

438
21.313(075)
146

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA
MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

**Abu Rayhon Beruniy nomidagi Toshkent Davlat Texnika
Universiteti**

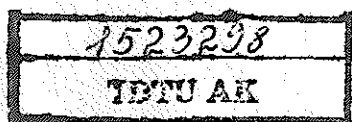
Pirmatov N. B., Salimov J. S.

IXTISOSLIKKA KIRISH

ELEKTROMEXANIKA

5521300- Elektrotexnika, elektromexanika va
elektrotexnologiyalar yo'nalishidagi "Elektromexanika"
mutaxassisligini tanlagan talabalar uchun "Ixtisoslika kirish"

O'QUV QO'LLANMA



Toshkent-2005

UDK 621.313 Ixtisoslikka kirish.
Elektromexanika.

N. B. Pirmatov, J.S. Salimov. 5521300- Elektrotexnika, elektromexanika va elektrotexnologiyalar yo'nalishidagi "Elektromexanika" mutaxassisligini tanlagan talabalar uchun "Ixtisoslikka kirish". 2-qism./ prof. O. O. Xoshimovning umumiy taxriri ostida. O'quv qo'llanma. - T.: ToshDTU, 2005. - 32 b.

Mazkur o'quv qo'llanmada elektr energiya manbalari, ayrim elektr stansiyalarida elektr mashinalari (generatorlar) yordamida elektr energiyani ishlab chiqarish, elektr mashinalarining kelib chiqish va rivojlanishi to'g'risida tarixiy ma'lumotlar, elektromexanika qonunlari va boshqa masalalar ko'rib chiqilgan.

Kirish

Dunyodagi shu jumladan mamlakatimizdagi barcha elektr stansiyalarida, elektr generatorlar o'rnatilgan bolib, ular elektr energiyani ishlab chiqaradi. Uni ishlab chiqarilgan elektr energiyani uzoq masofalarga kam isrofdan uzatish va istemolchilarga taqsimlash uchun esa transformatorlar ishlatiladi.

Bundan tashqari sanoat va transportning zamonaviy texnik holati ularni elektr energiya bilan yuksak ta'minlanganligi orqali belgilanib, bunda elektr mashinalari hal qiluvchi vazifalarni bajaradi.

Respublikamizda mahsulot ishlab chiqarayotgan yirik sanoat korxonalari anchagina bo'lib, ulardagi turli dastgohlarni va yuk ko'taradigan kranlarni yuritishda hamda bu korxonalaridagi avtomatik sistemalarda elektr mashinalari va transformatorlar hal qiluvchi vazifalarni bajaradi.

Demak, elektr mashinalari va transformatorlarning rivojlanishi haqida ma'lumotlar hamda ularning energetikada va sanoatda tutgan o'rnini yoritishda ushbu o'quv qo'llanmaning ro'li muhimdir.

Elektr energiya manbai haqida dastlabki ma'lumotlar

Energiyaning birnecha turlari mavjud bo'lib ularga quyidagilar kiradi:

- mexanik energiya;
- elektr energiyasi;
- kimyoviy energiya;
- yadro ichidagi (atom) energiyasi;
- quyosh energiyasi va boshqalar.

Elektr energiya – eng arzon va uzatilishi qulay energiyadir. Bu energiyadan sanoatda, xalq xo'jaligida va turmushda keng foydalaniladi.

Elektr jihozlari, apparatlar va maishiy xizmat qurilmalarining ko'pchiligi uchun elektr energiya manbai zarur. Elektr stansiyasidagi manbai elektr generatori hisoblanadi.

Generator – energiyani elektormexanik qayta o'zgartgich bo'lib uning yordamida mexanik energiya elektr energiyaga aylantiriladi, masalan, suv gidroturbinalar vositasida elektor generator

oqimining kinetik energiyasi rotorini aylanma elektr energiyaga aylantiriladi.

Sanoat, elektr transporti, qishloq xo'jaligi va maishiy ehtiyojlar uchun kerakli elektr energiyasi elektr stansiyalarida ishlab chiqariladi. Ularning eng ko'p tarqalgani-issiqlik elektr stansiya (IES), gidroelektrstansiya (GES) va atom elektr stansiyalar (AES) hisoblanadi. Bu elektr stansiyalaridan tashqari keyingi vaqtlarda elektr energiyasini ishlab chiqarishda quyidagi noan'anaviy elektr stansiyalari o'z hissasini qo'shmoqda:

- dizel elektr stansiyasi (DES) ;
- quyosh elektr stansiyasi (QES);
- geotermal elektr stansiyasi (Geot ES);
- shamol elektr stansiyasi (SHES);
- suv tabiiy ko'tarilishining elektr stansiyasi (STKES).

Hozirgi vaqtda ko'pgina davlatlarda noan'anaviy elektr energiya manbalarining boshqa turlarini yaratish va kimyoviy element deyteriydan geliyni sintez qilish termoyadro reaksiyasini boshqarish (bu cheksiz energiya manbai hisoblanadi) ustida katta ishlar olib borilmoqda.

Elektr stansiyalarida elektr energiyani ishlab chiqarish

1-rasmda gidroelektrstansiyasining prinsipial sxemasi ko'rsatilgan.

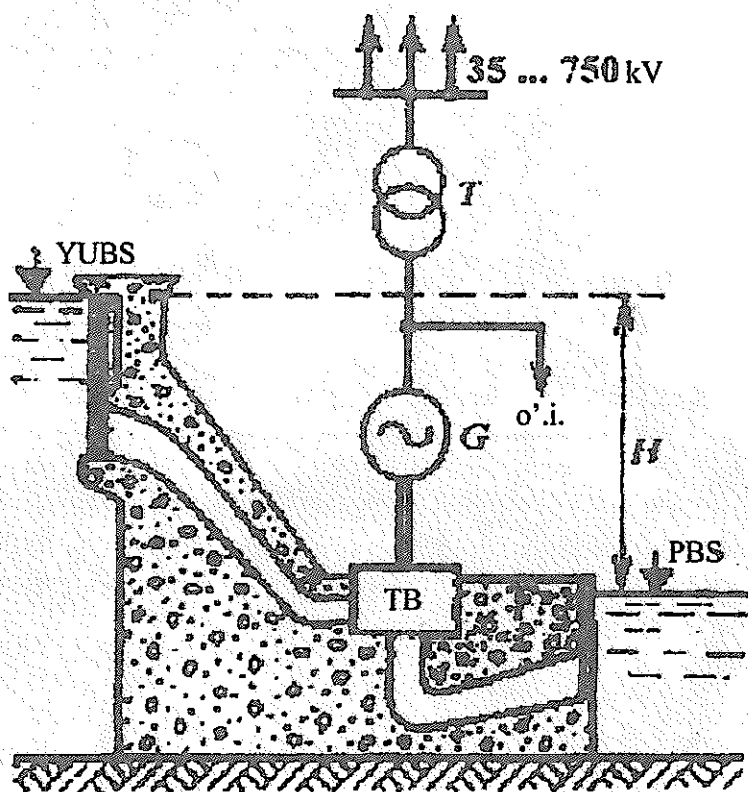
Tog'onda suv yig'ilib maxsus joydan suv oqib turbinaning ish g'ildiragi kurakchalariga tushadi. Suvning bosimi bilan turbina (T) ning ish g'ildiragi aylanadi va u bilan birga generator (G) ning rotori ham aylanadi. G rotori va T ish g'ildiragi mexanik ravishda bog'langan bo'ladi. G mexanik energiyani elektr energiyasiga aylantiradi.

Shunday qilib, GES da mexanik energiya elektr energiyasiga aylanar ekan.

2-rasmda issiqlik elektr stansiyasining ishlash sxemasi ko'rsatilgan.

Organik yoqilg'i (ko'mir, gaz, slanets yoki mazut) qozon 5 ning o'chog'ida yonganda ajralib chiqqan issiqlik nasos 4 yordamida qozon 5 ga uzatiladi va undagi suv qizib bug'ga aylanadi. Bug' qizitgich 1

da bug' kerakli temperaturagacha qizdiriladi va bug' turbinasi (BT) 2 ga uzatiladi. BT 2 elektr generatori 6 rotor bilan mexanik bog'langan bo'ladi va G 6 da mexanik energiya elektr energiyasiga aylantiriladi.



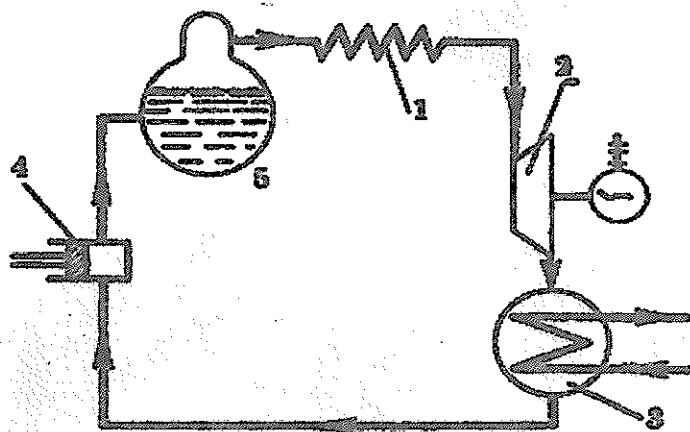
1-rasm. Hidroelektr stansiyasining prinsipial sxemasi

BT 2 dan chiqayotgan bug' kondensator (K) 3 ga uzatiladi. K dan suv yana qozon 5 ga qaytadi va shu tariqa sikl yana takrorlanadi.

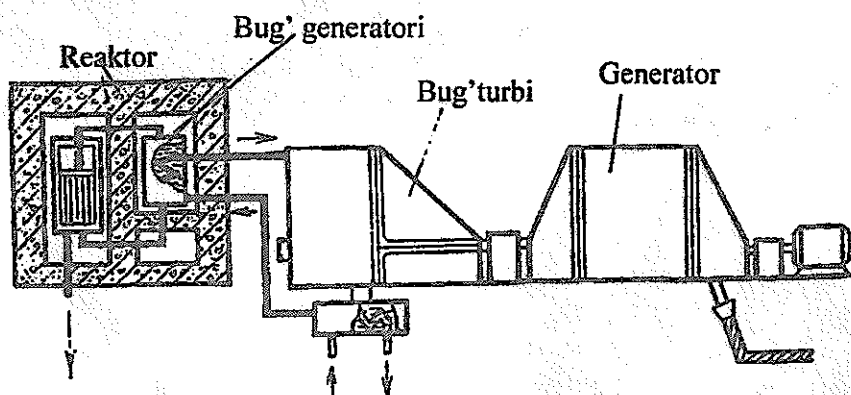
Shunday qilib, IES da yoqilg'ining mexanik energiyasi issiqlik, keyin mexanik, so'ngra esa elektr energiyaga aylanar ekan.

3-rasmda AES ning prinsipial sxemasi ko'rsatilgan.

Reaktor 1 ning aktiv qismida ajralib chiqqan energiya kontur 2 dagi issiqlik tashuvchi yordamida olinadi. Issiqlik tashuvchi sifatida suv yoki tez eriydigan metall ishlatiladi. Issiqlik almashuvchi 4 da issiqlik



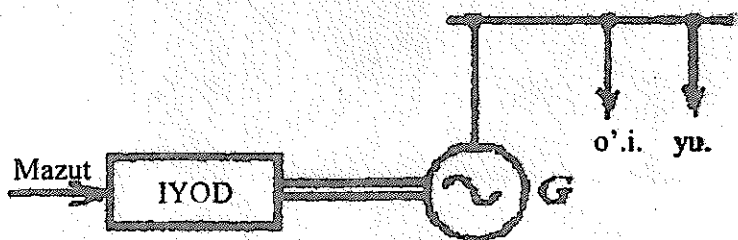
2-rasm. Issiqlik elektr stansiyasining prinsipial sxemasi
tashuvchining energiyasi suvga o'tadi va u bug'ga aylanadi. Bug' bosimi esa turbina 5 ni aylantiradi. Turbogenerator 6 da mexanik energiya elektr energiyasiga aylanadi.



3-rasm. Atom elektr stansiyasining prinsipial sxemasi

Shunday qilib, AES da atom energiyasi issiqlik, keyin mexanik va so'ngra elektr energiyasiga aylanar ekan.

4-rasmda dizel elektr stansiyasining prinsipial sxemasi ko'rsatilgan. Generator (G) rotorni ichki yonuv dvigateli harakatga keltiradi. G valiga berilgan mexanik energiya elektr energiyasiga aylantiriladi.



4-rasm. Dizel elektr stansiyasining prinsipial sxemasi

Bu elektr stansiyasini ishlatishning osonligi va qulayligi sababli DES markazlashgan elektr energiasi bilan ta'minlanmagan uzoqda joylashgan qishloq iste'molchilarini energiya bilan ta'minlashda ishlatiladi.

Hozirga vaqtda DES AES ning o'z iste'molchilarini energiya bilan ta'minlashda zahiradagi (rezerv) manba sifatida ham ishlatilmoqda.

Quyosh energiyasi noan'anaviy energiya manbailardan asosiysi hisoblanadi.

Hozirgi vaqtda quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantirishning ikki usuli mavjud:

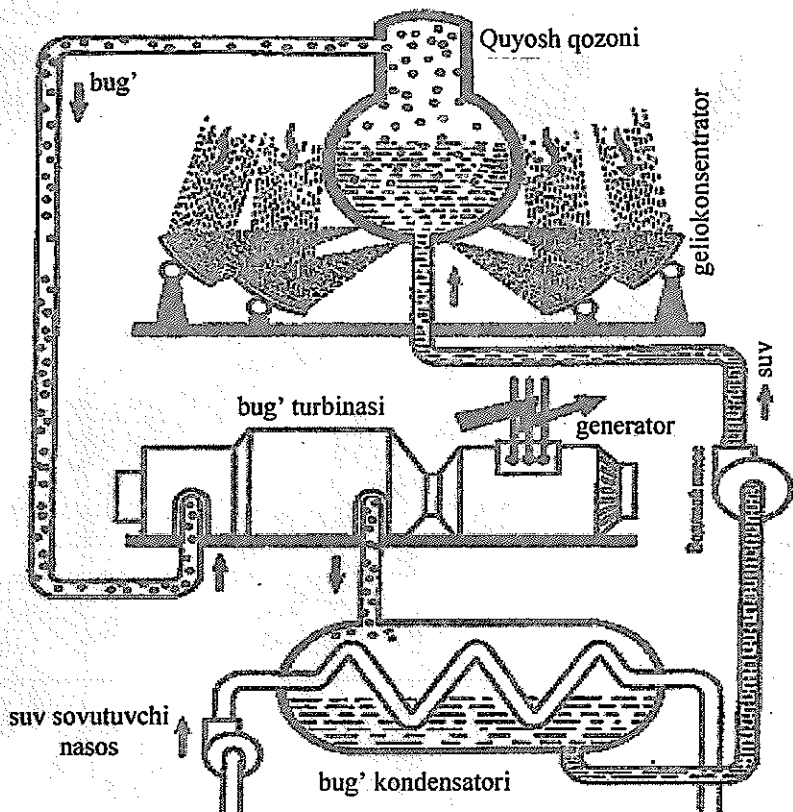
1) fotoelektro'zgartgichlar (FEO') yordamida quyosh nurini to'g'ridan-to'g'ri elektr energiyasiga aylantirish.

2) kuchli bug' qurilmalarini yaratish, bunda an'anaviy bug' qozoni (masalan, ko'mir yoqib isitiladigan) quyosh bug' qozoni bilan almashtiriladi.

5-rasmda quyosh elektr stansiya (QES) sining prinsipial sxemasi ko'rsatilgan.

QES IES dan shu bilan farq qiladiki, bunda organik yoqilg'i bilan qizitiladigan an'anaviy qozon o'rniga quyosh energiyasi bilan

qizitiladigan kuchli bug' qozoni o'rnatiladi. Bundan tashqari qo'shimcha yana nurlarni bir joyga yig'uvchi konsentratorlar (geliokonsentratorlar) ham o'rnatilgan bo'ladi.



5-rasm. Quyosh elektr stansiyasining prinsipial sxemasi

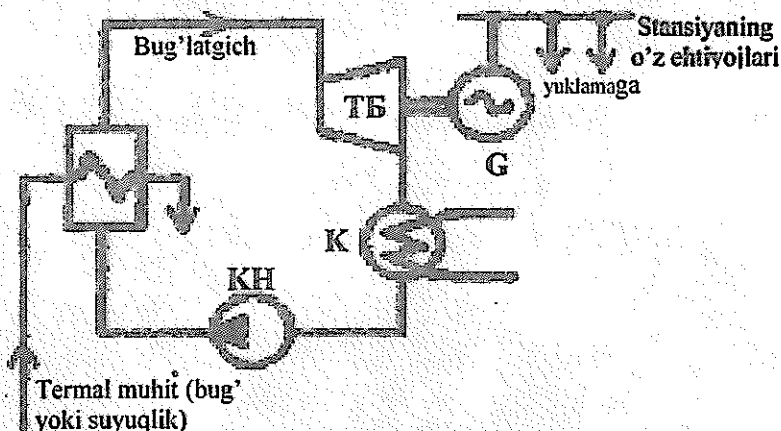
QES ning ishlashi IES ning ishlashi bilan bir xil bo'ladi.

Demak, QES da quyosh nurlari issiqlikka, keyin mexanik va so'ngra elektr energiyasiga aylanar ekan.

Yer ostidagi issiqlik tashuvchi bu yer osti suvidir. Termal suv temperaturasi 70°C gacha bo'lsa, bunday suvdan ferma va teplitsalarni isitishda ishlatish mumkin. Termal suv temperaturasi 70°C dan 100°C gacha bo'lsa, bunday suvdan elektr energiyasi olishda va qizitishda foydalanish mumkin.

Termal suv temperaturasi 100°C dan yuqori bo'lsa, bunday suvdan elektr energiyasi olishda va issiqlik ta'minlash sistemalarida foydalanish mumkin.

Demak, GeotES da (6-rasm) elektr energiyasi olish uchun er ostida ikkita kanal qaziladi, bittasidan sovuq suv, ikkinchisidan issiq suv harakatlanadi. Issiq suv bug'ga aylantirgich orqali o'tadi. Hosil bo'lgan bug' esa turbinani aylantiradi.



6-rasm. Geoelektr stansiyasi

Shamol ham noan'anaviy energiya manbai hisoblanib u katta energiyaga ega. Shamol tezligi va yo'nalishi bilan xarakterlanadi.

Shamolning kinetik energiyasi shamol parraklari yordamida mexanik, issiqlik yoki elektr energiyasiga aylantirilishi mumkin.

Shamol energetik qurilmalarining ikkita kamchiligi mavjud:

1) shamol doimo bir xilda esmaydi, demak, energiya yig'uvchi qurilma kerak.

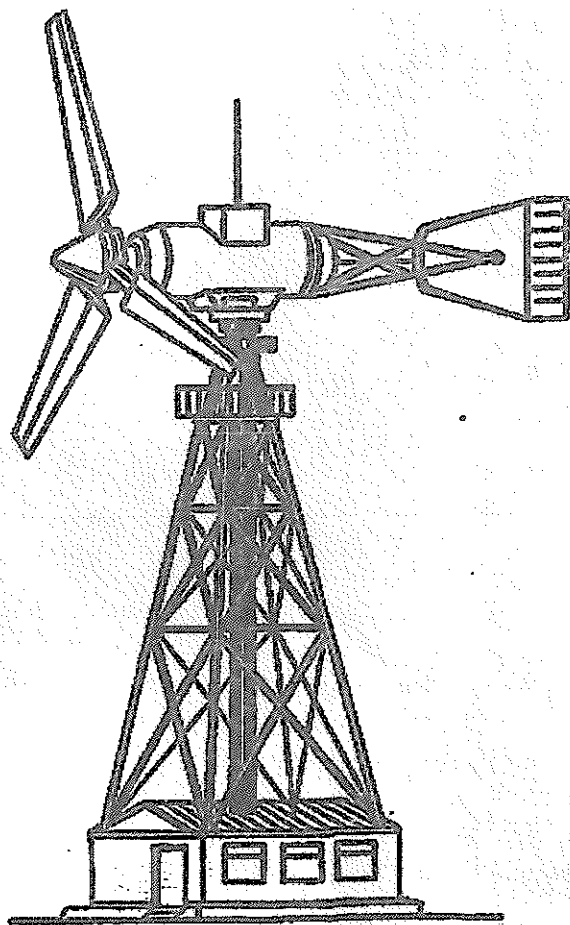
2) shamol energiyasi juda tarqoq bo'lgani uchun, SHES^o (7-rasm) juda katta maydonni egallaydi.

Yerga Oy va Quyoshning tortish kuchi ta'siri va Yer-Oy, Yer-Quyosh sistemalarining aylanishlari tufayli sodir bo'lgan markazga ta'sir

qiluvchi kuch ta'sirida dengiz va okeanlardagi suvlar ko'tarilib va pasayib turadi. Bu hodisa bir sutkada ikki marta sodir bo'ladi.

Suvning bunday harakatidan elektr energiyasi olish uchun foydalanish mumkin.

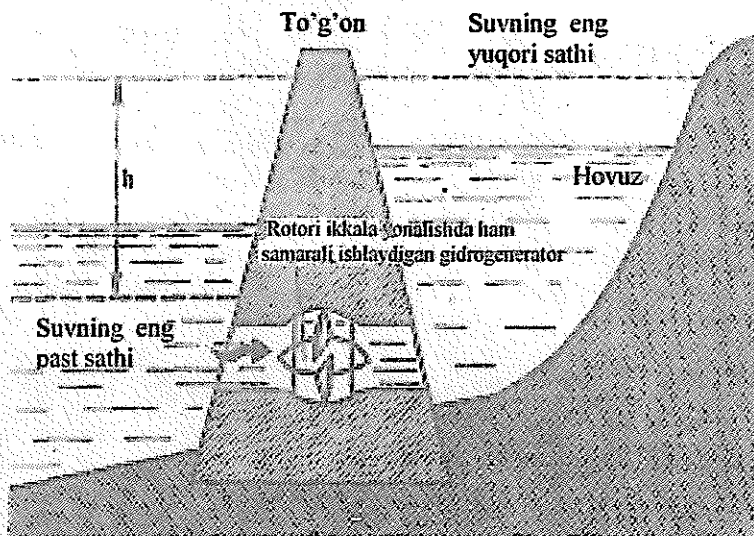
STKES (8-rasm) larni qurish uchun suv ko'tarilishi va pasayishi farqi 10 m dan kam bo'lmasligi kerak.



7-rasm. Shamol elekt stansiyasi

STKES da kapsul gidrogeneratori o'rnatiladi va u qaytarlik hususiyatiga ega bo'lishi kerak, chunki suv ko'tarilganda suvni bir tomonga o'tkazsa, suv pasayganda suvni teskari yo'nalishda o'tkazishi lozim.

Bunday elektr stansiyasini qurish juda qimmat va texnik-iqtisod ko'rsatkichlari past bo'lganligi sababli, bunday elektr stansiyasi juda kam uchraydi.



8-rasm. Quyuluvchi elektr stansiyasi

Elektromexanika va sotsial rivojlanish

Jamiyatning rivojlanishi birinchi navbatda energiya manbalarini yaratish va ulardan foydalanishga asoslanadi. Keyingi 100 yil davomida elektr energiyasining qo'llanilishi ishlab chiqarishda tub burilish yasadi va sotsial muammolarni yechishda muhim o'rin tutdi.

Elektr energiyasining deyarli hammasi elektr mashinalari yordamida olinadi. Elektr mashinalari generator rejimida (mexanik energiyani elektr energiyaga aylantiradi) ishlab qolmay, balki ular motor rejimida (elektr energiyani mexanik energiyaga aylantiradi) ham ishlaydi.

Elektr energiya ishlab chiqarishini oshirish uchun issiqlik, atom va gidroelektr stantsiyalarida o'rnatilgan turbogenerator va gidrogeneratorlarning quvvatini oshirish orqali amalga oshirish mumkin.

Elektrotexnika sanoati faqat generatorlarni ishlab chiqaribgina qolmay, balki energiyani uzatish, taqsimlash va foydalanish uchun erak bolgan transformatorlar va elektr motorlarini ham ishlab chiqaradi.

Rossiya Federatsiyasida juda mashhur bo'lgan ilmiy-ishlab chiqarish birlashmalaridan hisoblangan "Elektrosila" (Sankt-Peterburg), "Dinamo" (Moskva), "Uralelektrotyajmash" (Ekaterinburg) va boshqalar elektr mashinalarini ishlab chiqaradi. O'zbekistonda esa "Andijon elektrodvigatel", Chirchiq "Transformatorsozlik" zavodlari ishlab turibdi.

Yuqorida ko'rsatilgan zavodlarda ishlab chiqilgan elektr mashinalari neft-gaz sanoatida, elektr transportida, aviatsiyada, meditsinada, xalq-xo'jaligining turli sohalarida, uy-ro'zg'or elektr qurilmalarida ishlatilmoqda.

Elektr mashinalarining yaratilish tarixi

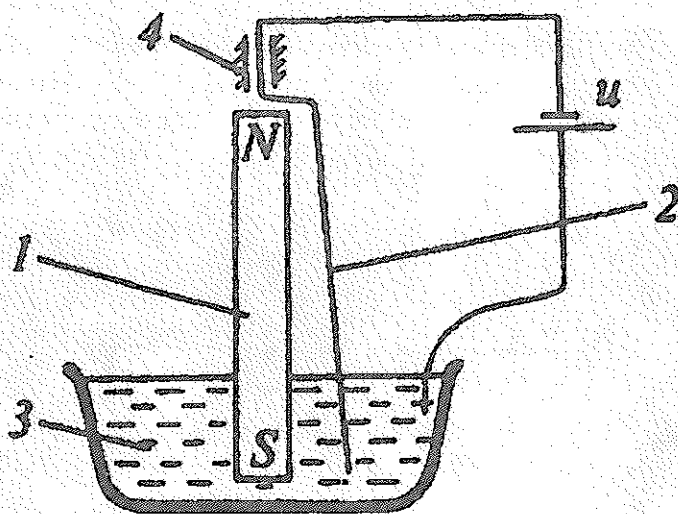
Har qanday sohani o'rganishdan qat'iy nazar o'sha soha tarixini bilmasdan turib, uni chuqur o'rganish qiyin. Shu sababli, quyida elektr mashinalarining yaratilish tarixi bilan tanishib chiqamiz.

Elektr mashinalarining yaratilish tarixi 1821 yil ingliz olimi M. Faradey tomonidan elektr motorining modeli yaratilgan yil hisoblanadi.

Bu motor tuzilishi doimiy magnit 1, uning atrofida tokli o'tkazgich 2 aylangan. Tovoqcha 3 da simob quyilgan bolib, yuqori qismida tayanch 4 yordamida qozg'aluvchi kontakt hosil qilingan (9-rasm).

Faradeyning bu motorida o'zgarmas magnit maydon va o'zgarmas tokli o'tkazgich doimiy magnit orqali hosil qilingan bo'lib, elektr energiya mexanik energiyaga aylangan. Bu motorni yaratishda u juda ko'p fiziklarning ilgari o'tkazgan tajribalariga asoslangan holda amalga oshirgan. Masalan, italiyalik olim A. Vol'ta elektr kimyo generatorini 1799 yilda kashf etgan.

Rus akademigi V.V.Petrov 1802 yilda batareya yaratgan bo'lib unda 1700 V li kuchlanish olgan.



9-rasm

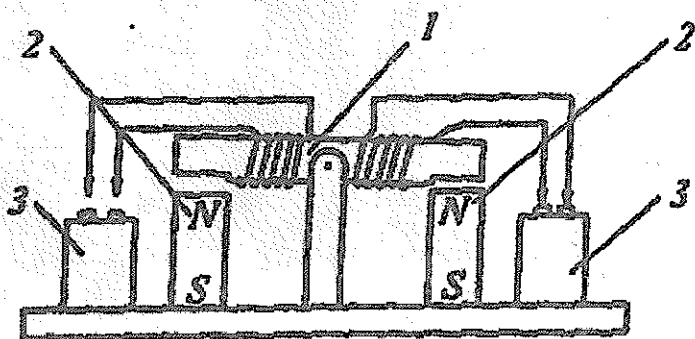
1820 yilda fransuz fiziklari J.Bio va F.Savar tokning magnitga ta'siri qonunini kashf etgan. O'sha yili daniyalik fizik G.Ersted elektr toki ta'sirida magnit strelkasining og'ishini ko'rsatib bergan va boshqalar.

1831 yilda buyuk ingliz olimi M.Faradey ko'p tajriba o'tkazib, magnitizmning elektrga aylanishini ya'ni, elektromagnit induksiya qonunini yaratdi.

1832 yilda rus olimi E.Lens induktivlangan tok yo'nalishi qonunini va elektr mashinalarining qaytarlik prinsipini kashf qildi. 1838 yilda esa u tajriba yo'li bilan o'zgarmas tok mashinasining generator va motor rejimlarida ishlashini ko'rsatib berdi.

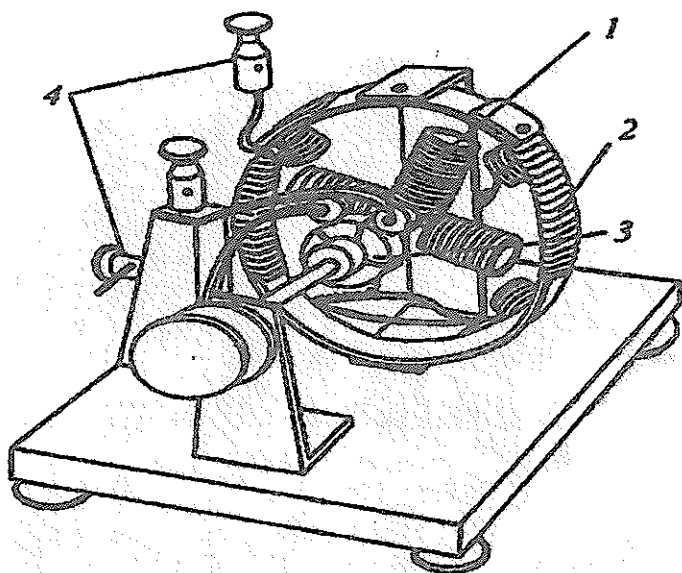
1831 yilda amerikalik fizik D.Genri ketma-ket qaytuvchi motorni yaratdi. Qo'zg'aluvchi elektromagnit 1 doimiy magnit 2 ga batareyani qo'shib va uzib navbatma-navbat tortiladi va uziladi (10-rasm).

1834 yilda esa rus akademigi B.S.Yakobi elektromagnitlarning tortilishi va uzilishiga asoslangan elektr motorini yaratdi. Bu motor (11-rasm) aylanuvchi 1 va qo'zg'almas 2 elektromagnitlardan iborat bo'lgan. Qo'zg'aluvchi elektromagnitning qutbiyligini o'zgartirish uchun kommutator 3 qo'llanilgan. Kommutator 3 bir-biridan izolatsiyalangan



10-rasm

plastinalardan iborat bo'lgan halqalardan tuzilgan. To'rt qutbli mashinada 4 ta mis va 4 ta izolatsiyali plastinalar bo'lgan. Halqalarda kontakt sirpangan, halqalar aylanganda aylanuvchi elektromagnitlar



11-rasm

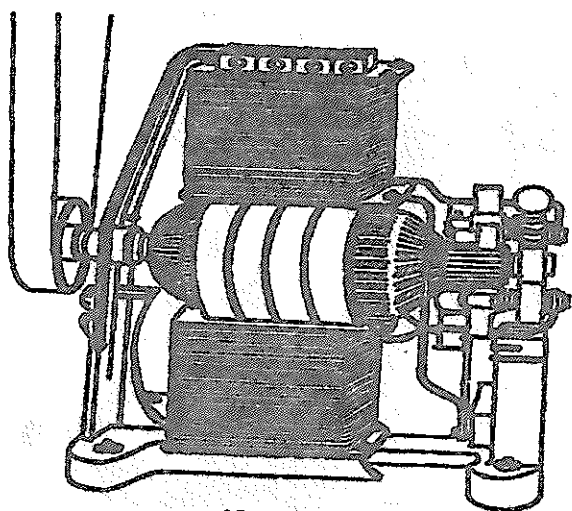
chulg'amidagi tok yo'nalishi o'zgargan. Kuchlanish kontakt 4 ga gal'vanik elementlardan berilgan.

1838 yilda B.S.Yakobi 40 ta elektr motorini ikkita valga birlashtirgan va kemaga o'rnatib Neva daryosida qattiq shamolga qarshi bir necha soat suzgan. Bu elektr mashinasining birinchi marta amalda qo'llanilishi edi.

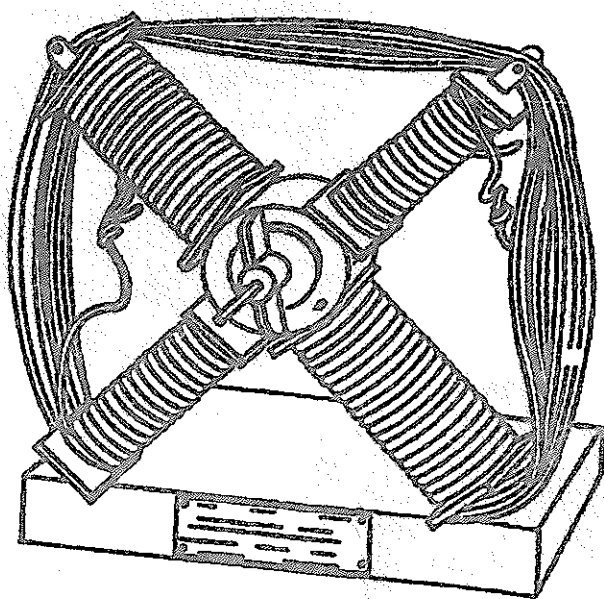
Birinchi ishlab chiqarilgan elektr mashinalari juda katta va og'ir bo'lgan. XIX asrning 40-50 yillarida fransuz firmasi "Alyans" o'zgarmas tok mashinasini ishlab chiqargan. Unda 40-50 ta doimiy magnit joylashtirilgan bo'lib, g'altaklar ketma-ket yoki parallel ulangan.

1873 yilda F.Gefner-Altenek va B.Simens barabansimon yakorli mashina (12-rasm) yaratdilar. Bu mashina hozirgi o'zgarmas tok mashinasining elementlariga ega bo'lgan.

1880 yilda amerikalik fizik olim T.Edison o'zgarmas tok mashinasi yakorini bir-biridan izolatsiyalangan po'lat plastinalardan tayyorlashni taklif qildi.



12-rasm



13-rasm

1877 yilda rus olimi P.N.Yablochkov induktorli generatorni, 1876 yilda esa ochiq o'zakli bir fazali transformatorni yaratdi.

1884 yilda ingliz aka-uka Gopkinsonlar berk o'zakli bir fazali transformatorni yaratdilar.

1885 yilda vengriyalik elektrotexniklar O.Blati, M.Deri va K.Sipernovskiylar xalqasimon, zirxli (bronli) va sterjenli transformatorlarni yaratdilar. Ular "transformator" degan terminni kiritishdi. 1880 yilda transformatorlarni D.Svinberg taklif qildi.

1880 yil oxirida G.Ferraris va N.Tesla ikki fazali o'zgaruvchan tok motorini (13-rasm) yaratdi.

1884 yilda kompensatsiyalovchi chilg'am, 1885 yilda esa qo'shimcha qutb yaratildi.

1889 yilda rus elektrotexnigi M.O.Dolivo-Dobrovolskiy uch fazali asinxron motori va uch fazali transformatorni ishlab chiqdi.

Shunday qilib, 1930 yildan elektr mashinalarining barqarorlashgan rejimlari nazariyasiga E.Arnold, A.Blondel, M.Vidmar, L.Dreyfus, K.A.Krug, V.S.Kulebakin, R.Rixter, K.I.Shenfer va boshqalar katta hissa qo'shishgan.

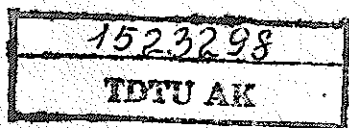
Ikkinchi jahon urushigacha va undan keyingi yillarda elektr mashinalari nazariyasiga V.P.Aparov, A.I.Voldek, V.T.Kasyanov, A.I.Vasnov, M.P.Kostenko, P.A.Lyuter, G.N.Petrov, L.M.Piotrovskiy, V.A.Tolvinskiy va boshqalar katta hissa qo'shgan.

Elektr mashinalarida bo'ladigan o'tish jarayonlari nazariyasiga R.Park, R.Ryudenberg B.Adkins, D.Uayt, G.Vudson, A.A.Gorev, L.N.Gruzov, E.Ya. Kazovskiy, I.Kovach, G.N.Petrov, I.I.Treshev va boshqalar o'zlarining katta hissalarini qo'shganlar.

Elektr mashinalarining keyingii rivojlanishda I.A.Glebov, Y.B.Danilevich, I.M.Postnikovlarning xizmatlari katta bo'lgan, hozirgi vaqtda esa ularning safdoshlari A.V.Ivanov-Smolenskiy, V.V.Romanov, N.S.Simov, I.P.Kopilov, G.A.Sipaylov va boshqa olimlar hamda ular yaratgan ilmiy maktablar tomonidan rivojlantirilmogda.

Elektromexanik o'zgartgichlarning tasnifi (klassifikatsiyasi)

Elektr mashinalari mexanik energiyani elektr energiyaga va aksincha aylantirib beradi.



Elektromexanik o'zgartgich termini elektr mashina terminiga nisbatan kengroqdir. Chunki elektr mashinasi inson tomonidan yaratilib, turli xil sohalarida ishlatiladi. Energiyaning bir turdan boshqa turga aylanishi esa tabiatda kichik tirik organizmda va planeta hamda yulduzlarda ham amalga oshadi.

Elektr mashinalari – elektromexanik o'zgartgichlar (EMO') ni 3 ta sinfga bo'lish mumkin:

- induktiv EMO' (ishchi maydon – bu magnit maydondir);

- sig'imli EMO' (ishchi maydon – bu elektr maydondir);

- induktiv- sigimli EMO' (energiyani elektromexanik o'zgartirish magnit va elektr maydonlari tufayli amalga oshiriladi).

Induktiv EMO' da energiyani elektromexanik o'zgarishi chulg'amlardagi induktivlikning o'zgarishi natijasida amalga ohsa, sig'imli EO' da sig'imning o'zgarishi orqali va induktiv-sig'imli EMO' da esa chulg'am induktivligi va sig'imining o'zgarishi orqali amalga oshiriladi.

Induktiv elektr mashinalari (EMO') tok turiga qarab, o'zgaruvchan va o'zgarmas tok mashinalariga bo'linadi.

O'zgaruvchan tok mashinalari sinxron va asinxron, kollektorli mashinalar va transformatorlarga bo'linadi.

Sinxron mashinalarda rotorning burchak tezligi ω_r va stator magnit maydonining burchak tezligi ω bir-biriga teng ($\omega_r = \omega_s$) bo'ladi.

Asinxron mashinalarda esa $\omega_r \neq \omega_s$. Bunda ω_r ω_s ga nisbatan kichik yoki katta bo'lishi mumkin.

Kollektorli o'zgarivchan tok mashinalari asinxron va sinxron mashinalardan mexanik chastota va faza o'zgartgich borligi bilan farq qiladi. Kollektor stator yoki rotor chulg'amiga ulangan bo'ladi.

Transformator – energiyani elektromagnit o'zgartgich hisoblanadi. Transformator da energiya bir turdan boshqa bir turga aylantirilmay, balki elektr energiyasi rejim parametrlari boshqa bo'lgan elektr energiyasiga aylanadi. Ish rejimiga qarab, elektr mashinalari motor va generator rejimlarida ishlaydi.

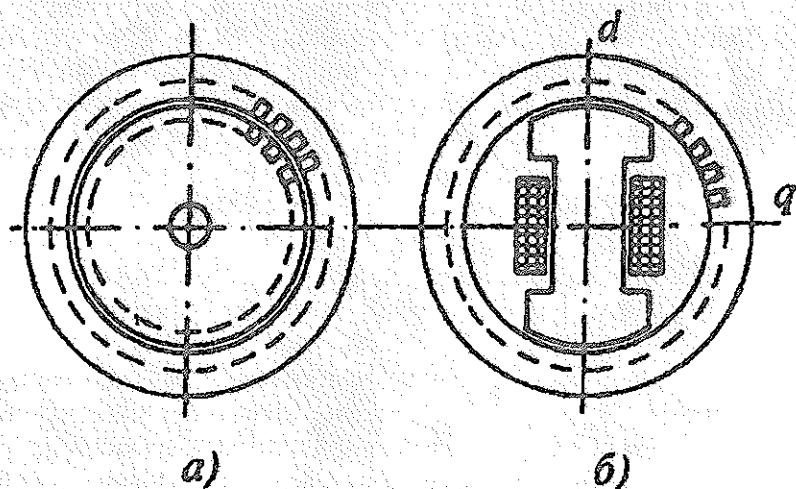
Motor da elektr energiya mexanik energiyaga, generator da esa mexanik energiya elektr energiyaga aylantiriladi.

Sinxron mashinalar motor va generator rejimidan tashqari sinxron kompensator (reaktiv quvvatni iste'mol qiladi yoki elektr tarmog'iga beradi) rejimida ham ishlaydi. Bu holda elâktr tâ'minîti tizimining quvvat koeffisienti ($\cos\varphi$) oshadi.

Odatda elektr mashinalarining aylanuvchi qismi rotor, qo'zg'almas qismi âsa stator deyiladi. Rotor va stator orasida havo boshlig'i bo'ladi.

Elektr mashinalarining asosiy konstruktiv bajarilishi

O'zgarmas va o'zgaruvchan tok elektr mashinalarini ayon qutbli va noayon qutbli turlarga bo'linadi. Noayon qutbli mashinaning stator va rotor oralig'i havo bo'shlig'i butun doira bo'ylab bir xilda bo'ladi (14,a-rasm). Qo'zg'atish chulg'ami turli pazlarda tarqalib joylashgan bo'ladi. Ayon qutbli mashinalarda esa bo'ylama va ko'ndalang o'qlar yaqqol ko'rinib, havo bo'shlig'i o'lchamlari doira bo'lab har xil bo'ladi (14 ,b-rasm).



14-rasm

Noayon qutbli mashinalar ayon qutbli mashinalarga nisbatan keng tarqalgan. Asinxron mashinalar asosan noayon qutbli bo'ladi. Sinxron mashinalar rotorini ayon qutbli bo'lishi mumkin, o'zgarmas tok mashinalari ham asosan ayon qutbli bo'ladi. Rotori hamda, statori ayon qutbli bo'ladigan mashinaga induktorli yoki parametrik mashinalar misol bo'ladi. Odatda rotor stator ichida joylashgan bo'ladi.

Bundan tashqari portlashdan himoyalangan, namlikka chidamli elektr mashinalari ham ishlab chiqariladi.

Konstruktiv tuzilishiga ko'ra sovitilish usuli bo'yicha ham elektr mashinalar turlarga bo'linadi. Tabiiy sovitiladigan mashinalar va o'zi soviydigan ichki sovitilish sistemasiga ega bo'lgan mashinalar aksial, aksial-radialli va radial sovitilish turlariga bo'linadi.

Sovitish uchun elektr mashinalarida havo, suv, vodorod va moy qo'llaniladi.

Elektromexanikaning xususiyatlari

Elektromexanika fizikaning bir bo'limi hisoblanib u fundamental fan hisoblanadi.

Elektromexanikaning 3 ta asosiy qonuni mavjud.

1-xususiyati. Energiyani elektromexanik o'zgartirish hech qachon 100% foydali ish koeffitsienti orqali amalga osha olmaydi.

Bizni o'rab turgan atrof-muhit energiya o'zgartirishlaridan tashkil torgan desak katta xato qilmagan bo'lamiz. Hamma energiyani o'zgartirishlarini oddiy va murakkab turlarga ajratish mumkin.

Oddiy energiya o'zgartirishlarida bir turdagi energiya boshqa turdagi energiyaga to'la o'zgartiriladi. Bunga elektr pechi misol bo'ladi.

Murakkab o'zgartirishlarda bir turdagi energiya ikki xil turdagi energiyaga aylanadi. Masalan, yorug'lik energiyasi o'zgartirishlarida yorug'lik energiyasiga, kimyo energiyasi-mexanik energiyaga, yadro-energiyasi-elektr energiya va boshqalarga aylantiriladi.

Elektr pechi bilan shug'ullanuvchi muhandislar issiqlikning bir qismi texnologik jarayonni bajarishga sarflanadi deyishadi va elektr pechining foydali ish koeffitsienti shu sababli 100% dan kichik bo'ladi.

Elektr mashinalarida esa issiqlikka aylanadigan energiya isrofga kiradi va mashinaning FIK elektr tarmog'iga berilayotgan foydali quvvatning mexanik quvvatga nisbata (generator rejimi uchun) yoki

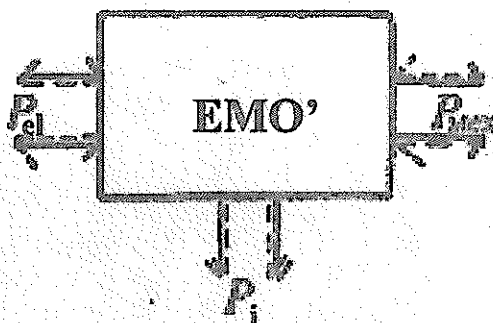
foydali mexanik quvvatning elektr quvvatiga nisbati (motor rejimi uchun) ga aytiladi.

EO' murakkab o'zgartgichlarga kiradi, chunki ularda elektr yoki mexanik energiya qisman issiqlikka aylanadi.

Umuman EO' ni 2 ta elektr (f va U), 2 ta mexanik (M va n) va 2 ta issiqlik (t va Q) chiqish uchlariga ega ichki qarshiligi Z_{co}' bo'lgan 6 qutbiylik ko'rinishda ifodalash mumkin (15-rasm).

Hozirgi vaqtda FIK 99% bo'lgan elektr mashinalari, FIK 99,8% bo'lgan transformatorlar ishlab chiqilgan.

2-hususiyligi. Hamma elektr mashinalari qaytarlik xususiyatiga ega, ya'ni ular motor hamda generator rejimida ishlaydi.



15-rasm

Elektr mashinalarining bu xususiyati ularning boshqa energiya o'zgartgichlari - bug' turbinasi, reaktiv dvigatel va boshqalarga nisbatan afzalligi hisoblanadi.

Masalan, elektrovoz tezlanish olayotganda elektr mashina elektr tarmog'idan energiya olib, motor rejimida ishlasa, elektrovoz

tormozlanayotganda esa mashina elektr tarmog'iga energiya berib, generator rejimida ishlaydi.

3-hususiyligi. Energiyani elektromexanik o'zgarishi bir-biriga nisbatan qo'zg'almas maydonlar vositasida amalga oshiriladi.

Sinxron mashinalarda asosan aylanuvchi magnit maydoni statorda joylashgan chulg'am orqali hosil qilinadi, bu maydonning burchak tezligi ω_s . Rotor ham xuddi shunday burchak tezlik ω_r bilan aylanadi ($\omega_r = \omega_s$), shu sababli rotor chulg'amining chastotasi $f_2 = 0$ va unda o'zgarmas tok oqadi. Shuning uchun stator va rotorning maydonlari bir-biriga nisbatan qo'zg'almas bo'ladi.

O'zgarmas tok mashinasida qo'zg'atish chulg'ami statorda joylashgan va bu chulg'am maydoni qo'zg'almas bo'ladi. Yakorda aylanuvchi maydon hosil bo'ladi va uning aylanish chastotasi rotorning aylanish chastotasiga teng bo'ladi, lekin maydon aylanish yo'nalishi rotorning aylanishiga teskari yo'nalgan. Shu sababli stator va rotorning maydoni bir-biriga nisbatan qo'zg'almas bo'ladi.

Asinxron mashinalarda rotor toki chastotasi $f_2 = f_1 \cdot s$, bu erda s sirpanish:

$$s = \frac{\omega_s - \omega_r}{\omega_s}$$

shu sababli rotorning burchak tezligi ω_r va rotor maydoni burchak tezligi yig'indisi aylanuvchi maydon burchak tezligi ω_s ga teng boladi. Agar rotor ω_s dan katta burchak tezlik bilan o'sha tomonga aylansa, rotor maydoni esa rotorning aylanishiga teskari yo'nalishda aylanadi, natijada stator va rotorning maydonlari bir-biriga nisbatan qo'zg'almas bo'ladi.

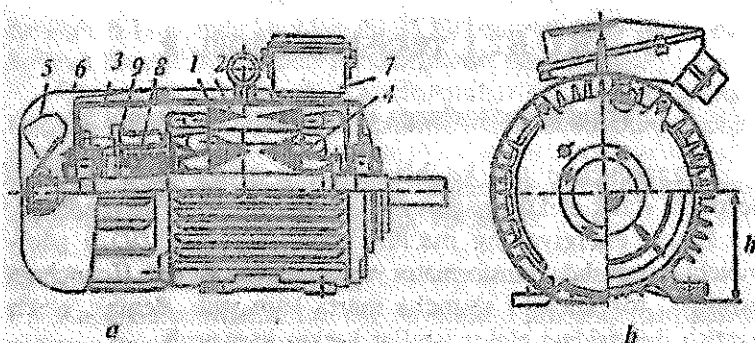
Elektromexanika mexanika, elektrodinamika va issiqlik fizikasining rivojlanishiga bog'liq bo'lgani uchun bu fanlarga asoslanadi.

Elektromexanika fizikaning bir bo'lagi bo'lganligi sababli, elektr mashinalariga fizika qonunlari ham amal qiladi. Bu qonunlarga birinchi navbatda energiyaning saqlanish qonuni, to'la tok qonuni, Om qonunlari Kirxgof va boshqalar. Elektr mashinalarida energiyaning o'zgarishini ifodalovchi Maksvell tenglamalariga asoslanadi.

Zamonaviy o'zgarmas tok mashinalarining konstruksiyasi (tuzilishi)

16-rasmda zamonaviy o'zgarmas tok mashinasining konstruksiyasi ko'rsatilgan.

Mustaqil davlatlar hamkorligi yurtlarida (asosan Rossiyada) umumiy maqsadli o'zgarmas tok mashinalarining 2P va 4P seriyalari, kran-metallurgiya motorlari hamda maxsus maqsadli seriyalari ishlab chiqarildi.



16-rasm. 4RO seriyali o'zgarmas tok motorining bo'ylama (a) va ko'ndalang qirgimlari (b):

1- korpus; 2- stator magnit o'tkazgichi; 3- old podshipnikli qalqon; 4- yakor po'lat o'zagi; 5- ventilyator; 6- himoya qoplamasi (kojux); 7- chulg'am uchlari chiqarilgan quticha; 8- kollektor; 9- chotkatutqich; h- aylanish o'qi balandligi.

O'zgarmas tok mashinasining yangi 4P seriyadagi mashinalarning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari yaxshilangan va uning ayrim qism va detallari 4A seriyadagi asinxron motorlarniki bilan bir xillashirilgan, ya'ni unifikatsiya qilingan.

Stator va yakor magnit o'tkazgichlari yupqa elektrotehnik po'lat plastinalardan yig'iladi. Mazkur seriyadagi qator mashinalarning statori asinxron motorlarnikiga o'xshab noayon qutblidir. Qo'zg'atish va kompensatsiyalovchi chulg'amlar pazlarda bir tekis taqsimlangan.

Asinxron motorlardan ishlab chiqarishda keng foydalanish maqsadida stator shunday konstruksiyada bajarilgan.

2P seriyali motorlar mustaqil qo'zg'atishli bo'lib, qizqa muddatga o'ta yuklanishni taminlaydigan kompensatsiyalovchi chulg'amga ega. Ularning aylanish chastotasini keng ko'lamda o'zgartirish mumkin.

Sinxron mashinalarning konstruksiyasi

Sinxron mashinalarda rotorning aylanish chastotasi va statorda hosil bo'lgan aylanma magnit maydonning aylanish chastotasi sinxron (bir xil) chastota bilan aylanadi.

Sinxron generatorlar yordamida elektr energiya ishlab chiqaradi.

Sinxron mashina asosan, ikki qism: qo'zg'almas qism-stator va aylanuvchi qism-rotordan iborat. Mashinaning rotori stator ichiga o'rnatiladi. Stator po'lat o'zakdan va uning pazlarida joylashgan uch fazali chulg'amdan iborat.

Sinxron mashinaning magnit qutblari uning rotoriga o'rnatilgan. Qutblarning po'lat o'zagi tashqarisiga qo'zg'atish chulg'ami joylashtirilgan. Rotor qutblaridagi bu chulg'amga kontakt halqalar va cho'tkalar orqali o'zgarma tok beriladi. Sinxron mashinaning asosiy magnit maydoni qozg'atish chulg'ami vositasida shu tarzda hosil qilinadi.

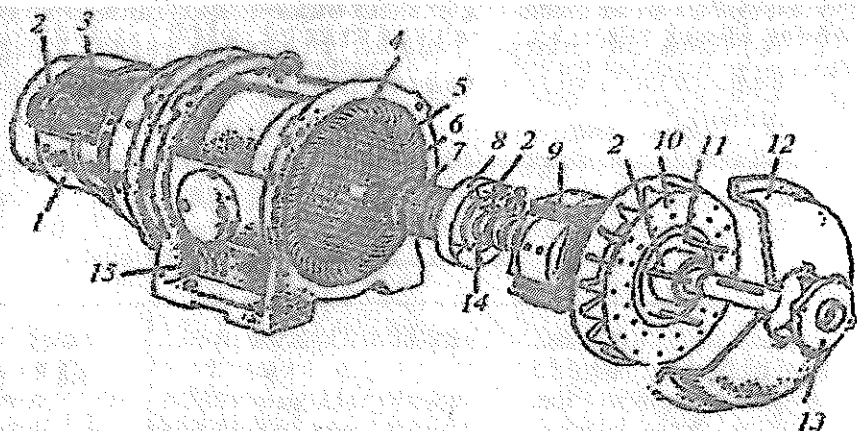
Sinxron mashinalar rotorining tuzilishiga ko'ra: ayon qutbli va noayon qutbli turlariga bo'linadi.

Ayon qutbli rotor val, valda joylashtirilgan rotor korpusi va rotor korpusiga mahkamlangan qutublardan tashkil topgan (17-rasm).

Qutblarning po'lat o'zagi ham stator po'lat o'zagi kabi yupqa elektrotexnik po'lat plastinalaridan yig'ilgan. Ayon qutbli rotorning har qaysi qutub o'zagi tashqarisiga qo'zg'atish chulg'ami joylashtirilib, ular ketma-ket ulangan. Bu chulg'amlar rotor korpusining ikki uchi valga mahkamlangan va undan izolyatsiyalangan mis yoki latun kontakt halqalarda tutashtirilgan.

Mashinaning qo'zg'almas qismiga cho'tka tutqich orqali mahkamlangan cho'tkalar halqalarning sirtiga tegib kontakt hosil qiladi. Cho'tkalar simlar yordamida mashinaning tashqi klemmasiga ulangan. Ayon qutbli sinxron mashinalarning qutb uchlariga ma'lum shakl berilgan. Bunda qutb o'qidagi havo oralig'ili uning chetlaridagi havo

oralig'idan nisbatan kichikroq bo'ladi. Mashina havo oralig'idagi magnit induksiyaning tarqalish shakli shu tariqa sinusoidaga yaqinlashtiriladi.



17-rasm. Ayon qutbli sinxron mashinaning tuzilishi:

1- qo'zq'atgich; 2- podshipnik; 3- chotkatutgich; 4- stator chulg'ami; 5- statorning po'lat o'zagi; 6- kollektor; 7- qo'zq'atgich yakori; 8- chotkatutgichni mahkamlagich; 9- qo'zq'atish chulg'ami; 10- ventilyator; 11- podshipnik qopqog'i; 12- podshipnik qalqeni; 13- qopqoq; 14- kontakt halqalar; 15- chulg'mlarning chiqish uchlari.

Sinxron mashinaning qutb uchligidagi pazlarga maxsus qisqa tutashgan chulg'am joylashtirilgan. Bu chulg'am motor rejimida ishga tushirish, generator rejimida esa- tinchlantirish vazifasini bajaradi.

Asinxron mashinalarning konstruktiviyasi

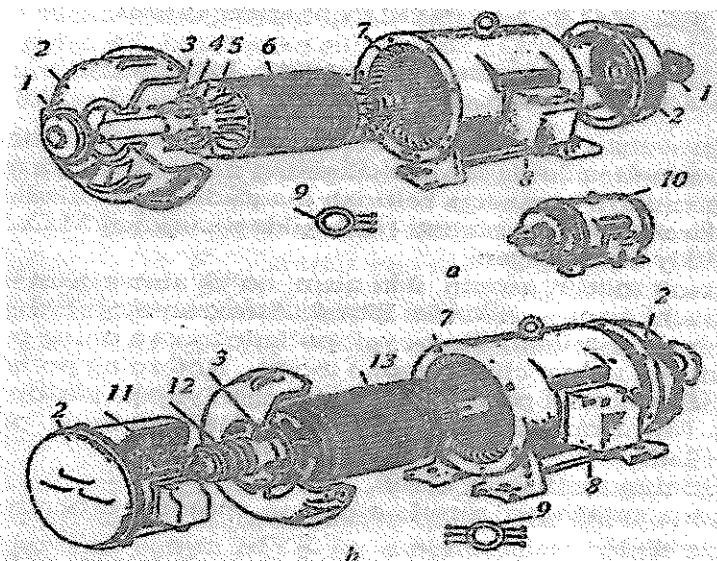
Asinxron mashinalarda rotorning aylanish chastotasi stator magnit maydoninig aylanish chastotasi bilan har xil (asinxron) chastotasida aylanadi.

Asinxron mashinalar asosan motorlar sifatida xalq xo'jaligining turli sohalarida mashina va mexanizmlarni harakatga keltirish maqsadida ishlatiladi.

Asinxron motor, asosan ikki qism: qo'zg'almas qism – stator va aylanuvchi qism – rotordan iborat. Uning statori tuzilishi jihatidan sinxron mashina statorining tuzilishidan farq qilmaydi.

Asinxron motorlar rotori chulg'ami konstruksiyasiga ko'ra ikki xilga bo'linadi:

1. qisqa tutashgan rotorli asinxron motor;
2. faza rotorli asinxron motor.



18- rasm. Asinxron motorlar: a- qisqa tutashgan rotorli; b- faza rotorli.

1- qopqoq; 2- podshipnik qalqoni; 3- podshipnik; 4- podshipnik qopqog'i; 5- ventilyator; 6, 13- po'lat o'zagi; 7- stator shulg'ami; 8- chiqish simlari qutisi; 9- motorning ulanish sxemasi; 10- umumiy ko'rinishi; 11- cho'tkalar; 12- kontakt halqalar.

Qisqa tutashgan rotorli asinxron motor rotorining po'lat o'zagi pazlariga eritilgan aluminiy quyilib, chulg'am o'tkazgichlari (sterjenlar) hosil qilinadi va ularning uchlari ikki tomondan quyma aluminiy halqalar orqali

qisqa tutashgan bo'ladi. Natijada, yaxlit olmaxon katagi ko'rinishidagi qisqa tutashgan chulg'am hosil bo'ladi.

Faza rotorli asinxron motor ham val va unga o'rnatilgan po'lat o'zakdan iborat bo'lib uning pazlariga bir-biriga nisbatan 120°ga siljigan uchta chulg'am joylashtirilgan (18-rasm). Rotor chulg'amlari, asosan, yulduz usulida ulanadi. Ularning uchlari esa valning bir tomoniga o'rnatilgan uchta mis yoki jez halqalarga ulanadi.

Mustaqil Davlatlar Hamdo'stligi davlatlarida, (asosan Rossiyada), asinxron motorlarning zamonaviy turkumlari – RA, 5A, 5AN va 6A lar ishlab chiqarilmoqda.

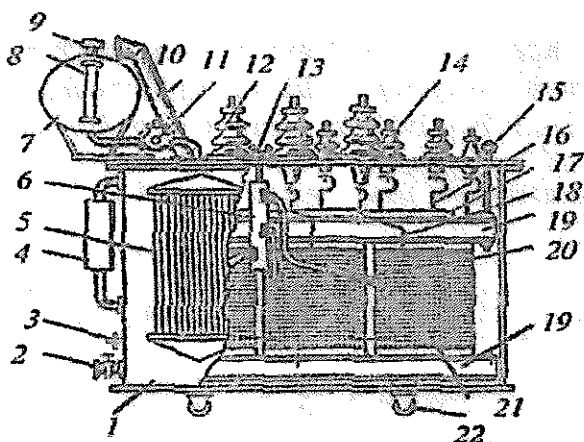
Transformatorlarning konstruksiyasi

O'zgaruvchan tok kuchlarining qiymatini o'zgartirib beruvchi statistik elektromagnit apparat transformator deyiladi.

Elektr energiyaning ma'lum quvvatini iste'molchiga uzatishda transformator yordamida kuchlanish qanchaga oshirilsa, tok kuchi shuncha marta kamayadi, demak, elektr uzatish liniyasidagi elektr isroflar keskin kamayadi.

Umumiy maqsadli kuch transformatorlari, asosan, elektr energiyani uzatish va taqsimlash sistemalarida ishlatiladi. O'zbekistonning katta quvvatli elektr stansiyalarida nominal kuchlanish 500 va 220 KV bo'lgan kuch transformatorlari bo'lib, ular elektr energiya kuchlanishini oshirib elektr uzatish liniyalari orqali markaziy va mintaqaviy podstansiyalarga uzatib beradi.

Elektr uzatish liniyasi juda uzun va uzatilayotgan quvvat qancha katta bo'lsa, texnik-iqtisodiy jihatdan asoslangan kuchlanish shuncha yuqori bo'ladi. O'zgaruvchan tok iste'molchilarining ko'pchiligi 220, 380 va 660, ayrimlari esa 3,3; 6; 10 kv li kuchlanishda ishlaydi. Shuning uchun o'zgaruvchan tok kuchlanishini kuch transformatorlari orqali ular uchun zarur bo'lgan kuchlanishiga pasaytirib beradi. 19-rasmda kuchlanishi 35 kv, quvvati 100-6300 KVA bo'lgan pasaytiruvchi kuch transformatori tasvirlangan.



19-ràsm. Kuchlanishi 35 kV, quvvati 1000+6300 kV·A bo'lgan pasaytiruvchi kuch transformatori:

1- bak; 2- moy uchun ventily; 3- yerga ulash uchun qistirma; 4- termosifonli filtr; 5- radiator; 6- kuchlanishni rostlagich; 7- kengaytirgich; 8- moy ko'rsatkich; 9- havo quritgich; 10- chiqaruvchi (saqllovchi) truda; 11- gaz relesi; 12- yuqori kuchlanishli (YK) chulg'am izolyatori; 13- qayta ulagich dastasi; 14- past kuchlanishli (PK) chulg'am izolyatori; 15- transformatorni ko'tarish uchun ilgich; 16- PK chulg'amini izolyator bilan bog'lovchi o'tkazgich; 17- magnit o'tkazgich; 18- YK chulg'amini izolyator bilan bog'lovchi o'tkazgich; 19- yuqorigi va pastki yarmo balkalari; 20- YK chulg'amini rostlash tarmog'ining simlari; 21- YK chulg'ami (uning ichida PK chulg'ami); 22- aravacha g'ildiragi.

O'zbekistonda kuch transformatorlari va ayrim maxsus transformatorlar (Chirchiq transformatorsozlik zavodida) ishlab chiqariladi.

Maxsus elektr mashinalari

Yuqorida ko'rib chiqilgan elektr mashinalaridan tashqari xalq xo'jaligining turli sohalarida, maishiy xizmat elektr qurilmalarida maxsus elektr mashinalari ishlatiladi. Masalan, maishiy xizmat kam

quvvatli elektr qurilmalarida o'zgaruvchan tok kollektorli motorlar ishlatiladi. Ularning xarakteristikalar ketma-ket qo'zg'atishli o'zgarmas tok motorlarining xarakteristikalariga yaqin bo'lib, ular o'ziga xos xususiyatlariga ega.

Avtomatika sistemalarida qadamli motorlar ishlatiladi. Ular rotor diskret buraladi. Bundan tashqari chiziqli motorlar ham ishlatilib, ularda harakatlanuvchi qismi aylana bo'ylab emas, balki chiziqli siljib o'zgaradi.

Ayrim modellashtiruvchi va hisoblash qurilmalarida turli xil taxogeneratorlar, sel'sinlar, buraluvchi transformatolar ishlatiladi. Ular berilayotgan signalni aylanish chastotasiga, burilish burchagiga mutanosib bo'lgan signalga aylantirib beradi.

Elektr mashinalari qismlarini tayyorlashda qollaniladigan materiallar.

Magnit materiallar. Elektr mashinalarining ish xossalari va elektr izoliyasiya materiallarining xossa va sifatlariga bog'liq.

Elektrotexnik po'lat tuzilishi va jo'valanish usuliga ko'ra, issiqalayin va sovuqlayin jovalangan turlarga bo'linadi, ya'ni:

a) issiqalayin jo'valangan izotropli qatlamli po'latlar – 1211; 1213; 1311; 1312; 1411; 1511÷1514;

b) sovuqlayin jovalangan izotrop qatlamli po'latlar – 2011; 2013; 2111; 2211; 2312; 2411;

c) qovurg'asimon tuzilishiga ega bo'lgan, sovuqlayin jo'valangan anizotr-op qatlamli po'latlar 3411÷3414; 3404÷3408.

Elektr o'tkazgich materiallar. Elektr o'tkazuvchanlik xususiyati yaxshi bo'lganligidan elektr mashinalarida elektr o'tkazuvchi materiallar sifatida, yaxshi tozalangan elektrolitik mis va aralashmalaridan tozalangan aluminiy keng qo'llaniladi.

O'ta o'tkazuvchan materiallar. O'ta o'tkazuvchanlik hodisasi tufayli, absolut nolga yaqin (4,2 k) temperaturagacha sovitilganda o'ta o'tkazgich materialning o'zgarmas tokka nisbatan qarshiligi va materialdan tok o'tganda uning ichki qismida magnit maydonning siqib chiqarilish xususiyatlariga ega bo'lgan holatiga asoslangan elektr o'tkazgichdir.

Krioo'tkazgichlar – tozalangan metallardan yasalgan o'tkazgichlar bo'lib, chuqur sovitilgan holatda foydalanilganda o'ta o'tkazuvchanlik holatiga o'tmaydi. Eng yaxshi krioo'tkazgich A999 markali toza aluminiydir.

Elektr izolatsion materiallar. Elektr izoliyatsion materiallarga quyidai talablar qoyiladi: qizitishga chidamlilik, yuqori elektr va mexanik mustahkamlik, issiqlik o'tkazuvchanlik va egiluvchanlik.

Izolatsiyaning qizitishga chidamliligi unga nisbatan qo'yiladigan asosiy talabdir. Elektr mashinaning normal ish sharoitidagi xizmat muddati 15÷20 yil bo'lib, bu asosan, izoliyatsiyaning xizmat muddati bilan aniqlanadi. Izolatsion materiallar standartda belgilangan me'yoriy temperaturadan ortiq qizdirilsa, izolatsiyalsh xossasi va mexanik mustahkamligini yo'qotadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Копылов И.П. Электрические машины. — М.: Высшая школа, 2002. — 607 с.
2. Старшинов В.А., Пойдо А.Л. Пираторов М.В. Электрическая часть гидроэлектростанции. - М.: Изд-во МЭИ, 2003. — 160 с.
3. Кириллин В.А. Энергетика. Главные проблемы. -М.: Знание, 1990. — 128 с.
4. Новиков А.В., Попович Н.Г., Постников И.М., Радченко Л.А. Введение в специальность. Электрические машины, электропривод и автоматизация промышленных установок. — Киев, 1981.- 192 с.
5. <http://ispu.ru/library/lessons/gromov/HTML/Index.html>.

Mundarija

Kirish	3
Elektr energiyasi manbai haqida dastlabki ma'lumotlar	3
Elektr stantsiyalarida elektr energiyasini olish.....	4
Elektromexanika va sotsial rivojlanish.....	11
Elektr mashinalarining yaratilish tarixi.....	12
Elektromexanik o'zgartgichlarning klassifikatsiyasi.....	17
Elektr mashinalarining asosiy konstruktiv bajarilishi.....	19
Elektromexanikaning xususiyatlari	20
Zamonaviy o'zgarmas tok mashinalarining konstruksiyasi (tuzilishi)	23
Sinxron mashinalarning konstruksiyasi.....	24
Asinxron mashinalarning konstruksiyasi.....	25
Transformatorlarning konstruksiyasi.....	27
Maxsus elektr mashinalari.....	28
Foydalanilgan adabiyotlar.....	31

Босишга 18.12.2005 й. рухсат этилди. Бичими 60x84. 1/16. Офсет босма усулида
босилди. 2 шартли босма табоқ. Адади 100. Буюртма №18.

“YUNAKS-PRINT” МЧДК босмахонасида босилди. Тошкент шаҳар Талабалар
шаҳарчаси 54-уй.