

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



1
2025



Тахририят ҳайъати раиси:
СИДДИҚОВА С.Ғ. –

Бухоро муҳандислик-технология институти ректори

Муовини:

ЮЛДАШЕВ Н.Х. –

БухМТИ 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.Қ. – иқтисод фанлари доктори (DSc) (ТКТИ)

МУХТАРОВ Н.Ш. – техника фанлари доктори (DSc) (“Ўзбекнефтогаз” АЖ)

ТУХСАНОВ Х.А. – иқтисод фанлари доктори (DSc) (“Ўзбекнефтогаз” АЖ)

МАДИЕВ Р.Х. – техника фанлари доктори (DSc) (“Шуртан ГКМ” МЧЖ)

АДИЗОВ Б.З. – техника фанлари доктори (DSc), к.и.х., ЎзРФА УНКИ

ХУРМАМАТОВ А.М. – техника фанлари доктори, профессор, ЎзРФА УНКИ

СОБИРОВА Н.К. – филология фанлари номзоди, доцент, ЎЗМУ

ҒАФУРОВ Д.О. – Бухоро МТИ ёшлар масалалари ва маънавий-маърифий ишлар бўйича биринчи проректори ф.ф.ф.д (PhD)

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

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

ШАРИПОВ М.З. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

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

НИЗОМОВ А.Б. – иқтисод фанлари доктори, профессор

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

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

ЖЎРАЕВА М.М. – филология фанлари доктори (DSc), профессор

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

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

ХАЙИТОВ Р.Р. – техника фанлари доктори (DSc), к.и.х.

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. – кимё фанлари номзоди, профессор

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

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

Бош муҳаррир:

ДЎСТОВ Ҳ.Б. – кимё фанлари доктори, профессор

Муҳаррирлар:

БАРАКАЕВА Д.Ф., ОРТИҚОВА С.Ж., ИСТАМОВА Г.Х.

Мусахҳишлар:

БОЛТАЕВА З.З., АРТИКОВА М.М.

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 муҳандислик-технология институти

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 нашрлар рўйхатига киритилган. 2019 йилда Ўзбекистон Республикаси ОАК Раёсатининг қарорлари билан қайта рўйхатдан ўтказилган.

Тахририят манзили:
200100, Бухоро шаҳри, Қ. Муртазоев кўчаси, 15-уй, Бухоро муҳандислик-технология институти
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
<https://journal.bmti.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	
Бибутов Н.С., Хожиев А.Х., Ҳабибов Ф.Ю. Балкани эгилишга синаш	4
Ataullayev Sh.N., To‘raqulova M.Q., Boboqulov F.B., Xamidov D.G‘. Neft va gaz zavodlaridan chiqayotgan mash‘ala gazlarini qayta ishlash texnologiyalasini takomillashtirish . . .	11
Xamzayev A.A., Xaydarov Sh.B., Usmonov M.Z., Niyetbaev A.D. Karyer bir cho‘michli ekskavatorlarining ish rejimlarini optimallashtirish	18
Ismailov M.A., Mannobjonov B.Z. Suv tozalash jarayonida mikroorganizmlarga ta‘sir qiluvchi asosiy faktorlar	24
Чулиев У.Х., Амонов М.Р. Разработка состава буровых растворов и изучение их реологических и эксплуатационных свойств	32
Sharibayev N.Y., Ibragimov A.T. Ipak salmog‘ini oshirish uchun ipak qurtlarini parvarishlashning zamonaviy yechimlari	35
Мухамедбаев А.А. Влажностные характеристики автоклавного газобетона	39
Jo‘rayev F.O‘., Umedova U.X., Axmedov Y.H., Mardonova S.M. Plug osti tovonini yumshatadigan chuquryumshatkich qurilmasining murakkab sirtli ishchi organining dala tajriba tadqiqotlari natijalari.	45
КИМЁ ВА КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯЛАР	
Фозилов С.Ф., Зоирова А.И., Фозилов Ҳ.С. Табиий газдан МТО (метанолдан олефин) технологияси асосида қуйи олефинар олиш	50
Atoyev E.X., Sharipova N.O‘. Adgeziya xossalarini oxirgi plazmali mustahkamlash usulidan foydalanib o‘rganish	57
Eshdavlatova G.E., Kamolov L.S. Tabiiy gazlarni nordon komponentlardan aminli tozalashda ko‘piklanish sabablari va uning intensivligiga ta‘sir etuvchi omillar	61
Умурова Ш.Ш., Амонов М.Р., Амонова М.М. Изучение текстурных характеристик бентонитовых материалов	64
Axmedova Sh.U., Axmedova O.B. Gazlarni absorbsion tozalashda samarali absorbent kompozitsiyalar yaratish	68
Ataqulova D.D. Neft-gaz-suv muhiti korroziyasida aminonitrilli (MAD tipli) ingibitorlarning samaradorligini o‘rganish	72
Bobokulova M.Sh., Xodjamkulov S.Z. Effect of various factors on the synthesis of ion-exchange membranes and IR-spectral description of their structure with a fure converter . . .	78
To‘raqulova M.Q., Boboqulov F.B., Temirov A.H. “Vodorod sulfidi saqlagan nordon gazlarni utilizatsiyalashning samarali texnologiyasini ishlab chiqish”	84
Abdukarimov M.M., Maxmudov N.N., Yodgorov N. Gazkondensat konlarini ishlatishni sa-maradorligini oshirishda organik aminlar asosidagi korroziya ingibitorining ta‘sirini tadqiq etish	91
Abdukarimov M.M., Maxmudov N.N., Yodgorov N. Magistral neft va gaz quvurlarini vodorod sulfidli korroziyasiga ingibitorlarni ta‘sirini tadqiq etish	95
Tursunova F.J., Amonov M.R. Sanoat katalizatorlari chiqindilarini qayta ishlash	99
Муҳиддинов Б.Ф., Джалилов А.Т., Исроилов О.И., Ширинов Ш.Д. Сравнительный анализ набухаемости гидрогелей синтезированных на основе карбоксиметилцеллюлозы	105
Choriyev A.U., Mirzayeva S.K., Normurodov I.O‘., Izbasarova G.Sh. 4-xlorfenilxlor-atsetat asosida nukleofil almashinish reaksiyalarini tadqiq qilish.	110

МАШИНАСОЗЛИК ВА ЭНЕРГЕТИКА

Жалилов Р.Б., Караев А.Т., Камалов У.У. Исследование модернизации котельной АО «Бухараэнергомарказ»	117
Berdiev D.M., Abdullaev B.K., Abdullaev A.X., Kuziyev G.Sh. Yeyilishbardosh qoplama qoplash jarayonining termodinamik ko'rsatkichlarini hisoblash	125
Maxmudov M.I., Timirov X.N. Oqova suvda erigan kislorodni optik usulda o'lchashning afzalliklari	131
Muzaffarov F.F. Vertikal o'qli shamol energetik qurilmasining yurgizish momentini oshirishning ilmiy-texnik tadqiqoti	135
Mirzayev Sh.M., Hakimova S.Sh., Qodirov J.R. Qovunlarni quritishda quyosh radiatsiyasi va tabiiy vakuumli dastlabki ishlov berish	145
Makhmudov M.I., Mamirov U.F., Nurov S.S. Treatment plants increasing the energy efficiency of biological by automating measurements of main technological parameters	153
Tog'ayev I.B., Abdullayev Sh.Sh. Reaktiv quvvat manbalari yordamida elektr energiyasining sifat ko'rsatkichlarini bosqichma-bosqich oshirishda tizimli tahlil olib borish	156
Сафаров А.Б., Пиримов Р.Р., Сайфиддинов Қ.Э. Муқобил энергия манбаларидан электр энергиясини олишда кичик тезликли электр генераторни лойиҳалаш ва динамик режимларини моделлаштириш	164
Kamolov J.J. Panel-nurlanishli isitish tizimini turli izolyatsiya materiallari uchun hisoblash	174
Maxmudov M.I., Sayfiyev H.O., Nurov S.S. Fotoelektrik batareyalar energetik parameterlarini monitoring qilish uchun quyosh intensivligini kuzatish qurilmasi tayyorlash	178
Tovboyev A.N., Tog'ayev I.B. Reaktiv quvvat manbalarini o'rnatish natijasida elektr energiyasining sifat ko'rsatkichlarini oshirishning baholash usullari	183
Barakayev N.R., Narziyev M.S., Talabov M.D., Jo'raqulova M.O. Inkubatsiyalash jarayonida parranda tuxumlarini o'z o'qi atrofida aylantirish uchun sarflanadigan energiyani aniqlash .	191

ИНФОРМАТИКА ВА АХБОРОТ – КОММУНИКАЦИОН ТИЗИМЛАР

Жураев З.Б., Курбонов М.У., Абдувохидов Х.Ш. Современное состояние цифровой образовательной системы высшего образования в республике Узбекистан	196
Курбанов Ж.М., Курбанова М.Ж., Холтураев Х.К. Разработка математической модели изменения структурно-механических свойств плодов и овощей в процессе сушки.	201

ОЗИҚ-ОВҚАТ САНОАТИ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ

Sharipov N.Z. Olcha danagining fizik xossalarini tadqiq qilish	207
Sabirov U.K., Oqilov A. Sut mahsulotlarini saqlashning mikroiklim parametrlarini intellektual boshqarish tizimini ishlab chiqish	211
Oltiyev A.T., Haydarova M.F. Tsukat ishlab chiqarish texnologiyasidagi an'anaviy shakar xom ashyosini, novvot ishlab chiqarish texnologiyasining qoldiq siropiga almashtirish	220
Атамуратова Т.И., Ахмедова М.Б. Способы приготовления бездрожжевого хлеба . . .	225
Хаитов Р.А., Ахмедова М.Б. Применение муки из соевого жмыха для улучшения белкового состава хлеба	229
Рахмонов К.С., Атамуратова Т.И. Антибактерицидная активность настоев из пряно-ароматического растительного сырья	233
Эрматов О.С. Қишлоқ хўжалик маҳсулотларини қайта ишлаш миницеҳи.	240
Barakayev N.R., Uzoqov Y.A., Sadullayev S.X., Xolmuradov B.B., Axmedov A.G'. Respublikamizda ekilayotgan bug'doy don navlarini tahlil etish	247
Ибрагимов Р.Р., Нарзиев М.С., Кулдошева Ф.С., Шарипов Н.З. Разработка плана эксперимента процесса стерилизации плодов и овощей	252

ТЎҚИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ

Muhammedova M.O. Boldir-tovon bo'g'imi shikastlangan oyoq panjalari uchun ortopedik poyabzal va ortezlarning konstruktiv tahlillari	259
Ataxanov A.K., Azizov I.R., Odilxonova N.O. Tiklangan tolalardan mexanik texnologiyada notoqima matolar tayyorlash imkoniyatlari	267
Muhammedova M.O. Boldir-tovon bo'g'imidagi shikastlanishlarda tadqiqotchilar tomonidan taklif etilgan ortopedik yechimlar tahlili.	272
Do'stova F.X. Tikuv mashinasining taklif etilgan friksion muftasi konstruksiyasi vazifasi va ish tamoyillari.	275
Мардонов С.Э. Определение уработки нитей ворсовой основы при формировании коврового изделия.	279
Бebutova H.H. Ёзги махсус кийимларни тайёрлашда қўлланиладиган талабларни шакллантириш	284
Kurbanov F.A., Zarifova M.B. Jin arra tishlari ishchi yuzasiga ta'sir qiluvchi kuchlar	290
Хамроева М.Ф., Мухамеджанова С.Ф., Туйчиев Т.О. Турли конструкциядаги козиқчали-планкали барабанларнинг ифлосликларни ажралиш жараёнига таъсири . . .	293
Парпиев А., Наврузов Н., Ахмедов К., Якубов К. Ишчи камерадаги пахтанинг дастлабки оқим ҳаракати динамикаси.	299
Ibrohimov I., Obidov A. Takomillashtirilgan toshtutgich kamerasida harakatlanayotgan paxta bo'lakchasining shikastlanish holatini tadqiq qilish.	303
Хамроева М.Ф., Мухамеджанова С.Ф., Туйчиев Т.О. Турли конструкциядаги козиқчали-планкали барабанларнинг тозалаш самарадорлигига таъсири	310
Турдиев Б.Э., Росулов Р.Х., Райимкулов Ж.К., Пардаев Б.Ч. Пахта чигити элеваторида тасмали лентанинг тажрибавий изланишлари.	315
Жуманиязов Қ., Саломов А. Пневмомеханик йигирув жараёнини такомиллаштирилган самарали технологиясини ишлаб чиқаришга қаратилган илмий тадқиқот ишлари таҳлили	319
Muhammedova M.O., Barnoyev B.E. Xromlangan charm tarkibini tahlil qilish va charm chiqindilarini qayta ishlash usullari	328
АНИҚ ВА ИЖТИМОИЙ-ИҚТИСОДИЙ ФАНЛАР	
Мустақимова Қ.С. Александр Сергеевич Пушкин ва ўзбек адабиёти	333
Цай И.К. Непрерывное образование библиотечных специалистов Республики Узбекистан	336
Mirzayev Sh.R., Eshchanov Sh.A. Issiq-quruq iqlim sharoitida sanoat usullaridan foydalgan holda o'rta qavatli turar-joy binolarini loyihalashning tamoyillari: Buxoro shahri misolida	343
Xasanova S.Q. Fe'l nisbatlari tarjimai muammolari va yechimlari	348

- Science Engineering and Technology Vol. 9, Issue 11, November 2022. India, pp. 2-7.
4. Savina N.V., Myasoedov Yu.V. Tarqatish elektr tarmoqlarining ishlashida elektr energiyasini yo'qotish bo'yicha tizimli tadqiqotlar // IrGTU Vestnik. 2012. № 1 (60).142–148 bet.
 5. Mavlonov J A., Mardonov D.Sh. “Rudani yanchuvchi tegirmonlarni elektr energiya samaradorligini oshirish usullari” // Konchilik xabarnomasi. Ilmiy texnik va ishlab chiqarish jurnali. – Navoiy, 2022. № 3.102-104 bet.
 6. Tovboyev A.N., Baynazarov G.G., Jumayev Z.I. Bo'lingan ferromagnit elementga ega bo'lgan uch fazali zanjirlarda uchinchi darajali subarmonik 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.
 7. 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
 8. 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.

Tog'ayev Islom Bekpo'lat o'g'li – assistent. Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti “Elektr energetikasi” kafedrasida assistenti Tel.: +998977966636 (c), E-mail: togayev.islom@mail.ru

Abdullayev Shuxrat shodmonovich – assistent. Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti “Elektr energetikasi” kafedrasida assistenti Tel.: +998914492618 (c), E-mail: shuxrat.shodmonovich@gmail.com

МУҚОБИЛ ЭНЕРГИЯ МАНБАЛАРИДАН ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСИНИ ОЛИШДА КИЧИК ТЕЗЛИКЛИ ЭЛЕКТР ГЕНЕРАТОРНИ ЛОЙИХАЛАШ ВА ДИНАМИК РЕЖИМЛАРИНИ МОДЕЛЛАШТИРИШ

Сафаров А.Б., Пиримов Р.Р., Сайфиддинов Қ.Э.

Бухоро муҳандислик-технология институти.

Аннотация. Мақолада жаҳонда ва республикада қайта тикланувчан энергия манбаларидан фойдаланиш ҳозирги ҳолати ва ривожланиш истиқболлари, кучсиз оқимларда шамол ва микроГЭС қурилмаларининг барқарор ишлашини таъминлашда самарадор электр генераторларни танлаш бўйича маълумотлар келтирилган. Электр генераторни лойиҳалашда Solidworks, имитацион модел ва динамик режимларини назарий тадқиқ этишда Matlab/Simulink тизимларидан фойдаланилган.

Таянч сўзлар: электр генератор; электромагнит момент; магнит майдон; статор чулғамларини юлдузча ва учбурчак улаш; динамик модел; электромагнит қувват; электромеханик момент.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ НИЗКОСКОРОСТНОГО ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРА ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ОТ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Сафаров А.Б., Пиримов Р.Р., Сайфиддинов Қ.Э.

Бухарский инженерно-технологический институт.

Аннотация. В статье представлена информация о современном состоянии и перспективах развития использования возобновляемых источников энергии в мире и в нашей стране, выборе эффективных электрогенераторов для обеспечения устойчивой работы ветровых и микрогидроэлектростанций на слабых течениях. При проектировании электрогенератора использовался Solidworks, а при теоретическом исследовании имитационных моделей и динамических режимов использовались системы Matlab/Simulink.

Ключевые слова: электрический генератор; электромагнитный момент; магнитное поле; соединение катушек статора звездой и треугольником; динамическая модель; электромагнитная сила; электромеханический крутящий момент.

DESIGN AND MODELING OF DYNAMIC MODES OF A LOW-SPEED ELECTRICAL GENERATOR WHEN RECEIVING ELECTRICITY FROM ALTERNATIVE ENERGY SOURCES

Safarov A.B., Pirimov R.R., Sayfiddinov K.E.

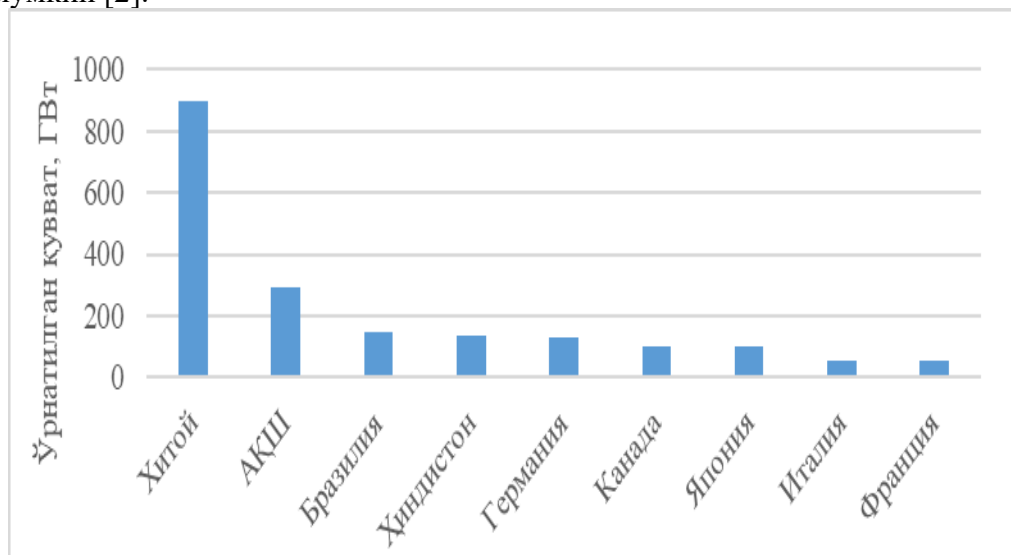
Bukhara engineering-technological institute.

Abstract. The article provides information on the current state and development prospects of the use of renewable energy sources in the world and in our country, the selection of efficient electric generators for the stable operation of wind and micro-hydroelectric power plants in weak currents. Solidworks was used in the design of the electric generator, and Matlab/Simulink systems were used in the theoretical study of simulation models and dynamic modes.

Key words: electric generator; electromagnetic torque; magnetic field; star and delta connection of stator coils; dynamic model; electromagnetic force; electromechanical torque.

Жаҳонда энергетика хавфсизлиги, ёқилғи энергетик ресурсларни тежаш ва атроф-муҳит муҳофазаси билан боғлиқ муаммоларни барқарорлаштиришда қайта тикланадиган энергия манбаларидан фойдаланишда алоҳида эътибор берилмоқда. Қайта тикланадиган энергия манбалари экологик тоза ва битмас-туганмас бўлганлиги сабабли ушбу энергия манбаларидан самарали фойдаланиш ривожланиб бормоқда. Жаҳон миқёсида 2021 йилдан 2030 йилгача бўлган даврда иссиқхона газлари ва чиқиндиларни камида 40% га камайтириш, қайта тикланадиган энергия манбаларидан фойдаланиш улушини 32% га, энергия самарадорлигини 32,5% га ошириш режалаштирилганлигини ҳисобга олсак [1], энергия узлуксизлиги ва ишончлилигини оширадиган шамол энергетик қурилмаларни амалиётга жорий этишни тақозо этмоқда.

Ҳозирги кунда қайта тикланадиган энергия манбаларидан фойдаланиш бўйича жаҳонда Хитой, АҚШ, Бразилия, Ҳиндистон ва Германия давлатлари етакчилик қиляпти. 2020 йилда қайта тикланадиган энергия манбаларидан фойдаланиш кўрсаткичлари 1-расмда келтирилган. Бунда энг катта қувват 895 ГВт Хитой давлати ҳиссасига тўғри келишини кўришимиз мумкин [2].



1-расм. Жаҳонда қайта тикланадиган энергия манбаларидан фойдаланиш кўрсаткичлари

Жаҳонда автоном электр энергияси истеъмолчилари учун мўлжалланган паст босимли сув ва кучсиз шамол оқимларда самарадор ишловчи энергетик қурилмаларини ишлаб чиқаришга катта эътибор қаратилмоқда. Ушбу муқобил энергетик қурилмаларни кучсиз оқимларда барқарор ишлашини таъминлашда қурилмага қўлланиладиган электр генераторларини тўғри танлаш керак ёки кучсиз оқимларининг ўзгариш тезлиги, ишлаб чиқилаётган муқобил энергетик қурилмаларнинг конструктив ўлчамлари параметрларига мослаштирилган янги турдаги электр генераторлардан фойдаланиш лозим. Шамол ҳамда сув

энергиясидан фойдаланиб электр энергиясини ишлаб чиқаришга мўлжалланган, кичик тезликли электр генератор қурилмаларни яратишнинг илмий-техник ечимларни ишлаб чиқиш ва тадқиқ этиш билан жорижда F.G.Rossow, J.F.Gieras, A.Parviainen, A.Kallaste, S.K.Reddy, K.C.Latoufis, V.Kaliyev, A.R.Dehghanzadeh, M.Eldoromi, S.A.Kim, J.C.Kappatou, T.T.Hlaing, M.R.Minaz, B.O.Omijeh, N.Taran, S.S.Laxminarayan, W.Wang, J.H.Kim, P.O.Akello, Y.K.Yadav шуғулланишган. Мазкур тадқиқот ишларида кичик айланиш тезликли электр генераторларнинг турли конструкциялари ишлаб чиқилиб, асосан, генераторларнинг статори кўзгалмас ротори кўзгалувчан ҳолатда тадқиқ қилиниб натижалар олинган. Ушбу генераторларни кичик айланиш тезликларда ишлаш самарадорлигини оширишнинг илмий асосларини ишлаб чиқиш бўйича тадқиқотлар давом этмоқда.

Республикамиз энергетика тармоқларида қайта тикланадиган энергия манабалиридан фойдаланиш имкониятларини кенгайтириш, энергия тежамкор технологиялар асосида такомиллашган қайта тикланадиган энергия манабалари қурилмаларини ишлаб чиқиш юзасидан кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилиб, муайян натижаларга эришилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан, «...қайта тикланувчи энергия манбаларидан фойдаланишни кенгайтириш, ишлаб чиқаришнинг энергия сиғимини қисқартириш, қайта тикланувчи энергия манбаларини ривожлантириш соҳасида инновация технологияларини, илмий-техникавий ишланмаларни жорий этиш ва энергия самарадорлигини ошириш...» [3] бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган.

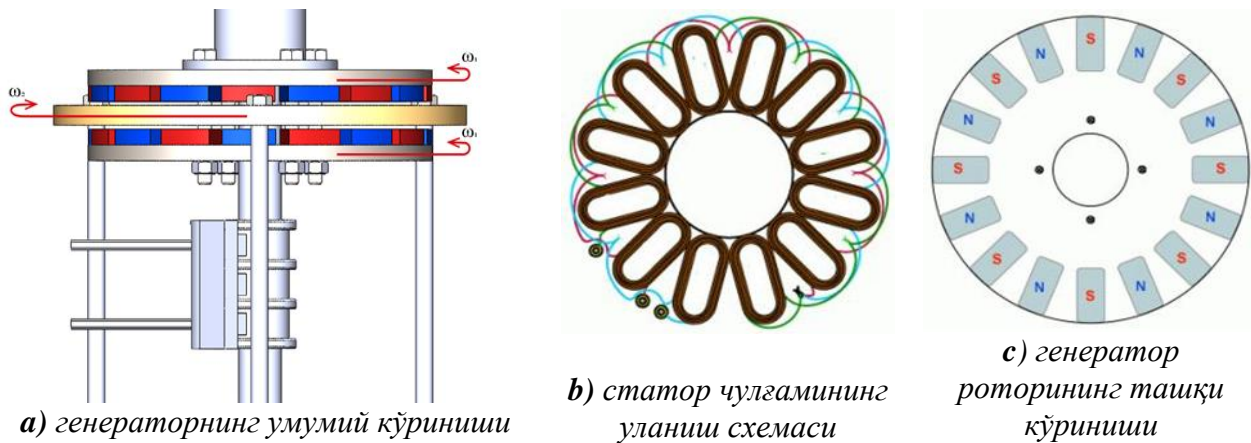
Минтақамизнинг энергетика хавфсизлиги муаммолари мавжуд ҳудудларида қайта тикланадиган энергия манбаларидан шамол ва сув энергиясидан фойдаланишни ривожлантириш муҳим аҳамият касб этмоқда [4]. Марказлашган энергия таъминотидан узоқда жойлашган автоном электр энергияси истеъмолчилари учун минтақамизнинг иқлимий шароитларига мослаштирилган шамол ва микроГЭС энергетик қурилмаларини ишлаб чиқиш ҳамда жорий этиш орқали ушбу ҳудудлардаги ижтимоий, иқтисодий соҳаларни ривожлантиришимиз мумкин.

Илмий тадқиқот ишининг вазифалари:

- паст босимли сув ва кучсиз шамол оқимларида барқарор ишловчи вертикал ўқли электрогенераторнинг конструкциясини Solidworks пакетида лойиҳалаш;
- кучсиз оқимларда ишлаш самарадорлигини оширишда статор ва ротори бир-бирига нисбатан тескари айлантирилган ҳол учун тадқиқотлар ўқтазиш;
- электр генераторнинг Matlab/Simulink пакетида имитацион моделини куриш ва таҳлил қилиш;
- электр генераторнинг тажриба қурилмасини ишлаб чиқиш ва синовдан ўтказиш;
- турли айланиш тезликларда генераторнинг чиқиш параметрларининг имитацион модели ва тажриба-синов натижаларини солиштириш.

Электр генераторни лойиҳалаш ва моделлаштириш. Кучсиз оқимларда шамол ва микроГЭС энергетик қурилмаларини ишлаш самарадорлигини оширишда ушбу қурилмаларда қўлланиладиган электр генераторларни тўғри танланиши лозим. Ҳозирги кунда шамол ва микроГЭС энергетик қурилмаларига уч турдаги электр генераторлар қўлланилиб келиняпти. Булар ўзгармас ток генераторлари, асинхрон генераторлар, синхрон генераторлар. Кичик қувватли шамол ва микроГЭС энергетик қурилмаларида, асосан, кўп кутбли доимий магнитлардан ташкил топган электр генераторлардан фойдаланиш бошқа турдаги генераторларга нисбатан конструкциясининг соддалиги ва кичик тезликларда ишлаш самарадорлиги юқорилиги билан устундир.

2-расм (а) да электр генераторни 3d кўриниши, (б) да генератор статор чулғамининг уланиш усули, (с) генератор роторида магнитларни жойлашуви кўрсатилган. Бунда статор ҳар бир фазасида 4 та чулғами мавжуд бўлиб, уч фазали юлдузча усулида уланган. Электр генератор роторида 16 жуфт кутбли доимий магнитлар ўрнатилган [5].



2-расм. Электр генераторнинг тузилиши

1-жадвалда ишлаб чиқариладиган статор ва ротори тескари айланадиган электр генераторнинг техник параметрлари келтирилган. Ушбу турдаги электр генераторлар ҳозирги кунда паст оқимларда ишлайдиган шамол ва микроГЭС қурилмаларида қўлланилиб келинмоқда.

1-жадвал

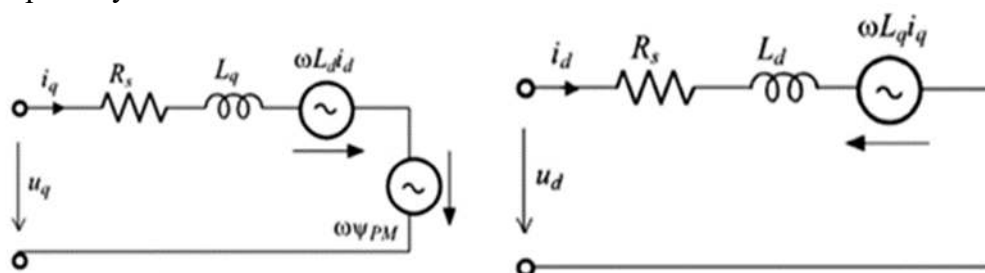
Статор ва ротори тескари айланадиган электр генераторнинг техник параметрлари

Номинал қуввати, (Вт)	600	Битта чулғамдаги ўрамлар сони	200
Чулғамлар сони	12	Чулғам симнинг (ПЭТ-15) кўндаланг кесим юзаси, мм ²	0,87
Фазалар сони	3	Ротор ташқи диаметри, мм	220
Доимий магнитларнинг жуфт кутблар сони	16	Магнит ва статор орасидаги ҳаво оралиғи кенглиги, (мм)	1,5
Мангитларнинг (NdFeB, N48) ўлчами, мм	40x1 5x10	Ротор ички диаметри, мм	80
Доимий магнитларнинг магнит майдон индукцияси, Тл	1,25- 1,3	Роторнинг materiali ва қалинлиги, мм	Пўлат 10
Доимий магнитларнинг магнит майдон кучланганлиги, kA/m	955	Доимий магнитларнинг массаси, кг (32 дона)	1,12
Статорнинг ташқи диаметри, мм	250	Роторнинг массаси, кг	3
Статорнинг ички диаметри, мм	100	Статорнинг умумий массаси, кг	2
Статор қалинлиги, (мм)	18	Чулғамларнинг уланиши	юлдузча

Энергия секторида математик моделлаштириш, ҳатто энг оддий ва кенг тарқалган қурилмалар ҳам катта харажатларни тежашга ва маҳсулот сифатини яхшилашга олиб келади. Лойиҳалаштирилган объект қанчалик мураккаб бўлса, уни ўрганиш ва яратишда моделлаштиришнинг ўрни, қоида тариқасида, шунчалик муҳимроқ бўлади.

Ҳар қандай электр машинасининг, ҳар қандай дастурий таъминот тўпламида тақдим этилиши ушбу машинани тавсифловчи тенгламалар тузиш ва ҳисоб-китобларни соддалаштириш учун баъзи тахминларни киритиш билан бошланади. Шундай қилиб, жараёнларни характерловчи ва ҳар қандай координата тизимига боғланган янги коэффицентлар орқали машинанинг хусусиятларини (уч фазали тизимнинг ҳар бир босқичида оқим, оқим ва кучланиш) тавсифловчи ўзгарувчиларни ифодалаб, синхрон машинанинг дифференциал тенгламаларининг даврий коэффицентлари йўқотилади.

Вертикал ўқли доимий магнитлардан ташкил топган электр генераторнинг динамик моделини моделлаштиришда d ва q ўқли эквивалент алмаштириш схемасидан фойдаланамиз. Генераторнинг динамик модели 3-расмда кўрсатилган тенгламаларни қўллаш билан соддалаштириш мумкин.



а) қ ўқи бўйича

б) d ўқи бўйича

3-расм. Генераторнинг эквивалент схемаси

Доимий магнитлардан ташкил топган синхрон генераторларда статор чулғаида вақт давомида ҳосил бўладиган кучланиш тенгламаси [6,7,8]:

$$\begin{cases} U_d = R_s i_d + L_d \frac{di_d}{dt} - \omega L_q i_q \\ U_q = R_s i_q + L_q \frac{di_q}{dt} + \omega L_d i_d + \omega \psi_{PM} \end{cases}, \quad (1)$$

Уч фазали доимий магнитлардан ташкил топган генератордан олинадиган электромагнит кувватни ҳисоблаш қуйида келтирилган ифодадан аниқланади [9,10,11]:

$$P_3 = \frac{3}{2} \omega [\psi_{PM} + (L_d - L_q) i_d] i_q, \quad (2)$$

Жуфт кутблар сони p бўлган генераторнинг электромеханик моменти қуйидаги ифода орқали аниқланади [12,13]:

$$M_3 = \frac{3}{2} p [\psi_{PM} + (L_d - L_q) i_d] i_q, \quad (3)$$

бунда ψ_{PM} – магнит оқим, Вб.

$$\psi_{PM} = \frac{\sqrt{2} E_{\phi}}{\omega}, \quad (4)$$

Электр генераторнинг статор ва ротори тескари айлангандаги электромагнит тезлик қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$\omega = p(\omega_{m1} + \omega_{m2}), \quad (5)$$

бунда p – жуфт кутблар сони, ω_{m1} ва ω_{m2} генераторнинг статор ва роторининг айланма механик тезликлари.

Генераторнинг динамик моделлаштиришдаги инерция моменти қуйидаги ифодадан аниқланади [14,15]:

$$J \frac{d\omega_m}{dt} = M_m - M_3 - k\omega_m, \quad (6)$$

бунда J – ротор массасининг инерция моменти $\text{кг} \cdot \text{м}^2$, M_m ва M_3 генераторнинг механик ва электромагнит моментлари, Н·м; k – ишқаланиш коэффициенти, ω_m – генераторнинг механик бурчак тезлиги, рад/с.

Статор чулғаи индуктивлигини ҳисоблаш [16,17]:

d ўқи ва q ўқи бўйича

$$\begin{cases} L_d = m \mu_0 \frac{1}{\pi} \cdot \left(\frac{N k_w}{p} \right)^2 \cdot \frac{(R_1^2 - R_2^2)}{g'} \cdot k_{fd} \\ L_q = m \mu_0 \frac{1}{\pi} \cdot \left(\frac{N k_w}{p} \right)^2 \cdot \frac{(R_1^2 - R_2^2)}{g_q} \cdot k_{fq} \end{cases}, \quad (7)$$

бунда N – битта чулғамдаги ўрамлар сони; R_1 – статорнинг ташқи диаметри, м; R_2 – статорнинг ички диаметри, м; p – жуфт кутблар сони; k_w – статор чулғамини тўлдириш коэффициенти; m – фазалар сони.

Доимий магнитларнинг сирт конфигурацияси учун d ва q ўқларидаги эквивалент ҳаво оралиғи қуйидаги ифодалар орқали аниқланади [18]:

$$\text{статор ўзаксиз ҳолат учун} \quad \begin{cases} g' = 2[(g + 0,5t_w) \cdot k_{\text{sat}} + \frac{h_m}{\mu_{\text{rec}}}] \\ g'_q = 2(g + 0,5t_w + h_m) \end{cases}, \quad (8)$$

Агар $\mu_{\text{rec}} \approx 1$ тенг бўлганда доимий магнитларнинг сирт конфигурацияси $k_{fq} = k_{fd} = 1$ қабул қиламиз. Унда d ва q ўқлардаги якор реакцияси индуктивлиги қуйидаги соддалаштирилган ифодага келади:

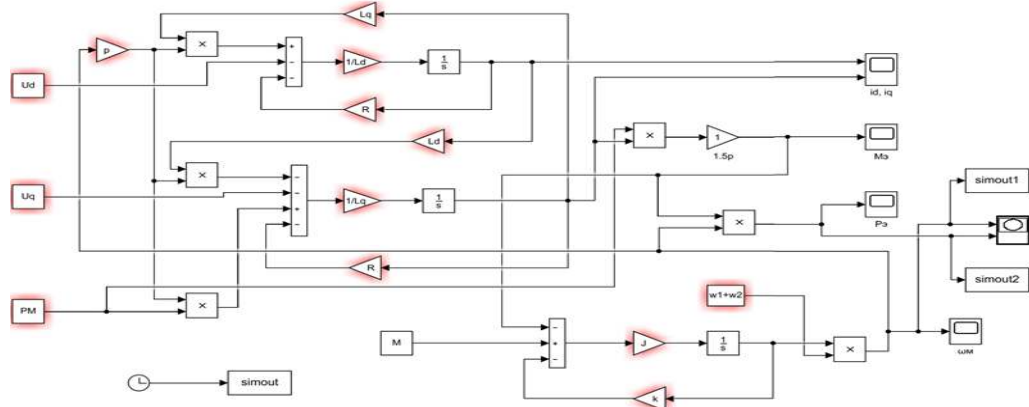
$$L_d = L_q = m\mu_0 \frac{1}{\pi} \cdot \left(\frac{Nk_w}{p}\right)^2 \cdot \frac{(R_1^2 - R_2^2)}{g'}, \quad (9)$$

Генератор чулғамларида ҳосил бўладиган ЭЮК қуйидаги боғлиқлик билан аниқланади [19,20]:

$$E_\phi = \sqrt{2}\pi f p N k_w \Phi_\phi = \sqrt{2}\pi n N k_w B_g (R_1^2 - R_2^2), \quad (10)$$

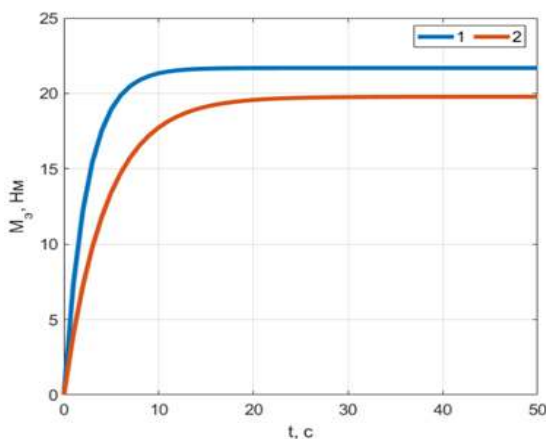
бунда Φ_ϕ – магнит оқим, Вб; B_g – магнит индукция, Тл; f – частота, 1/с.

4-расмда Matlab/Simulink пакетида статор ва ротори бир-бирига нисбатан тескари айланадиган электр генераторнинг математик модели ишлаб чиқилган. Имитацион моделда $U_d=U_q=0$ бошланғич шарт киритилади.

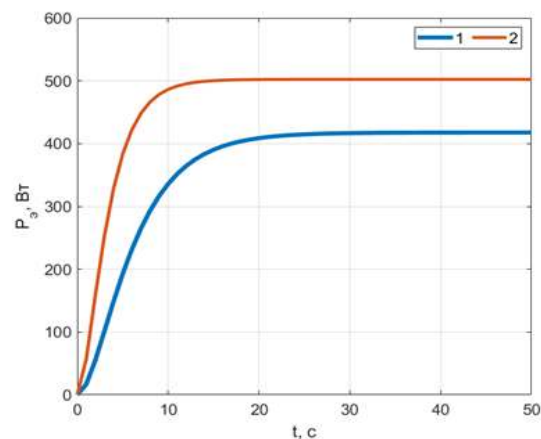


4-расм. Matlab/Simulink тизимида электр генераторнинг қўрилган имитацион модели

Натижалар. 5-расмда иккита электр генераторнинг қийматлари солиштирилган графиклари келтирилган. Бунда биринчи генератор статори қўзғалмас ротори айланган ҳол



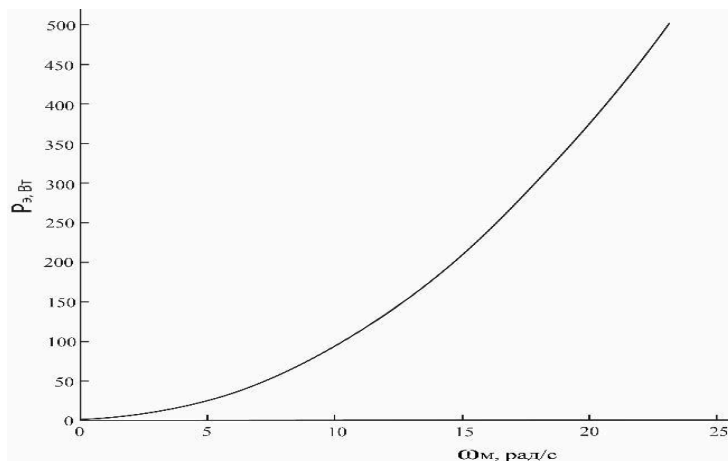
а)



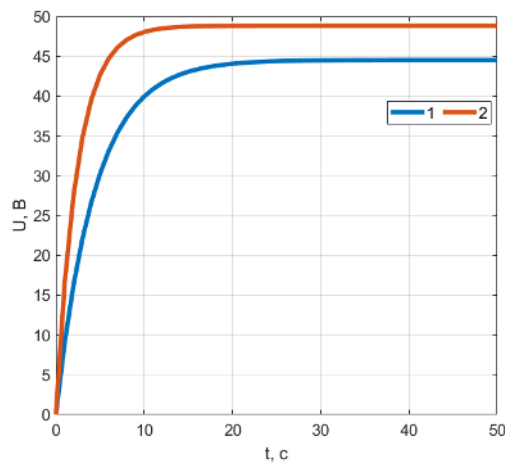
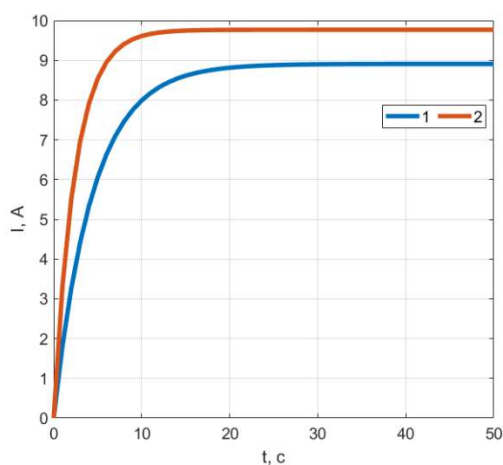
б)

5-расм. Икки турдаги электр генераторнинг динамик режимдаги қийматларининг солиштирилиш эгри чизиклари: 1 – генераторнинг статори қўзғалмас ҳолатдаги чиқиш параметрлари кўрсаткичлари; 2 – генераторнинг статори ва ротори бир-бирига нисбатан тескари айланмирилган ҳолатдаги чиқиш параметрлари кўрсаткичлари

учун, иккинчи генератор статор ва ротори тескари айланган ҳол учун чиқиш параметрлари ҳисобланиб солиштирилган. 5-расм (а) графикда юқорида келтирилган ҳолатлар учун статор чулғаида ҳосил бўладиган электромагнит моментларнинг солиштирилган қийматлари келтирилган. Бунга кўра генераторнинг статор ва ротори тескари айланганда, статорнинг салт ишлаш кучланиши генератор статори қўзғалмас ротори айланган ҳолга нисбатан 10% ошгани аниқланди. 5-расм (б) графикда иккита генераторнинг электромагнит қуввати қийматлари солиштирилган. Бунга кўра генераторнинг статор ва ротори тескари айланганда, генераторнинг электромагнит моменти ва электромагнит қуввати генератор статори қўзғалмас ротори айланган ҳолга нисбатан 20% гача ошгани аниқланди. Ушбу чиқиш параметрини ҳисоблашда (2) ифодадан фойдаланилди.



7-расм. Ишлаб чиқилган янги турдаги электр генераторнинг механик бурчак тезлиги ўзгаришининг электромагнит қувватга боғлиқлик эгри чизиги



6-расм. Икки турдаги электр генераторнинг динамик режимдаги қийматларининг солиштириш эгри чизиклари

6-расмда икки турдаги электр генераторнинг динамик режимдаги фаза токи (а) ва кучланиши (б) қийматларининг солиштириш эгри чизиклари келтирилган. Бунда кўришимиз мумкинки генераторнинг статори ва ротори бир-бирига нисбатан тескари айлантирилганда фаза кучланиши ва токининг қийматларини 10% гача ошириш имконига эга бўлар эканмиз.

7-расмда ишлаб чиқилган янги турдаги электр генераторнинг механик бурчак тезлиги ўзгаришининг электромагнит қувватга боғлиқлик эгри чизиги келтирилган. Бунда генераторнинг механик бурчак тезлиги 24 рад/с бўлганда электромагнит қувват максимал 500 Втга эришишини кўришимиз мумкин.

Тажриба тадқиқотлари. Юқорида келтирилган 1-жадвалда келтирилган маълумотлар, Solidworks лойиҳалаш пакетидаги генераторнинг констрүвтив мақбул ўлчамлари ва Matlab/Simulink пакетида моделлаштирилган натижаларга асосан статор ва ротори бир-бирига нисбатан тескари айланадиган электр генераторнинг тажриба намунаси ишлаб чиқилди.

8-расмда электр генераторнинг статор чулғамларини тайёрлаш технологиялари келтирилган. Бунда статор чулғамларини юлдузча ва учбурчак улаш имкониятлари мавжуд.



8-расм. Электр генераторнинг статор қисмини тайёрлаш ишлари

9-расмда электр генераторнинг қисмини тайёрлаш технологиялари келтирилган. Бунда генераторнинг роторида қарама-қарши қутубли доимий магнитлар тартиб асосида жойлаштирилган. Доимий магнитлар роторга шундай жойлаштирилганки бунда магнит майдон бир меъёрда максимал тарқалиши таъминланган.



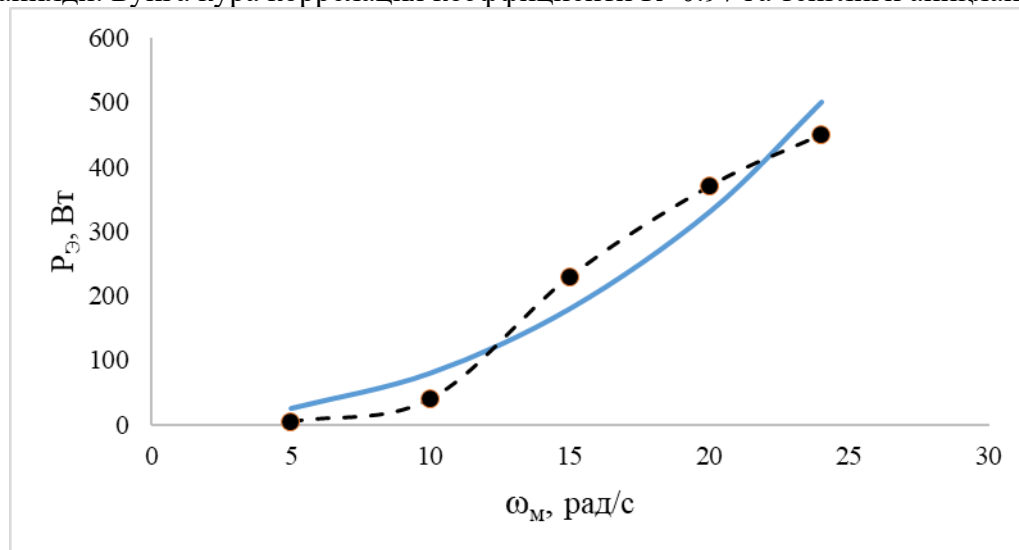
9-расм. Электр генераторнинг ротор қисмини тайёрлаш ишлари

10-расмда ишлаб чиқилган электр генератор устида ўтказилаётган тажриба-синов ишлари келтирилган. Тажриба-синов ишлари икки ҳолатда ўтказилди. Биринчи ҳолатда генераторнинг статори қўзғалмас, иккинчи ҳолатда генераторнинг статор ва ротори бири-бирига нисбатан тескари айлантирилган ҳол учун тажрибалар ўтказилди. Тажрибалар турли айланиш тезликларида олиб борилиб, натижалар ёзиб олинди.



10-расм. Ишлаб чиқилган электр генератор устида ўтказилаётган тажриба-синов ишлари

11-расмда имитацион модел ва эксперимент натижаларни солиштириш эгри чизиқлари келтирилган. Натижаларни монандлигини баҳолашда корреляцион таҳлилдан фойдаланилди. Бунга кўра корреляция коэффиценти $R=0.97$ га тенглиги аниқланди.



11-расм. Имитацион модел ва эксперимент натижаларни солиштириш эгри чизиқлари

Хулоса.

1. Жаҳонда қайта тикланувчи энергия манбаларидан фойдаланиш тадқиқотлари таҳлили экологик муаммоларни барқарорлаштириш, энергия ресурсларини тежаш, иқтисодий ва ижтимоий соҳаларни ривожланишидаги муҳим стратегик йўналишлардан бири эканлигини кўрсатди.
2. Марказлашган энергия таъминотидан узоқда жойлашган автоном электр энергияси истеъмолчиларни иқлим шароитларига мослаштирилган, кучсиз оқимларда самарадор ишловчи шамол ва микроГЭС қурилмаларидан фойдаланиш орқали узлуксиз ва ишончли электр энергияси билан таъминлаш мумкинлиги ўрганилди.
3. Шамол ва микроГЭС қурилмаларини кучсиз оқимларда ишлаш самарадорлигини оширишда кичик айланиш тезлигига эга содда конструкцияли электр генераторни лойиҳалашда Solidworks, имитацион модели ва динамик режимларини назарий тадқиқ этишда Matlab/Simulink тизимларидан фойдаланилди. Ишлаб чиқилган электр генераторнинг статор ва ротори бир-бирига нисбатан тескари айланганда, генераторнинг электромагнит моменти ва электромагнит қуввати генератор статори қўзғалмас ротори айланган ҳолга нисбатан 20% ошгани аниқланган.

Фойдаланилган адабиётлар:

1. https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_en
2. <https://www.statista.com/statistics/267233/renewable-energy-capacity-worldwide-by-country/>
3. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017-йил 7-февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони
4. Аллаев К.Р. Электроэнергетика Узбекистана и мира, Т.: «Фан ва технология», 2009 г., с.172.
5. Сафаров А.Б. Бухоро вилоятининг иқлимий шароитларига мослаштирилган самарадор шамол энергетик қурилмасини яратиш. диссертация автореферати, Қарши. 2021 й.б.44
6. Wang W., Weijun Wang., Mi H., Mao L., Zhang G., Hua Liu., Wen Y. Study and Optimal Design of a Direct-Driven Stator Coreless Axial Flux Permanent Magnet Synchronous Generator with Improved Dynamic Performance. Energies, 2018, 11(11):3162

7. Laxminarayan S.S., Singh M., Saifee A.H., Mittal A. Design, modeling and simulation of variable speed Axial Flux Permanent Magnet Wind Generator. Sustainable Energy Technologies and Assessments, Volume 19, February 2017, Pages 114-124
8. Сафаров А.Б. Разработка и анализ эффективного генератора для ветровых энергетических установок малой мощности. «Инновационные пути решения актуальных проблем развития пищевой и нефтегазохимической промышленности» материалы международной научно-практической конференции. Бухара, 2020. №3, с. 135- 137
9. Rossouw F.G. Analysis and Design of Axial Flux Permanent Magnet Wind Generator System for Direct Battery Charging Applications, dissertation, South Africa, 2009. Pp. 140
10. Kim J.H., Sarlioglu B. Preliminary design of axial flux permanent magnet machine for marine current turbine, in Proceedings of the 2013 IEEE IECON, pp. 3066-3071, November 2013.
11. Latoufis K.C., Messinis G.M., Kotsampopoulos P.C., Hatziargyriou N.D. Axial Flux Permanent Magnet Generator Design for Low Cost Manufacturing of Small Wind Turbines. Wind engineering. Volume 36, No.4, 2012. Pp 411-442
12. Садуллаев Н.Н., Сафаров А.Б. Ўзгарувчан ва кучсиз шамол оқимларида ишловчи самарадор шамол генераторини яратиш. Энергия ва ресурс тежаш муаммолари, Тошкент. 2018, 3-4, б. 228-334
13. Yadav Y.K. A Savonius Wind Turbine With Electric Generator: Model and Test, dissertation, 2016.pp.89
14. Akello P.O. Development of a low cost direct-drive permanent magnet generator for power generation in small wind turbines, dissertation, 2016. pp.153
15. Taran N. Optimum Design of Axial Flux PM Machines based on Electromagnetic 3D FEA, dissertation, 2019.pp.232
16. M. Dhifli, H. Bali, Y. Laoubi, G. Verez, Y. Amara, G. Barakat. Modeling and prototyping of axial flux permanent magnet machine for small wind turbine. International Conference on Electrical Science and Technologies (2014), pp. 1-7
17. A. Rolan, A. Luna, G. Vazquez, D. Aguilar, G. Azevedo. Modeling of a variable speed wind turbine with a permanent magnet synchronous generator. IEEE Int Symp Ind Electron (2009), pp. 734-739
18. Gieras J.F., Wang R.J., Kamper M.J., Axial flux permanent magnet brushless machines. Springer Science, Business Media (2004). Pp. 345.
19. Aydin M, Huang S, Lipo TA. Axial flux permanent magnet disc machines: a review. Research report. University of Wisconsin-Madison; 2004.
20. Antonino Di Gerlando, Gianmaria Foglia, Matteo Felice Iacchetti, Roberto Perini. Member, axial flux pm machines with concentrated armature windings: design analysis and test validation of wind energy generators. IEEE Trans Ind Electron, 58 (2011), pp. 3795-3805

Сафаров Алишер Бекмуродович – “Энергоаудит” кафедраси доценти Бухоро муҳандислик-технология институти Тел.: (+99890) 2994124, э-маил: a-safarov91@mail.ru

Пиримов Рамзиддин Рамазонович – “Энергетика” кафедраси таянч докторанти Бухоро муҳандислик-технология институти Тел.: (94) 0752950, э-маил: рамзиддинпиримов242@gmail.com

Сайфиддинов Қамариддин Элмурод ўғли – “Энергоаудит” кафедраси таянч докторанти Бухоро муҳандислик-технология институти Тел.: (+99891) 6498667, э-маил: камариддин78@mail.ru