

VERTIKAL O'QLI SHAMOL ENERGETIK QURILMASINI MODELLASHTIRISH

A.B. SAFAROV

OSIYO XALQARO UNIVERSITETI

Annotatsiya: Maqolada mintaqamiz iqlim sharoitlarida o'xshash davlatlarda kichik quvvatli shamol energetik qurilmalaridan foydalanishni hozirgi holati, rivojlanish istiqbollari haqida ma'lumotlar, vertikal o'qli shamol energetik qurilmalarini ishlab chiqish va takomillashtirish bo'yicha olib borilgan ilmiy tadqiqot ishlari va kuchsiz shamol oqimlariga moslashtirilgan vertikal o'qli shamol energetik qurilmalari konstruksiyasini takomillashtirish orqali samaradorligini oshirish tadqiqot natijalari keltirilgan. Bunda NACA0015 aerodinamik sirtli shamol parraklarini modifikatsiya qilish va shamol parraklarini shamol g'ildiragi aylanasi urinmasiga nisbatan optimal 5° o'rnatish orqali kuchsiz shamol oqimlarida qurilmani samaradorligini 3...5 % gacha oshirish uslubiyoti keltirilgan.

Tayanch iboralar: shamol tezligi, vertikal o'qli shamol energetik qurilmasi, samaradorlik, modifikatsiya, NACA0015 aerodinamik sirt, elektr generator.

Jahonda markazlashgan energiya ta'monotidan uzoqda joylashgan kichik quvvatli avtonom iste'molchilarni uzluksiz va ishonchli elektr energiyasi bilan ta'minlashda qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanishga muhim ahamiyat berilmoqda.

Qayta tiklanadigan energiya manbalari xususan, kichik quvvatli shamol energetik qurilmalaridan foydalanish tez suratlarda rivojlanib bormoqda. Shamol potentsiali mavjud hududlarda shamol energetik qurilmalari asosida ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasi arzonga tushishi, atrof-muhitga deyarli zarari yo'qligi bois bunday loyihalar amaliyotga tobora keng joriy qilinayapti, ularga katta miqdorda investitsiyalar yo'naltirilib, istiqbolli ishlanma hamda tadqiqotlar qo'llab-quvvatlanmoqda.

Mintaqamizning iqlim sharoitlariga o'xshash jahondagi davlatlarda kichik quvvatli shamol energetik qurilmalaridan foydalanishning hozirgi holati va rivojlanish istiqbollarini tahlil qilib chiqamiz.

Misir davlati Afrika qit'asining shimolida joylashgan bo'lib hududlari, asosan, past tekisliklardan iborat. Iqlimiy sharoitlari: havo harorati va atmosfera havosining changlanish darajasi yuqori, namgarchilik past va shamol o'rtacha tezligi 4-5 m/s ga teng. Bugungi kunga kelib mintaqaning qayta tiklanuvchan energiya manbalarining umumiy o'rnatilgan quvvati 3,7 GWni tashkil qiladi, shundan 2,8 GW gidroenergetika va 0,9 GW atrofida quyosh va shamol energiyasi hissasiga to'g'ri keladi [1]. Kichik quvvatli shamol energetik qurilmalarining o'rnatilgan quvvati 1 MW ga teng. Yaqin yillarda bu ko'rsatkichni 10 MW ga yetkazish rejalashtirilgan.

Qozog'istonning 80-90% past tekislik hududlarida joylashgan bo'lib, iqlimiy sharoiti bizning mintaqamizning iqlimiy sharoitlariga o'xshash. Mintaqaning shamol o'rtacha tezligi (4-6) m/s ni tashkil qiladi. Qozog'istonda iste'mol qilinayotgan elektr energiyasining 1% dan ziyodrog'i shamol energiyasidan olinadi [2]. U yerda kichik quvvatli shamol energetik qurilmalari ishlab chiqarilmoqda, mintaqaning elektr ta'minotidan uzoqda joylashgan hududlaridagi aholi va fermer xo'jaliklarida ushbu shamol energetik qurilmalarini o'rnatish orqali iqtisodiy va ijtimoiy sohani rivojlantirish dasturi ishlab chiqilgan.

Nigeriya davlati Afrika qit'asida joylashgan bo'lib, shamol tezligi ma'lumotlari bizning mintaqamizning shamol tezligi ma'lumotlariga o'xshash. Mintaqaning janubiy hududlarida 10 m balandlikda o'lchangan shamol o'rtacha tezligi (1,4-3) m/s ni, shimoliy hududlarida (4-5,12) m/s ni tashkil qiladi. Hozirgi kunda ushbu hududlarda shamol energiyasidan yiliga 3 GW·h elektr

Index: [google scholar](#), [research gate](#), [research bib](#), [zenodo](#), [open aire](#).

https://scholar.google.com/scholar?hl=ru&as_sdt=0%2C5&q=wosjournals.com&btnG

<https://www.researchgate.net/search/publication?q=worldly%20knowledge>

<https://journalseeker.researchbib.com/view/issn/3060-4923>

energiyasi olinadi [3]. Shamol energiyasining taqriban 10% dan ziyodrog'ini, asosan, chekka hududlarda joylashgan fermer xo'jaliklari va kichik quvvatli korxonalar iste'mol qiladi.

Qayta tiklanadigan energiya manbalari xususan, vertikal o'qli shamol energetik qurilmalarini ishlab chiqish va kuchsiz shamol oqimlarida samaradorligini oshirish bo'yicha jahonda va mintaqamizda ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda.

Y.V. Solomin nomzodlik dissertatsiyasida [4] energiya ta'minoti barqaror bo'lmagan chekka hududlarda infratuzilmani rivojlantirish maqsadida kichik aholi punktlarini, turar-joy binolarini, fermer xo'jaliklarini, kichik ustaxonalarni to'liq yoki qisman elektr energiya bilan ta'minlashda yangi turdagi vertikal o'qli shamol energetik qurilmasini ishlab tadqiqotlar keltirilgan. Ushbu shamol qurilmasining g'ildiragi to'g'ridan-to'g'ri generatorga ulangan. Boshlang'ich shamol tezligi 3 m/s bo'lganda shamol parraklari harakatga keladi va shamol tezligi 12 m/s da nominal quvvat bilan ishlaydi. Qurilmaning asosiy kamchiliklari: parraklar aerodinamikasi tayyorlanishi murrakab va shamol oqimi kuchsiz bo'lganda ishlash samaradorligi pastligidir.

S.Sh. Tatikyan [5] shamol tezligi past bo'lgan chekka hududlar va shahar markazlaridagi kichik quvvatli elektr energiya iste'molchilari uchun tashqi yo'naltiruvchi sirtlarga ega bo'lgan vertikal o'qli shamol energetik qurilmasini taqdim etgan. Taqdim etilgan shamol energetik qurilmasi ikki qismdan tashkil topgan: tashqi yo'naltiruvchi sirtlar va ichki aylanuvchi parraklar. Qurilmaga tashqi yo'naltiruvchi sirtlarning qo'llanilishi evaziga qurilmaning ishlash samaradorligi sezilarli oshirilgan. Ushbu qurilmaning kamchiligi ko'p materiallar ishlatilishi va shamol oqimi yo'nalishi o'zgaranda tashqi yo'naltiruvchi sirtlarni shamol tomonga o'zgartirish uchun relslardan foydalanilganligidir. Bu esa qurilma tannarxining oshishiga olib kelgan.

U.G'. Dehqonov nomzodlik dissertatsiyasida [6] tarqoq joylashgan qishloq xo'jaligi elektr energiya iste'molchilari uchun o'zgaras tok elektr generatorida ishlaydigan vertikal o'qli shamol energetik qurilmasini ishlab chiqqan. Uning ishida shamol tezligi vektorining yo'nalishiga bog'liq bo'lmagan vertikal o'qli shamol energetik qurilmasining ratsional konstruksiyasi taklif etilgan bo'lib, ushbu qurilma o'zgaruvchan shamol oqimlaridan foydalanib elektr energiya olishga mo'ljallangan. Ishlab chiqilgan shamol energetik qurilmasida reduktor va o'zgaras tok generatorlarning qo'llanilishi hisobiga qurilmaning umumiy ishlash samaradorligi pasayishiga olib kelgan.

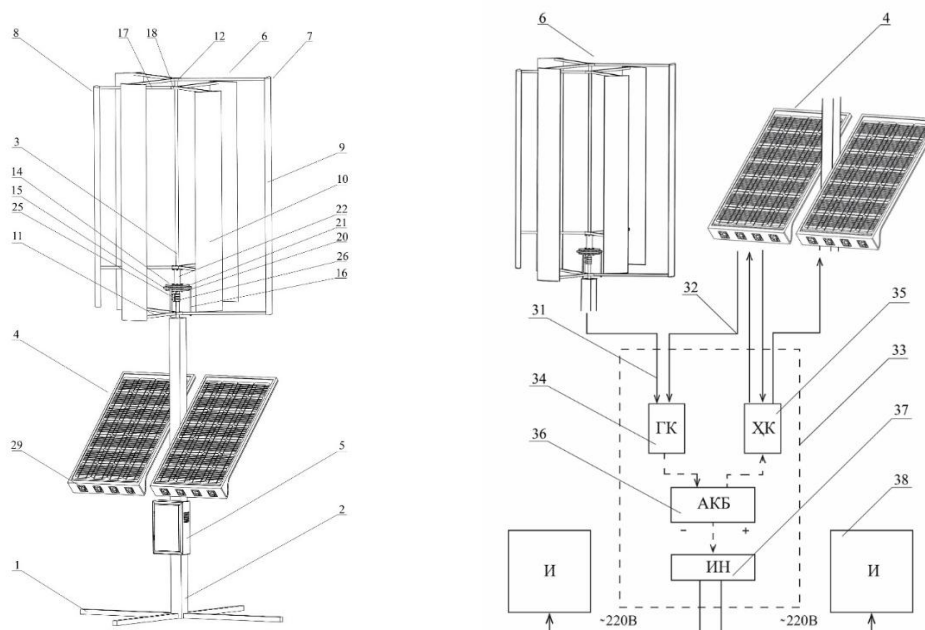
Yuqorida keltirilgan tadqiqotlar tahlillariga asoslanib shamol energetik qurilmalarining asosiy kamchiligi kuchsiz shamol oqimlarida ishlash samaradorligini pastligi va ishonchsizligidir. Shunga asosan, o'zgaruvchan va kuchsiz shamol oqimlarida samarali ishlaydigan konstruksiyasi sodda vertikal o'qli shamol energetik qurilmalarini ishlab chiqishga alohida e'tibor berilmoqda.

Tadqiqotning maqsadi: o'zgaruvchan iqlim sharoitlarida (shamol tezligi 2...9 m/s va harorat -20...+45 °C) moslashtirilgan vertikal o'qli shamol energetik qurilmasi konstruksiyasini takomillashtirish orqali samaradorligini oshirishdan iborat.

Vertikal o'qli shamol energetik qurilmasi quyidagi tartibda ishlaydi: tashqi shamol g'ildiragi (8) aylanasi urinmasiga optimal β burchak ostida o'rnatilgan shamol parraklari (9) metall profillar (10) orqali aylanuvchi quvur (11) mahkam bog'langan bo'lib, ushbu quvur (11) qo'zg'almas val (3) ga konussimon podshipniklar (12) orqali o'rnatilgan, metall profillar (10) elektr generatorning (13) yakoriga (14) metal vtulka (15) bilan bog'langan ushbu tizim shamol oqimi ta'sirida soat strelkasi yo'nalishi bo'ylab aylanma harakat qilishni boshlaydi. Ichki shamol g'ildiragi (16) parraklari (17) metall profillar (18) orqali aylanuvchi quvurga (19) mahkam bog'langan bo'lib, ushbu aylanuvchi quvur (19) qo'zg'almas valga (3) konussimon podshipnik (20) lar orqali o'rnatilgan, elektr generatorning (13) induktorlari (21,22) flans birikma (23) bilan birlashtirilgan bo'lib, ushbu tizim shamol oqimi ta'sirida soat strelkasi yo'nalishiga qarama-qarshi aylanma harakat qilishni boshlaydi. Natijada shamol energetik qurilmasi (28) shamol oqimining

kinetik energiyasini elektr energiyasiga o'zgartirib beradi. Elektr generatorning (13) yakori (14) va induktorlari (21,22) bir-biriga nisbatan qarama-qarshi aylanishni boshlaydi, bunda yakorga (14) metal vtulka (15) orqali biriktilgan chyotka (26), qo'zg'almas val (3) ga o'rnatilgan kollektorga (27) uch fazali o'zgaruvchan kuchlanishni uzatadi, shu tariqa shamol oqimi o'zgarishiga bog'liq holda elektr energiyasi olinib, kabel (29) orqali boshqarish tizimidagi (31) gibrad zaryadlash va razryadlash kontrolleriga (32) uzatiladi. Gibrad zaryadlash va razryadlash kontrolleri (32) o'zgarimas tok elektr energiyasi akkumulyator batareyalarga (34) zahiralanadi. Akkumulyator batareyalariga (34) zahiralangan elektr energiyasi invertor (35) qurilmasi orqali bir fazali o'zgaruvchan kuchlanish chiqarib avtonom iste'molchilar (56) elektr energiyasi bilan uzluksiz ta'minlanadi (1-rasm).

Avtonom iste'molchilarni uzluksiz elektr energiyasi bilan ta'minlashda shamol energetik qurilmasini quyosh batareyalari (4) bilan birgalikda foydalanishimiz mumkin (1-rasm).



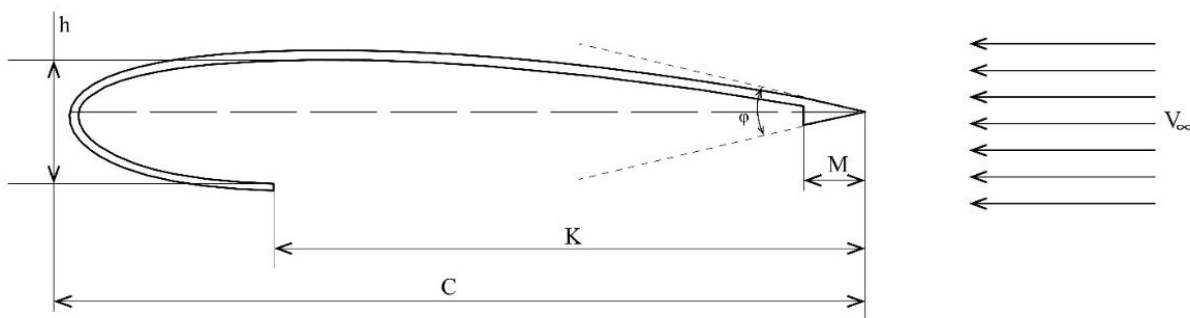
a)

b)

1-rasm. Kombinatsiyalashgan quyosh-shamol energetik qurilmasining umumiy ko'rinishi (a), kombinatsiyalashgan quyosh-shamol energetik qurilmasining boshqarish tizimi sxemasi (b)

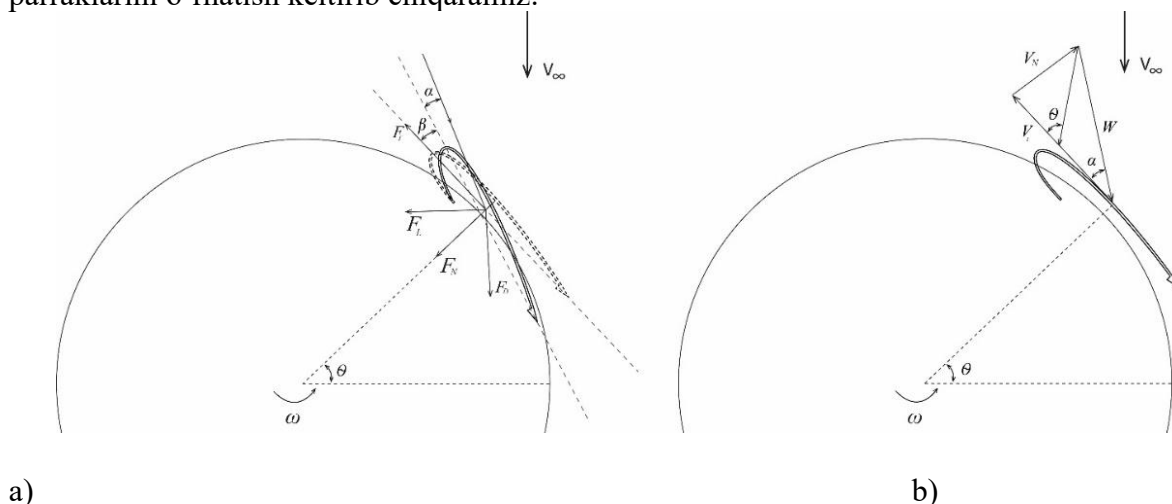
Taklif etilayotgan tashqi va ichki bir-biriga nisbatan teskari aylanuvchi ikki g'ildirakli shamol energetik qurilmasi an'anaviy shamol energetik qurilmalariga nisbatan samaradorligini 8 % ga oshirish, elektr generatorni yakor va induktorlarini bir-biriga nisbatan teskari aylantirilganda kichik tezliklarda yuqori kuchlanish olish mumkinligi aniqlangan [7].

2-rasmda NACA0015 shamol parraklarining modifikatsiyalangan aerodinamik sirti keltirilgan. Bunda Savonius va Darye shamol qurilmalarining parraklari birgalikda qo'llanilgan bo'lib, maqsad qurilmaning kuchsiz shamol oqimlarida shamol energiyasidan foydalanish va parraklarning tez aylanuvchanlik koeffitsientlarini oshirishdan iborat.



2-rasm. Shamol parraklari modifikatsiyalangan aerodinamik sirti

3-rasmda shamol parraklariga taʼsir qiluvchi shamol oqimini tezliklari va kuchlarining geometriyasi keltirilgan. Bunda shamol energetik qurilmasining shamol energiyasidan foydalanish koeffitsienti va mexanik quvvat matematik formulalarini keltirib chiqarishda foydalaniladi. Shamol gʻildiragi aylanasi urinmasiga optimal β burchak ostida shamol parraklarini oʻrnatish keltirib chiqaramiz.



3-rasm. Shamol parraklariga taʼsir qiluvchi kuchlar (a) va shamol oqimining tezliklari (b)

Kuchsiz shamol oqimlarida shamol energetik qurilmasi yordamida barqaror elektr energiyasini olishda qurilmadagi parraklarni modifikatsiyalash muhim ahamiyatga ega. Bunda kuchsiz shamol oqimlarida yuqori aylanuvchi moment olishda va shamol gʻildiragi parraklariga teskari taʼsir qiluvchi kuchlarni kamaytirishda NACA0015 aerodinamik sirtli shamol parraklarini takomillashtirish natijalari:

$$K = 0,3 \cdot C \quad (1)$$

$$M = 0,075 \cdot C \quad (2)$$

$$\varphi = 24^{\circ} \quad (3)$$

bunda: C- shamol gʻildiragi parragining vatari, [m²].

Shamol parraklarining shamol gʻildiragi aylanasi urinmasiga nisbatan optimal oʻrnatilish burchagi va ishlab chiqaradigan elektr energiyasini aniqlash usulini 3-rasmga bogʻliq keltirib oʻtamiz.

Index: [google scholar](#), [research gate](#), [research bib](#), [zenodo](#), [open aire](#).

https://scholar.google.com/scholar?hl=ru&as_sdt=0%2C5&q=wosjournals.com&btnG

<https://www.researchgate.net/search/publication?q=worldly%20knowledge>

<https://journalseeker.researchbib.com/view/issn/3060-4923>

Rotor tekisligiga ta'sir etuvchi shamol tezligi (induksiyalangan shamol tezligi) quyidagicha ifodalash mumkin:

$$V_a = V_\infty \cdot (1 - a) \quad (4)$$

bunda: V_∞ - shamol tezligi, [m/s]; a - induksiya koeffitsiyenti (erkin oqim va rotor tekisligi orasidagi shamol tezligining qisman pasayishi).

Shamol g'ildiragi parraklarining tez aylanuvchanlik koeffitsiyenti quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\lambda = \frac{R \cdot \omega}{V_\infty} \quad (5)$$

Induksiya koeffitsiyentining shamol tezligi va shamol energetik qurilmasining geometrik parametrlariga bog'liqlik formulasi quyidagicha [8]:

$$a = \frac{N \cdot C}{2\pi R} \cdot \frac{R \cdot \omega}{V_\infty} \cdot \sin\theta \quad (6)$$

bunda: N -parraklar soni; R - shamol g'ildiragi radiusi [m]; ω - shamol g'ildiragining aylanish tezligi [rad/s]; θ -parraklarni azimutga nisbatan o'rnatilish burchagi.

Shamol parraklariga ta'sir qiluvchi normal shamol tezligi quyidagi matematik bog'liqlik orqali aniqlanadi:

$$V_n = V_a \cdot \sin\theta \quad (7)$$

Parraklarga ta'sir qiluvchi tangensial shamol tezligi quyidagi matematik bog'liqlik orqali aniqlanadi:

$$V_t = R \cdot \omega + V_a \cdot \cos\theta \quad (8)$$

Parraklarga ta'sir qiluvchi nisbiy tezlik quyidagi matematik ifoda orqali aniqlanadi:

$$W = \sqrt{V_n^2 + V_t^2} \quad (9)$$

Parraklarga ta'sir qiluvchi shamol tezligining hujum burchagi quyidagi formula orqali aniqlanadi [9]:

$$\alpha = \arctan\left(\frac{V_a \cdot \sin\theta}{R \cdot \omega + V_a \cdot \cos\theta}\right) - \beta \quad (10)$$

bunda: β - shamol parraklari shamol g'ildiragi aylanasi urinmasiga nisbatan o'rnatilish burchagi.

Tangensial kuch koeffitsiyenti quyidagi matematik ifoda orqali aniqlanadi:

$$C_t = C_L \cdot \sin\alpha - C_d \cdot \cos\alpha \quad (11)$$

bunda: C_L -parraklarni ko'tarish koeffitsiyenti; C_D - parraklarni tortishish koeffitsiyenti.

Normal kuch koeffitsiyenti quyidagi matematik ifoda orqali aniqlanadi:

$$C_n = C_L \cdot \cos\alpha + C_d \cdot \sin\alpha \quad (12)$$

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

$$F_t = C_t \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot W^2\right) \quad (13)$$

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

Parraklarga ta'sir qiluvchi normal kuch quyidagi ifoda orqali aniqlaymiz:

$$F_n = C_n \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot W^2\right) \quad (14)$$

Shamol energetik qurilmasining mexanik momenti quyidagi matematik ifoda orqali aniqlanadi:

$$M = \frac{N \cdot C \cdot H \cdot R}{2 \cdot \pi} \int_{\theta=0}^{2\pi} \frac{\rho \cdot W^2 \cdot C_t}{2} \cdot d(\theta) \quad (15)$$

bunda: H - shamol parraklarining balandligi, [m]; R - shamol g'ildiragining radiusi [m].

Shamol energetik qurilmasining shamol energiyasidan foydalanish koeffitsiyenti quyidagi formula orqali aniqlaymiz [10]:

$$C_p = \left(\frac{N \cdot C}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot \rho \cdot V_\infty^2} \int_{\theta=0}^{2\pi} \frac{\rho \cdot W^2 \cdot C_t}{2} \cdot d(\theta)\right) \cdot \lambda \quad (16)$$

Shamol turbinasining nominal mexanik quvvati quyidagi formula orqali aniqlanadi:

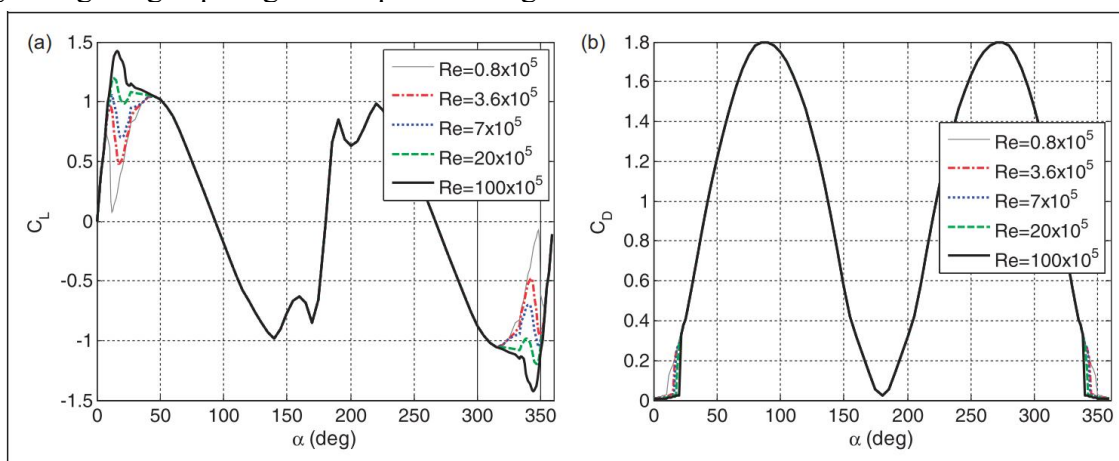
$$P_n = M \cdot \omega \tag{17}$$

Shamol energetik qurilmalari orqali ishlab chiqariladigan elektr energiyasi quyida matematik ifoda orqali aniqlanadi:

$$E_{sh} = P_n \cdot \eta_g \cdot t \tag{18}$$

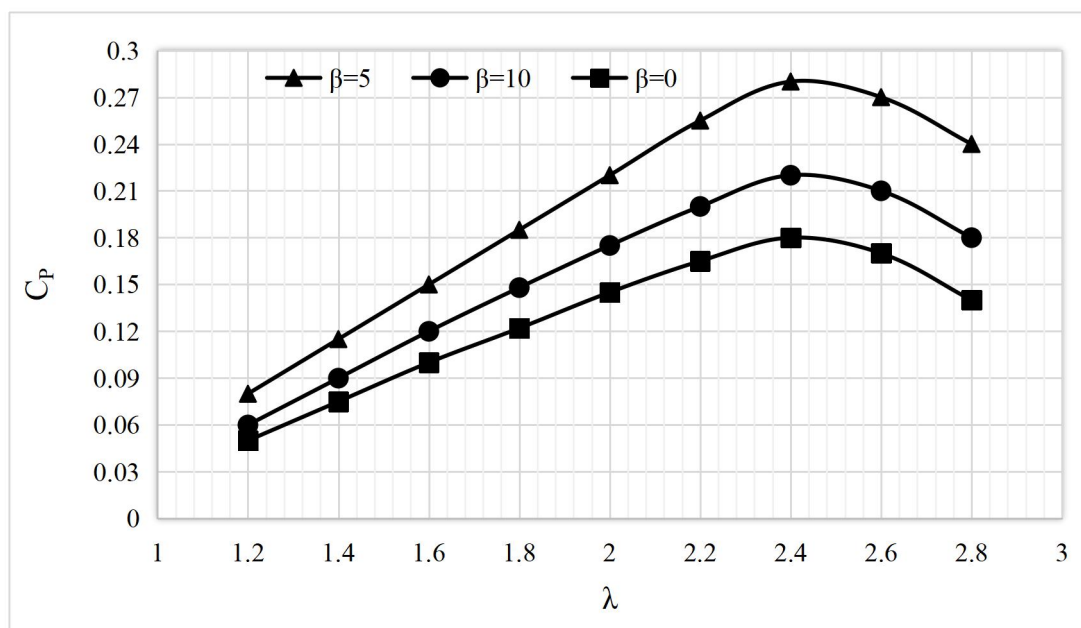
bunda: η_g -elektr generatorning foydali ish koeffitsiyenti, t- shamol energetik qurilmasining yillik ishlash vaqti.

4-rasmda NACA0015 aerodinamik sirtlarning ko'tarish (C_L) koeffisienti (a), ro'para qarshilik (C_d) koeffisient (b) larning Reynold soniga va parraklarga ta'sir qiluvchi hujum burchagi (α) o'zgarishiga bog'liqlik egri chiziqlari keltirilgan.



4-rasm. NACA0015 aerodinamik sirtlarning ko'tarish (C_L) koeffisienti (a), ro'para qarshilik (C_d) koeffisient (b) larning Reynold soniga va parraklarga ta'sir qiluvchi hujum burchagi (α) o'zgarishiga bog'liqlik egri chiziqlari

5-rasmda shamol parraklari optimal qiyalik burchagining β qurilma samaradorlik ko'rsatgichlariga bog'liqlik egri chiziqlari keltirilgan. Bunda qiyalik burchagini shamol g'ildiragi aylanasi o'tkazilgan urinmaga nisbatan 5° o'zgartirganimizda qurilmaning shamol energiyasidan foydalanish koeffisienti maksimal 0,28 va shamol parraklarining tez aylanuvchanlik koeffisienti esa 2,4 ga teng bo'lishi aniqlanadi.



5-rasm. Shamol parraklari qiyalik burchagining qurilmaning samaradorlik ko'rsatgichlariga bog'liqlik egri chiziqlari

Ushbu shamol energetik qurilmasini markazlashgan elektr energiyasi ta'minotidan uzoqda joylashgan kichik quvvatli avtonom iste'molchilar foydalanishlari hisobiga ijtimoiy va iqtisodiy sohalarni rivojlantirishimiz mumkin.

Xulosa: o'zgaruvchan iqlim sharoitlarida (shamol tezligi 2...9 m/s va harorat -20...+45 °C) moslashtirilgan vertikal o'qli shamol energetik qurilmasi konstruksiyasini takomillashtirish orqali samaradorligini oshirish uslubiyoti ishlab chiqilgan;

kichik quvvatli avtonom iste'molchilarni uzluksiz elektr energiyasi bilan ta'minlashda shamol energetik qurilmasini quyosh batareyalari bilan birgalikda foydalanish sxmasi ishlab chiqilgan; kuchsiz shamol oqimlarida qurilmani samaradorligini oshirishda shamol parraklari modifikatsiya qilindi va qiyalik burchagini optimal qiymati geometrik qonunlar asosida aniqlangan, natijada qiyalik burchagini shamol g'ildiragi aylanasiga o'tkazilgan urinmaga nisbatan 5⁰ o'zgartirganimizda qurilmaning shamol energiyasidan foydalanish koeffisienti maksimal 0,28 va shamol parraklarining tez aylanuvchanlik koeffisienti esa 2,4 ga teng bo'lishi asoslangan.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. https://www.irena.org//media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Oct/IRENA_Outlook_Egypt_2018_En.pdf
2. <https://www.irena.org/Statistics/Statistical-Profiles>
3. Ajaye O.O. The Potential for Wind Energy in Nigeria // Wind Engineering. 34(3), pp.303-311 May 2010
4. Соломенкова О.Б. Мультимодульная ветроэлектростанция с инверторами тока для стабилизации выходного напряжения // кандидатская диссертация. Саратов. 2012. С.162
5. https://yandex.ru/patents/doc/RU162228U1_20160527
6. Деҳқонов У.Ф. Ротацион механизми шамол қурилмаси ишчи органи юритмасининг янги конструкциясини яратиш ва унинг ишчи параметрларини тадқиқ қилиш // диссертация, Тошкент.2004.168 бет
7. Patent FAP 02323

8. Xamroyevna, M. B. (2024). SUYUQ KRISTALLAR VA ULARNING XUSUSIYATLARI. *Modern digital technologies in education: problems and prospects*, 1(2), 32-38.
9. Xamroyevna, M. B. (2024). PLAZMA VA UNING XOSSALARI. PLAZMANING QO‘LLANILISHI. *Introduction of new innovative technologies in education of pedagogy and psychology*, 1(3), 73-78.
10. Xamroyevna, M. B. (2024). TERMOELEKTRIK HODISALAR. *Introduction of new innovative technologies in education of pedagogy and psychology*, 1(3), 102-107.
11. Xamroyevna, M. B. (2024). OCHIQ TIZIMLARDA ENTROPIYANING LOKAL KAMAYISHI VA DISSIPATIV STRUKTURALAR. *Introduction of new innovative technologies in education of pedagogy and psychology*, 1(3), 86-92.
12. Xamroyevna, M. B. (2024). O‘TA O‘TKAZUVCHANLIK VA UNING KVANTOMEXANIK TALQINI. *Introduction of new innovative technologies in education of pedagogy and psychology*, 1(3), 93-101.
13. Xamroyevna, M. B. (2024). FUNDAMENTAL O‘ZARO TA‘SIRLAR TURLARI. *Introduction of new innovative technologies in education of pedagogy and psychology*, 1(3), 79-85.
14. Bobokulova, M. (2024). Alternative energy sources and their use. *Medicine, pedagogy and technology: theory and practice*, 2(9), 282-291.
15. Boboqulova, M. X. (2025). YUQORI CHASTOTALI SIGNALLARNI UZATISH USULLARI. *PEDAGOGIK TADQIQOTLAR JURNALI*, 2(2), 32-35.
16. Boboqulova, M. X. (2025). TO‘LQIN O‘TKAZGICHLAR (VOLNOVODLAR). *Problems and solutions at the stage of innovative development of science, education and technology*, 2(1), 1-7.
17. Boboqulova, M. X. (2025). MIKROZARRALARNING KORPUSKULYAR-TO‘LQIN DUALIZMI. SHREDINGER TENGLAMASI. *Problems and solutions at the stage of innovative development of science, education and technology*, 2(1), 8-13.
18. Boboqulova, M. X. (2025). SPINLI ELEKTRONIKA. *Problems and solutions at the stage of innovative development of science, education and technology*, 2(1), 60-65.
19. Boboqulova, M. X. (2025). INTERFEROMETRLAR. KO‘P NURLI INTERFERENSIYA. *Problems and solutions at the stage of innovative development of science, education and technology*, 2(1), 54-59.
20. Boboqulova, M. X. (2025). SHAFFOF JISMLARNING SINDIRISH KO‘RSATKICHINI MIKROSKOP YORDAMIDA ANIQLASH. *Problems and solutions at the stage of innovative development of science, education and technology*, 2(1), 48-53.
21. Jalolov, T. S. (2024). KIBERMUHOFAZANING TA‘LIM JARAYONIDAGI O‘RNI. *PEDAGOGIK TADQIQOTLAR JURNALI*, 2(1), 189-192.
22. Junaydullaevich, T. B. (2023). BITUMENS AND BITUMEN COMPOSITIONS BASED ON OIL-CONTAINING WASTES. *American Journal of Public Diplomacy and International Studies* (2993-2157), 1(9), 147-152.
23. 23. Турсунов, Б. Ж. (2021). Анализ методов утилизации отходов нефтеперерабатывающей промышленности. *Scientific progress*, 2(4), 669-674.
24. Jalolov, T. S. (2024). РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В САМОДВИЖАЮЩИХСЯ РОБОТАХ. *Methods of applying innovative and digital technologies in the educational system*, 1(2), 1-7.
25. Jalolov, T. S. (2024). ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЭКОНОМИЧЕСКОМ

МОДЕЛИРОВАНИИ. Methods of applying innovative and digital technologies in the educational system, 1(2), 27-32.

26. Jalolov, T. S. (2024). СОЗДАНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СИСТЕМЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ. Methods of applying innovative and digital technologies in the educational system, 1(2), 14-20.