



Asinxron generatorga aktiv – induktiv yuklama ulangandagi o'tkinchi jarayonlarda chiqish kuchlanishini barqarorlashtirilishiga doir tadqiqot natijalari

Yunus M. Bobojonov¹, Bayrambay T. Seitmuratov^{1,a)}, Talgat T. Berdanov^{1,b)}

¹ T.f.n, prof., Qoraqalpoq davlat universiteti, Nukus, 100095, O'zbekiston; <https://orcid.org/0009-0008-8272-0883>

^{1,a)} PhD, dots., Qoraqalpoq davlat universiteti, Nukus, 100095, O'zbekiston; bayrambay_bayramov@mail.ru <https://orcid.org/0009-0001-4501-5594>

^{1,b)} Assistent, Qoraqalpoq davlat universiteti, Nukus, 100095, O'zbekiston; <https://orcid.org/0009-0009-8306-9647>

Dolzarbli: Dunyo miqyosida elektr energiyaga bo'lgan talabning yildan yilga oshayotgan hozirgi davrda foydali ish koeffitsiyentlari kichik miqdorlarni tashkil etayotgan an'anaviy elektr stansiyalar ehtiyoji uchun talab etiladigan tabiiy gaz, ko'mir va neft mahsulotlari kabi energiya resurslarini yaratish, ularni tejash va atrof muhit ekologiyasiga salbiy ta'sirlarini hisobga olganda, so'nggi yillarda bunday stansiyalarning ahamiyati tushib borayotganligidan dalolat beradi. Kelajak energetikasining eng muhim yo'nalishlaridan biri hisoblangan, qayta tiklanuvchi energiya manbalari (QTEM) ning barcha turlarini O'zbekiston Respublikasi hududlariga keng miqyosda tatbiq etilishi uchun iqlim sharoiti to'la mos keladi.

Ma'lumki, bu borada Respublika Prezidenti va Vazirlar Mahkamasi tomonidan 2024-2026-yillar davomida qabul qilingan qator farmonlar va qarorlar ijrosi bo'yicha hududlardagi ishlab chiqarish korxonalarida, byudjet muassasalarida va aholi iste'molchilariga quyosh panellari o'rnatish va mikro gidro elektr stansiyalar (GES) lar qurilish ishlari jadal suratlar amalga oshirildi. Shuningdek, o'tgan yillar davomida chet ellik investorlar tomonidan yirik quvvatli shamol elektr stansiya (SHES) larini o'rnatib ishga tushirish ishlari yo'lga qo'yildi. Natijada Respublika bo'yicha an'anaviy elektr stansiyalarga bo'lgan to'la qaramlikka chek qo'yilib, issiqlik elektr stansiyalardan iste'mol qilinayotgan elektr energiya miqdorlarini kamaytirilishiga erishildi, ya'ni katta miqdorlardagi energiya resurslarini tejalishi ta'minlandi.

Tadqiqotlardan ma'lumki, SHES va GES larning o'zgaruvchan tok generator qurilmalari tarkibida sinxron generator (SG) lar, fazali va qisqa tutashirilgan rotorli asinxron generator (AG) lar qo'llaniladi. AG ning magnit o'tkazgichdagi qoldiq magnitlanish tufayli stator chulg'amlariga kondensator batareyalarini ulash orqali uning o'z-o'zidan qo'zg'alish jarayonini, hamda chiqish kuchlanishining barqarorligi kabi talablarni ta'minlash mumkin. Taklif etilgan kondensatorli qo'zg'atish usuli markazlashmagan, ya'ni avtonom elektr ta'minoti sharoitida generator qurilmasining ish rejimlarini o'zgartirishga moslashishini ta'minlash imkonini beradi. Mazkur maqolada, o'tkazilgan tajriba natijalari asosida quvvati 4 kVt bo'lgan qisqa tutashgan rotorli AG o'tkinchi jarayonlaridagi chiqish kuchlanish qiymatini aks ettirgan ossillogrammalar olindi va tahlil qilindi.

Maqsad: avtonom holatda ishlayotgan AG ning aktiv – induktiv yuklamasini ulash bilan bog'liq o'tkinchi jarayonlarda chiqish kuchlanishini barqarorlashtirish va natijalarini tahlil qilish.

Usullari: tajriba asosida elektr energetikasi tizimlarining barqarorlashgan va o'tkinchi jarayonlarini tahlil qilish usullardan foydalanildi.

Natijalar: avtonom tizimlarning quvvat manbalari konstruksiyasining soddaligi, texnik xizmat ko'rsatishning qulayligi, nisbatan kichik massa (kVA/kg) va hajmga ega bo'lishi, chiqish holat parametrlarining barqarorligi kabi talablarga javob berishi lozim. Tahlil asosida AG ni qayta tiklanuvchi energiya manbalarida foydalanish bo'yicha tegishli takliflar kiritiladi.

Kalit so'zlar: qisqa tutashgan rotorli o'z-o'zidan qo'zg'atishli AG, reaktiv quvvatni avtomatik rostlash qurilmasi.

Результаты исследований по стабилизации выходного напряжения в переходных процессах при подключении активной - индуктивной нагрузки к асинхронному генератору

Юнус М. Бобожонов¹, Байрамбай Т. Сейтмуратов^{1,a)}, Талгат Т. Берданов^{1,b)}

¹ к.т.н., проф., Каракалпакский государственный университет, Нукус, 100095, Узбекистан; <https://orcid.org/0009-0008-8272-0883>

^{1,a)} PhD, доц., Каракалпакский государственный университет, Нукус, 100095, Узбекистан; bayrambay_bayramov@mail.ru <https://orcid.org/0009-0001-4501-5594>

^{1,b)} Ассистент, Каракалпакский государственный университет, Нукус, 100095, Узбекистан; <https://orcid.org/0009-0009-8306-9647>

Актуальность: В мире, где спрос на электроэнергию растет из года в год, традиционные электростанции с низким коэффициентом использования требуют природного газа, угля и нефтепродукты, учитывая

For citation: Bobojonov Y.M., Seitmuratov B.T., Berdanov T.T. Results of research on output voltage stabilization in transient processes when connecting an active-inductive load to an asynchronous generator. Scientific and technical journal of Problems of Energy and Sources Saving, 2026, no. 2, pp. 115-120.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.21205642>

Received: 24.12.2025

Revised: 22.04.2026

Accepted: 15.06.2026

Published: 26.06.2026

Copyright: © Yunus M. Bobojonov, Bayrambay T. Seitmuratov, Talgat T. Berdanov, 2026. Submitted to Problems of Energy and Sources Saving for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

необходимость производства, сохранения и учета негативного воздействия этих энергоресурсов на окружающую среду, указывает на то, что в последние годы значение таких электростанций снижается. Климатические условия полностью благоприятны для широкомасштабного внедрения на территории Республики Узбекистан всех видов возобновляемых источников энергии (ВИЭ), которые считаются одним из важнейших направлений в энергетике будущего.

Как известно, в связи с этим на производственных предприятиях в регионах в ходе реализации ряда указов и постановлений, принятых Президентом Республики и Кабинетом Министров в 2024–2026 годах, в бюджетных учреждениях и среди бытовых потребителей ускоренными темпами проводилась установка солнечных батарей и строительство микро-ГЭС. Кроме того, за последние несколько лет иностранные инвесторы построили и ввели в эксплуатацию крупные ветровые электростанции. В результате была прекращена полная зависимость страны от традиционных электростанций и сокращено потребление электроэнергии, производимой тепловыми электростанциями, что обеспечило значительную экономию энергетических ресурсов.

Исследования показывают, что в генераторных установках ВЭС и ГЭС используются синхронные генераторы (СГ) и асинхронные генераторы (АГ) с фазовыми обмотками и короткозамкнутыми роторами. Подключение конденсаторных батарей к обмоткам статора позволяет обеспечить самозапуск АГ в магнитном проводнике благодаря его остаточной намагниченности и выполнить такие требования, как стабильность выходного напряжения. Предлагаемый метод возбуждения на основе конденсаторов является децентрализованным, что позволяет генераторному агрегату адаптировать свои режимы работы в условиях автономного энергоснабжения. В данной статье на основе результатов проведенного эксперимента получены и проанализированы осциллограммы, отражающие значения выходного напряжения в переходных процессах АГ с короткозамкнутым ротором мощностью 4 кВт.

Цель: стабилизация выходного напряжения и анализ результатов переходных процессов, связанных с подключением активной индуктивной нагрузки АГ, работающего в автономном режиме.

Методы: использовались методы анализа установившихся и переходных процессов в системах электроэнергетики на основе экспериментов.

Результаты: автономные системы должны отвечать таким требованиям, как простота конструкции источника питания, удобство технического обслуживания, относительно малая масса (кВА/кг) и объем, а также стабильность выходных параметров. На основе анализа будут внесены соответствующие предложения по использованию АГ в возобновляемых источниках энергии.

Ключевые слова: самовозбуждающийся АГ с короткозамкнутым ротором, устройство автоматической регулировки реактивной мощности.

Results of research on output voltage stabilization in transient processes when connecting an active - inductive load to an asynchronous generator

Yunus M. Bobojonov¹, Bayrambay T. Seitmuratov^{1,a)}, Talgat T. Berdanov^{1,b)}

¹ Cand. Sc., prof., Karakalpak State University, Nukus, 100095, Uzbekistan; <https://orcid.org/0009-0002-0761-0787>

^{1,a)} PhD., assoc.prof., Karakalpak State University, Nukus, 100095, Uzbekistan; bayrambay_bayramov@mail.ru <https://orcid.org/0009-0001-4501-5594>

^{1,b)} Assistant, prof., Karakalpak State University, Nukus, 100095, Uzbekistan; <https://orcid.org/0009-0009-8306-9647>

Relevance: In a world where demand for electricity is growing year on year, traditional power plants with low utilization rates require natural gas, coal, and petroleum products. Given the need to produce, conserve, and account for the negative impact of these energy resources on the environment, the importance of such power plants has declined in recent years. Climatic conditions are entirely favorable for the large-scale introduction of all types of renewable energy sources (RES) in the Republic of Uzbekistan, which are considered one of the most important areas in the energy sector of the future.

As is well known, in connection with this, manufacturing enterprises in the regions, in the course of implementing a number of decrees and resolutions adopted by the President of the Republic and the Cabinet of Ministers in 2024–2026, accelerated the installation of solar panels and the construction of micro-hydroelectric power plants in budgetary institutions and among domestic consumers. In addition, over the past few years, foreign investors have built and commissioned large wind farms. As a result, the country's complete dependence on traditional power plants has been eliminated and the consumption of electricity produced by thermal power plants has been reduced, resulting in significant energy savings.

Studies show that wind farms and hydroelectric power plants use synchronous generators (SG) and asynchronous generators (AG) with phase windings and squirrel-cage rotors. Connecting capacitor banks to the stator windings allows the AG to start automatically in the magnetic conductor due to its residual magnetization and to meet requirements such as output voltage stability. The proposed capacitor-based excitation method is decentralized, allowing the generator set to adapt its operating modes in autonomous power supply conditions. In this article, based on the results of the experiment, oscillograms reflecting the output voltage values in the transient processes of AG with a short-circuited rotor with a power of 4 kW were obtained and analyzed.

Aim: stabilization of output voltage and analysis of transient processes associated with connecting an active inductive load AG operating in autonomous mode.

Methods: methods for analyzing established and transient processes in electric power systems based on experiments were used.

Results: autonomous systems must meet requirements such as the simplicity of power supply design, ease of maintenance, relatively small mass (kVA/kg), and volume, as well as the stability of output parameters. Based on the analysis, appropriate proposals will be submitted for the use of AG in renewable energy sources.

Keywords: self-exciting short-circuited rotor AG, a device for automatic regulation of reactive power.

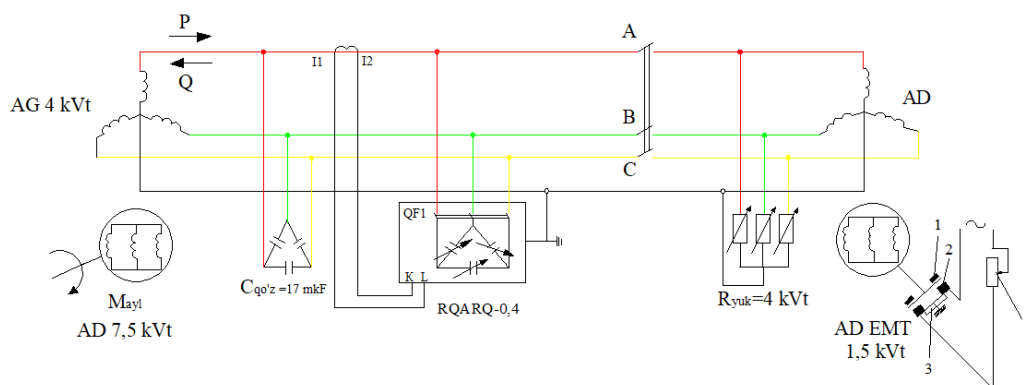
1. Kirish (Introduction)

Jahonda elektr energiyasiga bo'lgan talabning ortib borishi munosabati bilan qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish kengayib bormoqda. 2024-yilda qayta tiklanuvchi energiya manbalari dunyoda ishlab chiqarilgan elektr energiyasining 33,5 foizini tashkil etdi, shundan 8,6 foizi shamol elektr stansiyalariga to'g'ri keladi. Markazlashgan elektr ta'minotidan uzoqda joylashgan kichik quvvatli avtonom iste'molchilarni ta'minlash birinchi navbatda shamol energiyasi manbalaridan foydalanishga bog'liq. Taxminiy hisob-kitoblarga ko'ra, Qoraqalpog'istonda shamol energiyasidan foydalanish uchun eng qulay hududlar Qo'ng'iro't tumanlari: Bu hududda 1 GVt (1 000 MVt) quvvatga ega SHES qurilishi rejalashtirilgan. Ushbu loyiha Xitoyning "Sany Renewable" kompaniyasi tomonidan amalga oshirilmoqda. Beruniy va Qorao'zak tumanlari: Bu tumanlarda 200 MVt quvvatga ega SHES qurilishi rejalashtirilgan. Ushbu loyiha Saudiya Arabistonining "ACWA Power" kompaniyasi bilan hamkorlikda amalga oshirilmoqda. Qo'ng'iro't tumanida shamolning o'rtacha yillik tezligi taxminan 5–7 m/s ni tashkil etadi. Ayrim hududlarda bu ko'rsatkich 8–10 m/s gacha yetishi mumkin. Bu tezliklar shamol energetikasi uchun qulay sharoit yaratadi, chunki shamol turbinalarining samarali ishlashi uchun o'rtacha tezlik kamida 6 m/s bo'lishi tavsiya etiladi. Qorao'zak tumanida shamolning o'rtacha tezligi 5,0 dan 7,0 m/s gacha o'zgaradi. Bu hududda SHES qurish uchun istiqbolli sharoit mavjud. O'tkazilgan nazariy va amaliy tadqiqotlardan, mazkur stansiyalarda o'z-o'zidan qo'zg'atishli, qisqa tutashgan rotorli asinxron generatorlardan foydalanish boshqa turdagi generatorlarga qaraganda texnik va iqtisodiy, hamda xizmat ko'rsatilishi bo'yicha qator afzalliklarga ega ekanligi ma'lum bo'ldi [1].

2. Usullar va natijalar (Methods and materials)

Quyidagi sxema (1- rasm) bo'yicha, avtomatik rostlash qurilmasidan foydalangan holda, aktiv - induktiv yuklamalarda AG ning chiqishidagi kuchlanishni o'zgarasligini ta'minlash tajribasi o'tkazildi.

Sxemadagi 5-element: AG iste'mol qiladigan reaktiv quvvatni kontaktorlar va mikroprotsessordan iborat avtomatik rostlovchi qurilmaning asosiy rostlovchi bloki (PFR-12 power factor relay -12) bo'lib xizmat qiladi. Qurilma mavjud kondensatorlar batareyalari sig'irlarini kontaktorlar yordamida avtomatik rostlash hisobiga AG ning turli yuklamalarida uning chiqish kuchlanishini nominal kuchlanish darajasida o'zgarasdan qolishini ta'minlaydi.



1-rasm. Asinxron generatorning turli yuklamasida chiqishidagi kuchlanishni o'zgarasligini ta'minlovchi avtomatik rostlash sxemasi: 1-po'lat o'zak, 2-chulg'am, 3-qo'zg'almas disk, 4-reostat, 5-kontaktorlar va mikroprotsessordan iborat avtomatik rostlovchi qurilma boshqaruv elementi.

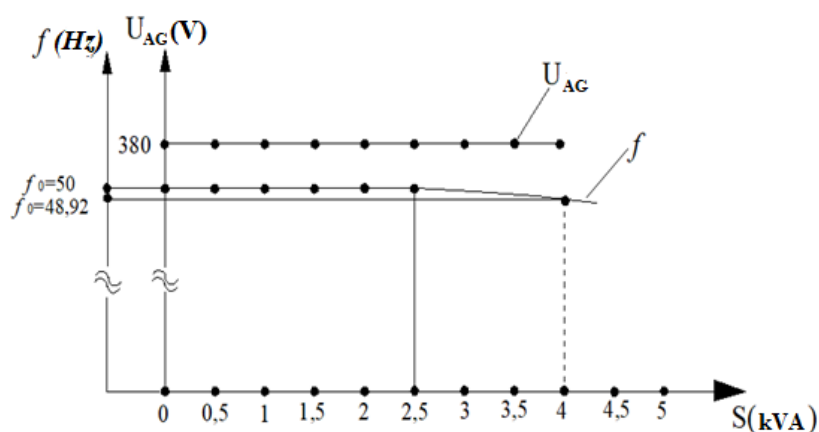
Fig.1. Automatic regulation scheme that ensures the unchanging output voltage of the asynchronous generator under various loads: 1-steel core, 2-winding, 3-fixed disk, 4-reostat, 5-control element of the automatic control system consisting of contactors and microprocessor.

Qaralayotgan, AG bilan bog'liq mazkur ilmiy tadqiqotda, AG ning yuklanish holatlaridagi chiqish kuchlanishining o'zgarishlarini reaktiv quvvatni avtomatik rostlash qurilmasi (RQARQ) tatbiq qilgan holda rostlanishiga erishildi, ya'ni RQARQ ning kuchlanish kanali qo'llanildi [2].

AG ga ulangan yuklama miqdoriga qarab, mikroprotssessor tezlik bilan AG kuchlanishini nominal qiymatlarda barqaror saqlab turilishini ta'minlovchi zaruriy kondensator sig'imini aniqlaydi va kondensator batareyalaridan tegishli bittasini avtomatik ulash uchun ishga tushirgich (kontaktor)ga komanda beradi. Har qanday ortib boruvchi yuklama uchun, shunga o'xshash tarzda kondensator batareyalarini avtomatik ravishda ketma-ket ishga tushirilishi ta'minlanadi [3].

AG ni qo'zg'atishda, miqdor va xarakter jihatidan turli yuklamalarni qo'shish vaqtidagi o'tkinchi kuchlanish qiymatining o'zgarishini qayd etish jarayonlari "UTD1000L" rusumidagi ossillografdan foydalanildi.

So'ngra AG chiqishiga kontaktorlar va mikroprotssessordan iborat avtomatik rostlovchi qurilmani ulanib, chiqish kuchlanishi va chastotasini aktiv - induktiv yuklamaga bog'lanishiga doir tajriba o'tkazildi. Ushbu tajribaga doir bog'lanish grafigi 2 - rasmda keltirilgan.



2-rasm. RQARQ ga ega AG chiqish kuchlanishi va chastotasining aralash (aktiv va induktiv) xarakterdagi yuklamaga bog'liq grafigi.

Fig.2. Graph of the dependence of the output voltage and frequency of an AG with an ARPRD on a load of a mixed (active and inductive) nature.

2-rasmda, AG chiqishiga ulangan, 4 kVA gacha ortib boruvchi yuklamada kontaktorlar va mikroprotssessordan iborat avtomatik rostlovchi qurilma hisobiga, oldingi tajribadagidek, chiqish kuchlanishining o'zgarishsiz, shuningdek 2,5 kVA yuklamagacha $f = 50$ Hz miqdorida saqlanishi ma'lum bo'ldi. AG ning yuklamasi 4 kVA ga yetganda $f = 48,92$ Hz ni tashkil etdi.

Bundan, AG ning teng miqdorlardagi aktiv va aralash xarakterdagi yuklamalarida, aktiv yuklamaga qaraganda aralash yuklamalarda chastotaning oz miqdorda kamayishi kuzatilishi ma'lum bo'ldi [4].

3- rasmda, kontaktorlar va mikroprotssessordan iborat avtomatik rostlovchi qurilmaga ega AG ning chiqishiga 1,5 kVt quvvatli asinxron dvigatel (AD) va 3,9 kVt aktiv yuklamadan iborat aralash xarakterdagi yuklamani ketma-ket ulash bilan o'tkazildi. AD yuklamasi uning rotoriga ulangan elektromagnit tormoz (EMT) yordamida oshirilib borildi.

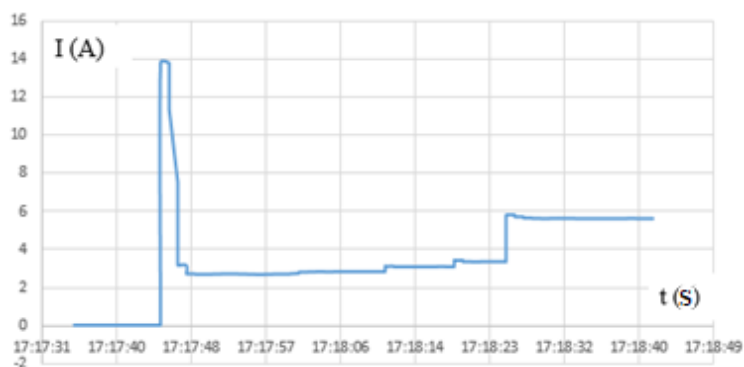
Ossillogrammadan, AG chiqishiga 1,5 kVt li AD va 3 kVt quvvatli yuklama ulangan holatlarida, AD ning ishga tushirish toki va nisbatan katta yuklama hisobiga fazaviy kuchlanishning, dastlab, 4 sek davomida 196 V ga, so'ngra 2 sek davomida 207 V gacha kamayishi sodir bo'ldi va kontaktorlar va mikroprotssessordan iborat avtomatik rostlovchi qurilma hisobiga, kuchlanishning yana nominal qiymatiga qayta tiklanishi ma'lum bo'ldi [5].



3-rasm. RQARQ dan tashkil topgan avtomatik rostlash qurilmasiga ega AG ga 1,5 kVt li AD, 0,45 kVt, 0,9 kVt va 3 kVt li aralash yuklamalar ketma-ket ulanganda chiqish kuchlanishi o'zgarishining ossillogrammasi.

Fig.3. Oscillogram of the change in output voltage when a 1,5 kW AD, 0,45 kW, 0,9 kW, and 3 kW mixed loads are connected in series to an AG with an automatic regulation device consisting of an ARPRD.

3-rasmdan, AG chiqishiga 1,5 kVt li AD va 3 kVt quvvatli yuklama ulangan holatlarida, AD ning ishga tushirish toki va nisbatan katta yuklama hisobiga fazaviy kuchlanishning, dastlab, 4 sek davomida 196 V ga, so'ngra 2 sek davomida 207 V gacha kamayishi sodir bo'ldi va kontaktorlar va mikroprotsessordan iborat avtomatik rostlovchi qurilma hisobiga, kuchlanishning yana nominal qiymatiga qayta tiklanishi ma'lum bo'ldi [6].



4-rasm. RQARQ dan iborat avtomatik rostlovchi qurilmaga ega bo'lgan AG ga 1,5 kVt li AD, 0,45 kVt, 0,9 kVt va 3 kVt li yuklamalar ketma-ket ulanganida chiqish toki o'zgarishi ossillogrammasi.

Fig.4. Oscillogram of the change in output current when loads with an active power of 0,45 kW, 0,9 kW, and 3 kW are connected in series to an AG with an automatic regulation device consisting of an ARPRD.

4-rasmda nominal kuchlanishda qo'zg'atilgan, biroq kontaktorlar va mikroprotsessordan iborat avtomatik rostlovchi qurilma ega bo'lmagan AG ning chiqishiga oshib boruvchi yuklamalar ulanganida generator tokining ortishi tasvirlangan. Tajriba davomida tok o'zgarishining ossillogrammasini qayd etishda aktiv qarshiligi $R = 1 \text{ Om}$ bo'lgan shuntidan foydalanildi.

Yuqoridagilardan, AG ning chiqishiga aktiv va induktiv yuklama va turli yuklamali AD ulanganda ham chiquvchi kuchlanishning barqaror qolishining sababi, ular tomonidan talab etiladigan reaktiv quvvatning AG dan emas, balki ishchi kondensatordan uzatilishini ko'rsatadi [7].

3. Natijalar va muhokama (Methods and materials and discussion)

Sanoatda ishlab chiqarilishi keng yo'lga qo'yilgan, kichik o'lchamlardagi turli sig'imli, arzon kondensatorlar batareyalaridan foydalanilgan holda, yig'ilgan RQARQ dan AG chiqish kuchlanish rostlagichi sifatida tatbiq qilinishi, kontaktorlar va mikroprotsessordan iborat avtomatik rostlovchi qurilma yordamida qisqa tutashgan an'anaviy rotorli AG ning har qanday yuklamasida ham chiqish kuchlanishini nominal kuchlanish miqdorida o'zgarishsiz qolishi ta'minlandi [8].

4. Xulosa (Conclusion)

Xulosa shuki, sig'imi avtomatik rostlanuvchi kondensatorlar majmuasidan iborat RQARQ hisobiga AG yuklamasi miqdorlari har qanday o'zgarganida ham AG chiqishidagi kuchlanish miqdorining barqaror, nominal miqdorlarda o'zgarmasdan qolishi ta'minlanadi.

Dunyo mamlakatlari QTEM iga o'tishda davom etar ekan, qisqa tutashgan rotorli AG larni shamol elektr stansiyalariga tatbiq etishga doir o'tkazilgan nazariy va amaliy tadqiqotlar natijalari, elektr energiya ishlab chiqarishga qisqa tutashgan rotorli AG larni joriy etish, kelajakda iste'molchilarni barqaror va ishonchli elektr energiya bilan ta'minlashdagi istiqbolli yo'nalishlardan biri ekanligini namoyon etadi. Mamlakatimiz miqyosida SHES larni keng tatbiq qilish orqali elektr energiya ishlab chiqarilishini joriy etish maqsadida ushbu sohaga salmoqli investitsiyalar kiritilishi - kelajakda samarali va ekologik jihatdan toza energiya manbai yaratilishiga imkoniyat yaratadi.



ADABIYOTLAR

1. Y.M. Bobojonov, K. M. Reymov, B.T. Seytmuratov, K. Serjanov. Improving the technical and economic performance of autonomous electrical installations by using asynchronous generators. AIP Conf. Proc.3331, 070005 (2025), 070005-1- 070005-7. <https://doi.org/10.1063/5.0308108>.
2. Y Bobojonov, K. M. Reymov, B Seytmuratov. Analysis of changes in the operating parameters of an autonomously operating asynchronous generator based on a simulation model. AIP Conf. Proc.3331, 070009 (2025). 070009-1-070009-5 <https://doi.org/10.1063/5.0306159>.
3. Y Bobojonov, K. M. Reymov, B Seytmuratov. Asynchronous turbogenerator with a massive rotor with short-closed copper cells as a natural damper of electromechanical oscillations and a reliable source of Active Power, International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 10, Issue 7, July 2023.
4. Y Bobojonov, K. M. Reymov, B Seytmuratov. Asynchronous generator with automatic reactive power controller. Science and Education in Karakalpakstan. 2023 №2/2 (33) ISSN 2181-9203. p. 43-46. Nukus.
5. Yu.M. Bobozhonov, B.T. Seytmuratov, T.T. Berdanov. Investigation of the dependence of the current frequency of the short-circuit rotor on the active load of asynchronous generators on the imitation model with different nominal power. Science and Education in Karakalpakstan. 2025 №1/2 (36) ISSN 2181-9203. p. 143-146. Nukus.
6. Ikromjon Rakhmonov, Fozildjon Khoshimov, Sultonkhoja Mahmutkhonov, Bayrambay Seytimuratov. Smart energy management for continuous manufacturing // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. Rakhmonov I.U. [и др.]. 2025. 9(138). URL: <https://universum.com/ru/tech/archive/item/20758>.
7. Bobojonov Y.M., Reymov K.M., Seitmuratov B.T. Қисқа туташган роторли асинхрон генератор режим параметрлари ўзгаришларининг алмаштириш схемаси асосидаги таҳлили // «Энергия ва ресурс тежаш муаммолари», №2, 2022-ж, 369-375-бетлар. (05.00.00; №21).
8. Bobojonov Y.M., Reymov K.M., Seitmuratov B.T. Асинхрон генератор чиқишидаги кучланиш ва частотанинг актив юкламага боғлиқлигини тажрибавий таҳлили // «Энергия ва ресурс тежаш муаммолари» №83. Тошкент, 2022й. с. 102-106.

REFERENCES

1. Y.M. Bobojonov, K. M. Reymov, B.T. Seytmuratov, K. Serjanov. Improving the technical and economic performance of autonomous electrical installations by using asynchronous generators. AIP Conf. Proc.3331, 070005 (2025), 070005-1- 070005-7. <https://doi.org/10.1063/5.0308108>.
2. Y Bobojonov, K. M. Reymov, B Seytmuratov. Analysis of changes in the operating parameters of an autonomously operating asynchronous generator based on a simulation model. AIP Conf. Proc.3331, 070009 (2025). 070009-1-070009-5 <https://doi.org/10.1063/5.0306159>.
3. Y Bobojonov, K. M. Reymov, B Seytmuratov. Asynchronous turbogenerator with a massive rotor with short-closed copper cells as a natural damper of electromechanical oscillations and a reliable source of Active Power, International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 10, Issue 7, July 2023.
4. Y Bobojonov, K. M. Reymov, B Seytmuratov. Asynchronous generator with automatic reactive power controller. Science and Education in Karakalpakstan. 2023 №2/2 (33) ISSN 2181-9203. p. 43-46. Nukus.
5. Yu.M. Bobozhonov, B.T. Seytmuratov, T.T. Berdanov. Investigation of the dependence of the current frequency of the short-circuit rotor on the active load of asynchronous generators on the imitation model with different nominal power. Science and Education in Karakalpakstan. 2025 №1/2 (36) ISSN 2181-9203. p. 143-146. Nukus.
6. Ikromjon Rakhmonov, Fozildjon Khoshimov, Sultonkhoja Mahmutkhonov, Bayrambay Seytimuratov. SMART ENERGY MANAGEMENT FOR CONTINUOUS MANUFACTURING // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. Rakhmonov I.U. [и др.]. 2025. 9(138). URL: <https://universum.com/ru/tech/archive/item/20758>.
7. Bobojonov Y.M., Reymov K.M., Seitmuratov B.T. Қисқа туташган роторли асинхрон генератор режим параметрлари ўзгаришларининг алмаштириш схемаси асосидаги таҳлили // «Энергия ва ресурс тежаш муаммолари», №2, 2022-ж, 369-375-бетлар. (05.00.00; №21).
8. Bobojonov Y.M., Reymov K.M., Seitmuratov B.T. Асинхрон генератор чиқишидаги кучланиш ва частотанинг актив юкламага боғлиқлигини тажрибавий таҳлили // «Энергия ва ресурс тежаш муаммолари» №83. Тошкент, 2022й. с. 102-106.