

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI

OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

BUXORO MUHANDISLIK TEXNOLOGIYA INSTITUTI

“E VA ICHAKT ” FAKULTETI

“ELEKTROTEXNIKA ” KAFEDRASI

Asinxron generatorli shamol elektr qurilmalarini loyihalash
va boshqarish sxemasini ishlab chiqish

BITIRUV MALAKAVIY ISHI

Bajardi:

J.Ziyodullayev

Rahbar:

dots. D.A. Raxmatov

Buxoro -2016

KIRISH.

Inson ta'siri natijasida dunyo o'zgarimoqda. Insoniyatning organik energetik resurslarni o'ylamasdan energetikada, transportda, katta zavod va fabrikalarda qo'llashi, atom energetikasi va katta shaharlar chiqindilarini dunyo okeaniga tashlanishi natijasida atrof-muhit o'zgarimoqda. Yer yuzidaiqlimning o'zgarishi kuzatilmoqda, mangu muzliklar erimoqda, shaharlar suv ostida qolmoqda, o'rmonlar yonmoqda. Yer yuzining judako'p mamlakatlarida insonlarni ichimlik suvining yetishmasligi, qurg'oqchilik va ocharchilik qiynamoqda, yangi-yangi kasalliklar paydo bo'lmoqda. Yuqorida keltirilgan salbiy o'zgarishlarning barchasi millionlab yillar tabiat tomonidan o'rnatilgan tabiiy muvozanatni insoniyat tomonidan o'ylamasdan buzulishi natijasida yuz bermoqda. Shuning uchun ham ulug' ingliz faylasufi Frensis Bekon «Tabiat faqatgina unga bo'ysunish bilan yengiladi» degan edi.

Yuz berayotgan falokatlarni to'xtatish uchun nima qilish kerak? Brinchinavbatda insonning ichki dunyosini tabiatga nisbatan ijobiy o'zgartirish, so'ngra organik energetik resurslardan foydalanishni butunlay to'xtatish lozim.

Qanday qilib? Axir zamonaviy inson maishiy qulayliklarsiz - komfortsiz, ya'ni mashinasiz, uzoqni yaqin qiluvchi tez yuruvchi poyezdlarsiz, samolyotlarsiz, televizorsiz, muzlatgichsiz, isitgichsiz, issiq va sovuq suvsiz va boshqa qulayliklarsiz yashay olmaydi-ku. Zavod va fabrikalar energiyasiz ishlay olmaydi. Hozirgi rivojlangan dunyoda energiya insoniyatni olg'a yetaklovchi asosiy manba hisoblanadi. Mamlakatlarning qudrati ham ularning energiya bilan qanchalik ta'minlanganliklariga qarab belgilanadi.

Atrof-muhitga zarar keltirmay insoniyat xizmatini bajaradigan energiya tabiatda mavjud bo'lgan *ekologik toza tabiiy energiyalardir*. Bu energiya turlariga suv, quyosh, shamol, geotermal suvlar, geyzerlar, to'lqinlar, suv sathining

ko‘tarilib-tushishi, vulqonlar, chaqmoqlar, okean va dengizlardagi har xil oqimlar, biomassa, vodorod yoqilg‘isi, shahar chiqindilari, fotosintez; fotoelektrik o‘zgartiruvchilar, kimyoviy (galvanik) elementlar va boshqalar kirishi mumkin. Mana shu energiya turlari *noananaviyvaqaytalanuvchi energiya manbalari* deyiladi. Faqatgina yuqorida ko‘rsatilgan energiya manbalaridan toza ekologik energiya ishlab chiqarish mumkin.

Mamlakatimiz kichik daryolar, irrigatsiya kanallari, suv omborlari, katta kollektorlar, soylar, baland tog‘lardagi buloqlar, termal suvlar, quyoshva shamol kabi qayta tiklanuvchi energiya manbalariga juda boydir.

Bitiruv malakaviy ishda talabalar uchun, mamlakatimiz va dunyo mamlakatlarida foydalanilayotgan noana‘naviy hamda qaytalanuvchi energiya manbalari to‘g‘risida ma‘lumot beriladi. BMTni tayyorlashda asosan internet ma‘lumotlaridan, xalqaro anjumanlar materiallaridan, ilmiy- texnik hisobotlar va loyiha materiallaridan hamda eng so‘nggi nashrdan chiqqan adabiyotlardagi ma‘lumotlardan foydalanildi.

Noana‘naviy va qayta tiklanuvchi energiya manbalariga quriladigan energetik obyektlarda loyiha-qidiruv ishlarini olib borish, loyihalash, qurish, ekspluatatsiya qilish, ta‘mirlash va rekonstruksiya qilish uchun albatta chuqur bilimga ega bo‘lgan raqobatbardosh mutaxassislarni tayyorlash taqozo etiladi.

Insoniyat paydo bo‘lgandan buyon tabiatdagi tabiiy energiya manbalari bo‘lmish quyoshni, shamolni, suv manbalarini va boshqalarni kuzatib kelgan. Ularga sig‘inib, ba‘zilarini, masalan, quyoshni, olovni xudo o‘rnida ko‘rganlar, ulardan foydalanish yo‘llarini axtarganlar. Turar joylarni quyoshga qaratib qurish, quyosh nurida suv isitish, shamolda xirmon sovirish, shamol va suv tegirmonlari qurib ulardan foydalanish va boshqalar shular jumlasidandir.

Mamlakatimizda birinchi bo‘lib qaytalanuvchi energiya manbalaridan biri bo‘lgan suv energiyasidan foydalanish 1926-yili qurilgan

Bo'zsuvgidroelektrostansiyasini ishga tushirishdan boshlandi [3]. 1987- yilda esa 3 000°C dan ortiq issiqlik to'playdigan dunyoda eng katta quyosh pechi ishga tushirildi [4]. Hozirgi kunda mamlakatimizning Samarqand viloyatida 400 gektar maydonga quvvati 100 000 MW gateng quyosh elektrostansiyasi uchun Osiyo taraqqiyot bankining investitsiyalari kiritildi va qurilish ishlari boshlab yuborildi [5]. Kichik quvvatli quyosh energetik qurilmalaridan respublikamizning barchaburchaklarida foydalanilmoqda [6]. Shamol energiyasidan foydalanish nazariyasi va usullari 1950-yillarda ishlab chiqilgan bo'lib, Respublikamizda birinchi shamol energetik qurilmalaridan 1983-yilda Navoiy viloyati Tomdi tumani chorvadorlari foydalana boshlashdi. Chorva mollarining go'ngi, qishloq xo'jalik mahsulotlarining qoldiqlari hisobiga biogaz ishlab chiqarish va undan foydalanish esa 1987-yillardan boshlab amalga oshirila boshladi [7].

Mamlakatimizda noana'naviy va qayta tiklanuvchi energiya manbalariga qiziqish va ulardan foydalanish misli ko'rilmagan tusda o'ziga xos ravishda tobora ommalashib bormoqda. Noana'naviy va qayta tiklanuvchi energiya manbalariga energetik obyektlar qurish va ulardan foydalanish uchun chet el va xalqaro banklarning investitsiyalari kiritilmoqda. Noana'naviy va qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish to'g'risida Prezidentimizning 1995-yil 28-dekabrda 476- sonli «O'zbekiston Respublikasida kichik gidroenergetikani rivojlantirish haqida»gi [8], 2001-yil 22-fevralda «Energetikada iqtisodiy islohotlarni chuqurlashtirish to'g'risida»gi [9], 2013-yil 1-martdagi «Muqobil energiya manbalarini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida»gi [10] farmonlari qabul qilindi.

ENERGETIK RESURSLAR.

Noana'naviy va qayta tiklanuvchi energiya manbalari bizga organik yoqilg'ilarni yoqish bilan bog'liq bo'lmagan energetika to'g'risida bilim beradi.

Noana'naviy va qayta tiklanuvchi energiya manbalari o'rganish davomida biz ana'naviy va noana'naviy, qaytalanuvchii qaytalanmaydigan energiya manbalari haqida tushunchalar ega bolamiz. Barcha energiya manbalarining asosi bo'lmish quyosh energiyasi va quyosh energiyasidir.

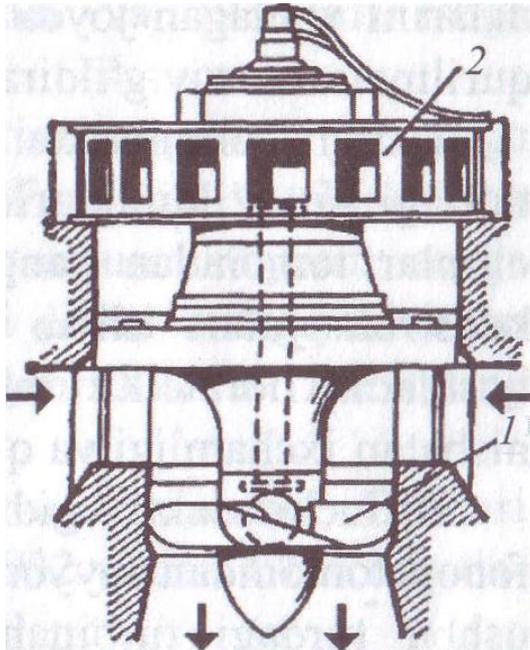
Noana'naviy va qaytalanuvchienergiya manbalari hamda ularning dunyo mamlakatlarida qo'llanilayotgan turlari.

Hozirgikunda mamlakatimizda qayta tiklanuvchi energiya manbalaridanbiri hisoblangan irrigatsiya tizimlarida foydalaniladigan suv energiyasiga katta e'tibor berilmoqda. Shuning uchun ushbu BMI mavzusi tarkibida gidroenergetikaning rivojlanishi - O'zbekiston Respublikasi va dunyoda gidroenergetikaning rivojlanish tarixi, gidroenergetikaning hozirgi holati va kelajakdagi rivojlanish istiqbollari, gidroenergetika asosi, suv va suv resurslari, gidrologiyaning asosiy tushunchalari, suvmanbasining ishi, gidroenergetik resurslar, suv omborlari va gidroelektrostansiya (GES) beflarining xarakteristikalarini va boshqalar haqidama'lumotlar kiritilgan. Har qanday GESni uning asosiy energetik jihozlari vagidrotexnikinshootlari tashkil qiladi.

Gidroenergetikaning rivojlanishi. O'zbekistonda gidroenergetikaning rivojlanish tarixi

Balanddantushib suv g'ildiragini aylantirayotgan suv energiyasidan qadim zamonlardan tegirmontoshlarini aylantirishda va boshqa maqsadlarda foydalanilgan. Birinchi marta1882-yilda GESlarda suv energiyasidan elektr energiyasi ishlab chiqarishda foydalanilgan. Gidroenergetik qurilmaning ishlash tarzi juda sodda. Yuqoridan tushayotgan suvning kinetik

energiyasielektrogeneratorga ulangan turbina valini aylantirishda foydalaniladi (-rasm).



1-rasm. Hidroagregat: 1 - gidroturbina; 2 - gidrogenerator.

GES «tekin yog‘ilg‘i»da ishlaydi: quyosh energiyasi suvni bug‘lantiradi (okean, dengiz, daryoomborlari, kanallar va boshqalardagi suv yuzasidan); havo oqimlari suv bug‘larinimintaqadan ikkinchisiga surib keladi; suv bug‘lari yomg‘ir va qor shaklida yana yerga qaytib tushadi. Yer yuzasiga tushgan suvning bir qismi yanabug‘lanib ketadi, qolganlari yig‘ilib, foydalanilgandan so‘ng yana daryolarva dengizlar orqali yana dunyo okeaniga qaytib ketadi.

Birinchigidrokuch qurilmalaridan IX asrdan boshlab foydalanilganligito‘g‘risidama‘lumotlar mavjud.XVIII asrning boshlarida gidrokuch qurilmalaridan ishlab chiqarishning barcha tarmoqlarida foydalanish avj olibketdi.Masalan, XVIII asrning oxirlarida Rossiyada gidrokuch qurilmalari bilan ishlaydigan zavodlarning soni 3000 dan oshib ketgan.Gidrokuchqurilmalari suv g‘ildiraklari shaklida bajarilib, undan hosil bo‘ladiganmexanik kuch harakatga keltiriladigan mashinalarga tasmalar, keyinchalik tishli uzatmalar orqali uzatilgan. Ularda kamchiliklar judako‘p bo‘lgan: quvvati kichik, konstruksiyasi juda katta,

foydali ishkoefitsiyenti juda kichik bo'lgan. Eng asosiysi, ulardan foydalanadigan korxonalar suv manbalari qirg'oqlariga qurilgan vamanbadagi suvning sathi hamda sarfiga bog'liq bo'lgan.

XIX asr boshlarida esa suv manbalari qirg'og'iga o'rnatilgan gidrokuch qurilmalari o'rniga bug' mashinalari qo'llanila boshladi. Bug' mashinalarini harakatga keltirish uchun ham yoqig'i manbasi zarur edi. Yoqilg'i manbasi bo'lmagan joylarda ularni qo'llashning imkoni yo'q edi, chunki u vaqtda transport vositalari juda kuchsiz edi. Bundan tashqari, bug' mashinalarini ekspluatatsiya qilish gidrokuch qurilmalarini ekspluatatsiya qilishga nisbatan qimmatroq edi. Ammo bug' mashinalarini xohlagan joyda o'rnatish imkoni borligi tufayli, ular gidrokuch qurilmalari - suv g'ildiraklarini siqib chiqardi.

Taniqli olimlardan D. Bernulli, Y. Segner va L. Eylerlar yangi turdagi suv g'ildiraklarining nazariyasini ishlab chiqdilar. Shundan so'ng olimlar tomonidan yangi turdagi gidrokuch qurilmalarining juda ko'p konstruksiyalari ishlab chiqildi va ular gidravlik turbinalar deb atala boshladi. Gidravlik turbinalar gidrokuch qurilmalari - suv g'ildiraklariga nisbatan ixchamligi va quvvatliroqligi bilan ajralib turardi.

Birinchi reaktiv gidravlik turbina 1837-yili rus gidrotexnigi I.E. Safonov tomonidan tayyorlandi. Uning FIK 53% ga, keyinchalik qurilgan ushbu turdagi turbinaning FIK 70% ga yetkazildi. 1881-yili Pelton aktiv (cho'michli) turbinaning konstruksiyasini ishlab chiqdi. Ammo bu turbinalar ham o'zlari hosil qilgan mexanik energiyani iste'molchilarga uzatar edi. Hali gidravlik energiyani mexanik energiyaga, so'ngra elektr energiyasiga aylantirib iste'molchiga uzatish ishlab chiqilgan emas edi.

1887 yili F.A. Pirotskiy birinchi marta gidroelektrostansiyalar to'g'risidagi g'oyasini e'lon qildi. Ammo hali o'zgaruvchan elektr toki ishlab chiqish va uni uzoq masofalarga uzatish yo'lga qo'yilmagan edi.

1888 yil rus muhandisi M.O. Dolivo-Dobrovolskiy uch fazali tok tizimini yaratdi. 1891-yili esa u Germaniyadagi Nekkar daryosiga gidrokuch qurilmasini o'rnatib, 300 ot kuchiga teng quvvatni 175 km ga uzatishga muvaffaq bo'ldi. 1891-yilda Peterburgda, Neva daryosining irmog'i Oxta daryosidagi GESga 120 va 175 kW quvvatli generatorlar o'rnatildi. Shunday qilib, butun dunyoda suv oqimining gidravlik energiyasini mexanik energiyaga aylantirib beruvchi gidroturbinalarga ulangan gidrogeneratorlar orqali uzoq masofalarga uzatish mumkin bo'lgan uch fazali elektr toki ishlab chiqarish yo'lga qo'yildi.

Maralakatimiz hududida bundan 3000 yillar avval ham, suv energiyasidan tegirmon toshlarini aylantiruvchi suv g'ildiraklarini harakatga keltirishda, charxpalak shaklidagi suv g'ildiraklari bilan yuqoriga suv ko'tarishda foydalanib kelingan. Suv manbalariga elektr stansiyalari – GESlar qurib elektr energiyasi ishlab chiqarish 1926-yildan boshlangan. Yurtimizda gidroenergetikaning rivojlanishini 7 bosqichga bo'lish mumkin.

Birinchi bosqich (1923-1941-yillar). O'zbek Osiyoda birinchi bo'lib Toshkent shahridan o'tadigan Bo'zsuv kanaliga 4000 kW·soat quvvatga ega bo'lgan Bo'zsuv GESi qurilishi boshlandi. Bo'zsuv GESi 1926-yili 1-mayda ishga tushirildi. 1930-yilda Bo'zsuv kanalida 13000 kW·soat quvvatli Qodiriya GESining qurilishi boshlandi va 1933-yili ishga tushirildi.

Bu bosqichda O'rta Osiyo, xususan, O'zbekistondagi suv yo'llariga GESlar qurish mumkinligi asoslandi hamda Farg'ona va Marg'ilon shaharlarini elektr energiyasi bilan ta'minlash uchun Isfayram soyga quriladigan Isfayram GESi, Samarqand shahrini elektr energiyasi bilan ta'minlash uchun Darg'om kanaliga quriladigan Xishrau GESining loyihalari ishlab chiqildi [16].

Chirchiq daryosida quriladigan Tovoqsoy va Komsomol GESlari uchun loyiha-qidiruv ishlari amalga oshirildi. 1932-yildan Chirchiq daryosiga quriladigan GESlar kaskadi qurilishi boshlandi.

Oʻrta Osiyo suv yoʻllariga quriladigan GESlarni loyiha-qidiruv va loyiha ishlarini amalga oshirish uchun 1930-yilda «Sredazgidroproekt» instituti tashkil qilindi. Ushbu institut Boʻzsuv kanalida 1933-yilda qurilishi boshlangan va 1936-yilda ishga tushirilgan 8000 kW·soat quvvatli Boʻrjar GESi hamda 15000 kW·soat quvvatli Oqtepa GESi uchun ishchi chizmalarni tayyorladi. Oʻnlab kichik qishloq GESlari loyihalandi va qurildi.

Birinchi bosqichda Oʻrta Osiyo boʻyicha 120 000 kW·soat quvvatga ega boʻlgan 9 dona GESlar qurilishi boshlanib, 76 500 kW·soat quvvatga teng boʻlgan 7 dona GES ishga tushirildi.

Ikkinchi bosqich (1941-1950-yillar). Ushbu bosqich Oʻrta Osiyo energetikasi, xususan, Oʻzbekiston energetikasi uchun ham eng masʼuliyatli davrlardan biri boʻldi. Chunki ikkinchi jahon urushi boshlanishi bilan juda koʻp mudofaa korxonalarini Oʻzbekistonga koʻchirib keltirildi. Ularni juda qisqa vaqt ichida ishga tushirib, front uchun qurol-aslaha ishlab chiqarishni yoʻlga qoʻyish zarur edi. Mudofaa korxonalarini ishgatushirish uchun esa katta miqdorda energiya talab qilinardi. Shunmg uchun Oʻzbekistonda juda qisqa vaqt ichida Chirchiq-Boʻzsuv suv yoʻlida va boshqa suv yoʻllarida koʻplab GESlar loyiha qilindi va qurildi.

Bir yil (1943-1944-yil. 15 oy) da Solor GESi va (1942—1943 yillarda) 3-Oqqovoq GESi qurilib ishga tushirildi. Urush ketayotgan bir vaqtda shu davr uchun eng katta hisoblangan 126000kW·soat quvvatli Farhod GESi qurilishi boshlandi.1943-yili xalq hashari yoʻli bilan boshlangan qurilish 1949-yili tugatildi.

Bu davrda loyihachilar va quruvchilar texnik hamda ishlab chiqarish masalalarini hal qilishda juda katta bilimdonlik va jonbozlik koʻrsatdilar. Natijada iqtisodiy arzon va noyob yechimli gidrotexnik inshootlar, qurilish-montaj ishlari amalga oshirildi. Masalan, yangi, minorali suv tashlagichlarni, arzon turdagi suv energiyasini soʻndiruvchilarni, armatura-gʻishtli va yigʻma temir-beton

konstruksiyalarni, tuproq to'g'onlar qurishdagi «ho'l usulni», opalubkasiz betonlashni, energetik jihozlarni bir-biriga montaj qilish(ulash)ni va boshqalarni ko'rsatish mumkin.

1948-yili O'zbekiston energetiklari eng ulkan yutuqni qo'lga kiritdilar. Farhod GESining birinchi agregati ishga tushirildi, natijada Mirzacho'l va Dalvarzin cho'llaridagi 500000 gektar yerni Sirdaryo suvi bilan sug'orish imkoni tug'ildi. Hammasi bolib bu bosqichda 296000 kW·soat quvvatga teng bo'lgan 26 dona GESlarning qurilishi boshlanib, ulardan 285 000 kW·soat quvvatga teng bo'lgan 21 dona GES qurilib ishga tushirildi.

Uchinchi bosqich (1951-1960-yillar). Bu bosqichning oxiriga kelib, tekislikda joylashgan daryolarning deyarli hammasiga qurilishi mumkin bo'lgan GESlar qurib bo'lindi.

O'zbekistonda Shayxontoxur, 3-4-6 - Quyi Bo'zsuv, 7 - Shahrixon, 1-3-Namangan, Xishrau, Yerteshar GESlari qurib ishga tushirildi. Bu bosqichda avvalgi bosqichlardagidek kichik va o'rtacha GESlar emas, balki daryo o'zanlariga katta va ulkan GESlar qurilishi boshlab yuborildi.

Sirdaryo suvidan foydalanishni tartibga solish uchun uning o'zanida Qayroqqum suv ombori va GESi (1951-yili qurilish boshlanib, 1957- yili tugagan) hamda Chordara suv ombori va GESi (1959-yili qurilish boshlanib, 1966-yili tugagan) qurilib ishga tushirildi. O'rta Osiyoda eng katta GESlardan biri hisoblangan 180 000 kW·soat quvvatga teng bo'lgan 1-Uchqo'rg'on GESi (1956-yili qurilish boshlanib, 1964-yili tugagan) ishga tushirilgan.

Ushbu bosqichda hammasi bo'lib 842 000 kW·soat quvvatga teng bolgan 20 dona GESning qurilishi boshlanib, 888 000 kW·soat quvvatga teng bo'lgan 23 dona GES qurilib ishga tushirilgan.

To'rtinchi bosqich (1961-1970-yillar). To'rtinchi bosqichda O'rta Osiyodagi gidroenergetik qurilishlar dunyo amaliyotida misli ko'rilmagan

natijalarga yerishdi. Baland to'g'onli GESlar qurilishi boshlandi. Amudaryoning Vaxsh irmog'iga dunyoda eng baland - 300 m li, tuproq to'g'onli, quvvati 2 700 000 kW·soatga teng Nurek GESi, Sirdaryoning asosiy irmog'i - Norin daryosiga to'g'onining balandligi 215 m bolgan, 1 200 000 kW·soat quvvatga teng Toxtag'ul GESi hamda Chirchiq daryosiga to'g'onining balandligi 168 m bo'lgan 600 000 kW·soat quvvatga teng Chorvoq GESi qurilishi boshlab yuborildi.

Baland to'g'onli GESlarning qurilishi ulkan gidrotexnik inshootlarni loyihalash va qurishni, tonnellar qurilishi ishlarini sifatli bajarishga olib keldi. Murakkab geologik sharoitdan o'tgan tonnellarni hamda ulkan gidrotexnik inshootlarni loyihalash va qurish, eng baland to'g'onlarning qurilishi bu bosqichni sifat jihatidan ajralib turganini ko'rsatib turibdi.

Hammasi bo'lib bu bosqichda umumiy quvvati 4 558 000 kW·soat quvvatga ega bo'lgan 8 dona GES qurilishi boshlanib, ularning barchasi qurib bo'lindi va ular ishlab chiqaradigan elektr energiyasi miqdori 5 560 000 kW·soatga yetkazildi.

Beshinchi bosqich (1971-1980-yillar). Bu bosqich O'rta Osiyoning ulkan gidrouzellarida hali to'liq qurib bitkazilmagan to'g'onlardagi birinchi agregatlarni past bosimlarda ishga tushirishni nishonlashdan boshlandi. 1971-yilning boshida Chorvoq GESi, 1972-yilning oxirida Nurek GESi va 1975-yilning boshida Toxtag'ul GESlarining birinchi agregatlari ishga tushirildi. 1972-yilning iyul oyida Chorvoq GESining 600 000 kWsoat quvvatga teng to'rtala agregati ham ishga tushirildi.

1973-yilning may oyida Nurek GESining 300 000 kW·soat quvvatli uch dona agregatiga vaqtinchalik ish g'ildiraklari o'rnatilib, past bosimlarda ishga tushirildi. 1976-yilning oxirida 300 000 kW·soat quvvatli bir dona agregati hisob sxemasi bo'yicha ishga tushirildi, 1979- yilda esa Nurek GESi to'liq quvvat bilan ishlay boshladi.

1979-yili Toxtagʻul GESining umumiy quvvati 1 200 000 kW·soat boʻlgan toʻrtala agregati ham ishga tushirildi. 1976-yilda Norin daryosida 800 000 kW·soat quvvat olinishi rejalashtirilgan Kurupsoy GESining qurilishi boshlab yuborildi.

1976-yilning oktabr oyida Oʻrta Osiyoda eng katta quvvatli Rogʻun GESini qurishga tayyorgarlik ishlari boshlab yuborildi. Vaxsh daryosiga quriladigan, umumiy quvvati 3 600 000 kW·soatga moʻljallangan GES toʻgʻonining balandligi 335 m boʻlib, mahalliy qurilish materiallaridan barpo qilish rejalashtirilgan edi.

Hozirgi kunda Rogʻun GESi suv ombori quriladigan stvorda tuzli qatlamlar borligi va suv ombori kuchli zilzilalar roʻy beradigan hududda joylashganligi sababli, mamlakatimiz mutaxassislari ushbu GESni qurish maqsadga muvofiq emasligini isbotlashdi. Yuqorida keltirilgan yoki boshqa sabablarga koʻra, roʻy bergan taqdirda ushbu gidrografik zonada joylashgan Turkmaniston, Tojikiston va Oʻzbekiston mamlakatlariga juda katta zarar yetkaziladi [17].

1976-yilda Chirchiq daryosiga qurilgan Xoʻjakent GESining quvvati 55 000 kW·soatdan boʻlgan uch dona agregati ishga tushirildi va 120 000 kW·soat quvvatli Gʻazalkent GESining qurilishi boshlab yuborildi. Shu yili Oqboʻra daryosida balandligi 120 m, hajmi uncha katta boʻlmagan Papan suv ombori qurilishi ham boshlab yuborildi. Amudaryodagi Tuyamoʻyin gidrouzelidagi 150 000 kW·soat quvvatli GESning qurilishi davom ettirildi.

Bu bosqichda hammasi boʻlib umumiy quvvati 4 835 000 kW·soat quvvatli 5 dona yangi GESning qurilishi boshlanib, ulardan 3 175 000 kW·soat quvvatli 4 dona GES qurilib ishga tushirildi.

Oltinchi bosqich (1980-1991-yillar). Ushbu bosqichda qurilayotgan GESlardagi ishlar tugatilib, ular ishga tushirildi. Asosan, ekspluatatsiya qilinayotgan GESlarning uzluksiz ishlashini taʼminlash uchun taʼmirlash va rekonstruksiya qilish ishlari bajarilib turdi.

Yettinchi bosqich (1991-yildan hozirgi kungacha). Mamlakatimiz mustaqillika erishgandan so'ng, xalq xo'jaligini energiyaga bo'lgan talabini qondirish hamda ekologik toza energiya ishlab chiqarish uchun, irrigatsiya tarmoqlaridagi suv obyektlariga kichik va o'rta GESlar qurish rejalashtirildi. Ushbu bosqich bo'yicha hozirgi kunda irrigatsiya tarmoqlari - magistral, xo'jaliklararo va ichki xo'jalik tarmoqlaridagi kanallar, kollektor-zovur tizimlari, suv omborlari, sel-suv omborlari, soylar, buloqlar va boshqalarga kichik va o'rta GESlarni qurish uchun loyiha-qidiruv, loyiha, qurish, ta'mirlash, rekonstruksiya qilish ishlari davom ettirilmoqda [5].

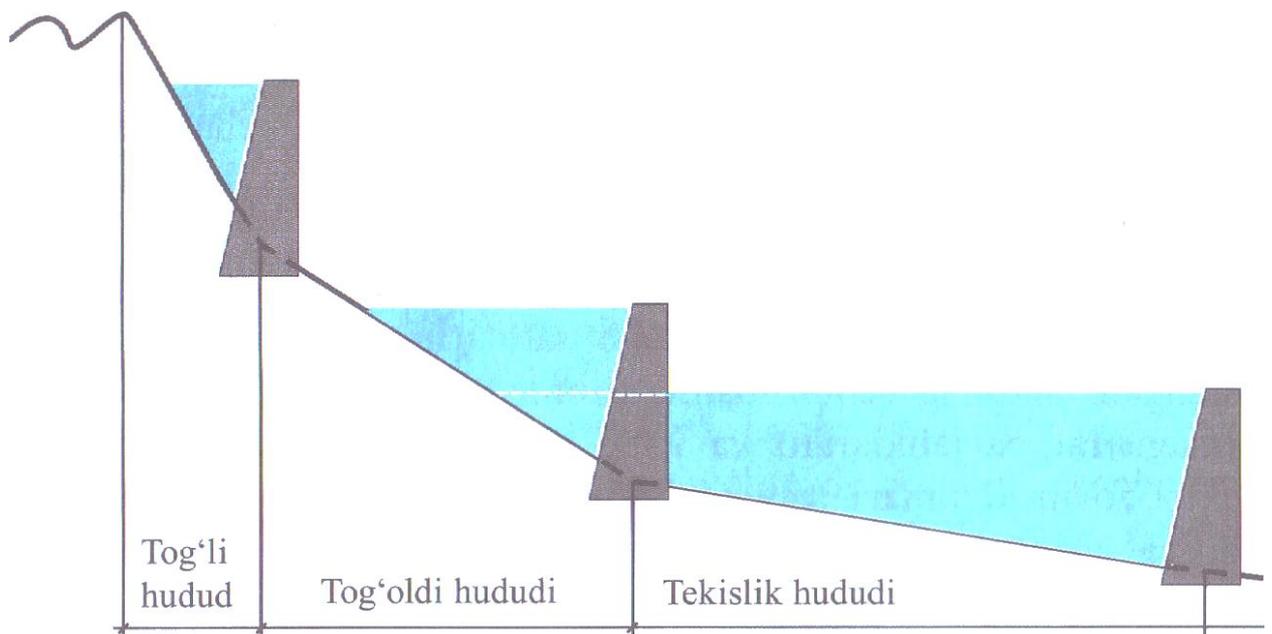
O'zbekiston Respublikasida gidroenergetikaning hozirgi holati va kelajakdagi rivojlanish istiqboli

Ma'lumki, o'tgan asrning 20-yillaridan boshlab dunyoda kichik elektrostansiyalar qurib ulardan foydalanish avj olib ketdi. Keyinchalik (1960-yillardan boshlab) katta daryolarda yirik suv omborli GESlar qurila boshladi. Atom va yirik issiqlik hamda GESlarning qurilishi natijasida esa kichik GESlarni qurish va ulardan foydalanish to'xtatib qo'yildi.

Hozirgi kunda jamiyatning rivojlanishini uning energiya bilan ta'minlanganligi belgilaydi. Ammo energiya iste'molining kundan-kunga oshib borishi hamda uni ishlab chiqarish uchun organik yoqilg'ilardan foydalanish atrof-muhitning global ifloslanishiga olib kelmoqda va natijada insoniyat hayotiga jiddiy xavf solmoqda. Shuning uchun hozirgi kun energetikasining dolzarb masalalaridan biri ekologik toza, qayta tiklanadigan noana'naviy energiya manbalaridan foydalanishdir.

Mamlakatimiz hududi asosan tog' oldi va tekislik rayonlarida joylashgan. Shuning uchun bu hududlarda katta GESlar qurishning imkoni yo'q. Chunki katta GESlarning doimiy ishlashi uchun daryolarga to'g'onlar qurish hamda hosil bo'lgan suv omborlarida juda katta suv hajmini yig'ish zarur. Natijada juda katta

hududlar suv ostida qolib ketadi. 2-rasmda daryo hududlarining bo'linishi va ularga (GESlar uchun) qurilgan suv omborlari hisob sathlarining yoyilish uzunliklari ko'rsatilgan. Shuning uchun mamlakatimizda asosan meliorativ tarmoqlar (magistral, xo'jaliklararo va ichki xo'jalik tarmoqlaridagi kanallar, kollektor-zovur tizimlari, suv omborlari, sel-suv omborlari, soylar, buloqlar va boshqalar)ga irrigatsiya rejimida ishlaydigan kichik va o'rta GESlar qurib ekspluatatsiya qilinmoqda.



2-rasm. Daryo hududlari va ularga qurilgan suv ombori natijasida suv sathining yoyilish chegaralari.

Respublikamiz rivojlangan agrar mamlakat bo'lganligi va u harid zonasida joylashganligi sababli, qishloq xo'jalik ekinlaridan sun'iy sug'orish orqali hosil olinadi. Sug'orish suvlarini yetkazib berish uchun mamlakatimiz irrigatsiya tizimlarida uzunligi 28,6 ming km bo'lgan 75 dona yirik magistral va xo'jaliklararo kanallar va ulardagi 207 dona ulkan gidrotexnik inshootlar, 172,2 ming km uzunlikdagi ichki sug'orish tarmoqlari, hajmi 20,0 mlrd. m³ ga yaqin bo'lgan 56 dona suv ombori va 25 dona sel-suv ombori ekspluatatsiya qilinadi.

Bundan tashqari, tog‘ va tog‘ oldi hududlarida, baland sharsharali yuzlab soy va buloqlar mavjud.

1990-1992-yillarda sobiq Melioratsiya va suv xo‘jaligi vazirligining topshirig‘iga asosan «Suvloyiha» instituti «2010-yilgacha O‘zbekiston Melioratsiya va suv xo‘jaligi vazirligi tizimida kichik GESlarni rivojlantirish sxemasi» ni ishlab chiqdi [18]. Ishlab chiqilgan sxemaga asosan yuqorida keltirilgan irrigatsiya tizimlarida 143 dona kichik GES qurib, yiliga 3,96-4,5 mlrd. kW-soat elektr energiyasi ishlab chiqarish rejalashtirilgan edi. Ushbu har bir irrigatsiya tizimidagi energetik nuqtalar aniqlanib, shu nuqtalarning rejada gidravlik va energetik xarakteristikalari ko‘rsatib berildi. Bu reja O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 1995-yil 28-dekabrda 476-sonli «O‘zbekiston Respublikasida kichik gidroenergetikani rivojlantirish to‘g‘ridagi qarori» bilan mustahkamlandi. Yuqoridagi qarorni amalga oshirish uchun O‘zbekiston Respublikasi Qishloq va suv xo‘jaligi vazirligi qoshida «O‘zsuvenergo» ixtisoslashtirilgan birlashmasi tashkil qilindi.

Irrigatsiya tarmoqlaridagi kichik va o‘rta GESlar

Hozirgi kunda jamiyatning rivojlanishini uning energiya bilan ta‘minlanganligi belgilaydi. Ammo energiya iste‘molining kundan-kunga oshib borishi hamda uni ishlab chiqarish uchun organik yoqilg‘ilardan foydalanish atrof-muhitning global ifloslanishiga olib kelmoqda va natijada insoniyat hayotiga jiddiy xavf solmoqda. Shuning uchun hozirgikun energetikasining dolzarb masalalaridan biri ekologik toza, qayta tiklanadigan noana‘naviy energiya manbalaridan foydalanishdir.

Bugungi kunda respublikamizda ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasining 85% i organik yoqilg‘ilardan foydalanadigan issiqlik elektrostansiyalarida ishlab chiqariladi. Atigi 14,5% elektr energiyasi gidroelektrostansiya (GES)lar yordamida ishlab chiqariladi.

Katta miqdordagi qayta tiklanuvchi, ya'ni bir necha bor foydalanish imkoni bo'lgan energiya manbalariga ega bo'lgan mamlakatimizda kichik gidroenergetika muhim o'rinni egallaydi. O'zbekiston Respublikasining gidroenergetik resurslari quyidagicha baholanadi [8].

1. Yillik umumiy (yoki nazariy) gidroenergetik potensial - 88,5 mlrd. kW·soat, shundan:
 - ❖ katta daryolar - 81,1 mlrd. kW·soatni;
 - ❖ o'rtacha daryolar - 3,0 mlrd. kW · soatni;
 - ❖ kichik daryolar - 4,4 mlrd. kW·soatni tashkil qiladi.
2. Energiya hosil qiluvchi suv oqimi o'z yo'lida juda ko'p qarshiliklarga duch keladi va isrof bo'ladi. Isrof bo'lgan energiyadan qolgan energiya - texnik gidroenergetik potensial, 27,4 mlrd. kW·soatga teng bo'lib, shundan:
 - ❖ katta daryolar - 24,6 mlrd. kW·soatni;
 - ❖ o'rtacha daryolar - 1,5 mlrd. kW·soatni;
 - ❖ kichik daryolar - 2,3 mlrd. kW·soatni tashkil qiladi.
3. GES jihozlaridan o'tayotgan suv oqimi juda ko'p qarshiliklarni yengib o'tadi. Barcha qarshiliklardan so'ng qolgan sof iqtisodiy samarador gidroenergetik potentsiali 16,6 mlrd. kW·soatni tashkil qiladi.

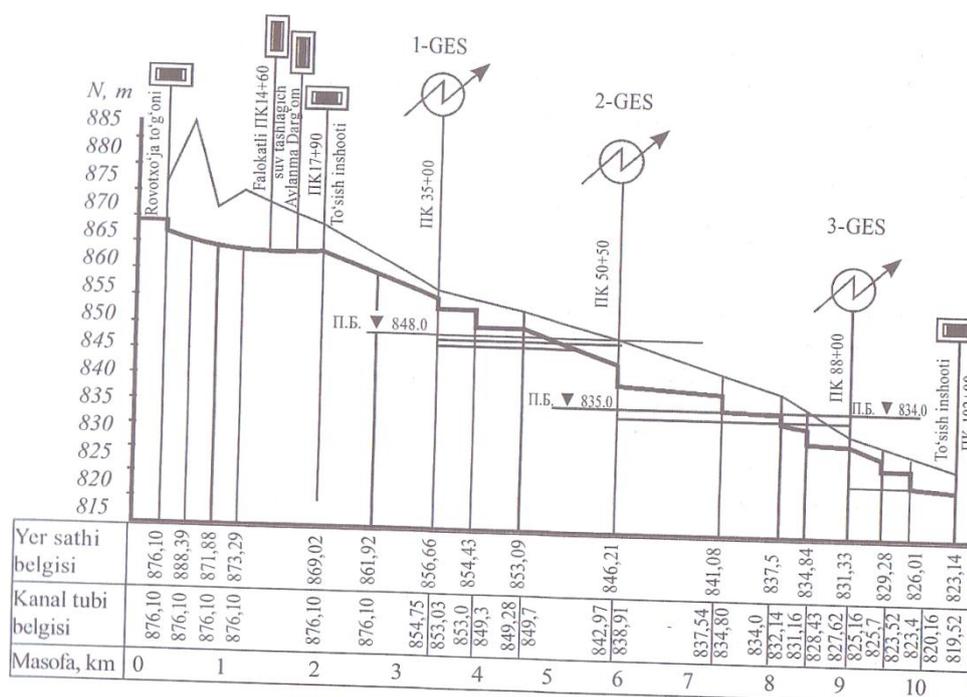
Ishlab chiqilgan, «2010 yilgacha O'zbekiston Melioratsiya va suv xo'jaligi vazirligi tizimida kichik GESlarni rivojlantirish sxemasi»da har bir irrigatsiya tizimidagi energetik nuqtalar aniqlanib, shu nuqtalarning gidravlik va energetik xarakteristikalarini ko'rsatib berildi.

3-rasmda Yangi Darg'om kanalining bo'ylama kesimi va undagi energetik nuqtalar ko'rsatilgan, 5-jadvalda esa shu nuqtalarning gidravlik va energetik xarakteristikalarini keltirilgan [18].

Hozirgi kunda quyidagi kichik GESlar ishga tushirilgan:

- ✓ Surxondaryo viloyati To'palang suv omboridagi GESning 1-navbati;

- ✓ Toshkent viloyati Ohangaron suv omboridagi GES;
- ✓ Qashqadaryo viloyati Hisorak suv omboridagi GES;
- ✓ Samarqand viloyati Darg‘om kanalidagi kichik Gulba GESi;
- ✓ Andijon viloyati Andijon suv omboridagi 2-GES;
- ✓ Xorazm viloyatidagi Tuyamo‘yin GESi;
- ✓ Farg‘ona viloyati Ko‘ksuv kichik daryosidagi kichik Shohimardon GESi;
- ✓ Toshkent viloyatidagi Yertoshsoy GESi.



3-rasm. Yangi-Darg‘om kanalining energetik nuqtalar ko‘rsatilgan bo‘ylama kesimi.

T.r.	GESlarning nomi	Hisob bosimi, m	Hisob sarfi, m ³ /s	Quvvat, MW		O‘rtacha ko‘p yillik elektr energiyasi ishlab chiqarish, MW	Agre-gatlar soni, dona
				kafolatlangan	o‘rnatilgan		
1.	35+00-piket- dagi	11.0	56	0	5.1	23.4	2

	1- GES						
2.	58+50- piket- dagi 2- GES	11.5	56	0	5.3	23.4	2
3.	88+00- piket- dagi 3- GES	11.0	56	0	5.1	23.4	2

Bundan tashqari, qurish uchun quyidagi kichik gidroenergetik obyektlarning loyiha hujjatlari ishlab chiqilgan:

- Andijon viloyatidagi Shahrixon 0-GESi;
- Andijon viloyatidagi Shahrixon 1-GESi;
- Toshkent viloyati Chirchiq-Boʻzsuv energetik kaskadidagi Pioner GESi;
- Samarqand viloyati Dargʻom kanalidagi ShaudarGESi;
- Samarqand viloyatidagi Bogʻishamol 2-GESi;
- Fargʻona viloyatidagi Karkidon GESi.

Hozirgi kunda Oʻzbekiston hududidagi kichik, oʻrtacha va katta daryolarda hamda irrigatsiya tizimlarida konservatsiya qilingan, ekspluatatsiya qilinayotgan, qurilayotgan, loyihalaniyotgan, loyiha- qidiruv ishlari olib borilayotgan GESlar soni 204 donani tashkil qiladi. Shundan: ekspluatatsiya qilinayotgan GESlar 34 («Uzbekenergo» DAK ga qarashli 30, Oʻzbekiston Qishloq va suv xoʻjaligi vazirligi qoshidagi «Suvenergo» birlashmasiga qarashli 4) donani; konservatsiya qilingan GESlar 11 donani; qurilishi moʻljallanib, loyiha-qidiruv va loyiha ishlari bajarilayotgan GESlar soni 45 donani; qurilishi mumkin bolgan GESlar daryolarda 12 donani, suv omborlarida 23 donani va magistral kanallarda 79 donani tashkil qiladi.

Hukumatimiz tomonidan irrigatsiya tizimlaridagi kichik energetikani rivojlantirish bo'yicha olib borilayotgan ishlar - kelajakda ekologik toza energiya ishlab chiqarishning ko'payishiga, atrof-muhitning sof saqlanishiga, asosiy energetik tizimdan uzoqda joylashgan qishloqlarni elektr energiyasi bilan ishonchli ta'minlanishiga, qishloq xo'jaligida ishlab chiqarish jarayonlarini arzon elektr energiyasi bilan ta'minlanishiga va xalqimizning yanada farovon turmush kechirishini ta'minlashga imkon yaratib beradi.

Mikrohidroenergetika

Balanddan tushayotgan tog'li bududlardagi kichik soylar, buloqlar energiyasidan foydalanib, asosiy energetik tarmoqlardan uzoqda joylashgan tog'li hududlardagi aholini elektr energiyasi bilan ta'minlash mumkin. Kichik suv manbalariga odatda kichik quvvatli mikroturbinalar o'rnatiladi (4-rasm).

Ishlash prinsipi bo'vicha mikro-GES turbinalarini ikki turga, oqimning kinetik va potensial energiyasidan foydalanuvchilarga bolish mumkin: [9].



4-rasm. Mikro-GESlarning turlari va ulardan foydalanish.

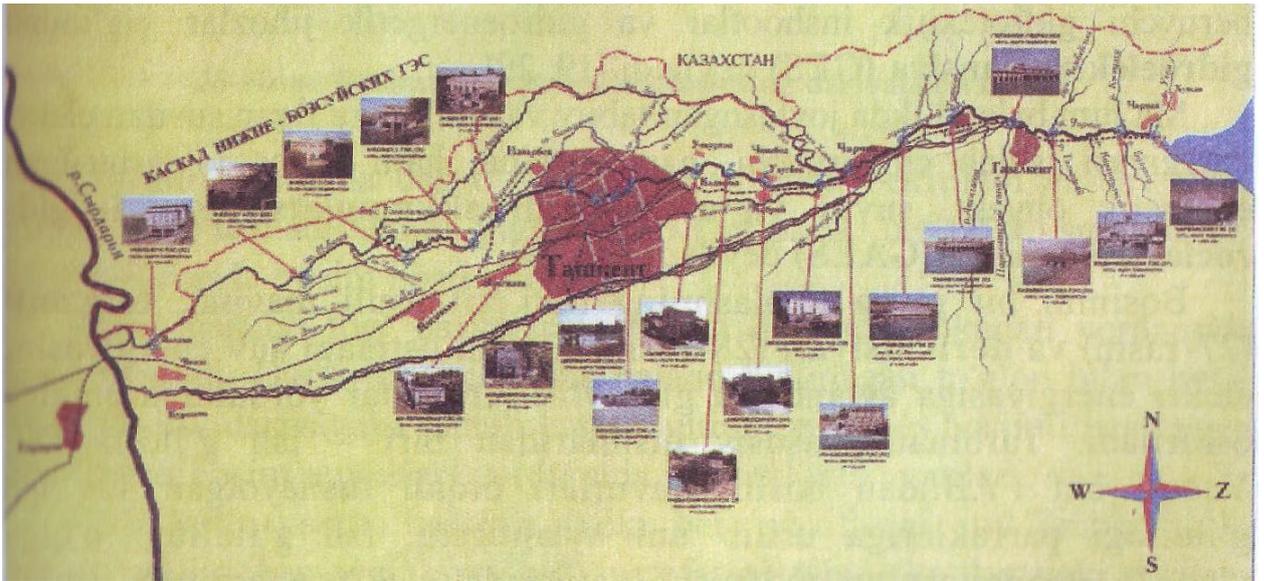
Quvvati bo'yicha. Birlashgan Millatlar Tashkilotining klassifikatsiyasi bo'yicha 10-15 MW gacha quvvatga ega boigan GESlar kichik GESlar tarkibiga kiradi:

- mikro GESlarga - 100 kW gacha;
- mini GESlarga - 100-1 000 kW gacha;
- kichik GESlarga - 1 000-10 000 kW gacha.

Mamlakatimizda qabul qilingan klassifikatsiya bo'yicha 100 kW dan 30 000 kW gacha bo'lgan hamda ish g'ildiragi diametri 3,0 m gacha va bir gidroagregatning quvvati 10 000 kW gacha bo'lganlar kichik GESlar tarkibiga kiritilgan.

Energetik va irrigatsiya rejimida ishlovchi GESlar

Irrigatsiya tizimiga qurilib ekspluatatsiya qilinayotgan kichik GESlar irrigatsiya rejimida, ya'ni faqatgina ekinlarning vegetatsiya-sug'orish davrida (3 oy, 6 oy, 9 oy va hokazo) ishlaydi (masalan, Chirchiq-Bo'zsuv irrigatsiya tizimidagi 22 dona GESlar kaskadi). Chirchiq-Bo'zsuv energetik kaskadi 5-rasmda ko'rsatilgan. Irrigatsiya rejimida ishlaydigan GESlar to'xtovsiz energetik rejimda ishlaydigan GESlardan keskin farq qiladi. Energetik rejimda to'xtovsiz ishlaydigan GESlar yillik va ko'p yillik suv bilan ta'minlovchi, tog' va tog'oldi daryolariga quriladigan suv omborli to'g'onlarga o'rnatiladi (Masalan, Qirg'izstondagi To'xtag'ul, Tojikistondagi Rog'un GESlari va boshqalar).



5-rasm.Chirchiq-Boʻzsnv GESlar kaskadi.

СУВ ЭНЕРГИЯСИ (ГИДРОЭНЕРГИЯ).

Тоғларда ёмғир ёғса ёки муз ва қор эриса, суви пастга қараб булок, жилға, сув ўзанларидан оқади, юқоридан пастга дарё ҳосил қилиб, денгиз ва океанга қўшилиб кетади ёки саҳроларда сингиб йўқолади. Одамлар оқар сув ва тепадан тушаётган сув энергиясини ўзлари учун механик ёки электр энергияси этиб ишлатганлар.

Қадимда донни янчиш ва ун олиш ёки суғориш учун одамлар сув тегирмон тошига боғланган ёғоч ғилдиракларни айлантирган.

Бугун сув энергияси, катта ва кичик гидроэлектростанция трубиналарини айлантириб, тўлиқ электр энергияси ишлаб чиқариш учун фойдаланилмоқда.

Яқин вақтнинг долзарб масаласи кичик қувватли ГЭС иншоотларини қуришдир. Мамлакатимиз ҳудудида тоғли туманларда жойлашган аҳоли пунктларида кичик сув оқимлари мавжуд. Бу кичик сув оқимларига 10 дан 1000 кВт қувватли кичик электрстанциялари қуриш узок туман ва қишлоқлар аҳолисига зарур миқдорда электр энергияси билан таъминланишга имкон беради.

Орол бўйидаги фожеа собиқ шўро тузимининг ўтган асрнинг 70–80 йилларидаги йирик гидростанциялар қуриш йўли билан Марказий Осиёдаги Амударё ва Сирдарё табиий оқимини бошқариш бўйича олиб борган калтабин сиёсати оқибатида келиб чиққанига Ўзбекистон жаҳон ҳамжамиятининг эътиборини қаратиб келмоқда. Шу аснода охириги йилларда минтақа дарёларининг юқори оқимида жойлашган давлатларнинг халқаро меъёрларни бузган ҳолда трансчегаравий сув ресурсларидан фойдаланишга бўлган интилишлари ушбу дарёларнинг қуйи қисмида жойлашган давлатларнинг ҳақли эътирозига сабаб бўлмоқда.

Амударё ва Сирдарёнинг юқори оқимида йирик гидротехник иншоотларни қурилиш минтақадаги шусиз ҳам мураккаб бўлиб турган вазиятнинг кескинлашувига сабаб бўлади ҳамда кўплаб ижтимоий-экологик ва гуманитар фожеаларни келтириб чиқаради. Жумладан, Рихтер шкаласи бўйича фаоллиги 9 баллга етадиган сейсмик хавфли жойлар категориясига кирувчи Илоқ–Вахш ёриғи ҳудудида Роғун ГЭСининг йирик тўғон ва йирик

сув омбори бунёд этилиши, курилажак Роғун сув ҳавзасининг энергетик ишга ўтиши вегетацион даврда сув танқислиги шарт-шароитларини 22,2 фоизга, алоҳида қурғоқчил йилларда эса икки баробарга ошишига олиб келади. Қурғоқчилик туфайли қишлоқ хўжалиги истеъмолдан чиқарилган суғориладиган ерларда туз таркиби ошади, бу эса минтақада шусиз ҳам нобоп экологик-мелиоратив вазиятни янада кескинлаштиради.

Юқоридаги вазиятлардан келиб чиққан ҳолда минтақамиздаги экологик вазиятга эътиборни яна ҳам кучайтириш, табиий муҳитни ва инсон саломатлигини асраш йўналишида фаолият юритаётган сиёсий партиялар, нодавлат нотижорат ташкилотлари ҳам ягона мақсад йўлидаги саъй-ҳаракатларини бирлаштириши зарур.

Президентимиз БМТнинг минг йиллик ривожланиш мақсадларига бағишланган олий даражадаги ялпи мажлисдаги нутқида, унга эришишда атроф-муҳит муҳим аҳамият касб этишини таъкидлади. Қайд этилганидек, Орол инқирозининг атроф-муҳитга, энг муҳими, бу ерда яшаётган миллионлаб одамлар ҳаётига ҳалокатли таъсирини камайтириш бугунги кундаги энг муҳим вазифа ҳисобланади. Юзага келган вазиятни яхшилаш учун комплекс чора-тадбирлар кўриш, минтақа давлатлари томонидан Орол денгизи ҳавзасидаги сув ресурсларини бу ерда жойлашган барча мамлакатлар манфаатлари ва экологик талабларни ҳисобга олиб, ўзаро келишган ҳолда бошқаришни ташкил этиш зарур. Дарёларнинг ўрта ва қуйи қисми мамлакатлари иқтисодиётига, аҳолиси хавфсизлигига салбий таъсир кўрсатиши хорижлик ва маҳаллий мутахассислар томонидан тасдиқланган. Бу борада давлат, барча нодавлат нотижорат ташкилотлар каби сиёсий партиялар ҳам тегишли ташвиқот-тарғибот, амалий фаолиятларини кучайтиришлари айтилган бўлади.

Давлатимиз раҳбарининг трансчегаравий дарёлар бўйида атроф-муҳитга кишилар ҳаётига зарар кўрсатувчи улкан гидроиншоотлар ўрнига кичик ГЭСлар куриш мақсадга мувофиқлиги, бундай иншоотларнинг ҳар томонлама самарали арзон ва экологик жиҳатдан хавфсизлиги тўғрисидаги фикрлари дунё олимлари, халқаро ҳамжамият томонидан қизгин қўллаб-қувватланган эди. Буни ҳаттоки, Тожикистон Республикаси олимлари жумладан, Физика — техника илмий текшириш институти қошидаги Қайта тикланадиган энергия тадқиқот маркази бошлиғи К.Кабутовнинг қайд

қилишича, Тожикистоннинг катта худудида аҳоли фаровонлигини оширишнинг муҳим фактори бу энергия таъминотидир. Аҳоли пунктлари бир-биридан узоқ жойлашган ва ишончли энергия манбаси билан таъминланмаган. Узоқ тоғли минтақалар мавжуд бўлиб, улар ҳали умуман ишончли энергия таъминотига эга эмас. 1 км. электр узатиш линиясини тортиш ҳозирги пайтда 15 минг АҚШ долларини ташкил этади, шунинг учун узоқ туманлар ва тоғда жойлашган қишлоқларга марказлашган ҳолда электр энергиясини узатиш — қимматбаҳо тадбирдир.

Маълумотларга кўра, ҳаддан ташқари органик ёқилғи етишмаслиги, уни Тожикистон тоғли туманларига етказиб бориш қийинчиликлари оқибатида электр энергияси нархи доимо ошиб бормоқда, магистрал линиялардан узоқ жойларда электр энергияси йўқлиги тоғли туманларда яшайдиган аҳолини ёқилғи сифатида ўтинлардан фойдаланишга мажбур қилмоқда. Бу эса шусиз ҳам оз бўлган ўрмон массивларини йўқотишга сабаб бўлмоқда. Бунинг натижасида тоғ бағирлари бўшаб, сел оқими кўпайиб, қияликлардаги тупроқ ювилиб кетиши натижасида сахрога айланиб қолмоқда. Бундай жараёнлар тоғли ҳудудларнинг экологияси ўзгаришига, унинг флора ва фаунаси йўқолиб кетишига сабаб бўлмоқда. Шундай қилиб, одамларнинг ўзи минг йиллар ичида пайдо бўлган тоғ ландшафтини ижтимоий-иқтисодий шароитини йўқолиб боришига мажбур қилмоқдалар.

Экологик фалокатнинг олдини олишнинг энг аниқ йўли, тоғли туманларда ноаънанавий энергия манбаларини яъни, қуёш, шамол энергияси, биогаз олиш учун биомассалар, кичик дарёлар энергиясидан фойдаланишни жорий этишдир.

Тожикистон Республикаси ҳукумати томонидан «2007–2015 йиллар учун ноаънанавий, кичик дарёлар, қуёш, шамол, биомассалар, ер ости энергияларидан кенг фойдаланишнинг мақсадли комплекс дастури» тасдиқланган. 2008 йилдан ушбу дастур доирасида илмий-текшириш ишлари бошлаб юборилган.

Кам қувватли энергия манбаларидан узоқ масофадаги аҳоли пунктларида (Тожикистон шароитида бу — тоғли қишлоқ, ферма ёки яйловлар) фойдаланиш — энергия манбаларидан барқарор фойдаланишга имкон яратади. Кичик энергетика қурилмаларининг муҳим бир имконияти —

ҳар бир мини ГЭСни истеъмолчига максимал яқинлаштириш мумкинлигидир. Бунинг барчаси тоғли туман аҳолиси ҳаётининг яхши томонга ўзгаришига таъсир этади. Мини ГЭС сувнинг асосий ўзанидаги тармоқланишига ўрнатилган тури бўлиб, унинг учун сув омбори қуриш шарт эмас. Зарур сув босими ҳосил қилиш учун айланма каналдан сув ҳаракати тезлиги тартибга солиниб (перепад), сув туширгич юқоридан туширишдан иборат.

Энг яхши амалиёт ҳам бор бўлиб, жумладан, БМТнинг тараққиёт дастури Гарм минтақавий офиси ҳомийлигида Рашт маркази яқинида қуввати 45 кВт «Акбари» мини ГЭСи қурилган. Унинг қурилишига 29 минг АҚШ доллари сарфланган, мини ГЭС СПМ–Россияда ишлаб чиқарилган бўлиб, минутига 1000 марта айланишга эга, асинхрон секин айланадиган ўзи уйғонувчи генератор билан жиҳозланган. Мини ГЭСнинг қувватини яна ошириш имконияти бор.

Мини ГЭСнинг қуввати 21 хўжаликни энергия билан таъминлайди, энергиядан фойдаланиш хўжаликка 1 киловаттга 1 центдан ортиққа тўғри келади.

Мини ГЭСнинг қурилиши нафақат янги ишлаб чиқариш қувватларини ишга солади, балки янги иш жойларини ҳам пайдо қилади ва аҳоли ҳаёт даражасини оширади. Минтақада етарлича имкониятга эга мутахассислар топилади. Лойиҳани амалга ошириш учун мутахассис ва ишчиларни жалб этиб, маҳаллий жамоат ва қишлоқ аҳолисининг фаол қатнашуви асосида амалга ошириш мумкин.

Лекин бундай лойиҳаларнинг амалда қўлланилишига қуйидаги сабаблар тўсқинлик қилмоқда:

1. Жойнинг муаммо ва имкониятлари етарли ўрганилмаганлиги (лойиҳанинг саёзлиги);
2. Лойиҳа ижрочиларининг нолайоқлиги;
3. Лойиҳа ижросининг маҳаллий ҳокимлик ва нодавлат нотижорат ташкилотлари билан ҳамкорлигида бўлмаслиги, муносабатлардаги келишмовчиликлар;

4. Объектларга хусусий эгалик ҳуқуқининг йўқлиги;
5. Чет эл корхоналари ёки маиший ишлаб чиқарувчи корхоналар тақдим этаётган лойиҳа ва ускуналарнинг қимматга тушаётганлиги;
6. Тожикистонда маҳаллий шароитда зарур қурилмаларнинг асосий ускуна, узел ва деталларини серияли ишлаб чиқариш йўлга қўйилмаганлиги.

Тожикистонда тоғли туманларда ўртача 80 фоиз электр энергияни маиший истеъмолда, уйларни ва кўчаларни ёритишда сарфланади. Қатор тоғли туманлар аҳоли пунктлари (Комароус, Олой, Рамит даранинг юқори қисми, Матчин туманининг тоғли қисми ва бошқалар) умуман электр энергиясидан фойдаланмайди. У туманларни иситиш учун асосий энергия манбаи ёғоч, кўмир, нефть маҳсулотлари ҳисобланади. Қишлоқ аҳолиси, айниқса, ёшлар шинам шароитда яшаш учун шаҳарга кетиб қолмоқдалар ва натижада ортиқча ишчи кучи ва уй-жой етишмаслик муаммосини ҳосил қилмоқда.

Тоғли туманларда жуда кўп кичик сув оқимларидан оқим атрофида яшовчи аҳоли фойдаланмаяпти. Буни минн ГЭСлар сотиб олиш ва қуриш учун маблағ топа олмаганликлари учун, бундай электрстанцияларни ўрнатиш, ишлатиш тажрибаси етишмаслиги сабабли ва кенг аҳоли қатламини уларнинг имкониятидан етарлича маълумотга эга эмаслиги туфайли деб тушунтириш мумкин.

Юқоридаги Роғун ГЭСининг қурилиши билан боғлиқ экологик вазият ва ноанъанавий энергия омилларидан унумли фойдаланилмаслик, сув ҳавзаси лойиҳавий қувватининг 13 миллиард м³га эришишга 7–9 йил кетади. Бу вегетация пайтида сув танқислиги ҳамда экологик мелиоратив вазиятни кескинлаштиради.

Ўзбекистонда ўрнатилган электрстанцияларнинг қуввати 12,4 млн. кВт, шундан, 12 млн. кВтини «Ўзбекэнерго» компаниясининг 39 та иссиқлик ва гидроэлектрстанциялари ташкил этади. Электрстанцияларнинг қувват ҳосил қилувчи тизимида бошқа идораларнинг ҳиссаси 3 фоиздан ошмайди.

Электрэнергиянинг асосий 90 фоизга яқин ҳиссасини компаниянинг 10 та иссиқлик электрстанциялари — 10,6 млн. кВтини ишлаб чиқаради. 29 та

гидроэлектростанциялари — 1,4 млн. кВт ини каскадларга бирлашган ГЭСларда ишлаб чиқаради ва сув оқими билан ишлайди.

2009 йилда компаниянинг электростанцияларида 48,7 млрд. кВт. соат электр энергияси ишлаб чиқарилган, истеъмолчиларга 8,2 млн.г.кал. иссиқлик энергияси берилган. Бошланғич энергия захиралари шаклида электр ва иссиқлик энергияси ишлаб чиқариш учун газ ёқилғиси 92 фоизни, мазут ва кўмир ўртача тенг ҳиссада тўғри келади. Кўмир саноати корхоналарида 3,6 млн.т кўмир қазиб чиқарилган, ер ости газидан 330 млн. м³ газ ишлаб чиқарилган.

Ўзбекистонда гидроэнергия ресурсларининг имкониятлари 88,5 млрд. кВт. соат деб баҳоланмоқда, (шу жумладан, техник – 27,4 млрд. кВт. соат.) шундан ҳозирги пайтда фақат 30 фоиздан фойдаланилмоқда. Гидроэнергетика имкониятини тўлиқ амалга ошириш, ҳозирги амалдаги гидроэнергетика электростанцияларини сақлаган ҳолда, ўсиб келаётган мамлакатдаги талабни 10–15 фоиз қондириши мумкин. Ундан ташқари, гидроэлектростанциялар зарур пайтда электр энергиясини санокли минутларда ишлаб чиқариши, шошилиш талабни қоплаши мумкин.

Шу билан бирга мамлакатда гидроэнергетикани ривожлантириш учун маълум миқдорда инвестиция керак.

«Ўзбекэнерго» компаниясининг 2011–2015 йилларга мўлжалланган дастурида, мавжуд ГЭСларни модернизация қилиш ва қуриш бўйича инвестиция лойиҳаларини амалга ошириш билан бирга, 2011–2012 йилларда янги 8 МВт.ли «Камолот» кичик ГЭСи қурилиши белгиланган.

2025 йилга қадар 3 та йирик ГЭС: Пскем — 404 МВт: Муллалак — 240 МВт: Оқбулоқ — 100 МВт ва бошқа кичик ГЭСлар ишга туширилади. Бундан ташқари 12 та 600 млн. кВт. соатли кичик ГЭСлар сув омборлар қошида қурилиши бошланган ва ривожланиш дастури доирасида амалга оширилади.

МикроГЭС учун асинхрон двигателнинг параметрларини аниклаш

Насос тип: ЦН 100-180

$$Q = 1000 \frac{\text{м}^3}{\text{соат}} \quad H = 180 \text{ мВс} \quad \eta = 0,82$$

$$P_{\text{ном}} = 600 \text{ кВт}$$

Моторнинг тип: А4 – 630 – 4У3

$$U_{\text{ном}} = 6000 \text{ В} \quad P_{\text{ном}} = 630 \text{ кВт} \quad n = 1500 \frac{\text{айл}}{\text{мин}}$$

$$\eta = 95,1 \% \quad \cos \varphi = 0,88 \quad I_c = 72,5 \text{ А}$$

$$\frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{ном}}} = 2,3 \quad \frac{M_{\text{II}}}{M_{\text{H}}} = 1,2 \quad \frac{I_{\text{II}}}{I_{\text{ном}}} = 5,7$$

$$J_{\text{рот}} = 13 \text{ кгм}^2 \quad J_{\text{мех.доп.}} = 280 \text{ кгм}^2$$

Синхрон айланиш частотани аниқлаймиз:

$$\omega_c = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_0}{60} = \frac{3,14 \cdot 2 \cdot 1500}{60} = 157 \quad \frac{\text{рад}}{\text{сек}}$$

Асинхрон двигателнинг номинал айланиш частотаси:

$$\omega_{\text{ном}} = \omega_0 (1 - S_{\text{ном}}) = 157(1 - 0,013) = 154,9 \quad \frac{\text{рад}}{\text{сек}}$$

Двигателнинг номинал моменти:

$$M_{\text{ном}} = \frac{P_{\text{ном}} \cdot 10^{-3}}{\omega_{\text{ном}}} = \frac{630 \cdot 10^3}{154,9} = 4067 \quad \text{Нм}$$

Двигателнинг максимал моменти:

$$M_{\text{max}} = \lambda \cdot M_{\text{ном}} = 2,3 \cdot 4067 = 9354 \quad \text{Нм}$$

Статор ўрамининг актив қаршилиги :

$$R_1 = \frac{U_{1\text{фном}} \cdot S_{\text{ном}}}{I_{1\text{ном}}} = \frac{6000 \cdot 0,013}{72,5} = 1,07 \quad \text{Ом}$$

Асинхрон двигател статор ўрамидаги номинал ток:

$$I_{1\text{ном}} = \frac{P_{\text{ном}} \cdot 10^3}{3 \cdot U_{1\text{ф}} \cdot \cos \varphi_{\text{ном}}} = \frac{630 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 6000 \cdot 0,89} = 68 \quad \text{А}$$

Асинхрон двигатель ротори ўрамининг келтирилган актив каршилиги:

$$R_2' = \frac{U_{1\text{ф}}^2 \cdot S_{\text{н}}}{\omega_0 \cdot M_{\text{ном}} \cdot \sqrt{3}} = \frac{6000^2 \cdot 0,013}{157 \cdot 4067 \cdot 1,73} = 0,245 \quad \text{Ом}$$

Асинхрон двигателнинг киска туташув вақтидаги йигинди индуктив каршилиги:

$$X_k = x_1 + x_2' = \frac{3 \cdot U_{\text{фном}}^2}{2 \omega_0 \cdot \lambda \cdot M_{\text{ном}} \cdot \sqrt{3}} = \frac{3 \cdot 6000^2}{2 \cdot 157 \cdot 2,3 \cdot 4880 \cdot \sqrt{3}} = 17,7 \quad \text{Ом}$$

Асинхрон двигательнинг ишга тушириш momenti:

$$M_{\text{II}} = 1,2 \cdot M_{\text{ном}} = 1,2 \cdot 4067 = 4880 \quad \text{Нм}$$

Магнитлаш занжирининг индуктив каршилиги:

$$x_{\mu} = \frac{U_{1\text{фном}}}{0,3 \cdot \sqrt{3} \cdot I_{1\text{ном}}} = \frac{6000}{0,3 \cdot 1,73 \cdot 72,5} = 159 \quad \text{Ом}$$

$$S_{\text{кр}} = S_{\text{ном}} \left(\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 1} \right) = 0,03 \left(2,3 + \sqrt{2,3^2 - 1} \right) = 0,013 \cdot 4,37 = 0,057$$

$$S_{\text{кр}} = \frac{R_2'}{\sqrt{R_1 + x_k}} = \frac{0,245}{\sqrt{1,07 + 17,7}} = \frac{0,245}{4,33} = 0,0566$$

Критик момент:

$$M_{кр} = \frac{U_{1ном}^2}{2 \cdot \omega_{ном} \left[R_1 + \sqrt{R_1^2 + x_k^2} \right]} = \frac{3470^2}{2 \cdot 154,8 \left(1,07 + \sqrt{1,07^2 + 17,7^2} \right)} = 9306 \text{ Нм}$$

Клосснинг содалаштирилган формуласидан фойдаланиб асинхрон двигателнинг табиий механик характеристикасини курамиз

$$M = \frac{2 \cdot M_{кр}}{\frac{S}{S_{кр}} + \frac{S_{кр}}{S}} = \frac{2 \cdot 9354}{0,057 + \frac{0,057}{S}}$$

$M_c = f(\omega)$ муносабатнинг ҳисоби

$$M_c = M_{салт.шляш} + (M_{с.ном} - M_{салт.шляш}) \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_{ном}} \right)^2 = 610,05 \text{ Нм} + (3873,3 \text{ Нм} - 610,05 \text{ Нм}) \cdot \left(\frac{\omega}{154,9 \frac{\text{рад}}{\text{сек}}} \right)^2$$

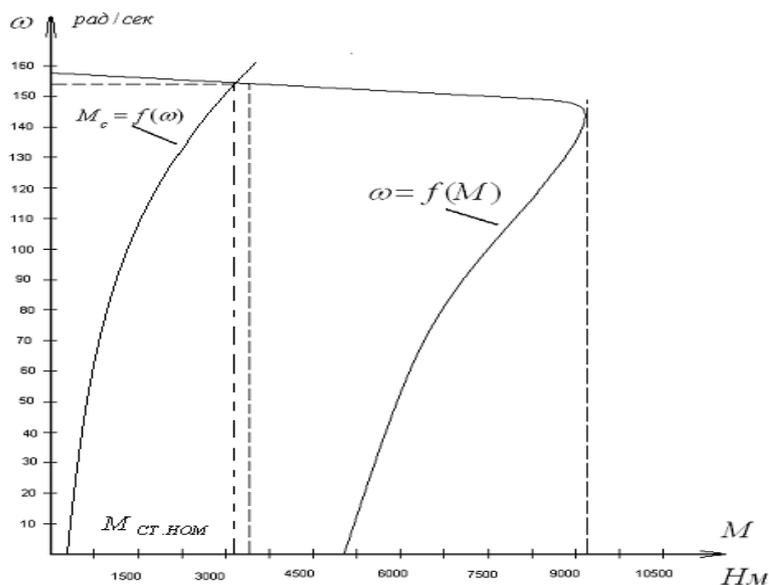
$$1) \quad \omega = 0,4 \cdot \omega_{ном} = 61,96 \frac{\text{рад}}{\text{сек}} \quad 2) \quad \omega = 0,7 \cdot \omega_{ном} = 108,43 \frac{\text{рад}}{\text{сек}}$$

$$M_c = 610,05 + 3263,25 \cdot 0,4 = 1915,35 \quad \text{Нм}$$

$$M_c = 610,05 + 3263,25 \cdot 0,7 = 2894,325 \quad \text{Нм}$$

$$M_{с.ном} = \frac{P_{с.ном}}{P_{дв.ном}} \cdot M_{дв.ном} = \frac{600 \text{ кВт}}{630 \text{ кВт}} \cdot 4067 \text{ Нм} = 3873,3 \text{ Нм}$$

$$M_{салт.шляш} = (0,1 \div 0,25) M_{с.ном} = 0,15 \cdot M_{с.ном} = 0,15 \cdot 4067 \text{ Нм} = 610,05 \text{ Нм}$$



1-расм. Мотор ва насоснинг механик харақтеристикаси.

Асинхрон моторнинг табиий механик харақтеристикаси ва ишчи машинанинг статик харақтеристикаси

1-жадвал.

S	0	0,013	0,057	0,3	0,7	1
ω [рад/сек]	157	154,9	148	109,9	47,1	0
M [Нм]	0	4067	9354	7600	6000	4880

ЦН 1000-180 тармок насоснинг Q-H харақтеристикасини курамиз

$$Q = 1000 \frac{M^3}{\text{соат}} \quad H = 180 \text{ МВС}$$

Турли айланиш частоталари $\omega_{ном}$; $0,8\omega_{ном}$; $0,6\omega_{ном}$; $0,4\omega_{ном}$ учун насоснинг Q-H харақтеристикаларини курамиз:

$$\frac{Q}{\omega} = const ; \quad \frac{H}{\omega^2} = const ;$$

Бундан

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2}; \quad \frac{H_1}{H_2} = \frac{\omega_1^2}{\omega_2^2};$$

1) $\omega_1 = \omega_{\text{ном}}$ учун насоснинг характеристикасини курамиз

$$Q_{\text{б}} = \frac{\omega_1}{\omega_{\text{ном}}} \cdot Q_a = 1 \cdot Q_n; \quad Q = 1000 \frac{\text{м}^3}{\text{соат}}$$

$$H_{\text{б}} = \frac{\omega_1^2}{\omega_{\text{ном}}^2} \cdot H_a = 1 \cdot H_a; \quad H = 180 \text{ МВС}$$

2) $\omega_1 = 0,8\omega_{\text{ном}}$ учун насоснинг характеристикасини курамиз

$$Q'_{\text{б}} = \frac{\omega_1}{\omega_n} Q'_a = 0,8Q_n; \quad Q = 0,8 \cdot 1000 = 800 \frac{\text{м}^3}{\text{соат}}$$

$$H'_{\text{б}} = \frac{\omega_1^2}{\omega_2^2} H'_a = 0,64H'_a; \quad H = 0,64 \cdot 180 = 115 \text{ МВС}$$

3) $\omega_3 = 0,6\omega_{\text{ном}}$ учун насоснинг характеристикасини курамиз

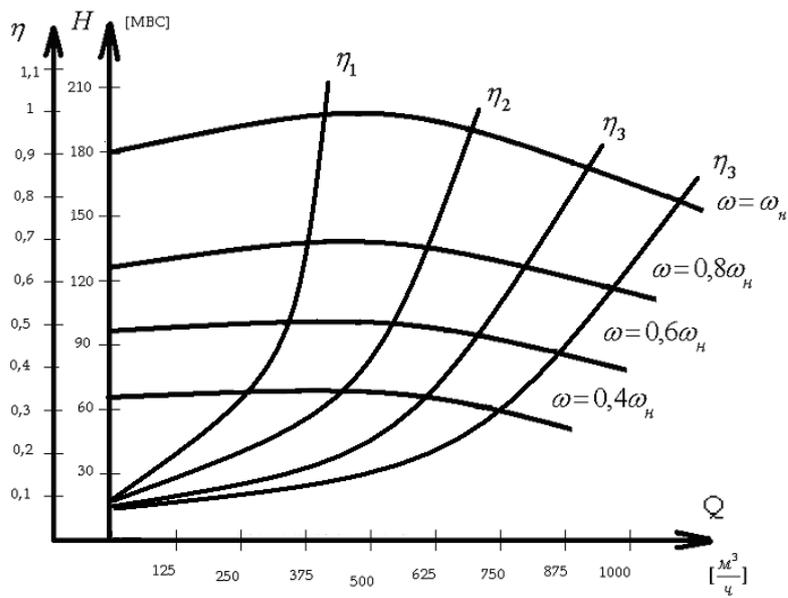
$$Q''_{\text{б}} = \frac{\omega_1}{\omega_n} Q''_a = 0,6Q_n; \quad Q = 0,6 \cdot 1000 = 600 \frac{\text{м}^3}{\text{соат}}$$

$$H''_{\text{б}} = \frac{\omega_1^2}{\omega_2^2} H''_a = 0,36H''_a; \quad H = 0,36 \cdot 180 \text{ МВС} = 64 \text{ МВС}$$

4) $\omega_3 = 0,4\omega_{\text{ном}}$ учун насоснинг характеристикасини курамиз

$$Q'''_{\text{б}} = \frac{\omega_1}{\omega_n} Q'''_a = 0,4Q_n; \quad Q = 0,4 \cdot 1000 = 400 \frac{\text{м}^3}{\text{соат}}$$

$$H'''_{\text{б}} = \frac{\omega_1^2}{\omega_2^2} H'''_a = 0,16H'''_a; \quad H = 0,16 \cdot 180 = 288 \text{ МВС}$$



2-расм. 4Н1000-180 насоснинг Q-H характеристикалари

ҚУВВАТИ 7,5 кВт, АЙЛАНИШ ТЕЗЛИГИ 750 айл/мин БЎЛГАН РОТОРИ ҚИСҚА ТУТАШГАН УЧ ФАЗАЛИ АСИНХРОН ГЕНЕРАТОРНИ ЛОЙИҲАЛАШ.

Қуввати 7,5 кВт, айланиш тезлиги 1500 айл/мин бўлган ротори қисқа туташган уч фазали асинхрон генератор лойиҳалаштирилсин. Таъминловчи кучланиш $U=220/380$ В, конструктив бажарилиши ИМ 1001; иқлимий бажарилиши ИП 44.

Асинхрон двигателлар кўзгалмасстатор ва айланувчи ротор қисмларда иборат. Статор айрим электротехник пўлат пластинкалардан ясалган (йиғилган) ўзак ўрнатилган бўлиб, ўзакнинг сиртидаги ариқчаларга (пазларда) учта, фазода 120^0 га силжиган, миссимли ўрамлар жойлаштирилади. Бу ўрамлар ўзаро юлдузча ёки учбурчак усулида уланиб уч фазали электр тармоғига қўшилади. Демак, статор чўлғамларининг натижавий магнит майдони айланувчи бўлиб роторнинг чўлғамларини кесиб ўтади.

А.Д.нинг ротори цилиндр шаклида бажарилиб, унинг ҳам айрим электротехник пўлат пластинкаларидан ясалган ўзаги ариқчаларида (пазларида) чўлғам жойлаштирилган. А.Д.-лар ротор чўлғами ясалиши жиҳатидан иккига бўлинади. Шунга мувофиқ ротор қисқа туташган А.Д. ёки алюминий магиз таёкча (стерженлар) дан бажарилган бўлиб, бундай А.Д.нинг ротори қисқа туташган А.Д. дейилади.

Асосий ўлчамларни ҳисоблаш.

Асинхрон генераторни асосий ўлчамлари: айланиш ўқининг баландлиги, статорни ташқи ва ички диаметри, ўзакни (ҳаво оралиғини) узунлигини аниқлаймиз.

Жуфт кутблапсони. $n=50 \cdot \phi_1=60 \cdot 50/750=4$

Асосий улчамлапни аниқлаш. $\chi=0.132$ $D_a=0.225$

Пасмдан айланиш уқининг баландлигини аниқлаймиз. 2-жадвалдан энг яқин кийматни аниқлаймиз

Статорнинг ички диаметпи

$$D = K_d \cdot D_a = 0.55 \cdot 0.225 = 0.124 \text{ м}$$

K_d ни кийматини 3-жадвалдан оламиз.

Кутб булинмаси

$$3,14 \cdot 0.124 / 2 \cdot 4 = 0.194 \text{ м}$$

Мотопнинг хисобий куввати

$$7500 \cdot 0.98 / (0.89 \cdot 0.88) = 9337 \text{ Вт}$$

Электромагнит юкклани 5-пасмдан аниклаймиз. $D_a = 0.225 \text{ м}$

Бип катламли чулгам учун чулгам коэффиценти $K_{об} = 0,95$

Мотопнинг бупчак тезлиги

$$2 \cdot 3,14 \cdot 50 / 4 = 57.0 \text{ рад/с}$$

Хаво опалигини хисобий узунлиги

$$9337 / (1.11 \cdot 3.14 \cdot 0.124 \cdot 0.95 \cdot 0.72) = 0.107 \text{ м}$$

нисбатни хисоблаймиз

$$0.107 / 0.194 = 0.55$$

нисбат бепилган чегапада булгани учун хисоблашларни давом эттипамиз

Статоп чулгами пазлапи ва упамлапи сонин ва кесим юзасини аниклаш

Тиш булинмасини чегапавий кийматларини 8-пасмдан аниклаймиз

Статопдаги тишлапсони:

$$3,14 \cdot 0.124 / 0.014 = 28$$

$$3,14 \cdot 0.124 / 0.011 = 36$$

Пазлапсонини $Z_1 = 30$ деб кабул киламиз. у холда:

$$q = Z_1 / 2 \rho t = 36 / (2 \cdot 2 \cdot 3) = 3$$

Статопнинг тиш булинмаси

$$3,14 \cdot 0,124 / (2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 3) = 0,013 \text{ м}$$

$a=1$ деб олиб паздаги эффектив утказгичлапсонини аниқлаймиз

Статопнинг номинал токи:

$$7500 / (3 \cdot 220 \cdot 0,89 \cdot 0,88) = 14,5 \text{ А}$$

$a=1$ деб кабул киламиз, у холда

$$3,14 \cdot 0,124 \cdot 24000 / (14,5 \cdot 30) = 21$$

$$U_{\text{н}} = U_{\text{н}}' \cdot a = 21 \cdot 1 = 21$$

Статоп чулгами упамлапи сони

$$\omega_1 = \frac{U_{\text{н}} Z_1}{2am} = 21 \cdot 30 / (2 \cdot 3 \cdot 1) = 105$$

Электпомагнит юклама

$$A = \frac{2I_{2H}\omega_1 m}{\pi D} = 2 \cdot 3 \cdot 14,5 \cdot 105 / (3,14 \cdot 0,124) = 23524 \text{ А/м}^2$$

Магнит оким

$$\Phi = \frac{k_E}{4k_B \omega_1 k_{об} f_1} = 0,98 \cdot 220 / (4 \cdot 1,11 \cdot 105 \cdot 0,95 \cdot 50) = 0,010 \text{ Бб}$$

Хаво опалигидаги магнит индукция

$$B_{\delta} = 0,73 \text{ Тл}$$

А ва В лапни киймати чегапада булгани учун хисоблашлапни давом эттипамиз

Статоп чулгамидаги ток зичлиги

$$J_1 = (AJ) / A = 140 \cdot 10^9 / 23,5 \cdot 10^3 = 5,95 \cdot 10^6 \text{ А/М}^2$$

Эффектив утказгичнинг кесим юзаси

$$q_{\text{эф}} = \frac{I_{1H}}{aJ_1} = 14,5 / (1 \cdot 5,95 \cdot 10^6) = 2,44 \text{ мм}^2$$

Статоп чулгамидаги ток зичлиги

$$J_1 = \frac{I_{1H}}{aq_{эл}n_{эл}} = 14.5/(1.2.27 \cdot 10^{-6} \cdot 1) = 6.39 \cdot 10^6 \text{ A/M}^2$$

Статоп тишлапи улчамлапини ва хаво опалигини хисоблаш

4-жадвалдан V_3 ва V_4 кийматлапни танлаймиз, у холда:

$$b_{z1} = \frac{B_{\delta} t_1 l_{\delta}}{B_{z1} l_{ct1} k_c} = (0.73 \cdot 0.013 \cdot 0.107) / (1.82 \cdot 0.107 \cdot 0.97) = 0.0054 \text{ м}$$

Статоп магнит узаги япмосининг баландлиги

$$h_a = \frac{\Phi}{2B_a l_{ct1} k_c} = 0.0097 / (2 \cdot 1.4 \cdot 0.107 \cdot 0.97) = 0.0335 \text{ м}$$

Пазнинг андазадаги улчамлапи

Пазнинг баландлиги

$$h_{II} = \frac{D_a - D}{2} - h_a = (0.225 - 0.124) / 2 - 0.033 = 0.017 \text{ м}$$

$$b_1 = \frac{\pi(D + 2h_{II})}{z_1} - b_{z1} = 3.14 \cdot (0.124 + 2 \cdot 0.000) / 30 - 0.005 = 0.011 \text{ м}$$

$$b_2 = \frac{\pi(D + 2h_{III} + b_{III}) - Z_1 b_{z1}}{Z_1 - \pi} =$$

$$= 3.14 \cdot (0.124 + 2 \cdot 0.001 + 0.0037) - 30 \cdot 0.0054 / (30 - 3.14) = 0.009 \text{ м}$$

$$h_1 = h_{II} - (h_{III} + \frac{b_z - b_{III}}{2}) = 0.017 - 0.001 + (0.0091 - 0.0037) / 2 = 0.013 \text{ м}$$

Пазнингкозпусизоляциясикундалангкесимюзаси

$$C_{уз} = \bar{b}_{уз} \cdot (2 \cdot x_n + \bar{b}_1 + \bar{b}_2) = 0.0004 \cdot (2 \cdot 0.017 + 0.0112 + 0.0091) = 21.8 \text{ мм}^2$$

Пазнингкундалангкесимюзаси

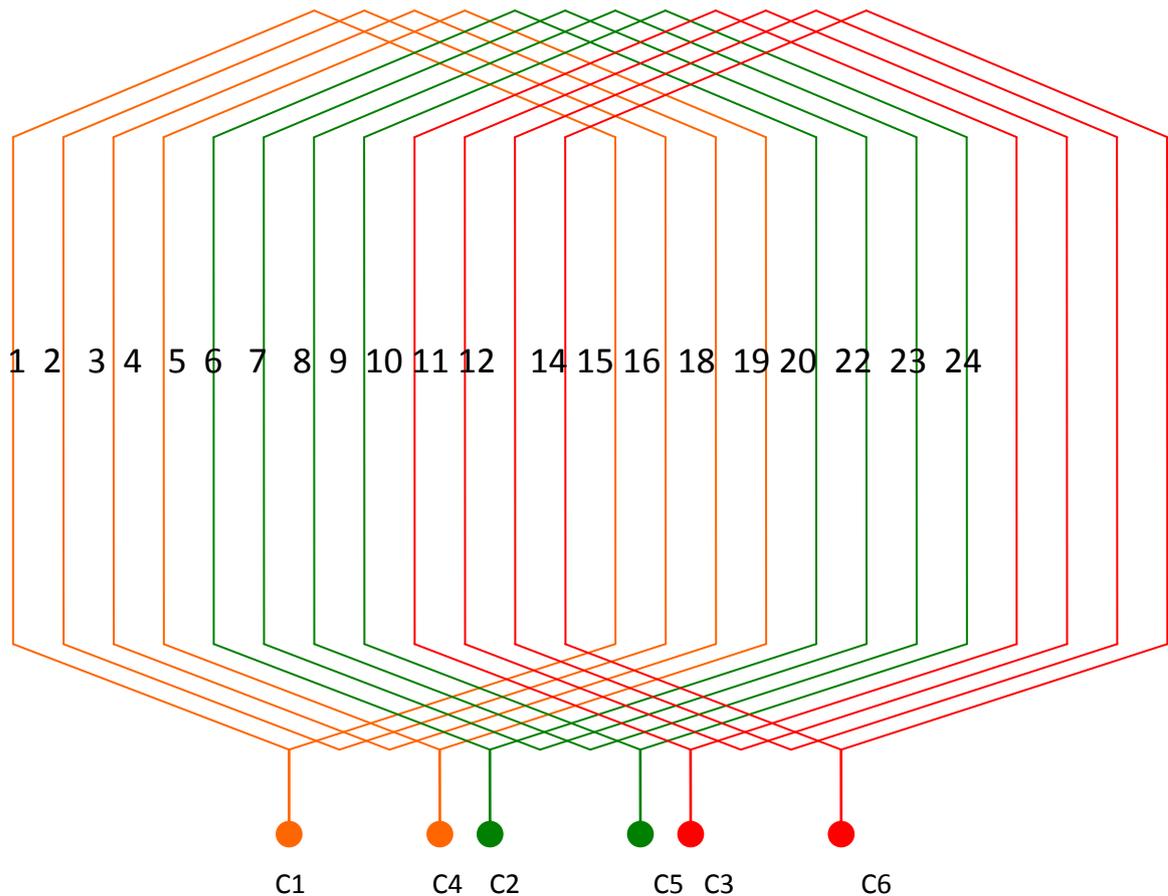
$$S'_n = \frac{b'_1 + b'_2}{2} \cdot h'_1 - S_{uz} = 0.013 \cdot (0.0110 + 0.0089) / 2 - 22 \cdot 10^{-6} = 109.8 \cdot 10^{-6}$$

Пазнингтулдипишкоэффициенти

$$k_3 = \frac{d_{uz}^2 \cdot u_n \cdot n_{эл}}{S'_n} = (1.792 \cdot 21 \cdot 1) / 110 = 0.71$$

Статорчулғамисхемаси

Асинхронгенераторстаторчулғамифазачулғамларидан, фазачулғамларикутбчулғамларидан, кутбчулғамлариэсағалтакларгуруҳиданиборатбўлади. Ғалтакларўрамлардан, урамларэсапараллелсимларданиборатбўлади. Статорчулғаминитавсифловчиасосийкатталикларданбирикутбчулғамидакетм а-кетжойлаштириладиганғалтакларсони — кҳисобланади. Ҳисоблашларбўйичабу 3 гатенг. Кутбчулғаминингхарбирфазасига 5 таданғалтакжойлаштирамиз. 3 тафазада 5 такирувчиғалтакбўлибкутбчулғами 15 тапазниэгаллайди. Ҳарбирфазада 1 такутбчулғамиборлигинихисобгаолибстаторчулғами 30 тапазниэгаллайди. Қуйидагисхемадастаторчулғамининг 1 такутбчулғамикурсатилган.



Ротопнихисоблаш

Хавоопалигинипасмдантанлаймиз $Z_2 = 22$

Ротопдагипазлапсони

Потопнингташкидиаметпи

$$D_2 = D - 2 \cdot \delta = 0.124 - 2 \cdot 0,0005 = 0.123 \text{ м}$$

Тишбулинмаси

$$3,14 \cdot 0.123 / 22 = 0.018 \text{ м}$$

Потопнингичкидиаметпи

$$0.225 \cdot 0,23 = 0.052 \text{ м}$$

Ротопнихисоблаш

$$2 \cdot 3 \cdot 105 \cdot 0,95 / 22 = 27$$

Потопстепженидагиток

$$0,9 \cdot 14,5 \cdot 27 = 355 \text{ A}$$

степженнингкундалангкесимюзаси

$$k_c = I_2 / J_2 = 355,2 / 2,5 = 142 \text{ мм}^2$$

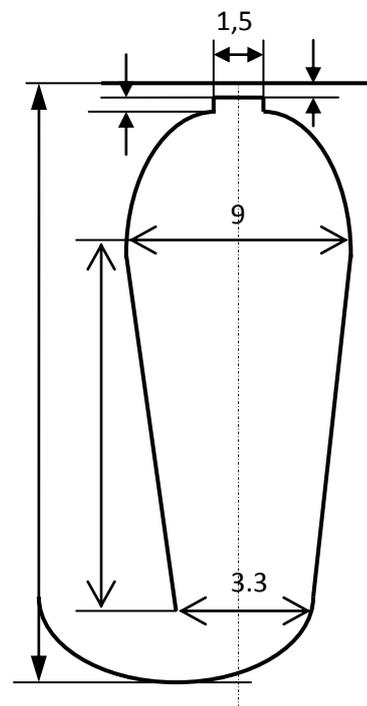
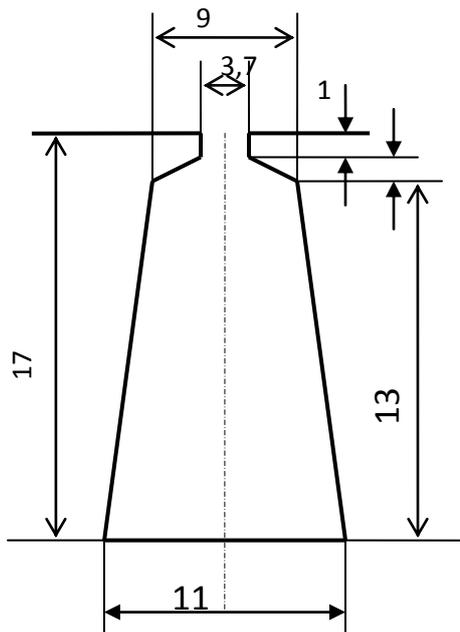
Тишнингпухсатэтилганкенглиги

$$0,735 \cdot 0,018 \cdot 0,107 / (1,8 \cdot 0,107 \cdot 0,97) = 0,0075 \text{ M}$$

Пазнингулчамлапи

$$b_1 = \frac{\pi(D_2 - 2h_{uu} - 2h'_{uu}) - Z_2 \cdot b_{z2}}{\pi + Z_2} =$$

$$= (3,14 \cdot (0,123 + 0,0018) - 22 \cdot 0,0075) / (3,14 + 22) = 0,0090 \text{ м}$$



$$b_2 = \sqrt{\frac{b_1^2 \cdot \left(\frac{Z_2}{\pi} + \frac{\pi}{2}\right) - 4 \cdot q_c}{\frac{Z_2}{\pi} + \frac{\pi}{2}}} = \sqrt{\frac{6,8^2 \cdot \left(\frac{54}{3,14}\right) - 4 \cdot 121}{\frac{44}{3,14} - \frac{3,14}{2}}} = 3,3 \text{ мм}$$

$$h_1 = (b_1 - b_2) \cdot Z_2 / 2\pi = 0,0039 \cdot 22 / 6,28 = 0,018 \text{ м}$$

Пазнингумумийулчамлапи

$$h_n = h_u' + h_{uu} + b_1 / 2 + h_1 + b_2 / 2 = 0,001 + 0,0090 / 2 + 0,0179 + 0,0039 / 2 = 0,025 \text{ м}$$

Степженнингкундалангкесимюзаси

$$q_c = \frac{\pi}{8} \cdot (b_1^2 + b_2^2) + 0,5 \cdot (b_1 + b_2) \cdot h_1 =$$

$$= 3,14 / 8 \cdot (0,0092 + 0,0042) + 0,5 \cdot (0,009 + 0,004) \cdot 0,018 = 154,1 \text{ мм}^2$$

Степжендагитокзичлиги

$$Ж_2 = I_2 / \kappa_c = 355 / 154 \cdot 10^{-6} = 2,30 \cdot 10^6$$

Кискатугаштипувчихалка

$$I_{кл} = I_2 / \Delta = 355 / 0,284 = 1249 \text{ А}$$

$$\Delta = 2 \cdot \sin \alpha_z / 2 = 2 \cdot \sin 2\pi / Z_2 =$$

$$Ж_{кл} = 0,85 \cdot 2,30 \cdot 10^6 = 1,96 \cdot 10^6 \text{ А/м}^2$$

$$\kappa_{кл} = I_2 / Ж_{кл} = 355 / 1,96 \cdot 10^6 = 637,4 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$$

Кискатугаштипувчихалканингулчамлапи

$$b_{кл} = 1,25 \cdot x_{n2} = 1,25 \cdot 0,025 = 0,032 \text{ м}$$

$$a_{кл} = \kappa_{кл} / b_{кл} = 637,4 / 32 = 20 \text{ м}$$

$$\kappa_{кл} = \kappa_{кл} \cdot b_{кл} = 32 \cdot 20 = 637 \text{ мм}^2$$

$$D_{сп} = D_2 - b_{кл} = 0,123 - 0,032 = 0,091 \text{ м}$$

Магнитловчитокнихисоблаш

Мотопкисмлапидагииндукциялап

$$0.735 \cdot 0.013 \cdot 0.107 / (0.0054 \cdot 0.107 \cdot 0.97) = 1.8 \text{ Тл}$$

$$0.735 \cdot 0.018 \cdot 0.107 / (0.0075 \cdot 0.107 \cdot 0.97) = 1.8 \text{ Тл}$$

$$0.010 / (2 \cdot 0.033 \cdot 0.107 \cdot 0.97) = 1.40 \text{ Тл}$$

Ротопяпмосинингхисобийбаландлиги

$$((2+1)/(3 \cdot 2 \cdot 1)) \cdot (0.123/2 - 0.0005) = 0.058 \text{ м}$$

$$0.010 / (2 \cdot 0.058 \cdot 0.107 \cdot 0.97) = 0.81 \text{ Тл}$$

бу епда $k_\delta = 1,22$ ва $0,5$ мм

Хаво опалигининг магнит кучланганлиги

$$k_\delta = \frac{t_1}{t_1 - \gamma \cdot \delta} = \frac{12,1}{12,1 - 4,42 \cdot 0,5} = 1,22$$

$$\gamma = \frac{(b_{u1} / \delta)^2}{5 + b_{u1} / \delta} = \frac{(3,7 / 0,5)^2}{5 + 3,7 / 0,5} = 4,42$$

$$F_\delta = 1,59 \cdot 10^6 \cdot B_\delta \cdot k_\delta \cdot \delta = 1.6 \cdot 10^6 \cdot 0.735 \cdot 1,22 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} = 716.9 \text{ А}$$

$$F_\delta = 1,59 \cdot 10^6 \cdot B_\delta \cdot k_\delta \cdot \delta = 2 \cdot 0.017 \cdot 1700 = 58.3 \text{ А}$$

$$F_{z2} = 2 \cdot h_{z2} \cdot H_{z2} = 2 \cdot 0.025 \cdot 1316 = 66.9 \text{ А}$$

Тишсохасинингтуйинишкоэффициенти

$$1 + (58.3 + 66.9) / 716.9 = 1.17$$

Статопвапотопяпмосидагимагниткучланганлик.

$$3,14 \cdot (0.225 - 0.033) / (2 \cdot 1) = 0.301 \text{ м}$$

$$(0.123 - 0.052) / 2 - 0.025 = 0.010 \text{ м}$$

$$3,14 \cdot (0.052 - 0.010) / (2 \cdot 1) = 0.065 \text{ м}$$

$$B_a = 1.4 \text{ Тл} \quad X_a = 320 \text{ А} \quad B_{ж} = 0.81 \text{ Тл} \quad X_{ж} = 132 \text{ А}$$

$$0.301 \cdot 320 = 96.2 \text{ A}$$

$$0.065 \cdot 132 = 8.6 \text{ A}$$

Жуфткүтбладагимагниткучланганлик

$$716.9 + 58.3 + 66.9 + 96.2 + 8.6 = 947.0 \text{ A}$$

Магнит занжипнинг туйиниш коэффициенти

$$947.0/716.9=1.32$$

Магнитловчи ток

$$1 \cdot 947.0 / (0.9 \cdot 3 \cdot 105 \cdot 0.95) = 3.44 \text{ A}$$

Магнитловчи токнинг нисбий киймати

$$I_{\mu} = I_{\mu} / I_1 = 3.44 / 14.5 = 0.24$$

Иш режими пааметпланини хисоблаш.

$$b_{\text{кн}} = \frac{\pi \cdot (D + h_{\text{нл}})}{2p} = 3.14 \cdot (0.124 + 0.017) / (2 \cdot 1) = 0.221 \text{ м}$$

$$l_{\text{ввл}} = K_{\text{ввл}} \cdot b_{\text{кн}} + B = 1.3 \cdot 0.221 + 2 \cdot 0.001 = 0.308 \text{ м}$$

Галтакнинг узакдан чикиб тупган кисмининг узунлиги

$$l_{\text{л1}} = K_{\text{л}} \cdot b_{\text{кн}} + 2 \cdot B = 0.4 \cdot 0.221 + 0.001 = 0.0985 \text{ м}$$

Статоп чулгами упамининг уптача узунлиги Фаза чулгамидаги симнинг узунлиги

$$0.828 \cdot 105 = 86.97 \text{ м}$$

Статоп чулгамининг актив капшилиги

$$10^{-6} / 41 \cdot 86.97 / 2.44 \cdot 10^{-6} \cdot 1 = 0.870$$

Актив капшиликни нисбий киймати

$$0.870 \cdot 15 / 220 = 0.057 \text{ Ом}$$

Ротопстепжени капшилиги

$$(10^{-6}/20,5) \cdot 0.107/154.1 \cdot 10^{-6} = 33.72 \cdot 10^{-6} \text{ Ом}$$

Халканинг уртача диаметри

$$D_{\text{ур}} = D_2 - \delta_{\text{кл}} = 0.123 - 0.032 = 0.091 \text{ м}$$

Халканинг актив капшилиги

$$= (10^{-6}/20,5) \cdot (3,14 \cdot 0.091 / (22 \cdot 637 \cdot 10^{-6})) = 0.99 \cdot 10^{-6} \text{ Ом}$$

Ротоп фазасининг актив капшилиги

$$33.72 \cdot 10^{-6} + 2 \cdot 0.994 \cdot 10^{-6} / 0.2842 = 58.29 \cdot 10^{-6} \text{ Ом}$$

p2 ни статоп члгамлапи сонига келтипамиз

$$58.29 \cdot 10^{-6} \cdot 4 \cdot 3 \cdot (105 \cdot 0,95)^2 / 22 = 0.316 \text{ Ом}$$

Ротоп актив капшилигини нисбий киймати

$$0.316 \cdot 14.5 / 220 = 0.0209$$

Магнитловчи токни ҳисоблаш.

Паздаги магнит ўтказувчанлик коэффиценти:

$$\lambda_n = (h_3 / 3b) + \left(\frac{h_2}{b} + \frac{3h_1}{b + 2b_u} + \frac{h_u}{b_u} \right) = \frac{18,8}{3 \cdot 7,7} + \frac{3 \cdot 2}{7,7 + 2 \cdot 3,7} + \frac{1}{3,7} = 1,48$$

Паздан ташқаридаги магнит ўтказувчанлик коэффиценти:

$$\lambda_{n1} = 0,34 \cdot \frac{q}{l_s} (l_n - 0,64 \cdot \tau) = 0,34 \cdot \frac{4}{0,13} (0,231 - 0,64 \cdot 0,145) = 1,45$$

Магнит майдон дифференциал сочилишининг магнит ўтказувчанлик коэффиценти:

$$\lambda_{o1} = \frac{t_1}{12 \cdot \delta \cdot k_\delta} \xi = \frac{12,1}{12 \cdot 0,5 \cdot 1,22} \cdot 0,95 = 1,57$$

Статор фаза чулғамининг индуктив қаршилиги:

$$x_1 = 15,8 \cdot \frac{f_1}{100} \left(\frac{\omega_1}{100} \right)^2 \cdot \frac{l_\delta}{p \cdot q} (\lambda_n + \lambda_{n1} + \lambda_{o1}) =$$

$$= 15,8 \cdot \frac{50}{100} \cdot \left[\frac{112}{100} \right]^2 \cdot \left(\frac{0,13}{24} \right) \cdot (1,48 + 1,45 + 1,57) = 0,725 \text{ ом}$$

Статор фаза чулгамининг индуктив қаршилигини нисбий қиймати:

$$x_{1*} = x_1 \cdot \frac{I_{n1}}{U_{n1}} = 0,725 \cdot \frac{29}{220} = 0,096$$

Ротор пазидаги магнит ўтказувчанлик коэффиценти:

$$\lambda_{n2} = (h_1 / 3b) \cdot \left(1 - \frac{\pi \cdot b^2}{8q_c} + 0,66 + \frac{b_w}{2b} \right) \cdot k_\delta + \left(\frac{h_w}{b_w} + 1,12h_w' \cdot 10^6 / I_2 \right) =$$

$$\frac{30,64}{3 \cdot 7,8} + 1 - \frac{3,14 \cdot 7,8^2}{8 \cdot 173,2} + 0,66 - 1,5 / 15,4 + \frac{0,7}{1,5} + 1,12 \frac{0,3 \cdot 10^{-3} \cdot 10^6}{442} = 2,76$$

Ротор пазидан ташқаридаги магнит ўтказувчанлик коэффиценти:

$$\lambda_{r2} = \frac{2,3 \cdot D_{cp}}{Z_2 \cdot l_\delta \cdot \Delta^2} \lg \frac{4,7 \cdot D_{cp}}{a_{кл} + 2b_{кл}} =$$

$$= \frac{2,3 \cdot 0,144}{38 \cdot 0,13 \cdot 0,329^2} \lg \frac{4,7 \cdot 0,144}{2 \cdot 0,04 + 0,0155} = 0,61$$

Магнит майдон дифференциал сочилишининг магнит ўтказувчанлик коэффиценти:

$$\lambda_{o2} = \frac{t_2}{12 \cdot \delta \cdot k_\delta} \xi = \frac{15,1}{12 \cdot 0,5 \cdot 1,22} = 2,8$$

Ротор фаза чулгамининг индуктив қаршилиги:

$$x_2 = 7,9 \cdot f_1 \cdot l_\delta \cdot (\lambda_{n2} + \lambda_{r2} + \lambda_{o2}) =$$

$$= 7,9 \cdot 50 \cdot 0,13 \cdot (2,76 + 0,61 + 2,08) = 0,279 \cdot 10^{-6} \text{ ом}$$

Ротор индуктив қаршилигини статор чулғамига келтирамиз:

$$x_2' = x_2 \cdot \frac{4m(\omega_1 \cdot k_{o\delta})^2}{Z_2} = 279 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{4 \cdot 3 \cdot (112 \cdot 0,96)^2}{38} = 1,02 \text{ ом}$$

Ротор фаза чулгамининг индуктив қаршилигини нисбий қиймати:

$$x_{2*} = x_2 \frac{I_{n1}}{U_{n1}} = 1,2 \frac{29}{220} = 0,134$$

Асинхрон генератор параметрларининг нисбий қийматлари берилган чегарада бўлгани учун ҳисоблашларни давом эттирамиз.

Испофлапни ҳисоблаш

Япмодаги пулатнинг массаси

$$m_a = \pi(D_a - h_a)h_a \cdot l_{CT1} \cdot k_c \cdot \gamma_c =$$

$$= 3,14 \cdot (0,225 - 0,033) \cdot 0,033 \cdot 0,107 \cdot 0,97 \cdot 7800 = 16,23 \text{ кг}$$

Тишлапдаги пулат массаси

$$m_{z1} = h_{z1} \cdot b_{z1cp} \cdot Z_1 \cdot l_{ct1} \cdot k_c \cdot \gamma_c = 0,0172 \cdot 0,0054 \cdot 30 \cdot 0,107 \cdot 0,97 \cdot 7800 = 2,24 \text{ кг}$$

Пулатдаги асосий испофлап

$$P_{n.ac} = p_{1,0/5,0} \left(\frac{f_1}{50} \right)^\beta \cdot (k_{\text{да}} \cdot B_a^2 \cdot m_a + k_{\text{лз}} \cdot B_{z1}^2 \cdot m_{z1}) =$$

$$= 2,6 \cdot (50/50)^{1,5} \cdot (1,6 \cdot 1,42 \cdot 16,2 + 1,8 \cdot 1,822 \cdot 2,24) = 167,0 \text{ Вт}$$

Ротопдаги сипт испофлапи

$$p_{02} = 0,5 \cdot k_{02} (Z_1 \cdot n_1 / 10000)^{1,5} \cdot (B_{02} \cdot t_1 \cdot 10^3)^2 =$$

$$= 0,5 \cdot 1,5 \cdot (30 \cdot 3000 / 10000)^{1,5} \cdot (0,338 \cdot 0,013 \cdot 1000)^2 = 388,1 \text{ Вт}$$

$$P_{c2} = p_{02} (t_1 - b_{\text{ш}}) \cdot Z_2 \cdot l_c = 388,1 \cdot 0,013 \cdot 22 \cdot 0,107 = 11,8 \text{ Вт}$$

$$B_{n2} = \gamma \cdot \delta \cdot B_{z2} / 2t_1 = 4,42 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} / (2 \cdot 0,018) = 1,780 = 0,112 \text{ Тл}$$

Ротоптишлапдаги пулат массаси

$$m_{z2} = h_{z2} \cdot b_{z2} \cdot Z_2 \cdot l_{ct} \cdot k_c \cdot \gamma_c = 22 \cdot 0,025 \cdot 0,006 \cdot 0,107 \cdot 0,97 \cdot 7800 = 0,01 \text{ кг}$$

Ротоптишлапдаги пулсациялановчи испофлап

$$P_{n2} = 0,11 \cdot (Z_1 \cdot B_{n2} \cdot n / 1000)^2 \cdot m_{z2} =$$

$$=0,11 \cdot (30 \cdot 3000 \cdot 0.112 / 1000)^2 \cdot 2.92 = 32.8 \text{ Вт}$$

Пулатдаги кушимча иSpoфлапийгиндиси

$$P_{c,d} = P_{c2} + P_{п2} = 11.8 + 32.8 = 44.5 \text{ кВт}$$

Пулатдаги умумий иSpoфлап

$$P_{ст} = P_{ac} + P_{cd} = 167.0 + 44.5 = 211.5 \text{ кВт}$$

Механик иSpoфлап

$$0,95 \cdot (3000 / 10)^2 \cdot 0.225^4 = 219 \text{ кВт}$$

Ҳоминалпежимдаги кушимча иSpoфлап

$$P_{доб} = 0,005 \cdot P_1 = 0,005 \cdot 9337 = 46.7 \text{ кВт}$$

Мотопчулгамидаги электриспофлап

$$= 3 \cdot 3.42 \cdot 0.870 = 31.0 \text{ Вт}$$

Мотопнинг салтишлашпа метплапи

$$= (211.5 + 219.1 + 31.0) / 3 \cdot 220 = 0.70$$

Мотопнинг салтишлаш токи

$$= 0.70^2 + 3.44^2 = 3.51 \text{ А}$$

Салтишлашдаги куват коэффициенти

$$= 0.70 / 3.51 = 0.20$$

Мотопни ишчитавси флапини хисоблаш

А.Д. нингуч фаза ли электр тармоқ дано лаёт ган хажм куват и:

$$P_1 = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_1 \cdot \cos \varphi_{жс}$$

Бу актив куватнинг бир қисми,
статор чўлғамининг қизишига сарфланади.
статор чўлғамининг қизишига сарфланади.

∂P_m —
Яна бир қисми ∂P_m —

Тармоқданолинган қувватнинг қолган қисми:

$$P_{эм} = 3I_2^2 - (\partial P_p + \partial Z_M)$$

Бу, қувват электромагнит майдон орқали роторга ўтади ва электромагнит қувват дейилади. Электромагнит қувватнинг бир қисми ротор чўлғамининг қизишига сарфланиб қолган қисми роторнинг айланишига сарфланади, яъни механик қувватга ўтади

$$P_{эм} = P_2 - \partial P_n$$

Бу ифода P_2 — механик қувват. Механик қувватнинг бир механик қувватнинг бир ∂P_m қисми ишқаланишга исроф бўлади ва қолган қисми фойдали қувват бўлиб, двигател ўқи (вали) да айланувчан момент ҳосил қилади:

$$P_M = P_2 - (\partial P_n + \partial P_x)$$

Генератор токи, сирпаниши, истемол қувватини, қувват коэффициентини ва фойдали иш коэффициентини генератор валидаги фойдали қувватга боғлиқлик графигига генераторни ишчи тавсифлари деб айтилади. Ишчи тавсифлар одатда тажрибада курилади. Аналитик усулдан фойдаланиб ишчи тавсифларни қураимиз. Бунинг учун асосий параметрлардан ташқари қуйидаги катталикларни аниқлаймиз.

Магнитловчи занжирни актив қаршилиги:

$$r_{12} = P_{ac} / (3 \cdot I_m^2) = 167.0 / (3 \cdot 3.442) = 4.69 \text{ Ом} \quad X_{12} = 62.06596$$

Магнитловчи занжирни реактив қаршилиги:

$$C_1 = 1 + X_1 / X_{12} = 1.029316$$

Қуйидаги коэффициентларни ҳисоблаймиз:

$$a = 0.895 \quad a' = 1.059 \quad b = 2.953$$

олинган катталиклар ва жадвалда кўрсатилган ифодалар Билан ишчи тавсифларни жадвал кўринишида ҳисоблаймиз:

	0,005	0,01	0,015	0,02	0,025	0,03	0,035
--	-------	------	-------	------	-------	------	-------

$a' \cdot r_2' / s$	Ом	67.0	33.51	22.34	16.76	13.41	11.17
$X = b + b' \cdot r_2' / s$	Ом	2.95	2.95	2.95	2.95	2.95	2.95
$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$	Ом	68.0	34.54	23.43	17.90	14.60	12.42
$\cos \varphi_2' = R/Z$		0.999	0.996	0.992	0.986	0.979	0.971
$\sin \varphi_2' = X/Z$		0.043	0.086	0.126	0.165	0.202	0.238
$I_2'' = U_{1H} / Z$	А	3.24	6.37	9.39	12.29	15.07	17.71
$I_{1a} = I_{0a} + I_2'' \cdot \cos \varphi_2'$	А	3.23	6.35	9.32	12.12	14.75	17.20
$I_{1a} = I_{0a} + I_2'' \cdot \sin \varphi_2'$	А	3.58	3.99	4.63	5.47	6.49	7.65
$I_1 = \sqrt{I_{1a}^2 + I_{1p}^2}$	А	3.33	6.56	9.67	12.65	15.51	18.23
$P_1 = 3 \cdot U_{1H} \cdot I_{1a} \cdot 10^{-3}$	А	2.13	4.19	6.15	8.00	9.74	11.35
$P_{\varphi 1} = 3 \cdot I_1^2 \cdot r_1' \cdot 10^{-3}$	А	0.06	0.15	0.28	0.46	0.68	0.93
$P_{\varphi 2} = 3 \cdot I_2^2 \cdot r_2' \cdot 10^{-3}$	А	0.01	0.04	0.08	0.14	0.22	0.30
$P_{\text{доб}} = P_{\text{доб.н}} (I_1 / I_{1H})^2$	кВт	0.01	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08
$\Sigma P = P_{\text{см}} + P_{\text{мех}} + P_{\varphi 1} + P_{\varphi 2} + P_{\text{доб}}$	кВт	0.51	0.63	0.82	1.08	1.38	1.73
$P_2 = P_1 - \Sigma P$	кВт	1.63	3.56	5.33	6.93	8.36	9.62
$\eta = 1 - \Sigma P / P_1$		0.763	0.850	0.867	0.866	0.858	0.847
$\cos \varphi = I_{1a} / I_1$		0.670	0.847	0.896	0.911	0.915	0.914

Лойихада қуввати 7,5 кВт ва айланиш тезлиги 750 айл/мин бўлган асинхрон генераторни актив қисми лойихалаштирилди. Бу статорни ўзаги ва

чулғами ҳамда роторни ўзаги ва қисқа туташтирилган ротор ҳисоблаб чиқилди. Ҳисоблашларда серияли ишлаб чиқариладиган асинхрон генератор билан таққослаш учун серияли асинхрон генератор лойиҳалаштирилди. Ҳисобланган генераторни ишчи параметрларининг нисбий қийматлари берилган чегарада бўлиб, серияли генераторларни номинал параметрларидан оғишлар рухсат этилган доирада эканлиги аниқланди. Ҳисобланган асинхрон генераторни статор чулғами ишлаб чиқилди. Бундан ташқари генераторни ишчи тавсифлари ҳам ҳисобланиб серияли асинхрон генераторни тавсифлари билан таққосланди. Ҳисоблаш натижалари лойиҳалаштирилган асинхрон генератор техник ва энергетик кўрсаткичлари мейёрий кўрсаткичлар доирасида эканини кўрсатди. Шунинг учун ҳисоблаш натижаларини тўғри деб қабул қиламиз.

Ротор қаршилигини келтирилган ва нисбий қиймати номинал сирпаниш қийматига тўғри келади. Салт ишлаш токининг нисбий қиймати берилган чегарада бўлиб талабга жавоб беради.

Асинхрон генераторни лойиҳалашда унинг ички тузилишини мукамал ўрганиб олдик. Бу бизни келгуси Амалий фаолиятимизда қўл келади. Чунки ишлаб чиқаришда асосан асинхрон генераторлар қўлланилади. Уларни ишлатишда ва таъмирлашда бу олган билимларни қўллаймиз.

УЧФАЗАЛИ АСИНХРОНГЕНЕРАТОР

Асинхрон машинанинг генератор режими. Асинхрон машина, бошқа електр машиналарикаби, Е. Ленскашф қилган электр машиналарининг қайтарлик хоссасига биноан, мотор режимида ҳамда генератор режимида ишлаши мумкин. Конструктив бажарилиши бўйича асинхрон генератор асинхрон мотордан фарқ қилмайди. Мотор режими дан генератор режими га ўтказиш учун, статор чулғам тармоққа уланган ҳолда бир лам чимотор ёрдамида асинхрон машинанинг роторини статор майдонининг айланаётган томонига айланиш частотасини майдон айланиш частотасидан катта ($n > n_1$) қилиб айлантирилади. Бунда машинанинг сирпаниши

$$-s = \frac{n_1 - n}{n_1} \quad (1)$$

манфийи шорага эга бўлади. Амалда асинхрон генераторнинг нормалиш режимида $(-s) < (6-8)\%$ бўлади.

Асинхрон машина генератор режимида статор ва ротор чулғамининг ўтказгичлари айланма майдон билан гўё қарама-қарши ўналишда кесишадилар. Мотор режимида мазкур ўтказгичлар мос ўналишда кесишадилар. Шунинг билан генераторнинг вектор диаграммасида E_{2s} (демак, E'_{2s} нинг ҳам) ва E_1 векторларининг ўналишлари шартли равишда тескари фазада қўйилиши керак.

Ротор токи хусусида мулоҳазалар қуйидагилар дани борат. Ротор токининг умумий фодаси:

$$I_2 = \frac{E_2 \cdot (-s)}{\sqrt{r_2^2 + (-s)^2 x_2^2}} \quad (2)$$

Ротор токининг активташқил етувчиси

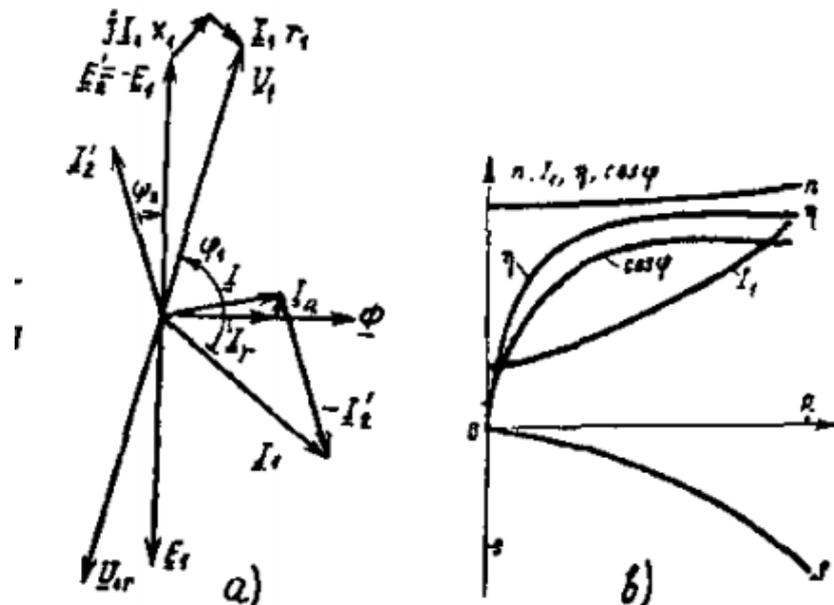
$$I_{2a} = I_2 \cos \psi_2 = \frac{E_2 \cdot (-s)}{\sqrt{r_2^2 + (-s)^2 x_2^2}} \cdot \frac{r_2}{\sqrt{r_2^2 + (-s)^2 x_2^2}} = \frac{E_2 \cdot (-s) \cdot r_2}{r_2^2 + s^2 x_2^2} \quad (3)$$

Ўзининг шорасини ўзгартиради, чунки сирпанишнинг шораси манфий

(—s); роторокининг реактивташкилэтувчисиэса

$$I_{2r} = I_2 \sin \psi_2 = \frac{E_2 \cdot (-s)}{\sqrt{r_2^2 + (-s)^2 x_2^2}} \cdot \frac{x_2 \cdot (-s)}{\sqrt{r_2^2 + (-s)^2 x_2^2}} = \frac{E_2 \cdot s \cdot r_2}{r_2^2 + s^2 x_2^2} \quad (4)$$

Ўзининг ишорасини ўзгартирмайди (яъни моторрежимда гикаби бўлади), чунки $(-s)^2$ — мусбат катталиқ.



5-расм. Асинхрон генераторнинг вектор диаграммаси (а) ва иш характеристикалари (б).

Ротороки активташкил этувчисининг ўзишорасини ўзгартириши, электромагнит моментнинг ишорасини ўзгартиради, демак, уторрмозловчимoment бўлади, реактивташкилэтувчисининг ўзишорасини сақлаб қолиши, моторрежимда гисингари, магнит майдонни ҳосил қилиш учун машина тармоқдан магнитловчи токни олади.

Асинхрон генераторнинг вектор диаграммаси 5, а - расмда кўрсатилган. Бундан кўринишича, генераторрежимда бурчак $\varphi_1 > \pi/2$ ва, демак, $P_1 = m_1 U_1 I_1 \cos \varphi_1 < 0$. Бу“са

активқувватнингистеъмолқилинишини емас, балкитармоққа берилишиникўрсатади.

Вектордиаграммада статортоки I_1 ,

$$\begin{cases} U_1 = -E_1 + I_1(r_1 + jx_1) \\ E_2' = I_2'(\frac{r_2'}{s} + jx_2') \\ I_1 = I_0 + (-I_2') \end{cases} \quad (5)$$

Тенгламаларсистемасидаги асинхронмашина токларинингмувозанаттенгламасидантопилади, я'ни:

$$I_1 = I_0 + (-I_2'), \quad (6)$$

кучланиш U_1 ҳам (5) дагикучланишва ЭЙУКлармувозанаттенгламасидан аниқланади, я'ни:

$$U_1 = -E_1 + jI_1x_1 + I_1r_1 \quad (7)$$

Вектор U_1 тармоқкучланишиниифодалайди.

Тармоқкучланишинимувозанатловчигенераторкучланишинингвектори $U_{1Г}$ қар
ама-қаршиёналишга эгабўлади, яъни $U_{1Г} = -U_1$.

Генераторнингтармоққаберадиган

активқувватиниростлашроторнингбурчактезлигиниўзгартириш орқалл
еришилади. Асинхронгенераторнингш характеристикаларини (5, б - расм)
доиравийдиаграммаданёки алмаштиришсхемасидан аниқлабқуришмумкин.
Йукламанинг ошишибиланкучланиш $U_{1Г} = \text{const}$ қилишучунроторнинг
айланишчастотасин оширилади.

Асинхронгенераторнинг электртармоғибиланпараллелишлаши

б, а - расмда асинхронгенераторнингсинхронгенераторбиланпараллелишлашсхемасикўрса
тилган. Бунда машиналарва тармоқ орасида, ҳамда ўзаро машиналар
орасида актив (P) ва реактив (Q) энергияларнингйўналишистрелкаларбиланкўрсатилган. б, б - расмда
синхронгенераторишрежимига

асинхронгенераторнингсалбийта'сирияққолтасвирланган.

Кучланишвектори U_1 синхронгенератор (СГ) биланурнумиййукламага

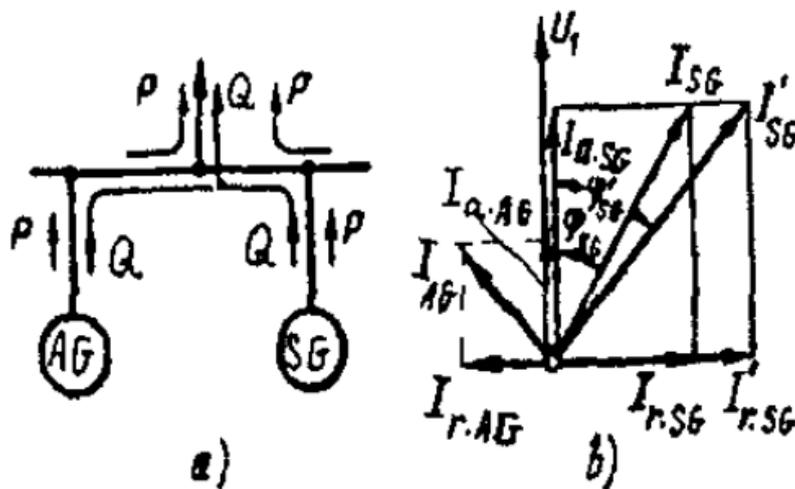
параллелишлалаётган
нингкучланишидебҳисоблашкерак.

асинхронгенератор

(АГ)

Бундайизоҳлашда векторини асинхронмашинанингстаторчулғамига берилгантармоқкучланишивектори U_1 га нисбатан 180° га буришкерак, ва буҳолда АГнингтоквекторикучланишвектори U_1 дан олдинкелади (б, б - расм). АГда U_1 дан олдинкеладигантокнингреактивташқил етувчисима вжудлигидан СГда ҳамшундайток бўлиб, бу вектор еса кучланишвектори U_1 дан орқада қолган бўлади. Шусабабли бурчак $\varphi'_{SG} > \varphi_{SG}$ бўлиб, натижада $\cos \varphi'_{SG}$ нисбатан камайди (буйерда φ_{SG} — АГуланмаган ҳолдаги СГнинг кучланиш $U_{CG} = U_1$ ва ток I_{CG} векторлари орасидаги силжиш бурчаги).

АГни кўзғатиш учун тармоқдан реактив энергиянинг олиниши унинг камчилиги ҳисобанади, чунки у энергия манбаи бўлиши билан, истеъм олчиларга актив энергия билан бир қаторда реактив энергия ҳам бериши (масалан, трансформатор ва асинхрон моторларда магнит майдонни ҳосил қилиш учун) керак бўлади. Шусабабли АГлар айрим ҳолларда кам қувватли ГЭС ва ша мол электр станциялари да ишлатилади.



б- расм . Асинхрон ва синхрон генераторларнинг параллелишлаши (а) ва вектор диаграммаси (б); Q — реактив қувват.

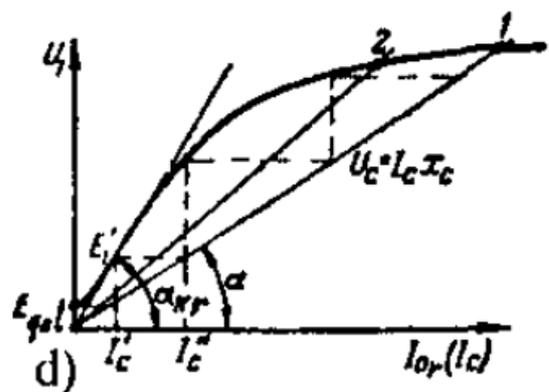
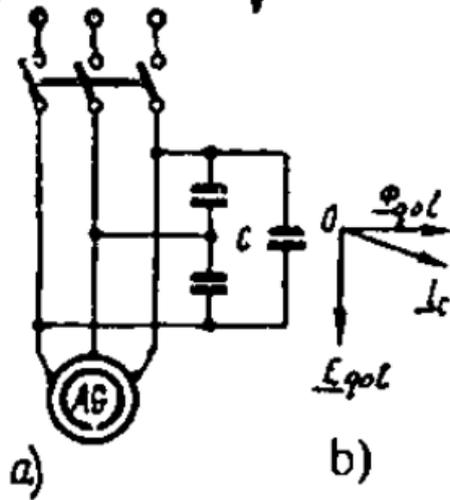
Таъкидлашлозимки, илмийизланишларнатижаларинингкўрсатишича, электр энергетика системасида катта қувватли АГсинхронгенераторларбиланпараллелишлатилганда камчастоталитебранишларнисондиришда аҳамиятли еканлигиисботланган.

Электртармоғига уланмаган асинхронгенераторнингўз-ўзиниқўзғатишива юклама биланишлаши

Асинхронгенераторнингўз-ўзиниқўзғатиши.Бундайрежимда АГниқўзғатишроторўзагидагиқолдиқмагнитмайдони ва статорчулғамига уланадиганконденсаторларёрдамида амалга оширилади (7, а-расм).

АГнингстаторчулғамига конденсаторсуланганлигиданток $I_1 = I_c$ нингкучланишига нисбатан олдинкелади (7,б-расм). Агарқолдиқмагнит оқим ($\Phi_{кол}$) бўлса, ротор айланганда статорчулғамида каммиқдордаги $E_{кол}$ ҳосилбўлади (7, д-гасм). Унингта'сиридан "статорчулғарни — конденсаторлар" занжирида кучланишвектори U_1 дан олдинкелувчиреактивток I_c вужудга келади. Бутокнингреактивташкил етувчиси I_1 оқим Φ биланбир хилиўналишда бўлади. Шунингучунсиғимтоки I_c нингстаторчулғамида ҳосилқилганМЮКмашинанимагнитлайди.

Istémolchilarga



7 - расм. Ўз - ўзиниқўзғатишли асинхронгенератор (а), вектордиаграмма (б) ва АГнингўз - ўзиниқўзғатишжараёнини тушуниришга оид (д).

Ўз - ўзиниқўзғатишжараёни АГ ва конденсаторларнинг кучланишларини тенг бўлгунга қадар, я'ни

$$I_c \omega_1 L_1 = \frac{I_c}{\omega_1 C} \quad (8)$$

давом қилади. Бунда

$$L_1 = \frac{x_1 + x_2}{\omega_1} \quad (9)$$

L_1 - АГнинг индуктивлиги; C - бир фазага тўғри келадиган сифим.

Конденсаторнинг сифими камайтирилса, $U_c = I_c x_c$ характеристиканинг оғиш бурчаги каатталашиб, АГнинг кучланиши камай борадива $I_c x_c$ тўғри чиқиши салтиш лаш егри чиқишининг тўғри чиқиши қисми билан мостушганда АГ ўз - ўзиниқўзғата олмайди (7, с - расм).

Бир ламч имотор билан асинхронгенератор роторини айлантириб

$$n = \frac{30 \omega_1}{\pi p} \quad (10)$$

формула билан аниқланадиган айланиш частотага еришганда, статорда ω_1 частота тебранишларивужудга келадива $\omega_{kr} = 1/\sqrt{L_k C}$ — частотанинг энг йуқорикритик қиймати $\omega_1 > \omega_{kr}$ бўлганда ўз - ўзиниқўзғатиш бузилади.

Асинхронгенераторнинг юклама биланишлари. Сирпанишни аниқлаш $s = (n_1 - n)/n_1$, формулага биноан юклама биланиш лаётган АГ кучланиш частотасини $f_1 = \text{const}$ қилиш учун сирпанишнинг ўзгаришига мос равишда айланиш частота n ни о'згартириш лозим бўлади. Буни амалга ошириш мураккаб ҳисобланади, чунки бир ламч имоторнинг айланиш частотаси регулятор (ростлагич) билан ўзгармас қилинганда АГнинг сифими ва юк ламанинг ўзгармас қийматлари да частота пасаяди.

Букуйидагичатушунтирилади. АГ йуклама биланишлаганда, статорчулғаминингиндуктивва активқаршиликларида кучланишпасайишитуфайли, унингкучланишибирозкамаяди. Бунга яна иккинчисабаб,одатда, йуклама биланишлаганда АГнингмагнитловчитокиҳамбирозкамаяди, чункиконденсатортокинингбирқисмироттортокинингреактивташқил етувчисинива йуклама токиниқоплашга сарфланади.

Кучланишнингкамайиши АГмагнитсистемасинингтўйинишдаражасиникамайтирадиванатижада, асинхронмашинаингиндуктивлиги L_1 ортади; унинг ортиши еса $\omega_1 = 2\pi f_1 = 1/\sqrt{L_1 C}$ формулага биноан, частота f_1 нингкамайишига олибкеладива $x_s = 1/(2\pi f_1 C)$ формулага асосан, конденсаторнингиндуктивқаршилиги x_s ортади, натижада еса, ток I_s камаяди. Демак, АГнингшига йукламанинг характеристикатта таъсирқилар екан.

Агар АГнингйукламасисоф активбўлганда конденсаторларнингқувватигенераторнингреактивқувватига тенгбўлишилозимбўлса, актив - индуктивйукламада эса йукламаниҳамреактивқувватбиланта'минлашмақсадида конденсаторбатареясинингқувватини оширишзарурбўлади.

Ўз - ўзиниқўзғатадиган АГконденсаторбатареясинингқуввати анча катта, яъниноминалқувватининг 70 - 100 % ниташқилқилади. Буеса қурилманингтаннархини оширади.

Амалийжиҳатдан, тармоққа уланмаган АГнисоф активйукламабиланишлатишда кучланишва частотанингўзгариш характеристикалари етарлидаражада қаноатланарлибўлмаганлигидан АГларнингқўлланишсоҳаларичекланган.

Асинхронмашиналарнингшига тушириш характеристикаларияхшилигитуфайлиуларни авиамоторларнишига туширишчунстартёрсифатида фойдаланилади. Сўнгра генераторрежимга ўтказилибсамолётбортида ўзгарувчантокманбасисифатида ишлатилишимумкин.

Ўз - ўзиниқўзғатишли асинхронгенераторларростланувчи электрйуритмада ишлатилишимумкин (масалан, рекуперативтормозлашда).

Асинхронмашина генераторсифатида автомобилва тракторларда ишлатиладигандизелмоторларинисинашстендларида ишлатилади. Бунда моторсовуқпайтида асинхронмашина электрмоторисифатида ишлаб, униқиздирадива кейин, угенераторрежимига ўтказилади. Бухолда АГ тормозловчимоментниҳосилқилиб, автомобилва трактормоторларига йуквазифасинибажаради.

Қўлда ишлатиладиган электринструментиучунйўқоричастоталиелектр энергияманбайисифатида; автоматикбошқаришсистемаларида, ергашувчи электрйуритмада ва ҳисоблашқурилмаларида ичиқавакёкиқисқа туташганроторли асинхронтахогенераторларқўлланилади.

Автоном электр таъминот тизими учун асинхрон генераторлар.

Асинхрон генератор- генератор режимда ишлайдиган асинхрон машина; механик энергияни электр энергиясига айлантириб беради. Асинхрон генератор харакатлантурувчи двигател ёрдамида магнит майдон ёналишида катта тезлик билан айлантирилади. Бу вақтда асинхрон генератор роторининг сирпаниши манфий бўлиб қолади, машина валида тормозловчи момент вужудга келади ва энергиясини тармоққа бериб, генератор сифатида ишлайди. Асинхрон генератордан кичик қувватли ёрдамчи электр ток манбаи ва тормозлаш қурилмаси сифатида фойдаланилади.

Асинхрон генераторнинг параметрлари ва иш режимларига статор ва ротор чулғамлари схемаси ва тузилишининг таъсири масалалари кўриб ўтилган.

Автоном электр таъминот тизими иқтисодий нуқтаи назардан оддий ва иш жараёнида ишончли бўлиши керак. Турли хил истеъмолчиларга мослашган генераторни танлаш қишлоқ хўжалигини электрлашнинг асосий масаласи ҳисобланади. Асинхрон генераторни кенг мақсадда энергия ўзгартиргич сифатида қўллаш, уйғотиш токини ва генераторни

магнитсизловчи юклама токининг реактив ташкил этувчисини ростлаш заруриятини келтириб чиқаради.

Асинхрон генераторнинг ташқи характеристикасига юклама токининг магнит юритувчи кучи (МЮК) ва магнит занжирнинг тўйиниши, шунингдек статор ва ротор чулғамлари параметрлари таъсир кўрсатади. Магнит занжирни тўйинишини ортиши магнитловчи ток катта миқдорда ошишига олиб келади, бу эса асинхрон генератор (АГ) қувватига тескари муносабатда боғланган, асосан кўп қутбли статор чулғамили, масалан юқори ток частотали асинхрон генератор (АГ) асосан мултипликатор (редуктор)сиз юритмали генераторларда қўлланилади.

Статор чулғами параметрининг асинхрон генератор (АГ)нинг ташқи характеристикасига таъсир даражаси қуйидагича аниқланади: асосан унинг конструктив тузилиши фазалараро ва фаза чулғамларини уланишига боғлиқ. Статор чулғами схемасини тайёрлашни замонавий усуллари ва қўлланилишини ривожланиши асинхрон генератор (АГ)да чулғам схемасини рационал вариантини топишга ва шунингдек юклама режимида статор чулғами параметрлари ўзгаришини моделлаштиришга олиб келади.

ҲАЁТ ФАОЛИЯТ ХАВФСИЗЛИГИ.

Ўзбекистон Республикаси ҳудудида жойлашган мулкчиликни барча корхоналар, ташкилотлар, муассасалар, саноат, қурилиш, давлат ва жамият ташкилотларининг, қандай соҳага мансублигидан қатъи назар, ушбу корхоналарда фаолият юритаётган ҳар бир масъул шахсга қуйидагиларни мукамал ўрганиши ва билишини таъминлаш: Ҳаёт фаолият хавфсизлигининг умумий қоидалари ва қонуниятлари; хавфсизлик техникасини умуммуҳандислик асослари; ишлаб чиқариш санитарияси; авариялар, ёнғин ва портлаш хавфсизлиги масалаларини илмий асослаб, уни амалий ечимини топиш усулларини ўргатиш; саноат хавфсизлиги сабоқлари; ишлаб чиқариш корхоналарида шикастланиш ва касб касалликларига қарши курашишнинг замонавий усуллари ва муҳофаза воситаларини қўллаш натижасида бахтсиз ҳодисалардан, захарли моддалардан самарали ҳимояланишни, ёнғин, портлаш ва фавқулотда ҳодисаларини олдини олишда амалий чора-тадбирларини ишлаб чиқиш, амалиётда татбиқ этиш, бажарилишини таъминлашдан иборатдир.

Ҳаёт фаолият хавфсизлиги соҳаси бўйича корхона ва ташкилотларда мунтазам равишда мониторинглар ўтказиб, иш шароитларини яхшилаш мақсадида ташкилий ва техникавий чора-тадбирлар ишлаб чиқара оладиган, етук савиядаги билимга эга бўлган мутахассис ходимларни тайёрлашдан иборат ҳисобланади.

Корхоналарда меҳнатнинг соғлом ва хавфсиз иш шароитларини таъминлаш

Корхоналарда хавфсизликни таъминлаш ва иш шароитларини яхшилаш маъмуриятнинг асосий вазифаси сифатида меҳнат қонунларида ёзиб қўйилган.

Маъмурият таркибига кирувчи раҳбар ходимлар, яъни хўжалик ишлари билан шуғулланувчи, ишлаб чиқариш жараёнларини ташкил қилувчи, ишлаб чиқаришдаги ходимларни бошқарувчи, моддий маблағларни тақсимооти зарурий техник тадбирларга ишлатиш ва уни назоратини олиб борувчи шахслар киритилади.

Маъмурият ходимларининг хавфсиз ва соғлом иш шароитларини ташкил қилиш талаблари ҳамда мажбуриятлари шундан иборатки, улар хавфсизликни таъминлаш давлат сиёсати ва уни сўзсиз амалга ошириш давлат ва халқ манфаатларини яхши тушунган бўлишлари, хавфсиз меҳнат шароити тартибини сақлай билишлари, ишчиларни меҳнат интизомини сақлаш ва ишга рағбатланиш, иш унумини ошириш даражасини бир неча ўн йил олдиндан кўра билувчи шахс бўлиши лозим. Ундан ташқари маъмурият зиммасига юклатиладиган мажбуриятлар асосини, ишчилар билан маъмурият ўртасида тузиладиган меҳнат битимидир. Меҳнат битимини тузиш мажбурияти Ўзбекистон Давлатининг Меҳнат вазирлиги томонидан белгиланган бўлиб, қонуният сифатида қўйидагича таҳлил қилинади. Ишчилар маълум мутахассисликлари бўйича белгиланган ишларни, ушбу корxonанинг ички тартиб қоидаларига риоя қилган ҳолда бажаришни таъминлаш, маъмурият ўз навбатида меҳнат қонунлари асосида ва жамоат битимида кўзда тутилган маъмуриятга тегишли мажбуриятларни сўзсиз бажаришни ўз зиммасига олади.

Йўл – йўриқлар ўтказиш ва ишчиларни хавфсиз

ишлаш усулларига ўргатиш

Юқори малакали мутахассислар тайёрлаш ва саноат корxonаларида касб касалликлари ва жароҳатланишга олиб келадиган омиларни бутунлай йўқотиш саноат корxonалари раҳбарлари олдида қўйилган асосий вазифа ҳисобланади.

Ҳозирги замон фан ва техникасининг ўсиши янгидан янги технология ва машина-механизмларнинг жорий этилиши, ишлаб чиқаришда ишлаётган ҳар бир ходимнинг юқори малакали, техника қонунларини тушунадиган ва унга амал қиладиган бўлимларини талаб қилади. Ҳозирги вақтда ишчилар хавфсизлигини таъминлаш борасида қанчадан-қанча тавсияномалар, қоида ва нормалар ишлаб чиқилган бўлишига қарамасдан саноат корxonаларида бахтсиз ҳодисаларнинг бутунлай йўқолиб кетишини таъминловчи шароит мавжуд эмас.

Бундан ташқари саноат корxonаларининг хилма-хиллиги, ҳаттоки маълум бир корxonада ҳам иш шароити бир-бирига ўхшаш иккита цехни топиш амри

маҳол эканлиги, умумий саноат корхоналари хавфсизлигини таъминловчи, тартибга солинган рецепт ишлаб чиқариш мумкин эмас. Шунинг учун ҳам ҳар бир саноат корхонаси ўзи учун меҳнатни муҳофаза қилиш ва меҳнат хавфсизлигини таъминлашга қаратилган инструктажлар системаси ташкил қилинган ва бу системаalar ишчиларнинг хавфсизлигини таъминловчи иш усуллари ўргатиш билан ишчининг меҳнат хавфсизлигини сақлаш чоратадбирларини ҳам ўз ичига олади.

Йўл - йўриқларларни асосан тўрт груҳга бўлиб қараш мумкин: 1) кириш йўл - йўриқлари; 2) иш жойидаги йўл - йўриқлари; 3) вақти-вақти билан ўтказиладиган йўл - йўриқлар ва 4) режадан ташқари йўл - йўриқлар.

Саноат жароҳатланиш ва касб касалликларининг ўрганиш усуллари

Саноат корхоналарида бахтсиз ҳодисаларни ва бахтсиз ҳодисаларни келтириб чиқарувчи хавфли ҳолатларни ва бахтсиз ҳодисаларнинг келиб чиқишига сабаб бўладиган омилларни аниқлаш уларни йўқотиш чоратадбирларини кўришга қаратилган. Бу ишлар асосан оқилона иш усуллари кўллаш, бахтсиз ҳодиса ва касб касалликларининг келиб чиқишидан ҳоли бўладиган иш шароитини ташкил қилиш ҳисобига амалга оширилади.

Бахтсиз ҳодисалар сабабларини аниқлаш учун асосан икки усулдан фойдаланилади.

1. Статистика усули. Бу усул бахтсиз ҳодисаларнинг умумий статистик ҳисобга олинган саноат жароҳатланишнинг материалларини таҳлил қилишга асосланган. Бу усул саноат жароҳатланиши таҳлил қилиш учун асосий материал бўлишдан ташқари, бахтсиз ҳодисаларни камайтириш учун чоратадбирлар кўриш учун амалий маълумот беради. Бу усул билан саноат жароҳатланишини аниқловчи частота коэффиценти ва жароҳатнинг оғирлиги коэффицентининг ўртача кўрсаткичини олиш имкониятини беради.

Статистика усулини иккига бўлиб қараш қабул қилинган:булар группа усули ва топография усулидир.

Группа усули. Статистик усулнинг таркибий қисми ҳисобланади ва бахтсиз ҳодисаларнинг бир хил шароитларда ва айрим белгилари

билан(масалан вақти ва содир бўлган жойи, бахтсиз ҳодисанинг хусусиятини ва Х. Қ.)группаланган ҳолда, такрорланишини аниқлаш имкониятини беради.

Топографик усул. Бу усул ҳам группа усулининг кўринишларидан бири бўлиб, қуйидаги ҳолларда қўлланилади:группа усулида келтирилган бахтсиз ҳодисалар ҳақидаги маълумотларни ҳар хил шартли белгилар билан белгилаб(масалан, (Н-И), иш учаскаларининг планида бахтсиз ҳодиса юз берган жойларга қўйил чиқилади. Бу усулда маълум иш участкаларида бахтсиз ҳодисаларнинг такрорланиши ҳақида кўргазмали маълумот олинади.

Ишлаб чиқариш микроклимининг гигиеник нормалари.

Ишлаб чиқариш микроклими нормалари меҳнат хавфсизлиги стандартлари системаси "Иш зонаси микроклими" (ГОСТ 12,1005-76)га асосан белгиланган. Улар гигиеник ва техник иқтисодий негизларга асосланган.

Саноат корхоналари хоналарининг характери, йил фасллари ва иш категориясига қараб, улардаги ҳарорат, нисбий намлик ва ҳаво ҳаракатининг иш жойлари учун рухсат этилган нормалари белгиланган.

Иш категориялари қуйидагича белгиланади:енгил жисмоний ишлар (1 категория)-ўтириб,тик туриб ёки юриш билан боғлиқ ҳолда бажариладиган, бироқ мунтазам жисмоний, зўриқиш ёки юкларни кўтаришни талаб қилмайдиган ишлар,энерг ия сарфи соатига 150 ккал (172 Ж.С) ни ташкил этади. Бунга тикувчилик корхонаси,аниқ асбобсозлик ва шу каби корхоналар киради.

Ўртача оғирликдаги жисмоний ишлар(11 категория)-соатига 150-250 ккал (172-293 Ж.С) энергия сарфланадиган фаолият турлари киради. Бунга доимий юриш ва оғир бўлмаган (10 кг гача) юкларни ташиш билан боғлиқ бўлган ишлар киради. Масалан,йиғирув-тўқиш ишлари, механик-йиғув, пайвандлаш цехларидаги ишлар шулар жумласидандир.

Оғир жисмоний ишлар (111 категория)-мунтазам жисмоний зўриқиш хусусан оғир юкларни (10 кг дан ортиқ) муттасил бир жойдан иккинчи жойга кўчириш ва кўтариш билан боғлиқ ишлар киради. Бунда энергия

сарфи соатига 250 ккал (293 Ж.С) дан юқори бўлади. Бундай ишлар темирчилик,куюв ва бошқа қатор цехларда бажарилади.

Саноат корхоналарини шамоллатиш

Инсон ҳаётида ҳавонинг аҳамияти жуда катта бўлиб, унинг кимёвий таркиби, физик хусусиятлари таркибида ҳар хил моддаларнинг бўлиши, ҳаводан нафас олиб, меҳнат қилаётган кишилар учун жуда муҳим. Чунки ҳавонинг тозалиги инсон саломатлигини сақловчи муҳим омил ҳисобланади.

Ер атмосфераси қуруқ ҳаво билан маълум миқдордаги сув буғларининг аралашмасидан ташкил топган. Қуруқ атмосфера ҳавосининг таркиби 78% азот, 20,9% кислород, 0,93% аргон, 0,03% карбонат ангедриди ва кам миқдорда гелий, неон, криптон ва бошқа газлар бўлиб шулардан инсон учун энг зарури ҳаво таркибидаги кислороднинг мавжудлигидир.

Ҳаво ҳолати унинг босими, зичлиги, ҳарорати, абсолют намлиги, намлик сиғими, нисбий намлиги, иссиқлик сиғими ва бошқалар билан белгиланади.

Корхоналардаги ишлаб чиқариш биноларида ажралиб чиқаётган ҳар хил зарарли моддаларни шамоллатиш йўли билан тозаланиб, заҳарланиш ва касбий касаллақларни олдини олишга эришиш мумкин ҳисобланади.

Шамоллатиш ишлаб чиқариш биноларидаги ҳавони керагича алмаштиришни таъминлаш билан бир қаторда, ишловчи ходимлар ҳамда технологик жараённинг бориши учун қулай шароит яратади.

Ҳавонинг ҳаракатланиш усулига кўра шамоллатиш икки турга бўлинади.

Табиий шамоллатиш усулида, биноларга ҳаво алмаштириш табиий кучлар, гравитацион иссиқлик ва шамол босими таъсирида киради ва чиқиб кетади.

Сунъий (механик) шамоллатиш усулида эса ҳаво алмаштириш, биноларда ўрнатилган сўриб олувчи ва узатиб берувчи механик шамоллатгичлар воситалари ёдамида амалга оширилади.

Саноат корхоналарини ёритиш усуллари

Ёруғлик манбаларига нисбатан саноат корхоналарини ёритиш икки усулда:

1) табиий қуёш ёруғлиги ёрдамида ёритиш (бунда қуёш тарқатаётган нурдан тўғридан-тўғри фойдаланилади ёки қуёш нурунинг таъсирида ёруғлик тарқатаётган осмоннинг диффузия ёруғлигидан фойдаланилади);

2) қуёш ёрдамида ёритишнинг иложи бўлмаган саноат корхоналари хоналарини ва қуёш ботгандан кейин умуман саноат корхоналарини электр нурлари ёрдамида сунъий ёритиш йўли билан амалга оширилади.

Табиий ёруғлик ўзининг барча хусусиятлари билан сунъий ёритилишдан кескин фарқ қилади. Табиий ёруғлик инсон кўриш органлари ва бошқа физиологик жараёнларнинг бориши учун зарур бўлган ультрабинафша нурларга бой ва бу ёруғлик билан ёритилган хоналарда ишлаш кўз учун жуда фойдали. Табиий ёруғлик ёритилиш зонаси бўйлаб бир текис тарқалади.

Саноат корхоналарини табиий ёруғлик билан ёритиш ён томондан махсус қолдирилган ойналар орқали, жуда катта саноат корхоналарининг юқори томонида махсус қолдирилган ойналари-фрамугалар ва бу икки ҳолатни комбинация қилган ҳолда амалга оширилади.

Сунъий ёритиш саноат корхоналарининг биноларини умуман бир хилда ёритиш-умумий ёритиш ва умумий ёритишга қўшимча равишда иш жойларини махсус ёритиш билан қўшиб комбинациялаштирилган ёритилиш усуллари ёрдамида амалга оширилади.

Саноат корхоналарини фақатгина иш жойларидаги ёритилиш билан қаноатланишга мутлақо рухсат этилмайди. Саноат корхоналарининг хоналари бир текисда умумий ёритилиш усули билан ёритилган бўлиши шарт. Бунда баъзи бир жойларда маълум миқдорда оширилган ёки қисман камайтирилган ҳолатларга йўл қўйилади, лекин ҳар қандай ҳолда ҳам умумий саноат корхоналари учун санитария талабларини қондирадиган ёритилиш бўлишига эришиш керак.

Титрашнинг одамга таъсири, титрашнинг нормалари.

Титраш умумий ва қисман бўлиши мумкин. Умумий титрашда инсон организми бутунлай титраш таъсирида бўлади, қисман эса инсон организмнинг баъзи бир қисмларигина титраш таъсирига тушади. Умумий титрашга транспорт воситаларини бошқарувчилар, штамп системаларини, юк кўтариш кранлари ва бошқа воситаларни бошқарувчилар умумий титраш таъсири остида бўлади.

Қисман титраш таъсирига кўлда ишлатиладиган электр ва пневматик қурилмалар билан ишлаётганлар (кўлда силлиқлаш ишларини бажарадиган воситалар, электр дреллари, бетонни шиббаловчи вибраторлар ва ҳ.к.) тушади. Кўпинча ишчилар ҳар иккала титраш таъсирида бўлади.

Умумий титрашнинг 0,7 Гц дан кичик бўлган частоталари умуман титраш касаллигига олиб келмайди, аммо бундай частотадаги титрашлар денгиз тўлқинлари сингари бўлганлиги сабабли, денгиз касаллигига олиб келиши мумкин. Бунда одам ички органларининг мувозанати бузилиши кузатилади.

Инсон организмнинг деярли ҳамма қисмларида ҳар хил частотадаги титрашлар мавжуд. Масалан, одам боши, бўйни, юрак қисмлари титрашлар системаси сифатида қаралиши мумкинки; бу ўзига яраша оғирликка эга бўлиб пружинасимон воситалар ёрдамида титрашлар вужудга келтиради ва бу титрашларни сўндиришга ҳаракат қилувчи қаршилиқлар группалари ҳам мавжуд. Агар бу титровчи қисмларга ташқаридан худди шу частотадаги титрашлар таъсир кўрсатса, организмда резонанс вужудга келиши мумкинки, бу титрашни бир неча ўн марта ортишига олиб келади. Бу эса ўз навбатида организм қисмларида силжишни вужудга келтиради.

Масалан тик туриб ишлаганда бош, елка, бўйин ва умуртқа қисмларининг титраши 4-6 Гц ни ташкил қилади. Ўтириб ишлаганда бошнинг елкага нисбатан титраши 25-30 Гц ни, кўпчилик ички органларнинг титраши 6-9 Гц атрофида бўлади. Худди шундай частотадаги титраш таъсирига тушиш катта асоратлар келиб чиқишига сабаб бўлади, баъзан механик жароҳатларга олиб келиши мумкин.

Машина ва агрегатларда титрашникамайтириш усуллари

Титрашни камайтириш чора-тадбирларини белгилаш, машинасозлик саноатининг асоси бўлган машинасозлик цехларини бутунлай механизациялаштириш ва автоматлаштиришни унутмаган ҳолда олиб бориш керак. Чунки титраш таъсирини бутунлай йўқотишнинг бирдан-бир чораси - бутун технологияни автоматлаштириш ва титраш зоналарига одамларнинг кирмаслигини таъминлашдир. Чунки цехлар масофадан туриб бошқарилсагина, титраш ишчига таъсир кўрсатмаслиги мумкин. Ҳозирги вақтда автоматлаштирилмаган ишлаб-чиқариш участкаларида титрашни қуйидаги камайтириш усулларида фойдаланилади:

- 1) Титрашни ажралиб чиқаётган манбаида камайтириш.
- 2) Тарқалиш йўлида камайтириш.
- 3) Махсус иш шароити ташкил қилиш йўли билан титраштаъсирини камайтириш.
- 4) Шахсий муҳофаза аслаҳаларидан фойдаланиш.
- 5) Соғломлаштириш чора-тадбирларини белгилаш.

Битта эркинлик даражага эга бўлган система титраш тенгламасини таҳлил қилиш хулосаси сифатида титрашга қарши курашнинг қуйидаги усулларида фойдаланиш мумкин:

- 1) Титраш ажралиб чиқаётган манбаига таъсир кўрсатиш йўли билан камайтириш;
- 2) Резонанс режимини йўқотиш механизмнинг оқилона массасини танлаш йўли билан ёки титровчи системанинг устуворлигини ошириш йўли билан амалга оширилади.
- 3) Вибродемпфирлаш усули титраш энергиясини бошқа турдаги энергияларга айлантириш ҳисобига амалга оширилади.
- 4) Титрашни динамик сўндириш - бунда системага титровчи таянч орқали маълум куч қўйиш натижасида, титрашни фундаментга ўтмаслиги таъминланади.

5) Машина элементлари ва қурилиш конструкцияларини ўзгартириш йўли билан камайтирилади.

ГОСТ 12.4.046-78 га асосан титрашдан муҳофазалаш усуллари асосан титраш ажралиб чиқаётган манбага таъсир кўрсатиш натижасида титраш параметрларини камайтириш усули ва титрашни тарқалиш йўлида камайтириш усулларига бўлиб қаралади. Бу кейинги усулга юқорида келтирилган 2, 3, 4 - усуллар киради; шунингдек унга титрашни изоляция қилиш ва шахсий муҳофаза асҳаларини қўллашнинг киритиш мумкин. Бу усулларни қўллаш титрашни келтириб чиқарувчи ҳар қандай кучлар асосида бўлганда ҳам яради.

Шовқиннинг зарарли таъсири, нормалари.

Шовқин даражасига ва характерига қараб, шовқинлар одам организмига ҳар хил таъсир кўрсатади. Унинг таъсир даражасининг ўзгаришига шовқиннинг таъсир даври ва одамнинг шахсий хусусиятлари ҳам маълум роль ўйнайди. Шунинг учун ҳам шовқин ҳамма учун бир хил таъсир кўрсатади деб бўлмайди.

Унча катта бўлмаган шовқинлар (50-60дБ) ҳам инсон асаб системасига сезиларли таъсир кўрсатади. Айниқса бундай шовқинларнинг таъсири ақлий меҳнат билан шуғулланувчиларда кўпроқ сезилади. Бундан ташқари бундай шовқинларнинг таъсири ҳар хил одамда ҳар хил бўлади. Баъзилар бундай шовқинларга мутлақо аҳамият бермайдилар, баъзилар эса кескин асабийлашади.

Бундай шовқиннинг таъсир кўрсатиши одамнинг ёшига, соғлиғига ва бажарадиган ишига, кайфиятига ва бошқа омилларга боғлиқ.

Шовқиннинг зарарли таъсири, шунингдек доимий шовқинлардан фарқлиғига, масалан мусика товушлари, одам сўзлашгандаги товушларга одам мутлақо бефарқ қарайди, худди шу даражадаги бегона шовқинлар уни асабийлашишга олиб келади.

Маълумки, баъзи бир жиддий касалликларга чалинган беморлар, масалан қон босими, ичак ва ошқозон яраси ва баъзи тери касалликлари, асаб касалликлари билан оғриган беморларнинг меҳнат қилиш ва дам олиш

режимлари умуман касаллик туфайли бузилган бўлади. Бундай касаллар учун ортиқча шовқиннинг бўлиши уларнинг ниҳоят даражада толиқишига олиб келади, агар бу шовқинлар тунларда бўлса, оғир асоратли касалларнинг келиб чиқишига сабаб бўлади. Агар шовқин даражаси бундай ҳолларда 70 дБга тенг бўлса, у бундай толиққан беморлар организмида физиологик ўзгаришлар содир бўлишига олиб келиши мумкин. Ёш ва соғлом одамлар учун бундай шовқинлар бутунлай зарарсиз дейиш мумкин.

Агар шовқин даражаси 85-90 дБга етса, бундай шовқиндан ҳар қандай ишлаётган одамнинг биринчи навбатда юқори частотадаги товушларни эшитиш қобиляти сусаяди. Кучли шовқин одам соғлиғига ва ишлаш қобилятига кескин таъсир кўрсатади. Биринчидан, эшитиш қобиляти пасаяди, узок вақт кучли шовқин таъсирида ишлаш толиқишга, бефарқликка, шунингдек қар бўлишга олиб келади. Бундан ташқари шовқин таъсиридан овқат ҳазм бўлиш жараёни бузилади, ички органлар ҳажми ўзгаради.

Хавфсизликни таъминлаш воситалари.

Корхоналарда ишлатиладиган машина ва механизмларга қўйиладиган асосий талаблар, уларнинг ишчилар учун хавфсизлиги, ишлатишда пишиқ ва мустаҳкамлиги ва ишлатишнинг осонлиги билан белгиланади. Уларнинг хавфсизлиги стандартлар тизимлари билан белгиланади.

Машина ва механизмлар хавфсизлигини таъминлаш учун уни лойиҳалашда қандай иш бажаришини ҳисобга олган ҳолда иш бажарувчи қисмларини жойлаштиришни ихчам усулларини топиш, унга шакл бериш ва муҳофаза қилиш қурилмаларини жойлаштириш билан бирга олиб борилади. Машинага ўрнатилган муҳофаза воситалари унинг асосий қисми билан уйғунлашиб кетиши керак. Шунини ҳисобга олиш керакки муҳофаза воситалари иложи борича кўпроқ масалаларни ечишга хизмат қилсин. Масалан станокка ўрнатилган хавфсизликни таъминлаш қопқоқлари фақатгина хавфли жойлар тўсиғи бўлиб қолмасдан балки шовқинни камайтирувчи восита бўлиб хизмат қилсин. Бунга мисол тариқасида асбобларни чархлаш қурилмасини кўрсатиш мумкин. Бунда чархнинг хавфсизлигини таъминловчи қурилма бир вақтнинг ўзида шамол ёрдамида чарх қириндиларини чиқариб юборишга мулжалланган маҳаллий шамоллатиш вазифасини ҳам бажаради.

Хавфлилик даражаси юқори бўлган жиҳозлар, масалан, босим остида ишлатиладиган қозонлар, компрессорлар, насослар ва бошқалар ишлатилаётганда Госгортехнадзорнинг махсус талабларини бажариши шарт.

Маълумки саноат корхоналари машина ва механизмлари электр токининг асосий истеъмолчилари ҳисобланади. Бу уларнинг электр токи таъсирини йўқотувчи электр хавфсизлиги масалаларини назарда тутиш кераклигини тақозо қилади. Шунингдек цех участкаларида ўрнатилган станоклар электромагнит тўлқинлари, радиоактив моддалар таъсирида бўлиши мумкин, албатта булардан сақланиш чора-тадбирлари кўрилиши ўз-ўзидан маълум. Бу зарарликлар ва хавfli ҳолатларга ҳаво муҳитини зарарлантирувчи ва ифлословчи буғ, чанглар ва газларни ҳисобга олиш керак бўлади.

ХУЛОСА.

Электроэнергетика Ўзбекистон Республикаси иқтисодиётининг базавий соҳаси ҳисобланади ва муайян ишлаб чиқариш ва илмий-техник манбаига эга бўлиб, унинг ривожланишига салмоқли таъсир кўрсатади.

Охирги йилларда Ўзбекистон дунёдаги нефть ва газ ишлаб чиқарувчи йирик салоҳиятли давлатларнинг ўнлигига киради. 1997 йилдан буён ҳар йили мамлакатда 50 млрд. м³ газ ва 8 млн. тонна нефть ишлаб чиқарилиб, Мустақил Давлатлар Ҳамдўстлиги мамлакатлари ўртасида иккинчи ва тўртинчи ўринларни эгаллаб келмоқда. Газ қазиб олиш бўйича Ўзбекистон дунёда саккизинчи ўринни эгаллайди.

Марказий Осиё минтақасида Ўзбекистон энергетикаси энг юқори салоҳиятга эга. Охирги 30 йил ичида республикада 55–60 млрд. кВт соат электр энергия ишлаб чиқарилиб, ишлаб чиқариш қуввати 3 мартадан кўпга ўсган.

Ўртача халқаро ўлчовларда Ўзбекистоннинг шартли ёқилғи захираси ўзига хоссалоҳиятга эга бўлиб, тахминан 14 млрд. тоннага яқин шартли ёқилғига эга. Асосланган углеводород захирасининг ҳажми, ўзбек фойдали қазилма конларида, ўртача, дунё масштабида ҳисоблаганда, 594 млн. баррель нефть ва 1,9 трлн. м³ газга тенг.

Шуни таъкидлаш мумкинки, Ўзбекистондаги энергия ресурсларининг умумий истеъмол баланси охирги ўн йилликда табиий газ 84–87 фоиз, мазут — 11–8 фоиз ва кўмир — 3,5–4,4 фоизни ташкил этмоқда. Кўришиб турибдики, ёқилғи энергетика баланси шаклида энергетика хавфсизлиги талабларига оптимал жавоб бермайди. Маълумки, нефть ва газ захиралари бошқа давлатлардаги каби Ўзбекистонда ҳам камайиб бормоқда, у бир неча ўн йилликларга, шу билан бирга кўмир захираси 250 йилдан кўпроқ муддатга етиши мумкин. Шундан хулоса қилиб, бугунги кўмирнинг Ўзбекистон энергетикасидаги роли пастлигини ҳисобга олган ҳолда уни ошириш учун фаоллик кўрсатиш зарур. 2015 йилгача бўлган ёқилғи-энергетика балансининг диверсификациялаш режасида кўмир қазилш 11,0 фоизга етказилиши белгиланмоқда.

Ўзбекистон энергия ресурслари ўзига етарли бўлган мамлакатдир. Шу билан бирга табиий газ ва нефть захираларини истеъмол қилиш шуни

кўрсатаяптики, улар мамлакат эҳтиёжларини бир неча ўн йиллар давомида таъминлаши мумкин. Лекин бу даврга келиб сарфланаётган электр энергия хажми мамлакатда икки баробар ошиши мумкин, яъни 50 млрд. кВт, уни ишлаб чиқариш учун эса анъанавий углеводородли қайта тикланмайдиган энергия ресурслари етарли эмас. Келажакдаги зарур ўзгаришларни инобатга олиб, бугуннинг ўзидаёқ, энергиянинг қайта тикланувчи деб аталган манбаларини ривожлантириш ҳақида ўйлаб кўриш керак. Булар қаторига гидроресурслар, қуёш, шамол, атом ва биомассалар энергияси киради.

Келгусида энергия етказувчилардаги ўзгаришларни ҳисобга олиб, Марказий Осиё ҳудуди ва Ўзбекистонда атроф-муҳитни муҳофаза қилиш муаммоси, шунингдек, тахмин қилинаётган энергия истеъмолининг айниқса, қишлоқ жойларда ўсиши ҳисобга олинса, қайта тикланадиган энергияни ривожлантириш зарурияти шубҳасиздир.

Бутун дунё ноанъанавий энергия турларидан фойдаланишга катта қизиқиш билдирмоқда. Ноанъанавий ва қайта тикланиш технологиясига асосланган энергия манбалари (НҚТЭМ), атмосферага ифлослантирувчи моддалар чиқармагани учун экологик тоза ҳисобланади. Ўзбекистон шароитида кичик гидростанция, қуёш, шамол, биомасса ресурслари ва геотермал энергия турларидан фойдаланиш долзарб ҳисобланади. Ундан ташқари, қайта тикланадиган энергия манбалари, чекка, тоғли ва мавжуд энергия манбаларидан узоқ, бориш қийин бўлган туманлар учун ягона иқтисодий, осон эришиш мумкин бўлган энергия манбаси бўлиши мумкин.

Мустақилликка эришилган бир шароитда, энергетик, экологик, иқтисодий хавфсизликни таъминлаш мақсадида, шунингдек, ёқилғи, электроэнергетика ва сув тизими фаолиятидаги ўзгаришлар рўй бериб турган бир ҳолатда, республика энергетикасини ривожлантириш учун НҚТЭМдан кенг фойдаланиш, ёқилғи, электр энергетикаси ва сув тизимини мамлакатимизда ривожлантириш мустаҳкам омил бўлиши лозим.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Каримов И. А., «Халқ сўзи» газетаси, «Мамлакатимизни модернизация қилиш йўлини изчил давом эттириш — тараққиётимизнинг муҳим омилидир», 2010 йил 8 декабрь №236.
2. «Энергиядан оқилона фойдаланиш тўғрисида»ги Ўзбекистон Республикаси қонуни, 2007йил 26 сентябрь.
3. «Возобновляемые источники энергии», публикация подготовлена программой развития ООНв Узбекистане, Тошкент.: 2007 йил.
4. Эксклюзивная серияООН «Аналитическая записка» 2007 йил №1 (8).
5. Кабутов К., Тожикистон Республикаси физика–техника илмий текшириш институти қошидаги ҚТЭ (ВИЭ) тадқиқот маркази бошлиғи, «Экологик ҳавфсизлик ва фуқаролик ташаббуси» журнали, «Тожикистонда кичик ГЭСлар қуриш ва эксплуатацияқилиш тажрибаси» 2011 йил № 14.
6. Кулматов Р., Ўзбекистон миллий университети профессори, Ўзбекистон экологик ҳаракати эксперти, «Возобновляемые источники энергии», маъруза 2011 йил.
7. «Экономическое обозрение» 6 (81), «Весомый пакет альтернатив», 2006 йил, www.ревью.уз.
8. Бойхонова Р., «Ўзбекистонда қайта тикланадиган энергиядан фойдаланиш ҳақида» БМТнинг қайта тикланадиган энергия бўйича дастурий маслаҳатчи.
9. «Экономическое обозрение» 6 (81), «Талаб этилган имконият», 2006 www.ревью.уз.
10. «Экономическое обозрение» 6 (81), «Свет звезды по имени солнце», 2006 йил, www.ревью.уз.
11. Аллаев К., «Электроэнергетика Узбекистана и мира», Т.: «Фанватехнологя», 2009, 464 б.
12. Садуллаев Н.Н. Ротори қисқа туташган уч фазали асинхрон генераторни лойиҳалаш. Электромеханика фанидан курс лойиҳасини бажариш учун ўқув қўлланма. Бухоро, Муаллиф, 2001. 78 б.
13. Проектирование электрических машин. Под ред. Копылов И.П. М.: Энергия, 1980. 495 б.