrow H_2O$ ko'rinishidagi portlash shaklidagi emas, sokin va boshqariladigan rejimdagi yuqori energetik reaksiyani o'tkazish imkonini beradi. Mazkur sitemaning mumtoz misoli sifatida eksperimentlar o'tkazish maqsadida AQSh da ishlab chiqarilgan siqilgan vodorod yoqilg'isida ishlovchi UKLA (UKLA) avtomobili misol

bo'la oladi. UKLA avtomobili maxsus shahar sharoitlariga mo'ljallangan bo'lib hajmi 5,75 l, dvigateli V-8, 1971 yilda ishlab chiqarilgan "Ford Boss" (Ford Boss) avtomobili bazasida yaratilgan. Dvigatelni modifikatsiya qilish bo'yicha amalga oshirilgan tadbirlar, siqilish darajasini 11,7 dan 8,9 gacha kamaytirish, yoqilg'i aralashmasi temperatura cheklovchisini o'rnatish va gaz taqsimlash fazalarini o'zgartirishga qaratilgan. Vodorodning qayta yonishining oldini olish. Uning yonish qattiqligini kamaytirish va NOx emissiyasining pasayishini ta'minlash uchun yoqilg'i aralashmasini 25% li OG retsirkulyatsiyasi yordamida qisman ballastirovka qilinadi. Vodorod old o'rindiqlar orqasida o'rnatilgan ikkita ballonda saqlanadi. Massasi 136 kg bo'lgan har bir ballonda 41MPa bosim ostidagi 1,36 kg N₂ joylashtirilgan. Vodorod dvigatelga bosimni 30mm suv ustunigacha pasaytirib uzatadigan ikki pog'onali reduktor orqali jo'natiladi. Xavfsizlikni oshirish maqsadida vodorod kiritish patrubkasida elektrsizlanganlik mavjud bo'lgandagina uzatiladi, buning uchun bosim datchiki tomonidan boshqariladigan elektromagnit klapanidan foydalaniladi. CVS-1973 usuli bo'yicha avtomobillar sinovdan o'tkazilganda 35 km ga yoqilg'i sarfi 1kg N₂ ni tashkil etgan, bu esa 100km masofani zaryadlanmasdan bosib o'tish imkonini bergan. Chiqindi gazlarda SO, SO₂, va SN komponentlar mavjud bo'lmaydi, taxminan 0,205g/km NOx mavjud bo'ladi. Bu AQSh ning 1976 yilgi Federal standarti talablariga to'liq mos keladi.

Avtomobillarda vodorodni saqlash tizimlarining hajm-massa xarakteristikalari.

Vodoroddan suyultirilgan holatda foydalanilganda yoqilg'i tizimlarining hajm-massa ko'rsatkichlari sezilarli darajada yaxshilanadi. Bunda asosiy muammo suyuq vodorodning past temperaturasi, shu sababdan birinchi darajali vazif bu yoqilg'i bakining issiqlik izolyatsiyasi ta'minlash. Odatda suyultirilgan vodorod ikki qatlamli devorga ega bo'lgan kriogen rezervuarlarda saqlanadi va bir joydan ikkinchi joyga tashib o'tiladi, devor qatlamlari orasidagi bo'shliq izolyatsiya bilan to'ldiriladi.

Jadval 2.3

Ko'rsatkich	Benzin	Siqilgan vodorod	Suyuq vodorod	Gidrid (MgH ₂)
Yoqilg'i massasi, kg	53,5	13,4	13,4	181
Yoqilg'i hajmi, m ³	0,07	1,0	0,19	0,23
Bak massasi, kg	13,06	1361	181	45,4
Bak hajmi, m ³	0,08	1,53	0,28	0,25
Yoqilg'i tizimining umumiy massasi, kg	67	1374	195	227

Izolyatsiya turlari ichida eng samaralisi ekranlashtiruvchi va izolyatsiyalovchi materialli qatlamlardan iborat ko'p qatlamli izolyatsiyadir. Ekranlashtiruvchi material sifatida alyumin fol'gadan, izolyatsiyalovchi qatlam sifatida esa shisha mato yoki shisha qog'ozdan foydalaniladi. Izolyatsiyalovchi bo'shliqda bosim 1,33 MPa dan past bo'lganda bunday izolyatsiya issiqlikni umuman chiqarib yubormaydi, buning evaziga sig'imi 100 m³ bo'lgan tsisternyada yo'qotishlar bir sutkada 0,25 % ni, statsionar rezervuarda saqlanganda esa bir yilda 10 % ni tashkil etadi.

Hozirgi kunda avtomobillar uchun shunday kriogen baklar ishlab chiqilmoqdaki, ularda bir sutkalik gazning oqib chiqish miqdori umumiy hajmning atigi 1 % ini tashkil etadi. Dvigatelga suyuq vodorod regazifikatsiya qilib gaz bosimini pasaytirish yoki suyuq fazada qizdirish yo'li bilan uzatiladi. 8-rasmda dvigatel ish hajmi 1,4 litr bo'lgan "Datsun B-210" (Datsun B-210) avtomobilining suyuq vodorod bilan ta'minlanish tizimi joylashuvi ko'rsatilgan. 120 kg massaga ega bo'lgan kriogen bak va 230 litrlik idish yukxonaga joylashtiriladi. 0,4-0,5 MPa bosim ostida vodorod qo'shimcha mushtumchali val yordamida harakatga keltiriluvchi klapanli mexanizm yordamida kiritish patrubkasig yo'naltiriladi. Dvigatelning vodorod sachratish klapani kiritish klapani

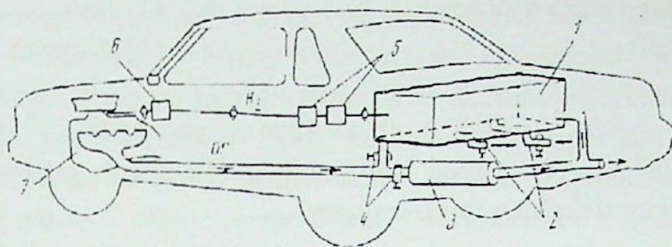
bilan bir vaqtning o'zida ochiladi va mushtumchali valning 900 burilishi bilan yopiladi. Vodorod sarfini o'zgartirish uchun ikkita ignasimon klapanli ikki pog'onali reduktordan foydalaniladi. Issiqlik magistrallarining past temperaturali izolyatsiyasi sachratish nuqtasida vodorod temperaturasining -1300°S bo'lishini ta'minlaydi, bu esa tsilindrlarning to'ldirilish darajasini sezilarli darajada oshiradi. Suyuq vodorod bilan ta'minlash sistemasining umumiy og'irligi 150kg ni tashkil etadi. Bevosita dvigatel tomonidan ishlatiladigan suyultirilgan vodorod sarfi 100 km ga 22 l ni, saqlash va zapravka jarayonida yuzaga keladigan yo'qotishlar hisobga olinsa bu miqdor 25 l ni tashkil etadi, bu esa bir marotabalik yoqilg'i quyish bilan avtomobilning 1000 km gacha masofani bosib o'ta olish imkoni mavjudligidan dalolat beradi. Agar benzin yoqilg'isi ekvivalentligida hisoblasak avtomobilning tejamkorligi 100 km ga 5,7-6,5 l ni tashkil qiladi. Shaharda yurish tsikli bo'yicha ko'rib chiqilganda 1 km bosib o'tilgan yo'l uchun chiqindi gazlar tarkibida 0,05 gr SN, 0,18 gr SO, va 2, 56 gr NOx ajralib chiqishi aniqlangan. Suyuq vodoroddan foydalanish xavfsizligini ta'minlash uchun yoqilg'i uzatish tizimining to'liq germetiklanishi zarur va yoqilg'i bakidagi ortiqcha vodorodning bosimini chiqarib yuborish va uni keyinchalik katalitik o't oldirgich yordamida neytrallashtirish kerak bo'ladi. Avtomobilni suyultirilgan vodorod bilan to'ldirish uchun yoqilg'ining suyuq va gazsimon fazalarining sizib chiqmasligini to'liq ta'minlovchi maxsus tizim talab qilinadi. Dvigatelning benzo-vodorod aralashmasi bilan vodorod sarfining kam miqdorini e'tiborga olgan holda (asosiy yoqilg'i hajmi umumiy miqdorining 20 % idan ko'p bo'lmagan) aralash ta'minotini ta'minlash uchun undan siqilgan holda foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Vodorod uzatilishini ulash va ajratish odatda elektromagnit klapan yordamida amalga oshiriladi. Ikkilamchi energo ta'minotchilar mobil iste'molchilarda vodoroddan foydalanishning eng istiqbolli shakli hisoblanadi. Toza vodorodda ishlovchi sxemalardan farqli ravishda ikkilamchi energo ta'minotchilardan foydalanish birinchi navbatda vodorod yoqilg'isidan foydalanish xavfsizligi muammosini hal qilish imkonini beradi hamda yuqori bosimlar va kriogen temperaturalar hosil

qilmasdan turib etarli darajadagi energiya zahiralariga ega bo'lishni ta'minlaydi.

Metallogidridlar tarkibida vodorodni akumulatsiyalash katta amaliy ahamiyat kasb etadi. Vodorod ajralib chiqishi bevosita chiqindi gazlarni yoki sovutish tizimidan olingan issiq suyuqlik yordamida gidridlarni qizdirish orqali amalga oshiriladi. Gidrid akkumulyatorni quvvatlantirish uchun, qayta tiklangan metall komponent orqali kichik bosim ostida vodorod o'tkaziladi va bir vaqtning o'zida hosil bo'lgan issiqlik chiqarib yuboriladi. Quvvatlantirish jarayoni akkumulyator energiya sig'imini yomonlashtirmasdan bir necha ming marotaba takrorlanishi mumkin.

Idish tashqi qobig'ining shikastlanishi yoki avriya holatida vodorodning bir qismi tezda havoga uchib ketadi, bu esa gidrid temperaturasining pasayib ketishiga va vodorod ajralib chiqishining to'xtashiga olib keladi. Shu sababdan gidridli vodorod akkumulyatori benzinli bakka nisbatan xavfsiz hisoblanadi. IYoD li gidridli vodorod akkumulyatori bilan jihozlangan avtomobil benzinda ishlaydigan avtomobilga qaraganda ancha og'ir va yurish zahirasi kam bo'ladi, lekin bu ko'rsatkichlar bo'yicha elektromobillarning majud va istiqbolli turlaridan ustun turadi. Gidridli akkumulyatorlar alohida xizmat ko'rsatishni talab qilmaydi, akkumulyator batareyalariga nisbatan tez quvvatlanadi, tannarxi arzon, xizmat muddati ancha uzun hisoblanadi. Gidrid vodorod akkumulyatorli avtomobillardan shahar sharoitlarida foydalanish eng maqsadli hisoblanadi. Bu erda ular mavjud avtomobillar va elektromobillar bilan raqobatlasha olishlari mumkin. 9-rasmda 1975 yilda ishlab chiqarilgan "Pontiak Grad Vill" avtomobilining vodorod bilan ta'minlanish gidrid tizimli modifikatsiyasining uzellari joylashuv sxemasi keltirilgan.



17-rasm. «Pontiac Grand Vill» avtomobilining vodorod bilan ta'minlanish gidrid sistemasi

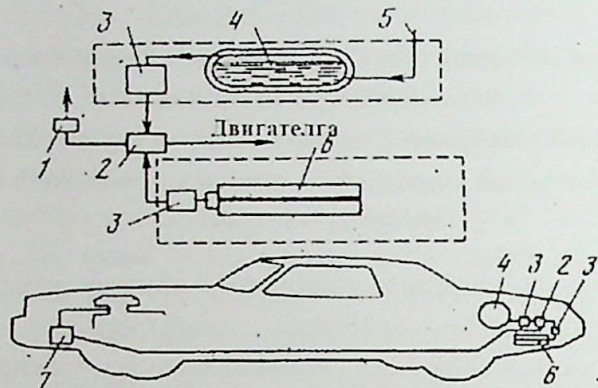
1-gidrid akkumulyator; 2- suvni uzatish va qayta to'kish; 3-so'ndirgich; 4-rostlash klapanlari; 5- nazorat va boshqarish tizimi; 6-rostlagich; 7-dvigatel'.

Yukxonaga joylashtirilgan yoqilg'i baki, umumiy qobiqqa o'ralgan temir-titan kukuni bilan to'ldirilgan zanglamaydigan trubalardan tayyorlangan paket shakliga ega. Vodorod bilan quvvatlantirishda bak trubkalar orasidagi bo'shliqdan jo'natilayotgan vodoprovod suvi bilan sovutiladi, bu suvdan ish jarayonida qizdirishda va chiqindi gazlarni o'tkazib yuborishda ham foydalaniladi. Dvigatelni takomillashtirish bo'yicha bajariladigan ishlar siqish darajasini 8 dan 10 oshirishga, yoqilg'i uzatish sistemasini almashtirishga va o't oldirish burchagining ilgarilab ketishini 100 ga o'zgartirishga qaratilgan. Vodorod past bosimli reduktor orqali aralashtirgichga uzatiladi, u erdan havo bilan birgalikda kirish patrubkasiga suvni sachratish uchun ishlatiladigan soddalashtirilgan karbyuratorga jo'natiladi. Dvigatel quvvati vodorod-havo aralashmasi oqimini drosellash orqali rostlanadi, shunisi e'tiborliki dvigatelni vodorodga o'tkazish uning ish diapazonidagi aylanishlar chastotasida quvvatini 25-35 % ga pasaytirdi. Burovchi moment miqdorining kamayib ketishi va avtomobil og'irligining oshib ketishi uning bosh uzatmasini takomillashtirishni taqozo etadi.

Yoqilg'i to'ldirilgan bak massasi	333,4 kg
Gidrid massasi.....	197,8 kg
Yoqilg'i quyish bosimi.....	3,4 MPa
Yoqilg'i tejamkorligi.....	4,032 kg/100 km

Avtomobilning yurish zahirasi..... 43,9 km
 Maksimal tezlik 144,8 km/ch

1973 yilda ishlab chiqarilgan vodorodda ishlashga takomillashtirilgan "Shevrole" avtomobilida (10-rasm) gidrid-kriogen aralash ta'minot tizimidan foydalanilgan.



18-rasm. «Shevrole Monte Karlo» avtomobilining vodorod bilan ta'minlash gidrid-kriogen tizimi:

1-katalitik o't oldirgich; 2-resiver; 3-elektr klapan; 4- suyuq vodorodli kriogen bak; 5- yoqilg'i quyish truboprovodi; 6-gidrid akkumulyator; 7- rostlagich.

Suyuq vodorodda ishlovchi dvigatelni o't oldirish issiqlik rejimi barqarorlashtirilgandan keyin vodorod akkumulyatorini ishga tushirish orqali amalga oshiriladi, bunda gidridni qizdirish uchun sovutish tizimidagi suvdan foydalaniladi. Bakdagi suyuq vodorodning ortiqcha fazasi gidrid akkumulyatorni quvvatlantirib turish uchun ishlatiladi, bu esa past qaynovchi komponentning havoga chiqib ketishini to'liq bartaraf etadi.

Gidrid akkumulyator 6,4 kg vodorodning saqlanishini ta'minlovchi 400kg FeTiH_2 bilan to'ldirilgan po'lat konteyner ko'rinishiga ega.

Akkumulyatorni 700 S gacha qizdirish 1-2 MPa bosimdagi, sarfi 1,3 kg/soat ga yaqin vodorod olish imkonini beradi. Og'irligi 41 kg

bo'lgan kriogen bak o'zida 3,8 kg vodorodni saqlay oladi. Gidrid-kriogen ta'minot tizimining asosiy elementlari avtomobil yukxonasida joylashtiriladi. Turli xil gidrid komponentli akkumulyatorlarni biriktirish istiqbolli yo'nalishlardan biri hisoblanadi, masalan temir-titan qotishmalari va magniy qotishmalari asosida ishlab chiqariladigan akkumulyatorlar. Past temperaturali komponent dvigatelning o't oldirilishini ta'minlaydi, katta vodorod miqdoriga ega bo'lgan yuqori temperaturali komponent esa uning asosiy ishini bajaradi. Hisob-kitoblarga muvofiq umumiy og'irligi 200 kg, umumiy hajmi 50-75 l bo'lgan ikkita akkumulyatorlarning bunday kombinatsiyasi avtomobilga bir marotaba yoqilg'i quyish hisobiga 400 km gacha masofani bosib o'tish imkonini beradi.

2.3. Vodorodda ishlovchi dvigatellarning ta'minot tizimi tahlili.

70-yillarda kechgan yonilg'i krizisi aksariyat avtomobil kompaniyalarini muqobil yonilg'ilarga yangicha yondoshuv bilan e'tibor qaratishga majbur qildi. Ana o'sha vaqtda vodorodga bo'lgan ilk qiziqishlar paydo bo'lgan, chunki uning zaxiralari Yer yuzida eng ko'p tarqalgan (uni oddiy suvdan ajratib olish mumkin). Lekin bu inqiroz uzoqqa cho'zilmadi va tez orada neft ishlab chiqaruvchi korxonalar yana to'liq quvvat bilan ishlay boshladilar natijada vodorod bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar vantincha to'xtatildi. Oradan bor-yo'g'i 30 yil o'tib zaminimizdagi ekologik vaziyatning keskin yomonlashuvi bu tadqiqotlarning nechog'li dolzarb ekanligini ko'rsatib berdi. Darhaqiqat vodorodni yoqib-suv hosil qilinadi.

Boshqa turdagi avtomobil yonilg'ilarini toza holatdagi vodorod bilan taqqoslaganimizda uning quyidagi afzalliklari o'z-o'zidan namoyon bo'ladi:

- yonish issiqligining yuqoriligi (28620 kkal/kg);
- temperaturaning keng diapazonlarida vodorod-havo aralashmasining yaxshi alangalanishi, bu havo atmosferasining har qanday temperaturasida dvigatelning ishga tushish xususiyatlarining yaxshilanishini ta'minlaydi;
- chiqindi gazlarning xavfsizligi;

-siqilish darajasining 14,0 gacha bo'lgan hollarda ishlash imkonini beruvchi detonatsiyaga qarshi bardoshlilikining yuqoriligi;

-yonish tezligining yuqoriligi, stexiometrik vodorod-havo aralashmasi uchun u benzin-havo aralashmasiga nisbatan 4 baravar yuqori, bu vodorodning to'liq yonishini ta'minlab beradi va termik FIK ning katta (o'rtacha 20-25%) bo'lishini ta'minlaydi;

-havo bilan aralashmalarning keng diapazonda yaxshi alangalanishi dvigatelda ma'lum bir tarkibdagi uzatilayotgan aralashmaning miqdorini o'zgartirish orqali aralashma hosil qilinishining sifatli boshqarilishiga imkon beradi, bunda N₂ dan foydalanilganda kiritishda havo oqimini drossellashdan sezilarli darajada voz kechish mumkin, buning evaziga dvigatelning qisman yuklanganlik rejimlarida termik FIK ni oshirish mumkin.

Vodorodli dvigatellar bo'yicha olib borilayotgan ishlanmalardan istiqbolli sifatida quyidagilarni alohida ko'rsatish mumkin:

-Taqsimlangan sachratish tizimli dvigatel (ANSh, Oklaxoma universiteti; BMW firmasi Germaniya va boshq). Bu nayta jihozlangan oddiy dvigatel, vodorodga o'tkazilganda uning quvvati bir necha baravarga oshgan.

-Tashqi yonuvchi Stirling-dvigatel (Filips firmasi, Gollandiya va boshqalar). Zamonaviy ilgarilanma-qaytma harakatlanuvchi poshenlarga ega bo'lgan ikki harakatli (masalan, to'rtta tsilindrli), yuqori bosimlarda (5-20 MPa) ma'lum bir siljigan fazali tashqi yonish dvigatellari. Har bir silindrda bittadan porshen joylashgan, uning yuqori yuzasi ishchi porshen vazifasini bajaradi, pastki yuzasi esa navbatdagi silindr uchun siqib chiqaruvchi sifatida ishlaydi. U o'xshash IYoD lariga (masalan, dizel) qaraganda ancha og'ir va murakkab konstruktsiyaga ega bo'lganligi tufayli qimmat turadi. Hozircha solishtirma quvvatni oshirishga issiqlik almashinuvi muammosi (ishchi temperaturalar miqdorining juda yuqoriligi va mos ravishda issiqlik almashtiruvchi sovutiladigan yuzalarining kattaligi) to'sqinlik qilmoqda. Bu dvigatel mutlaqo xavfsiz (zaharlilik darajasi juda past), shovqini deyarli yo'q, turli xil yonilg'ilardan foydalanish mumkin.

-Yonilg'i elementlarida ishlovchi elektrdvigatel (Ford kontserni, Daimler-Chrysler, Opel, MAN, Mazda, Honda va boshqalar). Hozirda yonilg'i batareyalari (elektr kimyoviy generatorlarning) narxi juda ham baland, va ulardan foydalanishda bir qator masalalar (jumladan past haroratlarda ishlash) o'z yechimini kutmonda. Ayrim mutaxassislarning fikricha jamoat transportini hozir ham suyuq vodorodda ishlaydigan dvigatellarga o'tkazish mumkin. Sanoati rivojlangan mamlakatlar uchun bu texnik emas tashkiliy muammo hisoblanib qolmoqda. Tadqiqotchilar tomonidan aniqlanishicha vodorodning maxsus o'ziga xos xususiyatlari talablarini ichki aralashma hosil qiluvchi va ajralmas yonish kamerasiga ega bo'lgan dvigatellar qanoatlantira olishi mumkin. Aniqlanishicha bunday dvigatel drosseli to'liq ochiq holda ishchi yuklanishlarning barcha diapazonlarida ishlay olishi mumkin, uning samarali quvvati (salt yurishdan to'liq yuklanishga qadar) vodorod uzatishni rostlash hisobiga o'zgarishi mumkin.

Tadqiqotlar natijasida indikator FIK ning nisbatan yunori qiymatlariga erishilgan. Siqilish darajasi $\varepsilon = 5,45$ va dvigatel aylanishlar chastotasi $n = 1500 \text{ min}^{-1}$ bo'lganda indikator FIK ning maksimal qiymati 37,5% ni o'rtacha indikator bosimi 0,42 MPa va ortiqcha havo koefitsienti $\alpha = 2$, benzinda ishlovchi dvigatellarda esa indikator FIK ning maksimal qiymati – 32% ni ortiqcha havo koefitsienti $\alpha = 1,07 \dots 1,15$ qiymatga ega bo'ladi. Siqilish koefitsienti $\varepsilon = 7$, dvigatel aylanishlar chastotasi $n = 1500 \text{ min}^{-1}$ bo'lganda kam quvvat tarkibli aralashmada dvigatel sinovdan o'tkazilganda indikator FIK ning maksimal qiymati 43 % ga teng bo'lgan, xuddi shunday sinish koefitsientiga ega bo'lgan benzinli dvigatelda esa indikator FIK ning maksimal qiymati 37 % ni tashkil etgan. Tadqiqotlar natijalari shuni ko'rsatadiki, vodorod havo aralashmasining detonatsiyaga bo'lgan moyilligi asosan ortiqcha havo koefitsienti α ga va undagi ortiqcha havo miqdoriga bog'liq bo'ladi. Ortiqcha havo koefitsienti α kamayishiga qarab siqish darajasining chegaraviy qiymati pasayadi va stexiometrik tarkibda 4,6 dan oshmaydi, bu esa yonilg'i oktantlar sonining 42 bo'lishiga mos keladi, ortiqcha havo koefitsienti $\alpha = 3$ bo'lganda siqish

darajasining qiymati 9,4 ga yetadi bu holatda oktantlar soni 114 ga teng bo'ladi.

Ortiqcha havo koeffitsientining qiymati $\alpha = 1,3$ bo'lganda zarba to'liqining tarqalish tezligi 680 m/s, detonatsiya holatida esa 2...4 km/s bo'ladi. Bunday yonishga alanga tarqalish yo'nalishining juda yuqori tezligi natijasi deb qarash zarur. Barcha ish rejimlarida chiqindi gazlarni mutlaqo zaharsiz deb, ya'ni yonish jarayoni to'liq bo'lgan deb hisoblash mumkin. Karbyuratorga suvni sachratish (kiritish kollektori) va boshqa yonish temperaturasini pasaytirish usullari NOx mindorini eng past chegaraviy qiymatgacha pasaytirish imkononi beradi. Ortiqcha havo koeffitsientining niymati $\alpha = 2...2,5$ bo'lganda NOx ning mindori qo'shimcha tadbirlar amalga oshirilmasdan ham deyarli 0 ga teng bo'ladi.

Vodorodda ishlovchi IYoD silindrga vodorodni uzatishdanoq siqish taktining so'ngida va alangalanishda o't oldirish shamlari yordamida detonatsiya sodir bo'lishi oldini oladi, bu esa juda yuqori siqish darajalarida ishlashga imkon beradi. Bu prinsip bo'yicha ishlovchi dvigatellarda silindrga vodorod uzatilishini shunday tashkillashtirish kerakki, uning oqimi o't oldirish shamlari elektrodlariga tegishi kerak. Buni vodorodni o't oldirish shamlarining o'zidagi teshik orqali yoki yonish kamerasi porshenini maxsus shaklda tayyorlash yoki kiritish truboprovodini maxsus shaklda tayyorlash yoki vodorodni havo zaryadi harakatining yo'naltirilgan oqimiga uzatish orqali amalga oshiriladi. Ayrim katalizatorlar (etilnitrit, amilnitrit va boshq) yonish tezligini oshirish bilan bir vaqtda, yonuvchi aralashmaning alangalanish temperaturasini pasaytiradi va alangalanishni ushlab turish davrini qisqartiradi, bu vodorodda ishlovchi dvigatellar uchun juda zarur.

Vodorod-havo aralashmasining alangalanish temperaturasini kamaytiruvchi qattiq katalizatorlar ham mavjud, bular bilan yonish kamerasi ichki devorlarini qoplash maqsadga muvofiq bo'ladi. Bunday qattiq katalizatorlarga nikel, molibden, marganes va titan oksidi va boshqalar misol bo'ladi. IYoD lari silindrlarida vodorod-havo aralashmasining ishonchli alangalanishini ta'minlovchi yo'nalishlardan yana biri bu bir vaqtning o'zida sinish taktining so'ngida temperatura va bosimni oshirish hisoblanadi. Bu jarayonni siqish taktining boshida havo

zaryadi temperaturasi va bosimni oshirish hamda siqish darajasini oshirish ornali amalga oshirish mumkin. Buning uchun turbo yoki mexanik purkashdan foydalanish mumkin. Vodorodni avtomobil dvigatellari uchun yonilg'i sifatida afzalliklarini namoyon etish uchun dizel dvigatellari konstruktsiyalariga quyidagi asosiy o'zgartirishlarni kiritish kerak:

- silindrlar ishchi hajmini oshirish;
- vodorod uchun ruxsat etilgan qiymatgacha siqish darajasini kamaytirish;
- vodorod-havo aralashmasi alangasining tarqalish tezligini hisobga olib muddatidan oldin alangalanish, qayta chaqnash va detonatsiya hodisalarining oldini olish;
- forsunkalar o'rniga o't oldirish shamlarini o'rnatish;
- aralashmaning yuqori o'lik nuqtada to'liq yonishini ta'minlash maqsadida o't oldirish burchagining ilgarilab ketishini kamaytirish;
- dvigatelning vodorodda ishlashida ortiqcha havo koeffitsientining oshib ketishidan kelib chiqib, aerodinamik qarshilikni kamaytirish va ta'minot tizimini o'zgartirish;
- atmosfera havosidan oksidlantiruvchi sifatida foydalanilganda chiqindi gazlarda azot oksidlarining hosil bo'lishini oldini olish va boshqa tadbirlar amalga oshirilishi.

Yonilg'i bakiga quyishda vodorod qanday agregat holatda bo'ladi. Gazsimon vodorod uchun juda katta hajmli idishlar talab qilinadi, shu bilan birga uning juda kichik nozichliklardan singib o'tishi hamda havoda to'planib qolishining xavfliligi, 2:1 hajm nisbatida bu yo'nalishning rivojlanishini qiyinlashtirmoqda. Oddiyligi va ishonchiligi nuqtai nazardan vodorodni saqlashda ishlatiladigan ballon tizimidan foydalanish maqsadga muvofiq deyish mumkin faqatgina vodorod dizel yonilg'isiga qo'shimcha sifatida ishlatilganda, mavjud ballonlar og'irligi katta bo'lganligi uchun yaroqsiz hisoblanadi (mavjud ballonlarning eng yengili 33 kg/kg N₂ vaznga ega). Suyultirilgan vodorod sohasida olib boriladigan ishlar ham unchalik oson kechmayapti bu yerdagi asosiy muammolardan biri bu uning saqlanish temperaturasi ta'minlash ya'ni -2530 S ni. Kriogen tizimlar ballonlarga nisbatan o'ta murakkab va

qimmat, chunki vodorodni suyultirish uchun murakkab va qimmat qurilmalar talab etiladi o'z-o'zidan bunday hollarda energiya xarajatlari ham oshib ketadi.

Vodorodni saqlashning yana bir usuli mavjud bunda o'z atomlari orasida vodorod atomlarini joylashtira oladigan gidridlar, metallar va qotishmalardan foydalaniladi. Bu turdagi "saqlagichning" sig'imi (qurilmaning hajmi teng bo'lganda) siqilgan gazli ballonga nisbatan besh marotaba, suyultirilgan gazli ballonga nisbatan esa ikki barobar katta bo'ladi. Gidrid to'ldirgichlarni tayyorlash jarayoni juda murakkab, ular metallardan yaxlit holda tayyorlanmaydi, xuddi ari uyasiga o'xshab vodorodni katta tezlikda so'rib olish va ajratib chiqarish uchun mo'ljallangan kanallardan iborat bo'ladi. Yuqorida aytib o'tganimizdek bu holat gidridlarni qizdirishda sodir bo'ladi. Avtomobil transporti uchun vodorodni saqlashda gidridlar foydalanish xavfsiz, lekin ularning hajmi kichik, og'irligi katta va konstruktiv tuzilishi murakkab. Shu bilan birga gidrid tizimlar reaktorlar issiqlik inersiyasining yuqoriligidan o'zgaruvchan sarflarda ishlashga moslashmagan, shu sababdan tarkibida resiverga ega bo'lishi yoki vodorodning boshqa manbaalari bilan birgalashishi kerak. Avtomobilda vodorod yonilg'isining saqlanish usulidan qat'iy nazar, aksariyat vodorod ta'minoti tizimlari dvigatel kirish kollektoriga gazsimon vodorodning uzatilishini ta'minlaydi. Tashqi aralashma hosil qilish sxemalari yonilg'ini uzluksiz sachratish tizimiga asoslanadi, bularda markaziy elektr taqsimlash klapani va vodorod taqsimlagichi gazsimon vodorodni dvigatelning alohida kiritish traktlariga yo'naltiradi. Kiritish kollektorida qayta chaqnashlarning oldini olish susaygan aralashmalarni qo'llash yoki kollektorga qo'shimcha suv sachratish yo'li bilan amalga oshiriladi. O'tkazilgan tadqiqotlarda dvigatellarning vodorodda ishlashida ijobiy va salbiy holatlar mavjudligi aniqlangan. Salbiy holatlarga quyidagilarni misol nilish mumkin;

- muddatidan oldin chaqnashlar,
- yonish vaqtida silindrda bosimning keskin o'zgarishlari,
- qattiq yurish va detonatsiya.

IYoD da vodorod yonishining beqarorligini alanganing tarqalish tezligini kamaytirish va ishchi aralashmaning temperaturasi

pasaytirishga qaratilgan tadbirlarni amalga oshirish orqali bartaraf etish mumkin. Bu sohada olib borilayotgan ishlarning yana bir yo'nalishi bu bevosita avtomobilning o'zida vodorod hosil qilish. Bunday usullardan eng istiqbollisi sifatida xomashyo sifatida metanoldan foydalanish hisoblanadi. Bu usulda avtomobil baki metanol bilan to'ldiriladi. Shu yerdan u kimyoviy reaktorga tushadi va u yerda bug'lanadi va katalizatorida suv bug'i bilan aralashadi, vodorod va uglerod ikki oksidini ajratib chiqaradi. Xuddi shu reaksiyani boshqacha usulda ham o'tkazish mumkin faqat bu yerda ikkinchi mahsulot sifatida SO₂ dan emas SO dan foydalaniladi. N₂ va SO yonuvchan bo'lganliklari uchun IYoD lari silindrlarida ularni birgalikda yonish mumkin. Dvigatellar vodorod ta'minoti tizimlarining tez rivojlanib borishiga qaramasdan ular hozircha gabarit o'lchamlari va og'irligi bilan benzin va dizel dvigatellaridan ortda qolmoqda. Shuning uchun amalga oshirilayotgan ishlanmalarning yana bir yo'nalishi bu dizel yonilg'isida vodorod qo'shimchasi bilan ishlovchi dvigatellarga yo'naltirilgan. Bunda mavjud ballonlardan foydalanish mumkin yoki bevosita avtomobilning o'zida sarflanadigan dizel yonilg'isining bir qismini termo katalitik yo'l bilan qayta ishlab vodorod hosil qilish. Foydalanish sharoitlarida dizel yonilg'isi sarfining o'rtacha 10 % i miqdorida vodorod qo'shilganda avtomobilning xuddi dizel yonilg'isidagi kabi avtonomligi saqlab qolinganda avtomobil bortida kichik klassdagi avtomobillar uchun 0,8...1,0 kg va o'rta klassdagi avtomobillar uchun 1,2...1,5 kg vodorod zaxirasiga ega bo'lish talab qilinadi. Hozirgi kunda avtomobillarda bu miqdordagi vodorodni saqlab turish muhim qiyinchiliklarni keltirib chiqarmaydi. Avtomobilda vodorod suyuq holda sanlanganda avtomobil massasi 3 % ga metall gidridlari holatida saqlaganda esa 5...7 % ga oshadi. Bunda organik yonilg'i tejamkorligi 30..40% ni tashkil etadi. Dizel yonilg'isiga kam miqdorda bo'lsa ham vodorodni qo'shish yonish jarayonini sezilarli darajada yaxshilaydi va zaharli chiqindilar miqdorini kamaytiradi.

Tadqiqotlarning to'liq sikli bo'yicha dizel yonilg'isi vodorod qo'shimchasi bilan ishlaganda, vodorod no'shimchasi bilan ishlamagan holati bilan taqqoslaganda dvigatel FIK ning o'rtacha qiymati 25 % ga oshgan.

2.4. Yonilg'i - havo aralashmasini vodorod bilan boyitish.

IYODda yana bir bor eski vaqtlar mobaynida sinalgan ishchi jarayonlar davomiyligini taxlil qilamiz. CHunonchi, oxirgi o'n yillardagi IYODni barcha takomillashtirishlar asosan uning dozalash va chiqarish tizimlari bo'yicha olib borildi, lekin ishchi sikl jarayonlarini o'tishini o'rganishga kamroq e'tibor berildi. Natijada IYOD shunday tezhakatlanuvchan bo'lib qoldiki, barcha undagi jarayonlar- dozalash, kiritish, yonilg'I purkash, o't oldirish, yondirish vaqtning yuzdan bir sekundlarida o'tadigan bo'lib qoldi. Natijada odatiy benzin bu jarayonlar davomida yonishga ulgurmay qolmoqda. Shuning uchun benzin o'rniga vodorod yonilg'isini ishlatishni o'rganib chiqamiz, chunki u benzining nisbatan 8 marta tez yonish xususiyatiga ega bo'lib, benzining yaxshi va arzon o'rinbosar hisoblanadi [16]. Bunda necha variantlar bo'lishi mumkin. Aloxida vodorod yonilg'isini quyish shaxobchalarida, lekin ularni avvalo qurish, shuningdek avtomobilga vodorod quyish uchun alohida qo'shimcha bak o'rnatish kerak. Ikkinchi variant vodorodni avtomobilning o'ziga o'rnatilgan qurilma yordamida olish. Eng sodd va oson usul- vodorodni toza, distillangan suvdan elektroliz yordamida olish.

Ma'lum bo'lishicha odatiy yonilg'ini to'la almashtirish shart emas, balki 1- 6 % vodorodni (massa bo'yicha) qo'shimcha kiritish, siqish, yonish va kengayish jarayonlarini tubdan yaxshilash uchun yetarli bo'lar ekan!

Bunga vodorodning o'ta yengil va tez aralashuvchanligi yonish markazini faol xosil qilish xususiyati sabab bo'ladi. O'zining davrida buxodisani akademik Y.B. Zeldovich o'zining yonish nazariyasida isbot qilgan edi [17]. Bunda dvigatelning samardorligi ortadi va ekologik xarakteristikasi yaxshilanadi.

Vodorod generatori avtomobil kapoti ostida joylashgan oddiy suv quyilgan kichik konteyner, yoki idishdan iborat.

Suvga choyqoshig'ida ichimlik sodasi va bir nechta zanglamas po'lat plastinalar solinadi. Bu plastinalarni akkumulyatorga ulanadi. O't oldirish tizimi ishga tushirilsa gaz ishlab chiqariladi.

Vodorodli shlangni havo quvuriga filtdan so'ng ulanadi. Bu qurilma to'g'ri o'rnatib ulansa suvdan elektroliz yordamida vodorod va kislorod

(HHO) ajralib chiqadi (bunda elektroenergiya suv molekularini parchalab HHO ga aylantiriladi).

Vodorod va kislorodning aralashmasi kiritish kollektoriga soʻrilib, silindrda odatiy yonilgʻi (benzin) bilan qoʻshilib yonadi. Benzin va HHO ning aralashmasi yaxshiroq yonadi, natijada yonilgʻi sarfi 50 % gacha kamayadi, dvigatelning quvvati esa ortadi.

Bunday tajriba ishlari chet ellarda, MDH davlatlarida va Oʻzbekistonda ham olib borilmoqda (AvtoVAZ (Tolyattish.), NAMI (Moskvash.), TAYI (Toshkentsh.) [18].



19-rasm. «Katerpillar», «Kammins» firmalari (AQSH) da ishlab chiqarilayotgan vodorod generatori.

Avtomobil ishlab chiqaruvchi firmalar: «Katerpillar», «Kammins» (8-rasm), «Dizel-Detroyt», «Internatsional», «Mak», «Amerikan Xonda dvigatel», «Kraysler», «Forddvigatel», «Djeneraldvigatel», Yaponiyada «Somitomokorporeyshn», «Toyoto», «Nissan» (9- rasm), Germaniyada «Raba Man», «Porsche» (10- rasm. "Multi Plast" vodorod generatori), Fransiyada «Reno», Italiyada «Fiat» [19-20] va boshqa firmalar

tomonidan ishlab ishlab chiqarilayotgan avtomobillarga vodorod generatorlari o'rnatilmoqda.

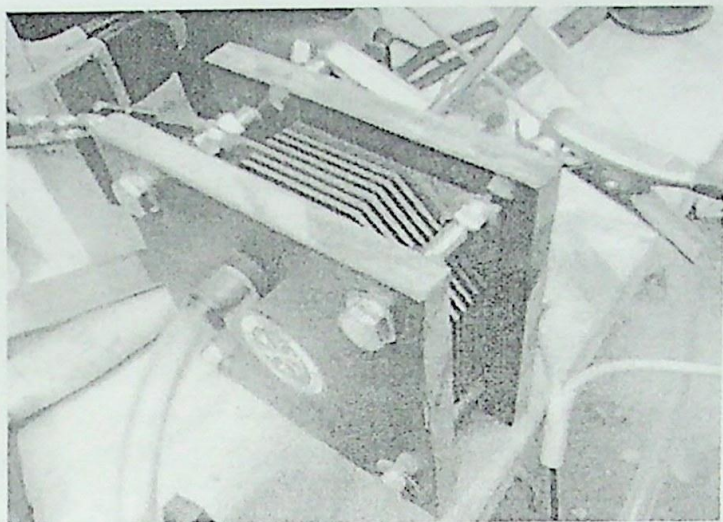
Rossiyaning Samara shahridagi "Nitron" KB tomonidan avtomobillar va traktorlar uchun seriyalab vodorod generatorlari shlab chiqarilmoqda.



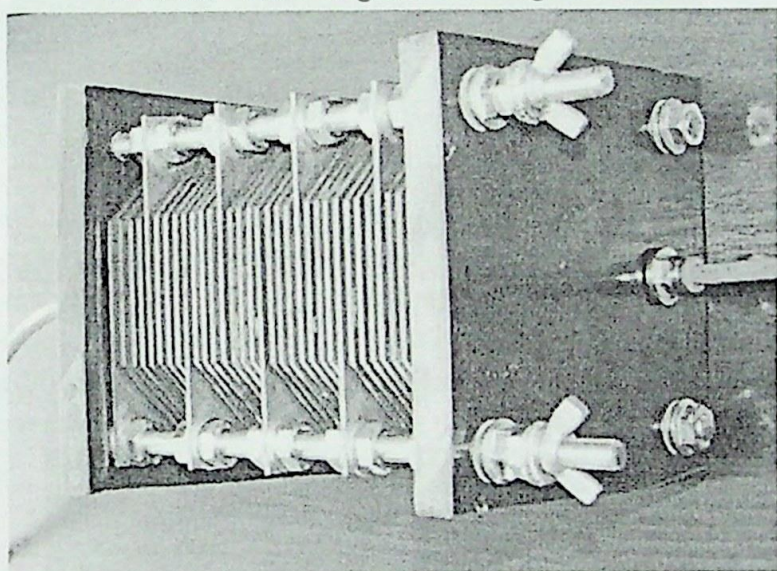
20-rasm. «Somitomo korporeyshn» (Yaponiya)
Vodorod generatorining qismlari



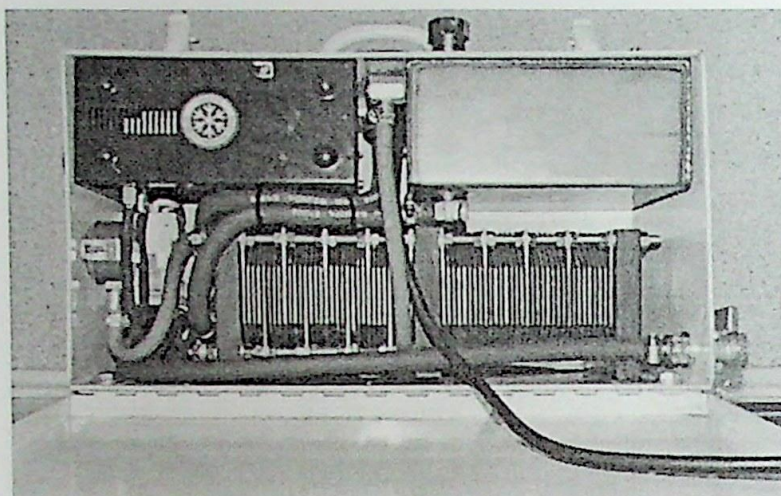
21-rasm. "Multi Plast" (Germaniya) vodorod generatorining
tuzilishi



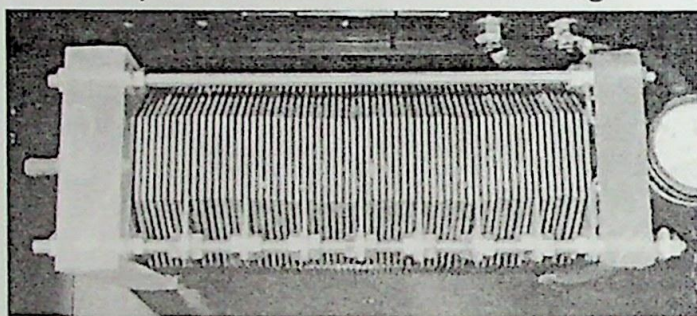
22-rasm. Vodorod generatorining ko'inishi.



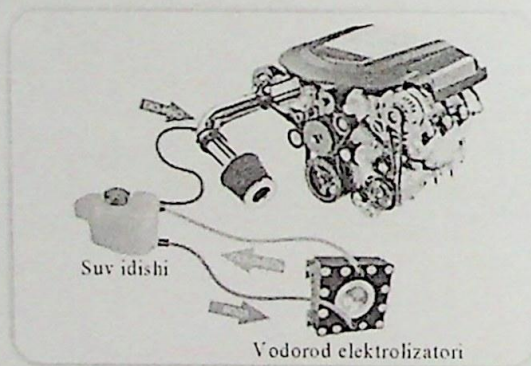
23- rasm. Katta yuk avtomobillari uchun vodorod generatori



24- rasm. Sport avtomobillari uchun vodorod generatori



25- rasm. Traktorlar uchun vodorod generatori



26- rasm. Vodorod generatorining IYODga ulanishi

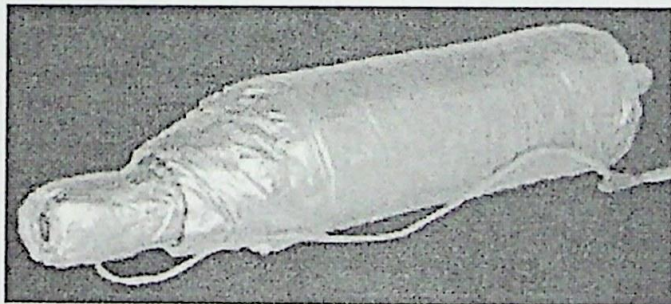
Lekin bu avtomobil va traktorlarga o'rnatilgan vodorod generatorilarning har biri o'z afzallik va kamchiliklarga ega, ulardan qaysi birini ularning IYODlariga qo'llash murakkab tahliliy ishni talab etadi. Ammo qaysi vodorod generatorida vodorod yonilg'isini olib, qo'llashimizdan qat'iy nazar, avtomobillarimizning yonilg'i tejamkorligi ortadi, atrof muxitning zaharlanishi kamayadi. Natijada avtomobillar inson va atrof muxitning xaqiqiy do'stiga aylanishiga yordam beradi.

2.5. Avtomobilda vodorod ishlab chiqarish

Ma'lum bo'lishicha odatiy yonilg'ini 1- 6 % vodorod bilan boyitish, IYODning ishchi jarayonlarini yaxshilashga yordam beradi. Lekin jarayonlar ichida yonilg'ining yonishi uchun yetarli darajada kislorod ham zarur bo'ladi. Oddiy kislorod esa silindrlarga kirayotgan havoning tarkibida atiga 10-15 % ni tashkil etadi.

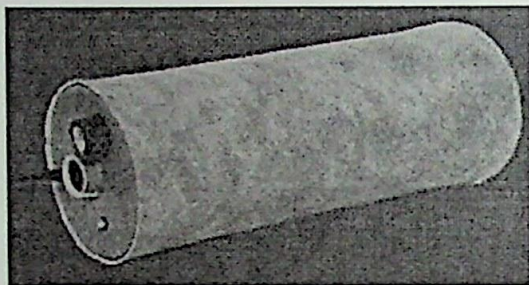
Vodorodli yonuvchi aralashmani to'la yondirish uchun bu kislorod yetarli emas. Shuning uchun yonishning to'la bo'lishi uchun silindrlarga kiritilayotgan kislorodni oksidlab, ozonga aylantirish kerak bo'ladi. Dunyoning ko'plab davlatlarida ekologik toza, qayta tiklanuvchi energiya manba'laridan bo'lgan vodorodni avtomobillarda qo'llash bo'yicha ishlar olib borilgan [14], jumladan bizning institutda ham bu soxada ilmiy- konstruktorlik ishlari olib borilmoqda [15].

Shu maqsadda hozirgi kungacha dunyoda mavjud bo'lgan vodorod generatorlari konstruksiyalarini tahlil qilibchiqdik: 1991 yilda Karl Vels dunyoda birinchi bo'lib vodorod aralashmasini tayyorlovchi qurilmani (27- rasm) ixtiro qildi [19].



27- rasm. Karl Velsning ozon aralashmasini tayyorlovchi qurilmasi

Bu qurilma suvni qaynatib, uning bug'idagi kislorodni ozonga aylantirib bergan. dunyoda birinchi bo'lib seriyalab ishlab chiqarilgan EPG 2000 vodorod aralashmasini uzatuvchi qurilma (28-rasm) preslangan ketma-ket yupqa po'lat steklo armirtoladan iborat bo'lib, uzunligi 14 dyuym, diameti 5 dyuym edi [17].

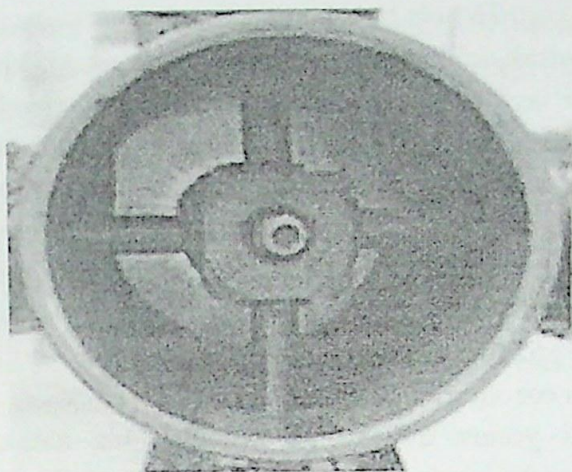


28- rasm. EPG 2000 vodorod aralashmasini uzatuvchi qurilma

SHunga o'xshash bug'- ozon generatorlari yana ko'plab ishlab chiqarilgan va xalq xo'jaligining turli soxalarida qo'llanilgan. Bug'- ozon generatorlarini avtomobillarda dunyoda birinchi bo'lib SHaymurotov A. qo'llagan [18]. Uning ta'kidlashicha,

Agar IYODning yonish kamerasiga oddiy havo o'rniga ozon aralashmasi yuborilsa, yonilg'i sarfi va ishlangan gazlarning zaharliligi kamayadi. Lekin bu hammasi emas!

Bunday generatorning ishlashida plastinkali elektrod tomonidan kuchli orgon oqimi nurlanadi, ya'ni bizda ozon- bug' gazi xosil bo'ladi. Bungida bunday bug'- ozon generatorlari dunyoning turli firmalari tomonidan ko'plab ishlab chiqarilmoqda (29-rasm), ularning konstruksiyalari va ishlash tarsi ham turli- tumandir [19].



29- rasm. SHaymurotov A.ning bug` - ozon generatori

II-bob bo'yicha xulosalar

Xulosa qilib aytsek, ichki yonuv dvigatellarining havo kiritish shlangi yoki trubasidan o'tayotgan havoning miqdori kam va uning tarkibida kislorodning miqdori 10- 15 % ni tashkil etadi. Benzin tarkibida esa-massasi bo'yicha taxminan 85 % uglerod, 15 % vodorod va juda oz miqdorda kislorod, azot va oltingugurt bo'ladi. Benzinlarning zichligi 0,712- 0,742 g/sm³, yonganda chiqadigan issiqlik miqdori taxminan 3500 MJ/m³ ni tashkil etadi.

Gazsimon va dizelli yonilg'ilarda esa vodorod va kislorodning miqdori yana ham ozroqdir.

Bugungi ichki yonuv dvigatellari shunday tez harakatlanuvchan bo'lib qoldiki, barcha undagi jarayonlar- dozalash, kiritish, yonilg'i purkash, o't oldirish, yondirish- vaqtning yuzdan bir sekundlarida o'tadigan bo'lib qoldi. Natijada odatiy benzin, gazsimon va dizelli yonilg'ilar bu jarayonlar davomida yonishga ulgurmay qolmoqda.

SHuning uchun ular o'rniga vodorod yonilg'isini ishlatishni o'rganib chiqamiz, chunki u benzininga nisbatan 8 marta tez yonish xususiyatiga ega bo'lib, benzininga yaxshi va arzon o'rinbosar hisoblanadi

Yonilg'ini to'la yonishini ta'minlovchi vodorod aralashmasini tayyorlovchi qurilmalarni yaratish bo'yicha ishlar chet ellarda, MDH davlatlarida, jumladan O'zbekistonda ham olib borilmoqda. Jumladan Rossiyaning Samara shahridagi

"Nitron" KB tomonidan avtomobillar va traktorlar uchun seriyalab vodorod generatorilari ishlab chiqarilmoqda

Bu qurilmalarni ko'p mutaxassislar avtomobillarga o'rnatib sinovlardan o'tkazishdi, ularning natijalariga ko'ra bu qurilma yonilg'i sarfini 20- 25 % ga kamaytirishga, dvigatel quvvatini 10- 15 % ga orttirishga va ishlangan gazlarning zaharlilikini 30- 40 % ga kamaytirishga imkon beradi.

Bu qurilma shu paytgacha dunyoda yasalgan barcha vodorod generatorlaridan ancha mukammal bo'lib chiqdi, bunga sabab bu qurilmada bir yo'la 3 ta yonishga yordam beruvchi jarayonlar birlashtirilgan: elektroosmotik nasos- bug'latgich, yonilg'ini termik kavitatsion bug'latgich va vixrli aralashtirgich. Yuqori kuchlanishli

maydon vodorodni yonishiga yordam beradi. SHuning uchun mazkur V.Dudishevning vodorod qurilmasini biz keyingi izlanishlar uchun prototip sifatida tanladik.

Biz taklif etayotgan vodorod aralashmasini tayyorlovchi qurilmalarni qo'llash barcha turdagi yonilg'ilarni o'rtacha 20- 30 % iqtisod qilishga, energetik va ekologik ko'rsatkichlari tubdan yaxshilashga imkon beradi.

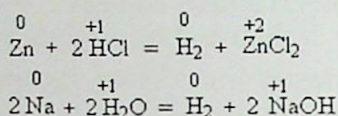
Vodorod generatori avtomobil kapoti ostida joylashgan oddiy suv quyilgan kichik konteyner, yoki idishdan iborat. Bu qurilma 12 V kuchlanish va 35 A tok kuchiga ulansa suvdan elektroliz yordamida vodorod va kislorod (HHO) ajralib chiqadi.

III-BOB. OLINGAN NATIJALARNING KOMPLEKS TAXLILI

3.1. Nazariy tadqiqotlar metodikasi va dasturi

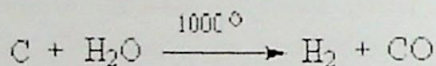
Yer sharoitida vodorod ko'proq birikma holida tarqalgan. Ulardan bizga ma'lumlari: N_2O , HCl , HF va b. Bu birikmalarda vodorod +1 oksidlanish darajasiga ega, chunki uning elektromanfiyligi kisloroddan 3,44, xlordan 3,16 va ftordan 3,98 marta kamdir [20].

Vodorodning oksidlanish darajasi +1 bo'lganida, u ko'plab elementlardan ularning elektronini tortib olishi mumkin- ayniqsa elektronlarini berishga moyil bo'lgan metallardan. Masalan:



Rux Zn va xlorid kislotaning HCl suvdagi eritmasidan vodorod olish bugungi kunda ilmiy laboratoriyalarda keng qo'llanilmoqda.

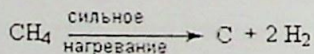
Ruxning o'rniga, HCl bilan boshqa metallarni ham ishlatish mumkin, masalan: temir, qalay, magniy va b. SHuningdek nometallardan (masalan, uglerod C) ham vodorod oksidlanish darajasida uning elektronini tortib olib vodorod xosil qilish mumkin:



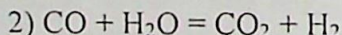
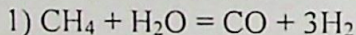
Bu reaksiya- sanoat jarayonida keng qo'llanilayotgan reaksiyadir. Suv bug'ini oppoq holatigacha qizdirilgan koks (havosiz qizdirilgan ko'mir) ustidan o'tkaziladi.

Natijada uglerod oksidini vodorod bilan aralashmasi, ya'ni "suv gazi" xosil bo'ladi.

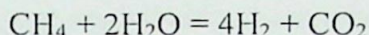
Vodorodni metanni qattiq qizdirib ham olish mumkin:



SHuning uchun sanoatda vodorodni ko'plab miqdorda aynan metandan, unga yuqori haroratda qizdirilgan suv bug'i qo'shib olinadi:

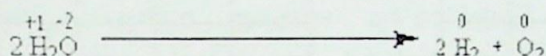


Bu jarayonni qo'shma holda quyidagi tenglama holida yozish mumkin:

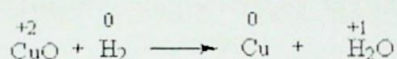


Gazlarning aralashmasi sovutilib, bosim ostidagi suv bilan yuviladi. Bunda SO_2 eriydi, suvda kam eriydigan vodorod esa sanoat extiyojlari uchun yuboriladi.

Yanada tozaroq vodorodni, sanoatda suvni elektroliz qilish yordamida olinadi:



Elektrolizda vodorod atomi N (+1) 1 ta elektronini manfiy elektroddan qabul qilib, 0 oksidlanish darajasi bilan vodorodga aylanadi, kislorod atomi O (-2) esa 2 ta elektronni musbat zaryadlangan elektroddga berib, atomli kislorodga aylanadi. Vodorod atomi kislorodga nisbatan 2 marta ko'p bo'lgani uchun electron balans ta'minlanadi.



Vodorod va kislorod elektrokimyoviy yo'l bilan olish uchun sanoatda har xil turdagi elektrolizyorlar bir- biridan farq qiladigan elektrod qurilmalar va gazlarni qaytarish va parchalash qurilmalar qo'llaniladi.

Amalda suv elektrolizi uchun uskunalar, qurilishi, elektrodlar joylashishi va ularni tok manbaiga ulash bilan farqlanadi.

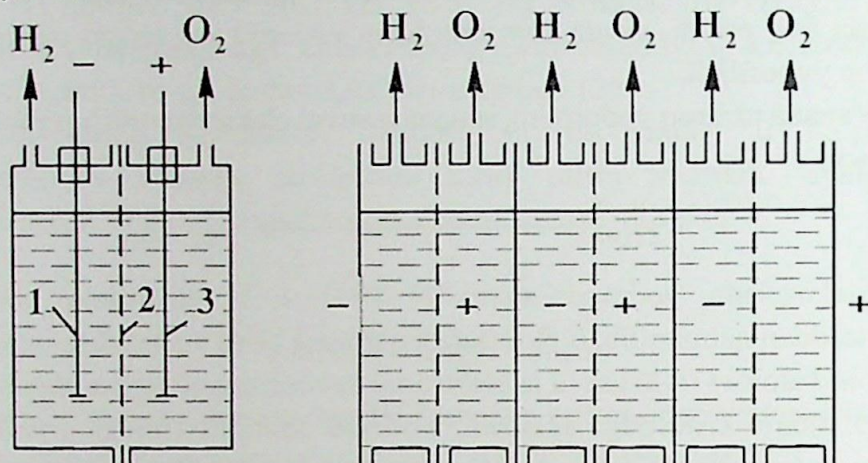
SHuning uchun elektrolizyorlar ikki guruhga bo'linadi.

1. Elektrodning monopolyar ulanish – monopolyarli elektroliz;
2. Elektrodning bipolyarli ulanishi- bipolyarli elektroliz.

Monopolyarli elektrodlar parallel joylashgan, po'lat elektrodlardan tashkil topgan bo'lib, elektrodning bir qismi musbat. Shina bilan bog'langan boshqa qismi manfiy, bu vaqtda har biri ayrim olingan elektrodlar faqat katod yoki faqat anoddir, ya'ni aniq qutblilikka ega. Monopolyarli elektrolizyordlarda tok kuchi anod va katodning hamma ishchi yuzasida o'lchanadi.

Bipolyarli elektrolizyorlar ham parallel joylashgan po'lat elektrodlardan tashkil topgan bo'lib farqi shundaki, monopolyar elektroddan tok berilishi faqat chekka elektroddan beriladi. Bipolyar

elektrolizyorda esa tok zichligi bitta elektrod ishchi yuzasida naniqlanadi, lekin kuchlanish alohida olingan yacheykalar kuchlanishiga yig'iladi, ya'ni bitta olingan yacheyka kuchlanishiga teng va yacheykalar soniga ko'paytiriladi.



30-rasm. Monopolyar va biopolyar elektrolizyor qurilmalarning sxemasi.

I. Monopolyar elektrolizyorlar; II. Monopolyar elektrolizyor elektrod sifatida devorlari xizmat qiladi; III. Bipolyar elektrolizyor. 1- katod; 2- anod; 3- diafragma.

Elektrolizyor elementining ikkita elektrod va diafragmaning ramaga birlashtirishiga tashkil topgan qismiga yacheyka deb ataladi. Diafragma yacheykaning ikki qismini ikki qismga bo'ladi- katod va anodga.

Gazlarni bo'lish usuliga qarab elektrodlar qo'ng'iroqli va diafragmali bo'ladi. Eng oddiyi tekis elektroddir. Tekis yaltiroq elektrod kichikligi kata miqdorda elektr energiyasi talab qiladi va elektrolitda gaz to'ldirilishi darajasi yuqori bo'ladi. Ikkita elektrodning qo'llanilishi elektrolitning gaz bilan to'ldirilishini kamaytiradi va elektrolit ichki aylanishini yaxshilaydi. Ikki plastinka orasida joylashgan elektrolit gaz bilan to'ldirilishi natijasida elektrodlar orasida bo'shliqda ishlaydigan ishchi elektrolitga nisbatan kata zichlikka ega bo'ladi.

Yana to'rtli va plastinkali elektrodlar ham ma'lum, lekin ular sanoatda qo'llanilmaydi. 20-rasmda temir elektrod ko'rsatilgan bo'lib,

elektrolizyorlar uchun diafragmasiz qo'llanilgan. Lekin diafragmasiz elektrolizyordagi toza gaz olishni temirli elektrodlarida amalga oshirish mumkin emas, bunga sabab ishqoriy eritmalarda vodorodning kichik pufakchali gazlari hosil bo'lishidadir.

Elektrolizyordagi gazlarni bo'linishi. Elektrolizyordagi toza gaz mahsulotlarni olish nuqtai nazaridan ham texnika xavfsizligi nuqtai - nazaridan ham juda muhimdir, chunki vodorod bilan kislorod portlovchi aralashma hosil qiladi. Elektrolizyordagi gazlarni ajratishiga shunday erishishi mumkinki, masalan maxsus qo'ng'iroqli elektrodni tushirishdir, ammo ularni ajratishning foydali tomoni – g'ovakli ajratgichda fragmani qo'llashdir, chunki ionlar uchun yengil uchuvchan va gazlar pufakchalarini o'tkazmaslik uchun sanoatda elektrolizyordagi ikki va bir g'ovakli diafragmalari keng tarqalgan.

Ular katod va anod bo'shlig'ini kerakli holda ajratib turadi va jarayonning xavfsizligini ta'minlaydi, ikkilamchi diafragmani qo'llash elektrolizyordagi kuchlanishni oshiradi, lekin ajratib olingan gazlarni tozalash osonlashadi.

Zamonaviy monopolyar va bipolyar elektrolizyordagi ko'pchilik hollarda birlamchi diafragmalar qo'llanilmoqda.

Suv elektrolizi uchun diafragma qo'yiladigan asosiy talablar quyidagilar, masalan elektr o'tkazuvchanlik, kerakli zichlikka ega bo'lish, mexanik qattqlik va kimyoviy barqarorlikdir. Suv elektrolizida mahsulotlar sifatini oshirish uchun asbestdan to'qilgan mato hamda, metalli, fosforli va keramik diafragmalar qo'llaniladi. Eng ko'p tarqalgani g'ovakli diafragma, asbest materialdan tayyorlash uchun ishqorga chidamli tolasi uzun oq akrizitol asbesti qo'llaniladi. Bosim ostidagi elektroliz uchun diafragma mayda g'ovakli bo'lishi shart, chunki elektrolitning erigan gazlar bilan diffuziyasini to'xtatish uchun asbestli diafragmalarni ishlatish ko'p yillarga, ya'ni bir necha 10 yillar ishlaydi. Hamma diafragmalarni metal ramalarga biriktirish ularning mustahkamligini oshiradi va ular bilan ishlash qulay bo'ladi.

Elektrolizyordagi normal ishlashini ta'minlash uchun diafragmaning ikki tomonida ham bosim bir xil bo'lishi zarur. Bu maqsad uchun ikki sistemali regulirovka qo'llaniladi.

Suvning elektrolizi uchun kondensat distillangan yoki ion almashinish usuli bilan tozalangan suvdan foydalaniladi. Qo'llaniladigan suvning elektr o'tkazuvchanligi $10^{-5} \text{ Om}^{-1} \text{ sm}^{-1}$ dan oshmasligi kerak.

Ionitlar davriy ravishda regeneratsiyalanadi: kationit- 5-10 % li (5) bakdan xlorid kislota NSL eritmasi: anionit- 5-10% li (8) bakdan ishqor eritmasi. Texnologik jarayoni ishga tushirish va to'xtalgandan so'ng elektroliz qurilmasi (22) azotli balondan azot bilan yuviladi

Normal sharoitda 1 m^3 vodorod va $0,5 \text{ m}^3$ kislorodni elektrolitik usulda olish uchun nazariy jihatdan 805 g suv va 2390 A.soat elektr toki zarur. Amaliyotda kata miqdorda suv sarflanadi. Natijada elektroliz usulda olingan gazlar o'zi bilan suv bug'i olib ketadi. Agar elektrolizyordan ketayotgan gazlarini namligini 100% deb qabul qilsak va suv bug'i ideal gaz deb qaralsa, u holda olib ketilgan suv bug'ining gazlarning massasi m_n , gazlarning v hajmiga, to'yingan suv bug'iga va suv bug'i zichligiga bog'liq.

$$m_n = V_p = (V_{n_2} + V_{o_2}) \rho$$

Suv bug'i miqdori, hajmini to'yintiruvchi V (1 mol N_2 va $0,5 \text{ mol}$ kislorod hajmining yig'indisiga teng). Elektroliz temperaturasi t , gaz hajmi namligining bosimi p va suv bug'i bosimi quyidagiga teng bo'ladi:

$$m_n = V_p = \frac{33,6(273 + t)760}{273(P - p)} \cdot \frac{18 \cdot 273 P}{22,4 \cdot 760(273 + t)} = \frac{27 p}{P - p}$$

yoki 1 m^3 vodorod uchun sarflangan suv hisobi quyidagini tashkil qiladi:

$$m_n = 27 \frac{P}{P - p} \cdot \frac{1000}{22,4} = 1207 \frac{P}{P - p}$$

Tenglamadan ko'rinib turibdiki, gazlarning suv bug'ini olib ketish miqdori to'yingan suv bug'i bosimiga bog'liq ekan, temperatura ko'tarilishi bilan oshadi. Bir yillik ishlab chiqarish uchun ketadigan suvning miqdori esa quyidagiga teng bo'ladi.

$$m_{\text{yil}} = 27 \frac{P}{P - p} \cdot \frac{3000}{22,4} = 36161 \frac{P}{P - p}$$

Yiliga suv sarfini kompensatsiya qilish uchun elektrolizyorda suvning parchalanishi va bug'lanishini hisobga olib uzluksiz yoki davriy ravishda

tozalangan tarkibida 1 mg/l temir va 6 mg/l xloridli suv bilan to'ldirilib turiladi. Amaliy jihatdan suv sarfi $1 \text{ m}^3 820 - 850 \text{ g/m}^3$ ni tashkil qiladi.

Bir yillik haqiqiy suv sarfi miqdori esa quyidagini tashkil qiladi:

$$m_s = \frac{36161 \cdot 850}{1000} = 30737 \text{ kg}$$

v) elektrenergiyasarfi.

Elektrolizdagi elektr energiya sarfi sarflangan elektr toki miqdorining kuchlanishga ko'paytmasiga tengligi bilan aniqlanadi.

$$W = U \cdot F$$

Bu yerda, U- kuchlanish, V, F- elektr miqdori, kl.

SHunday qilib, elektr energiyaning nazariy sarfi W_{naz} , 1 m^3 vodorod va $0,5 \text{ m}^3$ kislorod olish uchun zarur bo'lgan miqdori (normal sharoitda) 1,23 V kuchlanishda quyidagilarni tashkil qiladi:

$$W_f = 1,23 \cdot \frac{2 \cdot 26,8}{0,0224} = 1,23 \cdot 2390 = 2950 \text{ Bm} \cdot \text{coam}$$

Bu yerda, 26,8 – Faradey soni, A/soat. 2 – Faradeylar soni 1 mol N_2 ; 0,0224 hajm 1 mol N_2 m^3 ajratib olishga sarflangan. Yillik ishlab chiqarish uchun sarflangan elektr energiyasi miqdori quyidagini tashkil etadi:

$$W_{Tyl} = 2950 \cdot 30000 = 88500000 \text{ Vt}$$

Yiliga kuchlanishning yo'qotilishi natijasida, hamda vodorodning tok bo'yicha unumi 100% dan kam bo'lsa, amalda elektro energiya W amal. Sarfi yana ortadi va uni quyidagi formula bo'yicha hisoblash mumkin:

$$W_{amal} = 2390 \frac{U_{amal}}{Bm \cdot n}$$

Bu yerda, U_{amal} –elektrolizyordagi kuchlanish, V, Vt –tok bo'yicha unum, %,

n- yacheykalarsoni.

1 m^3 vodorod uchun elektr energiya sarfi 5,0- 5,9 kvт.соат/ m^3 tashkil qiladi, bu esa energiya bo'yicha 50- 60 % unumni tashkil qiladi.

d) Elektroliz issiqlik rejimi.

Elektrolizga sarflangan energiya qisman suvning parchalanishiga sarflanadi, hamda qisman issiqlik energiyasiga o'tadi. Suv parchalanishiga sarflangan energiya elektroliz vaqtidagi vodorodning suyuq suv hosil bo'lishidagi yonish issiqligi Q - yonish son jihatdan teng. Agar elektrolizni U kuchlanish va J tok kuchida olib borilsa, u holda energetik balans tenglamasini quyidagicha yozish mumkin:

$$3,6 UJ = Q + Q_{\text{hosilbo'lish}}.$$

Bu yerda, Q - elektroliz jarayonida ajralib chiqqan issiqlik miqdori, kJ.

1 mol vodorodning yonish issiqligi 286 kJ ni tashkil qiladi, u holda ko'rsatilgan miqdordagi gazni olish uchun 26,8 A/soat elektr toki sarflanishi zarur. Xuddi shunday qaldroq gazning yonish issiqligi, 1 soat ichida J tok kuchida olingan gaz quyidagiga teng:

$$Q_{\text{qaytish}} = \frac{286}{2 \cdot 26,8} \cdot J = 5,33 \cdot J \text{ kJ/soat}$$

U - kuchlanish va J - tok kuchida 1 soatda elektroliz jarayonida ajralib chiqqan issiqlik quyidagicha aniqlanadi:

$$Q = 3,6 U \cdot J - Q_{\text{qaytish}} = 3,6 U \cdot J - 5,33 \cdot J.$$

$$Q = 3,6J (U - 1,48) = J \cdot \text{soat}.$$

Tenglamadan ko'rinib turibdiki, hamma elektr energiya 1,48 V kuchlanishdan yuqorisi, issiqlikka aylanishga sarflanadi. Amalda suvning elektrolitik parchalanishi 1,48 V ga nisbatan ancha yuqori kuchlanishda amalga oshiriladi shuning uchun elektrolizyorlar issiqlik ajralib chiqishi bilan ishlaydi.

e) Material balansi. Suvning elektrokimyoviy parchalanish jarayoni asosida 1 g-ekv vodorod va kislorod olinishdagi moddiy balans quyidagi jadvalda berilgan.

3.1-jadval.

Material balansi

Material Balansi	Q = J		Q=100A/soat		Q=2,68A/soat	
	J	0.98	J	0.98		
Suvning elektrolizi	0,336	0,3293	33,6	329,3	9,0	3,82
Vodorod ajralishi (g)	0,378	0,0366	37,03	36,6	1,0	0,98

Vodorod ajralishi (e)da	0,419	0,41	41,9	41,0	11,2	10,98
Kislorod ajralishi (e)da	0,2987	0,2987	29,87	29,87	8,0	7,84
Kislorod ajralishi (g)	0,2095	0,206	20,95	20,5	5,6	5,49

3.2-jadval.

Elektrolizorning material balansi.

Berilishi		Sarflanishi	
Tarkibi	kg/soat	Tarkibi	kg/soat
Vodorod	-	Vodorod	$41,0 \cdot 0,09 = 3,69$
Kislorod	-	Kislorod	$30,5 \cdot 1,43 = 29,31$
Elektrolit	1800	Elektrolit	1800
Suv(suvbug,,i)	36,075	Suv(suvbug,,i)	$0,05 \cdot 61,6 = 3,075$
Jami:	36,239	Jami:	36,239

3.3-jadval.

Vodorodni tozalash qurilmasida material balansi

Berilishi		Sarflanishi	
Tarkibi	kg/soat	Tarkibi	kg/soat
Vodorod	-	Vodorod	3,6
Suvgazi	-	Suvgazi	0,164
Distilyat	36,239	Distilyat	36,075
Jami:	36,239	Jami:	36,239

3.2. Ichki yonuv dvigatellari uchun vodorod aralashmasini tayyorlash qurilmasini hisoblash

Vodorodni ichki yonish dvigatellari uchun ishlatish birinchi navbatda ekologik tozalik, cheksiz va qayta tiklanadigan xom ashyo, shuningdek noyob vosita fazilatlarini bilan belgilanadi, bu esa zamonaviy dvigatellarda sezilarli tarkibiy o'zgarishsiz keng foydalanish imkoniyatini ochib beradi.

Vodorodning ichki yonuv dvigatellari uchun yoqilg'i sifatida xususiyatlari.

1. Yonishdan keyin faqat suv bug'lari qoladi;
2. Reaksiya benzin yoki dizelga qaraganda ancha tez sodir bo'ladi;

3. Tugatish qarshiligi siqishni nisbatini yaxshilaydi; o'zgaruvchanligi tufayli vodorod eng kichik bo'shliqlarga, qismlar orasidagi bo'shliqlarga kirishga qodir (faqat kuchaytirilgan maxsus qotishmalar vodorodning metall tuzilishiga zararli ta'siriga toqat qilishi mumkin);
4. Vodorod yonishida issiqlik uzatish benzin aralashmasidan 2,5 baravar katta;
5. Reaksiyalarning keng doirasi. Kislorod bilan reaksiyaga kirishish uchun etarli bo'lgan vodorodning minimal nisbati atigi 4%. Ushbu xususiyat dvigatelni sozlash imkonini beradi, aralashmaning mustahkamligini aniqlaydi;

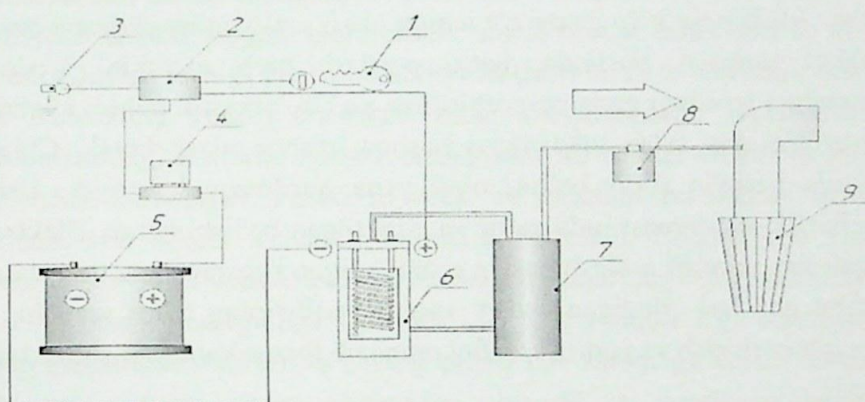
Vodorod generatorlarining ichki yonuv dvigatellarida ishlash printsipli elektroliz jarayoniga asoslanadi. Tizim faqat haydash paytida faollashadi va batareyadan elektr energiyasini suvdan vodorod hosil qilish uchun ishlatadi. Shu bilan birga, vodorod to'planmaydi, ya'ni ishlab chiqarilgan gaz odatiy yoqilg'i bilan aralashib, vosita ichiga tezda kiradi: benzin; dizel yoqilg'isi; gaz [15].

Yoqilg'i va vodorod aralashmasi yanada samarali yonadi, natijada yoqilg'i sarfi kamayadi va havoga chiqariladigan ifloslantiruvchi moddalar miqdori kamayadi. Ushbu zamonaviy vodorod texnologiyasi yoqilg'i sarfini 20-60 foizga qisqartirishga imkon beradi va bu quyidagi moddalar chiqindilarining sezilarli kamayishini ta'minlaydi: CO; NOx; CO₂ HC [21].

Suvni elektroliz qilish orqali vodorod va kislorod ishlab chiqarish uchun juda oddiy tizimlar mavjud. G'oya shundan iboratki, etarli miqdordagi gaz olish uchun texnologiya qo'shimcha kimyoviy moddalarsiz va elektrodning eroziyasiz qo'llaniladi. Siz misdan elektrod yasashga harakat qilishingiz mumkin, ammo bu material suv bilan reaksiyaga kirishadi va juda ko'p ifloslantiruvchi moddalar chiqaradi, shuning uchun bu variant mos emas.

Biz zanglamaydigan po'latdan yasalgan elektrodlar tayyorlashni tavsiya etamiz, chunki bu metall misni elektroliz paytida osonlikcha ta'sir qilmaydi. Bu holda asosiy muammo - yuqori sifatli zanglamaydigan po'latdan qidirish. Ishlab chiqarilgan gazning miqdori suvdan o'tadigan zaryadga mutanosibdir. Shunday qilib, oqim qancha yuqori bo'lsa,

shuncha ko'p gaz bo'ladi. Buning uchun elektrodlar orasidagi masofa iloji boricha kam bo'lishi kerak, ammo gaz pufakchalari ular orasida osongina siljishi kerak. 21-rasmda vodorod elektrolizatorining prinsipial sxemasi keltirilgan. Plitalar uchun, shuningdek, zanglamaydigan po'latdan foydalanishni tavsiya etamiz, bu esa minimal korroziya xavfiga ega. Zanglamaydigan po'lat misni ham elektrni o'tkazmaydi, shuning uchun elektrod plitalari taxminan 2 mm qalinlikdagi cho'yshablardan tayyorlanadi. Bu qarshilikni kamaytiradi. Metallning sifati qanchalik yuqori bo'lsa, elektrodلarni tayyorlash qiyinroq bo'ladi (materialni kesish qiyinroq bo'ladi). Elektrod plitalarini qatlamlarga yopishtirishni tavsiya etamiz va ularning orasidagi masofani neylon yuvgich yoki boshqa dielektrik materialdan yasalgan yuvish moslamalari bilan sozlashimiz mumkin.



31-rasm. Elektrolezyorni prinsipial sxemasi.

1-kalit, 2-rele, 3-massa, 4-predoksanitel, 5-akumliator, 6-HHO generator, 7-rezervuar, 8- nam ushlagich, 9-havo feltri.

Plitalar o'zgaruvchan joyga joylashtirilishi kerak, shunda pluslar minuslar bilan bir-biriga yaqinlashadi. Mahkamlagichlar shuningdek, zanglamaydigan po'latdan yasalgan bo'lishi kerak, shunda materiallar bir-biriga mos keladi. Uchib ketishni bartaraf etadigan barcha elementlarning uyg'unligiga erishish juda muhimdir. Yonuvchan gaz bilan shug'ullanayotganingizni unutmang. Bizning alohida holatda, biz ularning orasidagi masofa 1 mm bo'lgan 6 ta plitalardan iborat tizimni

yig'amiz. Katta sirt maydoni, plastinka qalinligi va murvat metallardan rezistor isitishsiz yuqori oqimlarni tizimdan o'tkazishga imkon beradi. Havoda o'lchanganda elektrodning umumiy sig'imi -1 nF ni tashkil qiladi. Bunday elektrotlar to'plami 25A gacha bo'lgan tekis oddiy suvda ishlatilishi mumkin. Gaz yig'ish elektrodleri germetik yopilgan ulagichlar, qopqoq va boshqa ulanishlar bo'lgan konteyner ichiga joylashtirilishi kerak. Idish dastlab oziq darajasiga ega va yuqori haroratga chidamli bo'lishi kerak. Agar konteyner metall bo'lsa, qisqa tutashuvlarning oldini olish uchun elektrodlar plastik asosga o'rnatilishi kerak. Gazni olish uchun ishlatiladigan mis qismlarining ikkala tomoniga ikkita ulagich o'rnatilishi mumkin. Armatura va ulagichlar silikon plomba yordamida mahkam yopishtirilgan idishni to'liq suv o'tkazmaydigan qilib qo'yishadi. Ishlab chiqarilgan gaz vodorod va kislorodning portlovchi aralashmasidir, shuning uchun uni juda ehtiyotkorlik bilan ishlatish kerak. Idish juda ko'p gazni o'z ichiga oladi, uni yoqish ehtimoli bor va haddan tashqari bosimda, hatto portlash ham mumkin. Vodorod generatori ichidagi gazning portlashiga yo'l qo'ymaslik uchun idishdagi quvurlarni suv bilan to'ldirilgan boshqa idishga ulash kerak. Chiqish paytida yong'in sodir bo'lsa, olov yana qurilmaga kirmaydi. Ushbu xavfsizlik moslamasi juda zarur va o'rnatilgan bo'lishi kerak. Elektroliz orqali suv yonilg'i aralashmasiga qo'shiladigan jigarrang gaz deb ataladi. Ushbu gaz hal qiladigan asosiy vazifa yoqilg'ining to'liq yonishi. Bu quvvatni oshirish va yoqilg'i sarfini munosib foizga kamaytirishga xizmat qiladi.

Elektr tokining ta'siri ostida suv molekulasini ikkita vodorod atomiga va bitta kislorodga ajrala boshlaydi. Bunday gaz aralashmasi yonish paytida molekulyar vodorod yoqilgandan ko'ra deyarli 4 baravar ko'proq energiya chiqaradi. Shu sababli, ushbu gazni ichki yonish dvigatellarida ishlatish yoqilg'i aralashmasining yanada samarali yonishiga olib keladi, atmosferaga zararli chiqindilar miqdorini kamaytiradi, quvvatni oshiradi va sarf qilingan yoqilg'i miqdorini kamaytiradi.

Uchqundan o't oladigan dvigatellarda vodorodni benzin-havo aralashmasiga qo'shimcha berish orqali uning texnik iqtisodiy va ekologik ko'rsatkichlarini yaxshilash ustida professor S.M. Qodirov

rahbarligida ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Vodorodni olish elektrolezyor qo'rilmasi o'zimizda ishlab chiqilgan bo'lib, 21-rasmda ko'rsatilgan. Avtomobilga o'rnatilib eksplatatsion sinov ishlari olib borilmoqda.

Elektrolizni xosil qilish uchun 2 ta uzun elektr o'tkazgich similar va metall, yoki grafit sterjenlar kerak bo'ladi. Sterjenlarni suyuqlikka botiriladi. Sterjenlar elektrodlar deb yuritiladi. Elektr o'tkazgich similar elektrodلarga va akkumlyator batareyalarining klemmalariga ulanadi. Suyuqlik elektrolit bo'lishi kerak, chunki u elektr zanjirida tokni qabul qilishi va o'tkazishi kerak. Masalan distillangan suv elektrolit bo'laolmaydi, chunki u o'zidan elektr tokini o'tkazmaydi. Lekin unga ozgina osh tuzi qo'shilsa (natriy xlorid), elektrolitga aylanadi.

Qurilmaning asosiy qismi-vodorod generatoridir. U qator germetik bo'shliqlardan iborat. Bo'shliqlar- plastinali elektrodلar, prokladkalar va platalardan tashkil topgan. Germetiklik ularni boltلar bilan qotirib xosil qilinadi. Quyish teshigi orqali bo'shliq elektrolit bilan to'ldiriladi; uning sathi trubkaning yuqori chegarasi bilan chegaralanadi. elektrodning pastki qismidagi teshiklar har bir oraliqni bir xil satxda elektrolit bilan to'ldirishni taminlaydi. Pastki jo'mrak bo'shliqlani bo'shatish uchun yasalgan. Har ikkala trubkalar germetik berkiladi. Elektrolizda xosil bo'lgan kislorod va vodorodning aralashmasi yuqoridagi elektrodلarning teshiklari orqali tindirgichga yuboriladi. U to'siq orqali 2 ga bo'lingan. Undan aralashma shtutser va shlang orqali suv zatvoriga keladi, undan o'tib, suv qatlami orqali shlangdan chiqadi va gorelkaga keladi. Qurilmaning zarur qismi- suv zatvoridir. U gazni portlashdan saqlaydi. Unga jo'mrak orqali nazoratdagi sathgacha suv quyiladi. Gaz qabul qiluvchi trubka teskari klapan bilan tugaydi. qurilmaning elektroxxemasi quyidagilardan tuzilgan: LATR 2 laboratoriya avtotransformatori, pasaytiruvchi 220/65 V li transformator, 15 A li diodli ko'prik, 20 A li predoxranitel, ampermetr va voltmeter.

Faradey qonuniga asosan elektrolizda xosil bo'lgan modda miqdori tok kuchiga to'g'ri proporsionaldir. Har bir 28,7 A 11,7 l vodorod va 5,85 l kislorod ishlab chiqaradi. amalda xech qachon tok bo'yicha chiqish 100% ga teng bo'lmaydi. kuchlanishning taqsimlanishi har bir juft

elektrodlarga 2 V dan to'g'ri keladi. Tokning zichligi 1 dm² elektrod maydoniga vodorod generatorining uzluksiz ishlash vaqtiga bog'liq va 2 dan 5 A gachani tashkil etadi. Konstruksiyaning soddaligi asosiy detallar sonini 3 tagacha kamaytirishga imkon berdi: elektrod, prokladkalar, platalar. Elektrod- 250 X 250 mm o'lchamdagi va 0,3-0,5 mm qalinlikdagi 32 dona zanglamas po'lat listlar. Prokladka- o'rta qattiqlikdagi rezina (chetki); diametri 220 mm, qalinligi 4-6 mm 31 ta rezina xalqa prokladkalar, Plata- har qanday izolyasiyli 300 X 350 mm o'lchamdagi. qalinligi kamida 20 mm li list material (2 dona). qotirish uchun boltlar- M12 x 100 mm (4 dona).

Elektrolit sifatida 22% li o'yuvchi natriy (NaOH) ning distillangan suvdagi eritmasi ishlatiladi. Kamayish hisobiga (umumiy hajmi 4 l) faqat distillangan suv quyiladi. Elektrolitni quyishdan oldin yig'ilgan vodorod generatorini havo yordamida germetikligi tekshiriladi. Vodorod generatorining ishlashida elektrolitning harorati 65° dan ortib ketmasligi kerak. Gaz gorelkasi sifatida oddiy meditsina shpritsining ignasi ishlatiladi. uning uchining diametri 0,3 dan 1 mm gacha. Shlanglar sifatida diametri 4-5 mm bo'lgan xlorvinil shlanglar ishlatiladi.

3.4- jadval.

Vodorod generatorining texnik xarakteristikasi

№	Ko'rsatkichlar	O'lchov birligi	Qiymati
1	Tarmoq kuchlanishi	V	220
2	Zarur bo'lgan quvvat,	Vt	1000 gacha
3	Maksimal quvvatda suv sarfi	g/soat	60
4	Gazning ishchi bosimi	mPa	0,3
5	Maksimal quvvatda gazning chiqishi	l/soat	150 gacha
6	Olovning maksimal issiqlik energiyasi	kkal/soat	500
7	Elektr energiyasini kimyoviy energiyaga aylantirish koeffitsienti		0,7

8	Aralashma tarkibi (kislrod/vodorod)		1:2
9	Olov fakelining o'lchami, maksimal diametri	mm	5
10	Maksimal uzunligi	mm	150
11	Olov fakelining harorati	°S	2000

3.3. Nazariy hisobi

Ichki yonuv dvigatellaridan muvaffaqiyatli foydalanish, tajriba konstruksiyalarini ishlab chiqish va ekologik va iqtisodiy ko'rsatkichlarni yaxshilash, asosan, ichki yonuv dvigatellarida ishchi jarayonlar nazariyasini o'rganish va rivojlantirish natijasida mumkin bo'ldi.

Vodorodni qo'shimcha berish dvigatelning ekologik va iqtisodiy ko'rsatkichlariga ta'sirini ishchi suyuqlik parametrlarini hisoblash va yonish mahsulotlarining individual tarkibiy qismlarini hisoblash orqali aniqlash mumkin. Bu etarli darajada aniqlik bilan yangi yaratilgan dvigatelning atrof-muhit parametrlarini analitik ravishda aniqlash va ularni haqiqiy dvigatel bilan taqqoslash imkonini beradi.

Belgilangan vazifalarni hal qilish uchun odatiy yoqilg'ida ishlaydigan dvigatelni hisoblash kerak, keyin motor yoqilg'isiga vodorod qo'shilishini hisobga olgan holda hisob-kitoblarni amalga oshirish kerak - motor yoqilg'isi - vodorod. Shu munosabat bilan dvigatelning dastlabki parametrlari mavjud dvigatelning xususiyatlaridan olinadi. Quyida ishlaydigan suyuqlik parametrlari va to'rt taktli dvigatelning yonish mahsulotlarining individual tarkibiy qismlarining soni, taqsimlangan yonilg'i quyish va yengil avtomashina uchun mo'ljallangan elektron boshqariladigan sistema va o't oldirish tizimi mavjud.

Yoqilg'ining o'rtacha elementar tarkibi vazifasi. Asosiy motor yoqilg'isi sifatida hisoblash uchun: benzin. Benzinning elementar tarkibi uning tarkibidagi uglevodorod birikmalarining turiga, o'z navbatida benzin ishlab chiqariladigan neft maydoniga bog'liq. O'rtacha, foiz nisbatida benzinning elementar tarkibi quyidagicha: uglerod - 85,5-86,0%; vodorod - 14,4-14,0%; azot - 0,0-0,03%; oltingugurt - 0,01%.

O'rtacha elementar tarkibni hisoblash uchun qabul qilingan: uglerod - 85,5%; vodorod - 14,5%; azot va oltingugurt tarkibiga ahamiyat berilmaydi[21].



32-rasm. Yonishning pastki o'ziga xos issiqligi va nazariy jihatdan zarur miqdordagi havo miqdori vodorod qo'shilishiga bog'liq

Gaz holatidagi toza vodorod hisob-kitoblarda qo'shimcha sifatida ishlatilgan.

Og'irligi bo'yicha asosiy yoqilg'iga qo'shimcha 5% vodorod qo'shilishi bilan 0 dan 50% gacha benzin va vodorodning har xil foizlari uchun hisob-kitoblar qilingan. Yoqilg'ining o'rtacha elementar tarkibi asosiy vosita yoqilg'isi uchun alohida va vodorod qo'shimchasiga nisbatan foiz sifatida hisoblab chiqilgan.

Ishchi jism suyuqlik parametrlarini hisoblashning dastlabki bosqichi yoqilg'ining yonishining past harorati va nazariy jihatdan zarur bo'lgan havo miqdorini aniqlashdir. Yonish harorati - bu moddaning massa (hajm) birligining to'liq yonishi paytida chiqadigan issiqlik miqdori. Sof kalorifik qiymati Mendeleev formulasi bilan aniqlanadi, bu quyidagicha

$$H_u = 33.91 \cdot C + 125.6 \cdot H - 10.89(O - S) - 2.51(9H + W). \quad (1)$$

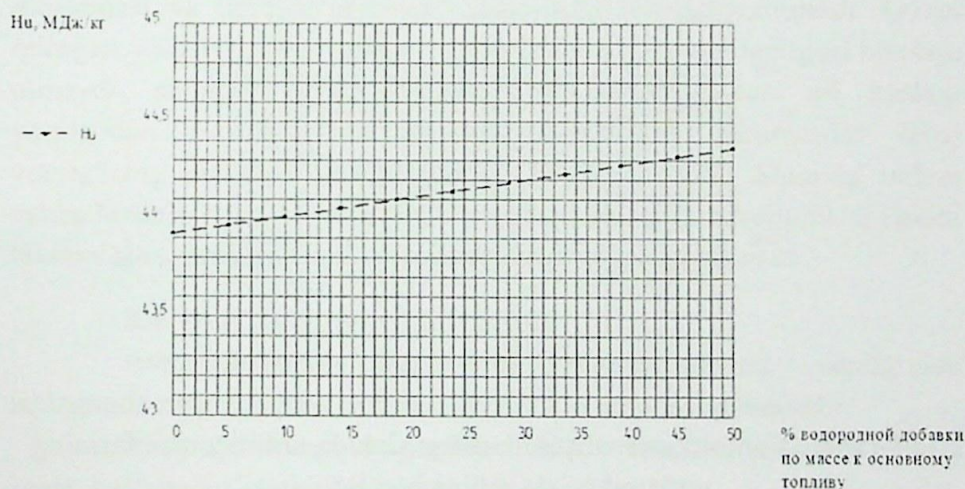
Bu erda C, H, O, S - yoqilg'idagi foiz (uglerod, vodorod, kislorod va oltingugurt mos ravishda); W - namlik darajasi.

1 kg yoqilg'ini yoqish uchun nazariy jihatdan zarur bo'lgan havo miqdori, L_0 – kmol havo / kg yoqilg'i ; l_0 - kg havo / kg yoqilg'i.

$$L_0 = \frac{1}{0.208} \cdot \left(\frac{C}{12} + \frac{H}{4} + \frac{S}{32} - \frac{O}{32} \right). \quad (2)$$

$$l_0 = \frac{1}{0.23} \left(\frac{8}{3} C + 8H - O \right) \quad (3)$$

Shuni ta'kidlash kerakki, vodorod qo'shimchasidan foydalanib havo-yoqilg'i aralashmasini yoqish paytida ishchi suyuqlik parametrlarini hisoblashda yonishning eng kam o'ziga xos issiqligi va nazariy jihatdan zarur miqdordagi havo 1 kg benzin uchun alohida-alohida va ma'lum bir foiz vodorod qo'shimchasiga hisoblab chiqilgan va qo'shimcha ravishda umumlashtirilgan. Asosiy vosita yoqilg'isi ulushini kamaytirish orqali stoimetrik nisbatni hisobga olgan holda biz kerakli miqdordagi havo miqdorini asosiy yoqilg'i - vodorodning doimiy nisbatiga keltiramiz. Olingan aralashmaning yonishining pastki o'ziga xos issiqligini qayta hisoblaymiz.

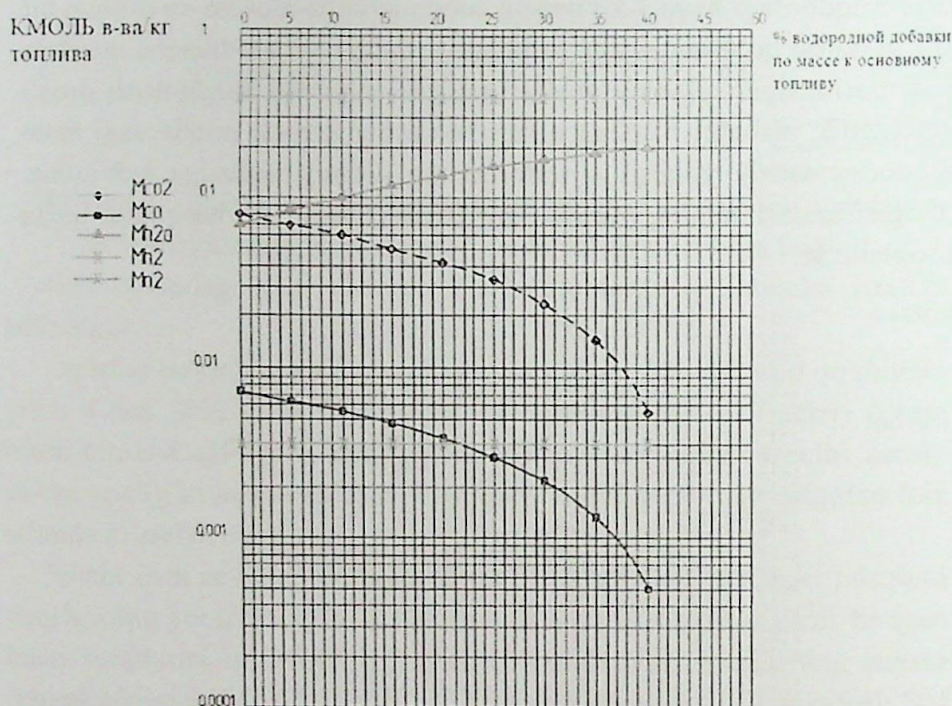


33-rasm. Yonishning pastki o'ziga xos issiqligi vodorod qo'shilishiga bog'liqligi

Ishchi jism parametrlarini hisoblashning navbatdagi bosqichi 4-formula bilan aniqlanadigan yonadigan aralashmaning miqdorini aniqlashdir.

$$M_1 = \alpha \cdot L_0 + \frac{1}{m_r} (4)$$

Bu yerda α – havoning ortiqchilik koeffitsienti, u asosiy ish rejimlari uchun $=1.0$, minimal tezlik rejimi uchun (salt ish rejimi) $= 0,96$, maksimal tezlik rejimi (maksimal tezlik) uchun $= 0.98$; m_r – yoqilg'ining o'rtacha molekulyar og'irligi.



34-рasm. Yonuvchan mahsulotlarning alohida tarkibiy qismlarining vodorod qo'shilishiga bog'liqligi

Nazariy jihatdan zarur bo'lgan havo miqdori va yonadigan aralashmaning miqdorini aniqlaganimizdan so'ng, 5 - 9 [8] formulalari bilan aniqlanadigan turli xil dvigatellarning ishlash rejimlari uchun yonish mahsulotlarining turli tarkibiy qismlari uchun yonish

mahsulotlarining individual tarkibiy qismlarini aniqlashni davom ettirishimiz mumkin. Salt ish rejimda hisoblash natijalari 3-rasmda keltirilgan grafikda umumlashtiriladi.

$$M_{CO_2} = \frac{C}{12} + 2 \frac{1-\alpha}{1+K} \cdot 0.208 \cdot L_0 \quad (5)$$

$$M_{CO} = 2 \frac{1-\alpha}{1+K} \cdot 0.208 \cdot L_0 \quad (6)$$

$$M_{H_2O} = \frac{H}{2} - 2 \cdot K \frac{1-\alpha}{1+K} \cdot 0.208 \cdot L_0 \quad (7)$$

$$M_{H_2} = 2 \cdot K \frac{1-\alpha}{1+K} \cdot 0.208 \cdot L_0 \quad (8)$$

$$M_{H_2} = 0.792 \cdot \alpha \cdot L_0 \quad (9)$$

Shu bilan birga, shuni ta'kidlash kerakki, ushbu hisoblash faqat alohida moddalarning fizik-kimyoviy xususiyatlariga asoslanadi va ichki yonuv dvigatelining yonish kamerasida sodir bo'ladigan jarayonlarni to'liq qamrab olmaydi. Bundan tashqari, ushbu yondashuv dvigatelda sodir bo'layotgan jarayonlarning haqiqiy grafigini aks ettirmaydi. Avvalo, ishlaydigan suyuqlikning o'zgaruvchan tarkibi, issiqlik moslamasi va issiqlik ta'minoti dinamikasi hisobga olinmadi. Qabul qilingan yonish modeli yonish davomiyligi va yonish tezligini hisobga olmaydi, shuning uchun dvigatelning ishlashini har xil turdagi yoqilg'idan foydalanishda baholashda yakuniy parametrlar faqat yoqilg'ining energiya xususiyatlariga bog'liq bo'ladi. Shuning uchun ushbu hisoblash tartibi faqat hisoblangan vosita samaradorligini va yukini taxmin qilingan darajasini oldindan baholash uchun qulaydir.

3.4. Dvigatelning issiqlik hisobi

Avtomobilining dvigatelinii benzin-vodorod yonilg'sida ishlaganda nisbatan mos ravishda 85%/15% dagi issiqlik hisobi.

Avtomobilining dvigatelinii issiqlik hisobini bajarish uchun kerak bo'lgan ko'rsatkichlarni aniqlab olamiz.

1. Dvigatelning nominal quvvati, $N_e = 80,14 \text{ kBr}$
2. Tirsakli valning aylanishlar chastotasi, $n = 5800 \text{ min}^{-1}$
3. Siqish darajasi, $\varepsilon = 10.2$

3.5-jadval.

IYOD kursatkichlari	Ulchov birliklari	Ishlatilgan yoqilg'i	
		Benzin	benzin85%+ vodorod15%
Yonish mahsulotlarida CO_2 ning mollar soni, M_{CO_2}	Кмоль/кг	0.064	0.061
Bir kg yonilg'ining to'la yonishi uchun nazariy jihatdan zarur bo'lgan havoning kg lardagi miqdori, L_0	Кмоль/кг	14.95	13.46
Molekulyar uzgarish koeffitsenti, μ_0	-	1.067	1.035
Yonuvchi aralashmaning yonishdan oldingi miqdori, M_1	Кмоль/кг	0.49	0.47
Yonish mahsulotlarining umumiy miqdori, M_2	Кмоль/кг	0.528	0.486
Bosimning oshish darajasi, λ	-	3.44	3.79
Tuldirish koeffitsenti, η	-	0.98	0.95
Yonish oxiridagi bosim, P_z	МПа	8.57	9.46
Kengayish oxiridagi bosim, P_b	МПа	0.48	0.528
Yonilg'ining solishtirma sarfi, ge	г/кВт*soat	310.8	271.6
Yonilg'ining soatli sarfi, G_s	Кг/soat	24.9	21.76

Yonilg'ining solishtirma indikator sarfi, gi	$r/\kappa B\tau^*$ soat	237.9	215.7
--	----------------------------	-------	-------

1. Havoning ortiqchilik koeffitsienti, $\alpha=0.98$
2. Silindrlar soni, $i=4$
3. Sovitish usuli, suyuqlik bilan
4. Porshen yo'lini silindr diametriga nisbati, $S/D=1.03$
5. Yoqilg'i turi, benzin va benzin85%+vodorod15%
6. Yonilg'ini quyi yonish issiqligi, H_u , $K\text{J/kg}$, $H_u(\text{benzin})=44000$,
 $H_u(\text{benzin85\%+vodorod15\%})=53900$

Avtomobilning dvigatelini issiqlik hisobini bajarish natijalarini quyidagi 3.5-jadvalga keltirilgan[22].

Avtomobilning dvigatelini issiqlik hisobini bajarish natijasida olingan ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, vodorodni benzin-havo aralashmasiga berish orqali dvigatelning iqtisodiy ko'rsatkichlari oshdi va ekologik ko'rsatkichlari yaxshilandi. dvigatelini issiqlik hisobidan ko'rinib turibdiki, yonilg'ining soatli sarfi sezilarli darajada vodorodni benzin-havo aralashmasiga berish orqali qullanilganda kamaygan, yani $G_s=24.9$ kg/ssoatdan to 21.76 kg/ssoatgacha.

3.5. Avtomobilda vodorod aralashmasini tayyorlovchi qurilmanidan foydalanishning iqtisodiy samaradorligi

Avtomobilda taklif etilayotgan vodorod aralashmasini tayyorlovchi qurilmanidan foydalanib ishlagandagi yillik iqtisodiy samaradorligini quyidagi formula orqali aniqlaymiz: [23-25].

$$E_y = (S_c - S_{ya}) V_{o'r} T_{sm} n_{sm} D_{ik}, \text{ so'm/yil.}$$

Bunda S_c - avtomobilning odatiy yonilg'i aralashmasida ishlaganda har 1 km yo'l uchun sarflangan xarajatlar;

S_{ya} - vodorod aralashmasini tayyorlovchi qurilmanidan foydalanish bilan ishlaganda har 1 km yo'l uchun sarflangan xarajatlar;

$V_{o'r}$ - avtomobilning o'rtacha tezligi, km/soat;

T_{sm} - smena davomiyligi, soat;

n_{sm} - smenalar soni;

D_{ik} - 1 yilda ishchi kunlar soni.

Avtomobilning odatiy yondirish g'altagida ishlaganda har 1 km yo'l uchun sarflangan xarajatlar;

$$S_e = S_{iche} + S_{sotse} + S_{ame} + S_{yoe}, \text{ so'm/km}$$

Bunda S_{iche} - xaydovchining asosiy ish xaqi, so'm/km;

S_{sotse} - ijtimoiy sug'urtaga ajratma, so'm/km;

S_{ame} - amortizatsiya xarajatlari, so'm/km;

S_{yoe} - yonilg'iga sarflar, so'm/km;

vodorod aralashmasini tayyorlovchi qurilmanidan foydalanish bilan ishlaganda har 1 km yo'l uchun sarflangan xarajatlar;

$$S_{ya} = S_{ichya} + S_{sotsya} + S_{amya} + S_{yoya}, \text{ so'm/km}$$

Bunda S_{ichya} - dvigatellarining elektr- olov texnologiyasidan foydalanish bilan ishlaganda xaydovchining asosiy ish xaqi, so'm/km;

S_{sotsya} - ijtimoiy sug'urtaga ajratma, so'm/km;

S_{amza} - amortizatsiya xarajatlari, so'm/km;

S_{yoya} - yonilg'iga sarflar, so'm/km;

Xaydovchining asosiy ish xaqi quydagi formula orqali topiladi.

$$S_{ich} = S_t / V_{o'r}, \text{ so'm}$$

Bu erda S_t - xaydovchining 1 soatlik ish stavkasi.

$$S_t = M/F, \text{ so'm/soat}$$

Bunda M-xaydovchining oylik maoshi $M = 1000000$ so'm.

F-oylik ish soatlari.

$F = 160-170$ soat.

$$S_t = M/F = 1000000/165 = 6060,60 \text{ so'm/soat,}$$

$V_{o'r}$ avtomobilining o'rtacha tezligi km/soat

$V_{o'r} = 40$ km/soat

$$S_{iche} = S_t / V_{o're} = 6060,60 / 40 = 151,51 \text{ so'm/km}$$

$$S_{ichya} = S_t / V_{o'rya} = 6060,60 / 40 = 151,51 \text{ so'm/km}$$

Ijtimoiy sugurtaga ajratma kuydagi formula orkali aniklanadi.

$$S_{sotse} = 0,4 S_{iche} = 0,4 \times 151,51 = 60,60 \text{ so'm/km}$$

$$S_{sotsya} = 0,4 S_{ichya} = 0,4 \times 151,51 = 60,60 \text{ so'm/km}$$

Amortizatsiya xarajatlari

$$S_{ame} = F_{ose} \times 0,05 / (V_{o're} \times T_{sm} \times n_{sm} \times D_{ik}), \text{ so'm/km.}$$

$$S_{amya} = F_{osya} \times 0,05 / (V_{o'rya} \times T_{sm} \times n_{sm} \times D_{ik}), \text{ so'm/km.}$$

Bunda F_{ose}, F_{osya} - avtomobilning narxi, so'm;

$F_{ose} = 0$ so'm - avtomobilni o'zgartirilmagani uchun;

$F_{osya} = 1200000$ so'm avtomobilda vodorod aralashmasini tayyorlovchi qurilmanidan foydalanishning narxi, so'm.

$$S_{ame} = F_{ose} \times 0,05 / (V_{o're} \times T_{sm} \times n_{sm} \times D_{ik}), =$$

$$= 0 \times 0,05 / (40 \times 7 \times 2 \times 305) = 0 \text{ so'm/km.}$$

$$S_{amya} = F_{osya} \times 0,05 / (V_{o'rya} \times T_{sm} \times n_{sm} \times D_{ik}) =$$

$$= 1200000 \times 0,05 / (40 \times 7 \times 2 \times 305) = 0,35 \text{ so'm/km.}$$

Avtomobilning odatiy yonilg'i aralashmasida ishlaganida har 1 km yo'l uchun yonilg'iga sarflar:

$$S_{yoe} = B_{yoe} \times g_{be} / 100 = 3000 \times 6,25 / 100 = 187,50 \text{ so'm/km.}$$

Bunda B_{yoe} - benzin yonilg'isining narxi $B_{yoe} = 3000$ so'm,

g_{be} - avtomobilning odatiy yonilg'i aralashmasida ishlaganida 60 km/soat tezlikda 100 km yo'lga yonilg'i sarfi 6,25 l/100 km [36];

Avtomobilning vodorod aralashmasini tayyorlovchi qurilmanidan foydalanish bilan ishlaganda har 1 km yo'l uchun yonilg'iga sarflar:

$$S_{yoya} = B_{yoya} \times g_{bya} / 100, \text{ so'm/km.}$$

Bunda B_{yoya} - benzin yonilg'isining narxi $B_{yoe} = 3000$ so'm/l.

g_{be} - «Cobalt» avtomobilining 60 km/soat tezlikda 100 km yo'lga yonilg'i sarfi:

$$g_{be} = 5 \text{ l/100 km;}$$

$$S_{yoyab} = B_{yoya} \times g_{bya} / 100 = 300 \times 5 / 100 = 150 \text{ so'm/km.}$$

Avtomobilning odatiy yonilg'i aralashmasida ishlaganida har 1 km yo'l bosish uchun keltirilgan sarf xarajatlar quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$S_e = S_{iche} + S_{sotse} + S_{ame} + S_{yoe} = \\ = 151,51 + 60,60 + 0 + 187,50 = 399,61 \text{ so'm/km}$$

Avtomobilning vodorod aralashmasini tayyorlovchi qurilmanidan foydalanish bilan ishlaganida har 1 km yo'l bosish uchun keltirilgan sarf xarajatlar quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$S_{ya} = S_{ichya} + S_{sotsya} + S_{anya} + S_{yoya} = \\ = 151,51 + 60,60 + 0,35 + 150 = 362,46 \text{ so'm/km.}$$

Yillik iqtisodiy samaradorlik:

$$E_y = (S_e - S_{ya}) V_o \cdot r \cdot T_{sm} \cdot n_{sm} \cdot D_{ik} = (399,61 - 362,46) \times 40 \times 7 \times 2 \times 305 \\ = 155,57 \times 40 \times 7 \times 2 \times 305 = 6345220,60 \text{ so'm/yil.}$$

Qoplanish muddati;

$$T_q = F_{osza} / E_y = 1200000 / 6345220,60 = 0,19 \text{ yil.}$$

Samaradorlik koeffitsenti;

$$K_s = U_y / F_{osya} = 6345220,60 / 1200000 = 5,29.$$

3.6- jadval.

Avtomobilda vodorod aralashmasini tayyorlovchi qurilmadan
foydalanishning texnik- iqtisodiy ko'rsatkichlari

№	Ko'rsatkichlar	O'lchov birligi	Avtomobil		Farqi +,-
			Odatiy yonilg'i aralashmasi da ishlaganida	Vodorod aralashmasini tayyorlovchi qurilma bilan ishlaganida	
1	Xaydovchi ish xaqi	so'm/km	151,51	151,51	-
2	Ijtimoiy sug'urta	so'm /km	60,60	60,60	-
3	Vodorod aralashmasini tayyorlovchi qurilmaning narxi	so'm	0	1200000	+ 120000 0
4	Amortizatsiya Xarajatlari	so'm /km	0	0,35	+ 0,35
5	O'rtacha tezligi	km/soat	40	40	-
6	YOnilg'ining narxi	so'm /l	3000	3000	0
7	YOnilg'iga sarflar	so'm /km	187.50	150	-37.50
8	Solishtirma yonilg'i sarfi	so'm /km	6.25	5.00	-1.25
9	Keltirilgan xarajatlar	so'm /km	399,61	362.46	- 155.90
10	Yillik iqtisodiy samaradorlik	so'm /yil	-	6345220.60	+6345 220.60
11	Qoplanish muddati	yil		0.19	
12	Samaradorlik koeffitsienti			5.29	

III- bob bo'yicha xulosalar

Vodorod gazi qo'shilgan benzinda ishlashga o'tkazilayotgan dvigatellar suyuq yonilg'ida ishlovchi dvigatellardan konstruktiv sxemasi bo'yicha kam farq qiladi. Chunki dvigatel vodorod va ozon gazlari qo'shilgan benzinda ishlashga o'tkazilganda baza modelining asosiy uzal va agregatlarining tuzilishi o'zgarishsiz saqlab qolinadi.

Bu ilmiy tadqiqot ishi bo'yicha 6 ta ilmiy maqola va 10 ta ma'ruzalar tezislari chop ettirildi, 1 ta ixtiroga buyurtma, 2 ta ratsionalizatorlik takliflari ishlab chiqarishga joriy etildi. Yasalgan qurilmalar "Kelajak ovozi" va "Yurt kelajagi" ko'riklarida namoyish etilib, viloyatda va Respublikada 1- 2 o'rinlarni egalladilar. Shuningdek, BMTning taraqqiyot dasturi doirasidagi Global ekologik fondning e'tirofiga sazovor bo'ldi. Hozirgi kunda ularning grantini qo'lga kiritish bo'yicha ishlar davom ettirilmoqda. 1 ta bunday qurilmani yasash, yig'ish, avtomobilga o'rnatish va sinash jami 1 200 000 so'mga tushmoqda. Keyinchalik qurilmani ko'proq miqdorda ishlab chiqarish yo'lga qo'yilsa, uning tannarxi 2-3 marta kamayishi mumkin.

Avtomobilining taklif etilayotgan vodorod aralashmasini uzatuvchi qurilma bilan ishlagandagi iqtisodiy samaradorligi aniqlandi, unga asosan amortizatsiya xarajatlari 3,51 so'm/km, yonilg'isarf 110,00 so'm/km, 1 km yo'l bosish uchun keltirilgan sarf xarajatlar 283,20 so'm/km, yillik iqtisodiy samaradorlik 4097492 so'm/yil, qoplanish muddati 0,29 yil va samaradorlik ko'effitsenti 3,41ni tashkil etdi.

XULOSA

Karbyuratorli ichki yonuv dvigatellarining ta'minlash tizimini taxlil qilib, avtomobilning motor bo'shlig'ida biz taklif etayotgan yonilg'ini to'la yonishini ta'minlovchi vodorod aralashmasini tayyorlovchi qurilmani dvigatellarning karbyuratoridan oldin havo filtring tepasiga o'rnatiladi.

Benzinli injektorli dvigatellarda vodorod aralashmasini tayyorlovchi qurilma havo kiritish shlangiga o'rnatiladi. Gazsimon yonilg'ilarda ishlaydigan dvigatellarda vodorod aralashmasini tayyorlovchi qurilma havo kiritish shlangiga aralashtirgichdan oldin o'rnatiladi. Dizelli dvigatellarda vodorod aralashmasini tayyorlovchi qurilma havo kiritish trubasiga o'rnatiladi.

Barcha dvigatellarda odatiy yonilg'i- havo aralashmasi vodorod va kislorod aralashmasi bilan boyitiladi. Vodorod va kislorod molekulalarining har xil qutbliligi ularni birlashishga va to'laroq yonishiga olib keladi. Natijada- yonilg'i iqtisodi kelib chiqadi.

Bugungi kunda Rossiya, AQSH, Yaponiya, Ukraina, Litva va boshqa davlatlarda vodorod aralashmasini tayyorlovchi qurilmalarni ishlab chiqarish yo'lga qo'yilgan. Lekin bu vodorod aralashmasini tayyorlovchi qurilmalar IYODning energetik va ekologik ko'rsatkichlarini sezilarli darajada yaxshilay olmaydi, chunki ular bizning iqlim sharoitimizda sinovlardan o'tmagan. SHuning uchun biz bizning iqlim sharoitimizga mos yonilg'i va vodorod aralashmasini tayyorlovchi qurilmani yaratishimiz kerak bo'ladi.

Xulosa qilib aytsak, ichki yonuv dvigatellarining havo kiritish shlangi yoki trubasidan o'tayotgan havoning miqdori kam va uning tarkibida kislorodning miqdori 10- 15 % ni tashkil etadi. Benzin tarkibida esa-massasi bo'yicha taxminan 85 % uglerod, 15 % vodorod va juda oz miqdorda kislorod, azot va oltingugurt bo'ladi. Benzinlarning zichligi $0,712-0,742 \text{ g/sm}^3$, yonganda chiqadigan issiqlik miqdori taxminan 3500 MJ/m^3 ni tashkil etadi. Gazsimon va dizelli yonilg'ilarda esa vodorod va kislorodning maqdori yana ham ozroqdir.

Bugungi ichki yonuv dvigatellari shunday tez harakatlanuvchan bo'lib qoldiki, barcha undagi jarayonlar- dozalash, kiritish, yonilg'i purkash, o't oldirish, yondirish- vaqtning yuzdan bir sekundlarida o'tadigan bo'lib qoldi. Natijada odatiy benzin, gazsimon va dizelli yonilg'ilar bu jarayonlar davomida yonishga ulgurmay qolmoqda.

SHuning uchun ular o'rniga vodorod yonilg'isini ishlatishni o'rganib chiqamiz, chunki u benzinga nisbatan 8 marta tez yonish xususiyatiga ega bo'lib, benzinga yaxshi va arzon o'rinbosar hisoblanadi

Yonilg'ini to'la yonishini ta'minlovchi vodorod aralashmasini tayyorlovchi qurilmalarni yaratish bo'yicha ishlar chet ellarda, MDH davlatlarida, jumladan O'zbekistonda ham olib borilmoqda. Jumladan Rossiyaning Samara shahridagi "Nitron" KB tomonidan avtomobillar va traktorlar uchun seriyalab vodorod generatorilari ishlab chiqarilmoqda

Bu qurilmalarni ko'p mutaxassislar avtomobillarga o'rnatib sinovlardan o'tkazishdi, ularning natijalariga ko'ra bu qurilma yonilg'i sarfini 20- 25 % ga kamaytirishga, dvigatel quvvatini 10- 15 % ga orttirishga va ishlangan gazlarning zaharliligini 30- 40 % ga kamaytirishga imkon beradi.

Bu qurilma shu paytgacha dunyoda yasalgan barcha vodorod generatorlaridan ancha mukammal bo'lib chiqli, bunga sabab bu qurilmada bir yo'la 3 ta yonishga yordam beruvchi jarayonlar birlashtirilgan: elektroosmotik nasos- bug'latgich, yonilg'ini termik kavitatsion bug'latgich va vixrli aralashtirgich. Yuqori kuchlanishli maydon vodorodni yonishga yordam beradi. SHuning uchun mazkur V.Dudishevning vodorod qurilmasini biz keyingi izlanishlar uchun prototip sifatida tanladik.

Biz taklif etayotgan vodorod aralashmasini tayyorlovchi qurilmalarni qo'llash barcha turdagi yonilg'ilarni o'rtacha 20- 30 % iqtisod qilishga, energetik va ekologik ko'rsatkichlari tubdan yaxshilashga imkon beradi.

Vodorod generatoriavtomobil kapoti ostida joylashgan oddiy suv quyilgan kichik konteyner, yoki idishdan iborat. Bu qurilma 12 V kuchlanish va 35 A tok kuchiga ulansa suvdan elektroliz yordamida vodorod va kislorod (HHO) ajralib chiqadi.

Vodorod aralashmasini tayyorlovchi qurilma konstruksiyasining soddaligi uning ishonchli ishlashi va birinchi navbatda arzonligi juda muximdir. Shuning uchun vodorod aralashmasini tayyorlovchi qurilmalarning 4 xil turini yasadik va sinovlardan o'tkazdik.

Sinovlarda vodorod aralashmasini tayyorlovchi qurilmalarning ko'rsatkichlarini laboratoriya sharoitida va yo'l sharoitida ko'plab avtomobillarda tekshirdik hamda o'zaro taqqosladik. Ma'lum bo'lishicha bu vodorod aralashmasini tayyorlovchi qurilmalarning ko'rsatkichlari avtomobillarning bosib o'tgan yo'li, dvigatel holati, tirsakli valning aylanishlar soni va boshqa ko'plab omillarga bog'lik hamda ularning ko'rsatkichlari keng oraliqda joylashar ekan.

Natijalarga asosan, laboratoriya sinovlarida ko'p cho'lg'amli vodorod aralashmasini tayyorlovchi qurilma o'rnatilgan avtomobilda dvigatel quvvati 25,06 kVt ni tashkil etib, bu odatiy ta'minlash tizimida ishlagandan 2,33 kVt ortiq va yonilg'i sarfi mos ravishda 6,88 o'rniga 5,16 l/soat ni tashkil etdi.

Avtomobilda benzinda ishlaganda yo'l sharoitida ham ko'p cho'lg'amli vodorod aralashmasini tayyorlovchi qurilma o'rnatilgan avtomobilda yonilg'i sarfi 5,47 l/100 km tashkil etgan bo'lsa odatiy tizimda 9,15 l/100 km ni tashkil etdi, bu esa har 1000 km yo'lda 3,68 litr yonilg'i iqtisod qilinganligi bildiradi.

Mazkur vodorod aralashmasini tayyorlovchi qurilma laboratoriya va ishlab chiqarish sharoitlarida siqilgan va suyiltirilgan gazlarda ham sinovdan o'tkazildi. Ularga asosan 15-20 %, 10-15 % ga yonilg'i sarfi kamaydi. Ishlangan gazlar tarkibidagi CO gazining miqdori mos ravishda- 1,3-1,5 va 1,2-1,4 marta kamaydi.

Avtomobilning odatiy ta'minlash tizimi bilan benzinda ishlaganida har 1 km yo'l bosish uchun keltirilgan sarf xarajatlar 488,55 so'm/km va yonilg'ini faollashtirishdan foydalanib ishlaganida 442,04 so'm/km ni tashkil etdi.

Yillik iqtisodiy samaradorlik 7943908,00 so'm/yil, qoplanish muddati 0,13 yil va samaradorlik koeffisienti 7,94 ni tashkil etdi.

ADABIYOTLAR

1. Мирзиев Ш.М., “Мамлакатимиз 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантириш якунлари ва 2017 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурининг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган ма’рузаси. “Халқ сўзи” 15 январь 2017 йил. № 12.

2. Мирзияев Ш.М. 2017- 2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналишлари бўйича ҳаракатларстратегияси. // “Халқ сўзи” 8 февраль январь 2017 йил. № 17.

3. 2013 йил 1 мартда қабул қилинган «Муқобил энергия манбаларини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Ўзбекистон Республикаси Президенти фармони.

4. Каменев В.Ф., Фомин В.М., Хрипач Н.А. «Теоретические и экспериментальные исследования работы двигателя на дизельно-водородных топливных композициях», Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология» АЭЭ, №7 (27), 2005 г.

5. Лютикова Е.К., Кирюхин Ю.И., Антонова Л.Л., Федышина К.В., Самойлов Д.И., Мотлох Ч.Г., Фатеев В.Н. «Разработка стойких к СО электрокатализаторов для твердополимерных топливных элементов» // Международная конференция «Электрокатализ в электрохимической энергетике»: Тез. докл. – М., 2003, с. 21

6. Емельянов, В. Е. Автомобильный бензин и другие виды топлива: свойства, ассортимент, применение / В. Е. Емельянов, И. Ф. Крылов. - М.: Астрель: АСТ: Профиздат, 2005. - 207 с.

7. Истомин, С. В. Новые направления повышения экологической без опасности ДВС / С. В. Истомин, В. А. Стрельников // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей, тракторов и автомобилей: сб. науч. тр. междунар. науч.-техн. конф. - СПб.: СПбГАУ, 2002. - С. 191-192.

8. Кульчицкий, А. Р. Токсичность автомобильных и тракторных двигателей / А. Р. Кульчицкий. Владимир: Изд-во Владимир., 2000. 256 с.

9. Двигатели внутреннего сгорания: в 3 кн.; под ред. В. Н. Луканина. Кн. 1. Теория рабочих процессов: Учебник для вузов / В. Н. Луканин [и др.]. - М.: Высш. шк., 2005. - 479 с.

10. Ассад, М. С. Состав продуктов сгорания водородсодержащих топлив на режиме холостого хода двигателя внутреннего сгорания / М. С. Ассад, О. Г. Пенязьков // Тепло- и массоперенос-2008. - Минск: ИТМО им. А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2009. - С. 82-88.

11. Варшавский М.Л., Малое Р.В. Как обезвредить отработавшие газы автомобиля.- М.: Транспорт, 1968.-127 с.

12. А.С. 1455008 /СССР/ Двигатель внутреннего сгорания /АлтПИ им. И.И. Ползунова: авт. изобретение С.В. Новоселов, А.Л. Новоселов, В.А. Синицын, М.Э. Брякотин.- заявл. 23.03.87, № 4258070/25-06, опубл. Б.И. № 4, 1989 г.

13. Kojima Y. et al. Hydrogen generation using sodium borohydride solution and metal catalyst coated on metal oxide// Int. J. of Hydrogen Energy, 2002, 1029-1034.

14. Лютикова Е.К., Кирюхин Ю.И., Антонова Л.Л., Федышина К.В., Самойлов Д.И., Мотлох Ч.Г., Фатеев В.Н. «Разработка стойких к СО электрокатализаторов для твердополимерных топливных элементов» // Международная конференция «Электрокаталитических электрохимической энергетике»: Тез. докл. –М., 2003, с. 21 .

15. Elements of heat engines. R.C.Patel. Baroda. 1997. -314 p.

16. <https://uz.mazorhomes.com/2266-water-electrolysis.html>.

17. <http://rus.delfi.ee/archive/novaya-tehnologiya-polucheniya-chistogo-vodoroda>.

18. Исмаев Ж.Ф. и др. Анализ системы питания двигателей работающих водородом. ТашДАУ Термиз филиали. Илмий-амалий анжумани. 18-19 май 2018й. 65-66 бетлар.

19. Исмаев Ж.Ф. и др. Установка генератор водорода (электролизера) для получения водорода. “Инновационная технологиялар-аграр соҳанинг таянчи”- Тошкент, ТошДАУ, 2018 й. 6-7 декабр, 729-731 бетлар.

20. Исмаев Ж.Ф. и др. Водород –топливо будущего. Достижения науки и образования. №6(47) 2019. Иваново. Научно-методический журнал. [HTTPS://SCIENTIFICPUBLICATIONS.RU](https://scientificpublications.ru).

21. Исмаев Ж.Ф. и др. Водород как добавка в топливо. Вопросы науки и образования. № 5 (50), 2019.Москва. НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ. [HTTPS://SCIENTIFICPUBLICATIONS.RU](https://scientificpublications.ru)

22. Musabekov Zakirjon, Ismatov Jumaniez, Ashirov Vosit, Jurayev Kurbonali. (2019). Hydrogen electrolyzer for internal combustion. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. 6(10), 11141-11146

J.F.Ismatov, Q.Ch.Jo'rayev

ICHKI YONUV DVIGATELLARI UCHUN VODOROD ELEKTROLIZORINI ISHLAB CHIQISH

Qog'oz bichimi 60x84 1/16. Times New Roman
garniturasida terildi.

Ofset uslubida oq qog'ozda chop etildi.

Nashriyot hisob tabog'i 7, Adadi 100. Buyurtma № 163
Bahosi kelishuv asosida

«ZUXRA BARAKA BIZNES» MChJ
bosmaxonasida chop etildi.

Manzil. Toshkent shahar Chilonzor tumani,
Toshkent shahri Bunyodkor shoh ko'chasi 27 A-uy.

