

**VERTIKAL O'QLI SHAMOL ENERGETIK QURILMASINI
MATLAB TIZIMIDA MODELLASHTIRISH*****S.T. Latipov, A.M. Murodov****Buxoro davlat texnika universiteti*

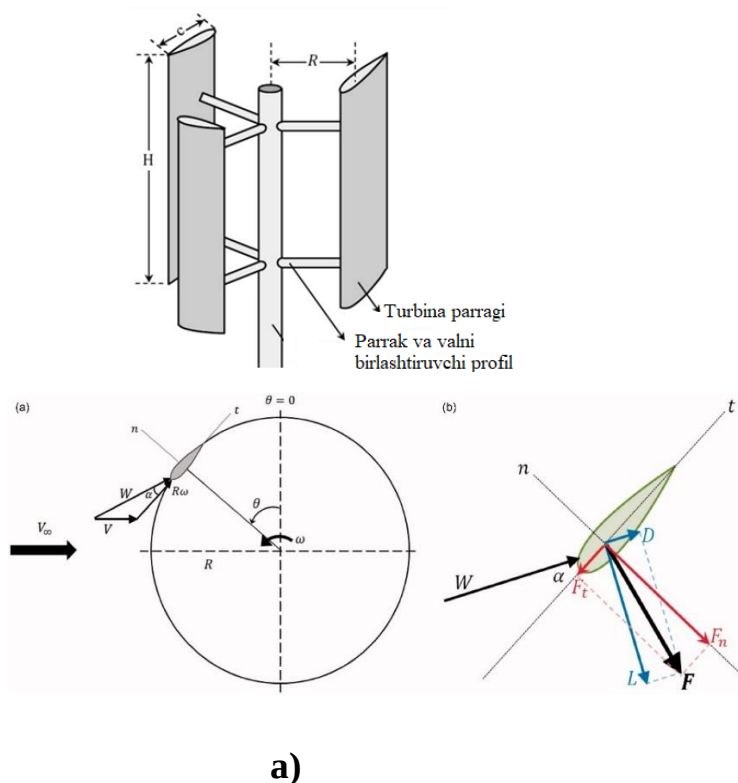
Jahonda energetika xavsizligi, ekologik muammolarni barqarorlashtirish va tabiiy yoqilg'i manbalarini tejashda qayta tiklanadigan energiya manbalari jumladan, shamol energiyasidan foydalanish yetakchi o'rinlardan birini egallamoqda. Hozirgi kunda shamol energetik qurilmalarini ishlab chiqish va amaliyotga joriy etish bo'yicha Xitoy, Hindiston va Yevropa davlatlari yetakchik qilmoqda. Xitoy davlati yiliga 82 GW quvvatga ega bo'lgan quruqlikdagi shamol energetik qurilmalarini ishlab chiqarish bo'yicha yetakchik qilmoqda. Yevropa davlatlari dunyodagi ikkinchi yiliga 21,6 GW, undan keyin AQSh (13,6 GW), Hindiston (11,5 GW) va lotin Amerikasi (6,2 GW) yirik shamol elektr stansiyalarini ishlab chiqarmoqda [1]. 2023-yilning birinchi yarmida 2022-yilga nisbatan 38 foizga ko'p yangi shamol energetik qurilmalari o'rnatildi, 2022 yil iyunidan 2023 yil iyungacha 100 GW qo'shildi va 976 GW yillik o'sish surati 11,4% ga yetdi [2].

2030-yilgacha O'zbekiston Respublikasining "yashil" iqtisodiyotga o'tishiga qaratilgan islohotlar samaradorligini oshirish bo'yicha chora-tadbirlar ishlab chiqilgan. Bunda qayta tiklanuvchi energiya manbalarining ishlab chiqarish quvvatini 15 GWga oshirish va ularning ulushini elektr energiyasini ishlab chiqarish umumiy hajmining 30 foizidan ko'prog'iga yetkazish bo'yicha amaliy ishlar bajarilmoqda [3].

Shamol energetik qurilmalarini kuchsiz shamol oqimlarida samaradorligini oshirish va parametrlarini optimallashtirishda Matlab tizimidan keng foydalanib kelinmoqda. Ushbu tadqiqot ishida Darye tipli shamol energetik qurilmasini samaradorlik ko'rsatgichlari baholandi.



Shamol turbinalarining energiya va aerodinamik xususiyatlarini o'rganish uchun standart qiymatlar yordamida o'rnatishning ishlashini tavsiflashi mumkin bo'lgan matematik apparatdan foydalanishga murojaat qilish kerak. Darye rotorining o'lchovli parametrlari 1-rasmda ko'rsatilgan.



1-rasm. Darye H tipli shamol energetik qurilmasining tashqi ko'rinishi (a), sxematik tasviri (b)

Parraklarning nisbiy tezligi quyidagi matematik ifoda orqali aniqlanadi [4]:

$$W = V \cdot \sqrt{\left(\frac{\lambda}{V/V_\infty} + \cos\theta\right)^2 + \sin^2\theta} \quad (1)$$

bunda: θ –shamol parraklarining azimutga nisbatan o'rnatilish burchagi; V_∞ –shamol oqimining tezligi, [m/s]; V –absolyut tezlik, [m/s]; λ –shamol parraklarining tezyurarlik koeffisienti $\lambda = \omega R/V_\infty$ ga teng.

Parraklarning hujum burchagi quyidagi formula orqali aniqlanadi

[5]:

$$\alpha = \arctan\left(\frac{\sin\theta}{\frac{\lambda}{V/V_\infty} + \cos\theta}\right) \quad (2)$$

Tangensial kuch koeffitsienti quyidagi matematik ifoda orqali aniqlanadi:

$$C_t = C_L \cdot \sin\alpha - C_d \cdot \cos\alpha \quad (3)$$

Normal kuch koeffitsienti quyidagi matematik ifoda orqali aniqlanadi:

$$C_n = C_L \cdot \cos\alpha + C_d \cdot \sin\alpha \quad (4)$$

Parrakka ta'sir qiluvchi tangensial kuch quyidagi ifoda orqali aniqlaymiz:

$$F_t = C_t \left(\frac{1}{2} \rho A W^2\right) \quad (5)$$

bunda: ρ –havo oqimining zichligi, [kg/m³]; A –shamol parragining yuzasi, [m²].

Parrakning normal kuchini quyidagi ifoda orqali aniqlaymiz:

$$F_n = C_n \left(\frac{1}{2} \rho A W^2\right) \quad (6)$$

O'rtacha tangensial kuch quyidagi matematik ifoda orqali aniqlanadi:

$$\bar{F}_t = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} F_t(\theta) d\theta \quad (7)$$

Shamol turbinasining umumiy momenti quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$Q = N \bar{F}_t R \quad (8)$$

Umumiy chiqish quvvati quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$P_{chiq} = Q \cdot \omega \quad (9)$$

Shamol turbinasining shamol energiyasidan foydalanish koeffisienti quyidagi matematik ifoda orqali aniqlanadi:

$$C_P = \frac{P_{chiq}}{\frac{1}{2}\rho A_1 U_\infty^3} \quad (10)$$

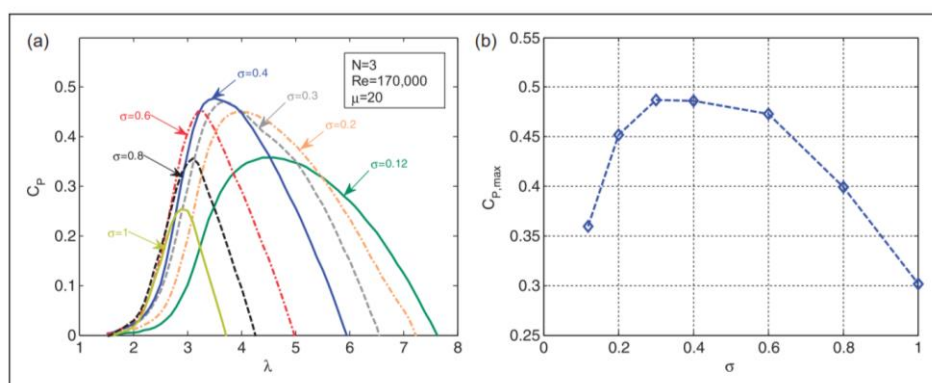
bunda: A_1 – shamol turbinasining ko'ndalang kesim yuzasi, $[m^2]$.

Darye shamol energetik qurilmalarini shamol energiyasidan foydalanish koeffisientini soddalashtirilgan empirik tenglamasi quyidagicha:

$$C_P = \frac{1}{8} N C_d \frac{b}{H} \lambda^3 \quad (11)$$

bunda: N – shamol turbinasidagi parraklar soni; C_d – shamol parraklarining ro'para qarshilik koeffisienti; b – parrak kengligi, $[m]$; H – shamol parraklarining balandligi, $[m]$; λ – shamol parraklarining tezyurarlik koeffisienti.

3-rasmda rotorning mustahkamlik koeffisientining vertikal o'qli shamol turbinasi ishlashiga ta'siri natijalari keltirilgan.



3-rasm. Rotorning mustahkamlik koeffisientining vertikal o'qli shamol turbinasi ishlashiga ta'siri: (a) turli xil mustahkamlik koeffitsientida ishlash egri chiziqlari va (b) maksimal shamol energiyasidan foydalanish koeffitsientining mustahkamlik omiliga nisbatan o'zgarish egri chizig'i

Xulosa: vertikal o'qli shamol energetik qurilmalarini o'zgaruvchan shamol oqimlarida samaradorligini va ishonchliligini oshirishda turbina parraklarining shakli, materiali va aerodinamikasiga bog'liqligi o'rganildi. Shamol energetik qurilmasini turli mustahkamlik koefitsientlari o'zgarishining qurilmaning samaradorlik koefitsientiga bog'liqligi Matlab tizimida modellashtirildi. Mustahkamlik koefitsienti 0,4 ga teng bo'lgan shamol energetik qurilmasi maksimal samaradorlikka erishishi aniqlandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. <https://gwec.net/globalwindreport2023/#:~:text=Total%20installed%20global%20capacity%20grew,%2Dyear%20growth%20of%2015%25>.
2. <https://wwindea.org/wwea-half-year-report-2023-additional-momentum-for-windpower-in-2023>
3. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining qarori, 02.12.2022 yildagi PQ-436-son.
4. A. Safarov, R. Mamedov. Study of effective omni-directional vertical axis wind turbine for low speed regions. IIUM Engineering Journal, Vol. 22, No. 2, 2021
5. S.A. Khan, M. Bashir, M.A. Ali Baig, F.A. Ghasi Mehaboob Ali. Comparing the Effect of Different Turbulence Models on The CFD Predictions of NACA0018 Airfoil Aerodynamics. CFD Letters 12, Issue 3 (2020) 1-10

