ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME - 6

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME – 6

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

SHAXTA VENTILYATOR QURILMALARI KURAKLARI YUZASIDA MIKROBOTIQCHALAR HOSIL QILISH ORQALI AERODINAMIK YO‘QOTISHLARNI KAMAYTIRISH VA ENERGETIK SAMARADORLIKNI OSHIRISH

Musurmanov Elyor Shirinkulovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti dotsenti
Abdurashidov Javohir Erkin o’g’li
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti magistranti

Annotatsiya. Ushbu maqolada shaxta mahalliy shamollatish SVM-6 va VME-6 ventilyatorlari kuraklari yuzasida mikrobotiqchalar hosil qilish orqali aerodinamik yo‘qotishlarni kamaytirish imkoniyati nazariy hamda CFD modellashtirish dasturi orqali tahlil qilindi. Real ishlab chiqarish korxanosi ko‘rsatkichlari asosida matematik model tuzildi va ventilyatorning unumdorligini oshishi quvvat sarfiga ta’siri hisoblashlar orqali aniqlandi. Natijada ventilyatorlarda havo oqimi yo‘qotilishlarini kamaytirish hisobiga umumiy unumdorlik 4-6 % oshishi hamda energiya samaradorlik 3-5 % gacha tejalishiga olib kelishini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: shaxta ventilyatori, kuraklar, unumdorlik, aerodinamik qarshilik, mikrobotiqchalar, strukturali sirt, energiya samaradorligi, quvvat sarfi.

Аннотация. В данной статье анализируется возможность снижения аэродинамических потерь путем создания микропузырьков на поверхности лопаток вентиляторов локальной вентиляции СВМ-6 и ВМЭ-6 шахты с использованием теоретического и CFD-моделирования. На основе данных о работе реального производственного объекта была разработана математическая модель, и с помощью расчетов определено влияние повышения КПД вентилятора на энергопотребление. В результате показано, что снижение потерь воздушного потока в вентиляторах приводит к увеличению общей эффективности на 4-6% и экономии энергии до 3-5%.

Ключевые слова: шахтный вентилятор, лопатки, КПД, аэродинамическое сопротивление, микропузырьки, структурированная поверхность, энергоэффективность, энергопотребление.

Abstract. This article analyzes the possibility of reducing aerodynamic losses by creating micro-bubbles on the surface of the blades of local ventilation SVM-6 and VME-6 fans of the mine using theoretical and CFD modeling software. Based on the performance of a real production plant, a mathematical model was developed and the effect of increasing the fan efficiency on power consumption was determined through calculations. As a result, it was shown that reducing airflow losses in the fans leads to an increase in overall efficiency by 4-6% and energy efficiency savings of up to 3-5%.

Keywords: mine fan, blades, efficiency, aerodynamic resistance, micro-bubbles, structured surface, energy efficiency, power consumption.

KIRISH.

Shaxta shamollatish tizimi yer osti konchilik korxonalarida eng katta elektr energiyasi iste'molchilaridan biri hisoblanadi. Ayrim yer osti konlarida umumiy 40% gacha energiya sarfi shamollatish tizimiga to‘g‘ri keladi. Ventilyator qurilmalari uzluksiz ravishda ishlashi sababli ularning samaradorligini hatto 4-6 % oshirish ham katta iqtisodiy natijalar beradi [1-3].

Shaxta mahalliy shamollatish ventilyatorlarida asosiy energiya yo‘qotishlari quyidagi holatlarda kuzatiladi:

- Ventilyator kuraklari yuzasida ishqalanish qarshiligi;
- Chegaraviy havo qatlamlari ajralishi;
- Oqimning notekisligi

Shu sababli ventilyator kuraklari sirtining mikrogeometriyasini optimallashtirish dolzarb ilmiy masala hisoblanadi.

ADABIYOTLAR TAHLILI.

Mahalliy shamollatish tarmoqlarida havo taqsimotini boshqarish, shamollatishda xavfsiz sharoitlarni ta'minlash va konlarda havoni tayyorlash, shuningdek mahalliy shamollatish qurilmalari konstruktiv va energetik ko'rsatkichlari nazariyasi va amaliyoti masalalari ko‘plab xorijiy va MDH mamlakatlari olimlari, jumladan N.I. Alymenko, B.P. Kazakov, N.O. Kaledina, F.A. Abramov, Panigrahi D.C., Mishra D.P., Fakhari S.M., Mrad H., Levin L.Yu., Sukhanov A.E., A.G. Isaevich, M.A. Semin, Ye.L. Grishin, L.Yu. Levin, A.V. Zaysev., Hassen A.E., Махмудов А., Mislibayev I.T., A.G. Yevdokimov, A.E.Krasnoshteyn, N.N. Moxirev, K.Z. Ushakov, G.Z.Faynburg, A.N.Sherban, A.A. Myasnikov, S.I. Lugovskoy, E.G. Davidov, P.F. Linden va boshqa olimlar o‘zlarining ilmiy tadqiqot ishlarida yoritgan.

Shaxta ventilyatorlarining samaradorligini oshirish masalasida turbomashinalar nazariyasi va konchilik shamollatish yo‘nalishlarida keng miqyosda izlanishlar va tadqiqotlar olib borilmoqda. Turbomashinalarning aerodinamik jarayonlari bo‘yicha fundamental yondashuvlar ko‘plab tadqiqotlarda bayon qilingan bo‘lib, ularda asosan shamollatish qurilmalarida energiya almashinuvi, kuraklar profili geometriyasi va oqimning uch o‘lchamli xususiyatlari tahlil qilingan. Kuraklar yuzasidagi ishqalanish yo‘qotishlari va ikkilamchi oqimlar umumiy foydali ish koeffitsiyentiga sezilarli ta'sir ko‘rsatishini qayd etilgan [2-5, 11].

Chegaraviy qatlam nazariyasi nuqtai nazaridan qaralganda esa oqim ajralishi va turbulentlik strukturasining shakllanishi aerodinamik qarshilikni belgilovchi asosiy omillardan hisoblanadi. Bu jarayonlar L. Prandtlning chegara

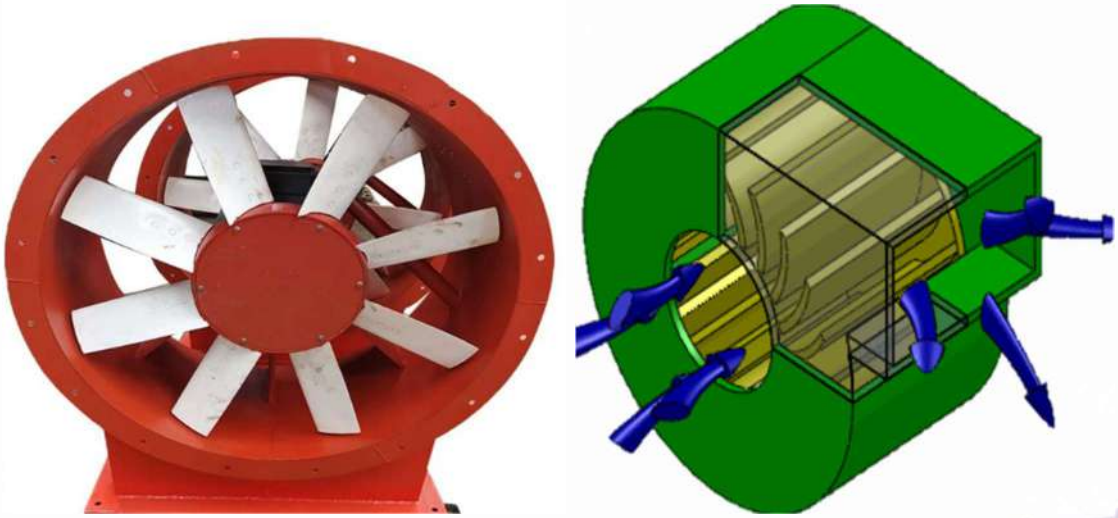
ISSN 3030-3907

qatlamlari nazariyasi asosida tahlil qilingan. Unda sirt mikrogeometriyasining chegaraviy qatlam barqarorligiga ta’siri, ayniqsa Reynolds sonining yuqori qiymatlarida eksperimental va nazariy jihardan yoritilgan [4-6, 13].

Turbulent oqimlarning energiya spektri va devor yaqinidagi zonada impuls almashinuvi mexanizmlari turbulent oqim nazariyasi asosan statistik yondashuvlar asosida tushuntirilgan. Ushbu tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, sirt yaqinida sun’iy ravishda hosil qilingan mikroqatlamlar chegaraviy qatlamning energiya almashinuvini boshqarishi mumkin. Yer osti konlari shamollatish tizimlari samaradorligi va energiya sarfi masalalari yerosti konlarida xavfsiz ish muhitini yaratish uchun toza havo yetkazib berish, zararli gazlar va changni yo‘qotish hamda havo haroratini boshqarish tizimi bo‘yicha manbalarda yoritilgan bo‘lib, unda mahalliy shamollatish ventilyatorlarining uzoq muddatli uzluksiz ishlashi sababli hatto kichik samaradorlik oshishi ham sezilarli iqtisodiy foyda berishi ta’kidlangan. Suyuqlik va gazlar mexanikasi asoslari va qarshilik koeffitsiyentlarining shakllanish qonuniyatlari asosida umumlashtirilgan [1,3-5, 14].

MATERIALLAR VA USULLAR.

Ushbu nazariya va tadqiqotlar natijalariga tayangan holda, ventilyator kuraklari yuzasini mikrobotiqchalar bilan modifikatsiya qilish orqali ishqalanish va havo oqimi yo‘qotishlarini kamaytirish mumkinligi nazariy jihatdan asoslanadi.



1-rasm. Hozirda ishlatilayotgan shaxta mahalliy shamollatish ventilyator qurilmalarining umumiy ko‘rinishi

Hozirgi vaqtda kon korxanalarida shamollatish tizimlarini hisoblash va loyihalashda CFD dasturlarida qo‘llaniladigan k–ω SST modeli ventilyator devori yaqinidagi havo oqimlarini aniqroq ifodalashi bilan ajralib turadi. Mazkur modelning nazariy asoslari ANSYS dasturi modellarida bayon etilgan bo‘lib,

ISSN 3030-3907

ventilyator qurilmalaridagi havo ajralish jarayonlarini modellashtirishda keng qo‘llaniladi [7-9, 14-17].

Olib borilgan tadqiqotlar va adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, ventilyator qurilmalari kuraklarini sirt yuzasi mikrostrukturasi orqali aerodinamik yo‘qotishlarni kamaytirish nazariy jihatdan asoslangan bo‘lsada, aynan shaxta mahalliy shamollatish ventilyator qurilmalari kuraklari yuzasi uchun kompleks CFD dasturlarida loyihalash va energetik jihatdan baholash ishlari yetarli darajada olib borilmagan. Ushbu tadqiqot ishi shu yo‘nalishda olib borilgan izlanishlarni yanada boyitadi va havo yo‘qotilishlarini va qurilmalarning energiya sarfini yanada kamaytirish imkonini beradi [10-12, 17].



a) **b)**

2-rasm. Taklif etilayotgan konstruksiyadagi ventilyator kuragi (b) va oqim yo‘nalishi (a)

Tadqiqot jarayonida mahalliy shamollatish qurilmalarida oqim ish rejimi, aerodinamik qarshilik ko‘rsatkichlari, kuraklardagi mikrobotiqchalarning ta’sir mexanizmi, matematik modelning energetik ko‘rsatkichlari, yillik energiya sarfi va ventilyatorlarning konstruktiv parametrlari aniqlandi va natijalar tahlil qilindi. Oqim ish rejimi quyidagicha aniqlanadi.

Reynolds soni:

$$R_e = \frac{\rho v L}{\mu}$$

bu yerda:

$\rho \approx 1.2$ kg/m³ - havoning zichligi, kg/m^3;

$\mu \approx 1.8\times10^{-5}$ havoning dinamik qovushqoqlik koeffitsiyenti, Pa·s;

$L \approx 0.8$ m - kurak uzunligi yoki diametri, m;

$v \approx 15–25$ m/s - havo oqimining tezligi, m/s;

Hisoblash natijasida: $Re \approx (1–2)\times10^6$, bu to‘liq turbulent oqim rejimidir.

Aerodinamik qarshilik kuchi quyidagi ifoda bo‘yicha aniqlanadi:

$$F_d = \frac{1}{2} C_d \rho V^2 A$$

ISSN 3030-3907

bu yerda:
C_d – aerodinamik qarshilik koeffitsiyenti;
ρ – havo oqimi zichligi, kg/m^3;
A – oqim ta'sir qiluvchi yuzasi, m^2

Silliq sirt uchun: C_d≈0,020, mikrobotiqchali sirt uchun: C_d≈0,018. Bu 5-10% kamayishini anglatadi.

Mikrobotiqchalar hosil qilinishi natijasida quyidagi ta'sir mexanizmlari kuzatiladi:

- Mikrobotiqchalar hosil qilinadi;
- Chegaraviy qatlam energiyasi barqarorlashadi;
- Oqim ajralishini kechiktiradi;
- Bosim tiklanishini yaxshilaydi.

Natijada oqim sirtga uzoqroq yopishadi, ajralish zonasi kichrayadi, umumiy aerodinamik yo'qotilishlar kamayadi [13-16].

Shaxta mahalliy shamollatish ventilyatorining quvvati yuqoridagi ifodalarni hisobga olgan quyidagicha aniqlanadi:

$$N = \frac{Q\Delta P}{\eta}$$

bu yerda:
Q – havo sarfi, m^3/s;
ΔP – bosim farqi, Pa;
η – foydali ish koeffitsiyenti, (FIK);
Q = 180 m^3/s, ΔP = 1800 Pa
Boshlang'ich holat: η_1=0.82 → N_1 = 395 kW
η_1 – oddiy silliq yuzali ventilyator kuragining foydali ish koeffitsiyenti (FIK);
0.82 – ventilyatorning boshlang'ich samaradorligi, ya'ni 82 %;
N_1 – boshlang'ich holatdagi ventilyator iste'mol qiladigan quvvat;
Mikrobotiqchali holat: η_2=0.86 → N_2 = 377 kW
η_2 – mikrobotiqchali kurakning foydali ish koeffitsiyenti;
0.86 – ventilyator samaradorligi 86 % ga oshgan holat;
N_2 – mikrobotiqchali kurak qo'llangandagi quvvat sarfi;
Quvvat tejalishi: ΔN=18 kW

Ventilyator qurilmasining yillik energiya samaradorligi quyidagicha aniqlanadi:

$$E=\Delta N*24*365 = 160000 \text{ kWh}$$

ΔN – tejalgan quvvat, (kW)
24 – bir sutkadagi ish soati;
365 – yil kunlari soni.

ISSN 3030-3907

Ma’lum bir yer osti koni hududida 10 dan ortiq mahalliy shamollatish ventilyator qurilmalari bir vaqtda ishlaydi deb hisoblansa, umumiy tejash miqdori sezilarli darajada oshadi.

Ventilyator qurilmasini konstruktiv tahlili

Optimal mikrobotiqcha parametrlari:

- Diametr: 1–3 mm
- Chuqurlik: 0.2–0.5 mm
- Qamrov: 40–60%
- Kuraklarning joylashish: 30–70 %

Juda katta botiqchalar ishqalanishni oshiradi va struktura mustahkamligini kamaytiradi.

CFD modellashtirish (Solid Works Flow Simulation) orqali quyidagi natijalar olinadi:

1. Bosim konturlari
2. Tezlik vektorlari
3. Devorning siljish kuchlanishi
4. Burovchi moment va quvvat

CFD modellashtirish natijalar jadvali

1-Jadval

Parametr	**Silliq kurak**	**Mikrobotiqcha**	**Farq**
C_d	0,020	0,018	-10%
ΔP (Pa)	1800	1710	-5%
Moment (kNm)	25	23,08	-5%
FIK (η)	0,82	0,86	+4,8%
Quvvat (kW)	395	377	-18
Yillik energiya (kWh)	-	-	160 000

Shaxta mahalliy shamollatish ventilyatori uchun mikrobotiqchali kuraklar sirtining qo‘llanilishi asoslanadi [8-9, 15-17].

CFD modellashtirish orqali aerodinamik yo‘qotishlarni kamaytirish va energiya sarfini sezilarli miqdorda tejash isbotlandi.

Shaxtalarda real ishlab chiqarish holati parametrlari asosida energiya samaradorligi oshishi aniqlandi.

Silliq yuzali oddiy kurak:

$$\eta = 0{,}78 + 0{,}04(r - 0{,}6) - 0{,}06(r - 0{,}75)^2$$

η – mahalliy aerodinamik samaradorlik;

r – kurak radiusining nisbiy koordinatasi;

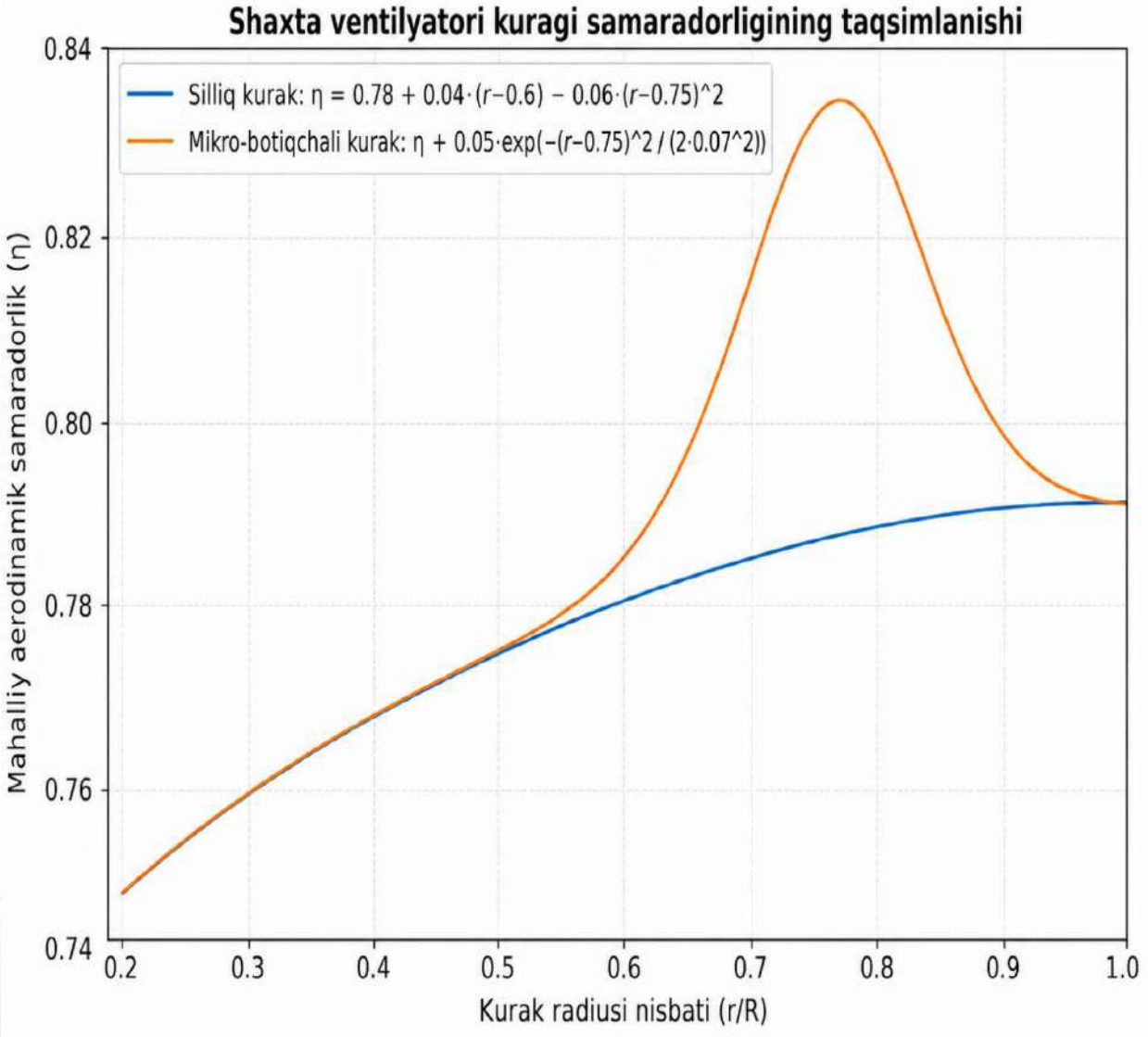
0,78 – bazaviy samaradorlik qiymati;

ISSN 3030-3907

0,04(r−0,6) – radius bo‘yicha chiziqli o‘zgarish;
$0,06(r-0,75)_2$ – parabola ko‘rinishidagi kamayish funksiyasi.
Mikrobotiqchali yuzali kurak:

$$\eta_{micro} = \eta + 0,05 * \exp\left(- \frac{(r-0,75)^2}{2 \cdot 0,07^2} \right)$$

bu yerda: η_{micro} – mikrobotiqchali kurak samaradorligi;
η – oddiy silliq kurak samaradorligi;
exp – eksponensial funksiya;
r – radius koordinatasi;
0,75 – maksimal samaradorlik kuzatiladigan zona;
0,07 – ta’sir zonasining kengligi;
0,05 – samaradorlikning qo‘shimcha oshish qiymati.



Tadqiqot ishi tahlillari natijalariga ko‘ra kurak yuzasida hosil qilingan mikrobotiqchalar sirt yaqinida barqaror mikrobotiqchalar shakllanishiga olib keladi. Bu esa chegaraviy qatlamning energiya almashinuvini faollashtiradi, oqim ajralish zonasini qisqartiradi hamda bosim yo‘qotishlarini kamaytiradi. Natijada

ISSN 3030-3907

umumiy aerodinamik qarshilik koeffitsiyenti 5-10 % gacha kamayishi mumkinligi asoslandi. Tuzilgan energetik matematik modelga bo‘yicha ventilyator qurilmaning hisobiy quvvati va CFD modellashtirish natijalari mikrobotiqchali kurak qo‘llanilganda foydali ish koeffitsiyenti 4-6 % ga oshishini va quvvat sarfi 3-5 % ga kamayishini ko‘rsatdi. Real shaxta sharoiti parametrlari asosida bu o‘rtacha 18-20 kW quvvat tejalishiga teng bo‘lib, uzluksiz ish sharoitida yillik energiya tejamkorligi sezilarli miqdorni tashkil etadi. Bir nechta ventilyatorlar mavjud bo‘lgan shaxtalarda bu ko‘rsatkich katta iqtisodiy samaraga olib keladi.

XULOSA.

Tadqiqot ishida shaxta mahalliy shamollatish ventilyatorlari kuragi yuzasini mikrobotiqchalar bilan modifikatsiya qilish orqali aerodinamik qarshiliklar va havo oqimi bosimi yo‘qotishlarini kamaytirish va energetik samaradorlikni oshirish imkoniyatlari nazariy hamda sonli modellashtirish usullari asosida kompleks ravishda o‘rganildi. Oqim parametrlarining tahlili Reynolds sonining ($Re \approx 10^6$ tartibida) yuqori qiymatga ega ekanligini va jarayon to‘liq turbulent rejimda kechishini ko‘rsatdi. Shu sababli devor yaqinidagi chegaraviy qatlamlar dinamikasini boshqarish ventilyator energiya samaradorligini oshirishda muhim omil sifatida qaraldi.

Shuningdek, mikrobotiqchalar geometriyasining optimal parametrlari aniqlanib, ularning aerodinamik samaradorlik va konstruktiv mustahkamlik o‘rtasidagi muvozanatni ta’minlashi ko‘rsatildi. Juda yirik yoki ortiqcha chuqur strukturalar aks ta’sir ko‘rsatishi mumkinligi ilmiy jihatdan asoslandi. Umuman olganda, tadqiqot natijalari shaxta aksial ventilyatorlari uchun mikrostrukturali sirt texnologiyasini qo‘llash energiya samaradorligini oshirishning istiqbolli va iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq yo‘nalishi ekanligini tasdiqlaydi. Olingan natijalar kelgusida tajriba-sanoat sinovlari va konstruktiv takomillashtirish ishlari uchun ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR

1. Panigrahi D.C., Mishra D.P. CFD Simulations for the Selection of an Appropriate Blade Profile for Improving Energy Efficiency in Axial Flow Mine Ventilation Fans. *Journal of Sustainable Mining*, 2014, Vol. 13, Issue 1, Article 6. DOI: 10.46873/2300-3960.1271.

2. Fakhari S. M., Mrad H. Optimization of an axial-flow mine ventilation fan based on effects of design parameters. *Results in Engineering*, 2024, Vol. 21, Article 101662.

3. Levin L.Y., Sukhanov A.E., Isaevich A.G. Enhanced energy efficiency of ventilation in potash mines by means of sequential airing of service rooms. *Mining*

Informational and Analytical Bulletin, 2023, No. 4, pp. 93–106. DOI: 10.25018/0236_1493_2023_4_0_93.

4. M.A. Semin, Ye.L. Grishin, L.Yu. Levin, A.V. Zaysev. Automated ventilation control in mines. Challenges, state of the art, areas for improvement. *Mining Informational and Analytical Bulletin*, 2020.

5. Hassen A. E. Flow Characterization in Mine Ventilation Fan Blade Design Using CFD. ResearchGate / conference publication, 2021.

6. Махмудов А., Мусурманов Э.Ш., Ахмедов С.Т. Повышение эффективности проветривания шахты управлением потоком воздуха // *Universum: технические науки*. — 2023. — № 9(114). — С. 16–21. DOI: 10.32743/UniTech.2023.114.9.16013.

7. Musurmanov E.Sh. Optimization of ventilation with complex ventilation networks of mines. // **Web of Scientist: International Scientific Research Journal (WoS)** – Indonezia, 2022. Vol. 3, Issue 12. - pp. 243-254. **Impact Factor:** 7.565.

8. Musurmanov E.Sh. Murakkab kon-texnologik sharoitli konlarda uchastkalarni shamollatishni optimallashtirish. // «Ilm-fan va innovatsion rivojlanish» ilmiy jurnali. 2023 yil. – 3-son. – 24-31 b. (04.00.16; №8).

9. Mislibayev I.T., Musurmanov E.Sh. G‘ujumsoy koni stvolida havo oqimini boshqarish samaradorligini oshirishda havo pardasini qo‘llash. // «Ilm-fan va innovatsion rivojlanish» ilmiy jurnali, 2023 yil. – 5-son. – 23-32 b. (04.00.16; №8).

10. Мислибаев И.Т., Махмудов А., Мусурманов Э.Ш. Исследование кинематика движения потока воздуха при вентиляции тупиковых рабочих мест шахты // *Academic Research in Educational Sciences*. – 2021. – Т. 2. – № 6. – С. 226–236.

11. Azamat Mahmudov, Elyor Musurmanov, Akbar Chorikulov , Shokhrukh Tukhtaev. Justification of the development of the ventilation network and increasing the efficiency of ventilation equipment by controlling the movement of air flow // Proceedings Volume 12986, Third International Scientific and Practical Symposium on Materials Science and Technology (MST-III 2023); 1298610 (2024) https://doi.org/10.1117/12.3017914.

12. Elyor Musurmanov. Researching of aerodynamic indicators of non-hermetic solder in modeling of ventilation networks / Proceedings of the iv international conference on advances in materials, earth science, and technology. Camstech-IV 2024 29–31 october 2024, Bukhara, Uzbekistan. https://pubs.aip.org/aip/acp/article-abstract/3390/1/020027/3382754/researching-of-aerodynamic-indicators-of-non?redirectedfrom=fulltext

13. Musurmanov E.Sh. Shamollatish tarmoqlarini modellashtirishda germetik bo‘lmagan kon lahimlarida aerodinamik ko‘rsatkichlarni eksperimental tadqiq qilish. // “Ilm-fan va innovatsion rivojlanish” Ilmiy – texnik jurnali, Volume 7 | issue 6| november – december 2024, 8-17 b. (04.00.10; №8). https://ilm-fan-journal.csti.uz/index.php/journal/search?subject=channel
14. Musurmanov E.Sh., Umirzaqov O‘.T. Tuxtayev Sh.Z. Konlarga berilayotgan havo oqimini yo‘naltirish va boshqarish orqali energiya samaradorligini oshirish // “Tadqiqotlar” jahon ilmiy – metodik jurnali, 51-son_3-to‘plam_Dekabr-2024, 212-219 b. https://scientific-jl.org/tad/issue/view/137
15. Ахмедов С.Т., Махмудов А., Мусурманов Э.Ш. Исследование и разработка моделей вентиляционных сетей золоторудных шахт Узбекистана // “O‘zbekiston konchilik xabarnomasi” ilmiy-texnik va ishlab chiqarish jurnali, 2025 yil №1, 24-27 betlar, DOI:10.54073/GV.2025.1.100.004.
16. Maxmudov A., Musurmanov E.Sh., Axmedov S.T., Umirzaqov O‘.T. Yer osti ruda konlari gorizontal kon lahimlarini qazib olish va shamollatishda texnologik yechimlarni tadqiq etish. // “**Development of Science**” ilmiy jurnali, 2025 yil **Issue 5., Volume 4., 107-114 b.** https://devos.uz/article.php?id=764
17. Musurmanov E.Sh. Konlarni shamollatishda kon-texnologik omillarni shamollatish jarayoni samaradorligiga bog‘liqligini tadqiq qilish. // “**Development of Science**” ilmiy jurnali, 2025 yil **Issue 10., Volume 5., 176-186 b.** https://devos.uz/article.php?id=2272

ISSN 3030-3907