

KICHIK QUVVATLI MIKRO GESLARDA SINXRON GENERATORLARNI QO'LLASH

Toshev Sh.E

Jabborov I.R

Toshkent irrigatsiya qishloq xo'jaligi mexanizatsiyalash muhandislari instituti"

Milliy tadqiqot universiteti

Annotatsiya: *Ushbu maqolada mikro GESlarda sinxron generatorlarni qo'llash va ularni tuzilishi, ishlash prinsipi, tavsiflari, tutgan o'rni rivojlanishi, mikro GESning kamchiligi afzalligi ko'rib chiqilgan. Mamlakatimiz o'ziga hos gidropotensialga ega bo'lib, vaqt o'tib borgan sari, katta va kichik, mikro GES larning, rivojlanishini ko'rishimiz mumkin. GESlarning 2020-2030-yillarda konsepsiya doirasida mavjud elektr stansiyalarini modernizatsiya va rekonstruksiya qilish, elektr energiya ishlab chiqarish bo'yicha energiya samarador texnologiyalardan foydalangan holda, yangi elektr stansiyalarini qurish bo'yicha qilingan loyihalar bilan taqqoslashimiz mumkin. Mikro GESlarda sinxron generatorlarni qo'llash, uning xarakteristikalari ko'rsatilib o'tilgan. Asosiy maqsadimiz suvning (tezligi, potentsiali, ya'ni erkin harakatdagi) energiyasidan unumli foydalanishimizdir.*

Kalit so'zlar: *sinxron generator, xarakteristika, rostdash, salt ishlash, kichik, o'rta, mikro, GES quvvat,*

Аннотация: *В данной статье рассмотрено применение синхронных генераторов на микроГЭС и их устройство, принцип работы, характеристики, разработка реле, преимущество микроГЭС в минус. Наша страна обладает уникальным гидропотенциалом, и с течением времени мы можем видеть развитие как больших, так и малых, микро-гидроэлектростанций. В рамках концепции ГЭС на 2020-2030 годы мы можем сравнить проекты модернизации и реконструкции существующих электростанций, строительства новых электростанций с использованием энергоэффективных технологий производства электроэнергии. Применение синхронных генераторов на микроГЭС, показаны его характеристики. Наша главная цель-максимально использовать энергию воды (скорость, потенциал, т. е. в свободном движении).*

Ключевые слова: *синхронный генератор, характеристика, регулировка, производительность salt, малый, средний, микро, мощность гидроэлектростанций,*

Abstract: *This article discusses the use of synchronous generators at microelectric power plants and their device, the principle of operation, characteristics, development of relays, the advantage of microelectric power plants in the minus. Our country has a unique hydro potential, and over time we can see the development of both large and small, micro-hydroelectric power plants. Within the framework of the HPP concept for 2020-2030, we can compare projects for the modernization and reconstruction of existing power plants, the construction of new power plants using energy-efficient power generation technologies. The use of synchronous generators at microelectric power plants, its characteristics are shown. Our main goal is to maximize the use of water energy (speed, potential, i.e. in free movement).*

Keywords: *synchronous generator, characteristic, adjustment, salt performance, small, medium, micro, hydroelectric power,*

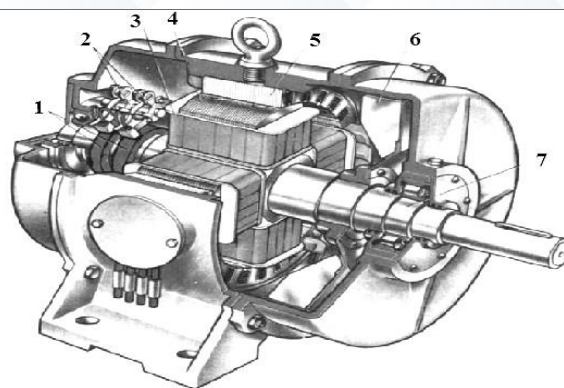
KIRISH

O'zbekistonimiz mustaqillikka erishgandan keyin dastlabki yillaridanoq davlat rahbariyatining energetika siyosati mamlakat energetika xavfsizligini ta'minlash hamda milliy energetika imkoniyatlaridan jamiyatning ijtimoiy va iqtisodiy muammolarini hal etish uchun foydalanishga qaratib kelinmoqda.[1, 101 b] Yurtimizning energetika tizimi yaxshi rivojlangan bo'lsada, ayrim elektr energiya ishlab chiqaruvchi stantsiyalar va elektr tarmoqlari jihozlari eskirib ketganligi sababli uzoq chekkalardagi aholi punktlarida elektr energiya tanqisligi seziladi. Ayniqsa, tog' zonalarida joylashgan, gidro energiya potentsiali mavjud bo'lgan, uzoq chekkalardagi kichik aholi punktlarini elektr energiya bilan ta'minlashda, kichik daryolarga o'rnatilishi mumkin bo'lgan kichik energetikadan katta umid qilish mumkin. GES lar qurilishida suv omborlarining ekologik zarari oldi olish, stantsiyalar qurilishida kichik kapital sarflar bo'lishi va kapital xarajatlarni tezda (5 yilgacha) qaytarish imkoniyatlari kichik energetikaning dunyo bo'yicha rivojlanishini keyingi o'n yilliklarda avj oldirib yubordi [1,113 b].

Suvning kinetik va potentsial energiyasidan foydalangan holda gidravlik turbina, suv o'tkazgich quvurlari va suv olishning konstruktiv, texnologik parametrlarini, bir yil mobaynida ishlab chiqariladigan elektr energiyasi miqdorini va belgilangan parametrlar bo'yicha mikro GES uchun *sinxron generatorni* aniqlaymiz.

Sinxron mashina qo'zg'olmas qism - stator va aylanuvchi qism - rotordan tarkib topgan. Sinxron mashina statori korpus (stanina), uning ikki tomonidan berkituvchi podshibnik qalqon, stator magnit o'zak va chulg'amidan iborat.

Mashinaning vazifasi va gabaritiga ko'ra sinxron mashina statori konstruksiyasining bajarilishi xar hil bo'lishi mumkin. Masalan, kichik quvvatli GESlar uchun ko'p qutbli bo'lgan mashinalar qo'llanilib, stator magnit o'zagining tashqi diametri 900 mm va undan katta bo'ladi, magnit o'zak plastinalari alohida segmentlardan yasaladi va yig'ilgandan keyin magnit o'zak silindrini hosil qiladi. Sinxron mashinalar qutblari bir-biridan tubdan farq qiluvchi ikki xil konstruksiyaga ega bo'ladi: ayon qutbli va noayon qutbli. Gidrogenerator rotorlari ayon qutbli qilib yasalgan bo'ladi.

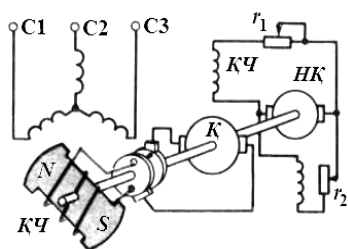


1 -rasm. Sinxron generatori tuzilishi:

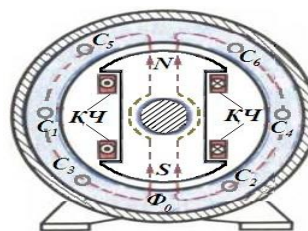
1-kontakt xalqalar; 2-cho'tka tutqichi; 3-rotor qutb g'altagi; 4-qutb uchligi (boshmog'i); 5-stator o'zagi; 6-ventilator; 7-val

Gidrogenerator vali, aksariyat, vertikal joylashgan holatda yasaladi. Sinxron mashinalarda asosiy magnit maydon hosil qilish uchun elektromagnit qo'zg'otishdan foydalaniladi. Buning uchun rotor qutblarida qo'zg'otish chulg'amlari joylashtiriladi. Bu chulg'amdan o'zgarmas tok oqib o'tganda asosiy magnit yurituvchi kuch hosil bo'ladi, u o'z navbatida mashinaning magnit tizimida asosiy magnit maydon hosil qiladi. Hozirgi kunga qadar qo'zg'otish chulg'amini o'zgarmas tok bilan ta'minlash vazifasini maxsus mustaqil qo'zg'otish chulg'ami bo'lgan qo'zg'otkich (Q) deb nomlangan o'zgarmas tok generatorlari bajarib kelgan. Qo'zg'otkichning xos mustaqil qo'zg'otish chulg'amini esa o'zining yakor chulg'amiga parallel ulangan qo'zg'otish chulg'ami hosil qiladi. [1.129]

Sinxron mashina rotori va qo'zg'otkich yakorlari umumiy valda mahkamlanadi va bir vaqtda aylantiriladi. Bunda SG qo'zg'otish chulg'amiga tok kontakt xalqalar va shetkalar orqali keladi. Qo'zg'otish tokini boshqarish uchun qo'zg'otkichning chulg'amlariga ulangan boshqaruvchi reostatlar qo'llaniladi. O'rta va katta quvvatli SGlarda qo'zg'otish chulg'ami tokini boshqarish avtomatlashtirilgan. Ba'zan sinxron gidrogeneratorlarda qo'zg'otkich o'rnida o'zgaruvchan tokni o'zgarmas tokka aylantiruvchi yarim o'tkazgichli to'g'rilagichlar ishlatiladi.



2-rasm. Elektromagnit qo'zg'atishli sinxron generatori



3-pacm. Sinxron generator asosiy magnit oqimi va statorning uch fazali chulg'amlari

Shunday qilib, sinxron generatorning qo'zg'otkich tizimi va qo'zg'otish chulg'ami generatorning rotorida magnit yurituvchi kuchni va u, o'z navbatida, generatorning rotor va stator magnit o'zaklarida asosiy magnit maydoni Φ_0 ni hosil qiladi (3-rasm). Turbina yordamida generator rotori n_1 tezlik bilan aylantiriladi, u bilan birga asosiy magnit maydon Φ_0 ham aylanadi (aylanuvchi magnit maydon hosil bo'ladi) va stator faza chulg'amlari [3-rasm]da A faza

– $C_1 - C_4$ g'altak tomonlari ko'rsatilgan; B faza - $C_2 - C_5$; C faza - $C_3 - C_6$]; ni kesib o'tib, ularda uch fazali simmetrik EYUK e_1 induktivlaydi:

$$\begin{aligned} U_A &= U_m \cdot \sin \omega_1 \cdot t \\ U_B &= U_m \cdot \sin(\omega_1 \cdot t - 120^\circ) \\ U_C &= U_m \cdot \sin(\omega_1 \cdot t - 240^\circ) \end{aligned} \quad (1)$$

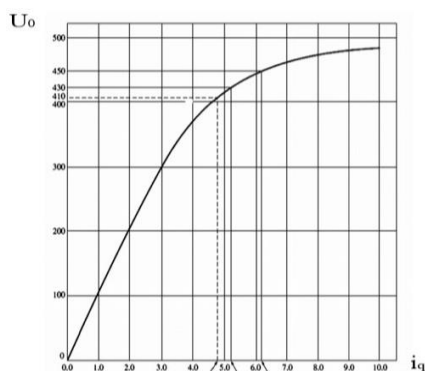
bunda $\omega_1 = 2\pi f_1$ -stator chulg'amidagi o'zgaruvchan tokning burchak chastotasi (o'lchov birligi - radian); f_1 - stator chulg'amidagi o'zgaruvchan tok chastotasi, rotor aylanish tezligi bilan bevosita bog'liq $f_1 = n_1 / p$; n_1 - rotor aylanish tezligi (ayl/min); p - rotor juft qutblari soni. [1.130].

Sinxron generatorning tavsiflari, uning ishlash xususiyatlarini tavsiflaydigan kattaliklarni o'zaro bog'lanishini ko'rsatadigan egri chiziqlardir. Sinxron generatorning asosiy tavsiflari uning aylanish chastotasi tokning nominal chastotasiga mos va o'zgarmas, ya'ni $n=n_{1H}=const$ bo'lganda olinadi. Tavsiflar tajriba yo'li bilan generatorning asosiy parametrlarini aniqlashga va uning o'ziga xos muhim xususiyatlarini o'rganishga imkon beradi. Tavsiflarni tajriba o'tkazish yo'li bilan yoki grafik usulda qurish mumkin [20].

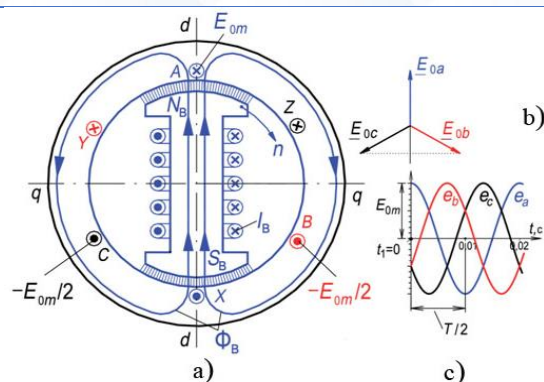
Salt ishlash tavsifi. Sinxron generatorlarga uyg'otishda bir valga o'rnatilgan kichikroq o'zgarmas tok generatoridan yoki to'g'rilagichdan foydalaniladi. Statorning har bir fazasi chulg'amlarida hosil bo'ladigan EYUK elektromagnit induksiyasi qonuniga asosan quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$E = 4,44 \cdot \omega \cdot k_{ayl} \cdot \Phi. \quad V \quad (2)$$

bunda ω – stator bir fazasining chulg'amidagi o'ramlar soni; k_{ayl} – chulg'am koeffisienti; f – o'zgaruvchan tok chastotasi, Hz; Φ – qo'zg'atish chulg'amida hosil bo'ladigan magnit oqim, Vb.



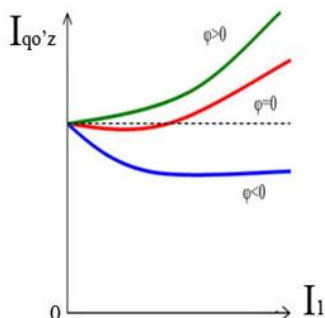
4-rasm Sinxron generatorning salt ishlash tavsifi $U_0 = f(i_q)$



5-rasm. Sinxron generatorning salt ishlash tavsifidagi: a) stator cho'lg'amidagi magnet oqimi, b) E_{0a} , E_{0b} , E_{0c} EYUK har biri 180° burchak c) E_{0a} , E_{0b} , E_{0c} salt ishlashdagi diagramma ko'rinishi

Sinxron generatorlarni yuklamasiz rejimda uyg'otish tokini chiqish EYuK ga yoki kuchlanishiga bog'liqlik grafigiga salt ishlash tavsifi deyiladi; $I_1=0$, $n = const$ bo'lganda $U_0 = f(i_q)$. EYuK asosan magnet oqimga bog'liq bo'lgani uchun salt ishlash tavsifi magnetlanish egri chizig'i bilan deyarli bir xil bo'ladi.

Rostlash tavsifi. Generatorning kuchlanishi $U_1 = U_{1n} = const$ bo'lganda uning uyg'otish toki $I_{qo'z}$ ni yuklama toki I_1 ga bog'lanishi, ya'ni $I_{qo'z} = f(I_1)$ generatorning rostlash tavsifi deyiladi. Bu tavsif $n=const$ va $\cos\varphi = const$ bo'lganda tekshiriladi.



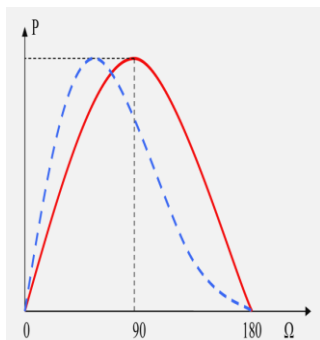
6-rasm Sinxron generatorning rostlash tavsifi

Sinxron mashinalar turg'un rejimda ishlaganda quyidagi o'ziga xos xususiyatlarga ega bo'ladi:

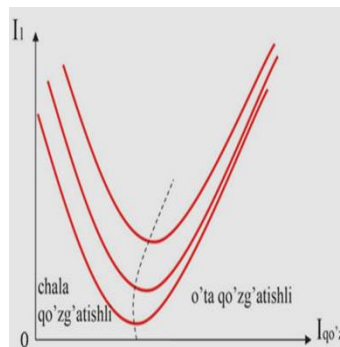
- a) mashinalar generator yoki motor rejimida ishlaganda uning rotori magnet maydonining aylanish chastotasiga teng bo'lgan o'zgarmas chastota bilan aylanadi;
- b) yakor chulg'amida hosil bo'ladigan EYuKning chastotasi rotorning aylanish chastotasiga proporsional bo'ladi;
- c) mashinalar turg'un rejimda ishlab turganda uning rotor chulg'amida EYuK hosil bo'lmaydi, mashinalarning MYuK qo'zg'atish toki bilan aniqlanadi va uning ishlash rejimiga bog'liq bo'lmaydi.

Sinxron mashinalarning quvvati uyg'otish tokini qiymatiga bog'liq. Uyg'otish toki nafaqat quvvatning qiymatiga balki harakteriga ham ta'sir ko'rsatadi. Agar, uyg'otish toki nominal qiymatdan kam bo'lsa, sinxron mashinalar reaktiv quvvat ist'emol qiladi. Agar, uyg'otish toki nominal qiymatdan katta bo'lsa, sinxron mashinalar reaktiv quvvat generatsiyalaydi. 8-rasmda uyg'otish tokini stator tokiga bog'liqlik grafigi ko'rsatilgan. Ushbu bog'liqlik lotin imlosidagi U

harfiga o'xshagani uchun Ushbu tavsif U-simon tavsif deb ataladi. Shunday qilib sinxron mashinalar motor rejimida ishlab turib reaktiv quvvati ist`emolchisi ham, manbai ham bo`la oladi. Uning bu xossasidan reaktiv quvvatni qoplash uchun foydalanishadi.



7-rasm. Sinxron generatorni burchak tavsifi. Punktir-ayon qutbli, uzluksiz-noayon qutbli.

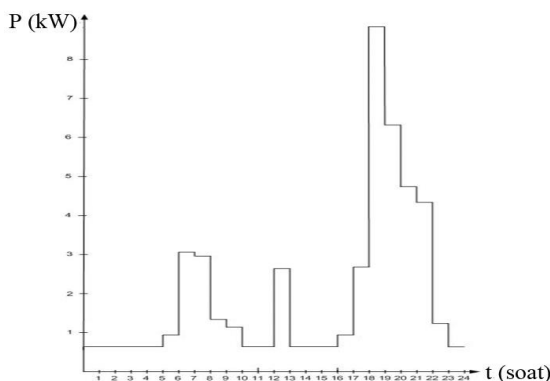


8-rasm Sinxron generatorni U – simon tavsifi.

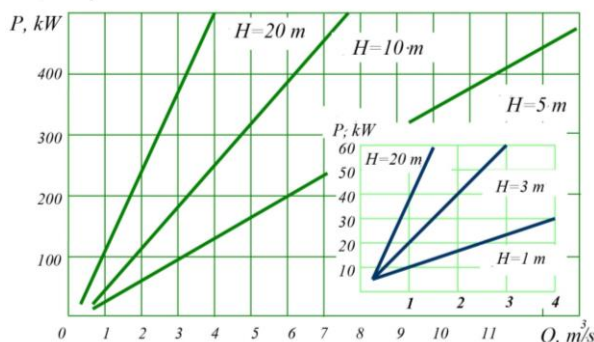
Mikro GESning texnologik xususiyatlari: quyidagi 1-jadval, sutkalik yuklamasi 9- rasm, FIK $n = 0,65 \div 0,75$ bo`lgan mikro GESlar uchun sinxron generator quvvatining suv sarfi 10-rasmda keltirilgan

1-jadval .*Mikro GESning texnologik xususiyatlari.*

Mikro GESning texnik parametrlari	QuvvatikW	Bosim m	Suv sarfi m ³ /s	n ayl/min	U _n V	v _n H
Pervanel turbinalar bilan mikro GES10 PP mikro GES50 PP	0,6÷0,4 10÷50	2÷4,5 4÷10	0,07÷0,14 0,36÷0,	1000 600,750	230	50±2,5
Diognalli turbinalar bilan mikro GES50 DP mikro GES100 DP	10 ÷ 50 100 gacha	10÷25 25÷55	0,05÷0,28 0,19÷0,25	1500,3000 3000	230,400	50±2
Radio-aksial quvurlar bilan GA 2 GA 11	1000 580	30÷100 80÷160	0,4÷1,2 1÷4,3	1000, 1500 750, 1000	400, 6000 6000, 10000	50±2



9- rasm. Mikro GESning sutkalik yuklamasi



10-rasm. FIK $n = 0,65 \div 0,75$ bo'lgan mikro GESlar uchun sinxron generator quvvatining suv sarfiga bog'liqligi

Mikro GES quyidagi darajalarga bo'linidi:

- 0-daraja - "mikro-GES" ob'ekti;
- 1-daraja - mikro GESlarini "Bosimning mavjudligi, yoki yo'qligi" tasniflash mezoniga muvofiq unifikatsiya qilish;
- 2-daraja - "Mikro GESga suv zahirasini yetkazib berish printsiplari" tasniflash mezonlari bo'yicha mikro GESlarini birlashtirish;
- 3-daraja - "Turbin konstruksiyasi" tasniflash mezoniga muvofiq mikro GESlarining birlashmasi.

Avtonom tarmoqda ishlaydigan sinxron generatorning ishlashi quyidagi 2 jadvalda ko'rsatilgan beshta xususiyat asosida tahlil qilinadi

2- jadval. *Sinxron generatorning ishlash tasnifi*

Nomlanishi	Belgilanishi	Parametr
Salt ishlash tasnifi	$U_0 = f(i_q)$	$I_1 = 0$
Qisqa tutashuv tasnifi	$I_1 = f(I_{qoriz})$	$U = 0$
Yuklama tasnifi	$U = f(I_{qoriz})$	$I_1 = 0$
Tashqi tasnifi	$U = f(I_1)$	$I_{qoriz} = 0$
Rostlash tasnifi	$I_{qoriz} = f(I_1)$	$U = const$

Ikkinchi va uchinchi darajalar o'rtasidagi munosabatlar noaniq bo'ysunishga ega, chunki turli xil turbinalar konstruksiyalari juda keng ko'lamlarga ega va aslida suv manbasini gidroelektr blokiga yetkazib berish uchun taqdim etilgan har qanday yechimlarda foydalanish mumkin. Birinchi taxminiy ravishda ishlab chiqilgan to'rt darajali tasnif mikro GESlari to'g'risidagi ma'lumotlarni tizimlashtirish uchun asos bo'lib qabul qilinishi mumkin va bundan keyin energiya samaradorligi va energiya tejash elementlarini hisobga olgan holda sug'orish, yer zahini qochirish tizimlarini loyihalashda foydalaniladi.

XULOSA

O'zbekiston Respublikasining yirik GESlari mavsumiy qorlarni, muzliklarni erigan suvlari bilan to'ldiriladi. Kichik suv oqimlarini gidrologik va gidroenergetik xususiyatlari, sekin va tez oqadigan daryolar, kanallar va soylar, orqali aniqlanadi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, O'zbekiston Respublikasining barcha viloyatlardagi kichik daryolarning gidroenergetik potentsiali 4 ming MW dan ko'proq yangi mikro GESlarini qurish imkoniyatini beradi.

Misol tariqasida umumiy generatorlar o'rnatilgan mikro GESning quvvati:

5 kW bo'lgan mikro GES qishloqlarni va markazlashgan elektr tarmoqlarini, kichik fermer xo'jaliklarini alohida, elektr energiyasi bilan ta'minlaydi;

10 kW dan ortiq bo'lgan mikro GES, elektr energiyasi olingan qishloq xo'jaligi mahsulotlarini qayta ishlash korxonasini tashkil etishga imkon beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2016-yil 13-iyundagi "Elektr energetikasi sohasida ilmiy-texnikaviy faoliyatni yanada takomillashtirish choratadbirlari to'g'risida"gi PQ-4422-son PQ-2559-son Farmonlari
2. Toirov O.Z., Alimxodjayev K.T., Alimxodjayev SH.K. Qayta tiklanuvchi energiya manbalari. -Toshkent.: «Fan va texnologiya» nashriyoti, 2019.
3. Investitsii v vodno energeticheskiy kompleks sentral'noy azii. Vinokurov E., Axunbaev A., Usmanov N., Sukarev T., Sarsembekov T. (2021) Investitsii v vodnoenergeticheskiy kompleks Sentral'noy Azii. Almati, Moskva: Yevraziyskiy bank razvitiya.
4. Mahammadhoshim M. M., Mukhtor K. H., Ismoiljon S. A. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК В СОВРЕМЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ ENERGY EFFICIENCY OF HEAT TECHNOLOGICAL INSTALLATIONS IN MODERN POWER ENGINEERING.
5. Пирматов Н.Б., Муминов М.У., Салимов Д.С., А.М.Муталов. Способы определения продольно-поперечной составляющих напряжения якоря явнополюсной синхронной машины. Проблемы энергоресурсо-сбережения 2011. №1-2. с. 131-135
6. Н.Пирматов.,А.Нармирзаев.,М.Муминов., А Сотиболдиев. —Анализ ситемы возбуждения синхронных генераторов ГЭС| научно технический журнал Узбекгидроэнергетика 2022№1(13).с 34-35.
7. <https://www.gazeta.uz/oz/2020/05/04/2030-energy-strategy>.
8. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 18 maydagi "O'zbekgidro- energo" aksiyadorlik jamiyati faoliyatini tashkillashtirish chora tadbirlar to'g'ri- sida"gi PQ-2972-sonli qarori.
9. Karabaeva G. O'zbekistonda gidroenergetika sohasi faoliyati samaradorligini oshirish yo'llari -Toshkent, 2017. - 79 bet.
10. Sultanov A., Fazliddin X., Karimov V. QISHLOQ SHAROITIDA QUYOSH PANELI YORDAMIDA NASOSNI ISHGA TUSHIRISH //Journal of new century innovations. - 2023. - Т. 29. - №. 4. - С. 103-107.