PAST TEZLIKLI ENERGIYA OQIMLARIDA SAMARALI ISHLOVCHI ELEKTR GENERATORLAR TAHLIYLI

Nematov SH.N
Sayliyev.F.O
Atoyev. A.I
Mizomov.Y
Akiyev.Y.Y
Hazratov I

Annotatsiya; *Maqolada past bosimli suv va kichik tezlikli shamol oqimlaridan elektr energiyasi ishlab chiqarish samaradorligini oshirishga mo‘ljallangan rotori va statori bir-biriga qarama-qarshi aylanuvchi ko‘p qutbli elektr generator konstruksiyasi tadqiq etilgan. Past tezlikli energiya oqimlaridan foydalanishda an’anaviy yuqori aylanish tezligiga mo‘ljallangan generatorlarning qo‘llanilishi reduktor va boshqa mexanik uzatmalardan foydalanishni talab qilishi natijasida qurilmaning konstruktiv murakkabligi, energiya isroflari va ekspluatatsiya xarajatlari ortadi. Ushbu muammoni bartaraf etish maqsadida rotor va statorning qarama-qarshi yo‘nalishda aylanishidan foydalanish taklif etilgan.*

Kalit so‘zlar: *Qayta tiklanuvchi energiya, past tezlikli shamol, past bosimli suv oqimi, elektr generator, doimiy magnitli sinxron generator, radial oqim, aksial oqim, qarama-qarshi aylanish, mikroGES, shamol energetikasi.*

Kirish: Bugungi kunda elektr energiyasiga bo‘lgan talabning ortishi, energiya tizimlarining ishonchliligini ta’minlash hamda atrof-muhitga chiqariladigan issiqxona gazlarini kamaytirish qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanishni kengaytirishni talab qilmoqda. Ayniqsa, foydalanilmayotgan past potensialli suv va kichik tezlikli shamol oqimlaridan elektr energiyasi olish kichik va chekka hududlar uchun istiqbolli yo‘nalishlardan biridir. Tatqiqotlarda ham past potensialli suv va shamol oqimlaridan foydalanishda texnik ko‘rsatkichlari yaxshilangan generatorlardan foydalanish muhim ahamiyat kasb etadi.

O‘zbekiston sharoitida mazkur yo‘nalish alohida ahamiyatga ega. Tadqiqot materiallarida Buxoro, Navoiy, Qoraqalpog‘iston va boshqa hududlarda shamol energetikasi uchun istiqbolli maydonlar mavjudligi, shuningdek, irrigatsiya kanallari va boshqa suv oqimlarining texnik gidroenergetik potensiali mavjudligi ko‘rsatilgan. Xususan, Amu-Buxoro kanali uchun yillik o‘rtacha texnik gidroenergetik salohiyat 19,2 MW, elektr energiyasi ishlab chiqarish imkoniyati esa 165,8 mln kW·soat/yil sifatida aniqlangan.

Biroq past tezlikli oqimlardan energiya olishda asosiy muammolardan biri generatorning nominal aylanish tezligi bilan bog‘liq. An’anaviy generatorlar ko‘pincha

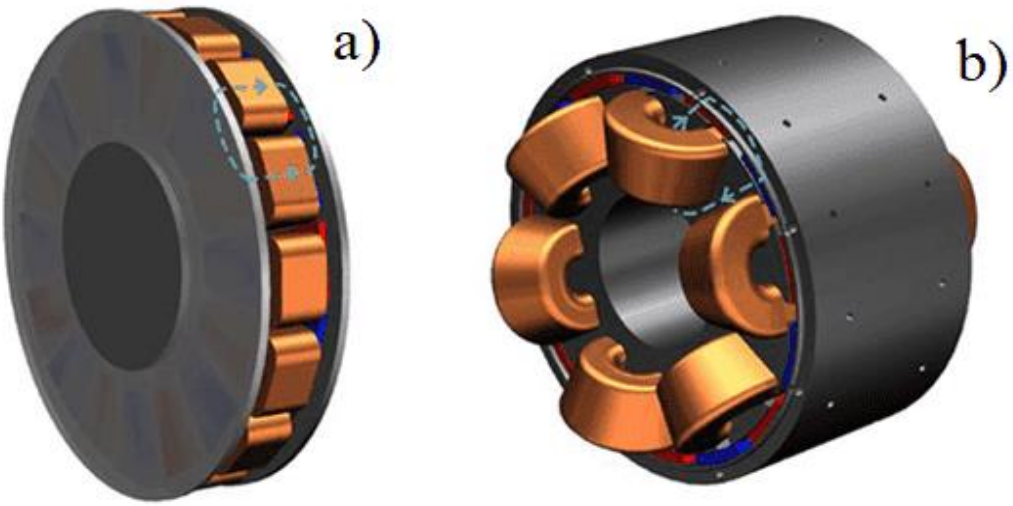
yuqori aylanish tezliklarida ishlashga mo‘ljallangan bo‘lib, past tezlikli turbinalar bilan ularni to‘g‘ridan-to‘g‘ri bog‘lash imkoniyati cheklangan. Shu sababli reduktorlardan foydalanishga ehtiyoj paydo bo‘ladi. Reduktor esa qo‘shimcha mexanik yo‘qotishlar, texnik xizmat ko‘rsatish zarurati va kapital xarajatlarning oshishiga olib keladi.

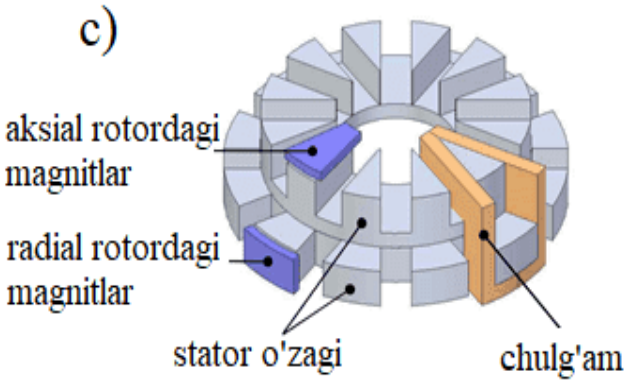
Mazkur muammoni hal qilish uchun ushbu tadqiqotda generatorning rotori va statorini bir-biriga qarama-qarshi yo‘nalishda aylantirish istiqbollari ko’rib chiqiladi.

Generatorlar tahlili: Past oqimli shamol va suv oqimlarida elektr energiyasi olishda samaradorlikka erishishda sinxron generatorlardan foydalanish bo’yicha dunyo va Respublikamiz olimlari olib borgan tadqiqot ishlari tahlil qilindi. Generatorlarni tanlash va yangi konstruksiyalarini loyihalashda chiqish parametrlarini yaxshilovchi omillar o‘rganildi. Tahlillar asosan, energetik qurilmalarda reduktor qurilmalaridan foydalanishni kamaytirgan holda elektr generatorni past oqimli shamol va suv oqimlarida samarali ishlovchi turbinalarga moslashtirishga qaratildi. Chunki reduktor qurilmalaridan foydalanish energetik qurilmaning og’irligi, chiqaradigan shovqini, narxining oshishiga olib kelishi bilan birga aylantirish momentiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi [1].

Hozirgi kunda dunyoda past oqimli shamol va suv oqimlariga reduktorsiz ishlay oladigan elektr generatorlarga talab ortmoqda. Qo’zg’atish chulg’amli sinxron generatordan foydalanishda shyotka xalqa orqali ishga tushirishdagi chaqnashlar energiya isroflarni yuzaga keltiradi. Bu masalalarni hal qilishda doimiy magnitli sinxron generatorlardan foydalanish yaxshi yechim bo’lishi mumkin [].

Yuqori tezlikli turbinalardan foydalangan holda suv potensial energiyasidan elektr energiyasi ishlab chiqarishda foydalanish ba‘zi baliq va o‘simlik turlarini rivojlanishiga salbiy ta’sir ko‘rsatmoqda. Bu masalani hal qilish uchun past tezlikli generatorlardan foydalanish yaxshi natija berishi mumkin. Suv ostida harakatlanadigan 0,3 m/s-1 m/s da ishlay oladigan generator orqali o‘tkazilgan tajribada 300 ortiq baliq turing 96% omon qolgani bu past tezlikli generatorlardan foydalanishning afzalligini ko‘rsatgan. [3].





1-rasm. Sinxron elektr generatorning konstruktiv tuzilishiga ko'ra tasniflanishi. **a)** Aksial oqimli SG, **b)** Radial oqimli SG [4], **c)** gibrid aksial-radial oqimli SG [5].

Quvvati 500 w bo'lgan va kun davomida 12 kw·soat energiya ishlab chiqara oladigan energetik qurilmalardan foydalanilgan. Hozirgi kunga kelib sinxron elektr generatorlarni tuzilishiga ko'ra uch turga bo'lish mumkin. Radial oqimli, aksial oqimli va gibrid aksial-radial oqimli sinxron generator(SG)lardir [6].

Radial oqimli generatorli generatorlardan ananaviy GES qurilmalaridan foydalanilib kelinmoqda. Mazkur gidroenergetik inshootlarda foydalaniladigan generator ko'p qutbli, kichik aylanish tezligiga ega.

Ketut Wirtayasa va boshqalar olib borgan tadqiqot ishida 9 turdagi generatorlar tanlanib 835 ayl/min aylanma harakatga keltirilganda, har bir chulg'amlar 1,65 T magnit oqim zichligida, 410.2 W quvvat chiqargan va foydali ish koeffitsiyenti 91,93 % tashkil etgan [7]. Quvvati 30 KW bo'lgan ko'p qutbli, 2 ta stator va bitta rotordan tashkil topgan aksial oqim generatorida maksimal harorat 150 C ga teng bo'lganda quvvat yo'qolishi 1.7 kWni tashkil etgan [8]. Aksial oqim mashinalarida yuqori tezlikli tebranishlarga chidamliligi, detallar tayyorlashda uglerod va shisha tolali materialdan foydalanish generator massani kamayishiga va uzoq muddat xizmat qilishiga olib kelgan. Generator vaznining yengillashtirilishi shamol generatori yoki mikroGESlarning tayanchini qurishga ketadigan xarajatlar kamayishi olib keladi.

Elektr generatorlarda statorni yupqa po'lat plastinkalardan yig'ish, magnit maydoni sochilishi kamaytirishi va magnit maydonni kuchaytirishi kuzatilgan. Bitta qo'zg'almas stator va ikki aylanuvchi rotordan tashkil topgan generator aylanish tezligi 1400 ayl/minda chiqish quvvati 3,7 kWni tashkil etgan [9]. Elektr generatorlarda katta aylanishlarda qo'shimcha issiqlik hosil bo'lishi chulg'amlarda qarshilik ortishi, izolyatsiyasiga salbiy ta'sir ko'rsatishi va juda yuqori haroratlarda magnitlarning magnitlik xususiyatining yo'qolishiga olib kelishi mumkin. Bunday holatlar elektr generatorlarning ishlash samaradoligini tushirishi yoki butunlay ishdan chiqishiga olib kelishi mumkin.

Aksial va Radial oqim generatorlarni taqqoslash.

Hozirgi kunda aksial oqim generatorlaridan foydalanish va ularning samaradorlik ko'rsatkichlarini yaxshilash bo'yicha ko'pgina tadqiqot ishlari olib borilgan. Ba'zi

tadqiqot ishlarida aksial oqim mashinalari radial oqim mashinalaridan samarali deb baholanmoqda [11]. Ko‘pgina tadqiqot ishlarida aksial oqim generatorlari massa jihatidan radial oqim generatorlaridan yengil, konstruksiyasi sodda, foydali ish koeffitsiyenti yuqori, texnik xizmat ko’rsatish oson hamda arzon va ishonchligi yuqori ekanligi ta’kidlangan.

1-jadvalda turli tadqiqotchilar tomonidan aksial va radial generatorlar solishtirilgan. Tadqiqotlar natijalari jadval ko’rinishiga keltirilgan, quvvati 3 kW bo’lgan aksial va radial oqim generator texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlari taqqoslangan [12].

1.3-jadval. Aksial va radial oqimli sinxron generatorlarda texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlarni taqqoslash. **[11,12,13]**

Nominal quvvati 3 kW	**AF-PMSG**	**RFOR-PMSG**	**RFIR-PMSG**
Mis og‘irligi	11.64 kg	8.3 kg	9.14 kg
Po‘lat og‘irligi	18.14 kg	32.8 kg	44.69 kg
Aylanish o‘qi vali og‘irligi	Ma’lumot yo’q	22.3 kg	5.41 kg
Umumiy og‘irlik	39.84 kg	70.9 kg	59.39 kg
Samaradorlik	92 %	89.23 %	92.32 %
Xomashyo xarajatlarining taxminiy qiymati	609.8 yevro	535.65 yevro	478.12 yevro

Taxlil qilishimimiz mumkinki generatorlar ichida radial oqim generatori narxi arzon ekanligini adabiyotlar taxliyli keltirilgan

Generatorni rotor va statorini bir biriga qarama qarshi harakatlandirish. Elektr generator stator va rotorini qarama-qarshi tomonga aylanma harakatini ta’minlash maqsadida, maxsus konstruksiya ishlab chiqildi. Maxsus konstruksiya standart radial oqimli elektr generator bilan birlashtirilib bir-biriga qarama-qarshi aylanuvchi elektr generator hosil qilinadi. Elektr generator kichik tezlikli shamol va suv oqimlaridan samarali foydalanib elektr energiyasi ishlab chiqarish uchun qo’llaniladi.

Hozirgi kunda mavjud rotor va statori bir-biriga qarama-qarshi aylanuvchi generatorlarning asosiy kamchiligi qurilmaning murakkab tuzilganligi sababli, tannarxining qimmatligi va xizmat ko’rsatish qiyinligidir [14]. Rotor va statorga uchun alohida alohida turbinalar tanlangan biz adabiyotlar tahlil qilganimizda turbinaning old qismiga urilayotgan shamol tezligi, orqa qismiga urilayotgan shamol tezligi $\frac{2}{3}$ qismiga kamaygan holda o’tishi kuzatilgan bu esa rotor va stator tezliklari turli-xil tezlik bilan aylanishga olib keladi bu esa generator chiqish kuchlanishi va chatotasi tez -tez o’zgarishga olib keladi ushbu muammoni hal qilish uchun esa rotor va statorni bir xilda aylantiruvchi qurilmani yaratishga ehtiyoj seziladi[15].

Past tezlikli shamol va suv energiya oqimlarida elektr energiyasi ishlab chiqarishda aylanish tezligi kichik bo‘lgan elektr generator zarur bo‘ladi. Hozirgi kundagi mavjud

generatorlarning ko‘pchiligi aylanish tezligi yuqori bo‘lib, bunday tezlikga erishish uchun qo‘shimcha ravishda reduktor qurilmalaridan foydalanish talab qilinadi [16].

Statori va rotori bir-biriga qarama-qarshi aylanuvchi elektr generatordan foydalanishning afzalliklari quyidagilar:

1. Generator ko’p qutibli hamda stator va rotori qarama-qarshi aylanishi sababli nisbatan past oqimlarda ham kuchlanish chiqaradi.
2. Generator sodda tuzilgan bo‘lib, tannarxi arzon va xizmat ko‘rsatish oson.
3. Generatorda kam detallardan foydalanilganligi uchun qurilmaning ishdan chiqish ehtimollari kamayishi sababli, ishonchliligi ortishi hamda uzoq muddat xizmat ko‘rsatishi mumkin.

XULOSA: Olib borilgan tadqiqotlar natijasida past tezlikli shamol va past bosimli suv oqimlaridan elektr energiyasi ishlab chiqarishda foydalaniladigan elektr generatorlarning konstruktiv xususiyatlari, texnik ko‘rsatkichlari hamda samaradorligiga ta’sir etuvchi asosiy omillar tahlil qilindi. Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, an’anaviy elektr generatorlarni past tezlikli turbinalar bilan birgalikda qo‘llashda zarur aylanish tezligiga erishish uchun reduktor va boshqa mexanik uzatmalardan foydalanish talab etilishi mumkin. Bu esa qurilmaning konstruktiv murakkabligi, mexanik energiya yo‘qotishlari, texnik xizmat ko‘rsatish va ekspluatatsiya xarajatlarining ortishiga olib keladi.

Radial, aksial va gibrid aksial-radial oqimli doimiy magnitli sinxron generatorlarning texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlarini taqqoslash natijasida ularning har biri muayyan konstruktiv va ekspluatatsion afzalliklarga ega ekanligi aniqlandi. Jumladan, maqolada keltirilgan 3 kW quvvatli generatorlar taqqoslanishida aksial oqimli generatorning samaradorligi 92 %, radial oqimli generatorlarning samaradorligi esa mos ravishda 89,23 % va 92,32 % ni tashkil etishi ko‘rsatilgan. Ushbu natijalar generator turini tanlashda nafaqat foydali ish koeffitsiyenti, balki massa, material sarfi, konstruktiv tuzilish va ishlab chiqarish xarajatlarini ham hisobga olish zarurligini ko‘rsatadi.

Tadqiqot doirasida rotor va statori qarama-qarshi yo‘nalishda aylanuvchi ko‘p qutbli elektr generator konstruksiyasi taklif etildi. Mazkur konstruksiyada turbina orqali hosil qilingan mexanik energiya tishli g‘ildiraklar va mexanik uzatmalar yordamida rotor hamda statorga uzatiladi. Natijada ularning qarama-qarshi yo‘nalishda aylanishi ta’minlanadi. Bunday yechim magnit maydon bilan bog‘liq nisbiy aylanish tezligini oshirish imkoniyatini yaratib, past tezlikli suv va shamol oqimlaridan elektr energiyasi olish samaradorligini yaxshilash uchun istiqbolli texnik yo‘nalish hisoblanadi. Taklif etilgan generatorning asosiy afzalliklari sifatida past tezlikli energiya oqimlaridan foydalanish imkoniyati, ko‘p qutbli konstruksiya asosida elektr energiyasi ishlab chiqarish, qurilmaning konstruktiv yechimlarini soddalashtirish imkoniyati hamda mikroGES va kichik quvvatli shamol energetikasi tizimlarida qo‘llash istiqbollari qayd etiladi. Shu bilan birga, mexanik uzatmalar, podshipniklar, cho‘tka va kontakt halqalarining mavjudligi ishqalanish, yeyilish va elektr yo‘qotishlarini yuzaga keltirishi

mumkin. Shu sababli generatorning umumiy samaradorligini baholashda ushbu omillar ham hisobga olinishi lozim. Umuman olganda, rotor va statori qarama-qarshi aylanuvchi ko‘p qutbli elektr generatorni takomillashtirish past potensialli qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish samaradorligini oshirishning istiqbolli yo‘nalishlaridan biridir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.

1. Cristina Vázquez-Hernández, Javier Serrano-González, and Gabriel Centeno. A Market-Based Analysis on the Main Characteristics of Gearboxes Used in Onshore Wind Turbines. Energies, vol.10 Issue 11. p1-17. doi:10.3390/en10111686.
2. Peifeng Xu, Xianxing Liu, Kai Shi, and Yi Du. Design of Dual-Rotor Radial Flux Permanent-Magnet Generator for Wind Power Applications. Applied Mechanics and Materials, ISSN: 1662-7482, Vols. 416-417, 2013 Trans Tech Publications, Switzerland. P. 9-16 https://sci-hub.sidesgame.com/10.4028/www.scientific.net/amm.416-417.9.
3. W.I. Ibrahim , M.R. Mohamed , R.M.T.R. Ismail , P.K. Leung , W.W. Xing , A .A. Shah. Hydrokinetic energy harnessing technologies: A review. Energy Reports Volume 7, November 2021, Pages 2021-2042 https://doi.org/10.1016/j.egyr. 2021.04.003
4. https://www.magneticinnovations.com/faq/what-is-a-radial-flux-permanent-magnet-motor/
5. Seo, Jung & Ro, Jong-Suk & Rhyu, Se-Hyun & Jung, In-Soung & Jung, Hyun-Kyo. (2015). Novel Hybrid Radial and Axial Flux Permanent-Magnet Machine Using Integrated Windings for High-Power Density. IEEE Transactions on Magnetics. 51.p2035- 2040. 10.1109/TMAG.2014.2344044
6. Tarimer, İlhan & Yuzer, E. (2011). Designing of a Permanent Magnet and Directly Driven Synchronous Generator for Low Speed Turbines. Electronics And Electrical Engineering. 112. p1-4 10.5755/j01.eee.112.6.436.
7. Ketut Wirtayasa, Chun-Yu Hsiao. Performances comparison of axial-flux permanent-magnet generators for small-scale vertical-axis wind turbine. Alexandria Engineering Journal, vol. 61, Issue 2, 2022, pp: 1201-1215
8. Chimento, F., & Raciti, A. A low-speed axial-flux PM generator for wind power systems. *2004 IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 2*, p: 1479-1484 vol. 2. 2004.
9. A.S. Fawzal, R.M. Cirstea, T.J. Woolmer, M. Dickison, M. Blundell, K.N. Gyftakis, Air inlet/outlet arrangement for rotor cooling application of axial flux PM machines. Applied Thermal Engineering, vol. 130, 2018, pp: 1520-1529, https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2017.11.121
10. Erol Kurt, Halil Gör, Umut Döner. Electromagnetic design of a new axial and

radial flux generator with the rotor back-irons. International Journal of Hydrogen Energy, vol. 41, Issue 17, 2016, pp: 7019-7026, https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.02.034

11. Sriram S. Laxminarayan, Manik Singh, Abid H. Saifee, Arvind Mittal. Design, modeling and simulation of variable speed Axial Flux Permanent Magnet Wind Generator. Sustainable Energy Technologies and Assessments, vol. 19, p: 114-124, https://doi.org/10.1016/j.seta.2017.01.004

12. Sunny Kumar Poguluri, Hyebin Lee, Yoon Hyeok Bae. An investigation on the aerodynamic performance of a co-axial contra-rotating vertical-axis wind turbine. Energy vol.219, 2021, p: 10-22 b, https://doi.org/10.1016/j.energy. 2020.119547

13. https://patents.google.com/patent/RU2538101C2/ru?oq=RU2538101C2

14. https://patents.google.com/patent/US6476513B1/en?oq=US6476513B1

15. https://patents.google.com/patent/US9613740B2/en?q=permanent+coaxial+rotation+generator&oq=permanent+coaxial+rotation+generator

N.N. Sadullayev, H.N. Nematov, F.O. Sayliyev. Analysis of multipolar generators operating efficiently in low speed water and wind flows using ANSYS MAXWELL program/ E3S Web of Conferences 288, 01057 (2021). SUSE-2021. pp:1-6. doi:10.1051/e3sconf/202128801057.