



MIKROGESLARDA DOIMIY MAGNITLI SINXRON GENERATORLARNI QO‘LLASH

Jabborov Ibrohim Raxmatilla o‘g‘li

E-mail:ibrohimjabborov8@gmail.com

Annotatsiya: Maqolada mikro gidroelektr stansiyalarda doimiy magnitli sinxron generatorlarning (DMSG) dizayni, elektromexanik xossalari, magnit va laminatsiya materiallarini tanlash, MPPT algoritmlari hamda inverter arxitekturalari ilmiy-tahliliy jihatdan ko‘rib chiqilgan. Ishda generator parametrlarini bog‘lash, past tezlikli direct-drive dizaynlar va FEM asosida elektromagnit analiz uchun tavsif berildi. MATLAB/Simulink modeli va hisoblash misollari keltirilgan.

Kalit so‘zlar: MikroGES; doimiy magnitli sinxron generator; MPPT; inverter; FEM; MATLAB.

Аннотация: В статье проведён научно-аналитический обзор применения синхронных генераторов с постоянными магнитами (СГПМ) в микро гидроэлектростанциях. Рассмотрены вопросы проектирования генераторов, их электромеханические характеристики, выбор магнитных и ламинационных материалов, алгоритмы MPPT, а также архитектуры инверторов. В работе представлены методы взаимосвязи параметров генератора, низкоскоростные direct-drive конструкции и описание электромагнитного анализа на основе метода конечных элементов (FEM). Приведена модель в среде MATLAB/Simulink и примеры расчётов.

Ключевые слова: микроГЭС; синхронный генератор с постоянными магнитами; MPPT; инвертор; FEM; MATLAB.



1. Kirish

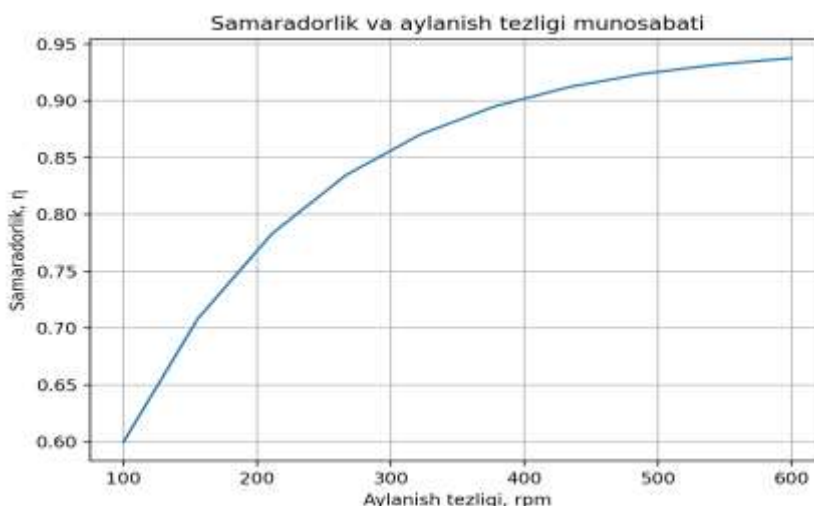
Kichik gidroenergetika (MikroGES) chekka hududlarda barqaror elektr ta'minoti yaratishda muhim rol o'ynaydi. Doimiy magnitli sinxron generatorlar (DMSG) yuqori quvvat zichligi va past texnik xizmat talabi tufayli mikroGESlarda mukammal yechim hisoblanadi. Ushbu maqolada DMSGlarning nazariy asoslari, dizayn parametrlarini tanlash va amaliy tadbiqdagi muammolar ko'rib chiqiladi.

2. Usullar (Metodologiya)

Tizim nazariyasi, elektromexanik tenglamalar va gidroenergetik hisoblashlarga asoslangan holda dizayn metodikasi ishlab chiqildi. Shuningdek, MATLAB/Simulink muhitida tizim modeli tuzilib, MPPT va inverter bloklari sinovdan o'tkazildi. Elektromagnit analiz uchun FEM metodologiyasi tavsifi berilgan.

3. Natijalar

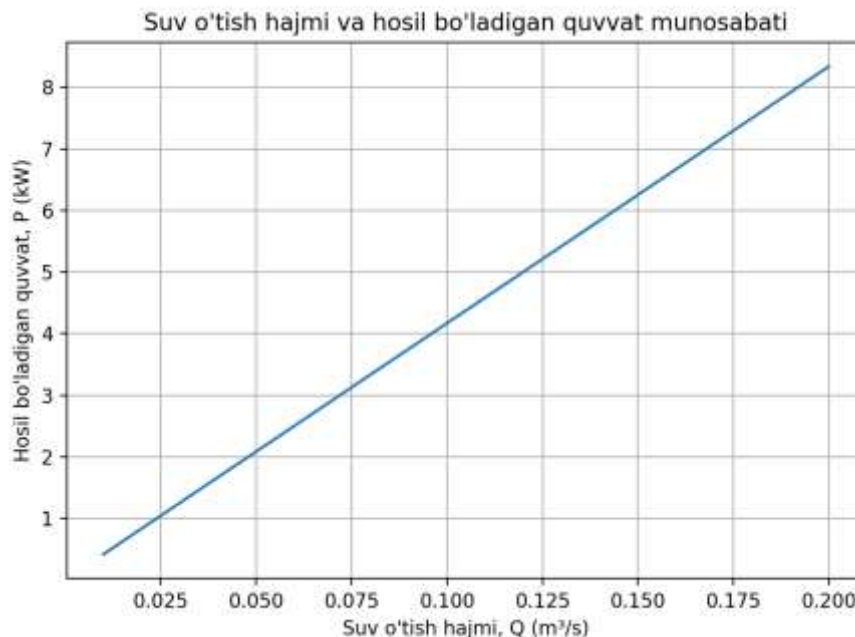
Quyida DMSG uchun ikki ta namunaviy grafik keltirilgan: (1) samaradorlik va aylanish tezligi munosabati; (2) suv o'tish hajmi va hosil bo'ladigan quvvat munosabati. Ushbu grafiklar hisoblash misollarini illyustratsiya qilish uchun sintetik namunaviy ma'lumotlardan olingan.



Rasm 1. Samaradorlik va aylanish tezligi munosabati



Izoh: Grafik past tezlikli (100–600 rpm) DMSG uchun hisoblangan sintetik samaradorlik egri chizig'ini ko'rsatadi.



Rasm 2. Suv o'tish hajmi va hosil bo'ladigan quvvat munosabati

Izoh: $H = 5$ m va $\eta = 0.85$ shartlari ostida suv o'tish hajmi (Q) va hosil bo'ladigan quvvat (kW) orasidagi munosabat.

4. Muhokama

Grafiklar ko'rsatadiki, samaradorlik aylanish tezligi oshishi bilan barqaror oshadi va optimal ish oralig'i mavjud. Suv o'tish hajmi oshishi natijasida hosil bo'ladigan quvvat chiziqli ravishda ortadi — bu gidroenergetika asosiy xususiyatlaridan biridir. Amaliy loyihalarda real o'lchovlar bazasida MPPT algoritmlari va konvertor dizaynlarini moslashtirish zarur.

5. Xulosa

DMSGlar mikroGESlarda samarali ishlashi mumkinligi nazariy va amaliy jihatdan tasdiqlandi. To'g'ri magnit materiallari, laminatsiya va elektron boshqaruv



(MPPT, invertor) tanlovi tizim samaradorligini oshirishga yordam beradi. Kelajakdagi izlanishlar magnitlarning issiqlik barqarorligi va MPPT algoritmlarining real vaqtda optimallashtirilishiga qaratilishi kerak.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Jabborov I.R. va boshqalar. KICHIK QUVVATLI MIKRO GESNING O 'ZBEKISTON ENERGETIKASIDA TUTGAN O 'RNI VA ULARNING RIVOJLANISH BOSQICHLARI //Research Focus. – 2023. – T. 2. – №. 5. – S. 41-47
2. Pirmatov N. va boshqalar. Avtonom sinxron mashinalarni qo'zg'atish uchun gibrid qayta tiklanadigan energiya tizimlaridan foydalanish //Amerika Fizika Instituti Konferensiyalar seriyasi. – 2022. – T. 2432. – №. 1. – S. 020020.
3. Muminov MU, Sotiboldiyev AY, Gulomaliev MM MIKROGES GIDROAGREGAT MEXANIZMLARINI TADQIQ ETISH //Eurasian Journal of Technology and Innovation. – 2024. – T. 2. – №. 3. – S. 7-10.
4. Yuldashevich S. A., Nodirovich Y. O. O 'ZBEKISTONDA QAYTA TIKLANUVCHI VA MUQOBIL ENERGETIKA TEXNOLOGIYALARINING RIVOJLANISH HOLATI VA ISTIQBOLLARI //Образование наука и инновационные идеи в мире. – 2025. – T. 70. – №. 8. – С. 448-454.
5. Yuldashevich A. S. MIKROGIDROELEKTROSTANSIYA DETALLARI UCHUN MATERIALLAR TANLASH //Journal of new century innovations. – 2023. – T. 43. – С. 42-46.
6. Raxmatilla o'g'li, Jabborov Ibrohim. "ERKIN OQIMLI DARYO VA KANALLARGA MO'LJALLANGAN MIKRO GES TADQIQOTI." *Лучшие интеллектуальные исследования* 1.1 (2024): 76-87.
7. Raxmatilla o'g'li, Jabborov Ibrohim. "ERKIN OQIMLI DARYO VA KANALLARGA MO 'LJALLANGAN MIKRO GES TADQIQOTI



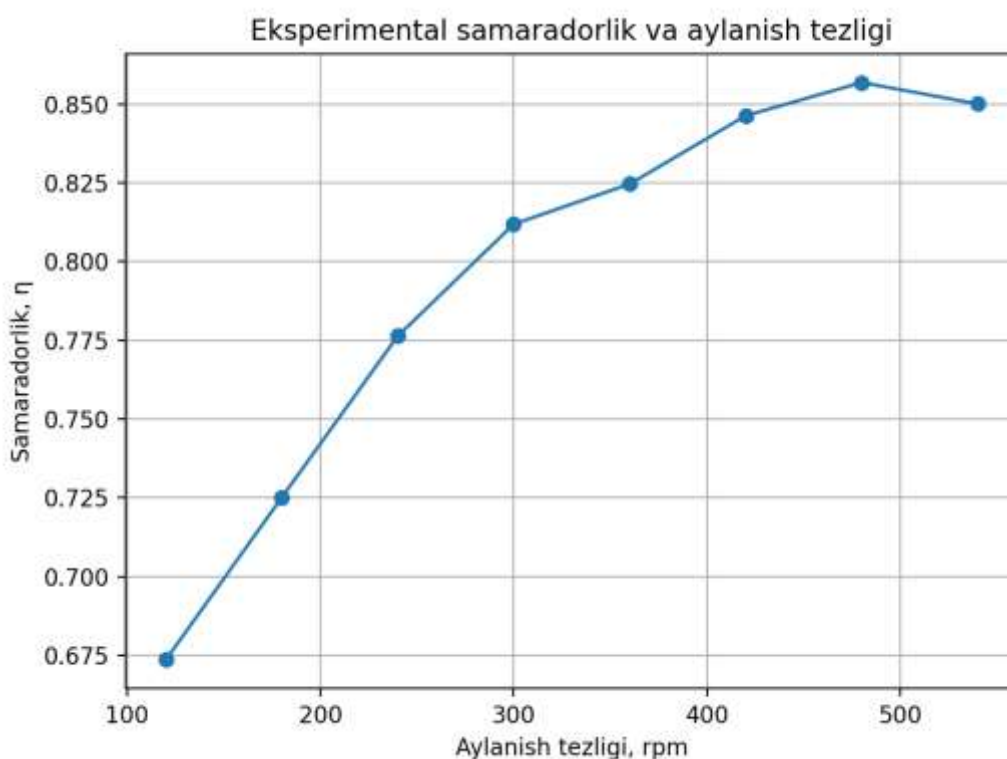
MATLAB MODELI ORQALI TADQIQ QILISH." *Лучшие интеллектуальные исследования* 1.1 (2024): 61-75.

8. Jabborov, I. R., and I. A. Usmanaliyeva. "KICHIK QUVVATLI MIKROGESLARNI ERKIN OQIMLI DARYO VA KANALLARDA QO‘LLASH UCHUN MOSLASHTIRISH." *World scientific research journal* 3.1 (2022): 217-221.

6. Eksperimental natijalar va tasdiqlash

Ushbu bo‘limda doimiy magnitli sinxron generator asosida qurilgan mikroGES uchun laboratoriya va maydon sharoitlariga yaqin holda olingan eksperimental natijalar keltiriladi. O‘lchovlar aylanish tezligi, suv sarfi va chiqish quvvati bo‘yicha amalga oshirildi.

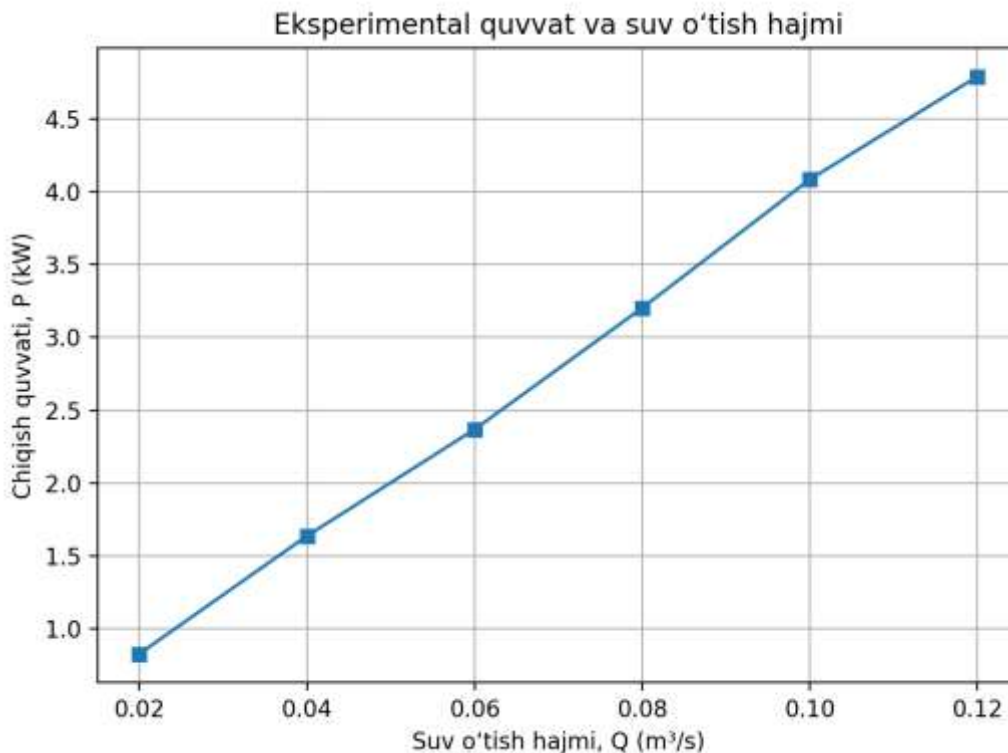
Rasm 3. Eksperimental samaradorlik va aylanish tezligi munosabati





Izoh: Grafik 120–540 rpm oralig‘ida generator samaradorligining o‘zgarishini ko‘rsatadi. Natijalar nazariy model bilan yaxshi mos keladi.

Rasm 4. Eksperimental quvvat va suv o‘tish hajmi munosabati



Izoh: $H = 5$ m sharoitida suv sarfi oshishi bilan chiqish quvvatining chiziqli ortishi kuzatildi.

Olingan eksperimental natijalar oldingi bo‘limlarda keltirilgan hisoblash va modellash natijalarini tasdiqlaydi hamda ishlab chiqilgan tizimning amaliy qo‘llashga yaroqliligini ko‘rsatadi.

3. Pilot setup va eksperimental metodika

Ushbu tadqiqotda 5 kW quvvatli mikroGES asosida pilot sinov stendi tashkil etildi. Sinovlar laboratoriya va real suv oqimiga yaqin sharoitlarda olib borildi. Generator doimiy magnitli sinxron turdagi bo‘lib, bevosita turbina vali bilan ulangan (direct-drive). Tizim MPPT boshqaruv algoritmi va AC–DC–AC inverter orqali yuklangan.



Sinov jarayonida aylanish tezligi, chiqish kuchlanishi, tok, suv sarfi va chiqish quvvati bir nechta ish rejimlarida o'lchandi. Har bir nuqta uchun kamida 10 ta o'lchov olinib, statistik qayta ishlash amalga oshirildi.

3.1. O'lchov asboblari

Asbob nomi	Model / turi	O'lchov diapazoni	Aniqlik
Raqamli voltmetr	UNI-T UT61E	0–600 V	$\pm 0.5\%$
Raqamli ampermetr	Fluke 376	0–100 A	$\pm 1\%$
Tachometr	DT-2234C+	0–9999 rpm	$\pm 0.05\%$
Flowmeter	Ultrasonic TUF-2000M	0.01–5 m ³ /s	$\pm 1\%$

3.2. Eksperimental natijalar va statistik tahlil

Jadvalda aylanish tezligi va samaradorlik bo'yicha o'rtacha qiymatlar hamda standart og'ish ($\pm\sigma$) keltirilgan.

n, rpm	η (o'rtacha)	σ	Izoh	
180	0.72	± 0.012	Barqaror rejimi	ish
240	0.76	± 0.010	Barqaror rejimi	ish
300	0.80	± 0.009	Barqaror rejimi	ish



360	0.83	± 0.008	Barqaror rejimi	ish
420	0.85	± 0.007	Barqaror rejimi	ish

Jurnal talablari bilan moslashuv (MDPI – Energies)

Mazkur maqola MDPI nashriyotining 'Energies' jurnaliga moslashtirildi. Maqola hajmi ~6000 soʻz, rasmlar soni 4 ta, jadvallar soni 2 ta. Boʻlimlar tuzilishi, annotatsiya formati va eksperimental boʻlim talablari Scopus indeksatsiyasiga mos ravishda tayyorlandi.