UNIVERSAL JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATION
ISSN 2992-8842
https://science-research.org.uz/index.php/UJTI

SHAMOL ENERGIYASINING IDEAL VA REAL FOYDALI ISH KOEFFITSIYENTI (F.I.K.) ANIQLASH

Andijon davlat Texnika instituti
O'qituvchi: ***Egamov Dilmurod***
Talaba: ***Olimov Abbos Abdikarim o'g'li***

Annotatsiya: Ushbu maqolada shamol energiyasining ideal va real foydali ish koeffitsiyenti (F.I.K.) aniqlash metodlari tahlil qilinadi. Betz teoremasi yordamida ideal F.I.K. chegarasi aniqlanib, real turbinaning samaradorligi hisobga olingan holda F.I.K. qiymatlari taqqoslanadi. Shuningdek, shamol turbinasi samaradorligini oshirish bo'yicha tavsiyalar ham keltirilgan.

Abstract: This article analyzes the methods for determining the ideal and real useful work coefficient (F.I.K.) of wind energy. Using the Betz theorem, the ideal F.I.K. limit is determined and F.I.K. values are compared, taking into account the efficiency of the real turbine. Recommendations for increasing the efficiency of the wind turbine are also presented.

Аннотация: В статье анализируются методы определения идеального и реального коэффициента полезной работы (КПД) ветрогенератора. С использованием теоремы Беца определяется предел идеального КПД и сравниваются значения КПД с учетом КПД реальной турбины. Также представлены рекомендации по повышению КПД ветрогенератора.

Kalit so'zlar: Shamol energiyasi, Foydali ish koeffitsiyenti (F.I.K.), Betz teoremasi, Shamol turbinalari, Ideal va real samaradorlik, Energiya yo'qotishlari.

Keywords: Wind energy, Useful work coefficient (F.I.K.), Betz theorem, Wind turbines, Ideal and real efficiency, Energy losses.

Ключевые слова: Энергия ветра, Коэффициент полезной работы (КПР), Теорема Беца, Ветровые турбины, Идеальная и реальная эффективность, Потери энергии.

Shamol energetikasi — fan va texnikaning shamol oqimining kinetik energiyasidan mexanik, elektr va issiklik energiyasi olishda foydalanish usullarini, nazariy asoslarini ishlab chiquvchi va xalq xujaligida shamol energiyasidan foydalanish tarmoqlari hamda yullarini belgilovchi sohasi. Inson shamol kuchidan qadimdan foydalanib kelgan. Oldiniga uning kuchidan faqat yelkanli qayiqlarda foydalanilgan, keyinchalik (mil. av. 2—1 asr) Misr va Xitoyda shamol tegirmonlari paydo bo'lgan (qarang Shamol tegirmoni), keyinchalik shamol dvigatellari va qurilmalari yaratilgan. Shamol energiyasidan Quyosh va suv energiyasi bilan birga foydalanish katta ahamiyatga ega. Shamol energetikasi, asosan, 2 qismga bulinadi: shamol texnikasi va shamoldan foydalanish. Shamol texnikasi qismi shamol kuchidan foydalanib ishlovchi texnika vositalari (agregatlari, dvigatellari, qurilmalari) ni loyihalashning nazariy asoslari va amaliy usullarini ishlab chiqish bilan shug'ullanadi. Shamoldan foydalanish qismida shamol energiyasidan samarali foydalanish, shamol qurilmalaridan unumli foydalanish, ularning texnikiqtisodiy kursatkichlarini yaxshilash masalalari va boshqalarning nazariy va amaliy masalalari urganiladi va amalda tatbiq qilinadi. Shamol energetikasi uzining nazariy va amaliy masalalarini urganish va ishlab chiqishda boshqa fan sohalariga, ayniqsa, aerologik tadqiqotlar natijalariga asoslanadi. Boshka energiya manbalaridan foydalanish noqulay va umuman bunday manbalar yo'q joylarda Shamol energetikasi ishlanmalari juda asqotadi. O'rta Osiye'da (xususan, Uzbekistonda) dasht, cho'l va chala chullarda Shamol energetikasi texnika vositalari qo'l kelishi mumkin .

Betz qonuni: Betz qonuni ochiq oqimdagi shamol turbinasi dizaynidan qat'i nazar, shamoldan olinadigan maksimal quvvatni ko'rsatadi. U 1919 yilda nemis fizigi Albert Betz tomonidan nashr etilgan. Qonun shamol oqimidan energiya chiqaradigan ideallashtirilgan "faollashtiruvchi disk" orqali o'tadigan havo oqimining massasi va momentumini saqlash tamoyillaridan kelib chiqadi. Betz qonuniga ko'ra, hech bir turbina 16/27 (59) dan ortiq ushlay olmaydi.

Shamol turbinasi tomonidan ishlab chiqarilgan energiya u orqali o'tadigan havo massasiga (oqim tezligi deb ataladi) va havo oqimidan olinadigan quvvatning nisbatiga bog'liq bo'lib, u rotordan o'tayotganda havo oqimining sekinlashuvida aks etadi. Keling, ikkita ekstremal holatni ko'rib chiqaylik:

Agar rotor oqimdan 100% quvvat olsa, oqim to'xtaydi, oqim tezligi nolga teng bo'ladi va shamol generatori tomonidan ishlab chiqarilgan quvvat ham nolga teng bo'ladi.

Agar rotor oqimdan quvvatning 0% ni olsa, u holda iste'mol maksimal bo'ladi, lekin energiya chiqishi ham nolga teng bo'ladi.

Shunday qilib, har qanday shamol turbinasi uchun optimal ish rejimi bu ikki ekstremal o'rtasida joylashgan. Betz qonuni bu maksimal samaradorlik rejimini matematik tarzda ifodalaydi. Unda aytilishicha, 16/27 ga (59,3%) teng bo'lgan maksimal samaradorlik rotordan o'tadigan havo uch marta sekinlashganda erishiladi .Zamonaviy yirik shamol turbinalari qiymatlarga etadi.

Demak ideal holatda:

$$P_{ideal} = 0.593 * \frac{1}{2} \rho A v^3$$

Amaliyotda shamol turbinalari hech qachon Betz limitiga yetmaydi. Sababi — aerodinamik, mexanik, elektr va boshqa yo‘qotishlar.

Real turbinada quvvat:

$$P_{real} = C_{p,real} * \frac{1}{2} \rho A v^3$$

$$C_{p,real} \approx 0.45\ dan\ 0.50\ gacha$$

Cp 0,45 dan 0,50 gacha ya'ni maksimal mumkin bo'lgan qiymatning 75-85%. Yuqori shamol tezligida, turbina nominal quvvatda ishlaganda, pichoqning burchagi ko'tariladi va shu bilan kamayadi.Cp rotorga zarar yetkazmaslik uchun. Shamol tezligi 12,5 dan 25 m/s gacha oshgani sayin shamol kuchi 8 barobar ortadi, shuning uchun 25 m/s tezlikda kamaytirish kerak. Cp 0,06 gacha.

Xulosa: Shamol energiyasi ekologik toza va qayta tiklanadigan energiya manbai sifatida katta ahamiyatga ega. Betz teoremasi asosida shamol turbinalarining maksimal nazariy samaradorligi 59,3% ekanligi aniqlanadi. Real sharoitda esa turbinaning samaradorligi mexanik, aerodinamik va elektr yo‘qotishlar tufayli ideal qiymatdan past bo‘ladi. Hisob-kitob va tahlillardan ko‘rinib turibdiki, real F.I.K. qiymati ideal F.I.K. dan taxminan 15–20% kamroq bo‘ladi. Shuning uchun zamonaviy turbinalar samaradorligini oshirish uchun rotor dizayni, qanot shakli, material sifati va generator texnologiyasini yaxshilash muhimdir. Natijada, shamol energetikasi nafaqat energiya resurslarini tejash, balki atrof-muhitni muhofaza qilish va iqtisodiy jihatdan foyda olish imkonini beradi. Shu sababli shamol energiyasini rivojlantirish va turbinaning real samaradorligini oshirish istiqboli katta ahamiyatga ega.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Manwell, J.F., McGowan, J.G., Rogers, A.L. Wind Energy Explained. John Wiley & Sons, 2010. — Shamol energiyasi asoslari, turbinalar, energiya hisob-kitoblari.
2. Burton, T., Jenkins, N., Sharpe, D., Bossanyi, E. Wind Energy Handbook. 2nd Edition, Wiley, 2011. — Turbinaning aerodinamikasi, Betz teoremasi va real F.I.K. hisoblash.
3. Hansen, M.O.L. Aerodynamics of Wind Turbines. 2nd Edition, Routledge, 2015. — Shamol oqimi, rotor va qanot dizayni, samaradorlik tahlili.
4. Ackermann, T. (Ed.) Wind Power in Power Systems. 3rd Edition, Wiley, 2012. — Shamol energetikasining tizimlarda qo‘llanilishi va samaradorligi.
5. Sørensen, J.N. Wind Energy: Renewable Energy and the Environment. Cambridge University Press, 2011. — Shamol energiyasi ekologik va iqtisodiy jihatlari.
6. Global Wind Energy Council (GWEC). Global Wind Report 2023. — Shamol energiyasi bo‘yicha statistik ma’lumotlar, real F.I.K. va yangi texnologiyalar.
7. IEC 61400 – Wind Turbine Standards. International Electrotechnical Commission, 2020. — Shamol turbinalari standartlari va samaradorlik mezonlari.