

VERTIKAL O‘QLI SHAMOL GENERATORLARINING SAMARADOR KONSTRUKTSIYALARINI ISHLAB CHIQISH

Ilmiy rahbar: B.Boynazarov

Magistr: M.Qosimova

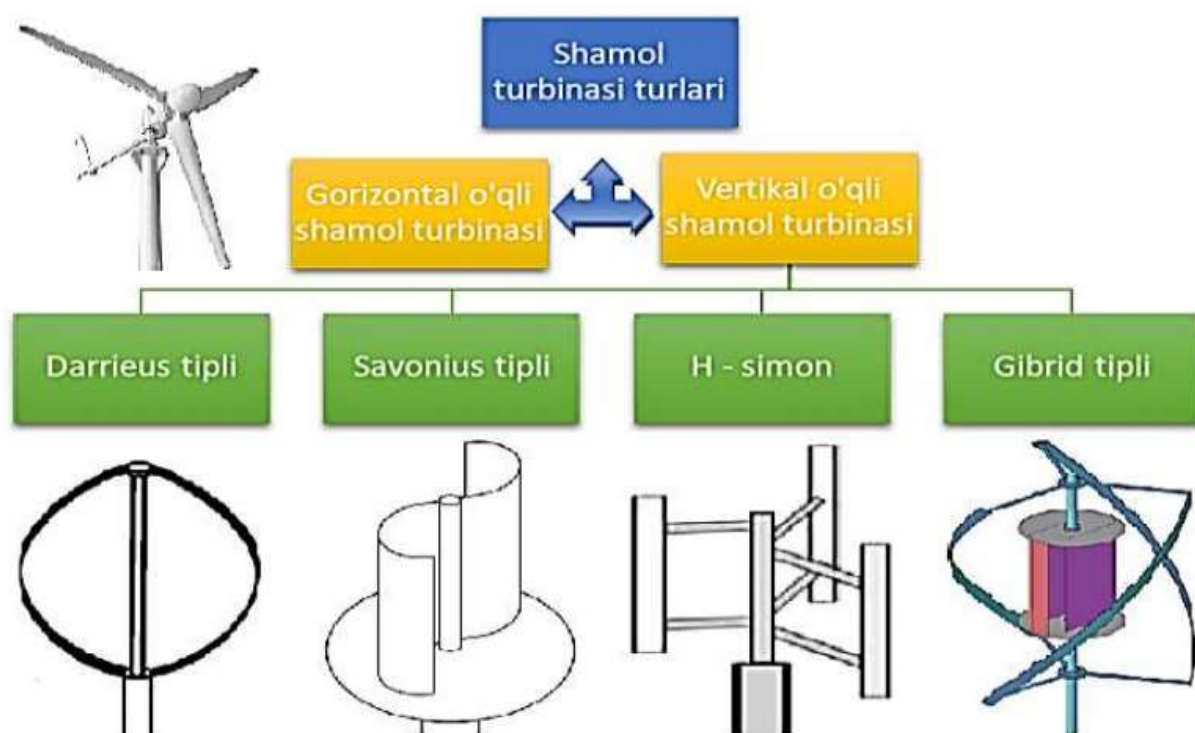
Annotatsiya. *Mazkur maqolada vertikal o‘qli shamol generatorlari (VShG) konstruksiyalarini takomillashtirish orqali energiya ishlab chiqarish samaradorligini oshirish masalalari ko‘rib chiqiladi. Turli geometriyaga ega bo‘lgan turbinalarning aerodinamik xususiyatlari tahlil qilinib, mahalliy iqlim sharoitiga mos innovatsion dizayn taklif etiladi. Shamol energiyasidan samarali foydalanishda konstruksiyadagi texnologik yechimlarning ahamiyati asoslab beriladi.*

Kalit so‘zlar: *vertikal o‘qli shamol turbinasi, aerodinamika, energiya samaradorligi, konstruksiya, shamol energetikasi.*

Kirish

Dunyo miqyosida energetika resurslariga bo‘lgan talab tobora ortib bormoqda. Shu bilan birga, an‘anaviy energiya manbalarining kamayib borishi va ularning atrof-muhitga salbiy ta‘siri sababli qayta tiklanuvchi energiya manbalariga qiziqish ortmoqda. Shunday manbalardan biri - shamol energiyasidir. Shamol energetikasi nafaqat ekologik toza energiya yechimini, balki energetik mustaqillik va xavfsizlikni ham ta‘minlash imkonini beradi. Shamol turbinalari asosan ikki turga — gorizontal va vertikal o‘qli generatorlarga bo‘linadi. Odatda, gorizontal o‘qli turbinalar katta maydonlarda, shamol yo‘nalishi doimiy va baland bo‘lgan hududlarda qo‘llaniladi. Vertikal o‘qli turbinalar esa kichik maydonlarda, shahar muhitida va noaniq yoki tez o‘zgaradigan shamol yo‘nalishlarida samarali hisoblanadi. Ularning asosiy afzalliklari — konstruksiyaning soddaligi, texnik xizmat ko‘rsatish osonligi va turli geografik sharoitlarda ishlay olishi hisoblanadi. Vertikal o‘qli shamol generatorlarining turlari ko‘p bo‘lib, ularning har biri muayyan sharoitga mos keladi. Dar‘ye turbinasining samaradorligi yuqori, chunki u yuqori aylanish tezligiga ega. Savonius turbinasining esa past tezlikda ham ishlash imkoniyati bor, lekin nisbatan kamroq energiya ishlab chiqaradi. Shuningdek, gibrird turdagi turbinalar ham rivojlantirilmoqda, ular ikki texnologiyani birlashtirib, umumiy samaradorlikni oshirishga qaratilgan. O‘zbekiston sharoitida, ayniqsa vodiy hududlari va tog‘ yonbag‘irlari shamol energiyasidan samarali foydalanish uchun juda qulay hisoblanadi. Biroq, mahalliy iqlim sharoiti, shamol yo‘nalishining o‘zgaruvchanligi va qurilish materiallariga bo‘lgan talab vertikal o‘qli turbinalarning konstruksiyasini qayta ko‘rib chiqishni talab etadi. Mahalliy muhandislik

imkoniyatlaridan kelib chiqib, engil, arzon va samarali konstruksiyalarni ishlab chiqish ustuvor vazifa bo‘lib qolmoqda. Shu maqsadda, mazkur maqolada vertikal o‘qli shamol generatorlarining turli konstruksiyalari tahlil qilinadi, zamonaviy CFD modellashirish metodlari orqali energiya samaradorligi baholanadi va innovatsion gibrid turbinalar asosida yangi yechimlar taklif etiladi. Bu ish nafaqat ilm-fan uchun, balki amaliyotdagi loyihalar uchun ham muhim ahamiyatga ega bo‘ladi.



Klassik shamol turbinalari turlari

Vertikal o‘qli shamol turbinasi konstruksiyalari

Vertikal o‘qli shamol turbinasi (VShT) konstruksiyasi shamol oqimining yo‘nalishidan qat’i nazar ishlay olish xususiyati bilan gorizontal o‘qli turbinalardan farq qiladi. Bu ularni arxitekturasida zich qurilgan shahar muhitlarida, past shamol tezligi va turbulent oqimlarga ega hududlarda qo‘llashda alohida ustunlikka ega qiladi. Turbinalarning turli geometriyalari va aeroquvvat mexanizmlari ularning texnik ko‘rsatkichlariga katta ta’sir ko‘rsatadi.

Dar’ye turbinasining modeli (Darrieus-type VAWT) Dar’ye turbinasida simmetrik aerofoil profiliga ega 2 yoki 3 ta qanot bo‘lib, markaziy vertikal o‘q atrofida aylanadi. Uning asosiy ishlash mexanizmi — qanotlarga ta’sir etuvchi ko‘taruvchi kuch (lift force). CFD (Computational Fluid Dynamics) tadqiqotlariga asoslanib, bu turbinaning samaradorligi (C_p) 0.38–0.45 bo‘lishi mumkin. **Dar’ye turbinasining bir qancha afzallik va kamchiliklari mavjud, misol uchun: yuqori aerodinamik samaradrolig (~ 0.4), moslashuvchanlik va yuklama balansi yaxshilanganligi va yana boshqalar.** Uning kamchiliklariga kelsak aylanishni boshlashda tashqi impuls talab etadi, past tezlikdagi shamollarda samaradorlik kamayadi.

Savonius turbinasining modeli (Savonius-type VAWT) Savonius turbinasida odatda ikki yarim silindrik qanot bo‘ladi. U shamol oqimiga qarshilik kuchidan foydalanishga mo‘ljallangan. Mustaqil ravishda aylanishni boshlashi mumkin, ammo samaradorligi nisbatan past — 0.20–0.25 atrofida bo‘ladi. Xuddi dar’ye turbinasi kabi savoniusning ham o‘ziga yarasha afzallik va kamchilik tomonlari bor. Savonius soddaligi, texnik xizmat ko‘rsatishning osonligi va past tezlikda ham ishlash qobiliyati mavjudligi bilan boshqalariga qaraganda ajralib turadi. Shu bilan birga kam energiya ishlab chiqarishi hamda katta hajmli konstruksiyaga ega bo‘lishi uning kamchiligidir.

Gibrid turbina konstruksiyalari Gibrid modellarda Savonius va Dar’ye turbinalarining afzalliklari birlashtirilgan. Markaziy o‘qda Savonius, tashqi qismida esa Dar’ye qanotlari o‘rnatiladi. Aylanish boshlanishida Savonius, keyin esa Dar’ye qanotlari ishga tushadi. Shamol tezligi 6–10 m/s bo‘lgan holatlarda $C_p \approx 0.30–0.38$ samaradorlikka erishiladi.

Vertikal va gorizontal o‘qli shamol turbinalarining parametrlarini taqqoslash

Turbina parametrlari	Vertikal o'qli shamol turbinasi	Gorizontal o'qli shamol turbinasi
Turbina tayanchining amplitudasi	Kichik	Katta
Turbinada buriluvchi qism	Yo'q	Mavjud
Konstruktiv tuzilishi	Oddiy	Murakkab
Qo'shimcha qurilmalarning o'rnatilish joyi (kontroller, akkumlyator, hisoblagich va h.o.)	Pastda	Balandda
Parraklarning harakatlanish sohasi	Kichik	Katta
Turbinaning balandligi	Past	Juda baland
Shovqin darajasi	Past	Nisbatan baland
Shamol yo'nalishining ahamiyati	Bog'liq emas	Bog'liq
Tabiatga salbiy ta'siri	Kam	Juda ko'p
Bitta turbinaning quvvat berish darajasi	O'rta quvvatli	Yirik quvvatli
Inersiya momenti miqdori	Kichik	Katta
Ekspluatatsiya xarajatlari	Arzon	Qimmat
Kuchsiz shamol oqimlarida	Samarali	Samarasiz

Ilmiy natijalar:

Ko'p sonli simulyatsiyalar va tajriba natijalariga ko'ra, gibrid turbinlar shamol tezligi 6–10 m/s bo'lgan sharoitda $C_p \approx 0.30–0.38$ oraliqda samaradorlik namoyon etadi [3]. Bu ko'rsatkich oddiy Savonius turbinalardan 25–40% yuqori bo'lishi mumkin. Bunday turbinlar o'zgaruvchan shamol sharoitiga ega hududlarda optimal hisoblanadi.

Turbinalarni taqqoslash jadvali

Turbi na turi	C_p (samaradorlik)	Aylanishni boshlash	Konstruktsiya murakkabligi	Qo'llanilish sohasi
Dar'ye	0.35–0.45	Motor kerak	O'rta	Shahar elektr tarmoqlari
Savoni us	0.20–0.25	Mustaqil	Sodda	Sensorlar, avtonom qurilmalar
Gibrid	0.30–0.38	Mustaqil	Murakkab	Turbulent shamolli hududlar

Samaradorlikni oshirishda bir qancha omillarga e'tibor qaratish o'rinli bo'ladi. Ularning bir nechtasini ko'rib chiqamiz, qanot geometriyasi – qanot profile, uzunligi, egri burchagi aerodinamik kuchlarga ta'sir qiladi, material tanlovi – yengil, chidamli va atmosfera te'siriga bardoshli materiallar samaradorlikni oshiradi, gibrid konstruksiyalar – bir nechta turbine turlarining birlashuvi umumiy ishlab chiqarishni oshirib beradi. Yangi konstruksiya taklif qilish mumkin bo'lsa albatta gibrid turbinani taytish mumkin, sababi savonius markazda joylashgan past tezlikda harakat qilsa, dar'ye tashqi qismda yuqori tezlikda harakatlanadi, shu sababli bu konstruksiya oddiy dar'ye turbinasiga nisbatan 12-15% samaraliroq bo'ladi. Xulosa qilib shuni aytilish joizki, vertikal o'qli shamol generatorlarini takomillashtirish orqali ularning mahalliy iqlim sharoitidagi ishlash faoliyatini yaxshilash mumkin. Har bir turbina geometriyasi atrof-muhitga mos holda tanlanishi kerak. Gibrid konstruksiyalar, zamonaviy materiallar samaradorlikni sezilarli darajada oshiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

- 1) **Islam, M., Ting, D.S.K., Fartaj, A. (2008).** *Aerodynamic models for Darrieus-type straight-bladed vertical axis wind turbines.* Renewable and Sustainable Energy Reviews, 12(4), 1087-1109.
- 2) DOI: 10.1016/j.rser.2006.10.023
- 3) – Ушбу мақолада Даръе турбинасининг аэродинамик моделлари таҳлил қилинган. CFD асосидаги таҳлиллар натижасига кўра, қанот геометрияси ва шамол бурчагининг самарадорликка таъсири кўрсатилган.
- 4) **Paraschivoiu, I. (2002).** *Wind Turbine Design: With Emphasis on Darrieus Concept.* Presses Inter Polytechnique.
- 5) ISBN:9782553009318
- Бу китоб Даръе турбинасининг тўлиқ назарий ва амалий моделларини тақдим этади. Уни Ўзбекистон шароитига мослаштириш учун база сифатида фойдаланиш мумкин.
- 6) **Ammar, N.R., et al. (2020).** *A review on hybrid vertical axis wind turbine configurations.* Renewable and Sustainable Energy Reviews, 132, 110058. DOI: 10.1016/j.rser.2020.110058
- 7) – Гибрид турбиналарнинг конструкция ечимлари, уларнинг CFD таҳлиллари ва уларнинг энергия самарадорлиги ҳақида тўлиқ маълумот беради.
- 8) **Нурметов А.А. (2021).** *Шамол энергетикаси асослари.* Тошкент: O'zbekiston Milliy Ensiklopediyasi.