KICHIK QUVVATLI SHAMOL ENERGETIK QURILMALARINING SAMARADORLIGIDA REYNOLDS SONINING TA'SIRI VA AHAMIYATI.

Sadullayev Nasullo Nematovich
Buxoro davlat texnika universiteti Energetika fakulteti dekani texnika fanlari doktori, professor
E-mail: nasullo68@mail.ru
Muzaffarov Firdavs Fuzayl o'g'li
Buxoro davlat texnika universiteti, Elektr mexanikasi va texnologiyalari kafedrasi tayanch-doktoranti,
E-mail: firdavsmuzaffarov11111@mail.ru
To'yboyev Ozodbek Uzoq o'g'li
Buxoro davlat texnika unversiteti, Elektr va energetika muhandisligi kafedrasi o'qituvchi
E-mail: ogabektoyboyev1999@gmail.com
Xakimova Sevara Bobirovna
Buxoro davlat texnika unversiteti, Muhandislik fakulteti energetika muhandisligi yo'nalishi talabasi,
Email: 300141268b@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada respublikamizda elektr energiya ehtiyojining oshishi va bu ehtiyojni qoplaydigan shamol energetik qurilmalar hamda ularning samaradorligiga ta'sir etuvchi ba'zi bir parametrlar haqida so'z boradi. Bunda oqim xususiyatlarining vertikal o'qli shamol turbinalariga ko'rsatadigan ta'sirlari tahlil qilingan.

Kalit so'zlar: shamol tezligi, Reynolds soni, oqim, vertikal o'qli shamol turbinasi, shamol turbinasi parragi, aerodinamika, turbulent, optimal, laminar, havo plyonkasi.

Аннотации. В данной статье рассматривается растущий спрос на электроэнергию в стране и ветроэнергетические устройства, удовлетворяющие этот спрос, а также некоторые параметры, влияющие на их эффективность. Он анализирует влияние характеристик потока на вертикальные ветряные турбины.

Ключевые слова: скорость ветра, число Рейнольдса, поток, вертикальный ветродвигатель, лопасть ветряной турбины, аэродинамика, турбулентный, оптимальный, ламинарный, аэродинамический профиль.

Annotation. This article examines the growing demand for electricity in the country and the wind power devices that meet this demand, as well as some of the parameters that affect their efficiency. It analyzes the effect of flow characteristics on vertical wind turbines.

ISSN 3030-3907

Key words: wind speed, Reynolds number, flow, vertical wind turbine, wind turbine blade, aerodynamics, turbulent, optimal, laminar, air foil.

Kirish

C_P -quvvat koeffitsiyenti

C -shamol turbinasi parragining eni (chord)

Re -Reynolds soni

ρ -havo oqimi zichligi

μ -dinamik qovushqoqlik

V -shamol tezligi

ν -kinematik qovushqoqlik

λ -turbinaning ildamlik koeffitsiyenti

Sir emaski bugungi ijtimoiy va iqtisodiy rivojlanish davrida insonning ehtiyojlari ortib bormoqda, bu rivojlanish bevosita elektr energiyasining ko‘rsatgichlariga bog‘liq bo‘lib qolmoqda. O‘zbekiston Respublikasi misolida raqamlarga yuzlanadigan bo‘lsak, 2016-yilda mamlakatimizda 59,0 milliard kilovatt/soat elektr energiya ishlab chiqarilgan bo‘lsa, 2021-yilda ushbu ko‘rsatkich 71,3 milliard kilovatt/soatni tashkil etgan. Shuningdek:

2017-yilda 60,7 milliard kilovatt/soat;

2018-yilda 62,8 milliard kilovatt/soat;

2019-yilda 63,6 milliard kilovatt/soat;

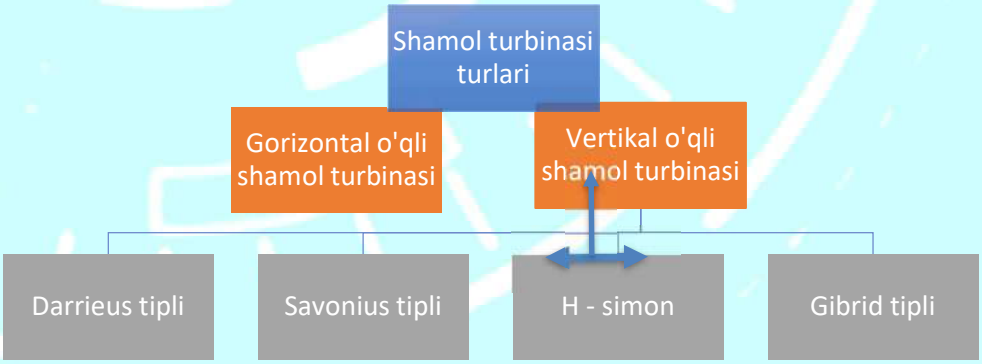
2020-yilda 66,4 milliard kilovatt/soat

Elektr energiyasi ishlab chiqarilgan. O‘sish ko‘rsatkichi 121 foizni tashkil qilgan. 2030 yilga borib umumiy ishlab chiqarish quvvati 29200 MVt ni tashkil etadi, bu esa bugungi ko‘rsatkichlarga qaraganda 2 barobar ko‘proqdir. Natijada 2030 yilda elektr energiya ishlab chiqarish hajmi 120,1 mlrd. kilovatt-soatni tashkil etadi (2020 yilda ushbu ko‘rsatkich 66,4 mlrd. kilovatt-soat edi) [1] Bu raqamlarni yana davom ettirish mumkin, lekin bu miqdorlarning o‘zi ham bu sohada olib borilayotgan tadqiqotlarning naqadar dolzarb ekanligini anglatadi. Bu rejalar mavjud elektr stansiyalarini modernizatsiya qilish va kengaytirish, atom elektr stansiyalari hamda muqobil energiya manbalaridan foydalanish hisobiga amalga oshiriladi. O‘zbekistonda muqobil energiya manbalari quyosh fotoelektr stansiyalari va shamol elektr stansiyalaridan foydalanish jadallik bilan rivojlanmoqda. Xususan, shamol elektr stansiyalarini joriy qilish doirasida “Masdar” kompaniyasi ishtirokida Navoiy viloyatining Tomdi tumanida umumiy quvvati 500 MVt li shamol elektr stansiyasini qurish bo‘yicha loyiha amalga oshirilmoqda. SHES quvvatlarining birinchi navbatini 2024 yilda ishga tushirish mo‘ljallangan. Boshqa bir yirik kompaniya – “ACWA Power” (Saudiya Arabistoni) bilan Buxoro viloyatining G‘ijduvon va Peshku tumanlarida har birining quvvati 500 MVt dan bo‘lgan 2 ta shamol elektr stansiyasini qurish

ISSN 3030-3907

loyihasiga oid bitimlar imzolangan. To‘g‘ridan-to‘g‘ri investitsiyalar 1,3 mlrd. AQSH dollaridan iborat. Shamol elektr stansiyalarini 2023 yilda foydalanishga topshirish mo‘ljallangan.

O‘zbekistonda qayta tiklanuvchi energetika bo‘yicha joriy qilinayotgan loyihalar mamlakat energetika sohasi oldida qo‘yilgan vazifalarni amalga oshirishga o‘z hissasini qo‘shadi. Shuningdek, bu issiqxona gazlarining yillik chiqaruvini CO_2 ekvivalentida taxminan 500 ming tonnaga kamaytirishga yordam beradi[1]. Shu sababli muqobil energiya manbalarini rivojlantirish bu soha oldida tuzgan dolzarb muammolarni yechish muhim ahamiyat kasb etadi. Bu ayniqsa respublikamizda shamol energetikasi salohiyatini baholash, geografik mintaqamiz xususiyatlarini inobatga olgan holda takomillashtirilgan past tannarxli samarador shamol turbinalarini ishlab chiqishni talab qiladi. Shuni sababli biz tadqiqot ishlarimizda turbina samaradorligiga ta’sir ko‘rsatuvchi faktorlarga e’tibor qaratishimiz kerak. Umuman olganda shamol turbinalari quyidagi asosiy turlarga bo‘linadi:

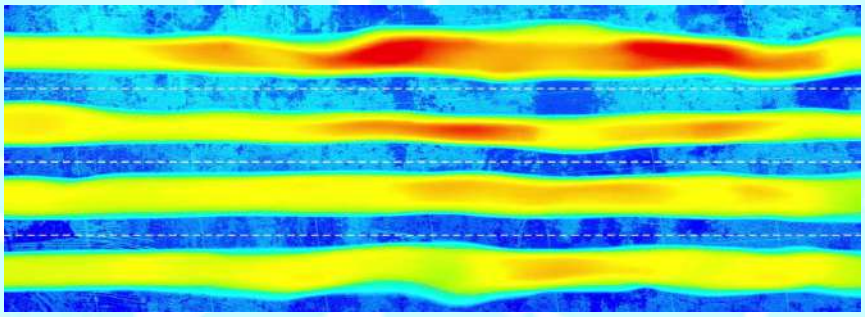


1-rasm. Shamol turbinasi

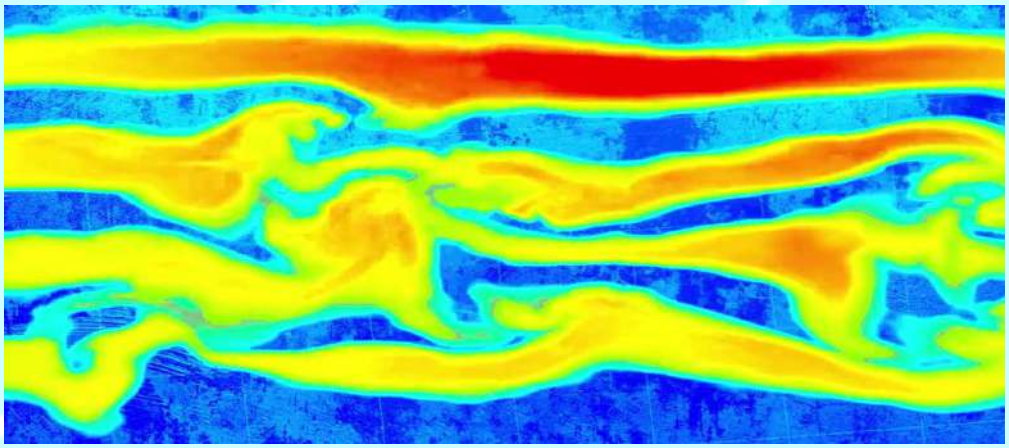
Shamol oqimining tezligi kamida 10-12 m/s atrofida va u doimiy esadigan hududlarda gorizontal o‘qli shamol turbinalaridan foydalanish yaxshi samara beradi. Bunday ekologik xususiyat mavjud bo‘lmagan hududlarda vertikal o‘qli shamol turbinalaridan foydalanish kerak. Shamol turbinalaridan foydalanish samaradorligi Betz nazariyasi bilan tushuntiriladi. Betz qonuni – shamol turbinasidan o‘tadigan havo oqimining kinetik energiyasi shu turbina chiqaradigan energiya bilan bog‘liqlik qiymatlarini belgilaydi. Betz qonuni birinchi bo‘lib 1926-yilda Nemis fizigi Albert Betz tomonidan tushuntirilgan va isbotlangan. Betz qonuni shuni anglatadiki, shamol turbinasining samaradorligi nazariy jihatdan hech qachon $C_p \le \frac{16}{27}$ tengsizlikka nomuvofiq bo‘lmaydi. [2]. Shunga ko‘ra gorizontal o‘qli shamol turbinalarida bu ko‘rsatgichni 50 % ga yetkazish mumkin. [3]. Lekin bunda Bofort shkalasi bo‘yicha kuchli shamol oqimi kerak bo‘ladi. [4] Darrieus tipli H-simon vertikal o‘qli shamol turbinalarida quvvat koeffitsiyentini $C_p = 40\%$ ga yetkazish imkoni mavjud. [3] Shu sababli bu turdagi turbinalarda bir qancha

ISSN 3030-3907

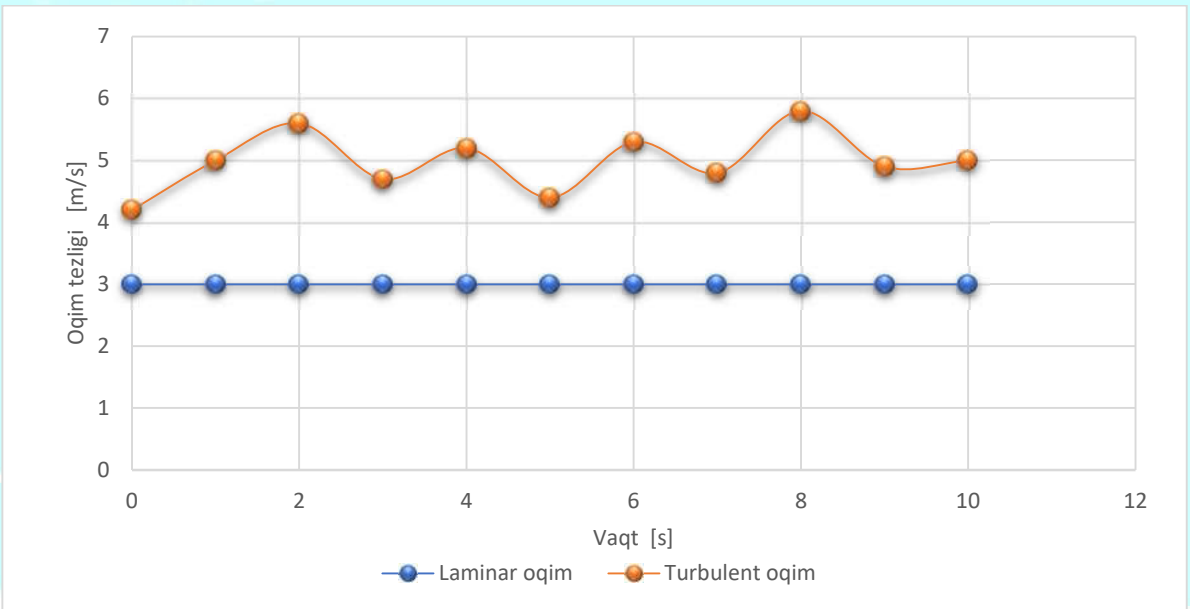
istiqbolli tadqiqotlar amalga oshirilmoqda. Bu turdagi turbinalar bir qancha afzalliklarga ega: jumladan bunday turbinalarning parragini yasash qolgan turdoshlariga nisbatan oson, konstruktiv tuzilishi sodda, tannarxi past, turbinaning ishlashi shamol yo‘nalishiga bog‘liq emas, bu turdagi turbinalarda uzatmalar qutisi mavjud emas. Shu sababli bu turdagi turbinalarni samaradorlik ko‘rsatgichlariga ta’sir ko‘rsatuvchi ko‘rsatgichlarni tahlil qilish zarurat hisoblanadi. Suyuqliklar va gazlar mexanikasida Reynolds soni oqimning laminar yoki turbulentlik xususiyatini baholaydigan asosiy chegara hisoblanadi.



2-rasm. Laminar oqim simulyatsiyasi



3-rasm. Turbulent oqim simulyatsiyasi.



4-rasm. Laminar va turbulent oqimlarning o‘zgarish grafigi.

ISSN 3030-3907

4-rasmda keltirilgan grafik bo‘yicha laminar va turbulent oqim funksiyasi umumiy holda quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

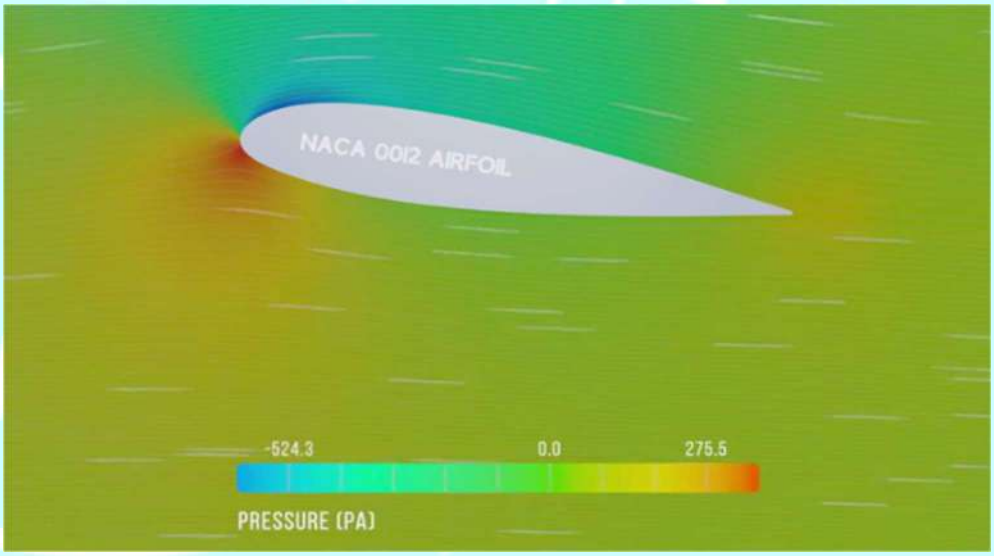
$$V(t) = \bar{V} \quad (1)$$

$$V(t) = \bar{V} + V'(t) \quad (2)$$

Ko‘rinishida bo‘ladi. Demak shamol turbinalari uchun oqim xususiyati va Reynolds sonining fizik ma’nosini tushunish muhim ahamiyat kasb etadi.
Turbina uchun reynolds soni quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$\mathrm{Re} = \frac{\rho \cdot V \cdot c}{\mu} = \frac{Inersial\ kuch}{Qovushqoqlik\ kuchi} \quad (3)$$

(3)-ifodadan ayonki Reynolds soni asosan parrak uzunligi, shamol oqimi tezligiga bog‘liq. Turbinada hosil bo‘luvchi uyurmaning kuchi va bu kuch beruvchi bosim bevosita Reynolds soniga bog‘liq.



5-rasm. Havo plyonkasiga ta’sir qiluvchi bosimning simulyatsiya jarayonida o‘zgarishi.

5-rasmdagi tasvirda ko‘rinib turganidek NACA 0012 havo plyonkasiga oqim tomonidan berilayotgan mexanik ta’sir va ularning o‘zgarishi Reynolds sonining ahamiyatli ekanligini bildiradi. Bunda shunday xulosaga kelish mumkinki plyonkaning tuli uchlaridagi bosimlar farqining miqdori turbinaning samaradorligiga aniqroq aytadigan bo‘lsak turbinaning ildamligiga ta’sir ko‘rsatadi. Bundan tashqari bu farqni o‘zgarishi plyonkaning oqimga nisbatan joylashishiga va havo plyonkasi markasiga ham bog‘liq. Qolaversa havo plyonkasi sirtiga qo‘shimcha ishlov bergan holda ham bosimlar farqini yiriklashtirish mumkin, lekin bu holatda plyonkaga ta’sir ko‘rsatadigan mexanik yuklanishlar plyonkaga shikast yetkazmasligi choralarini ko‘rish kerak. Shamol turbinasining ildamligi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi: [5]

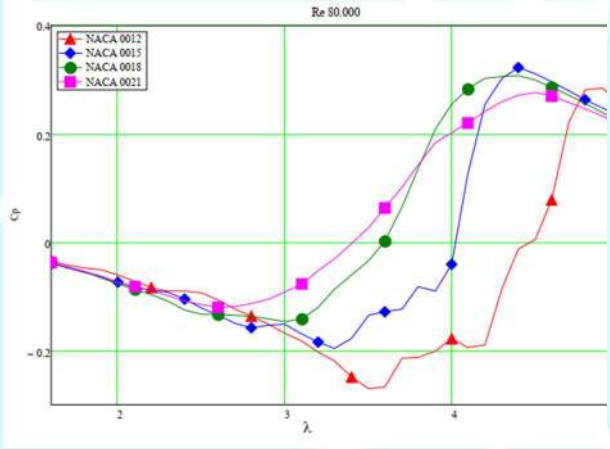
$$\lambda = z = \frac{\omega \cdot R}{V} \quad (4)$$

ISSN 3030-3907

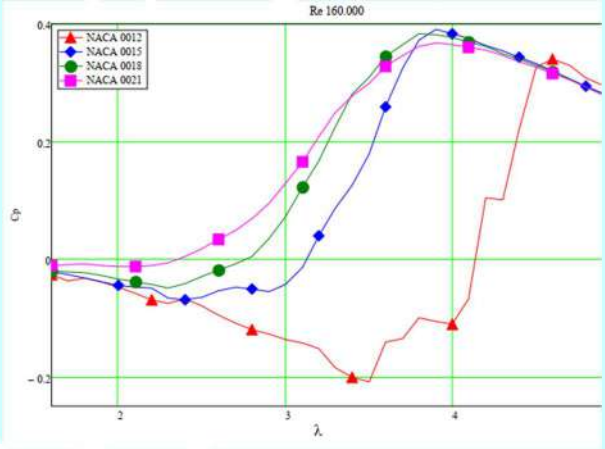
(5)-ifoda ya’ni ildamlik keffitsiyenti va Reynolds soni bir-biri bilan quyidagicha bog‘liq:

$$\mathrm{Re} = \frac{V \cdot c}{v}\sqrt{1+(\lambda)^2} \quad (5)$$

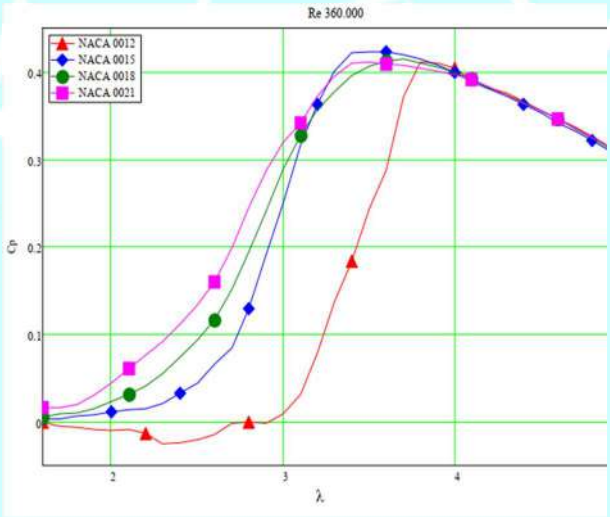
Kichik quvvatli vertikal o‘qli shamol turbinalari uchun Reynolds soni 10^5 atrofida bo‘ladi. Reynolds soni turbinaning quvvat koeffitsiyenti C_p ga ham ta’sir ko‘rsatadi. Quyida Darrieus tipli turbinada qo‘llanilgan havo plyonkalari va ildamlik koeffitsiyentiga bog‘liq quvvat koeffitsiyentining o‘zgarish grafigini ko‘rib o‘tamiz. [5]



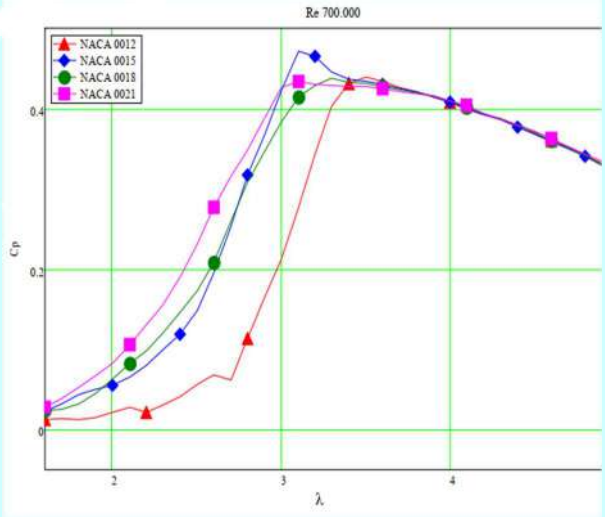
6-a rasm



6-b rasm

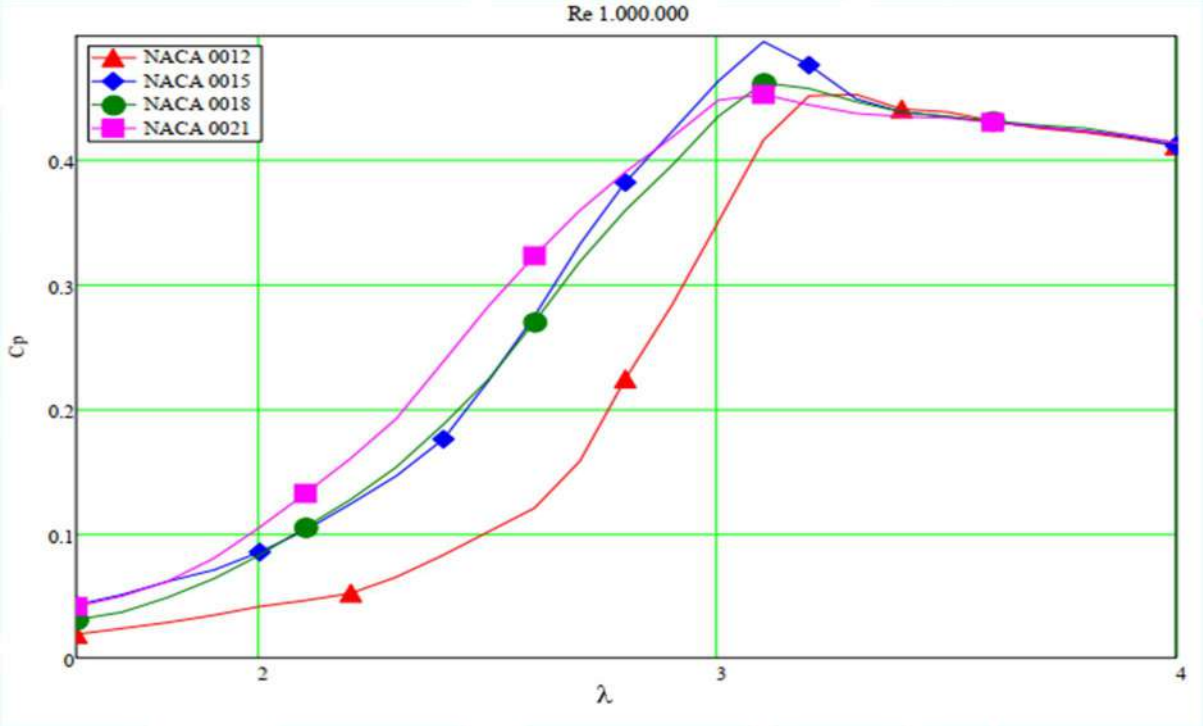


6-c rasm



6-d rasm

ISSN 3030-3907



6-e rasm

6-rasmdan shuni xulosa qilish mumkinki shamol turbinalaridagi samaradorlik ko‘rsatgichi bu ko‘rsatgichni tashkil etuvchi argumentlardan tashqari, havo plyonkasi turiga hamda Reynolds soni miqdoriga bog‘liq. Shu sababli ilmiy tadqiqotlarda va shamol turbinalarini loyihalashda bu miqdorning optimal chegarasini tanlash zarur, chumki turbine parragi uzunligini oshirib borish, mexanik nuqtai nazardan o‘zini oqlamaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.

1. https://minenergy.uz/uz/news/view/1476.
2. F. Thonniben, M. Marnett, B. Roidl, W. Schroder. A numerical analysis to evaluate Betz’s Law for vertical axis wind turbines. Journal of Physics: Conference Series 753 (2016) 022056
3. Piyush Gulve, Dr. S.B.Barve Design and construction of vertical axis wind turbine, Volume 5, Issue 10, October (2014) p148-155
4. https://flymeteo.org/stat/bofort.php
5. Radu Bogateanu, Alexandru Dumitrache, Horia Dumitrescu, Cornel Ioan Stoica, Reynolds number efects on the aerodynamic performance of small VAWTs, U.P.B. Sci. Bull., Series D, Vol. 76, Iss. 1, 2014 ISSN 1454-2358, p1-12

ISSN 3030-3907