

**ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР
ТАРАҚҚИЁТИ**
**РАЗВИТИЕ НАУКИ И
ТЕХНОЛОГИЙ**



1
2025

Тахририят ҳайъати раиси:

СИДДИҚОВА С.Ғ. –

Бухоро муҳандислик-технология институти ректори

Муовини:

ЮЛДАШЕВ Н.Х. –

БухМТИ илмий ишлар ва инновациялар бўйича проректори

Тахрир ҳайъати:

МУҚИМОВ К.М. – ЎзР ФА академиги (ЎЗМУ)

ЖАЛИЛОВ А.Т. – ЎзР ФА академиги (Тошкент кимё-технология ИТИ)

НЕГМАТОВ С.Н. – ЎзР ФА академиги (“Фан ва тараққиёт” ДУК)

БАҲОДИРОВ Ғ.А. – т.ф.д., профессор, ЎзР ФА бош илмий котиби

ХАМИДОВ О.Х. – иқтисод фанлари доктори, профессор (БухДУ)

ЖАЛИЛОВ Т.Қ. – иқтисод фанлари доктори (DSc) (ТКТИ)

МУХТАРОВ Н.Ш. – техника фанлари доктори (DSc) (“Ўзбекнефтгаз” АЖ)

ТУХСАНОВ Х.А. – иқтисод фанлари доктори (DSc) (“Ўзбекнефтгаз” АЖ)

МАДИЕВ Р.Х. – техника фанлари доктори (DSc) (“Шуртан ГKM” МЧЖ)

АДИЗОВ Б.З. – техника фанлари доктори (DSc), к.и.х., ЎзРФА УНКИ

ХУРМАМАТОВ А.М. – техника фанлари доктори, профессор, ЎзРФА УНКИ

СОБИРОВА Н.К. – филология фанлари номзоди, доцент, ЎЗМУ

ҒАФУРОВ Д.О. – Бухоро МТИ ёшлар масалалари ва маънавий-маърифий ишлар бўйича биринчи проректори ф.ф.ф.д (PhD)

ҚУРБОНОВ Ж.М. – техника фанлари доктори, профессор (Самарқанд ИСИ)

САИДОВ С.Б. – Бухоро МТИ молия ва иқтисод ишлари бўйича проректори

ШАРИПОВ М.З. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

АСТАНОВ С.Х. – физика-математика фанлари доктори, профессор

РАХМОНОВ Х.Қ. – техника фанлари доктори, профессор

ВОХИДОВ М.М. – техника фанлари доктори, профессор

ЖЎРАЕВ Х.Ф. – техника фанлари доктори, профессор

САДУЛЛАЕВ Н.Н. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАЖИДОВ Қ.Х. – техника фанлари доктори, профессор

ФОЗИЛОВ С.Ф. – техника фанлари доктори, профессор

ИСАБАЕВ И.Б. – техника фанлари доктори, профессор

АБДУРАҲМОНОВ О.Р. – техника фанлари доктори, профессор

НИЗОМОВ А.Б. – иқтисод фанлари доктори, профессор

ЖУМАЕВ М.Р. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

ЮНУСОВА Г.С. – фалсафа фанлари доктори (DSc), профессор

ЖЎРАЕВА М.М. – филология фанлари доктори (DSc), профессор

ТЎХТАЕВА З.Ш. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАХМУДОВ М.Ж. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

ХАЙИТОВ Р.Р. – техника фанлари доктори (DSc), к.и.х.

БОЗОРОВ Ғ.Р. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

БОЛТАЕВ З.И. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

ОЛТИЕВ А.Т. – техника фанлари доктори, (DSc)

ЖАЛИЛОВ Р.Б. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАХМУДОВ М.И. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАЖИДОВА Н.Қ. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

АХМЕДОВ В.Н. – кимё фанлари номзоди, профессор

МАХМУДОВ Р.А. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

ПУЛАТОВА М.И. – физика-математика фанлари номзоди, профессор

Бош муҳаррир:

ДЎСТОВ Ҳ.Б. – кимё фанлари доктори, профессор

Муҳаррирлар:

БАРАКАЕВА Д.Ф., ОРТИҚОВА С.Ж., ИСТАМОВА Г.Х.

Мусахҳишлар:

БОЛТАЕВА З.З., АРТИКОВА М.М.

ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР ТАРАҚҚИЁТИ

ИЛМИЙ – ТЕХНИКАВИЙ ЖУРНАЛ

РАЗВИТИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

НАУЧНО – ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Журнал Ўзбекистон матбуот ва ахборот агентлиги Бухоро вилояти бошқармасида 2014 йил 22-сентябрда № 05-066-сонли гувоҳнома билан рўйхатга олинган

Муассис:

Бухоро муҳандислик-технология институти

Журнал Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги ОАК Раёсатининг 2017 йил 29-мартдаги №239/5-сонли қарори билан диссертациялар асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрлар рўйхатига киритилган. 2019 йилда Ўзбекистон Республикаси ОАК Раёсатининг қарорлари билан қайта рўйхатдан ўтказилган.

Тахририят манзили:
200100, Бухоро шаҳри, Қ. Муртазоев кўчаси, 15-уй, Бухоро муҳандислик-технология институти
Тел: 0(365) 223-92-40
Факс: 0(365) 223-78-84
Электрон манзил:
E-mail: fantt_jurnal@umail.uz

Журналнинг тўлиқ электрон варианты билан
<https://journal.bmti.uz/>
сайти орқали танишиш мумкин.

Ушбу журналда чоп этилган материаллар тахририятнинг ёзма рухсатисиз тўлиқ ёки қисман чоп этилиши мумкин эмас. Тахририятнинг фикри муаллифлар фикри билан ҳар доим ҳам мос тушмаслиги мумкин. Журналда ёритилган материалларнинг ҳаққонийлиги учун мақолаларнинг муаллифлари ва реклама берувчилар масъулдирлар.

МУНДАРИЖА - СОДЕРЖАНИЕ – CONTENT

ТЕХНИКА, ТЕХНОЛОГИЯ ВА ЖИҲОЗЛАР	
Бибутов Н.С., Хожиев А.Х., Ҳабибов Ф.Ю. Балкани эгилишга синаш	4
Ataullayev Sh.N., To'raqulova M.Q., Boboqulov F.B., Xamidov D.G'. Neft va gaz zavodlaridan chiqayotgan mash'ala gazlarini qayta ishlash texnologiyalasini takomillashtirish . . .	11
Xamzayev A.A., Xaydarov Sh.B., Usmonov M.Z., Niyetbaev A.D. Karyer bir cho'michli ekskavatorlarining ish rejimlarini optimallashtirish	18
Ismailov M.A., Mannobjonov B.Z. Suv tozalash jarayonida mikroorganizmlarga ta'sir qiluvchi asosiy faktorlar	24
Чулиев У.Х., Амонов М.Р. Разработка состава буровых растворов и изучение их реологических и эксплуатационных свойств	32
Sharibayev N.Y., Ibragimov A.T. Ipak salmog'ini oshirish uchun ipak qurtlarini parvarishlashning zamonaviy yechimlari	35
Мухамедбаев А.А. Влажностные характеристики автоклавного газобетона	39
Jo'rayev F.O'., Umedova U.X., Axmedov Y.H., Mardonova S.M. Plug osti tovonini yumshatadigan chuquryumshatkich qurilmasining murakkab sirtli ishchi organining dala tajriba tadqiqotlari natijalari.	45
КИМЁ ВА КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯЛАР	
Фозилов С.Ф., Зоирова А.И., Фозилов Ҳ.С. Табиий газдан МТО (метанолдан олефин) технологияси асосида қуйи олефинар олиш	50
Atoyev E.X., Sharipova N.O'. Adgeziya xossalarini oxirgi plazmali mustahkamlash usulidan foydalanib o'rganish	57
Eshdavlatova G.E., Kamolov L.S. Tabiiy gazlarni nordon komponentlardan aminli tozalashda ko'piklanish sabablari va uning intensivligiga ta'sir etuvchi omillar	61
Умурова Ш.Ш., Амонов М.Р., Амонова М.М. Изучение текстурных характеристик бентонитовых материалов	64
Axmedova Sh.U., Axmedova O.B. Gazlarni absorbsion tozalashda samarali absorbent kompozitsiyalar yaratish	68
Ataqulova D.D. Neft-gaz-suv muhiti korroziyasida aminonitrilli (MAD tipli) ingibitorlarning samaradorligini o'rganish	72
Bobokulova M.Sh., Xodjamkulov S.Z. Effect of various factors on the synthesis of ion-exchange membranes and IR-spectral description of their structure with a fure converter . . .	78
To'raqulova M.Q., Boboqulov F.B., Temirov A.H. "Vodorod sulfidi saqlagan nordon gazlarni utilizatsiyalashning samarali texnologiyasini ishlab chiqish"	84
Abdukarimov M.M., Maxmudov N.N., Yodgorov N. Gazkondensat konlarini ishlatishni sa-maradorligini oshirishda organik aminlar asosidagi korroziya ingibitorining ta'sirini tadqiq etish	91
Abdukarimov M.M., Maxmudov N.N., Yodgorov N. Magistral neft va gaz quvurlarini vodorod sulfidli korroziyasiga ingibitorlarni ta'sirini tadqiq etish	95
Tursunova F.J., Amonov M.R. Sanoat katalizatorlari chiqindilarini qayta ishlash	99
Муҳиддинов Б.Ф., Джалилов А.Т., Исроилов О.И., Ширинов Ш.Д. Сравнительный анализ набухаемости гидрогелей синтезированных на основе карбоксиметилцеллюлозы	105
Choriyev A.U., Mirzayeva S.K., Normurodov I.O'., Izbasarova G.Sh. 4-xlorfenilxlor-atsetat asosida nukleofil almashinish reaksiyalarini tadqiq qilish.	110

МАШИНАСОЗЛИК ВА ЭНЕРГЕТИКА

Жалилов Р.Б., Караев А.Т., Камалов У.У. Исследование модернизации котельной АО «Бухараэнергомарказ»	117
Berdiev D.M., Abdullaev B.K., Abdullaev A.X., Kuziyev G.Sh. Yeyilishbardosh qoplama qoplash jarayonining termodinamik ko'rsatkichlarini hisoblash	125
Maxmudov M.I., Timirov X.N. Oqova suvda erigan kislorodni optik usulda o'lchashning afzalliklari	131
Muzaffarov F.F. Vertikal o'qli shamol energetik qurilmasining yurgizish momentini oshirishning ilmiy-texnik tadqiqoti	135
Mirzayev Sh.M., Hakimova S.Sh., Qodirov J.R. Qovunlarni quritishda quyosh radiatsiyasi va tabiiy vakuumli dastlabki ishlov berish	145
Makhmudov M.I., Mamirov U.F., Nurov S.S. Treatment plants increasing the energy efficiency of biological by automating measurements of main technological parameters	153
Tog'ayev I.B., Abdullayev Sh.Sh. Reaktiv quvvat manbalari yordamida elektr energiyasining sifat ko'rsatkichlarini bosqichma-bosqich oshirishda tizimli tahlil olib borish	156
Сафаров А.Б., Пиримов Р.Р., Сайфиддинов Қ.Э. Муқобил энергия манбаларидан электр энергиясини олишда кичик тезликли электр генераторни лойиҳалаш ва динамик режимларини моделлаштириш	164
Kamolov J.J. Panel-nurlanishli isitish tizimini turli izolyatsiya materiallari uchun hisoblash	174
Maxmudov M.I., Sayfiyev H.O., Nurov S.S. Fotoelektrik batareyalar energetik parameterlarini monitoring qilish uchun quyosh intensivligini kuzatish qurilmasi tayyorlash	178
Tovboyev A.N., Tog'ayev I.B. Reaktiv quvvat manbalarini o'rnatish natijasida elektr energiyasining sifat ko'rsatkichlarini oshirishning baholash usullari	183
Barakayev N.R., Narziyev M.S., Talabov M.D., Jo'raqulova M.O. Inkubatsiyalash jarayonida parranda tuxumlarini o'z o'qi atrofida aylanitirish uchun sarflanadigan energiyani aniqlash .	191

ИНФОРМАТИКА ВА АХБОРОТ – КОММУНИКАЦИОН ТИЗИМЛАР

Жураев З.Б., Курбонов М.У., Абдувохидов Х.Ш. Современное состояние цифровой образовательной системы высшего образования в республике Узбекистан	196
Курбанов Ж.М., Курбанова М.Ж., Холтураев Х.К. Разработка математической модели изменения структурно-механических свойств плодов и овощей в процессе сушки.	201

ОЗИҚ-ОВҚАТ САНОАТИ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ

Sharipov N.Z. Olcha danagining fizik xossalarini tadqiq qilish	207
Sabirov U.K., Oqilov A. Sut mahsulotlarini saqlashning mikroiklim parametrlarini intellektual boshqarish tizimini ishlab chiqish	211
Oltiyev A.T., Haydarova M.F. Tsukat ishlab chiqarish texnologiyasidagi an'anaviy shakar xom ashyosini, novvot ishlab chiqarish texnologiyasining qoldiq siropiga almashtirish	220
Атамуратова Т.И., Ахмедова М.Б. Способы приготовления бездрожжевого хлеба . . .	225
Хаитов Р.А., Ахмедова М.Б. Применение муки из соевого жмыха для улучшения белкового состава хлеба	229
Рахмонов К.С., Атамуратова Т.И. Антибактерицидная активность настоев из пряно-ароматического растительного сырья	233
Эрматов О.С. Қишлоқ хўжалик маҳсулотларини қайта ишлаш миницеҳи.	240
Barakayev N.R., Uzoqov Y.A., Sadullayev S.X., Xolmuradov B.B., Axmedov A.G'. Respublikamizda ekilayotgan bug'doy don navlarini tahlil etish	247
Ибрагимов Р.Р., Нарзиев М.С., Кулдошева Ф.С., Шарипов Н.З. Разработка плана эксперимента процесса стерилизации плодов и овощей	252

ТЎҚИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ

Muhammedova M.O. Boldir-tovon bo'g'imi shikastlangan oyoq panjalari uchun ortopedik poyabzal va ortezlarning konstruktiv tahlillari	259
Ataxanov A.K., Azizov I.R., Odilxonova N.O. Tiklangan tolalardan mexanik texnologiyada notoqima matolar tayyorlash imkoniyatlari	267
Muhammedova M.O. Boldir-tovon bo'g'imidagi shikastlanishlarda tadqiqotchilar tomonidan taklif etilgan ortopedik yechimlar tahlili.	272
Do'stova F.X. Tikuv mashinasining taklif etilgan friksion muftasi konstruksiyasi vazifasi va ish tamoyillari.	275
Мардонов С.Э. Определение уработки нитей ворсовой основы при формировании коврового изделия.	279
Бebuтова Н.Н. Ёзги махсус кийимларни тайёрлашда қўлланиладиган талабларни шакллантириш	284
Kurbanov F.A., Zarifova M.B. Jin arra tishlari ishchi yuzasiga ta'sir qiluvchi kuchlar	290
Хамроева М.Ф., Мухамеджанова С.Ф., Туйчиев Т.О. Турли конструкциядаги козиқчали-планкали барабанларнинг ифлосликларни ажралиш жараёнига таъсири . . .	293
Парпиев А., Наврузов Н., Ахмедов К., Якубов К. Ишчи камерадаги пахтанинг дастлабки оқим ҳаракати динамикаси.	299
Ibrohimov I., Obidov A. Takomillashtirilgan toshtutgich kamerasida harakatlanayotgan paxta bo'lakchasining shikastlanish holatini tadqiq qilish.	303
Хамроева М.Ф., Мухамеджанова С.Ф., Туйчиев Т.О. Турли конструкциядаги козиқчали-планкали барабанларнинг тозалаш самарадорлигига таъсири	310
Турдиев Б.Э., Росулов Р.Х., Райимкулов Ж.К., Пардаев Б.Ч. Пахта чигити элеваторида тасмали лентанинг тажрибавий изланишлари.	315
Жуманиязов Қ., Саломов А. Пневмомеханик йигирув жараёнини такомиллаштирилган самарали технологиясини ишлаб чиқаришга қаратилган илмий тадқиқот ишлари таҳлили	319
Muhammedova M.O., Barnoyev B.E. Xromlangan charm tarkibini tahlil qilish va charm chiqindilarini qayta ishlash usullari	328
АНИҚ ВА ИЖТИМОИЙ-ИҚТИСОДИЙ ФАНЛАР	
Мустақимова Қ.С. Александр Сергеевич Пушкин ва ўзбек адабиёти	333
Цай И.К. Непрерывное образование библиотечных специалистов Республики Узбекистан	336
Mirzayev Sh.R., Eshchanov Sh.A. Issiq-quruq iqlim sharoitida sanoat usullaridan foydalgan holda o'rta qavatli turar-joy binolarini loyihalashning tamoyillari: Buxoro shahri misolida	343
Xasanova S.Q. Fe'l nisbatlari tarjimai muammolari va yechimlari	348

VERTIKAL O'QLI SHAMOL ENERGETIK QURILMASINING YURGIZISH MOMENTINI OSHIRISHNING ILMIY-TEXNIK TADQIQOTI

Muzaffarov F.F.

Buxoro muhandislik-texnologiya instituti.

Annotatsiya. Maqolada vertikal o'qli shamol energetik qurilmalarining yurgizish momentini oshirish, kuchsiz shamol oqimlarida shamol energetik qurilmasining shamol energiyasidan foydalanish samaradorligini yaxshilash choralari tahlil qilinib, mazkur muammolarga ilmiy-texnik yechimlar taklif etilgan.

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

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЫШЕНИЯ ПРИВОДНОГО МОМЕНТА ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА С ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОСЬЮ

Музаффаров Ф.Ф.

Бухарский инженерно-технологический институт.

Аннотации. В данной статье анализируются по увеличению приводного момента ветроэнергетических устройств с вертикальной осью, повышению эффективности использования ветроэнергетических устройств в условиях слабых ветровых потоков, а также предлагаются научно-технические решения этих проблем.

Ключевые слова: скорость ветра, поток, вертикальная ось ВЭУ, лопасть ВЭУ, аэродинамика, турбулентный, оптимальный, движущий момент, профиль.

SCIENTIFIC AND TECHNICAL STUDY OF INCREASING THE DRIVE TORQUE OF A VERTICAL AXIS WIND ENERGY DEVICE.

Muzaffarov F.F.

Bukhara institute of engineering and technology.

Annotation. In this article, measures to increase the driving torque of vertical-axis wind energy devices, to improve the efficiency of wind energy use of wind energy devices in weak wind currents are analyzed, and scientific and technical solutions to these problems are proposed.

Key words: wind speed, flow, vertical axis wind turbine, wind turbine blade, aerodynamics, turbulent, optimal, driving moment, airfoil.

Kuchsiz shamol oqimli hududlarning iqlim sharoitlariga moslashtirilgan vertikal o'qli shamol energetik qurilmalarini ishlab chiqish, konstruktiv hamda ish rejim parametrlarini tahlil qilish, shamol energiyasidan foydalanish samaradorligini oshirishda turbinaning optimal parametrlarini aniqlash hamda takomillashtirilgan qurilmalarni ekspluatatsiya qilish bugungi kunning dolzarb muammolari hisoblanadi.

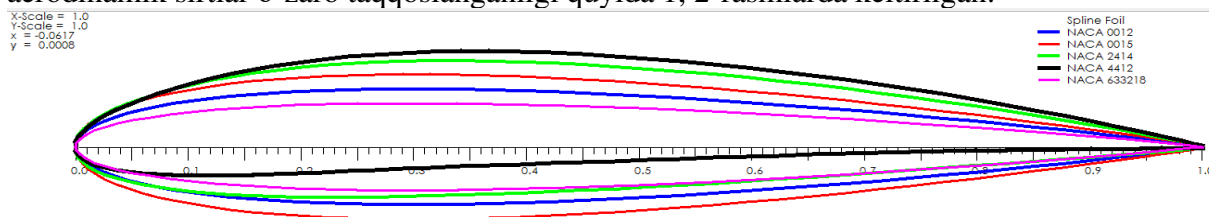
Kichik quvvatli vertikal o'qli shamol turbinalari sohasi oldida turgan asosiy muammolardan biri turbinaning qo'zg'ala olmasligidir. Shu sababli muqobil energetika manbalari, xususan, shamol energetikasi sohasida tadqiqot olib boradigan mutaxassislar shamol turbinasining yurgizish momentini oshirishga harakat qiladilar.

Yurgizish momentini oshirish yoki turbinalarning harakatsiz vaqtini kamaytirish uchun bir qator vazifalar hal qilinishi kerak:

- Shamol turbinasini imkon boricha balandda o'rnatish [1].
- Turbinaning vaznini minimallashtirish [2].
- Turbinaga keluvchi shamol oqimini kuchaytirish [3].
- Shamol turbinasini konstruktiv optimallashtirish [4].
- Parraklar yuzasi bilan oqim ilashuvini yaxshilash maqsadida parraklar sirtiga aerodinamik ishlov berish [5].
- Vertikal o'qli shamol turbinasining tayanchlarini aerodinamik sirt ko'rinishida tayyorlash va turbinaning qo'zg'alishini yaxshilash uchun tayanchlarga yordamchi yuzalarni o'rnatish [6].

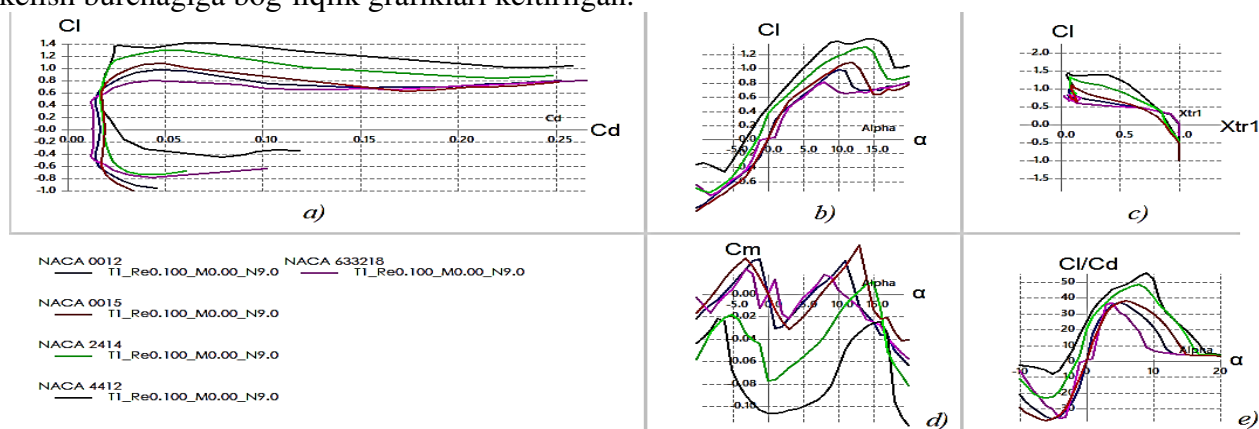
Vertikal o'qli shamol turbinasi parraklarini tayyorlash uchun mutaxassislar tomonidan turli shakldagi ko'plab aerodinamik sirtlar taklif etilgan va bu sirtlarning aerodinamik parametrlari bir-

biridan farq qiladi. NACA 0012, NACA 0015, NACA 2414, NACA 4412, NACA 633218 aerodinamik sirtlar o'zaro taqqoslanganligi quyida 1, 2-rasmlarda keltirilgan.



1-rasm. NACA 0012, NACA 0015, NACA 2414, NACA 4412, NACA 633218 aerodinamik sirtlarning umumiy ko'rinishi

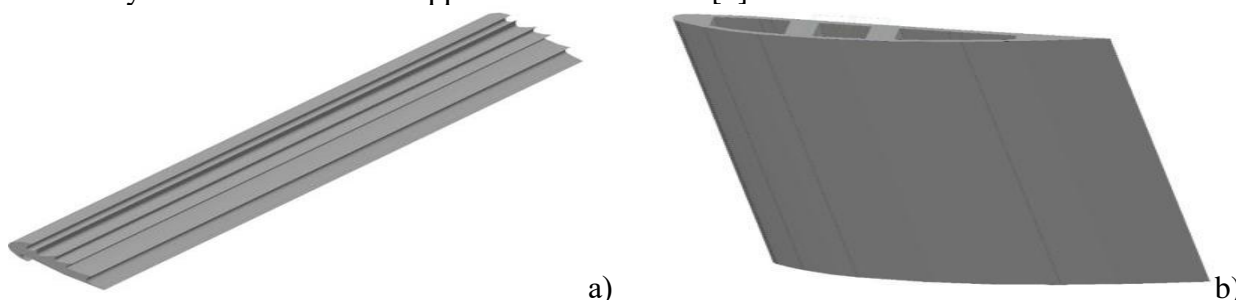
2-rasmda a) ko'tarish va tortish ko'effitsiyentlarining, b) ko'tarish ko'effitsiyentining shamol oqimining parrakka kelish burchagiga, c) ko'tarish ko'effitsiyentining oqim chegarasiga (turbulent yoki laminar) o'tish ko'effitsiyentiga, d) moment ko'effitsiyentining shamol oqimining parrakka kelish burchagiga e) ko'tarish va tortish ko'effitsiyentlari nisbatining shamol oqimining parrakka kelish burchagiga bog'liqlik grafiklari keltirilgan.



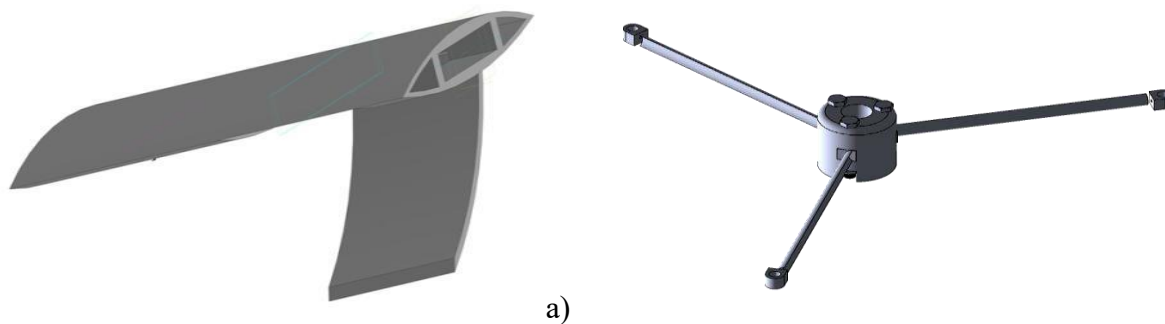
2-rasm. NACA 0012, NACA 0015, NACA 2414, NACA 4412, NACA 633218 aerodinamik sirtlar parametrlarining o'zaro taqqoslanishi

NACA 4412 aerodinamik sirti uchun olingan xarakteristikalar boshqalaridan yaxshiroq ekanligini ko'rish mumkin, masalan ko'tarish tortish ko'effitsiyentlari va shamolning kelish burchagi orasidagi bog'liqliklar 2-a,b,c,e rasmlarda o'zining eng katta qiymatiga erishgan. 2-d rasmda teskari ta'sir ko'rsatuvchi momentning miqdori NACA 4412 da o'zining eng kichik qiymatiga ega bo'ldi, ya'ni parrakning harakatiga teskari ta'sir ko'rsatuvchi kuch eng kichik qiymatga erishadi. Tadqiqot ishlarimizni NACA 4412 aerodinamik sirtidan foydalanib davom ettirishimiz mumkin.

Agar yuqoridagi vazifalar hal qilinsa turbinaning yurgizish momenti oshib boshlang'ich inersiya momenti minimumga erishadi natijada turbinadan foydali quvvat olish mumkin bo'lgan shamol tezligi o'zining eng kichik miqdoriga erishadi. Vertikal o'qli shamol turbinalarining kiritik tezlik chegaralarini minimallashtirish zarur. Buning uchun 3-rasmda keltirilgan konstruktiv o'zgartirishlarni taklif etamiz. Taklif etilayotgan turbinaning parraklari hamda ushbu parraklarni tutuvchi tayanchlarni 4-rasmda taqqoslashimiz mumkin [7].



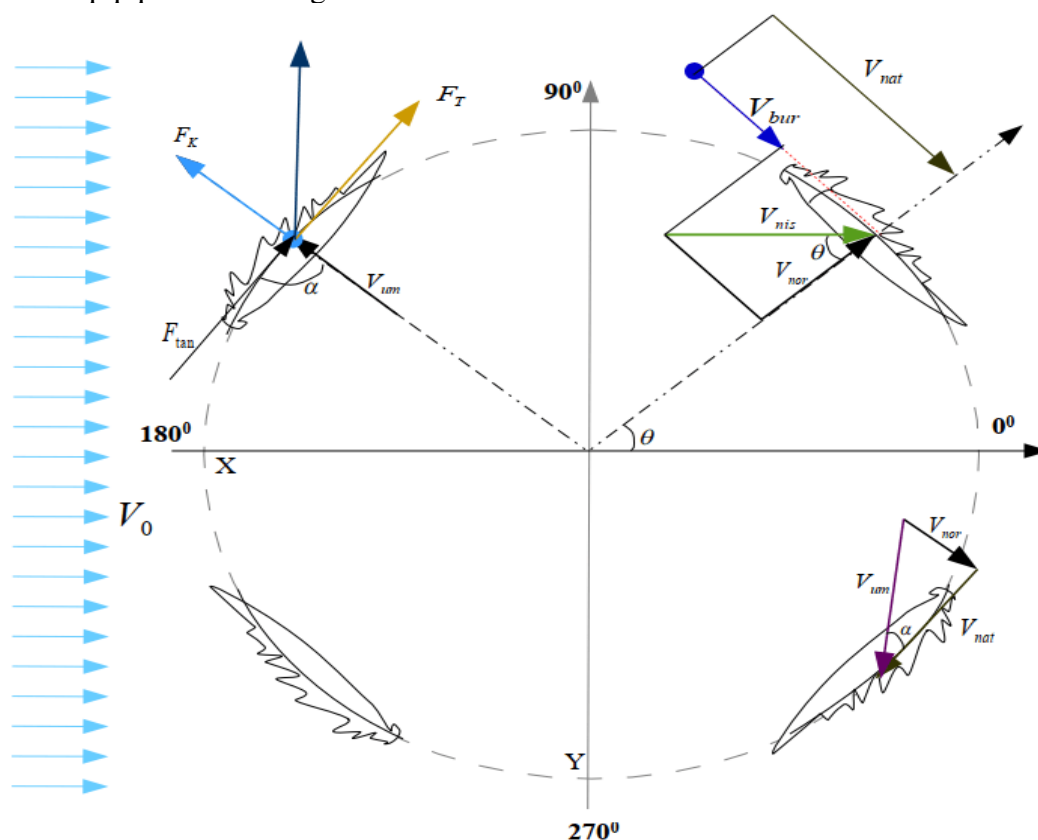
3-rasm. Taklif etilgan a) hamda standart b) ko'rinishli turbinalar parragining geometrik ko'rinishi



4-rasm. Taklif etilgan a) hamda standart b) ko‘rinishli turbinalar tayanchining geometrik ko‘rinishi

Taklif etilgan turbina parragining tashqi sirti egriliklar bilan qoplangan natijada parrak, orqa tomonidan kelgan shamol energiyasi oqimidan maksimal miqdorda foydalanadi hamda shamol oqimining parrak yuzasi bilan ilashuvchanligi yaxshilanib turbinaning yurgizish momenti oshadi. Qolaversa, turbina parragini tutib turuvchi tayanchga ham konstruktiv o‘zgartirish kiritilgan, ya’ni tayanch shamol oqimini qarshiliksiz kesishi uchun aerodinamik ko‘rinishga keltirilgan ushbu aerodinamik shakl havo oqimini kesish bilan birga harakatlanganda ko‘taruvchi kuchni yuzaga keltirib turbina podshipniklariga tushadigan yuklamalarni kamaytirishga xizmat qiladi. Tayanchlarga avtomatik holda ochilib-yopiluvchi qo‘shimcha yuza o‘rnatilib, bu qo‘shimcha yuza shamolning tezligi kichik bo‘lganda, yoki shamol turbinasi ishga tushayotgan paytda ochiladi va turbinaning o‘z inersiyasini yengishiga yordam beradi. Shamolning tezligi 10 [m/s] va undan oshganda qo‘shimcha yuzalar uyurmaviy oqim ta’sirida avtomatik yopiladi va turbinaning nominal ish rejimiga salbiy ta’sir ko‘rsatmaydi.

Quyidagi 5-rasmda shamol turbinasi parragiga ta’sir ko‘rsatuvchi kuchlar hamda tezlik vektorlarini tadqiq qilamiz va tenglamalarini ko‘rib o‘tamiz.



5-rasm. Shamol turbinasining parragiga ta’sir ko‘rsatuvchi parametrlarni vektor kattalikda ko‘rinishi

Bunda V_0 -shamolning turbinagacha; V_{bur} -burchakli; V_{nis} -nisbiy; V_{um} -umumiy; V_{nor} - normal; V_{nat} -natijaviy tezliklar, F_T -tortuvchi, F_K -ko'taruvchi, kuchlar.

Burchakli tezlik qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$V_{bur} = \omega \cdot R = \frac{2\pi \cdot n \cdot R}{60} = \frac{\pi \cdot n \cdot R}{30} \quad (1)$$

Bunda n -shamol turbinasining aylanish chastotasi, [ayl/min]

Natijaviy tezlik:

$$V_{nat} = V_{bur} + V_{nis} \cdot \sin \theta = \omega \cdot R + V_{nis} \cdot \cos \theta = \lambda \cdot V_{nis} + V_{nis} \cdot \cos \theta = V_{nis} (\lambda + \cos \theta) \quad (2)$$

Tadqiqot ishlariga ko'ra nisbiy tezlikning qiymati [8] $V_{nis} = (V_0 + V_2)/2$ orqali aniqlaniladi.

Bunda V_2 -shamol turbinasidan keyingi shamolning tezligi.

Shamol turbinasi parragiga ta'sir ko'rsatuvchi normal tezlik (3) ifodada keltirilgan.

$$V_{nor} = V_{nis} \cdot \sin \theta \quad (3)$$

Turbinaga ta'sir qiluvchi umumiy tezlik 4 ifoda orqali aniqlanadi:

$$V_{um} = \sqrt{V_{nor}^2 + V_{nat}^2} = \sqrt{(V_{nis} \cdot \sin \theta)^2 + (V_{nis} (\lambda + \cos \theta))^2} = V_{nis} \sqrt{1 + 2 \cdot \lambda \cdot \cos \theta + \lambda^2} \quad (4)$$

Shamolning kelish burchagi α esa (5) ifoda bilan aniqlaniladi [9, 10, 11]:

$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{V_{nor}}{V_{nat}} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{V_{nis} \cdot \sin \theta}{V_{nis} (\lambda + \cos \theta)} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{\sin \theta}{\lambda + \cos \theta} \right) \quad (5)$$

Turbinaning mexanik quvvatini hisoblash uchun tangensial C_{tan} va normal C_n kuch miqdorini aniqlash kerak bo'ladi. Bu qiymatlarni aniqlash uchun C_T, C_K kabi koeffitsiyentlarni aniqlash kerak bo'ladi. Ushbu koeffitsiyentlar NACA tomonidan taklif etilgan aerodinamik sirtlarni simulyatsiya qiluvchi Ansys dasturi yordamida aniqlaniladi.

Tangensial va normal koeffitsiyentlarni quyidagicha hisoblaymiz:

$$C_{tan} = C_K \cdot \sin \alpha - C_T \cdot \cos \alpha \quad (6)$$

$$C_n = C_K \cdot \sin \alpha + C_T \cdot \cos \alpha \quad (7)$$

Tangensial kuch F_{tan} va normal kuch F_n quyidagi ifoda orqali hisoblaniladi:

$$F_{tan} = \frac{1}{2} \cdot C_{tan} \cdot \rho \cdot S_{par} \cdot V_{um}^2 \quad (8)$$

$$F_n = \frac{1}{2} \cdot C_n \cdot \rho \cdot S_{par} \cdot V_{um}^2 \quad (9)$$

Bunda: S_{parrak} -parrak va shamol o'rtasidagi ta'sirlashuvchi sirtining yuqori yuzasi, ilmiy tadqiqot ishlarida bu qiymat taxminan $S_{parrak} = c \cdot h$ ga teng deb hisoblanilgan, bunda c - parrakning uzunligi, ammo $c \cdot h$ -miqdor shamol bilan ta'sirlashadigan haqiqiy yuzaga teng bo'lmaydi, shamol bilan ta'sirlashadigan haqiqiy yuzani aniqlashimiz uchun parrak yuqori sirti egriligi uzunligini parrakning bo'yiga ko'paytirish lozim: ya'ni $S_{parrak} = c^1 \cdot h$, bunda c^1 - parrakning yuqori sirti yoyining uzunligi, h -parrakning bo'yi, S_{parrak} -miqdorining oshishi (8) ifodaga muvofiq tangensial F_{tan} kuchi miqdoring katta bo'ladi. Tangensial kuchni oshirish shamol turbinasi momentini oshishiga olib keladi, shu sababli turbina parraklarining shamol oqimi bilan ta'sirlashadigan yuzasini oshirish kutilgan samarani beradi.

Shamol parragining yuqori sirt uzunligi standart ko'rinishdagi NACA 4412 aerodinamik sirtiga nisbatan uzun, ushbu shaklning tashqi yuzasi maxsus egrilik bilan qoplangan. Bu egriliklar parrak yuzasini oshishiga, hamda oqim ilashuvchanligining yaxshilanishiga sabab bo'ladi.

Yuqorida keltirilgan tahlillarni davom ettirib o'rtacha tangensial kuch qiymatini $F_{\tan}$ ga hamda shamol turbinasi parragini burilish burchagi θ ning miqdoriga quyidagicha bog'liq [12]:

$$F_{ta.o'r} = \frac{1}{2 \cdot \pi} \int_0^{2\pi} F_{\tan}(\theta) d\theta \quad (10)$$

Bunda (10) ifodani (6), (5) va (8) tengliklar orqali ifodalasak quyidagi tenglamani hosil qilamiz:

$$\begin{aligned} F_{ta.o'r} &= \frac{1}{2 \cdot \pi} \int_0^{2\pi} F_{\tan}(\theta) d\theta = \frac{1}{2 \cdot \pi} \int_0^{2\pi} \frac{1}{2} \cdot C_{\tan} \cdot \rho \cdot c^1 \cdot h \cdot V_{um}^2(\theta) d\theta = \frac{\rho \cdot c^1 \cdot h \cdot V_{um}^2}{4 \cdot \pi} \int_0^{2\pi} C_{\tan}(\theta) d\theta = \\ &= \frac{\rho \cdot c^1 \cdot h \cdot V_{um}^2}{4 \cdot \pi} \int_0^{2\pi} C_K \cdot \sin \alpha - C_T \cdot \cos \alpha(\theta) d\theta = \\ &= \frac{\rho \cdot c^1 \cdot h \cdot V_{um}^2}{4 \cdot \pi} \left(C_K \cdot \int_0^{2\pi} \sin \arctg\left(\frac{\sin \theta}{\lambda + \cos \theta}\right)(\theta) d\theta - C_T \cdot \int_0^{2\pi} \cos \arctg\left(\frac{\sin \theta}{\lambda + \cos \theta}\right)(\theta) d\theta \right) \end{aligned} \quad (11)$$

Turbinaning umumiy momenti quyidagicha aniqlanadi:

$$T = n \cdot F_{ta.o'r} \cdot R = \frac{2 \cdot \rho \cdot c^1 \cdot h \cdot V_{um}^2 \cdot R}{\pi} \cdot \left(C_K \cdot \int_0^{2\pi} \sin \arctg\left(\frac{\sin \theta}{\lambda + \cos \theta}\right)(\theta) d\theta - C_T \cdot \int_0^{2\pi} \cos \arctg\left(\frac{\sin \theta}{\lambda + \cos \theta}\right)(\theta) d\theta \right) \quad (12)$$

Ishlab chiqilgan qurilma uchun matematik model quyidagicha (13-ifodalar):

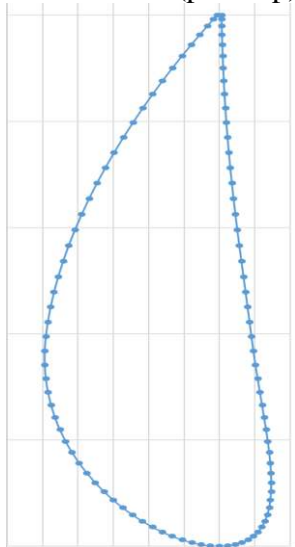
$$\begin{cases} \lambda_{opt} = \frac{4 \cdot \pi}{N} = \frac{\omega \cdot R}{V_{um}} \\ J\theta(t) = T_a(t) - T_q(t) \\ P_{mex} = T \cdot \omega = \frac{\rho \cdot c^1 \cdot h \cdot V_{um}^2 \cdot R \cdot n_{ayl}}{15} \cdot \left(C_K \cdot \int_0^{2\pi} \sin \arctg\left(\frac{\sin \theta}{\lambda + \cos \theta}\right)(\theta) d\theta - C_T \cdot \int_0^{2\pi} \cos \arctg\left(\frac{\sin \theta}{\lambda + \cos \theta}\right)(\theta) d\theta \right) \end{cases} \quad (13)$$

Bu yerda: c^1 -egriliklar bilan qoplangan NACA 4412 aerodinamik sirtning tashqi uzunligi.

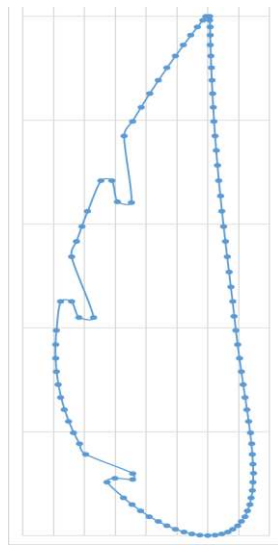
c^1 -ning qiymatini hisoblash murakkab matematik amal hisoblanib, kichik kvadratlar yoki approksimatsiyalash usullari yordamida aniqlaniladi. Matematik tenglama uchun shamol tezligining chegaraviy shartlari kiritiladi ya'ni: turbinaning ish rejimini ta'minlovchi shamol tezligi

$$v_0 \in [3 \div 20] \text{ m/s oraliqda bo'ladi.}$$

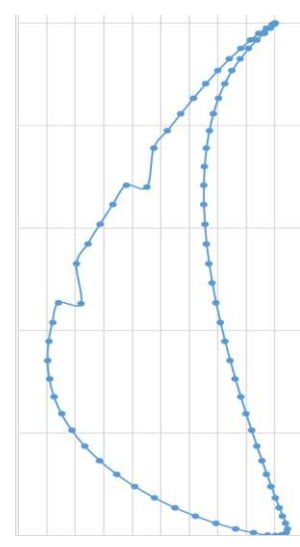
NACA 4412 (prototip)



1-variant

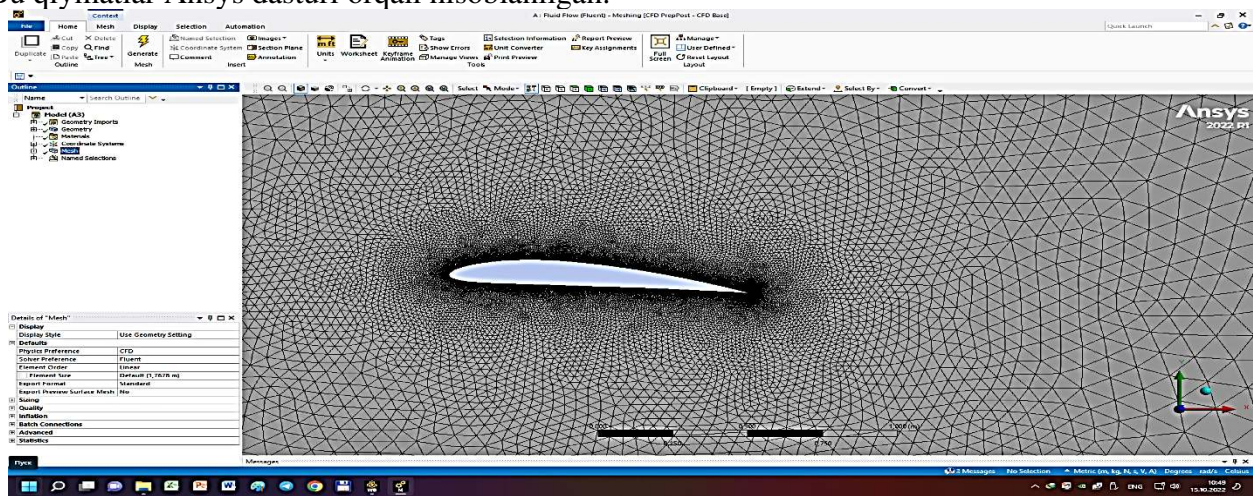


2-variant

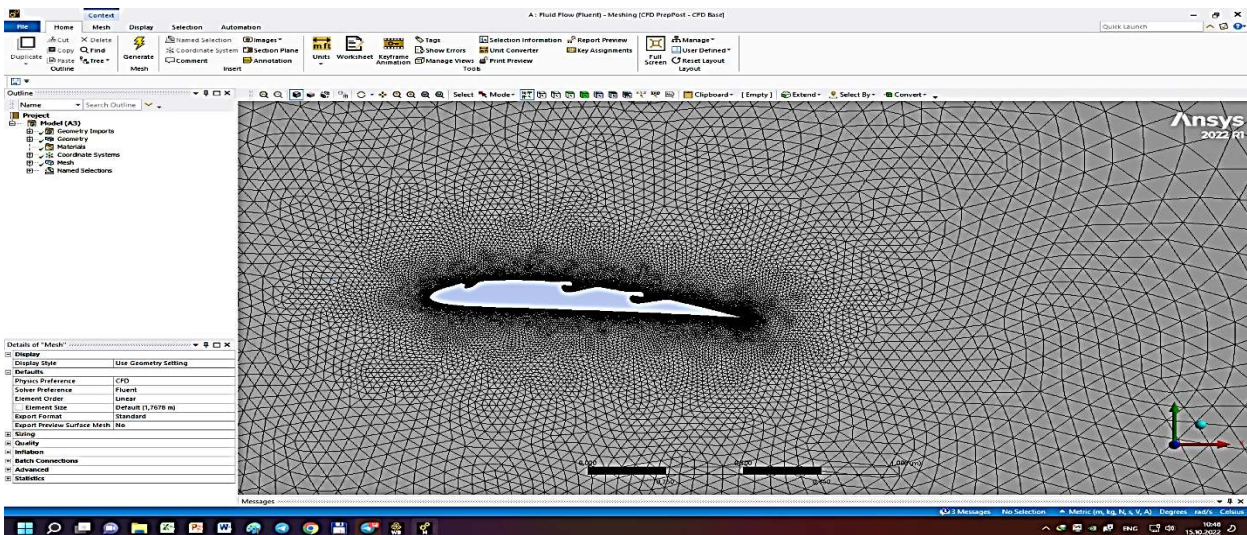


6-rasm. Tanlab olingan aerodinamik sirtlarning umumiy ko'rinishi

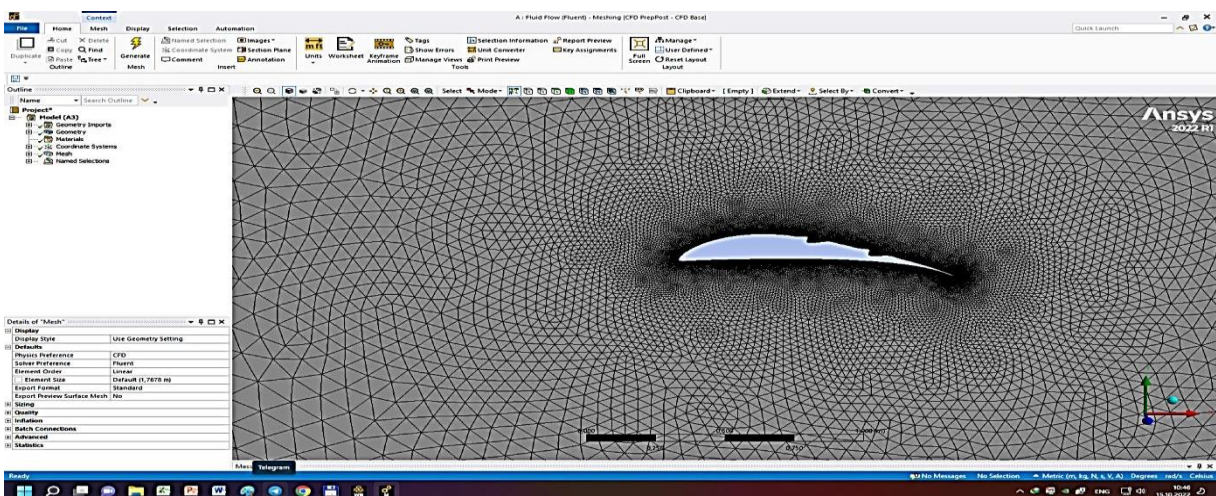
Quyida tadqiqot o'tkazilayotgan aerodinamik sirtlarning Ansys meshdagi umumiy ko'rinishi, hamda ko'tarish va tortish koeffitsiyentlarining o'zaro bog'liqlik grafiklari keltirilgan. Bu qiymatlar Ansys dasturi orqali hisoblanilgan.



7-rasm. NACA 4412 sirtning Ansys meshdagi umumiy ko'rinishi

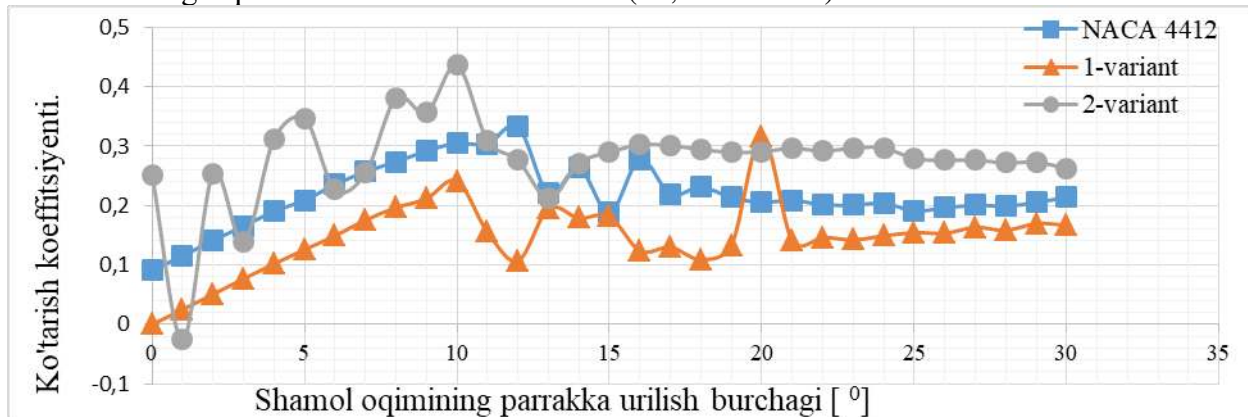


8-rasm. 1-variantdagi sirtning Ansys meshdagi umumiy ko'rinishi

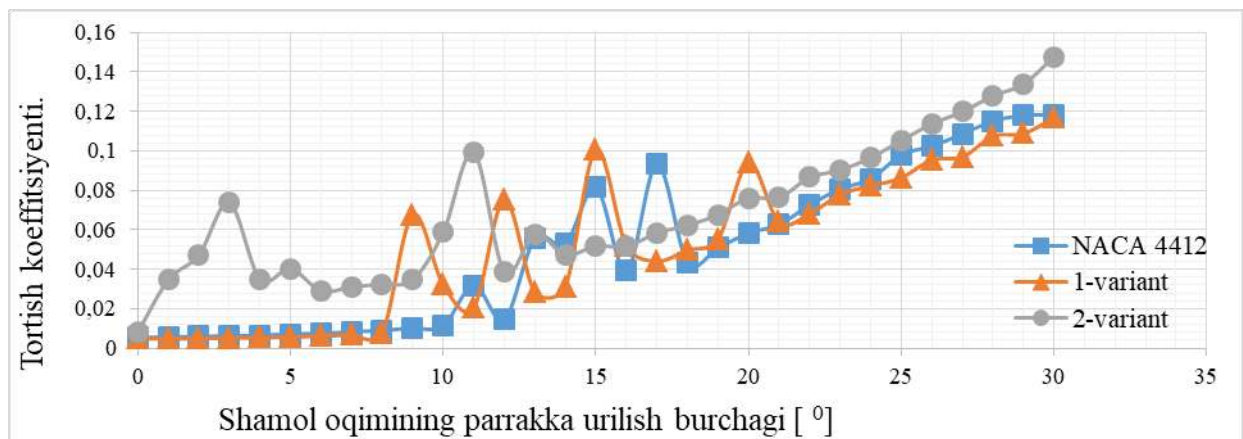


9-rasm. 2-variantdagi sirtning Ansys meshdagi umumiy ko'rinishi

Yuqorida tanlab olingan uch shakldagi aerodinamik sirtlarning ko'tarish va tortish koeffitsiyentlarini Ansys dasturi orqali aniqlandi va shamol oqimining parrakka urilish burchagi bilan o'zaro bog'liqlik xarakteristikalarini keltirildi (10, 11-rasmlar).

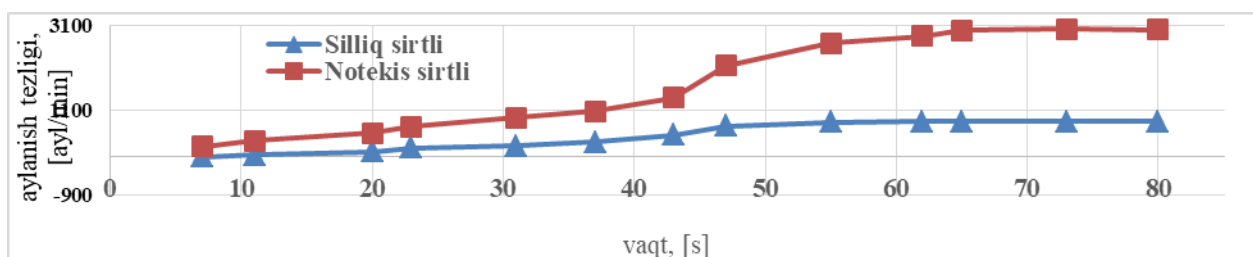


10-rasm. Ko'tarish koeffitsiyentining shamol oqimining kelish burchagiga bog'liqlik grafiqi



11-rasm. Tortish koeffitsiyentining shamol oqimining kelish burchagiga bog'liqlik grafiqi

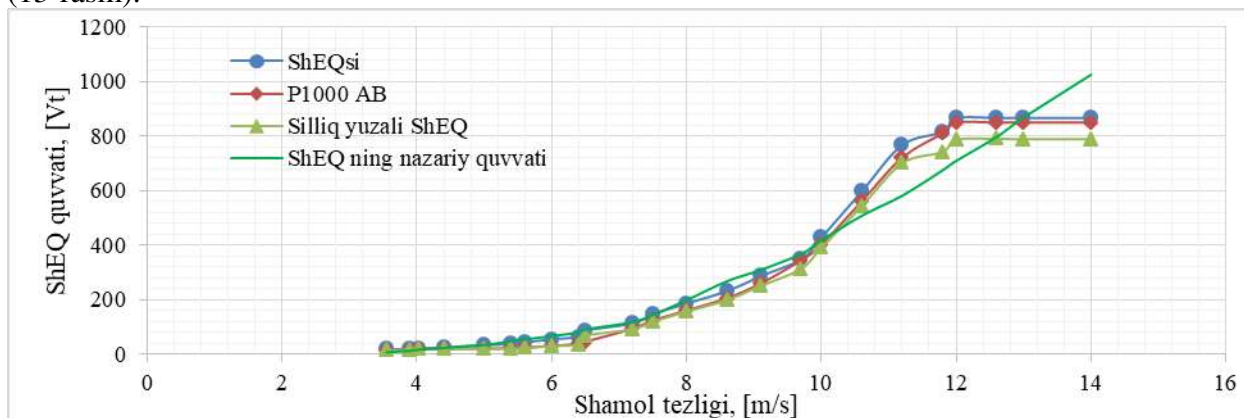
10-11-rasmlardagi xarakteristikalar Ansys dasturida hisoblanilgan qiymatlar asosida qurildi. Bu rasmlardan ko'tarish koeffitsiyentining keng diapazonda o'zgarishini ko'rishimiz mumkin, bu xarakteristikalaridan ma'lum bir burchaklarda parrakka ta'sir ko'rsatuvchi turbulentlikning xususiyati doimiy saqlanmaydi natijada ta'sir qiluvchi qiymatlar o'zgaradi. Bu xarakteristikadan 2-variantdagi ko'tarish koeffitsiyentining miqdori NACA 4412 dagiga nisbatan o'rtacha 1,51 martaga katta ekanligini ko'rishimiz mumkin va bundagi optimal burchak 10^0 ga teng, chunki bu burchakda ko'tarish va tortish koeffitsiyentlari eng katta qiymatga erishgan. Yuqorida keltirilgan grafik va jadvallar natijalariga ko'ra 2-variantdagi turbinani ko'tarish va tortish koeffitsiyentlarining qiymati katta ekanligi aniqlandi, shu bois shamol turbinasi parraklarining shakli 2-variant shakliga ko'ra yaratildi. Optimal shaklda turbinaning dum qismi tepasidagi notekisliklar saqlangan, bunga sabab parrakning qolgan qismi havo oqimini kesuvchi hisoblanadi. 2-variantdagi sirtidan foydalanib hamda NACA4412 sirtidan foydalanib tayyorlangan turbinalar o'zaro solishtirildi (12-rasm).



12-rasm. Laboratoriya sharoitida silliq va notekis sirtli turbina modellarining sinov natijalari .

Silliq yuzali, P1000AB, ishlab chiqilgan SHEQsi hamda uning nazariy hisoblashlardagi quvvatlari keltirilgan (13-rasm). Qurilmalar quvvatining energetik samaradorligi oʻrta kvadratik usulda oʻzaro taqqoslandi. Unga koʻra ishlab chiqilgan qurilmaning samaradorligi yaqin analog hisoblanuvchi Xitoyda ishlab chiqarilgan P1000 AB prototipga nisbatan 3,1 % silliq sirtli turbinaga nisbatan 9,8 % yuqori ekanligi aniqlandi.

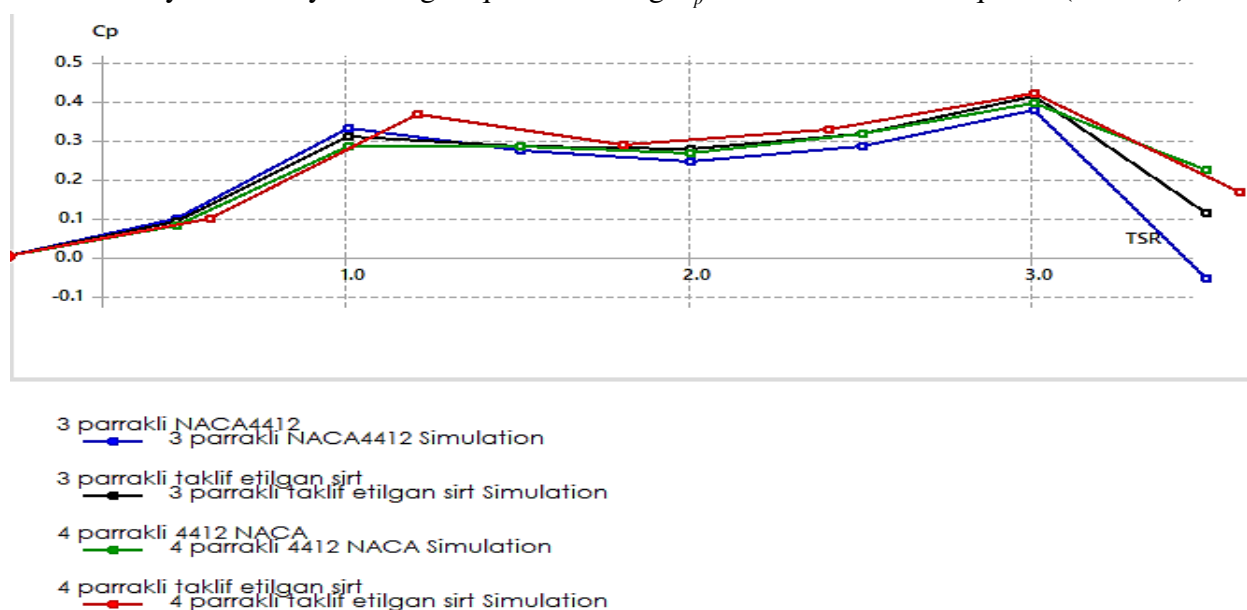
Keltirilgan SHEQlarning eksperimental oʻlchangan quvvatlari bir-biri bilan taqqoslandi va kuchsiz shamol oqimlarida ishlab chiqilgan qurilma yuqori samaradorlikka ega ekanligi aniqlandi (13-rasm).



13-rasm. SHEQlarning quvvat egri chizigʻi

Shamol energetik qurilmalarni loyihalash hamda nazariy hisoblashlar natijalariga koʻra 12 m/s tezlikli shamol oqimida qurilma quvvati 1 [kVt] ga teng boʻlishi kerak edi. Generator va turbinani ishlab chiqishda yoʻl qoʻyilgan xatoliklar sababli nazariy va eksperimental tadqiqot natijalari orasidagi oʻrtacha tafovut -1,5% ga teng boʻldi.

Shamol energetik qurilmasining samaradorligini koʻrsatuvchi asosiy xarakteristika bu quvvat va ildamlilik koeffitsiyentlari c_p / λ orasidagi bogʻliqlik hisoblanadi, shu boisdan har qanday shamol energetik qurilmasining bu xarakteristikasini qurish va emperik tenglamasini hisoblash muhimdir. Bu bogʻliqliklarni kompyuter dasturlari yoki eksperiment natijalari orqali qurish yuqori aniqlikka ega boʻladi. Qblade dasturi orqali turli 3 va 4 parrakli NACA 4412 va taklif etilayotgan sirtlardan foydalanib loyihalanilgan qurilmalarning c_p , λ xarakteristikasi qurildi (14-rasm):



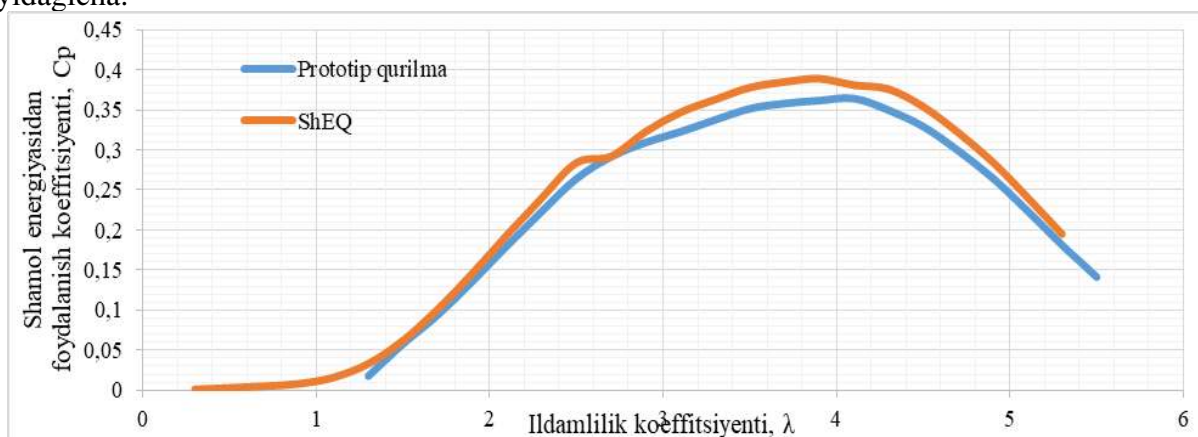
14-rasm. Turli parametrlil SHEQ larining Qblade dasturi yordamida olingan c_p , λ xarakteristikalari

Bundan tashqati shamol energetik qurilmasining eksperiment tadqiqotlari o'tkazildi (14-rasm), hamda c_p , λ larning quyidagi qiymatlari olindi:

1-jadval. Shamol energiyasidan foydalanish va ildamlilik koeffitsiyentlarining eksperimental natijalari

c_p	0,001	0,003	0,005	0,008	0,016	0,033	0,062	0,101	0,146	0,194	0,24	0,284	0,292	0,323	0,347	0,363	0,378	0,385	0,389	0,381	0,376	0,354	0,322	0,285	0,241	0,195
λ	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,3	3,5	3,7	3,9	4,1	4,3	4,5	4,7	4,9	5,1	5,3

1-jadvaldagi o'lchash natijalari asosida keltirilgan qiymatlarning o'zaro bog'liqlik grafigi quyidagicha:



15-rasm. Shamol energiyasidan foydalanish va ildamlilik koeffitsiyentlarining bog'liqlik grafigi

Eksperimental tadqiqot natijalariga ko'ra qurilmaning ildamlilik koeffitsiyenti ($\lambda=3\div4,5$) bo'lganda, shamol energiyasidan foydalanish koeffitsiyenti yuqori bo'lgan (15-rasm). Olingan eksperiment natijalari kompyuterda modellashirildi va c_p , λ parametrlari orasidagi quyidagi munosabat aniqlandi:

$$c_p = 0,0194802 - 0,199106 \cdot \sin\left(\frac{180}{\pi} \cdot (0,983386 \cdot \lambda + 1,01767)\right) \quad (14)$$

$\lambda = \frac{\omega \cdot R}{V_0}$ tenglikni (4.6) ga qo'yish orqali (4.7) tenglik hosil qilinadi:

$$c_p = 0,0194802 - 0,199106 \cdot \sin\left(\frac{180}{\pi} \cdot (0,983386 \cdot \frac{\omega \cdot R}{V_0} + 1,01767)\right) \quad (15)$$

(15) ifoda orqali aniqlangan tenglama taklif etilgan qurilmaning shamol energiyasidan foydalanish koeffitsiyentini shamol tezligiga bog'liq o'zgarishini ifodalaydi.

Mazkur tadqiqot natijalariga ko'ra quyidagi ilmiy natijalarga erishilgan:

Buxoro viloyatining shamol salohiyatini baholash maqsadida eksperimental tadqiqotlar o'tkazilgan. Unga ko'ra, kuchsiz shamol oqimlari ($2,5 \div 8$ m/s) uchun hududda vertikal o'qli turbinalardan foydalanish samarali ekanligi asoslangan.

Mahalliy mahsulotlardan foydalanib tayyorlangan vertikal o'qli shamol turbinasining konstruksiyasi takomillashtirilib, shamol energiyasidan foydalanish samaradorligi 3,1 foizga oshirilgan.

Ishlab chiqilgan shamol energetik qurilmasida olingan tajriba natijalari umumlashtirilib, turbinaning shamol energiyasidan foydalanish koeffitsiyenti qiymatini aniqlash uchun empirik tenglama ishlab chiqildi.

Taklif etilgan shamol turbinasi parraklari uchun ko'tarish va tortish koeffitsiyentlarining miqdori burchaklar intervalida Ansys, Qblade daturlaridan foydalanilgan holda o'rganilib, turbina simulyatsiya qilindi. Aerodinamik sirt shaklining optimal varianti tanlandi va maqbul o'rnatish burchagi 10^0 ekanligi aniqlandi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Safarov A.B. Buxoro viloyatining iqlimiy sharoitlariga moslashtirilgan samarador shamol energetik qurilmasini yaratish, dissertatsiya, Toshkent.2021. 151
2. Yutaka Hara, Koichi Hara, and Tsutomu Hayashi. Moment of Inertia Dependence of Vertical Axis Wind Turbines in Pulsating Winds. Hindawi Publishing Corporation International Journal of Rotating Machinery Volume 2012. Article ID 910940. 12 pages. doi:10.1155/2012/910940
3. Moreno-Armendáriz, Marco Duchanoy, Carlos Calvo, Hiram Ibarra Ontiveros, Eddy Salcedo-Castaneda, Jesua Ayala-Canseco, Michel Garcia Damian. Wind Booster Optimization for On-Site Energy Generation Using Vertical-Axis Wind Turbines. Sensors (Basel, Switzerland). (2021). 21.10.3390/s21144775. p1-21
4. Brusca S., Lanzafame R., Messina M. Design of a vertical-axis wind turbine: how the aspect ratio affects the turbine's performance. International Journal of Energy and Environmental Engineering. (2014). 5. 1-8. 10.1007/s40095-014-0129-x.
5. Rohini Janaki Balamurugan and others. Design and multiperspectivity-based performance investigations of H-Darrieus vertical axis wind turbine through computational fluid dynamics adopted with moving reference frame approaches, International Journal of Low-Carbon Technologies. Volume 17. 2022. Pages 784–806. <https://doi.org/10.1093/ijlct/ctac055>
6. <https://patents.google.com/patent/CN113417799A/en?q=CN113417799A>
7. Садуллаев Н.Н., Музаффаров Ф.Ф. Общий анализ конструкции ветродвигателя с вертикальной осью и его отличия от других ветрогенераторов. Озик овқат махсулотлари ишлаб чиқаришда илм фан ва инновацион технологиялар. Бухоро 2022-йил. 21-22 октабр. 660-664 б.
8. Jose Genaro Gonzalez-Hernandez, Ruben Salas-Cabrera. Maximum Power Coefficient Analysis in Wind Energy Conversion Systems: Questioning, Findings, and New Perspective. Mathematical Problems in Engineering Volume 2021. Article ID 9932841. 7 pages <https://doi.org/10.1155/2021/9932841>
9. Batista N., Melicio Rui, Mendes Victor. Darrieus vertical axis wind turbines: methodology to study the self-start capabilities considering symmetric and asymmetric airfoils. Research on Engineering Structures and Materials. (2018). vol 4. 189-217. 10.17515/resm2017.39ds0108.
10. Dai H.K., Yang, Z.X., Song L. Mathematical modeling for H-type vertical axis wind turbine. Proceedings of the 11th IEEE International Conference on Networking, Sensing and Control. (2014). doi:10.1109/icnsc.2014.6819710
11. Mukinovic M., Brenner G., Rahimi A. Analysis of Vertical Axis Wind Turbines. New Results in Numerical and Experimental Fluid Mechanics VII. (2010). 587–594. doi:10.1007/978-3-642-14243-7_72
12. Eduard Dyachuk. Aerodynamics of Vertical Axis Wind Turbines Development of Simulation Tools and Experiments. Pp. 1-88. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:847672/FULLTEXT01.pdf>

Muzaffarov Firdavs Fuzayl o'g'li - Buxoro muhandislik –texnologiya instituti, Elektr mexanikasi va texnologiyalari kafedrası tayanch-doktoranti, firdavsmuzaffarov1111@mail.ru, (97)-282-20-62.