



**ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР
ТАРАҚҚИЁТИ**
**РАЗВИТИЕ НАУКИ И
ТЕХНОЛОГИЙ**



6
2025



Тахририят ҳайъати раиси:

СИДДИҚОВА С.Ғ. –

Бухоро давлат техника университети ректори

Муовини:

НИЗАМОВ А.Б. –

БухДТУ илмий ишлар ва инновациялар бўйича проректори

Тахрир ҳайъати:

МУҚИМОВ К.М. – ЎзР ФА академиги (ЎЗМУ)

ЖАЛИЛОВ А.Т. – ЎзР ФА академиги (Тошкент кимё-технология ИТИ)

НЕГМАТОВ С.Н. – ЎзР ФА академиги (“Фан ва тараққиёт” ДУК)

БАҲОДИРОВ Ғ.А. – т.ф.д., профессор, ЎзР ФА бош илмий котиби

ХАМИДОВ О.Х. – иқтисод фанлари доктори, профессор (БухДУ)

ЖАЛИЛОВ Т.К. – иқтисод фанлари доктори (DSc), профессор (ТКТИ)

ПАРДАЕВА М.Д. – БухДТУ ёшлар масалалари ва маънавий-маърифий ишлар бўйича биринчи проректори, фалсафа фанлари доктори (DSc)

ХОЖИЕВ А.Х. – ўқув ишлари бўйича проректор, техника ф.ф.д. (PhD)

САИДОВ С.Б. – Бухоро ДТУ молия ва иқтисод ишлари бўйича проректори

ҚУРБОНОВ Ж.М. – техника фанлари доктори, профессор (Самарқанд ИСИ)

АДИЗОВ Б.З. – техника фанлари доктори (DSc), профессор, ЎзРФА УНКИ

АСТАНОВ С.Х. – физика-математика фанлари доктори, профессор

РАХМОНОВ Х.Қ. – техника фанлари доктори, профессор

ВОХИДОВ М.М. – техника фанлари доктори, профессор

ЖЎРАЕВ Х.Ф. – техника фанлари доктори, профессор

САДУЛЛАЕВ Н.Н. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАЖИДОВ Қ.Х. – техника фанлари доктори, профессор

ФОЗИЛОВ С.Ф. – техника фанлари доктори, профессор

ИСАБАЕВ И.Б. – техника фанлари доктори, профессор

АБДУРАҲМОНОВ О.Р. – техника фанлари доктори, профессор

ГАФУРОВ К.Х. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

ХАЙДАРОВ А.А. – техника фанлари доктори (DSc), доцент

ЖЎРАЕВ Ф.Ў. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МУРАДОВА Ф.Р. – педагогика фанлари доктори (DSc), профессор

ЖУМАЕВ М.Р. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

ЮНУСОВА Г.С. – фалсафа фанлари доктори (DSc), профессор

БОБОЕВ А.Ч. – иқтисодиёт фанлари номзоди, профессор

ТЎХТАЕВА З.Ш. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАХМУДОВ М.Ж. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

ҲАЙИТОВ Р.Р. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

БОЗОРОВ Ғ.Р. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

БОЛТАЕВ З.И. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

ОЛТИЕВ А.Т. – техника фанлари доктори, (DSc)

ЖАЛИЛОВ Р.Б. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАХМУДОВ М.И. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАЖИДОВА Н.Қ. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

АХМЕДОВ В.Н. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАХМУДОВ Р.А. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

ПУЛАТОВА М.И. – физика-математика фанлари номзоди, профессор

РАҲМАТОВ Ш.А. – педагогика фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD)

ОЧИЛОВ А.Р. – техника фанлари доктори (DSc), доцент

ЎРИНОВ У.А. – педагогика фанлари доктори (DSc), профессор

ПЎЛАТОВА С.У. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

САМИЕВА Ш.Х. – педагогика фанлари доктори (DSc), профессор

ТЕШАЕВ М.Х. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

ХАЙТОВ В.У. – иқтисодиёт фанлари доктори (DSc), доцент

ХОЖИЕВ Ш.М. – техника фанлари доктори (DSc), доцент

ХАЙИТОВ Ш.Н. – иқтисодиёт фанлари доктори (DSc), доцент

ЗОИРОВ Э.Х. – фалсафа фанлари доктори (DSc), доцент

НАРЗИЕВ М.С. – техника фанлари доктори (DSc), доцент

НАМАЗОВА Н.Дж. – иқтисодиёт фанлари б.ф.д. (PhD), доцент

Бош муҳаррир: ДЎСТОВ Ҳ.Б. – кимё фанлари доктори, профессор

Муҳаррирлар: Артикова М.М., Истамова Г.Х.

Мусахҳиҳ: Баракаева Д.Ф.

ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР

ТАРАҚҚИЁТИ

ИЛМИЙ – ТЕХНИКАВИЙ ЖУРНАЛ

РАЗВИТИЕ НАУКИ И

ТЕХНОЛОГИЙ

НАУЧНО – ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Журнал Ўзбекистон матбуот ва ахборот агентлиги Бухоро вилояти бошқармасида 2014 йил 22-сентябрда № 05-066-сонли гувоҳнома билан рўйхатга олинган

Муассис:

Бухоро давлат техника университети

Журнал Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги ОАК Раёсатининг 2017 йил 29-мартдаги №239/5-сонли қарори билан диссертациялар асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий наشرлар рўйхатига киритилган. 2019 йилда Ўзбекистон Республикаси ОАК Раёсатининг қарорлари билан қайта рўйхатдан ўтказилган.

Тахририят манзили:

200117, Бухоро шаҳри, Қ. Муртазоев

кўчаси, 15-уй, Бухоро давлат

техника университети

Тел: 0(365) 223-92-40

Факс: 0(365) 223-78-84

Электрон манзил:

E-mail: fantt_jurnal@umail.uz

Журналнинг тўлиқ электрон варианты билан

<http://journal.bstu.uz>

сайти орқали танишиш мумкин.

Ушбу журналда чоп этилган материаллар тахририятнинг ёзма рухсатисиз тўлиқ ёки қисман чоп этилиши мумкин эмас.

Тахририятнинг фикри муаллифлар фикри билан ҳар доим ҳам мос тушмаслиги мумкин. Журналда ёритилган материалларнинг ҳаққонийлиги учун мақолаларнинг муаллифлари ва реклама берувчилар масъулдирлар.

МУНДАРИЖА - СОДЕРЖАНИЕ – CONTENT

ТЕХНИКА, ТЕХНОЛОГИЯ ВА ЖИҲОЗЛАР	
Яхяев Н.Ш. Эксплуатация нефтяных месторождений с трудноизвлекаемыми запасами....	5
Назаралиева Н. Дезодорациялаш жараёни гидродинамикасини яхшилашда секцияларга ажратиш истиқболлари.....	12
Mansurov O.A. Improving the drying process of fruits using convective method.....	17
Urinov A.A. Magistral quvurlari himoya qoplamalarini modifikatsiyalashda uglevodorod xomashyosi va bitum piroliz chiqindilarini qo'llash salohiyati.....	21
Норбоев О.Н., Улжаев Э. Расчет основного параметра емкостного датчика.....	25
Tog'aymurodov S.Z, Rasulova B.I. Yuklama tokining o'zgarishini transformatorlarning ichki izolyatsiyasiga bog'liqligini tekshirish.....	30
Berdiyev D.M., Komilova G.M. Shtamp asboblarning termik ishlov berish harorat rejimlarini optimallashtirish.....	34
Зокирова Д.А. Свободных и вынужденных колебаний на установке - ТМ 155.....	38
Bibutov N.S., Hojiyev A.X., Xabibov F.Yu., Xamroyev X.X. Metall konstruksiyalar.....	42
Shukrullayev J.O., Jo'rayev X.F. Barabanli quritgichda gidrodinamik rejimlarini nazariy tadqiq qilish.....	51
КИМЁ ВА КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯЛАР	
Беккулов Дж.Ш. Адаптивный виртуальный анализатор на основе метода “движущегося окна”, предназначенный для определения и анализа качественных показателей хлорида калия в режиме реального времени, постоянно адаптирующий свой алгоритм работы на основе последних данных.....	56
Mahmudov G' B., Ravshanov F.A., Qalandarov A.F. Sianlash jarayonida ionsektiv elektrodi usuli yordamida sian konsentratsiyasini o'lchash aniqligini oshirish.....	63
Obidov H.O. Gazni qayta ishlash zavodlarida turli xildagi absorbentlarning tahlili va jihoz, qurilmalarning korroziyalanishini oldini olish.....	72
Tilloeva Sh., Sharipov K. Improvement of the demercaptanization process based on kerosene production technology.....	77
Jo'rayeva D.Sh., Jumayev J.H., Atoev E.X. Sintez qilib olingan 1-(defenilamino)butanon-2 ning xromato-mass spektri tahlili.....	81
Ахмедова О.Б., Мустафоев Б.Ж. Риформинг жараёни учун янги авлод катализаторини танлаш.....	85
Сафаров Ё.Т., Гуро В.П., Расулова С.Н., Рузиев У.Н., Абдуллаев Ф.Р., Асадов А.И. Совершенствование технологии получения высокочистого вольфрамового ангидрида.....	90
Tojiyev O.O., Sharipov Q.Q., Yaminov F.F. Neft va gaz quduqlarining mahsuldorligini oshirish uchun tarkibi yaxshilangan kislota eritmasini olish.....	95
Фозилов Ҳ.С., Туробжонов С.М., Фозилов С.Ф. Этил спирти куб қолдиғи сивуш мойи асосида дизел ёқилғилари учун мойловчи ва едирилишга қарши присадкаларни олиш.....	100
Ranoyev E.R., Do'stov H.B., Nurnazirova G.D. Buxoro neftni qayta ishlash zavodidagi mazut xomashyosining fizik – kimyoviy tahlili va undan moy va koks olish jarayonini tahlil qilish.....	107
Soatov B.Sh., Xasanov A.S., Hakimov K.J., Muhammadiyev E.M. Xondiza polimetall ma'danlarining kollektiv-selektiv flotatsiyasini optimallashtirish va mis boyitmasini ajratib olishning samaradorligini oshirish	113
Ниезов С.А., Умиров Ф.Э., Номозова Г.Р., Махмудов.Р.А., Худойбердиев Ф.И. Калий хлориди ва натрий гипохлорит конверсияси асосида калий хлоратини олиш.....	119
Savriyev M.S., Do'stov H.B., Tilloyev L.I. Unconverted oil (uco) ning kimyoviy tarkibini gaz xromatografiya–mass-spektrometriya yordamida tahlil qilish.....	127

МАШИНАСОЗЛИК ВА ЭНЕРГЕТИКА	
Qo'ziyev Z.E. Quyosh fotoelektr panellarining asosiy parametrlarini tahlili va modellari.....	134
Tovboyev A.N., Tog'ayev I.B. Konveyer elektr yuritmalarida garmonik buzilishlarni kamaytirish hamda mexanik nosozliklarning elektr energiyasi sifatiga ta'sirini baholash texnologiyalari..	139
Sadullayev N.N., Murtazoyev F.F. Neft va gaz sanoatida energiya samaradorlikka ta'sir etuvchi omillar va energiya samaradorlikni oshirish imkoniyatlari.....	146
Жалилов Р.Б., Шарипова Н.О. Перспективы комбинированного производства электроэнергии, тепла и холода – актуальное направление в энергетике в условиях цифровой трансформации	150
Гафуров К.Х., Рахманов Ш.Б. Механизм влияния низкочастотного электрического поля на процесс сушки плодов (обзор).....	157
Ахмедов Х.И. Комплексное исследование химического состава, морфологии и эксплуатационных характеристик белых высокохромистых чугунов.....	161
Sayfiddinov Q.E. Ikki rotorli shamol turbinasini matlab/simulink tizimida modellashtirish va optimal parametrlarini aniqlash.....	168
Tovboyev A.N. Elektr tarmoqlarida ko'ndalang kompensatsiya tizimining funksional tahlili.....	174
Mamadjanov A.B., Akmalov J.X. Gravitatsion girdobli mikroges konussimon havzasining maqbul konstruksiyasini asoslash orqali energiya samaradorligini oshirish.....	180
Maxmudov B.M. Key factors in selecting drying process parameters and their impact on product quality and energy efficiency.....	189
ИНФОРМАТИКА ВА АХБОРОТ – КОММУНИКАЦИОН ТИЗИМЛАР	
Тураев Х.С. Повышение надёжности и безопасности сложных технологических процессов с использованием принципов условной обратной связи.....	196
Sobirov M.N. Intelektual qurilmalarning internet tarmog'i (internet of things) ga asoslangan oziq - ovqat ishlab chiqarish va qayta ishlash korxonalarining umumiy modelini ishlab chiqish...	204
Sultonov S. Mathematical modeling of the output power of a mobile power plant with a garland turbine.....	212
ОЗИҚ-ОВҚАТ САНОАТИ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ	
Dehqonova N.A., Majidov K.X. Paxta moyini rafinatsiyalash jarayonlarida zamonaviy innovatsion texnologiyalarni qo'llash va ularning matematik modelini ishlab chiqish.....	218
Абдуллаева Г.У., Курбанов М.Т. Влияние лекарственных растений и их смеси на микро-биологические показатели комбикормов при хранении.....	226
Sharipov N.Z., Qo'ldosheva F.S. Gilos danagidan moy olish jarayonini ultratovushli maydonida jadallashtirish.....	232
Kuliyeva N.G'., Sharipov N.Z. Qovoq mag'zini quritish jarayonini ultratovush ta'sirida jadallashtirishning nazariy asoslari.....	236
Кабулов Н.А., Сабиров У.К., Окилов А.К. Машинное зрение для автоматизации контроля качества продукции.....	242
Садуллаев С.Х., Шахридинов Ф.Ф. Сравнительный анализ аминокислотного состава белков, полученных из местного зерна тритикале для помола хлебопекарной муки.....	245
ТЎҚИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ	
Темирова Г.И. Табiiй мўйна хом ашёсининг физик-механик хусусиятларини иқтисодий харажатларга таъсирларини ўрганиш усуллари.....	253
Темирова Г.И. Аёллар устки кийими тайёрлашда фойдаланиладиган табiiй мўйна пакетининг физик-механик хоссалари.....	259

Uzoqova L.P. Tabiiy va sintetik charmlardan tayyorlangan ustki poyabzallarning shaklbardoshligini oshirish uchun shakllantirish rejimlarini ilmiy asoslash.....	264
Mirzaboyev J.B. Turli rusumli pnevmomexanik yigirish mashinalarida olingan ip sifat ko'rsatkichlarini tahlili.....	269
To'xtayeva Z.Sh., Abulova P.U. O'smirlar modasi talablari asosida antropometrik muvofiqlikning ergonomik ko'rsatkichlarini baholash.....	275
Azimova G.A., Kadirova D.N. Jun aralash tarkibli kiyimbop to'qimalarning texnologik ko'rsatkichlari tadqiqi.....	281
Gaybullayeva N.Z. Zamonaviy maxsus ish kiyimlari uchun innovatsion matolarning xususiyatlari va qo'llanilishi.....	285
Abduraxmanova F.A. Bikr qobiq yordamida poyabzal maketini barpo etish usullari.....	291
Uzoqova L.P. Poyabzal ishlab chiqarishda bichuvchi malakasining charmdan foydalanish koeffitsiyentiga ta'sirining ilmiy tahlili.....	296
Ихтиярова Г.А., Рахматова Г.Н., Асадова С.С. Исследования техники мокрого валяния - нунофелтинг на различных шелковых тканях.....	301
Эргашева Н.Д., Нигматова Ф.У., Шомансурова М.Ш., Музаффарова Ф. Модульное проектирование одежды как основа ресурсосбережения.....	306
Toshpulotov L.I., Xamrayeva S.A., Mardonov S.E. Ikki qatlamli ko'ylakbop matoning fizik-mexanik xususiyatlarini aniqlash uslublari.....	315
Kadirova D.N., Azimova G.A. Kiyimbop to'qimalarning tolaviy tarkibini aniqlash.....	320
Совутов М.Э., Мусаев Н.М., Гуляева Г.Х., Мукимов М.М. Иссиқлик сақлаш хусусияти юқори бўлган трикотаж тўқималарининг сифатини баҳолаш.....	324
Xodjayeva M.E., Gafurova N.T. Yigiruvchilar uchun maxsus kiyim yaratishda o'tkazilgan tajribalarni matematik rejalashtirish va ratsional qiymatlarini aniqlash.....	329
Toshpulotov L.I., Xamrayeva S.A., Mardonov S.E. Turli o'rilishli ikki qatlamli ko'ylakbop matolar olish texnologiyasini ishlab chiqish.....	336
Нодирова М.Н., Танибердиев Ф.Р., Исломова М.С., Хамраева С.А. Ипларнинг узиш кучини аниқлаш усулини такомиллаштириш.....	342
Turdiyev B.E. Chigit shikastlanishini kamaytirish tajriba-sinov natijalari.....	345
Avezov M.F., Kuliyeva D.R. Yengil sanoat sohasida bazalt tolali matolardan foydalanishning ilmiy-asosiy tahlili.....	350
Musayev S.S., Qodirov T.J. Maxsus poyabzal tagligi uchun etilen propilen kauchuk va polipropilen asosidagi termoplastik elastomer kompozitsiyalarning mexanik xossalarini tadqiq etish.....	353
Muxammedova M.O. Boldir-tovon bo'g'imlari shikastlangan bemorlar uchun ilmiy asoslangan ortopedik poyabzal konstruksiyasini ishlab chiqish.....	360
Fayziyev S.H., Ibodullayev O.O. Paxta tozalash mashinasini yangi konstruktsiyasini ishlab chiqish.....	365
АНИҚ ВА ИЖТИМОИЙ-ИҚТИСОДИЙ ФАҢЛАР	
Burxonov Z.A. Kutubxonada ish jarayonida avtomatlashtirilgan intellektual dezinfektsiyalovchi qurilmani ishlab chiqish.....	372
Xolova Sh.A. Effectiveness of implementing internet of things devices in occupational safety: real time monitoring approach.....	377
Мухамедбаев Аг.А. Легкий пористый заполнитель автоклавного генезиса.....	381
Gadoeva O.P. Bazalt asosidagi yangi qurilish materiallarini ishlab chiqarish texnologiyalari.....	388
ЭКОЛОГИЯ ВА АТРОФ МУҲИТ МУҲОФАЗАСИ	
Xaitov R.A., Axmedova M.B., G'ulomov I.G'. Ikkilamchi xomashyolaridan foydalanib ekologik toza qurilish materiallari ishlab chiqarish	394

Xaitov R.A., Axmedova M.B., Xalikova N.S. O‘simlik xomashyolaridan foydalanib ekologik toza mahsulot yetishtirish usullari.....	399
Pirimov R.R., Juraqulov A.X. Buxoro viloyati hududida qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish imkoniyatlari.....	403
Yunusova G. R., Nabiyev A.A., Ro‘ziyev I.X. Chiqindi suvlar tarkibidagi AL, GA, TL ionlarini aniqlash usullari.....	411
Yaminov F.F., Obidov H.O. Oltingugurt-ishqorli oqova suvlarni tozalashning kimyoviy va kompleks usullari.....	417

UO'K 621.314

ELEKTR TARMOQLARIDA KO'NDALANG KOMPENSATSIYA TIZIMINING FUNKSIONAL TAHLILI

Tovboyev A.N.

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti.

Annotatsiya. Ushbu maqolada reaktiv quvvat kompensatsiyasining o'zaro kompensatsiyani almashtirish sxemasi va vektor diagrammasini qurish funksional tahlil qilinadi. Reaktiv kompensatsiyaning asosiy maqsadi quvvat koeffitsientini oshirishdir. Bunday kompensatsiyada kondensatorlarni elektr tarmoqlariga joylashtirish orqali quvvat yo'qotishlari va kuchlanishning pasayishi ularning kompensatsiyadan oldingi va kompensatsiyadan keyingi holatlari uchun tahlil qilindi. Bundan tashqari, ko'ndalang sig'imning kompensatsiya zanjirining vektor diagrammasi va ko'ndalang kompensatsion tarmoqning boshida va oxirida kuchlanish bo'yicha vektor diagrammasi o'rganildi.

Kalit so'zlar: aktiv quvvat, reaktiv quvvat, to'la quvvat, ko'ndalang kompensatsiya, kompensatsiyalangan quvvat, kondensator batareyalari, reaktiv quvvat isrofi, kuchlanish isrofi, ko'ndalang kompensatsiyani almashtirish sxemasi, ko'ndalang sig'imli kompensatsiya, kompensatsiya zanjirining vektor diagrammasi.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ПОПЕРЕЧНОЙ КОМПЕНСАЦИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Товбоев А.Н.

Навоийский государственный горно-технологический университет.

Аннотация. В данной статье проведён функциональный анализ схемы замещения и векторной диаграммы взаимной компенсации реактивной мощности. Основной целью реактивной компенсации является повышение коэффициента мощности. В такой компенсации посредством установки конденсаторов в электрические сети анализируются потери мощности и падение напряжения для состояний до и после компенсации. Кроме того, исследованы векторная диаграмма цепи поперечной ёмкостной компенсации и векторная диаграмма напряжений в начале и в конце поперечной компенсационной линии.

Ключевые слова: активная мощность, реактивная мощность, полная мощность, поперечная компенсация, компенсированная мощность, батареи конденсаторов, потери реактивной мощности, потери напряжения, схема замещения поперечной компенсации, поперечная ёмкостная компенсация, векторная диаграмма цепи компенсации.

FUNCTIONAL ANALYSIS OF THE TRANSVERSE COMPENSATION SYSTEM IN ELECTRIC POWER NETWORKS

Tovboev A.N.

Navoi state mining and technology university.

Annotation. This article presents a functional analysis of the equivalent circuit and vector diagram of reactive power mutual compensation. The primary objective of reactive power compensation is to improve the power factor. In this type of compensation, by installing capacitors in electrical networks, power losses and voltage drops are analyzed for the states before and after compensation. In addition, the vector diagram of the transverse capacitive compensation circuit and the voltage vector diagram at the beginning and end of the transverse compensation line are investigated.

Key words: active power, reactive power, apparent power, transverse compensation, compensated power, capacitor banks, reactive power losses, voltage losses, equivalent circuit of transverse compensation, transverse capacitive compensation, vector diagram of the compensation circuit.

Kirish. Ko'ndalang kompensatsiya qurilmalari elektr tarmoqlarida kuchlanishning pasayishiga qarshi ishlaydi hamda reaktiv quvvat balansini tiklashga xizmat qiladi. Bu tizimlarning almashtirish sxemasi elektr liniyasining reaktiv elementi va kompensator orasidagi energetik muvozanatni aks ettiradi. Vektor diagramma asosida aniqlanishicha, kompensatsiya ulanmasdan oldingi holatda tok fazasi kuchlanishdan orqada bo'ladi. Kompensatsiyalashning muhim turlaridan biri ko'ndalang kompensatsiya hisoblanadi. Kompensatsiyalash jarayonida kondensatorlarni joylashtirish orqali elektr tarmoqlarida quvvat yo'qotishlarni eng katta kamaytirishga erishiladi. Bunda kondensatorlarni joylashtirish bilan birga uzatiladigan kuchlanish darajasini oshirish imkonini beradi. Ushbu jarayon asosan kondensatorlarni joylashgan o'rniga bog'liq bo'ladi.

Ma'lumki, ko'ndalang kompensatsiya ta'siri ostida, elektr ta'minoti tizimidagi mavjud elementlarning tokli yuklamasidan tashqari, tarmoqdagi kuchlanish pasayishiga hamda elektr

tarmog'ining boshi va oxirida kuchlanish nisbati paydo bo'lishiga olib keladi [1,2]. Agar ko'ndalang sig'imli kompensatsiyasiga ehtiyoj bo'lsa, bu elektr ta'minoti tizimining ma'lum joylariga o'rnatilgan kondensator qurilmalari yordamida amalga oshiriladi. Shu maqsadda, reaktiv quvvat manbai sifatida ko'ndalang kompensatsiyani hisoblash va tahlil qilish uchun elektr energiyasi iste'molchilari va parallel kondensator batareyalari ulangan o'zgaruvchan tok elektr zanjirlarini ko'rib chiqish kerak [3-6].

Asosiy qism. Ko'ndalang kompensatsiya elektr uzatish liniyalarida kuchlanishning pasayishi va reaktiv quvvat ko'effitsientini boshqarish uchun qo'llaniladigan samarali usullardan biridir. Bunday kompensatsiya usuli tarmoqning elektr barqarorligini oshirish, uzatish quvvatini kengaytirish hamda kuchlanish qiymatini me'yor darajasida ushlab turish imkonini beradi.

Ko'ndalang kompensatsiya qurilmalari odatda tiristor bilan boshqariladigan kondensatorlar yoki tiristor bilan boshqariladigan reaktorlar asosida quriladi. Ushbu qurilmalar elektr uzatish liniyasiga parallel tarzda ulanib, tarmoqdagi reaktiv quvvat ko'effitsientini dinamik tarzda tartibga soladi. Shunday qilib, kompensatsiya darajasi yuklama o'zgarishlariga muvofiq real vaqt rejimida o'zgartirilishi mumkin. Almashtirish sxemasiga ko'ra, ko'ndalang kompensatsiya tizimining almashtirish sxemasi elektr uzatish liniyasi va kompensatsiya elementi (reaktor yoki kondensator) ning ekvivalent tasviridan iborat bo'ladi. Liniya parametrlari R_L , X_L bilan, kompensator esa X_C yoki X_{TCR} bilan ifodalanadi.

$$k = \frac{Q_k}{Q_L} = \frac{U^2 X_L}{U^2 X_C} = \frac{X_L}{X_C} \quad (1)$$

bu yerda: Q_k , — kompensatsiya quvvati, Q_L — liniya reaktiv quvvati.

Kompensatorning optimal qiymati kuchlanish barqarorligini ta'minlaydigan darajada tanlanadi, bunda tarmoq kuchlanishining faza diagrammasi bo'yicha o'zgarishlar minimal bo'ladi.

Vektor diagrammasi tahliliga ko'ra ko'ndalang kompensatsiyaning vektor diagrammasi kuchlanish va tok vektorlarining fazaviy bog'liqligini aks ettiradi. Kompensatsiyasiz holatda yuklama toki I kuchlanish vektori U ga nisbatan kechikkan fazada joylashadi. Kompensator ulanib, reaktiv quvvat ishlab chiqara boshlaganda, tokning fazasi kuchlanish vektoriga yaqinlashadi, ya'ni quvvat ko'effitsiyenti $\cos\varphi$ ortadi.

Kompensatsiya darajasi ortganda tok vektori bosqichma-bosqich kuchlanish bilan fazada moslashadi, bu esa fazaviy og'ishning kamayishiga, tarmoq quvvat isroflarining qisqarishiga va kuchlanish barqarorligining oshishiga olib keladi. Umuman olganda reaktiv quvvatni kompensatsiyalash bu quvvat ko'effitsiyetini oshirishga erishishdir. Kompensatsiya qurilmasini ulanib, quvvat ko'effitsienti yaxshilanganda esa fazaviy og'ish kamayadi. Natijada, elektr uzatish samaradorligi ortadi, yo'qotishlar kamayadi va tizimning statik barqarorligi ta'minlanadi. Ko'ndalang kompensatsiyalash tahlil qilishda elektr energiyasi iste'molchisi va kondensator batareyalari parallel ulangan sxemasi olinadi. Ushbu sxemani almashtirish sxemasining A tugundagi tarmoq toklari Kirxgofning birinchi qonuni bo'yich tuzilgan tenglama asosida topiladi (1-rasm). Unga ko'ra I_L tok quyidagi aniqlanadi:

$$\dot{I}_L = \dot{I}_d + \dot{I}_{KB} \quad (2)$$

bu yerda: $\dot{I}_L$, $\dot{I}_d$, $\dot{I}_{KB}$ — mos holda, tarmoq, yuklama va kondensator batareyalaridagi toklarning vektor qiymatlari.

Kirxgofning birinchi qonuniga (2) muvofiq tok vektorlarini qo'shish va vektor diagrammasini qurish 2-rasmda keltirilgan. Ko'ndalang kompensatsiyasifatida X_{kb} kondensator batareyasi ulangan tarmoq oxiridagi yuklamadan iborat tarmoq uchun vektor diagramma qurilgan. Bunda kondensator batareyasining aktiv qarshiligini hisobga olmasa ham bo'ladi. Kondensator batareyasi iste'molchi bilan parallel ulanganligi sababli φ_1 — burchak φ_2 — burchakka iste'molchining yuklanish toki I_1 qiymatdan I_2 qiymatgacha kamayadi. Bunda tarmoqdagi tokning miqdori kamayadi, ya'ni $\Delta I = I_1 - I_2$ bo'ladi. Elektr ta'minoti tizimida mavjud generatorlar va kondensator batareyalar o'rnatilgan joyidan Q_{KB} reaktiv quvvat ishlab chiqarganligi sababli elektr iste'molchilarida tok bir xil miqdorda kamayadi. Tarmoq va generatorlarda yuklama kamayganligi

sababli reaktiv quvvat isrofining aktiv va reaktiv tashkil etuvchilari ΔP_q va ΔQ_q lar kamayadi. Natijada umumiy reaktiv quvvat kondensator batareyasi Q_{KB} quvvatigacha kamayadi.

$$\Delta P = \left(\frac{Q_{KB}}{U}\right)^2 \cdot R; \quad \Delta Q = \left(\frac{Q_{KB}}{U}\right)^2 \cdot x \quad (3)$$

bu yerda: R va x –energetika tizimi iste'molchilarining aktiv va reaktiv qarshiliklari

Loyihalashtirilayotgan tarmoq uchun tanlanayotgan o'tkazgichning kesimi yuzasi quyidagicha topiladi.

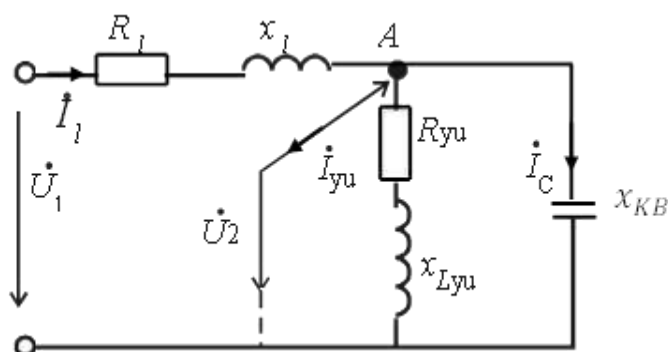
$$\Delta F = \frac{\Delta I}{j_e} \quad (4)$$

bu yerda: ΔI –tarmoq tokining kamayishi; j_e –tarmoq tokining iqtisodiy zichligi

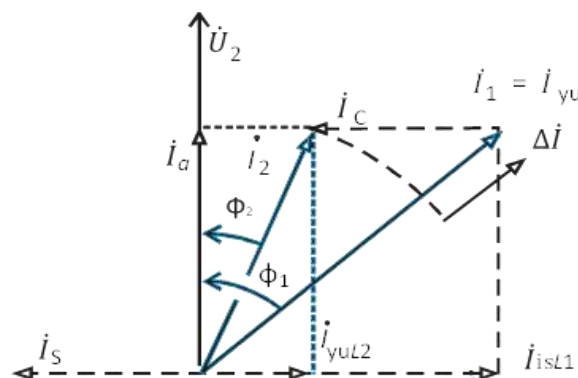
Mos holda transformatorning o'rnatilgan quvvati ham kamayadi va kondensator batareyasidagi Q_{KB} reaktiv quvvat oqimi hisobiga tarmoqdagi kuchlanish yo'qotishlari ΔU kamayadi.

$$\Delta U = \frac{P \cdot R + (Q - Q_{KB}) \cdot x}{U} \quad (5)$$

Agar kondensator batareyalarining quvvati juda yuqori bo'lsa, tok I_{bk} induktiv yuklamadagi iste'molchi I_{yu} tokidan katta bo'ladi, ya'ni $I_{bk} > I_d$. U holda φ_2 burchak noldan kichik bo'ladi va quvvat koeffitsiyenti $\cos \varphi = 1$ orqali o'tadi va quvvat sig'imning kvadrantida bo'ladi. Natijada ortiqcha kompensatsiya yuzaga keladi. Sig'im toki iste'molchidan manbaga oqib o'tadi va I_c sig'im tok ortib borishi bilan tarmoq toki I_L ortadi. Bunda C sig'imning oshirish va I_L tarmoq tokiga bog'liqligi ma'lum bir diapazondagi φ_2 burchakka mos keladi, ya'ni $\varphi_2 \geq 0$ va $\cos \varphi \leq +1$ chegarada bo'lishi tavsiya etiladi. Vektor diagrammasi 2-rasmda keltirilgan.



1-rasm. Ko'ndalang sig'imli kompensatsiya almashtirish sxemasi



2-rasm. Ko'ndalang sig'imli kompensatsiya zanjirning vektor diagrammasi

Ko'ndalang kompensatsiyani qo'llashdan oldin tabiiy quvvat koeffisientini oshirish uchun tarmoq boshlanishidagi $\cos \varphi_1$ quvvat koeffisientini tarmoq oxiridagi $\cos \varphi_2$ quvvat koeffisientini yuqori qiymatigacha oshirish kerak bo'ladi. Bunda vektor diagrammadan foydalanib zarur bo'ladigan C sig'im va kondensator batareyasining reaktiv quvvatini aniqlash imkonini beradi va I_s tok quyidagicha topiladi:

$$I_s = I_{isL1} - I_{isL2} = I_a \operatorname{tg} \varphi_1 - I_a \operatorname{tg} \varphi_2 = I_a (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2) \quad (6)$$

Bu yerdan $I_c = \frac{U}{x_{KB}} = U \omega C$ va $I_a = \frac{P}{U}$ ekanligini hisobga olib, $U \omega C = \frac{P}{U} (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2)$ hosil qilamiz.

Shuningdek,

$$\left. \begin{aligned} C &= \frac{P}{U^2 \omega} (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2) \\ &= \\ Q_{KB} &= U^2 \omega C = P (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2) \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Quvvat ko'effitsiyentini yaqinlashtirish uchun yuklama normal holatda sig'imli bo'lganda yuklamaga parallel ravishda ulangan induktorda tok I_{KB} ning sig'imli xususiyatlarini qoplash uchun ishlatiladi. Bu maxsus holatlarda, korxonalarda tarmoq yuklamai past bo'lgan davrda uzoq muddatli yuqori kuchlanishli kabel liniyalari mavjud bo'lganda va kondensaorlarning butun sig'imi faqat korxonalarning nominal yuklama soatlarida ishlaganda sodir bo'lishi mumkin. Tarmoq oxiridagi kuchlanishlar vektor diagrammasida ikki usulda ifodalanishi mumkin. Birinchisi, butun tarmoq bo'ylab ko'ndalang kompensatsiyalash tizimi bo'lmaganda; ikkinchisi - quvvat ko'effitsiyentini $\cos\varphi=1$ ga oshiradigan kompensatsiyalash imkonini mavjud bo'lganda. Elektr uzatish liniyasining oxiridagi kuchlanish U_2 va iste'molchidagi aktiv quvvatning doimiy kuchlanish qiymatlarining vektor diagrammalari 3-rasmda keltirilgan.

Diagrammaga ko'ra, uzatish tarmog'ining boshida U_1 kuchlanishining mutlaq qiymatlari va uzatish tarmog'ining oxiridagi U_2 kuchlanish, shuningdek ko'ndalang kompensatsiyalash burchakning biror bir φ qiymatdan 0 qiymatgacha o'zgarishiga olib keladi, shuning uchun kuchlanish U_1 kuchlanishdan U_2 kuchlanish kichik bo'lishi kuzatiladi.

Ko'ndalang kompensatsiya jarayoni uchun kondensator qurilmasining yuklama zanjiriga ulanish sxemasi 4-rasmda keltirilgan.

Rasmda keltirilgan sxemaning qisqichlariga sinusoidal kuchlanish beriladiganda bir fazali kondensatorning quvvati quyidagi ifoda bilan belgilanadi:

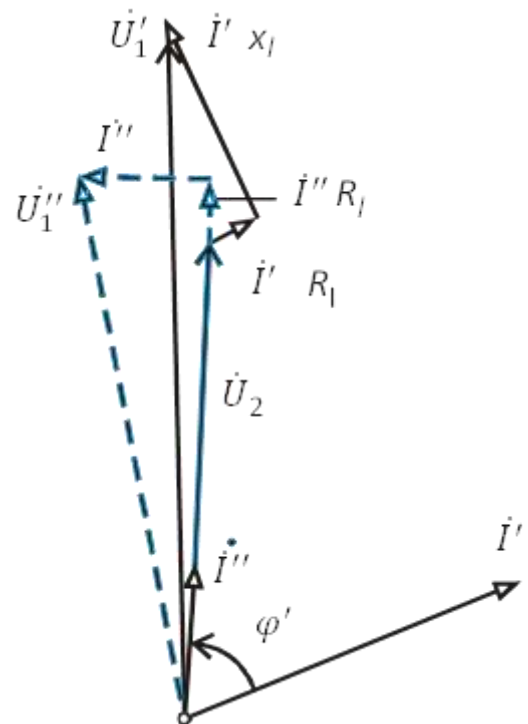
$$Q = U^2 \omega C. \quad (8)$$

Bu yerda: U – tarmoq kuchlanish; C – uch fazali kondensatorning sig'imi.

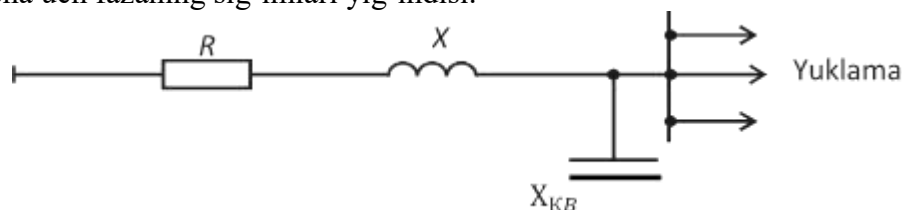
Umuman olganda uchburchak ulangan uch fazali kondensator batareyalarining quvvati ham yuqoridagidek aniqlanadi. Bunday holda, U tarmoq kuchlanish, Yulduz sxemada ulangan uch fazali kondensatorning quvvati, har uch fazaning teng sig'imiga ega, nisbati bilan aniqlanadi:

$$Q = \frac{1}{3} U^2 \omega C. \quad (9)$$

bu yerda: C -barcha uch fazaning sig'implari yig'indisi.



3-rasm. Ko'ndalang kompensatsiyali tarmoqning boshida va oxiridagi kuchlanishlari bo'yicha vektor diagrammasi



4-rasm. Ko'ndalang kompensatsiyali yuklama zanjiriga sig'imni ulash sxemasi

Qabul qilingan belgilar ko'ra reaktiv quvvat ko'effitsiyenti kompensatsiyagacha ($\tan\varphi_1 = \frac{Q}{P}$) va kompensatsiyadan keyin ($\tan\varphi_2 = \frac{Q-Q_{KB}}{P}$) ko'rinishda hisoblanadi. Shunga ko'ra $\tan\varphi_2 < \tan\varphi_1$ ekanligidan $\cos\varphi_2 > \cos\varphi_1$ bo'ladi.

Tarmoqdagi kompensatsiyagacha quvvat isrofi $\Delta P_1 = 3I^2 R = \frac{S^2}{U^2} R = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} R \quad (10)$

Компенсatsiyadan keyin

$$\Delta P_2 = \frac{P^2 + (Q - Q_{kb})^2}{U^2} R \quad (11)$$

Компенсatsiyadan keyingi elektr isroflarining kamayishi esa

$$\Delta P_1 - \Delta P_2 = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} R - \frac{P^2 + (Q - Q_{KB})^2}{U^2} R = \frac{(2Q - Q_{KB}) \cdot Q_{KB}}{U^2} R. \quad (12)$$

Компенсatsiyadan oldin elektr uzatish liniyasidagi kuchlanish pasayishi quyidagicha ifodalanishi mumkin

$$\Delta U_1 = \frac{PR + Q_1 X U_1}{U_1}, \quad (13)$$

bu yerda: R va X mos ravishda chiziq empedansining aktiv va reaktiv komponentlarini bildiradi va Q_1 kompensatsiyadan oldin reaktiv quvvatdir. Kompensatsiyani kiritgandan so'ng, reaktiv quvvat Q_2 ga kamayadi va mos keladigan kuchlanish pasayishi bo'ladi

$$\Delta U_2 = \frac{PR + Q_2 X U_2}{U_2}, \quad (14)$$

Bundan kelib chiqadiki, $Q_2 > Q_1$ dan boshlab, $\Delta U_2 > \Delta U_1$ sharti qondiriladi. Bu shuni ko'rsatadiki, reaktiv quvvat kompensatsiyasi nafaqat quvvat koeffitsientini yaxshilaydi, balki tarmoq bo'ylab kuchlanish pasayishini samarali ravishda kamaytiradi va shu bilan elektr uzatish barqarorligi va samaradorligini oshiradi. Kompensatsiyadan oldin ham, keyin ham tizimdagi kuchlanish pasayishi quyidagi shaklda ifodalanishi mumkin: $\Delta U_1 \equiv \sqrt{3} \cdot I (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$ yoki almashtirilgandan keyin quyidagicha ifodalanadi:

$$\Delta U_1 = \frac{P \cdot R + Q \cdot X}{U} \quad (15)$$

– kompensatsiyadan keyin

$$\Delta U_2 = \frac{P \cdot R + (Q - Q_{kb}) \cdot X}{U} \quad (16)$$

Kuchlanish isrofining pasayishi, shuningdek iste'molchilar oxirida kuchlanishning oshishi (10) va (11) ifodalarni hisobga olgan holda quyidagicha bo'ladi:

$$\Delta U_1 - \Delta U_2 = \frac{P \cdot R + Q \cdot X}{U} - \frac{P \cdot R + (Q - Q_{kb}) \cdot X}{U} = \frac{Q_{kb} \cdot X}{U} \quad (17)$$

Iste'molchi yuklamasining o'zgarishi tarmoqdagi kuchlanish o'zgarishiga olib keladi.

Yuqoridagi (12) ifodaga ko'ra kompensatsiyadan oldin to'liq yuklamada kuchlanish isrofi quyidagicha:

$$\Delta U_1 = \frac{P \cdot R + Q \cdot X}{U} \quad (18)$$

to'liq yuklamada bo'lganda esa

$$\Delta U'_1 = \frac{k \cdot (P \cdot R + Q \cdot X)}{U} \quad (19)$$

bu yerda: k – yuklamaning kamayishiga proporsional koeffitsient.

To'la yuklamada bo'lmagan holatdagi kuchlanish isrofini kamaytirish

$$\begin{aligned} \Delta U_1 - \Delta U'_1 &= \frac{P \cdot R + Q \cdot X}{U} - \frac{k \cdot (P \cdot R + Q \cdot X)}{U} = \\ &= (1 - k) \frac{P \cdot R + Q \cdot X}{U} = (1 - k) \Delta U_1 \end{aligned} \quad (20)$$

To'liq yuklamada kompensatsiyadan keyingi kuchlanish isrofi, (11) formula quyidagicha ifodalanadi:

$$\Delta U_2 = \frac{P \cdot R + (Q - Q_{kb}) \cdot X}{U} \quad (21)$$

To'la yuklamada bo'lmagan holatda esa

$$\Delta U'_2 = \frac{k \cdot P \cdot R + (kQ - Q_{kb}) \cdot X}{U} \quad (22)$$

Компенсация и токовая нагрузка при действии напряжения на трансформатор

$$\begin{aligned} \Delta U_2 - \Delta U'_2 &= \frac{P \cdot R + (Q - Q_{kb}) \cdot X}{U} - \frac{k \cdot P \cdot R + (kQ - Q_{kb}) \cdot X}{U} = \\ &= \frac{P \cdot R + (Q - Q_{kb}) \cdot X - k \cdot P \cdot R + (kQ - Q_{kb}) \cdot X}{U} = \\ &= \frac{PR + QX - k(PR + QX)}{U} = \frac{(1 - k)(PR + QX)}{U} = (1 - k)\Delta U_1 \end{aligned} \quad (23)$$

Ушбу (23) ifodadan kelib chiqadiki, yuklama kamayganda, kompensatsiyadan keyingi kuchlanish tebranishlari kompensatsiyadan oldingi (22) ifoda kabi bo'ladi, lekin kuchlanishning darajasi yuqori bo'ladi. Bu (21) ifodadan kelib chiqadi, chunki kuchlanish isrofining kamayishi elektr qurilmalar uchun doimiy qiymatlar bo'lgan faqat Q_{kb} va X ga bog'liq bo'lgan parametr hisoblanadi.

Xulosa. Tahlil shuni ko'rsatadiki, ko'ndalang kompensatsiya jarayonida tarmoqdagi kuchlanish darajasi o'rnatilgan kondensator batareyasining quvvatiga, o'rnatish joyiga va ulangan elementlarning reaktivligiga qarab doimiy qiymatga oshishi mumkin. Bundan tashqari, ko'ndalang kompensatsiya uzatiladigan quvvatni saqlab turganda quvvat yo'qotishlarini kamaytiradi yoki muqobil ravishda bir xil darajadagi yo'qotishlar bilan tarmoqning uzatish quvvatini oshiradi. Elektr tarmoqlaridagi reaktiv quvvatni "ishlab chiqarish" va "iste'mol qilish" dan tashqari, sig'imli va induktiv elementlarning kompensatsiya tarzda o'zaro ta'siri ham yaxshi tasdiqlangan prinsiplar asosida amalga oshiradi. Reaktiv elementlarning bu xususiyati reaktiv quvvatni kompensatsiya qilish uchun elektr ta'minoti tizimlarida keng qo'llaniladi va shu bilan birga kuchlanishning pasayishini ham, quvvat yo'qotishlarini ham kamaytiradi. Bundan kelib chiqadiki, kompensatsiyadan keyingi kuchlanishlar kompensatsiyadan oldingi kuchlanishlarga o'xshash tebranadi, ammo umumiy kuchlanish darajasi yuqoriroq. Bu kuchlanish pasayishini kamaytiradi va tarmoq ish faoliyatini yaxshilaydi.

Использованные источники

1. Ibodullayev M.I., Tovboyev A.N., Yesenbekov A.K., Nazarov A.I. Avtoparametrik tebranishlarni tahlil qilishda chastota-energiya munosabatlari // «O'zbekiston Konchilik xabarnomasi» ilmiy-texnik va ishlab chiqarish jurnali. – Navoiy, 2017. № 2. 165-167 betlar.
2. Tovboyev A.N., Norqulov A.O., Tog'ayev I.B. Uch fazali ferromagnit elementlarga ega bo'lgan uch fazali zanjirlarda subgarmonik tebranishlarning harakat tenglamasi. Ilm-fan, texnika va texnologiyalar bo'yicha ilg'or tadqiqotlar xalqaro jurnali. Hindiston, IJARSET jildiga mualliflik huquqi. 6, 10-son, 2019 yil oktyabr, 11207-11210 betlar.
3. Tovboyev A.N., Tog'ayev I.B., Nodirov G'.Y. Statistical analysis of power waste in 6-10 kV tension overhead electrical transmission lines // International Journal of Advanced Research in Science Engineering and Technology Vol. 9, Issue 11, November 2022. India, pp. 2-7.
4. Tovboyev A.N., Baynazarov G.G., Jumayev Z.I. Bo'lingan ferromagnit elementga ega bo'lgan uch fazali zanjirlarda uchinchi darajali subgarmonik tebranishlarni tahlil qilish. Ilm-fan, texnika va texnologiyalar bo'yicha ilg'or tadqiqotlar xalqaro jurnali. Hindiston, IJARSET mualliflik huquqi. Jild. 6,12-son, 2019 yil dekabr, 12229-12233-betlar.
5. Tovboyev A.N., Ibadullayev M.I., Murodov H.Sh., Narzullayev B.Sh. Yuqori kuchlanishli elektr tarmoq va tizimlarida subgarmonik ferrezonans. «Uzbekiston konchilik xabarnomasi» ilmiy-texnik va ishlab chiqarish jurnali – Navoi 2020. №4 (83). 110-113 bet
6. Tog'ayev I.B., Tursunova A.A., Eshmirzayev M.A. Monitoring of overhead power lines.// Problems and scientific solutions. Vol.6, Issue 4, 2022 Australia, Melbourne. 267-271pt.

Tovboyev Akram Nurmonovich-v.b. professor. Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti "Elektr energetikasi" kafedrası v.b. professori, Tel.: +998913097172 (c), E-mail: tovboyev70@mail.ru

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ТАЪЛИМ,
ФАН ВА ИННОВАЦИЯЛАР ВАЗИРЛИГИ
БУХОРО ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ**

**Бухоро давлат техника университети нашри
“ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР ТАРАҚҚИЁТИ”**

Илмий-техникавий журнал

2025 йил, 6-сон. ISSN 1281-8193

Журнал таҳририят компютерида саҳифаланди.

Манзил: 200117, Бухоро ш., Қ.Муртазоев кўчаси 15.

Тел: (8-365) 223-92-40, E-mail: fantt_jurnal@umail.uz

<http://journal.bstu.uz>

БУХАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Издатель: Бухарский государственный технический университет

«РАЗВИТИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»

Научно-технический журнал

Выпуск 6, 2025. ISSN 1281-8193

Отредактирована на компьютере редакции.

Адрес: 200117, г. Бухара, ул. К. Муртазаева, 15.

Тел.: (8-365) 223-92-40, E-mail: fantt_jurnal@umail.uz

<http://journal.bstu.uz>

BUKHARA STATE TECHNICAL UNIVERSITY

Publisher: Bukhara State Technical University

DEVELOPMENT OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

Scientific and Technical Journal

Issue 6, 2025. ISSN 1281-8193

Yedited on the yeditorial computer.

Address: 200117, Bukhara, K. Murtazaev Street, 15

Tel.: (8-365) 223-92-40, E-mail: fantt_jurnal@umail.uz

<http://journal.bstu.uz>