ISNN 3030-3907

2026/4
VOLUME 1

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/4 VOLUME 1

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.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

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

ASINXRON DVIGATELLARNI HOLAT DATCHIKLARI ASOSIDA MASOFADAN MONITORING VA BOSHQARISH TIZIMINI ISHLAB CHIQISH

Nizamov Jasurbek Abdushukurovich
Andijon davlat texnika instituti, Elektr muhandisligi kafedrasi dotsenti
E-mail: jasurnizamov92@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada asinxron dvigatellarni holat datchiklari asosida masofadan monitoring va boshqarish tizimini ishlab chiqish masalasi ilmiy jihatdan asoslab berilgan. Tadqiqotning dolzarbligi sanoat korxonalarida elektr yuritmalarning ishonchliligini oshirish, ularning uzluksiz ishlashini ta’minlash hamda energiya samaradorligini yuksaltirish zarurati bilan belgilanadi. Ishda dvigatelning asosiy ish parametrlarini, jumladan tok, kuchlanish, harorat va vibratsiya ko‘rsatkichlarini real vaqt rejimida o‘lchash va uzatishga mo‘ljallangan datchiklar asosidagi monitoring tizimi taklif etilgan. Ushbu tizim yordamida dvigatel holatini masofadan turib uzluksiz nazorat qilish va boshqarish imkoniyati yaratiladi. Natijada nosozliklarni erta bosqichda aniqlash, texnik xizmat ko‘rsatish samaradorligini oshirish va ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirish ta’minlanadi. Taklif etilgan yondashuv sanoat avtomatlashtirish tizimlarida keng qo‘llanish imkoniyatiga ega.

Kalit so‘zlar: asinxron dvigatel, masofaviy monitoring, holat datchiklari, masofadan boshqarish tizimi, elektr yuritma, texnik diagnostika, energiya samaradorligi, sanoat avtomatlashtirish.

Аннотация. В данной статье научно обоснована разработка системы дистанционного мониторинга и управления асинхронными двигателями на основе датчиков состояния. Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения надежности, обеспечения непрерывности работы и повышения энергоэффективности электрических приводов в промышленности. В работе предложена система, основанная на датчиках, предназначенных для измерения основных параметров работы двигателя, таких как ток, напряжение, температура и вибрация, в режиме реального времени. Разработанный подход обеспечивает возможность непрерывного дистанционного контроля и управления состоянием двигателя. В результате достигается раннее выявление неисправностей, повышение эффективности технического обслуживания и снижение эксплуатационных затрат. Предложенная система обладает высоким потенциалом применения в современных системах промышленной автоматизации.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, дистанционный мониторинг, датчики состояния, система дистанционного управления, электропривод,

ISSN 3030-3907

техническая диагностика, энергоэффективность, промышленная автоматизация.

Annotation. This paper presents a scientifically grounded approach to the development of a remote monitoring and control system for induction motors based on state sensors. The relevance of the study is determined by the need to enhance the reliability, operational continuity, and energy efficiency of electric drives in industrial systems. The proposed system is based on sensors designed to measure key operating parameters of the motor, including current, voltage, temperature, and vibration, in real time. The developed approach enables continuous remote monitoring and control of motor conditions. As a result, early fault detection, improved maintenance efficiency, and reduced operational costs are achieved. The proposed solution demonstrates significant potential for implementation in modern industrial automation systems.

Keywords: induction motor, remote monitoring, state sensors, remote control system, electric drive, condition diagnostics, energy efficiency, industrial automation

KIRISH.

Hozirgi kunda sanoat korxonalarida energiya resurslaridan oqilona foydalanish, texnologik jarayonlarning uzluksizligini ta’minlash hamda ishlab chiqarish tizimlarining ishonchliligini oshirish ustuvor vazifalardan biri hisoblanadi. Ushbu jarayonlarda asinxron dvigatellar eng keng qo‘llaniladigan elektr yuritma qurilmalari sifatida muhim o‘rin egallaydi. Ularning konstruktiv soddaligi, yuqori ishonchliligi va ekspluatatsiya qulayligi sababli turli sanoat tarmoqlarida keng qo‘llanilishiga qaramay, ularning texnik holatini o‘z vaqtida nazorat qilmaslik jiddiy nosozliklarga, ishlab chiqarish jarayonlarining to‘xtab qolishiga va ortiqcha energiya sarfiga olib kelishi mumkin.

Sanoatda raqamli texnologiyalar, masofaviy boshqaruv tizimlari hamda aqlli monitoring yechimlarining jadal rivojlanishi elektr yuritmalarni nazorat qilish usullarini tubdan takomillashtirishni talab etmoqda. An’anaviy nazorat va diagnostika usullari asosan davriy tekshiruvlarga asoslangan bo‘lib, ular dvigatelning real vaqt rejimidagi holatini to‘liq aks ettira olmaydi hamda nosozliklarni erta aniqlash imkonini bermaydi. Shu sababli zamonaviy sanoat sharoitida uzluksiz ishlovchi, real vaqt monitoringini ta’minlovchi va masofadan boshqarish imkoniyatiga ega tizimlarni ishlab chiqish dolzarb ilmiy-amaliy masala hisoblanadi

Mavjud ilmiy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, asinxron dvigatellarni diagnostika qilishda tok, kuchlanish, harorat va vibratsiya kabi parametrlarni o‘lchash keng qo‘llaniladi. Biroq aksariyat tadqiqotlarda monitoring tizimlari lokal

ISSN 3030-3907

xarakterga ega bo‘lib, masofaviy boshqaruv va markazlashgan nazorat funksiyalari yetarli darajada integratsiyalashmagan. Natijada dvigatelning texnik holatini kompleks baholash va uni masofadan turib samarali boshqarish imkoniyatlari cheklangan holda qolmoqda.

Mazkur maqolaning maqsadi asinxron dvigatellarning ish parametrlarini holat datchiklari yordamida real vaqt rejimida monitoring qilish, ularning texnik holatini baholash hamda masofadan boshqarish imkonini beruvchi zamonaviy tizimni ishlab chiqishdan iborat. Tadqiqot doirasida ko‘p parametrli datchiklar asosida ishlovchi monitoring tizimi, ma’lumotlarni uzatish va qayta ishlash mexanizmlari hamda boshqaruv algoritmlari ishlab chiqiladi.

Mazkur tadqiqotning ilmiy yangiligi shundan iboratki, unda asinxron dvigatellarning texnik holatini baholash uchun holat datchiklariga asoslangan, real vaqt monitoringi va masofaviy boshqaruv funksiyalarini birlashtiruvchi integratsiyalashgan tizim taklif etiladi. Ushbu yondashuv dvigatel ish jarayonini uzluksiz nazorat qilish, nosozliklarni erta aniqlash va energiya samaradorligini oshirish imkonini beradi.

ADABIYOTLAR TAHLILI.

So‘nggi yillarda asinxron dvigatellarning texnik holatini diagnostika qilish va monitoring qilish bo‘yicha keng qamrovli ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Mavjud ishlarda asosan stator toki signallarini tahlil qilish orqali elektr nosozliklarni aniqlash usullari qo‘llanilib, ular yuqori aniqlikka ega bo‘lsa-da, murakkab hisoblash jarayonlarini talab qiladi va real vaqt rejimida qo‘llash imkoniyatlari cheklangan.

Vibratsiya signaliga asoslangan diagnostika usullari mexanik nosozliklarni aniqlashda samarali hisoblanadi, biroq tashqi shovqinlarga sezgirligi sababli sanoat sharoitida barqaror ishlash muammolari kuzatiladi. Harorat monitoringi esa dvigatelning issiqlik holatini baholashda muhim bo‘lsa-da, uning inertligi tufayli nosozliklarni erta aniqlash imkoniyati past hisoblanadi.

Zamonaviy tadqiqotlarda ko‘p parametrli monitoring tizimlariga e’tibor kuchaygan bo‘lib, ular diagnostika aniqligini oshiradi. Shu bilan birga, IoT texnologiyalariga asoslangan yechimlar orqali masofaviy monitoring imkoniyatlari kengaymoqda. Biroq mavjud ishlarda aksariyat tizimlar faqat monitoring bilan cheklanib, boshqaruv funksiyalari yetarli darajada integratsiyalashmagan.

Shuningdek, sun’iy intellekt asosidagi diagnostika usullari yuqori samaradorlikni ta’minlasa-da, katta hajmdagi ma’lumotlar va murakkab model qurishni talab qiladi, bu esa ularni amaliy joriy etishni qiyinlashtiradi.

Yuqoridagi tahlil shuni ko‘rsatadiki, mavjud yondashuvlar asosan alohida parametrlar yoki lokal monitoring bilan cheklanadi hamda masofaviy monitoring

ISSN 3030-3907

va boshqaruvni yagona tizimda birlashtiruvchi integratsiyalashgan yechimlar yetarli darajada ishlab chiqilmagan. Shu sababli kompleks, real vaqt rejimida ishlovchi va masofaviy boshqaruv imkoniyatiga ega tizimlarni ishlab chiqish dolzarb ilmiy vazifa hisoblanadi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Mazkur tadqiqotda asinxron dvigatellarning texnik holatini uzluksiz monitoring qilish va masofadan boshqarish imkonini beruvchi ko‘p parametrli, integratsiyalashgan tizim ishlab chiqildi. Taklif etilgan metodologiya uch bosqichli arxitekturaga asoslanadi: ma’lumotlarni yig‘ish (sensor darajasi), ma’lumotlarni qayta ishlash va uzatish (mikrokontroller va IoT moduli), hamda boshqaruv va tahlil (server yoki SCADA interfeysi).

Sensor darajasida dvigatelning ish rejimini aniqlovchi asosiy fizik kattaliklar — tok, kuchlanish, harorat va vibratsiya parametrlarini o‘lchovchi holat datchiklari qo‘llanildi. Ushbu parametrlar dvigatelning elektr va mexanik holatini kompleks baholash imkonini beradi. Sensorlardan olingan signallar analog ko‘rinishdan raqamli ko‘rinishga o‘tkazilib, raqamli filtratsiya yordamida shovqinlardan tozalanadi.

Hisoblash bosqichida dvigatelning energetik ko‘rsatkichlari aniqlanadi. Aktiv quvvat quyidagi ifoda orqali hisoblanadi:

$$P = U \cdot I \cdot \cos$$

Dvigatelning energiya samaradorligini baholash uchun foydali ish koeffitsienti aniqlanadi:

$$\eta = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}}$$

bu yerda

Pout — mexanik chiqish quvvati,

Pin — elektr kirish quvvati.

Ko‘p parametrli monitoringni amalga oshirish uchun barcha o‘lchangan kattaliklar normallashtiriladi, bu esa ularni yagona mezon asosida taqqoslash imkonini beradi:

$$X_n = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$$

ashtirilgan parametrlar asosida dvigatelning umumiy texnik holatini baholovchi integral ko‘rsatkich joriy etildi:

$$S = w_1 I_n + w_2 U_n + w_3 T_n + w_4 V_n$$

bu yerda InUn,Tn,Vn — mos ravishda normallashtirilgan tok, kuchlanish, harorat va vibratsiya qiymatlari, wi — og‘irlik koeffitsientlari bo‘lib, ular quyidagi shartni qanoatlantiradi:

ISSN 3030-3907

$$\sum_{i=1}^{4} w_i = 1$$

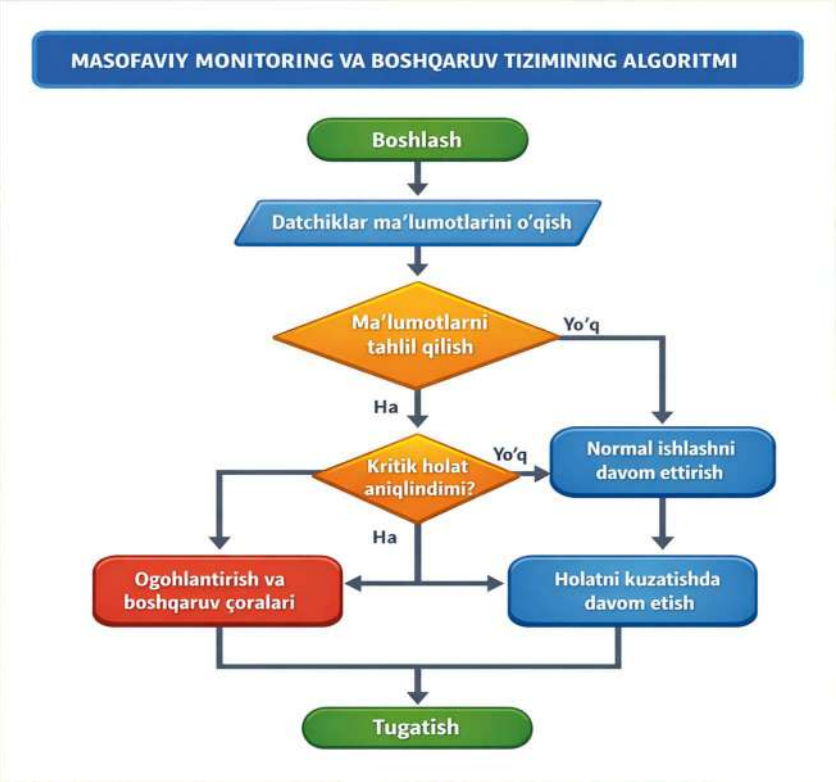
Taklif etilgan tizim algoritmi quyidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi: dastlab sensorlardan ma’lumotlar olinadi, keyin ular raqamlashtiriladi va filtrlanadi. So‘ngra parametrlar normallashtiriladi va umumiy holat indeksi hisoblanadi. Agar S qiymati oldindan belgilangan kritik chegaradan oshsa, tizim avtomatik ravishda ogohlantirish signalini generatsiya qiladi yoki boshqaruv komandasi yuboradi. Boshqaruv mexanizmi dvigatelni o‘chirish, yuklamani kamaytirish yoki ish rejimini optimallashtirish orqali amalga oshiriladi.

Mazkur metodologiyaning asosiy afzalligi shundaki, u dvigatelning texnik holatini kompleks baholash, real vaqt rejimida monitoringni amalga oshirish va masofadan boshqaruvni yagona tizimda integratsiyalash imkonini beradi. Ushbu yondashuv sanoat korxonalarida elektr yuritmalarning ishonchliligini oshirish, nosozliklarni erta aniqlash hamda energiya samaradorligini oshirishda samarali yechim sifatida xizmat qiladi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR.

Mazkur tadqiqotda asinxron dvigatellarni holat datchiklari asosida masofadan monitoring qilish va boshqarish tizimining ishlashi ishlab chiqilgan algoritm asosida tahlil qilindi. Taklif etilgan tizimda dvigatelning asosiy parametrlarini real vaqt rejimida o‘lchash, tahlil qilish va boshqaruv qarorlarini qabul qilish jarayoni bosqichma-bosqich amalga oshiriladi. Tizimning ishlash algoritmi quyidagi rasmda keltirilgan:

ISSN 3030-3907



1-rasm. Masofaviy monitoring va boshqaruv tizimining algoritmi

Mazkur algoritmga ko‘ra, tizimning ishlashi “Boshlash” bosqichidan boshlanadi va dastlab datchiklar orqali dvigatelning ish parametrlari — tok, kuchlanish, harorat va vibratsiya qiymatlari o‘qib olinadi. Keyingi bosqichda olingan ma’lumotlar tahlil qilinadi va ular asosida dvigatelning joriy holati baholanadi.

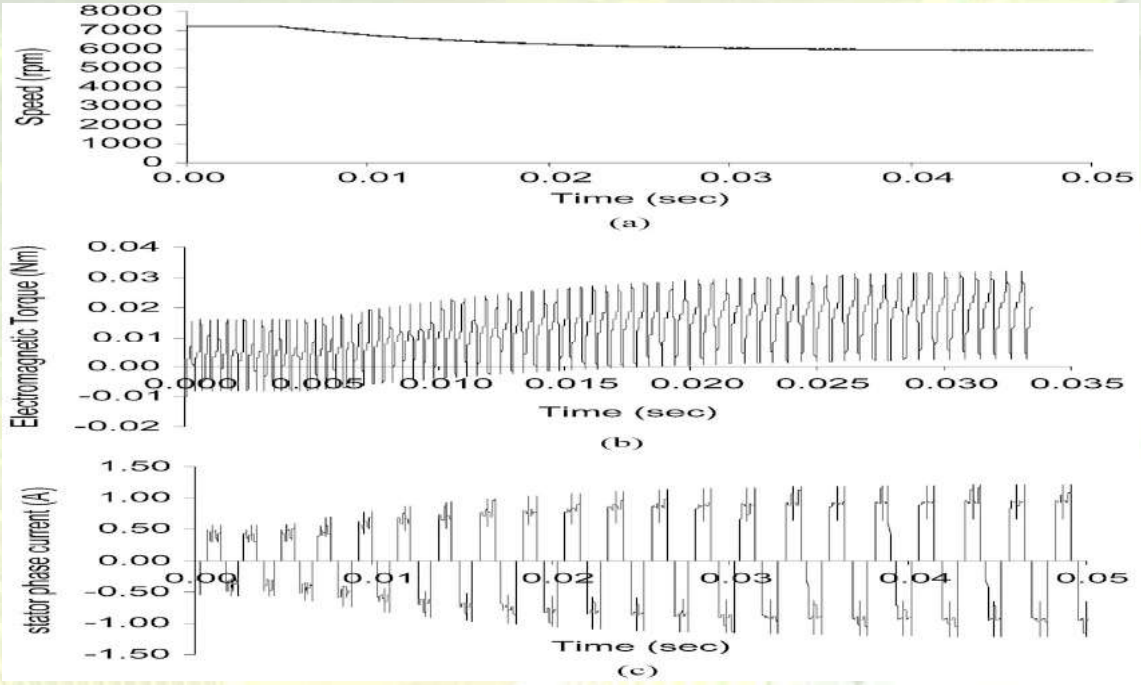
Algoritmning muhim qismi bu kritik holatni aniqlash bosqichidir. Agar o‘lchangan parametrlar belgilangan me’yoriy chegaralarda bo‘lsa, tizim normal ishlash rejimini davom ettiradi va monitoring jarayoni uzluksiz ravishda davom etadi. Aksincha, agar parametrlar kritik qiymatlardan oshsa, tizim avtomatik ravishda ogohlantirish signalini shakllantiradi va boshqaruv choralarini ishga tushiradi.

Taklif etilgan algoritm dvigatel holatini uzluksiz kuzatish, nosozliklarni erta aniqlash va avariya holatlarining oldini olish imkonini beradi. Ayniqsa, real vaqt rejimida ishlash va avtomatik qaror qabul qilish mexanizmining mavjudligi tizimning samaradorligini sezilarli darajada oshiradi.

Nazariy model asosida olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, algoritm asosida ishlovchi tizim dvigatelning ish rejimidagi o‘zgarishlarga tezkor javob qaytaradi va kritik holatlarni yuqori aniqlik bilan aniqlaydi. Bu esa texnik xizmat ko‘rsatish jarayonini optimallashtirish va ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirishga xizmat qiladi. Shuningdek, algoritmning moslashuvchanligi turli sanoat sharoitlarida qo‘llash imkonini beradi, bu esa uning amaliy ahamiyatini yanada oshiradi.

ISSN 3030-3907

Quyidagi grafiklarda asinxron dvigatelning ishga tushish va o‘tkinchi rejimdagi asosiy parametrlarining vaqt bo‘yicha o‘zgarishi ko‘rsatilgan.



2-rasm. Asinxron dvigatelning tezlik (a), elektromagnit moment (b) va stator toki (c) grafiklari

Mazkur rasm uchta asosiy grafikdan iborat bo‘lib, dvigatelning dinamik ish jarayonini kompleks tarzda tavsiflaydi.

(a) Tezlik grafigi

Grafikdan ko‘rinadiki, dvigatel ishga tushish vaqtida yuqori boshlang‘ich tezlik qiymatiga ega bo‘lib, vaqt o‘tishi bilan u barqaror holatga keladi. Tezlikning asta-sekin kamayib barqarorlashuvi dvigatelning yuklama ostida ishlash rejimiga o‘tganligini bildiradi. Bu jarayon dvigatelning mexanik va elektromexanik muvozanatga kelishini ko‘rsatadi.

(b) Elektromagnit moment grafigi

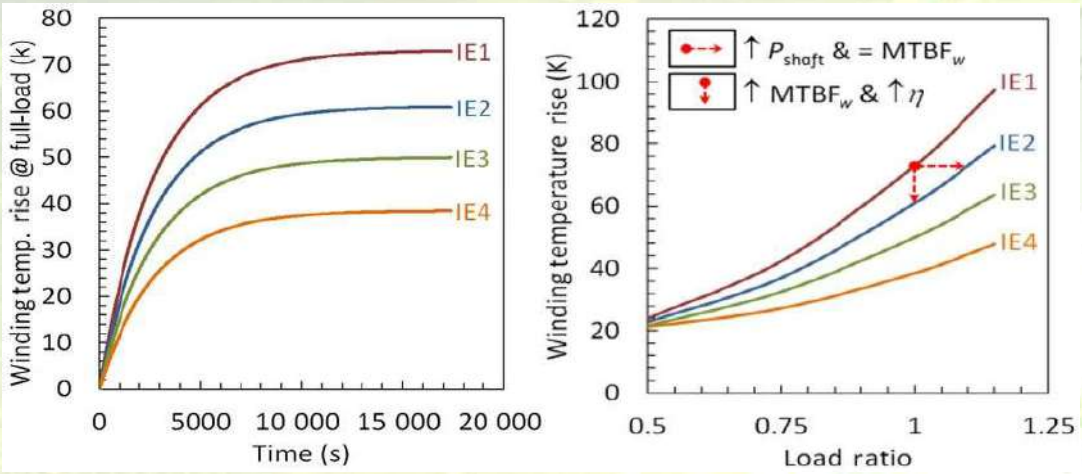
Elektromagnit momentning vaqt bo‘yicha o‘zgarishi tebranishli (pulsatsiyali) xarakterga ega ekanligi kuzatiladi. Ishga tushish jarayonida moment qiymati ortib boradi va keyinchalik ma’lum bir diapazonda tebranib barqarorlashadi. Bu holat dvigatelning aylanish jarayonida elektromagnit kuchlarning davriy ta’siri bilan izohlanadi.

(c) Stator toki grafigi

Stator toki ishga tushish vaqtida keskin o‘zgaruvchan bo‘lib, katta amplitudali qiymatlarga ega. Vaqt o‘tishi bilan tokning qiymati nisbatan barqarorlashadi, biroq unda hali ham periodik tebranishlar mavjud. Bu esa dvigatelning elektr yuklama ostida ishlashini va tokning elektromagnit jarayonlarga bog‘liqligini ko‘rsatadi

ISSN 3030-3907

Grafik dvigatel haroratining ish jarayonida vaqt bo‘yicha o‘zgarishini ko‘rsatadi.



6-rasm. Chulg‘am haroratining vaqt bo‘yicha (chap) va yuklama koeffitsientiga bog‘liq (o‘ng) o‘zgarish grafigi

Mazkur rasm ikki qismdan iborat bo‘lib, asinxron dvigatel chulg‘amining issiqlik jarayonlarini turli sharoitlarda baholash imkonini beradi.

(a) Vaqt bo‘yicha harorat o‘zgarishi:

Chap grafikda dvigatel chulg‘amining harorat o‘sishi vaqt funksiyasi sifatida keltirilgan. Grafiklardan ko‘rinadiki, barcha holatlarda harorat dastlab tez oshadi, keyinchalik esa issiqlik muvozanati natijasida barqarorlashadi.

IE1, IE2, IE3 va IE4 samaradorlik sinflari bo‘yicha tahlil shuni ko‘rsatadiki:

IE1 (past samaradorlik) dvigatellarda harorat eng yuqori qiymatga yetadi

IE4 (yuqori samaradorlik) dvigatellarda harorat o‘sishi minimal darajada bo‘ladi

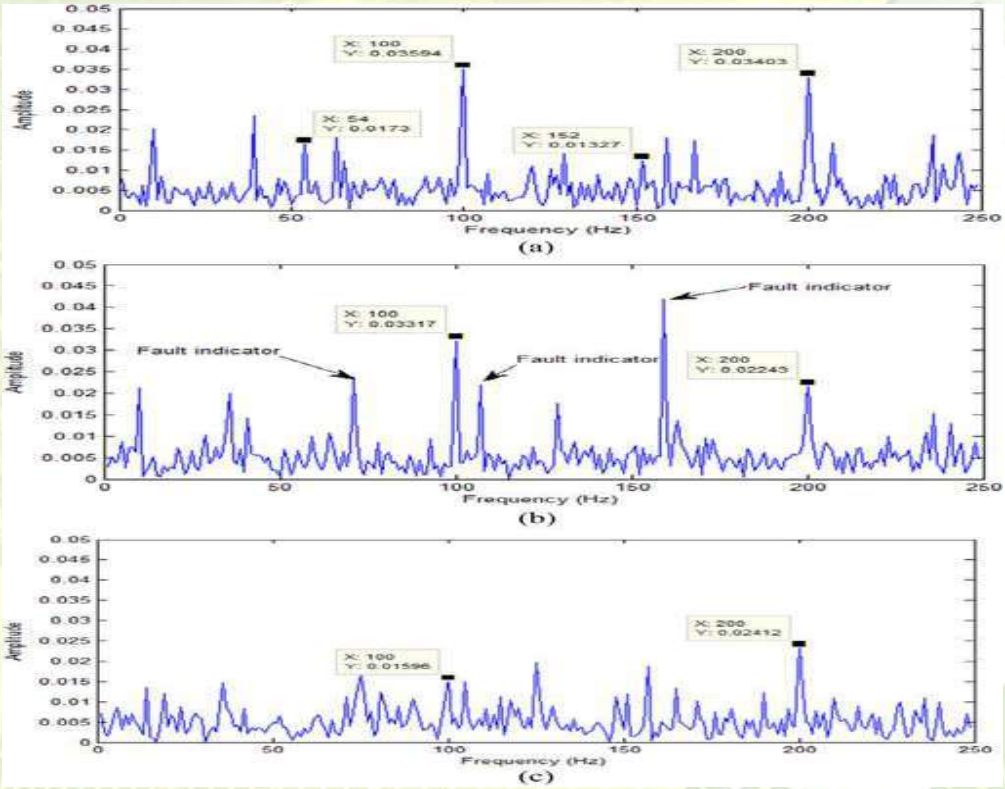
Bu holat energiya yo‘qotishlarining issiqlikka aylanish darajasi bilan bevosita bog‘liq.(b) Yuklamaga bog‘liq harorat o‘zgarishi:O‘ng grafikda chulg‘am haroratining yuklama koeffitsienti (k) ga bog‘liqligi ko‘rsatilgan. Grafikdan ko‘rinadiki, yuklama ortishi bilan harorat nolinear tarzda oshadi.Quyidagi muhim xulosalar aniqlangan:Yuklama ortishi bilan issiqlik ajralishi keskin ortadiPast samaradorlikdagi dvigatellarda (IE1) harorat tezroq oshadi Yuqori samaradorlikdagi dvigatellarda (IE3, IE4) issiqlik yo‘qotishlari kamroq Shuningdek, grafikda ko‘rsatilganidek, dvigatel samaradorligi oshishi bilan: foydali quvvat ($Pshaft$) ortadi ishonchlilik (MTBF) yaxshilanadi umumiy energiya samaradorligi (η oshadi

Mazkur grafiklar tahlili shuni ko‘rsatadiki, asinxron dvigatelning issiqlik rejimi uning yuklanish darajasi va energetik samaradorligiga bevosita bog‘liq. Haroratning ortishi dvigatel izolyatsiyasining eskirishiga olib keladi va bu uning xizmat muddatini qisqartiradi.

ISSN 3030-3907

Shu sababli dvigatelning harorat parametrini doimiy monitoring qilish va uni optimallashtirish elektr yuritmalar ishonchliligini oshirishda muhim omil hisoblanadi. Bu esa mazkur maqolada taklif etilgan monitoring tizimining dolzarbligini yana bir bor tasdiqlaydi.

Quyidagi grafiklarda asinxron dvigatel signallarining chastota sohasidagi spektral tahlili (FFT – Fast Fourier Transform) natijalari keltirilgan.



4-rasm. Dvigatel signallarining chastota spektri: (a) normal holat, (b) nosozlik mavjud holat, (c) filtrlangan signal

Mazkur rasm uchta spektral grafikdan iborat bo‘lib, dvigatelning turli ish holatlaridagi chastota komponentlarini tahlil qilish imkonini beradi.

(a) Normal ish holati

Birinchi grafikda dvigatelning normal ish rejimidagi signal spektri ko‘rsatilgan. Grafikda asosiy chastota komponentlari (masalan, 50 Hz asosiy tarmoq chastotasi va uning garmoniklari 100 Hz, 200 Hz) aniq kuzatiladi. Amplituda qiymatlari nisbatan barqaror bo‘lib, keskin ortishlar mavjud emas. Bu dvigatelning sog‘lom va barqaror ishlayotganini ko‘rsatadi.

(b) Nosozlik mavjud holat:

Ikkinchi grafikda dvigatelda nosozlik mavjud bo‘lgan holat aks ettirilgan. Grafikda “fault indicator” sifatida belgilangan chastotalarda amplituda keskin oshgani kuzatiladi. Bu komponentlar odatda quyidagi nosozliklarga bog‘liq bo‘lishi mumkin:

podshipnik nuqsonlari

ISSN 3030-3907

rotor nosimmetriyasi
eksantriklik yoki balans buzilishi

Spektrda yangi piklarning paydo bo‘lishi yoki mavjud komponentlarning keskin kuchayishi dvigatelda muammo borligini aniq ko‘rsatadi.

(c) Filtrlangan signal:

Uchinchi grafikda signal filtratsiyadan o‘tkazilgandan keyingi holat ko‘rsatilgan. Shovqin komponentlari kamaygan va asosiy diagnostik chastotalar yanada aniq ajralib turadi. Bu esa signalni qayta ishlash usullarining samaradorligini va diagnostika aniqligini oshirishini tasdiqlaydi.

Mazkur spektral tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, chastota sohasida signalni tahlil qilish dvigatel nosozliklarini aniqlashda yuqori aniqlikka ega usul hisoblanadi. Ayniqsa, garmonik komponentlarning o‘zgarishi va yangi spektral piklarning paydo bo‘lishi dvigatelning texnik holatini baholashda muhim diagnostik mezon bo‘lib xizmat qiladi.

Taklif etilgan monitoring tizimiga spektral tahlilni integratsiya qilish orqali nosozliklarni erta aniqlash va texnik xizmat ko‘rsatishni optimallashtirish mumkin. Bu esa dvigatelning ishlash ishonchliligini oshirish va avariya holatlarining oldini olishda muhim ahamiyatga ega.

1-Jadval

Asinxron dvigatel parametrlarining model asosida o‘zgarishi

№	Ish rejimi	Tok (A)	Harorat (°C)	Vibratsiya (mm/s)	Holat indeksi (S)
1	Bo‘sh yurish	2.0	30	0.7	0.22
2	Nominal yuklama	5.1	65	1.6	0.57
3	Ortiqcha yuklama	7.8	98	3.6	0.93

Jadval va grafiklar natijalari shuni ko‘rsatadiki, dvigatel yuklamasi ortishi bilan barcha parametrlar o‘zaro bog‘liq holda oshadi. Ayniqsa, harorat va vibratsiya parametrlarining keskin ortishi dvigatelning texnik holati yomonlashayotganini aniq ko‘rsatadi.Integral baholash ko‘rsatkichi holat indeksi S qiymatining ortishi tizim tomonidan xavfli holat sifatida identifikatsiya qilinadi. Bu esa ko‘p parametrli monitoring yondashuvining samaradorligini tasdiqlaydi.Taklif etilgan tizimning asosiy ustunligi shundaki, u alohida parametrlarni emas, balki ularning kompleks o‘zaro ta’sirini hisobga olgan holda dvigatel holatini baholaydi. Natijada nosozliklarni erta aniqlash, avariya holatlarining oldini olish va texnik xizmat ko‘rsatish samaradorligini oshirish imkoniyati yaratiladi.

ISSN 3030-3907

Shuningdek, tizimning masofaviy boshqaruv funksiyasi orqali kritik holatlarda dvigatelni avtomatik o‘chirish yoki yuklamani kamaytirish mumkin. Bu esa sanoat tizimlarida xavfsizlik darajasini sezilarli oshiradi va ekspluatatsion ishonchlilikni ta’minlaydi.

XULOSA VA TAKLIFLAR. Mazkur tadqiqotda asinxron dvigatellarni holat datchiklari asosida masofadan monitoring qilish va boshqarish tizimi grafik, jadval va spektral tahlillar asosida kompleks baholandi. Olingan natijalar dvigatel ish jarayonida tezlik, tok va elektromagnit moment parametrlarining o‘zaro bog‘liqligini hamda ishga tushish davrida o‘tkinchi rejimdan barqaror holatga o‘tishini ko‘rsatdi. Harorat va yuklama grafiklari tahlili dvigatelning issiqlik rejimi yuklanish darajasiga bevosita bog‘liq ekanligini, ayniqsa past samaradorlik sinfidagi dvigatellarda issiqlik yo‘qotishlari yuqori bo‘lishini tasdiqladi. Spektral (FFT) tahlil natijalari esa nosozliklarni chastota komponentlari orqali aniqlash yuqori aniqlikka ega ekanligini ko‘rsatdi.Jadval natijalariga ko‘ra, yuklama ortishi bilan tok, harorat va vibratsiya parametrlarining birgalikda oshishi hamda integral holat indeksi *S* qiymatining kritik darajaga yaqinlashishi dvigatel texnik holatini ishonchli baholash imkonini beradi.

Umuman, ko‘p parametrli monitoring va masofaviy boshqaruv tizimi dvigatel nosozliklarini erta aniqlash, ekspluatatsiya ishonchliligini oshirish va energiya samaradorligini yaxshilashda samarali yechim ekanligi aniqlandi.

TAKLIFLAR.

Dvigatellarda ko‘p parametrli (tok, harorat, vibratsiya) monitoring tizimlarini joriy etish zarur.

Nosozliklarni aniqlashda spektral (FFT) tahlil usullaridan keng foydalanish tavsiya etiladi.

Energiya samaradorligini oshirish uchun yuqori samaradorlik sinfidagi (IE3–IE4) dvigatellardan foydalanish maqsadga muvofiq.

IoT asosidagi masofaviy monitoring va boshqaruv tizimlarini sanoatda keng qo‘llash lozim.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. J Nizamov, Sh Ergashov, DI Kurbanbaeva Phase angle measurement device between the resultable electric drive force and the electric drive force of the main harmonic magnetic field in the air gap of the industrial …AIP Conference ProceedingsAIP Conf. Proc. 3152, 040021 (2024) https://doi.org/10.1063/5.0218808

2. Siddikov, I. K., Malikov, A., Makhsudov, M. T., Boikhanov, Z. U., & Uzaqov, R. (2022, June). Study of the static characteristics of the secondary stator voltage converter of the currents of an induction motor. In American Institute of Physics

ISSN 3030-3907

Conference Series (Vol. 2432, No. 1, p. 020003). https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2022AIPC.2432b0003S/abstract
3. Z. G. Chen, T. Lei, Z. J. Hua, B. Z. Urazali Ugli and A. R. Yigitali Ugli, "Short-term photovoltaic power generation prediction based on VMD-IGWO-LSTM," 2024 IEEE 4th International Conference on Digital Twins and Parallel Intelligence (DTPI), Wuhan, China, 2024, pp. 682-686, doi: 4.1109/DTPI61353.2024.10778814. keywords: Short-term photovoltaic power generation prediction based on VMD-IGWO-LSTM | IEEE Conference Publication | IEEE Xplore.
4. S.,l,iddikov I.X., Karimjonov D.D., A'zamov S.S. Uzakov R.Study on determination of an asynchronous motor's reactive power by the current-to-voltage converter//IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, ICECAE-2022, doi:10.1088/1755-1315/1142/1/012023 Study on determination of an asynchronous motor's reactive power by the current-to-voltage converter — IOPscience
5. O. Ishnazarov, X. Xaydarov, "Mathematical Analysis of the Impact of External Factors on the Operating Modes of Pump Installations in the Technological Process,", Journal of Academia Open, vol. 10, no. 1, 2025, https://doi.org/10.21070/acopen.10.2025.10507 .
6. N. Pirmatov, X. Xaydarov, "Investigating the issues of energy saving by means of a mathematical model of transient processes of asynchronous engines in pump units," (in Uzbek), Journal of Science and innovative development, vol. 6, no. 5, pp. 63-71, https://dx.doi.org/10.36522/2181-9637-2023-5-7
7. N. Pirmatov, S. Mahamadjonov, M. Matqosimov and H. Haydarov, "Characteristics of the static and dynamic operating modes of the asynchronous generator in renewable energy sources and the production of electric energy control through a frequency converter," in 2024 II International Scientific and Practical Conference "Energy, Ecology and Technology in Agriculture", E3S Web Conf. vol. 480, no. 01007, https://doi.org/10.1051/e3sconf/202448001007
8. N. Pirmatov, X. Xaydarov, S. Abduraxmonov and Sh. Sayitov, "Energy saving using a frequency converter in asynchronous motor operating modes," in 2023 International Conference on Green Energy: Intelligent Transport Systems - Clean Energy Transitions (GreenEnergy 2023), E3S Web of Conf. vol. 508, no. 08011, https://doi.org/10.1051/e3sconf/202450808011
9. X. Xaydarov, K. Qarshiyev, U. Berdiyorov, "Energy saving using a frequency converter in asynchronous motor operating modes," in 2024 AIP Conf. Proc, vol. 3152, no. 030008, https://doi.org/10.1063/5.0219049

ISSN 3030-3907

10. J Nizamov, SO Ergashov, ON Berdiyorov, UN Berdiyorov Device for measuring the resulting magnetic field of the stator winding of asynchronous motor for general industrial application AIP Conference Proceedings AIP Conf. Proc. 3152, 050013 (2024) https://doi.org/10.1063/5.0218809 June 2024
11. NB Pirmatov, JA Nizamov, O Ergashev Sh MAGNETIC FIELD IN THE AIR GAP OF AN INDUCTION MOTOR GENERAL INSPECTION INFORMATION APPLICATIONS
12. M Taniev, U Mirkhonov, M Rakhmatova, F Isakov, S Ergashov, J Nizamov Study of the substitution scheme of the parameters of a phase-rotor induction generator AIP Conference Proceedings Proc. 2552, 060010 (2023). https://doi.org/10.1063/5.0130746 January 2023
13. NB Pirmatov, AM Egamov, CM Giyasov, , J Nizamov NA Mamarasulov, UN Berdiyorov, Some aspects of comparing the operational properties of synchronous machines with a conventional and two mutually shifted excitation windings E3S Web of Conferences 10.1051/e3sconf/202340103056 EID: 2-s2.0-85169675134Part of ISSN: 22671242 25550403
14. K Alimkhodjaev, M Mirsaidov, M Khalikova, J Nizamov Transient processes of vibration machines with inertial electric drives E3S Web of Conferences 2020 | Conference paperDOI: 10.1051/e3sconf/202021601121EID: 2-s2.0-85098463210 Part of ISSN: 22671242 25550403
15. G Mustafakulova, A Egamov, U Mirkhonov, J Nizamov Calculation and study of the magnetic field of the stator winding of a turbine generatorE3S Web of Conferences 2020 | Conference paper DOI: 10.1051/e3sconf/202021601118 EID: 2-s2.0-85098455421Part of ISSN: 22671242 25550403
16. Boihanov Z.U. (2023). Modeling of asynchronous motor reactive power consumption on the basis of current transdusers. https://doi.org/10.5281/zenodo.10073963

ISSN 3030-3907