ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME - 8

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME – 8

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

ARXIMED SPIRAL SHAMOL TURBINASINING KONSTRUKSIYASI VA RIVOJLANISHINING BUGUNGI KUNDAGI HOLATI TAHLILI

Safarov Alisher Bekmurodovich
Buxoro davlat texnika universiteti Elektr va energetika muhandisligi kafedrasi dotsenti
E-mail: safarovalisher@gmail.com
Ahmadov Elmurod Kamol o‘g‘li
Buxoro davlat texnika universiteti elektr va energetika muhandisligi kafedrasi doktoranti
E-mail: ahmadovelmurod3@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada Arximed spiral shamol turbinasining tuzilishi, shamol turbinasi parraklari konstruksiyasi va rivojlanishining bugungi kundagi holati tahlil qilinadi. Turbina parraklari geometrik ko‘rsatgichlari o‘zgarishining turbina aerodinamik samaradorligiga ta’siri ko‘rib chiqiladi. Turli xil olimlarning Arximed spiral shamol turbinasi konstruksiyasining eng optimal ko‘rsatgichlarini ishlab chiqish va turbina energiya samaradorligini oshirish bo‘yicha olib borgan ilmiy izlanish natijalari tahlil qilinadi.

Kalit so‘zlari: Arximed spiral shamol turbinasi, spiral pichoq shakllari, aerodinamik samaradorlik, markaziy val , tayanch konstruksiyasi, generator tizimi.

Аннотация. В статье анализируется структура ветротурбины с архимедовой спиралью, конструкция и современное состояние развития лопастей ветротурбин. Рассматривается влияние изменения геометрических параметров лопастей турбины на аэродинамическую эффективность турбины. Анализируются результаты научных исследований, проведенных различными учеными, по разработке наиболее оптимальных параметров конструкции ветротурбины с архимедовой спиралью и повышению ее энергоэффективности.

Ключевые слова: ветровая турбина с архимедовой спиралью, спиральная форма лопастей, аэродинамическая эффективность, центральный вал, опорная конструкция, генераторная система.

Annotation. The article analyzes the structure of the Archimedes spiral wind turbine, the design and development of wind turbine blades to date. The effect of changing the geometric parameters of the turbine blades on the aerodynamic efficiency of the turbine is considered. The results of scientific research conducted by various scientists on the development of the most optimal parameters of the Archimedes spiral wind turbine design and increasing the energy efficiency of the turbine are analyzed.

ISSN 3030-3907

Keywords: Archimedes spiral wind turbine, spiral blade shapes, aerodynamic efficiency, central shaft, support structure, generator system.

KIRISH.

Jahonda yoqilg‘i-energiya resurslarini tejash, energiya uzluksizligi va ishonchliligini oshirishda qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish yetakchi o‘rinlardan birini egallamoqda. «Dunyo miqyosida 2021-yildan 2030-yilgacha bo`lgan davrda issiqxona gazlari va chiqindilarni kamida 40 % ga kamaytirish, qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish ulushini 32% ga, energiya samaradorligini 32,5% ga oshirish rejalashtirilganligini hisobga olsak», energiya uzluksizligi va ishonchliligini oshiradigan shamol energetik qurilmalarni amaliyotga joriy etishni taqozo etadi. Shu jihatdan hududlarning iqlim sharoitlariga moslashtirilgan shamol energetik qurilmalaridan foydalanish muhim ahamiyatga ega hisoblanadi. Ayniqsa, past tezlikli va o‘zgaruvchan shamol sharoitlarida samarali ishlay oladigan kichik quvvatli shamol turbinalarini yaratish muhim ahamiyat kasb etmoqda. Shu nuqtai nazardan, Arximed spiral asosida ishlovchi shamol turbinalari (Archimedes Spiral Wind Turbine - ASWT) istiqbolli texnologiyalardan biri sifatida qaralmoqda.

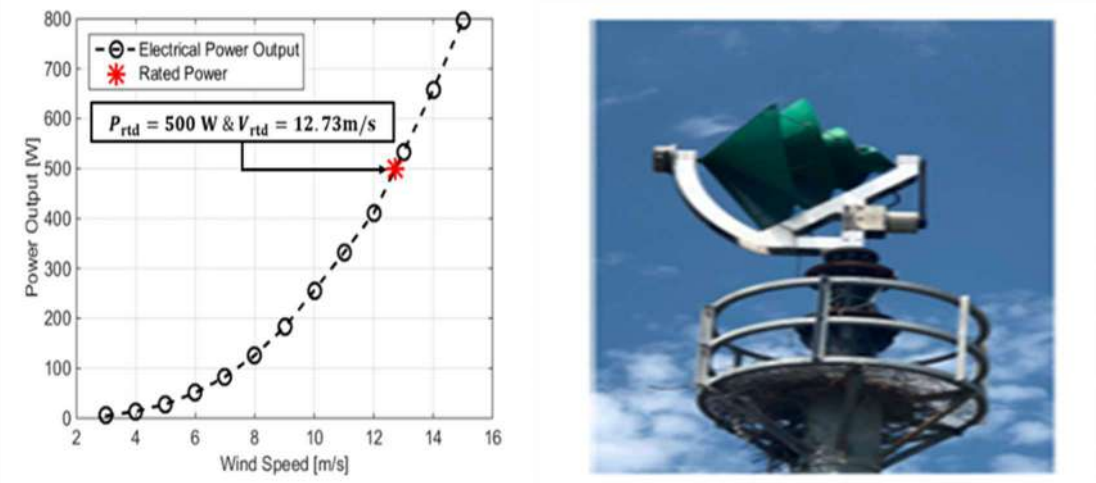
Tadqiqotning maqsadi: O‘zbekiston Respublikasining iqlim sharoitlariga mos, kuchsiz shamol oqimlarida ishlash samaradorligi yuqori bo‘lgan Arximed spiral shamol turbinasining eng optimal konstruksiyasini ishlab chiqish, 2020 – 2025 yillar oralig‘ida jahon olimlarining Arximed spiral shamol turbinalarini takomillashtirish bo‘yicha olib borgan tadqiqotlarini tahlil qilish va kelajakda bu tadqiqotlarni davom ettirish uchun yo‘nalishlarni aniqlab olish.

Arximed spiral shamol turbinasining asosiy konstruktiv elementi – spiral shaklda joylashgan pichoqlardan iborat rotor hisoblanadi. Ushbu spiral shakl Arximed spiralining matematik prinsipiga asoslangan bo‘lib, u quyidagi asosiy qismlardan tashkil topgan. Spiral shaklidagi pichoqlar (blade), markaziy val (shaft), tayanch konstruksiya (frame), generator tizimi. An’anaviy shamol turbinalaridan farqli ravishda, ASWT shamol energiyasini faqat ko‘tarish kuchi (lift) emas, balki qarshilik kuchi (drag) yordamida ham o‘zlashtiradi. Bu esa uni past tezlikli shamollarda ham samarali ishlashiga imkon yaratadi. Bundan tashqari, spiral konstruksiyasi tufayli turbina past aylanish tezligida ishlaydi, shovqin darajasi juda past bo‘ladi, shamol yo‘nalishiga avtomatik moslashadi va shuning uchun ham shamol yo‘nalishini kuzatish mexanizmiga ehtiyoj bo‘lmaydi, shamol turbinasini o‘rnatish va xizmat ko‘rsatish xarajatlarini ancha kamaytiradi. Bu xususiyatlar uni shahar muhitida qo‘llash uchun juda qulay qiladi. [1] Janubiy Koreya, Kangwon milliy universiteti, Ilg‘or mexanika muhandisligi kafedrasining H, Jang boshchiligidagi bir guruh olimlari Arximed spiralli shamol turbinasining samaradorligini modellashtirish (simulyatsiya) va dala sinovlari asosida tahlil

ISSN 3030-3907

qilish bo‘yicha tadqiqotlar olib borgan. Ushbu tadqiqotda Arximed spiralli gorizontal o‘qli shamol turbinasining samaradorligi CFD (hisobiy suyuqliklar dinamikasi) modellashtirish orqali bashorat qilindi va dala sinovlari yordamida tajribaviy ravishda tasdiqlandi. Bashorat natijalariga ko‘ra, rotorning (л)uch tezlik koeffitsienti (TSR) 2,19 ga teng bo‘lganda maksimal mexanik samaradorlik 0,293 ekanligi aniqlandi. Bundan tashqari, generator va boshqaruvchi qurilmaning (kontrollerning) elektr samaradorligini aniqlash maqsadida sinov o‘tkazildi hamda rotorning aylanish tezligiga bog‘liq holda samaradorlikning o‘zgarishi o‘lchandi. O‘lchangan elektr samaradorlik qiymatlarini CFD simulyatsiya natijalariga qo‘llash orqali, shamol turbinasining shamol tezligiga bog‘liq elektr quvvat chiqishi bashorat qilindi va 500 W nominal quvvat hosil qilinadigan nominal shamol tezligi 12,73 m/s ekanligi aniqlandi.

Quvvat natijalari va samaradorlikni bashorat qilish jarayonlarining to‘g‘riligini tekshirish maqsadida, shamol turbinasi Janubiy Koreyadagi sinov maydoniga o‘rnatildi va uning chiqarayotgan quvvati o‘lchandi. O‘lchangan quvvat qiymatlari simulyatsiya natijalari bilan solishtirilganda, shamol tezligi 8,5 m/s bo‘lganda maksimal xatolik 7,80% ni tashkil etishi aniqlandi. Shunday qilib, CFD asosidagi samaradorlik bashorati dala sinovlari natijalari bilan yaxshi mos kelishi tasdiqlandi.



1-rasm: (a)Arximed spiral shamol turbinasining chiqish elektr quvvatining shamol tezligiga bog‘liqlik grafigi va (b) shamol turbinasining ochiq dalada o‘rnatilgan tajriba modeli. [2]

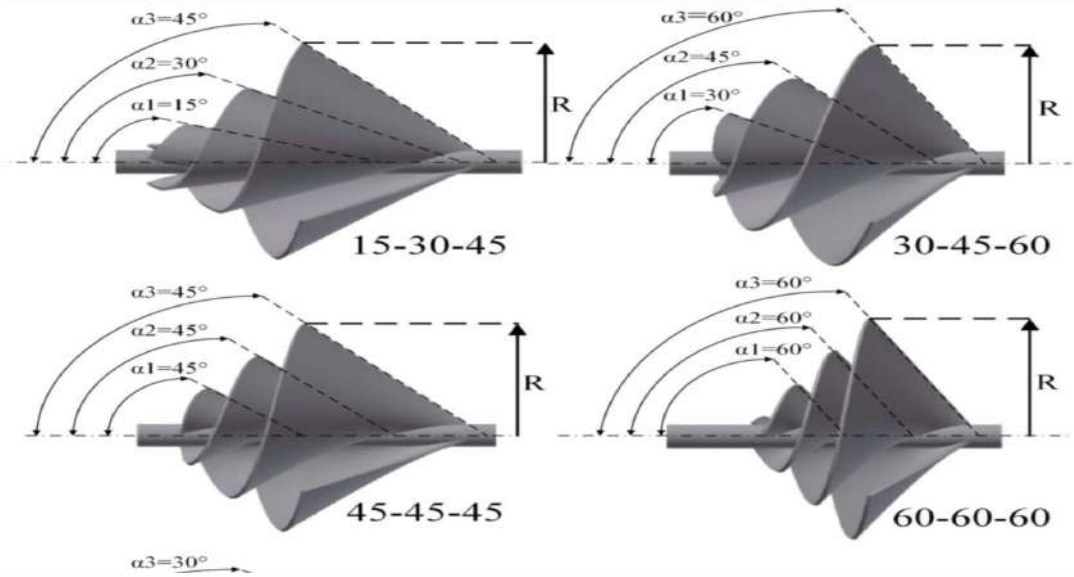
Upama Nepal davlati, Tribhuvan universiteti, Avtomobil va mashinasozlik kafedrasi bir guruh olimlari Sudip Sapkota , Ashish Bhattarai va Hari Prasad Bashyal olib borgan ushbu tadqiqotda Arximed-spiral shamol turbinasining aerodinamik samaradorligi o‘rganilgan. Ishning asosiy maqsadi – kichik o‘lchamli shamol turbinasining optimal geometrik parametrlarini aniqlash va past shamol tezliklarida samarali ishlashini tekshirishdan iborat bo‘lgan.

ISSN 3030-3907

Tadqiqotchilar turbina modelini 3D CAD dasturida loyihalab, keyinchalik CFD (Computational Fluid Dynamics) usuli orqali havo oqimi va bosim taqsimotini tahlil qilganlar.

Tadqiqot davomida spiralning: ochilish burchagi, pitch (spiral qadami), uch tezligi nisbati (Tip Speed Ratio), shamol tezligi kabi parametrlar o‘zgartirilib, eng samarali kombinatsiya aniqlangan. CFD simulatsiyalari ANSYS Fluent dasturi yordamida bajarilgan.

O‘tkazilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki 150mm diametrli Arximed spiral shamol turbinasi uchun pitch nuqtasi 112.5mm, ochilish burchagi 60 gradus eng samarali geometrik ko‘rsatgich ekanligi aniqlangan. Shamol tezligi oshishi bilan turbina quvvati ham oshishi kuzatilgan. Shamol tezligining 8m/c, 10m/c, 12m/c qiymatlarida mos ravishda quvvat chiqishi 1.38wat, 2.72wat, 4.74wat bo‘lgan barcha holatlarda maksimal foydali ish koeffitsienti taxminan 0.28 ga tengligi aniqlangan.



2-rasm: Arximed spiral shamol turbinasining turli xil ochilish burchagiga va uzunlikka ega bo‘lgan spiral turbina modellari. [3]

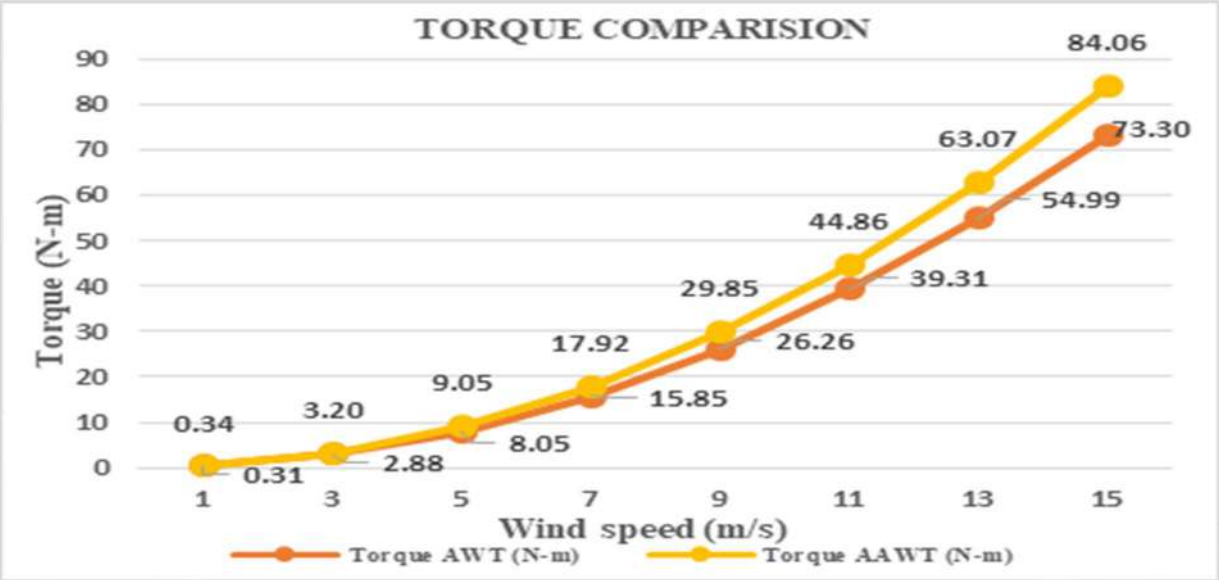
Mexanika muhandisligi kafedrasi, MVGR muhandislik kolleji. Vizianagaram, Andhra Pradesh, Hindistonlik bir guruh olimlar Dr S. Srinivasa Rao Kota Shanmukesh, M K Naidu, Praveen Kalla “ Yengil va o‘rtacha shamol tezligi uchun Arximed Aero-Folga shamol turbinasini loyihalash va tahlil qilish “ bo‘yicha tajribalar olib borishgan. Ushbu maqola Arximed spiral shaklidagi aerofil (qanotsimon profil) shamol turbinasini loyihalash va uning samaradorligini tahlil qilishni o‘z ichiga oladi. Tadqiqotning asosiy maqsadi oddiy arximed spiral shamol turbinasiga nisbatan aerofil profil qo‘shilgan yangi konstruksiyaning moment hosil qilish va energiya samaradorligini oshirishdagi afzalliklarini aniqlashdan iborat. Maqolada turbina pichoqlari CREO dasturi yordamida loyihalangan va NACA 6409 aerofoil profili qo‘llanilgan. Keyinchalik

ISSN 3030-3907

ANSYS Fluent dasturida CFD (hisoblash suyuqliklar dinamikasi) tahlili o‘tkazilib, turbinaning havo oqimidagi ishlashi o‘rganilgan. Tadqiqot haqiqiy o‘lchamdagi model asosida bajarilgan bo‘lib, turbina diametri va uzunligi 1500mm, pichoq uzunligi 1500mm, pichoq qalinligi 5mm qilib tanlangan.

O‘tkazilgan tajribalar shuni ko‘rsatadiki aerofil profil qo‘shilgan Arximed shamol turbinasida aylantiruvchi moment oddiy spiral turbinaga qaraganda 10-15% yuqoriroq bo‘ladi. Ayniqsa, yengil va o‘rtacha shamol tezliklarida turbina samaradorligi 15% dan oshgani aniqlangan. CFD tahlillari havo oqimi pichoqlar bo‘ylab yaxshiroq taqsimlanganini va ko‘proq tortish kuchi hosil bo‘lishini ko‘rsatgan.

S.No	Wind speed (ms^{-1})	Torque(AWT) N-m	Torque (AAWT) N-m
1	1	0.31	0.34
2	3	2.88	3.20
3	5	8.05	9.05
4	7	15.85	17.92
5	9	26.26	29.85
6	11	39.31	44.86
7	13	54.99	63.07
8	15	73.30	84.06



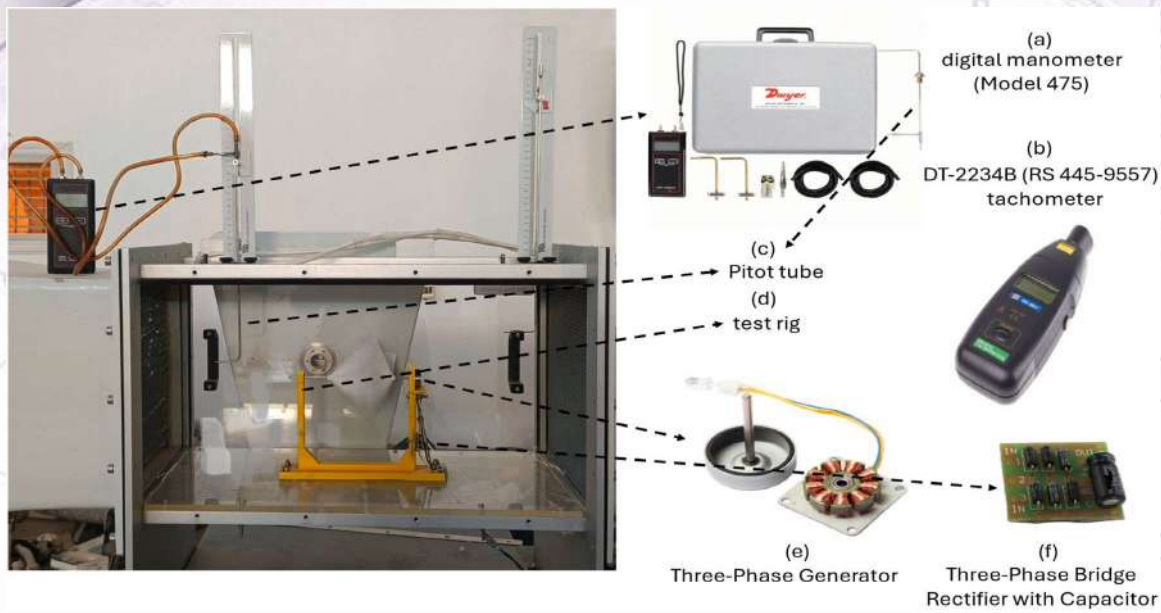
3-rasm: (a) oddiy Arximed spiral shamol turbinasi va Aerofil profil qo‘shilgan Arximed spiral shamol turbinasi aylantiruvchi momentlarining shamol tezligiga bog‘liqlig grafigi va bog‘liqlik jadvali.[4]

ISSN 3030-3907

Selangor, Malayziya, Tenaga Nasional universitetining bir guruh olimlari Chin Wai Lim, Jassinnee Milano, Tan Chung Honglar Arximed spiral shamol turbinalarining aerodinamik ko‘rsatkichlarini optimallashtirish, Doimiy radiusda pichoq burchagi va uzunligi bo‘yicha parametrik tadqiqotlar olib borganlar.

Ushbu tadqiqotda Arximed spiral asosidagi shamol turbinaning aerodinamik ko‘rsatkichlari parametrik usulda tahlil qilindi. Tadqiqotning asosiy maqsadi pichoq burchagi (a) va pichoq uzunligining (Lu) turbina samaradorligiga ta’sirini aniqlashdan iborat bo‘ldi. O‘tkazilgan tadqiqotlarda 2xil parametrik method ishlatilgan: (1) FM – cheklanmagan parametrik tadqiqot (Full Parametric Method). Bu usulda 1 – Pichoq burchagi, 2 –Pichoq uzunligi bir vaqtning o‘zida o‘zgartirilgan. (2) SM – geometrik jihatdan cheklangan parametrik tadqiqot (Selective Method). Bu usulda 1 - Ayrim geometrik parametrlar cheklangan, 2 – Faqat kerakli o‘zgaruvchilar optimallashtirilgan. Bu usul turbina konstruksiyasini barqarorroq qiladi. O‘tkazilgan tadqiqotlar natijalariga ko‘ra quvvat koeffitsientining boshlang‘ich qiymati 0.22 bo‘lgan standart model bilan taqqoslaganda optimallashtirilgan model sezilarli yaxshilanish ko‘rsatgan. Tadqiqot davomida jami 36ta Arximed spiral shamol turbina modeli ishlab chiqilib, ANSYS CFX dasturida 3D CFD tahlillari bajarilgan. Natijalar ichida eng samarali model sifatida SM-23 konfiguratsiyasi aniqlangan bo‘lib, unda pichoq uzunligi 140mm va pichoq burchagi 80gradusni tashkil etadi. Ushbu model 10m/s shamol tezligida maksimal Cp=0.265 qiymatga erishgan. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, geometrik parametrlarning optimal qiymatlari tanlanganda turbina (Cp) quvvat koeffitsienti oshadi va past tezlikdagi shamol sharoitida ham barqaror ishlashga erishiladi. Shuningdek, (Lu) pichoq uzunligining haddan tashqari ortishi aerodinamik yo‘qotishlarni keltirib chiqarishi aniqlangan. O‘tkazilgan tadqiqotlar Arximed spiral shamol turbinalarini shahar sharoitida va kichik quvvatli energiya tizimlarida qo‘llash istiqbolli ekanligini ko‘rsatadi.

ISSN 3030-3907



4-rasm: Arximed spiral shamol turbinasining aerodinamik ko‘rsatgichlarini optimallashtirish bo‘yicha o‘tkazilgan tajriba.

XULOSA. Umuman olganda, topilmalar taklif qilingan SM - geometrik jihatdan cheklangan parametrik tadqiqot (Selective Method) yondashuvining asosiy geometrik parametrlarning, xususan, pichoq burchagi va uzunligidagi o‘zgarishlarning aerodinamik ta'sirini tizimli baholashdagi samaradorligini tasdiqlaydi. Mavjud usul ASWT dizayni bo‘yicha qimmatli tushunchalarni taqdim etsa-da, dizayn jarayonini ilgari surish uchun ko‘p maqsadli optimallashtirishdan foydalangan holda keyinchalik rivojlantirish zarur. Kelajakdagi ishlar aniqroq geometrik o‘zgarishlarni kiritish va real ish sharoitlarida optimallashtirilgan konfiguratsiyalarning strukturaviy yaxlitligini baholash orqali parametrik tahlilni kengaytiradi. Qo‘shimcha tadqiqotlar eksperimental tasdiqlash va uzoq muddatli ishlashni o‘z ichiga olishi mumkin**.** Arximed spiral shamol turbinalari zamonaviy energetikada muhim innovatsion yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Ularning asosiy ustunligi — past tezlikli va o‘zgaruvchan shamollarda ham samarali ishlash qobiliyatidir. Hozirgi tadqiqotlar ushbu turbinalarning aerodinamik va konstruktiv parametrlarini optimallashtirish orqali samaradorligini oshirishga qaratilgan. Kelajakda ushbu texnologiya kichik quvvatli, ekologik toza va shahar sharoitiga mos energiya manbai sifatida keng qo‘llanilishi kutilmoqda.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. M.A.A. Nawar, H.S.A. Hameed, A. Ramadan, Y.A. Attai, M.H. Mohamed, Experimental and numerical investigations of the blade design effect on Archimedes Spiral Wind Turbine performance, Energy 223 (2021) 120051, https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.120051

2. E.H. Herraprastanti, W.A. Saputro, Simulation of opening angle of archimedes wind turbine design based on the fibonacci series, IJESTY 2 (1) (2022), https://doi.org/10.52088/ijesty.v1i1.192, 2775–2674.

3. A.M. Labib, A.F.A. Gawad, M.M. Nasseif, Effect of blade angle on aerodynamic performance of Archimedes spiral wind turbine, J. Adv. Res. Fluid Mech. Therm. Sci. 78 (1) (2020) 122–136, https://doi.org/10.37934/ARFMTS.78.1.122136

4. A. Labib, A. AbdelGawad, and M. Nasseif, "Effect of aspect ratio on aerodynamic performance of Archimedes spiral wind turbine," 2020. doi: 10.21608/eijest.2020 .45256.1017

5. A.M. Kamal, M.A.A. Nawar, Y.A. Attai, M.H. Mohamed, Blade design effect on

6. Archimedes Spiral Wind Turbine performance: experimental and numerical evaluations, Energy 250 (2022) 123892, https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.123892.

ISSN 3030-3907