

NASOS STANSIYASINI ELEKTR ENERGIYASI BILAN TA'MINLOVCHI NIMSTANSIYANING ASOSIY KO'RSATKICHLARI TAHLILI

I.A.Abdullabekov

Toshkent davlat texnika universiteti "Elektr mexanikasi va elektr texnologiyalari" kafedrası dotsenti, PhD

M.M.Mirsaidov

Toshkent davlat texnika universiteti "Elektr mexanikasi va elektr texnologiyalari" kafedrası katta o'qituvchisi

O.O.Zaripov

Toshkent davlat texnika universiteti "Elektr texnikasi" kafedrası dotsenti

S.J.Nimatov

Toshkent davlat texnika universiteti "Elektr texnikasi" kafedrası dotsenti, f-m.f.d.

Q.B.Aliev

"Hududiy elektr tarmoqlari" AJ Toshkent shahar hududiy filiali "Uchtepa tuman elektr ta'minoti" muhandisi

Annotatsiya: Maqolada elektr nimstansiyasining nasos stansiyasini elektr energiyasi bilan ta'minlovchi asosiy ko'rsatgislari hamda qo'shimcha iste'molchilari sifatida hudud aholisi va kichik ta'mirlash sexining elektr ta'minotini tahlili berilgan. Elektr nimstansiyasi yuklamasining o'zgarishi sug'orish nasos stansiyalari yillik, oylik va kunlik suv etkazib berish grafiklariga bog'liq ravishda o'zgarib turadi. Bu grafiklarni ta'minlash uchun nasos agregatlarini pog'onali ishga tushirib, nasos agregatlarining tarmoqdan olinayotgan aktiv, reaktiv va to'liq quvvatlari hisoblangan. Toshkent viloyatidagi "Ramadan" nasos stansiyasi va "Ramadan" nimstansiyasi misolida TM-2500/35/6 turidagi transformatori 6 kV kuchlanish tarmog'ida nasos agregatlarining bitta, ikkita va uchta bir vaqtda ishlaganda iste'mol qilinadigan to'liq quvvati, aktiv quvvati, reaktiv quvvati, aktiv quvvat isroflari va reaktiv quvvat isroflari hisoblangan.

Kalit so'zlar: nasos, asinxron dvigatel, transformator, salt ishlash toki, qisqa tutashuv kuchlanishi, umumiy bosim quvur, alohida bosim quvuri, surilma klapan, suv sarfi, suv bosimi, aktiv quvvat, reaktiv quvvat, to'la quvvat, foydali ish koeffitsienti, quvvat koeffitsienti.

Annotation: The article provides an analysis of the main indicators of the substation that supplies electricity to the pumping station, as well as residents of the area and a small repair shop as additional consumers. The change in the load of the electrical substation varies depending on the annual, monthly and daily water supply schedules of the irrigation pumping stations. To obtain these graphs, the active, reactive and apparent powers of the pumping units were calculated by stepwise starting the pumping units. Using the example of the Ramazan pumping station and the Ramadan substation in the Tashkent region, the total power consumption, active power, reactive power and losses of active and reactive power were calculated for the simultaneous operation of one, two and three pumping units in a 6 kV network with a type

transformer TM-2500/35/6.

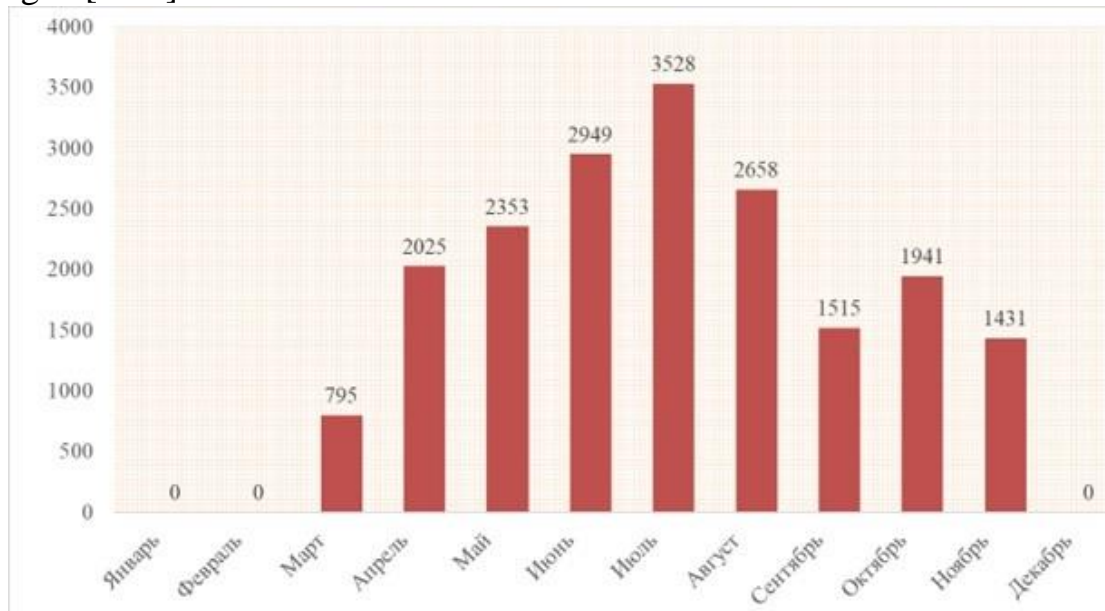
Key words: pump, asynchronous motor, transformer, DC, short circuit voltage, common pressure pipeline, separate pressure pipeline, thrust valve, water pressure, water consumption, active power, reactive power, full power, efficiency factor, power factor.

Kirish

Hozirgi vaqtda elektr energiyasining tanqisligi ortib uning tan narhi oshib borayotganda elektr energiyasini unumli ishlatish muhim vazifa. Mamlakatimizda jami sug'oriladigan maydonlar 4300 ming gektardan ortiq bo'lib shulardan 2276,3 ming gektar maydonlar 4069 dona nasos agregatlari yordamida sug'oriladi. Respublika sug'orish nasos stansiyalari nasos agregatlarida asosan past kuchlanishli quvvati 200 kVtgacha va yuqori kuchlanishli 250 kVtdan 1250 kVtgacha bo'lgan qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron dvigatellar o'rnatilgan. Asinxron dvigatelli past kuchlanishli elektr yuritmlar 33,56%, yuqori kuchlanishli asinxron dvigatel – 32,65% tashkil etadi. Nasos stansiyalarini ishonchli elektr energiyasi bilan ta'minlash uchun, ular o'z nimstansiyalariga ega. Nasos agregatlarini sug'orish suviga bo'lgan talablar asosida pog'onali ishga tushirishda elektr tarmoqning energetik ko'rsatkichlari katta amaliy ahamiyatga ega. Elektr tarmoqning energetik ko'rsatkichlari to'liq quvvat S , aktiv quvvat R va reaktiv quvvat Q qiymatlarining o'zaro o'zgarishi quvvat koefitsienti $\cos\phi$ va asinxron dvigatelni foydali ish koefitsienti η ga bog'liq. Nasos stansiyasini energiya iste'molini tadqiqotida yuqori kuchlanish uzatish liniyalari, yuqori kuchlanishni o'zgartiruvchi transformatorlari ko'rsatkichlarini inobatga olish muhim ahamiyatga ega [1-4].

Asosiy qism

Sug'orish nasos stansiyalarining ish rejimlari suvni iste'mol qilish grafigi bilan aniqlanadi, ya'ni bu ish rejimlari ekin maydonlari bilan birgalikda shakllanadi. Mazkur rejimlarga muvofiq suvni etkazib berish amalga oshiriladi. Suv iste'moli rejimi odatda sutkalik, oylik va yillik suv iste'moli grafiklari bilan tavsiflanadi. 1-rasmda Toshkent viloyatidagi "Ramadan" nasos stansiyasi suv etkazib berishning yillik grafigi keltirilgan [5-15].



1-rasm. "Ramazon" NS suv etkazib berishning yillik grafigi

Yillik suv ko‘tarish grafigi o‘zgaras miqdor bo‘lmasdan sug‘orish maydonlariga nima ekilganligiga hamda sug‘orish texnologiyalarga bog‘liq ravishda o‘zgarib turadi. Yillik suv etkazib berish grafigidagi suv sarfining qiymatlari oy kunlarining iqlim sharoitiga bog‘liq ravishda o‘zgaradi. Masalan, aprel oyida 2025 ming m^3 suv etkazib berilgan bo‘lsa, oy davomida har kuni 68 ming m^3 dan suv ko‘tarilmaydi, balki oyning boshida 500 ming m^3 suv etkazilsa oyning oxiriga kelib kunlarning isishi va yomg‘irgarchilik tugashi munosabati bilan 1525 ming m^3 suv etkazib beriladi. Bu jarayonda ishlayotgan nasos agregatlar soni muhim bo‘lib, bitta agregatni qo‘shganda suv sarfi kam, ikkita agregatni ko‘shsa suv sarfi talabidan ortib ketadi. SHuni inobatga olgan xolda, nasos stansiyasini rostlanuvchan elektr yuritmalni nasos agregatlarini qo‘llash tavsiya etiladi.

“Ramadan” nasos stansiyasining asosiy vazifasi umumiy maydoni 2370 gektarga yaqin bo‘lgan qishloq xo‘jalik ekinlari va bog‘larini sug‘orishdir. Stansiyaning o‘rnatilgan quvvati $R_{\Sigma}=3780$ kVt, unumdorligi $Q_{\Sigma}=8.2$ m^3/s , suv ko‘tarish balandligi $N_s=21$ m. SHu bilan birga kanalning chuqurligi $N_{chuq}=2$ m. Suv ko‘tarish texnologiyasi quyidagicha: sug‘orish suvi Chirchiq – Ahongaron sug‘orish irrigatsiya tizimi va Damariq kanali bo‘yicha to‘suvcchi inshoot orqali o‘z oqimi bilan kengligi 4,5 m, chuqurligi 2 m gacha va uzunligi 635 m bo‘lgan “Ramadan” nasos stansiyasiga tushadi, so‘ngra axlat to‘suvcchi qurilma orqali uzunligi 20 m va chuqurligi 3 m gacha bo‘lgan bevosita stansiya suv olish inshootining avankamerasiga kiradi. Bundan so‘ng sug‘orish maqsadlariga mo‘ljallangan sug‘orish suvi “Ramadan” suv ko‘tarish nasos stansiyasining markazdan qochma nasoslari orqali olinadi va suv chiqarish inshootiga bosim quvurlari orqali beriladi, so‘ngra derivatsiya kanallari orqali tarqatiladi. “Ramadan” nasos stansiyasining mashina zalida (2-rasm) oltita bir xil rusumli nasos agregatlari o‘rnatilgan, ulardan to‘rttasi umumiy bosim quvuriga va ikkitasi o‘zining alohida indivudal quvuriga ishlaydi.

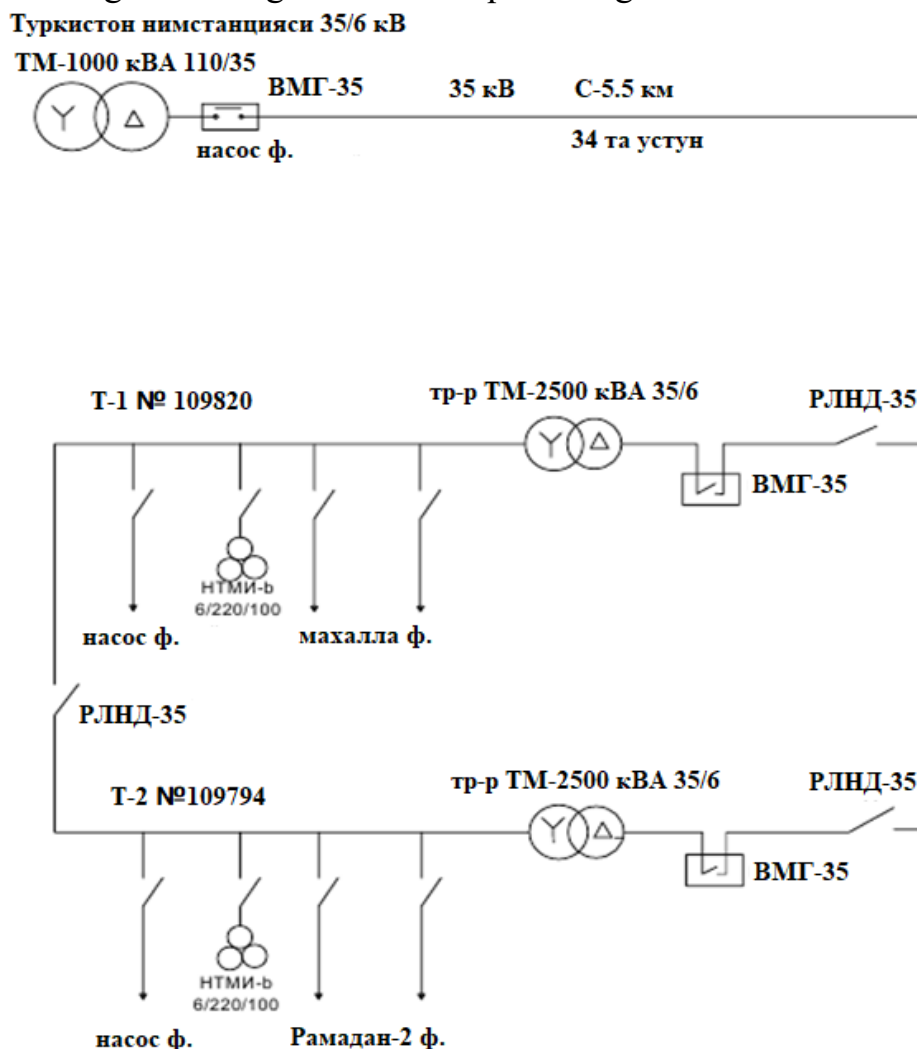


2-rasm. “Ramadan” nasos stansiyasining mashina zalining ko‘rinishi

Umumiy bosim quvurining diametri 1,4 m, uzunligi 670 m tashkil etadi. Aloxida bosim quvurlari diametri 0,8 m va uzunligi 670 m iborat bo‘lib, xar bir nasos agregati ko‘tarib berayotgan suv teskari klapan, tirsak va surilma klapanlardan o‘tadi. Teskari

klapandan o‘tganda elektr yuritma dvigateli uchun qo‘shimcha yuklama paydo bo‘ladi.

“Ramadan” nasos stansiyasining mashina zalida oltita bir xil rusumli markazdan qochma, unumdorligi (suv sarfi) $Q=5000 \text{ m}^3/\text{soat}$ bo‘lgan, hosil qiladigan bosimi $N=32 \text{ m}$ va A4-450 U-8UZ turidagi quvvati $R=630 \text{ kVt}$ bo‘lgan asinxron dvigatelli elektr yuritmasi bo‘lgan 5000D-32 (24NDn) markali gorizontaal nasos agregatlari o‘rnatilgan. Nasos agregatlarini asinxron dvigatelni ishga tushirish, TM-2500/35/6 transformatoridan ta‘minot tarmog‘iga mahalliy boshqaruv shkafi orqali quyidagi ketma-ketlikda to‘g‘ridan-to‘g‘ri ulanish orqali amalga oshiriladi.



3-rasm. “Ramadan” nasos stansiyasi elektr ta‘minotining bir chiziqli elektr sxemasi

“Ramadan” nasos stansiyasining elektr ta‘minoti, TM-10000/110/35 turidagi kuch transformatorli “Turkiston” nimstansiyasidan 5,5 km masofada 35 kV yuqori kuchlanishli elektr uzatish liniyasi fidir “nasos” orqali “Ramadan” nimstansiyasiga keladi. “Ramadan” nimstansiyasida ikki TM-2500/35/6 turidagi transformatori orqali 6 kV kuchlanish mashina zaliga uzatiladi (3-rasm).

D5000–32 nasos agregatini harakatga keltirish uchun elektr yurituvchi sifatida A4–630–4U3 rusumli quvvati 630 kVt, kuchlanishi $U_n = 6000 \text{ V}$, aylanish tezligi $n_n=740 \text{ ayl/min}$, foydali ish koeffitsienti $\eta=94,5 \%$, quvvat koeffitsienti $\cos\phi=83 \%$, stator toki $I_c=77,5 \text{ A}$ bo‘lgan qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron dvigatellar ishlatiladi.

Nasos agregati valida uning nominal qiymatlaridagi hosil bo‘ladigan aktiv quvvatni quyidagicha hisoblanadi [7-9]:

$$P_{\text{nasos}} = \frac{\gamma * Q_n * H_n}{102 * \eta_{\text{nas}}} = \frac{1000 * 1,4 * 32}{102 * 0,8} = 549 \text{ kVt} \quad (1)$$

bunda N_n , Q_n – nasos agregati nominal bosimi va suv sarfi, γ – suyuqlik zichligi, η_{nas} – nasosning FIK, nasos ishchi parragingining emirilishi natijasida hamda ishchi parrak va chig‘anoq orasidagi tirqish oshishi hisobiga kamayadi.

Nasosni harakatga keltiruvchi asinxron dvigatelni elektr tarmog‘idan iste‘mol qilayotgan aktiv quvvati quyidagiga teng bo‘ladi [16-17]:

$$P_{AD} = \frac{P_{\text{nasos}}}{\eta_{AD}} = \frac{549}{0,945} = 581 \text{ kVt} \quad (2)$$

Nasosni harakatga keltiruvchi asinxron dvigatelni elektr tarmog‘idan iste‘mol qilayotgan reaktiv quvvati quyidagiga teng bo‘ladi

$$Q_{AD} = P_{AD} * tg\varphi = 581 * 0,67 = 389 \text{ kVAr} \quad (3)$$

bunda $tg\varphi = \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \varphi_N}}{\cos \varphi} = \frac{\sqrt{1 - 0,83^2}}{0,83} = 0,67$;

Nasosni harakatga keltiruvchi asinxron dvigatelni elektr tarmog‘idan iste‘mol qilayotgan to‘liq quvvati quyidagiga teng bo‘ladi

$$S = \sqrt{P_{AD}^2 + Q_{AD}^2} = \sqrt{581^2 + 389^2} = 699 \text{ kVA} \quad (4)$$

TM–2500/35/6 rusumli transformatorni salt ishlash rejimida va bitta nasos agregati ishlagan vaqtdagi reaktiv quvvatlarini aniqlaymiz. Transformator pasporti-dagi ma‘lumotlari salt ishlash toki $I_0=1\%$, qisqa tutashuv kuchlanishi $U_k=6.5\%$, transformatorning to‘liq quvvati 2500 kVA. Transformatorning salt ishlash rejimidagi reaktiv quvvatni hisoblaymiz [10-14].

$$Q_0 = \frac{I_0 * S_n}{100} = \frac{1 * 2500}{100} = 25 \text{ kvar} \quad (5)$$

Transformatorning nominal quvvat bilan ishlash rejimidagi reaktiv quvvatni hisoblaymiz.

$$Q_{p.n.} = \frac{U_k \% * S_n}{100} = \frac{6,5 * 2500}{100} = 162,5 \text{ kvar} \quad (6)$$

Transformatorning nominal quvvat bilan ishlash rejimidagi to‘liq reaktiv quvvatni hisoblaymiz.

$$Q_n = Q_0 + Q_{p.n.} = 25 + 162,5 = 187,5 \text{ kvar} \quad (7)$$

Transformatorning bitta nasos agregati bilan ishlash rejimidagi reaktiv quvvatni hisoblaymiz. Bunda transformatorning yuklanish koeffitsienti quyidagiga teng bo‘ladi [18-20].

$$\beta = S_{INA} / S_{NOM} = 700 / 2500 = 0,28 \quad (8)$$

$$Q = \frac{S_{nom}}{100} * (I_0 \% + U_k \% * \beta^2) = \frac{2500}{100} * (1 + 6,5 * 0,28^2) = 38 \text{ kvar} \quad (9)$$

Xulosa

Yuqorida aniqlagan qiymatlardan nasos stansiyasida bitta, ikkita va uchta nasos agregatlari ishlagan vaqtdagi tarmoqdan iste‘mol qilayotgan aktiv va reaktiv quvvatlarni hisoblaymiz:

Aktiv quvvat bo‘yicha bitta nasos agregati ishlaganda 581 kVat*soat, ikkita nasos agregati bir vaqtda ishlaganda 1162 kVat*soat va uchta nasos agregati bir vaqtda ishlaganda 1743 kVat*soat energiya iste‘mol qiladi.

Reaktiv quvvat bo‘yicha bitta nasos agregati ishlaganda asinxron dvigatelda 389 kVAR*soat va transformatorida 38 kVAR*soat energiya iste‘mol qilinadi. Ikkita nasos agregatlari bir vaqtda ishlaganda asinxron dvigatellarda 778 kVAR*soat va

transformatorlarda 76 kVAR*soat energiya iste'mol qilinadi. Uchta nasos agregatlari bir vaqtda ishlaganda asinxron dvigatellarda 1167 kVAR*soat va transformatorlarda 140 kVAR*soat energiya iste'mol qilinadi.

Adabiyotlar

1. Zaripov O.O., Sadullaev A.B., Hakimov T.X., Fayziev M.M., Zaripova Sh.O. Reaktiv quvvat kompensatsiyasi. Darslik.Qarshi muhandislik iqtisodiyot instituti. 2023-yil.
2. Абдуллабеков И.А., Рахматов Д.Д. Оптимизация режимов работы насосной установки по критерию минимума удельного расхода электроэнергии «Рамадан» // «Проблемы энерго- и ресурсосбережения». –Ташкент, 2022 - № 41 спец. выпуск - С. 174-183.
3. Абдуллабеков И.А., Дусматов Р.К., Бокижонов А.А. Разработка энерго-эффективной системы управления водоподъемными агрегатами насосной станции «Рамадан» // «Проблемы энерго- и ресурсосбережения». –Ташкент, 2021 - № 40 спец. выпуск - С. 389-396.
4. Абдуллабеков И.А., Мирsaidов М.М. Частота ўзгартиргич – асинхрон двигател – насос – босимли қувур тизими иш режимларини оптималлаштириш. // «Энергия ва ресурс тежаш муаммолари». – Ташкент, 2023 – №2. 141-148 б.
5. Abdullabekov I.A., Mirsaidov M.M., Zaripov O.O. Sug'orish nasos stansiya-larini ish rejimlarini optimallashtirish hisobiga reaktiv energiya iste'molini kamaytirish // "O'zbekgidroenergetika" ilmiy-texnik jurnali. – Tashkent, 2023 – №3. 33-36 bet.
6. I.Abdullabekov, Sapaev Kh. An Energy Efficient Control System for Water Lifting Units of the Ramadan Pumping Station Based on Frequency Controlled Electric Drives // AIP Conference Proceedings 2552, 040023 (2023); <https://doi.org/10.1063/5.0130676>
7. Abdullabekov I.A., Mirsaidov M.M., Zaripov O.O. Sug'orish nasos stansiya-larini reaktiv energiya iste'molini optimallashtirish // «Energija va resurs tejavsh muam-molari». – Tashkent, 2023 – №84 maxsus son. 409-416 b.
8. Kh.Sapaev, I.Abdullabekov, Sh.Umarov. Research energy and resource saving operating modes of the pump unit // E3S Web of Conferences 216, 01150 (2020). The Authors, published by EDP Sciences. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021601150>
9. Abdullabekov I.A., Mirsaidov M.M., Zaripov O.O., Nimatov S.J., Eralieva Yu.M. Reducing reactive energy consumption by optimizing operating modes of irrigation pumping stations // E3S Web of Conferences 486, 06017 (2024) AGRITECH-IX 2023. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202448606017>
10. Gulzoda M., Giyos M., Odiljon Z., Shaxlo Z. Experimental study of the field in the gap of synchronous machine with the use of sinusoidal turns // E3S Web of Conferences, 2020, 216, 01109
11. Abdullabekov I., Mirsaidov M., Zaripov O.O., Nimatov S.J., Eralieva Y.M. Reducing reactive energy consumption by optimizing operating modes of irrigation pumping stations // E3S Web of Conferences, 2024, 486, 06017
12. Zaripov O.O., Nimatov S.J., Tovboev A.N., ..., Nomozova D.M., Akhmedov J.T. Calculation of the nominal power and electrical energy of the hydro power plant on an electronic calculator // E3S Web of Conferences, 2024, 486, 01027
13. Pulatov A., Bekmuradov J., Zaripov O. Features of using linear graphs in developing mathematical model of metal melting process in induction crucible furnace // E3S Web of Conferences, 2021, 289, 07002
14. Umirzakov B.E., Nimatov S.J., Boltaev H.H. Influence of ion bombardment on the profile of the depth distribution of impurity atoms in Si used for solar cells and diode structures // Journal of Surface Investigation, 2014, 8(5), страницы 937–940.
15. Аллаев К.Р. Электроэнергетика Узбекистана и мира. –Т.: «Fan va texnologiya», 2009, 464 с.
16. Zaripov O.O., Atajonov M.O., Zayniddinov B.G'. Reaktiv quvvatni kompensatsiyalash samaradorligini oshirish usullari. Monografiya TATU Nurafshon filiali. 2023-yil.

17. Khamudkhanov M., Abdullabekov I.A., Dusmatov R.K., Khamudkhanova N.B., Fayzullayev B.KH. Controls of the modes of operation of the pumping station with application of frequency-controlled electric drive // Web of Conferences, II International scientific conference. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 862 (2020) 062048 IOP. Publishing <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/862/6/062048>

18. Mirsaidov M.M., Abdullabekov I.A., Fayzullayev B.KH., Kupriyanova A.S., Kurbanbayeva D.I. and Boqijonov U. A. The mutual influence of electromagnetic and mechanical processes in dynamic modes of inertial vibrating electric drives // Web of Conferences, II International scientific conference. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 862 (2020) 062081 IOP. Publishing <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/862/6/062081>

19. Зарипов О.О. Обзор литературных источников и материалов из интернета по бесконтактным устройствам для компенсации реактивной мощности // III Международная научно-техническая конференция "Актуальные проблемы системы электроснабжения" Сборник научных трудов. -119-121, 2023-yil.

20. Хашимов А.А., Мирисаев А.У., Кан Л.Т. Энергосберегающий асинхронный электропривод. – Ташкент.: Фан ва технология, 2011. – 98 с.

21. Усманов Э.Г., Абдураимов Э.Х., Каримов Р.Ч. Использование бесконтактных реле для улучшения качества электроэнергии // Журнал «Вестник ТашГТУ» (ISSN: 1684-789X). Ташкент, 2013. - №3-4. – С.48-51.

22. Суллийев А.Х., Каримов Р.Ч. Электр таъминоти тизимида оптоэлектронли контактсиз кучланиш релесини ишлатиш // «ТошТЙМИ ахбороти» журнали (ISSN: 2091-5365). Тошкент, 2018. - №4. – Б.149-154

23. Бобожанов М.Қ., Каримов Р.Ч. Электр таъминоти тизимида оптоэлектронли резистив занжирларни тадқиқ қилиш // «ТошДТУ хабарлари» журнали (ISSN: 1684-789X). Тошкент, 2017. - №4(101). – Б.53-57.

24. Бобожанов М.Қ., Расулов А.Н., Каримов Р.Ч., Саттаров Х.А. Электр таъминоти тизимида контактсиз кучланиш стабилизаторларини тадқиқ қилиш // «Муҳаммад ал-Хоразмий авлодлари» журнали (ISSN: 2181-9211). Тошкент, 2018. - №3(5). – Б.106-109.

25. Усманов Э.Г., Абдураимов Э.Х., Каримов Р.Ч. Оптоэлектронное бесконтактное реле напряжения // Агентство по интеллектуальной собственности РесУз. Патент на изобретение № IAP 05122. 29.10.2015.