

MUHANDISLIK

& IQTISODIYOT

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

2026-YIL

AVGUST 8-SON, II-QISM



Milliy nashrlar

OAK: <https://oak.uz/pages/4802>

05.00.00 - Texnika fanlari

08.00.00 - Iqtisodiyot fanlar



Google
Scholar

ISSN
INTERNATIONAL
STANDARD
SERIAL
NUMBER
INTERNATIONAL CENTRE

OpenAIRE



ISSN: 3060-463X

РЭУ.РФ
РОССИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Г.В. ПЛЕХАНОВА
ФИЛИАЛ В г. ТАШКЕНТЕ



muhandislik & iqtisodiyot

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

Elektron nashr, 2026-yil, avgust.

Bosh muharrir:

Zokirova Nodira Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, DSc, professor

Bosh muharrir o'rinbosari:

Shakarov Zafar G'afarovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori, PhD, dotsent

Tahrir hay'ati:

Abduraxmanov Kalendar Xodjayevich, O'z FA akademigi, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Sharipov Kongratbay Avezimbetovich, texnika fanlari doktori, professor

Maxkamov Baxtiyor Shuxratovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Abduraxmanova Gulnora Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Shaumarov Said Sanatovich, texnika fanlari doktori, professor

Turayev Bahodir Xatamovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Nasimov Dilmurod Abdulloyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor

Allayeva Gulchexra Jalgasovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Arabov Nurali Uralovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Maxmudov Odiljon Xolmirzayevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Xamrayeva Sayyora Nasimovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Bobonazarova Jamila Xolmurodovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Irmatova Aziza Baxromovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Bo'taboyev Mahammadjon To'ychiyevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Shamshiyeva Nargizaxon Nosirxuja kizi, iqtisodiyot fanlari doktori, professor,

Xolmuxamedov Muhsinjon Murodullayevich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Xodjayeva Nodiraxon Abdurashidovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Amanov Otabek Amankulovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Toxirov Jaloliddin Ochil o'g'li, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Qurbonov Samandar Pulatovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Zikriyoyev Aziz Sadulloyevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Tabayev Azamat Zaripbayevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sxay Lana Aleksandrovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Ismoilova Gulnora Fayzullayevna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Djumaniyazov Umrbek Ilxamovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Kasimova Nargiza Sabitdjanovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Kalanova Moxigul Baxritdinovna, dotsent

Ashurzoda Luiza Muxtarovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sharipov Sardor Begmaxmat o'g'li, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Tursunov Ulug'bek Sativoldiyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), dotsent

Bauyetdinov Majit Janizaqovich, Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti dotsenti, PhD

Botirov Bozorbek Musurmon o'g'li, Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sultonov Shavkatjon Abdullayevich, Kimyo fanlari doktori, (DSc)

Jo'raeva Malohat Muhammadovna, filologiya fanlari doktori (DSc), professor.

Yusupov Maxamadamin Abduxamidovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi (DSc), professor

Kalonova Moxigul Baxritdinovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi (PhD), dotsent

Mirzayev Kulmamat Djanzakovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi (DSc), professor.

Karimova Nilufar Sadirdin qizi, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Norboyev Odil Abrayevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Karimova Nilufar Sadirdin qizi, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Pardaev Umidjon Uralovich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor

Xolmirzayev Ulug'bek Abdulazizovich, Iqtisodiyot fanlari doktori (DSc)

muhandislik & iqtisodiyot

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

- 05.01.00 – Axborot texnologiyalari, boshqaruv va kompyuter grafikasi
- 05.01.01 – Muhandislik geometriyasi va kompyuter grafikasi. Audio va video texnologiyalari
- 05.01.02 – Tizimli tahlil, boshqaruv va axborotni qayta ishlash
- 05.01.03 – Informatikaning nazariy asoslari
- 05.01.04 – Hisoblash mashinalari, majmualari va kompyuter tarmoqlarining matematik va dasturiy ta'minoti
- 05.01.05 – Axborotlarni himoyalash usullari va tizimlari. Axborot xavfsizligi
- 05.01.06 – Hisoblash texnikasi va boshqaruv tizimlarining elementlari va qurilmalari
- 05.01.07 – Matematik modellash
- 05.01.11 – Raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt
- 05.02.00 – Mashinasozlik va mashinashunoslik
- 05.02.08 – Yer usti majmualari va uchish apparatlari
- 05.03.02 – Metrologiya va metrologiya ta'minoti
- 05.04.01 – Telekommunikatsiya va kompyuter tizimlari, telekommunikatsiya tarmoqlari va qurilmalari. Axborotlarni taqsimlash
- 05.05.03 – Yorug'lik texnikasi. Maxsus yoritish texnologiyasi
- 05.05.05 – Issiqlik texnikasining nazariy asoslari
- 05.05.06 – Qayta tiklanadigan energiya turlari asosidagi energiya qurilmalari
- 05.06.01 – To'qimachilik va yengil sanoat ishlab chiqarishlari materialshunosligi
- 05.08.03 – Temir yo'l transportini ishlatish
- 05.08.06 – "G'ildirakli va gusenisali mashinalar va ularni ishlatish" (texnika fanlari)
- 05.09.01 – Qurilish konstruksiyalari, bino va inshootlar
- 05.09.04 – Suv ta'minoti. Kanalizatsiya. Suv havzalarini muhofazalovchi qurilish tizimlari
- 10.00.06 – Qiyosiy adabiyotshunoslik, chog'ishtirma tilshunoslik va tarjimashunoslik
- 10.00.04 – Yevropa, Amerika va Avstraliya xalqlari tili va adabiyoti
- 08.00.01 – Iqtisodiyot nazariyasi
- 08.00.02 – Makroiqtisodiyot
- 08.00.03 – Sanoat iqtisodiyoti
- 08.00.04 – Qishloq xo'jaligi iqtisodiyoti
- 08.00.05 – Xizmat ko'rsatish tarmoqlari iqtisodiyoti
- 08.00.06 – Ekonometrika va statistika
- 08.00.07 – Moliya, pul muomalasi va kredit
- 08.00.08 – Buxgalteriya hisobi, iqtisodiy tahlil va audit
- 08.00.09 – Jahon iqtisodiyoti
- 08.00.10 – Demografiya. Mehnat iqtisodiyoti
- 08.00.11 – Marketing
- 08.00.12 – Mintaqaviy iqtisodiyot
- 08.00.13 – Menejment
- 08.00.14 – Iqtisodiyotda axborot tizimlari va texnologiyalari
- 08.00.15 – Tadbirkorlik va kichik biznes iqtisodiyoti
- 08.00.16 – Raqamli iqtisodiyot va xalqaro raqamli integratsiya
- 08.00.17 – Turizm va mehmonxona faoliyati

Ma'lumot uchun, OAK
Rayosatining 2024-yil 28-avgustdagi 360/5-son qarori bilan "Dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etishga tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro'yxati"ga texnika va iqtisodiyot fanlari bo'yicha "Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali ro'yxatga kiritilgan.

Muassis: "Tadbirkor va ishbilarmon" MChJ

Hamkorlarimiz:

1. Toshkent shahridagi G.V.Plexanov nomidagi Rossiya iqtisodiyot universiteti
2. Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti
3. Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" milliy tadqiqot universiteti
4. Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti
5. Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti
6. Toshkent davlat transport universiteti
7. Toshkent arxitektura-qurilish universiteti
8. Toshkent kimyo-texnologiya universiteti
9. Jizzax politexnika instituti



MUNDARIJA

RAQAMLI TRANSFORMATSIYA VA INNOVATSION IQTISODIYOT SHAROITIDA SANOATLASHUVNING USTUVOR YO'NALISHLARI.....	9
Erkayev Akrom Normuxammadovich	
ALIGNING NATIONAL AND INTERNATIONAL UNIVERSITY RANKING INDICATORS: A CROSSWALK METHODOLOGY.....	16
Mamajonova Mukhlisakhon Muzaffar kizi	
O'ZBEKISTONDA ENERGETIKA TIZIMINI RAQAMLASHTIRISH VA SAMARADORLIGINI OSHIRISHNING USTUVOR YO'NALISHLARI.....	28
Bobobekov Ergash Abdumalikovich	
QURILISH MATERIALLARI ISHLAB CHIQUARUVCHI KORXONALARDA INNOVATSION BOSHQARUVNI SHAKLLANTIRISH METODOLOGIYASINI RIVOJLANTIRISH	34
Fayzullayev Jonibek Mambetsaliy o'g'li	
SANOAT KORXONASINING ATROF-MUHIT VA AHOLI SOG'LIQLIGIGA TA'SIRINI BAHOLASH.....	40
Imomnazarov Farrux Saibjabbor o'g'li	
O'ZBEKISTON TIJORAT BANKLARIDA CHAKANA BANK XIZMATLARI RIVOJLANISHINING ZAMONAVIY HOLATI VA TAHLILI	44
Abdiraxmonov Farxod Arabboyevich	
MACHINE LEARNING-ASSISTED PREDICTION OF FIRE-RETARDANT AND PRESERVATIVE PERFORMANCE OF CHEMICALLY MODIFIED WOOD: AN ECO-FRIENDLY APPROACH.....	52
Usmanova Maftunakhon Abror qizi	
TEMIR YO'L AVTOMATIKA VA TELEMEXANIKA MAYDON QURILMALARINI MASOFAVIY NAZORAT QILISH ISHONCHLILIGINI UYALI ALOQA TEXNOLOGIYALARI ASOSIDA OSHIRISH.....	60
Botirov Abdulaziz Temir o'g'li	
QO'SHILGAN QIYMAT SOLIG'IDA NOL STAVKANI QO'LLASHNING O'ZIGA XOS XUSUSIYATLARI	66
A.A. Bobomurodov	
KERAMIKA ISHLAB CHIQUARISH KORXONALARIDA MEHNAT SHAROITLARINI SANITAR-GIGIYENIK VA INTEGRAL BAHOLASH («OZIQ-OVQAT STANDART KARTON» MCHJ TARKIBIDAGI «TOSHKENT KAFEL» KORXONASI MISOLIDA)	71
S. Sulaymanov, N.A. Erdonova	
PYTHON-BASED NUMERICAL ANALYSIS OF THE LOGISTIC POPULATION GROWTH MODEL	76
Berdiyev Shohjahon, Khayitova Fayza	
O'ZBEKISTONDA NORASMIY VA YASHIRIN IQTISODIYOT HAJMIGA SOLIQ OMILINING TA'SIRI: EKONOMETRIK TAHLIL	85
Fayziyeva Nargiza Rabimovna	
ISHLAB CHIQUARISH KICHIK BIZNESINI HUDUDIY JOYLASHTIRISH OMILLARI VA IXTISOSLASHUV YO'NALISHLARINI BAHOLASH	93
Salimov Burxoniddin	
OLIY TA'LIM TASHKILOTLARIDA AKADEMIK FAOLIYATNI BOSHQARISHNING TASHKILIY-IQTISODIY MEXANIZMLARINI TAKOMILLASHTIRISHNING DOLZARB MASALALARI	98
Ixtiyorov Bekzod Zulfiqor o'g'li	
CHUQUK O'RGANISH ARXITEKTURALARI ASOSIDA O'ZBEK TILIDAGI SOXTA XABARLARNI ANIQLASH ALGORITMINI ISHLAB CHIQUISH	105
Uzoqov Lochinbek Mamurjon o'g'li	
XIZMAT KO'RSATISH TARMOQLARIDA SUN'IY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARI ASOSIDA INNOVATSION BOSHQARUV SAMARADORLIGINI OSHIRISH	111
Almanov Ilhom Sultonovich	



TIBBIY XIZMAT KO'RSATUVCHI KORXONALAR IQTISODIY SAMARADORLIGINI BAHOLASH METODIKASINI TAKOMILLASHTIRISH	118
O'roqov Firdavs Ortiqniyoz o'g'li	
TIBBIY XIZMAT KO'RSATUVCHI KORXONALAR IQTISODIY SAMARADORLIGINI BAHOLASH METODIKASINI TAKOMILLASHTIRISH	118
O'roqov Firdavs Ortiqniyoz o'g'li	
EKSPORTGA YO'NALTIRILGAN ISHLAB CHIQRISHNI MAXSUS IQTISODIY ZONALARDA RIVOJLANTIRISH STRATEGIYASI	125
Iskandarova Dilorom Xayrullayevna	
KORXONALARDA BULUTLI HISOBLASH TEXNOLOGIYALARIDAN FOYDALANISHNING GLOBAL VA MILLIY AMALIYOTI TAHLILI	130
Jumaev Sohib Baxodirovich	
YOSHLARNING RAQAMLI SAVODXONLIGINI IQTISODIY FAROVONLIKKA KONVERSIYA QILISHNING STRATEGIK BOSHQARUV MEKANIZMI	136
Palvonova Sevara Baxromovna	
QISHLOQ XO'JALIGI VAZIRLIGI TIZIMIDA INSON KAPITALINI BOSHQARISHNING AMALDAGI HOLATI TAHLILI	141
Djalilova Dilbar Abdikarim qizi	
ЗЕЛЁНАЯ ЭКОНОМИКА КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ УЗБЕКИСТАНА: ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ И НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ.....	148
Mўminjonov Anvarbek Сайфитдин угли	
NOQISHLOQ XO'JALIGINING TOMORQA XO'JALIGI FAOLIYATIGA TA'SIRINI BAHOLASHDA ILMIY- USLUBIY YONDASHUVLAR	156
Nurullayev Ulug'bek	
TURIZM SOHASINI DAVLAT TOMONIDAN MOLIVAVIY QO'LLAB-QUVVATLASHDA SOLIQ IMTIYOZLARINING ROLI	161
Karimova Dilafruz Sadirdin qizi	
RAQAMLI IQTISODIYOT SHAROITIDA KREATIV XIZMATLAR BOZORINING RIVOJLANISH TENDENSIYALARI VA ISTIQBOLLARI	166
Xamroyeva Sitara Otabekovna	
ОЦЕНКА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ, ИНТЕГРИРОВАННОЙ С МАГИСТРАЛЬНЫМИ ВОДОКАНАЛАМИ.	172
Юлдошев Исроил, Ботиров Бозорбек, Жураев Обид, Курбанов Юнус, Хамдамова Ирода, Атоева Мохинур	
SOG'LIQNI SAQLASH TIZIMIDA KLINIK VA BOSHQARUV QARORLARINI QO'LLAB-QUVVATLOVCHI RAQAMLI PLATFORMALARNI RIVOJLANTIRISH	185
Turayeva Nafisa Odiljonovna	
BUDJET TASHKILOTLARIDA MOLIVAVIY XATO VA NOMUVOFIQLIKLARNING TARKIBIY KO'RINISHLARI HAMDA ULARNI ANIQLASH AMALIYOTI TAHLILI	190
Mulayev Farxod Alisherovich	
SANOATDA PORSHENLI KOMPRESSORLARNING TEXNIK-IQTISODIY SAMARADORLIGINI TA'MINLASHDA ASOSIY MUAMMOLAR TAHLILI	195
Abdixakimova Malika Amir qizi	



SANOATDA PORSHENLI KOMPRESSORLARNING TEXNIK-IQTISODIY SAMARADORLIGINI TA'MINLASHDA ASOSIY MUAMMOLAR TAHLILI

Abdixakimova Malika Amir qizi

“Tabiiy va texnika fanlari” kafedrası o'qituvchisi

Navoiy innovatsiyalar universiteti

ORCID: 0009-0009-8772-4856



Annotatsiya. Konchilik sanoatida siqilgan havodan xavfsiz va qulay energiya tashuvchi sifatida keng foydalanish porshenli kompressorlarning ishonchli va samarali ishlashini ta'minlash masalasining dolzarbligini belgilaydi. Tadqiqotda porshenli kompressorlarning ekspluatatsion va texnik-iqtisodiy samaradorligiga ta'sir etuvchi asosiy omillar tizimli ravishda tahlil qilingan. Xususan, kompressor ish unumdorligini pasaytiruvchi zararli bo'shliq, so'riluvchi havo harorati va bosimining o'zgarishi, havo hajmining yo'qotilishi, havoning namligi, sovutish tizimining samaradorligi, so'riluvchi havoning chang va mexanik aralashmalar bilan ifloslanishi, shuningdek, moylash tizimidagi moyning ifloslanishi kabi omillar ko'rib chiqilgan. Kompressor sovutish tizimida foydalaniladigan suv qattiqligining issiqlik almashinuvi yuzalarida quyqa hosil bo'lishiga ta'siri hamda buning natijasida issiqlik almashinuvi samaradorligining pasayishi ilmiy jihatdan yoritilgan. Siqilgan havo haroratining ortishi elektr energiyasi sarfining ko'payishiga, kompressorning energetik samaradorligi pasayishiga va uskunaning xavfsiz ishlash ko'rsatkichlariga salbiy ta'sir ko'rsatishi asoslangan.

Kalit so'zlar: *porshenli kompressor, siqilgan havo, moylash tizimi, sovutish tizimi, ekspluatatsion samaradorlik, texnik-iqtisodiy samaradorlik, energiya tejamkorligi, zararli bo'shliq, havo filtri, kompressor ishonchligi.*

Аннотация. Широкое применение сжатого воздуха в горнодобывающей промышленности в качестве безопасного и удобного энергоносителя обуславливает актуальность обеспечения надежной и эффективной эксплуатации поршневых компрессоров. В исследовании системно проанализированы основные факторы, влияющие на эксплуатационную и технико-экономическую эффективность поршневых компрессоров. В частности, рассмотрены вредное пространство, снижающее производительность компрессора, изменение температуры и давления всасываемого воздуха, потери объема воздуха, влажность воздуха, эффективность системы охлаждения, загрязнение всасываемого воздуха пылью и механическими примесями, а также загрязнение масла в системе смазки. Раскрыто влияние жесткости воды, используемой в системе охлаждения компрессора, на образование накипи на теплообменных поверхностях и обусловленное этим снижение эффективности теплообмена. Обосновано, что повышение температуры сжатого воздуха приводит к увеличению потребления электроэнергии, снижению энергетической эффективности компрессора и негативно влияет на показатели безопасной эксплуатации оборудования.

Ключевые слова: *поршневой компрессор, сжатый воздух, система смазки, система охлаждения, эксплуатационная эффективность, технико-экономическая эффективность, энергосбережение, вредное пространство, воздушный фильтр, надежность компрессора.*

Abstract. The widespread use of compressed air as a safe and convenient energy carrier in the mining industry highlights the importance of ensuring the reliable and efficient operation of reciprocating compressors. The study systematically analyzes the key factors affecting the operational and techno-economic efficiency of reciprocating compressors. Particular attention is given to clearance volume, which reduces compressor capacity, variations in suction air temperature and pressure, air volume losses, air humidity, cooling system efficiency, contamination of intake air with dust and mechanical impurities, and oil contamination in the lubrication system. The effect of the hardness of water used in the compressor cooling system on scale formation on heat-exchange surfaces and the resulting reduction in heat-transfer efficiency is examined. It is substantiated that an increase in compressed-air temperature leads to higher electricity consumption, reduced energy efficiency of the compressor, and adverse effects on the safe operation of the equipment.

Keywords: *reciprocating compressor, compressed air, lubrication system, cooling system, operational efficiency, techno-economic efficiency, energy conservation, clearance volume, air filter, compressor reliability.*

KIRISH

Konchilik sanoatining aksariyat texnologik jarayonlarida siqilgan havo qulay va xavfsiz energiya turi sifatida qo'llaniladi. Energiyani o'zgartirish usuliga ko'ra, siqilgan havo iste'molchilari potensial energiyani mexanik ishga, potensial energiyani kinetik energiyaga o'zgartiruvchi hamda siqilgan havoni o'zgartirmasdan ishlatadigan uskunalarda qo'llaniladi.

Siqilgan havo, ya'ni pnevmatik energiya, asosan, foydali qazilmalarni qazib olishda, ularni tashishda, boyitish va gidrometallurgiya zavodlarida texnologik jarayonlarni amalga oshirishda, shuningdek, pnevmatik yuritmalarda qo'llaniladi.

Mamlakatimizda siqilgan havoning asosiy iste'molchilari konchilik sanoati, metallurgiya, mashinasozlik, kimyo va boshqa sanoat tarmoqlari hisoblanadi. Konchilik sanoatida siqilgan havo xavfsiz energiya tashuvchi sifatida yer osti konlarida turli texnologik jarayonlar va ishlab chiqarish ishlarini bajarish uchun qo'llaniladi. Boshqa sanoat korxonalarida esa siqilgan havo stanoklar, mashina va mexanizmlarning yuritmalarini harakatlantirish uchun pnevmatik energiya sifatida qo'llaniladi [1].

Foydali qazilmalarni qazib olish ishlari hajmining o'sishi hamda tabiiy resurslarga bo'lgan talabning ortishi chuqurlashib borayotgan kon lahimlarida qo'llaniladigan pnevmatik qurilmalarning takomillashtirilishiga olib keldi. Chuqurlashib borayotgan kon lahimlarida portlatish ishlari hamda ichki yonuv dvigatellarining ishlashi natijasida metan, azot, oltingugurt dioksidi, og'ir uglevodorodlar kabi gazlarning ajralib chiqishi ortganligi sababli yer osti konlarida energiyani uzatishda siqilgan havoni qo'llash, ya'ni kompressor uskunalardan foydalanish alohida o'rin egallaydi.

Yer osti konlarida iste'mol qilinadigan energiyaning asosiy turlaridan biri bo'lgan siqilgan havodan erlift uskunalarda, shaxtada qo'llaniladigan mexanizm va uskunalarini ishlatishda, pnevmatik ballonli mustahkamlagichlarda foydalaniladi.

Bugungi kunga kelib, qattiq jinslarni burg'ulashda, qiya va tik qiya foydali qazilmalarni qazib oluvchi konlarda siqilgan havodan foydalanish samarali hisoblanmoqda. Bundan tashqari, yer osti konlarida qo'llaniladigan pnevmatik qurilmalar yuqori ish unumdorligi, yong'in-portlash xavfsizligi, tez harakatlanuvchanligi va oddiy konstruksiyaga egaligi bilan ajralib turadi [2].

Bugungi kunda xavfsizligi, bosimni tez uzatish imkoniyati, uzluksiz ta'minlanishi va yuqori tashish qobiliyati tufayli siqilgan havo konchilik sanoatida keng qo'llanilmoqda. Siqilgan havodan energiya sifatida foydalanish kichik o'lchamli, mobil, texnologik, yengil pnevmatik qurilmalar va yuqori quvvatga ega uskunalarini ishlatish imkoniyatini beradi va bu siqilgan havoning asosiy afzalligi hisoblanadi.

Siqilgan havoni konchilik sanoatida qo'llashda uning tannarxini maqbullashtirish muhim ahamiyat kasb etadi. Siqilgan havo tannarxining oshishiga uni ishlab chiqarishda kompressor uskunalarining ekspluatatsiya jarayonlariga bog'liq bo'lgan energiya yo'qotishlarining yuzaga kelishi sabab bo'ladi. Bundan kelib chiqib, kompressor uskunalarining ekspluatatsiya samaradorligini oshirish asosida siqilgan havo ishlab chiqarish tannarxini kamaytirish dolzarb ilmiy-texnik muammo hisoblanadi.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI.

Sanoat korxonalari, xususan, konchilik va metallurgiya tarmoqlarida pnevmatik energiyadan foydalanish ko'lamini yildan-yilga kengayib borayotgani mazkur yo'nalishdagi uskunalar, xususan, porshenli kompressorlarning ishonchiligi va energiya samaradorligini oshirish masalasini dolzarb ilmiy-texnik muammolardan biriga aylantirmoqda. Olib borilgan ilmiy tadqiqotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, kompressor agregatlarining ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirish hamda ularning ish resursini uzaytirish ko'p jihatdan jihozlardagi termodinamik jarayonlar, sovutish hamda moylash tizimlarini takomillashtirish bilan chambarchas bog'liq.

Y.N. Minyayevning ilmiy ishlarida tog'-kon korxonalarida siqilgan havoni ishlab chiqarish va uni taqsimlash jarayonlarida energiya tejash masalalari atroflicha yoritilgan bo'lib, muallif siqilgan havo tannarxini pasaytirishda kompressorlarning texnik holatini yaxshilash va energiya yo'qotishlarini kamaytirish muhimligini ta'kidlaydi. Shuningdek, Y.N. Minyayev va V.T. Dmitriyevlar tomonidan sanoat korxonalarida pnevmaturilmalarni ekspluatatsiya qilishda energiya tejovchi kompressor texnologiyalarini qo'llash bo'yicha ilmiy asoslangan takliflar ilgari surilgan.

A.P. Grishkoning o'quv qo'llanmasida rudnik suv chiqarish, ventilyatsiya va pnevmatik qurilmalar, shu jumladan, statsionar kompressor mashinalarining konstruksiyasi, ularning ishlash qonuniyatlari hamda texnik ekspluatatsiya qoidalari chuqur tahlil qilingan.

R.U. Djurayev va D.N. Xatamovlar tomonidan shaxta kompressor qurilmalarining ekspluatatsion samaradorligini oshirish yo'nalishida qator nazariy va amaliy tadqiqotlar olib borilgan. Xususan, D.N. Xatamovanning nomzodlik dissertatsiyasida va hammualliflikdagi ilmiy ishlarida kompressorlarning sovutish



tizimini takomillashtirish orqali ularning samaradorligini oshirish masalalari tadqiq etilgan. Mualliflar oraliq sovutgichlarda siqilgan havo haroratini pasaytirish elektr energiyasi sarfini sezilarli darajada kamaytirishini hisob-kitoblar asosida asoslab berganlar. Shu bilan birga, so'riluvchi havo harorati va bosimining o'zgarishi kompressorning haqiqiy unumdorligiga ta'sir ko'rsatishi ilmiy jihatdan tahlil qilingan.

Xalqaro miqyosdagi tadqiqotlarda ham kompressor uskunalarini loyihalash va ulardan foydalanish masalalariga alohida e'tibor qaratilgan. J.M. Gordon va K.C. Ng o'zlarining termodinamikaga bag'ishlangan ilmiy ishlarida kompressor silindridagi issiqlik almashinuvi jarayonlari va ularning samaradorlikka ta'sirini o'rgangan bo'lsalar, M. Borremans o'z ishlarida nasoslar va kompressorlarning turlari hamda ularni ekspluatatsiya qilishdagi texnik jihatlarni yoritgan. Shuningdek, H.P. Bloch va J.J. Hoefnening fundamental qo'llanmasida porshenli kompressorlarning moylash tizimlari, moy sifatiga qo'yiladigan talablar hamda ishqalanuvchi yuzalarning yemirilish sabablari batafsil bayon etilgan.

Yuqoridagi ilmiy manbalar va adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, porshenli kompressorlarning samaradorligiga ta'sir ko'rsatuvchi omillar, jumladan, zararli bo'shliq, so'rilayotgan havoning ifloslanishi, sovutish suvi qattiqligi tufayli quyqa hosil bo'lishi va moylash tizimining texnik holati har tomonlama o'rganilgan. Shu bilan birga, ularning o'zaro ta'sirini kompleks ravishda kamaytirish va mavjud ekspluatatsion sharoitlarni inobatga olgan holda mahalliy ishlab chiqarish korxonalari, jumladan, kon-metallurgiya kombinatlari uchun aniq amaliy yechimlarni ishlab chiqish muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etmoqda.

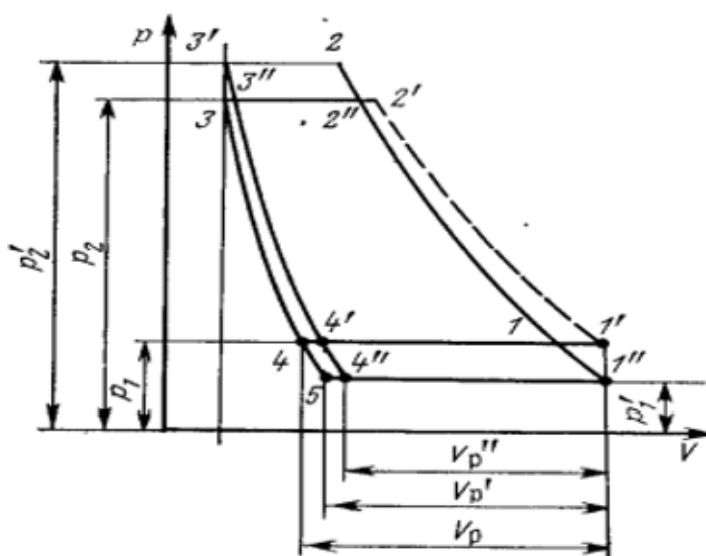
TADQIQOT METODOLOGIYASI

Kon kompressor uskunalarining ekspluatatsiyasi jarayonida ularning samaradorligi va unumdorligiga bir qancha omillar ta'sir qiladi, bu esa kompressorning keltirilgan texnik ko'rsatkichlarining pasayishiga olib keladi.

Ma'lumki, porshenli kompressorlarning samarali ish jarayoniga ularning silindrida hosil bo'ladigan zararli bo'shliq ta'sir ko'rsatadi. Bugungi kunga qadar silindrdagi zararli bo'shliqning hosil bo'lishini to'liq bartaraf etish yechimi ishlab chiqilmagan, biroq ushbu bo'shliqning ta'sirini kamaytirishga qaratilgan bir qancha texnik yechimlar ishlab chiqilgan.

Kompressor silindridagi zararli bo'shliq — porshenning havo siqish jarayoni tugagach, silindrda qolgan siqilgan havo porshenning ishchi yuzasi va qopqoq, shuningdek, klapanlarning oqim kanallari orasidagi bo'shliqni to'ldiradigan hajmdir. 1-rasmda kompressor silindrida havoni so'rish, siqish va haydash jarayonlarining indikator diagrammasi keltirilgan bo'lib, undan silindrda zararli bo'shliqning hosil bo'lish jarayonini kuzatish mumkin.

Zararli bo'shliqni to'ldiruvchi siqilgan havo porshenning keyingi harakati paytida so'ruvchi klapaning so'rish uchun ochilishiga to'sqinlik qiladi. Porshenning o'ngga harakati boshida (1-rasm) 3–5 chiziq bo'ylab bir lahzali bosim tushishi o'rniga, zararli bo'shliqda qolgan havoning 3'–5 chiziq bo'ylab kengayish jarayoni yuz beradi. Agar so'ruvchi klapan havo harakatiga qarshilik qilmasa, u holda havo bosimi 5-nuqtaga yetganda so'rish jarayoni boshlanadi. 4–5 chiziq zararli bo'shliqdan kengayish paytida kirgan havo bilan to'ldirish natijasida ish hajmining yo'qolishini ko'rsatadi.



1-rasm. Kompressor silindrida havoni so'rish, siqish va haydash jarayonlarining indikator diagrammasi¹



Shu sababdan kompressorning so'ruvchi klapani keyinroq ochiladi va kirish havosi hajmi dan gacha kamayadi.

Kompressorning ekspluatatsiya ko'rsatkichlarini pasaytiruvchi yana bir omil bu so'riluvchi havoning haroratining yuqoriligi. Silindrning qizigan devorlari, porshen va kompressor klapanlari o'rtasidagi issiqlik almashinuvi tufayli so'rilish jarayonining oxirida havo harorati kompressorga kiruvchi havo haroratidan yuqori bo'ladi, ya'ni .

So'ruvchi klapanida, quvurlarda va filtrda qarshilik mavjudligi sababli, so'rish jarayonida bosim atmosfera bosimidan past bo'ladi, ya'ni .

Silindrdagi havoning so'rish jarayonidagi holati uning kompressorga kirishdan oldingi holatidan farqlanganligi sababli, kompressorning haqiqiy ish unumdorligi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$V_{r.f.} = V_P' \cdot \frac{P_1'}{P_1} \cdot \frac{T_1}{T_1'} \quad (1)$$

bunda P_1' va T_1' – mos ravishda havoning kompressorga kirish oldidagi bosimi va harorati;

P_1 va T_1 va – mos ravishda silindrdagi havoning bosimi va harorati.

So'rish jarayonida havo holatining o'zgarishi sababli kompressor ishlashining pasayishi so'rish koeffitsiyenti bilan hisobga olinadi.

Chiqishda havo parametrlarining o'zgarishi. Siqilish bosqichining oxirida havo harorati silindr devorlarining haroratidan yuqori bo'ladi, shuning uchun chiqishda havoning issiqligi chiqariladi va uning harorati pasayadi. Chiqish jarayonida havo haroratining pasayishi kompressor ish unumdorligini o'zgartiradi.

Havoni chiqarish jarayoni oxiridagi bosim, klapanlar va chiqarish trubasining qarshiligi tufayli, P_2 havo kollektoridagi bosimdan yuqori bo'ladi, shuning uchun zararli bo'shliqda qolgan havoning kengayishi 3 nuqtada emas, 3' nuqtada boshlanadi, ya'ni haqiqiy so'rilgan hajm V_p' emas, balki V_p'' bo'ladi. Shunda, (1) formula bo'yicha aniqlangan kompressorning haqiqiy quvvati quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$V_{r.f.} = V_P'' \cdot \frac{P_1'}{P_1} \cdot \frac{T_1}{T_1'} \quad (2)$$

So'rish va chiqish jarayonida havo holati parametrlarining o'zgarishi tufayli kompressorning ishlashining pasayishi umumiy koeffitsiyent bilan hisobga olinadi

$$\lambda_0 = \frac{V_{r.f.}''}{V_r} \quad (3)$$

Kompressorning ishlashi paytida havo hajmining kamayishi kabi omil ham uskunaning umumiy samaradorligiga uning unumdorligini pasaytirishi orqali salbiy ta'sir qiladi. Kompressorda havo siqilganida, u zichlagichlar (salnikli zichlagichlar, porshenli xalqalar, klapanlar, prokladka va boshq.) orqali yo'qoladi. Ushbu yo'qotishlar kompressorning energiya xarajatlarini oshiradi va germetizatsiya koeffitsiyenti bilan belgilanadi

$$\lambda_g = \frac{V_f}{V_{r.f.}''} \quad (4)$$

Germetizatsiya koeffitsiyenti (λ_g) kompressor holati, bosimlar nisbati (λ_p), tirqishlar o'lchamlari va shakliga bog'liqdir.

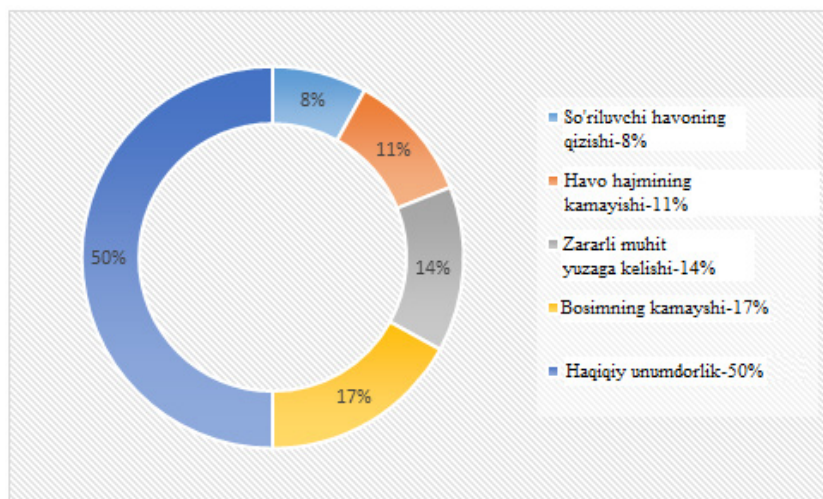
Kompressorga so'rilayotgan havoning namligi uskunaning ish jarayoniga salbiy ta'sir etuvchi yana bir omil hisoblanadi. Atmosfera havosi har doim o'ta qizib ketgan (to'yinmagan) yoki to'yingan suv bug'lari shaklida bir oz namlikni o'z ichiga oladi. Havoning namligi uning 1 m³ qismidagi bug' miqdori, ya'ni aralashmadagi bug'ning tarkibi, bilan tavsiflanadi. Bu qiymat havoning mutloq namligi deb ataladi. Havoning mutloq namligining aralashmaning haroratidagi quruq to'yingan bug'ning zichligiga yoki ma'lum bir haroratda uning maksimal mumkin bo'lgan namligiga nisbati nisbiy namlikni tashkil etadi:

$$\varphi = \frac{\rho_p}{\rho'} \cdot 100\%, \quad (5)$$

bu yerda ρ_p – aralashmada bug' zichligi, kg/m³;

ρ' – aralashma haroratida quruq to'yingan bug' zichligi, kg/m³;

Porshenli kompressor uskunalarining ekspluatatsiyasi jarayonida ularning samaradorligiga salbiy ta'sir etuvchi asosiy omillar va ularning salbiy ta'siri kattaliklari 2-rasmda diagramma ko'rinishida keltirilgan.



2-rasm. Porshenli kompressorning samaradorligiga ta'sir etuvchi asosiy omillar²

Yuqorida ko'rib chiqilgan omillarning ta'sirini hisobga olgan holda kompressorning haqiqiy ish unumdorligi uning ideal ish unumdorligidan bir qancha farq qilishini xulosa qilishimiz mumkin. Bundan kelib chiqib shuni ta'kidlashimiz mumkinki, kon kompressor uskunalarini ekspluatatsiyasi jarayonida ishlash samaradorligini, ularning ish jarayoniga ta'sir etuvchi asosiy omillarning ta'sirini kamaytirish orqali oshirish mumkin.

TAHLIL VA NATIJALAR

Sovutish tizimi ishining kompressor ekspluatatsiya samaradorligiga ta'sirini tadqiq etish

Kompressor uskunalarining mavjud sovutish tizimi ularning ishlash xususiyatlaridan kelib chiqqan holda bir qator muhim omillar bilan tavsiflanadi. Bular, birinchi navbatda, havoning changlanish darajasining yuqoriligi, toza suv manbalarining yetarli emasligi hamda magistral quvurlarning uzunlashuvi bilan bog'liq. Bularning barchasi birgalikda kompressor sovutish tizimlarining ishlashiga alohida talablar qo'yadi. Shu bilan birga, sovutish uchun ishlatiladigan suv tarkibida ko'p miqdorda tuz va turli xil aralashmalar mavjud. Ko'p hollarda suvning umumiy qattiqligi 20 mg-ekv/l (Ca — 12 mg/l; Mg — 8 mg/l) gacha yetadi, bu turg'un kompressor uskunalarini, havo quvurlari va gaz quvurlarini loyihalash hamda xavfsiz ishlatish qoidalarida ruxsat etilgan ko'rsatkichdan deyarli 3 baravar yuqoridir. Sovituvchi suvning qattiqligi kompressor havo sovutgichlarining issiqlik almashinuvi yuzalarida quyqa hosil bo'lishiga olib keladi. Masalan, Navoiy kon-metallurgiya kombinatiga tegishli "Qoraqo'tan" konida kompressorlarni ekspluatatsiya qilish tajribasi shuni ko'rsatdiki, quyqa hosil bo'lish tezligi yiliga 8–10 mm va undan ortiqni tashkil qiladi. Quyqa qatlamining ortishi tufayli issiqlik uzatish jadalligining pasayishi kompressor uskunalarining samaradorligi va xavfsizlik ko'rsatkichlariga ta'sir qiladi. Xususan, havo harorati taxminan 150 °C bo'lganda, havo kommunikatsiyalaridagi kuyik-moy (nagar) qatlamlarining o'z-o'zidan yonishi yuzaga kelishi va detonatsion jarayonlarga sabab bo'lishi mumkin. Shu bilan birga, konchilik korxonalarida kompressor uskunalarining ekspluatatsiyasi tahlili shuni ko'rsatadiki, kompressorning ikkinchi bosqichidan keyin siqilgan havo harorati 150–160 °C ga, yozgi mavsumda esa 170 °C gacha va undan yuqori darajaga yetishi mumkin.

Jahonning bir qator konchilik korxonalarida kompressor uskunalarining ekspluatatsiyasi tahlili shuni ko'rsatadiki, ayrim kompressor stansiyalarida siqilgan havo sovutgichlarining ishlash muddati belgilangan muddatlarga nisbatan 3–4 baravar qisqargan. Buning asosiy sabablaridan biri havo sovutgichlarini tez-tez tozalash zarurati bilan bog'liq [3].

Iqlim sharoitlari kompressor uskunalarini sovutish tizimining ishlashiga ta'sir qiluvchi muhim omil hisoblanadi. Masalan, qish mavsumida aylanma suvni sovutish tizimining ishlashi paytida sovutish gradirnyalarining muzlashi kuzatiladi, bu esa suvni sovutish samaradorligiga ta'sir qiladi. Yoz davrida atrof-muhit haroratining yuqoriligi va sovutish gradirnyasining ishlash samaradorligi yetarli darajada bo'lmasligi tufayli aylanma suvning talab etilgan darajada sovumasligi kuzatiladi.

Kompressor stansiyasida havoning siqilish jarayonida hosil bo'ladigan issiqlikni ko'chirish zarurati, asosan, ikki jihatga bog'liq: kompressor stansiyasini xavfsiz ish sharoitlari bilan ta'minlash va uning samaradorligini oshirish. Ko'p bosqichli kompressor uskunasi uning ishlashi uchun zarur shart-sharoitlarga bosqichlar va sovutgichlarda siqilish issiqligini samarali ko'chirish orqali erishiladi [5].

Bundan tashqari, kompressorning optimal ish rejimlarini ta'minlash uchun sovutgichlarda silindrlarga

nisbatan taxminan 10 baravar ko'proq issiqlikni ko'chirish talab etiladi. Ikki bosqichli kompressor uskunasi elementlari bo'yicha issiqlik taqsimotining natijalari bir qator mualliflarning ma'lumotlariga mos keladi.

Siqilgan havo haroratining ta'siri tizimning muayyan qismlarida turlicha namoyon bo'ladi. Shuning uchun porshenli kompressorlarning oraliq sovutgichlarida siqilgan havo harorati 60 °C dan oshmasligi kerak. Oraliq sovutgichlarda siqilgan havo haroratini har 6 °C ga pasaytirish elektr energiyasi sarfini taxminan 1 % ga kamaytiradi [5]. Sovutgichdan chiqishda siqilgan havo va sovutish suvi harorati o'rtasidagi farq 5–10 °C dan oshmasligi kerak. Ushbu farqning 20 °C gacha ko'tarilishi xuddi shu sharoitlarda elektr energiyasining 14 % gacha ortiqcha sarflanishiga olib keladi.

Oraliq sovutgichdan chiqishda havo harorati oshib ketganda elektr energiyasining ortiqcha sarfi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi [6]:

$$\Delta W = \frac{[N_f \cdot (t - 60) \cdot 0,01] \cdot \tau}{6}, \text{ kVt} \cdot \text{soat}, \quad (6)$$

bu yerda t – oraliq sovutgichdan chiqishda siqilgan havo harorati, °C;

N_f – elektr dvigateli tomonidan haqiqiy iste'mol qilinuvchi quvvat, kVt.

Siqilgan havoning sovutilish darajasi kompressor uskunasi asosiy ko'rsatkichlariga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Ma'lumki, oraliq sovutgichdagi siqilgan havo haroratining oshishi keyingi bosqichda sarflanadigan ishning ortishiga olib keladi. Shuning uchun, bir tomondan, oraliq sovutgichda siqilgan havoni imkon qadar sovutish lozim. Boshqa tomondan, issiqlik almashinuvi yuzalarini oshirish natijasida sovutgichdan chiquvchi havo haroratini yanada pasaytirish gidravlik qarshiliklarning ortishi bilan bog'liq bo'lib, bu oldingi bosqichda bajariladigan ishning ortishiga olib keladi. Masalan, sovutgichga kiruvchi suv haroratidan 5 °C farq qiluvchi darajagacha siqilgan havoni sovutish uchun 8 °C farqiga nisbatan 18–20 % ko'proq issiqlik almashinuvi yuzasi talab etiladi, demak, gidravlik qarshiliklar ham ortadi [7].

Shunday qilib, sovutish tizimining samaradorligi kompressor uskunasi energiya xarajatlariga bog'liq. Bundan tashqari, kompressor bosqichlarida siqish jarayonida issiqlikning faqat kichik bir qismini sovutish imkoni mavjudligi sababli, kompressor stansiyasining texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlariga, asosan, oraliq va so'nggi sovutishning samaradorligi ta'sir qiladi.

Turg'un kompressorlar, havo quvurlari va gaz quvurlarini loyihalash hamda xavfsiz ishlatish qoidalariga muvofiq, mavjud pnevmatik qurilmalar, agar kompressor quvvati 10 m³/daqiqadan ortiq bo'lsa, bosim farqlarini yumshatuvchi havo yig'gichlar, so'nggi sovutgichlar hamda sovutgich va havo yig'gichlari orasiga o'rnatilgan moy-suv ajratgichlari bilan jihozlangan bo'lishi lozim. So'nggi sovutish moslamasining maqsadi kompressorning oxirgi bosqichidan chiquvchi siqilgan havoni sovutish, shu bilan birga, suv va moy bug'larini ajratib olishdan iborat. Havo quvurlarini suv va moydan tozalash maqsadida moy-suv ajratgichlardan foydalaniladi. Havo yig'gich qisman moy-suv ajratgich vazifasini ham bajaradi.

Kompressorga so'riluvchi havoning ifloslanganligining uning samaradorligiga ta'sirini tadqiq etish

Siqilgan havoning ifloslanishi pnevmatik qurilmalarga fizik-kimyoviy ta'sir ko'rsatadi va ularning chidamliligini 3–7 marotabagacha kamaytiradi. Pnevmatik tizimlardagi nosozliklarning 80 % gacha bo'lgan qismi havoning sifati bilan bog'liqdir. Siqilgan havoning ifloslanishi atmosfera, kompressorning o'zi va quvurlar orqali yuzaga keladi. O'rtacha har 1 m³ shahar havosida 140 millionga yaqin chang zarralari mavjud bo'lib, ularning 80 % ini 2 mikrondan kichik bo'lgan zarralar tashkil etadi. Bunday zarralar kompressorga kirishda filtrlar tomonidan ushlab qolinmaydi. Atmosferada qattiq zarralardan tashqari uglevodorodlar 0,05–0,5 mg/m³ gacha, yonmagan yoqilg'i va moy bug'lar 0,5 mg/m³ gacha, mikroorganizmlar 3850 dona/m³ gacha, bakteriya va zamburug'lar 10 mg/m³ gacha, namlik esa 10–11 mg/m³ gacha mavjud bo'ladi [8].

Bundan tashqari, kompressorning o'zida ishqalanuvchi mexanizmlarning yemirilishi natijasida hosil bo'ladigan zarrachalar va moylar ham havoga qo'shiladi. Siqilgan havoga aerazol va bug'lar ko'rinishidagi 5–50 mg/m³ moy zarrachalari qo'shiladi. Porshenli kompressorlarda yuqori harorat tufayli moy qisman parchalanadi, oksidlanadi hamda ishqalanuvchi mexanizmlar va klapanlarda moy qurumlarini hosil qiladi. Bu esa, o'z navbatida, kompressorning samaradorligiga ta'sir ko'rsatadi.

Quvurlar orqali tashish jarayonida siqilgan havo qo'shimcha ravishda 3–4 mg/m³ gacha zang bilan ifloslanadi. Tomchi namlik mavjudligi sababli yuzaga keladigan qatlamlar va armaturalardagi korroziya siqilgan havo sarfini 30–40 % ga oshiradi.

Kompressor uskunasi chiqariladigan namlik miqdori sezilarli qiymatlarga yetadi. 8 soatlik smenada o'rtacha 150–200 litrdan ortiq kondensat chiqariladi.

Havoda bug' shaklida suvning mavjudligi kompressor ekspluatatsiyasi davomida sezilarli muammo tug'dirmaydi, ammo siqilgan havoda quyultirilgan tomchi namligining paydo bo'lishi ekspluatatsiya jarayoniga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Jumladan, pnevmatik vositalar va mexanizmlardagi himoya moyining yuvilishi, havo quvurlarida metallarning korroziyasi va zang hosil bo'lishi, pnevmatik asboblarning eskirishi va texnik xizmat ko'rsatish xarajatlarning oshishi, pnevmatik asboblarni ishlatishda uzilishlar yuzaga kelishi va ularga texnik



xizmat ko'rsatish tannarxining ortishi, sovuq iqlim sharoitlarida muzlash, armatura va jihozlarning muzlashi hamda tiqilib qolishi, shuningdek, keskin kengayish holatida nam havo chiqadigan joyda qo'shimcha kondensat yoki muz hosil bo'lishi kabi holatlar kuzatilishi mumkin [9].

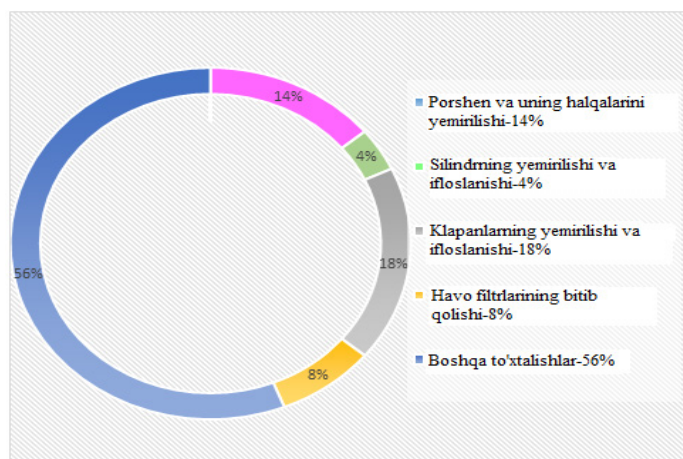
Havodagi chang zarralari porshenli kompressorlarning silindrlariga tushib, ishqalanish yuzalarining muddatidan oldin yemirilishiga olib keladi va moylash materiallari bilan aralashib, moy qurumlarini hosil qiladi. Moy qurumi klapanlarning yopilish zichligiga va porshen halqalarining ishlash holatiga ta'sir etib, kompressorning ish unumdorligini pasaytirishi mumkin. Mexanik aralashmalarning zarralari kompressorga havo bilan kirib, detallarning yuza qismlarining yemirilishini tezlashtiradi, bu ham kompressorning unumdorligi va foydali ish koeffitsiyentiga ta'sir ko'rsatadi [9].

Havo kompressor stansiyasi tashqarisidan, kompressorlarga chang eng kam tushadigan va quyosh nuri kam tushadigan tomondan, kamida 3 metr balandlikda so'riladi.

Kompressorga so'rilgan havoni maksimal ruxsat etilgan chang miqdori, ya'ni $0,5 \text{ mg/m}^3$ gacha tozalash uchun filtrlardan foydalaniladi. Havo tezligi butun filtr yuzasi bo'ylab bir xil bo'lishi va 3 m/s dan oshmasligi lozim.

Kompressorga so'rilgan havoning ifloslanish darajasining ortishi, ya'ni so'riluvchi havoda abraziv chang zarrachalari miqdorining ruxsat etilgan me'yordan oshishi kompressor qismlarining mexanik yemirilishiga olib keladi.

Misol uchun, "Navoiy kon-metallurgiya kombinati" aksiyadorlik jamiyatining "1-son GMZ" kon boshqarmasi "Qoraqo'tan" kompressor stansiyasidagi 2VM10-63/9 rusumli kompressorlarda so'riluvchi havoning ifloslanish darajasi ortishi natijasida kompressor unumdorligining pasayishi, kompressorning qizishi, porshen, porshen halqalari va silindrning muddatidan oldin yemirilishi, so'ruvchi va haydovchi klapanlarning yemirilishi hamda ifloslanishi, moyning ifloslanishi, so'ruvchi traktdagi havo filtrining tiqilib qolishi kabi nosozliklar kuzatilgan. Ushbu nosozliklar sababli yuzaga keladigan to'xtalishlarning ulushi 3-rasmda keltirilgan.



3-rasm. Kompressorga so'riluvchi havoning ifloslanishi natijasida yuzaga keladigan to'xtalishlar sabablari va ularning ulushi³

Yuqorida keltirilgan to'xtalishlarni bartaraf etish uchun sarflanadigan vaqt kompressorning bir yil davomidagi umumiy to'xtalish vaqtining ortishiga olib keladi. Bu esa, o'z navbatida, kompressorning ekspluatatsion samaradorligiga ta'sir ko'rsatadi.

Masalan, porshen va uning halqalarining yemirilishi natijasida yuzaga keladigan to'xtalishlarni bartaraf etish uchun silindr-porshen guruhi to'liq ochiladi va ta'mirlash ishlari amalga oshirilgandan so'ng qaytadan yig'iladi. Ushbu ishlarni amalga oshirish uchun ta'mirlash brigadasi o'rtacha bir smena vaqt sarflaydi. Bundan tashqari, kompressorni to'liq o'chirish va qayta ishga tushirish energiya sarfining ortishiga olib keladi.

Shuningdek, klapanlarning ifloslanishi va yemirilishi ularning talab darajasida ochilishi va yopilishini qiyinlashtiradi. Kompressorga so'riluvchi havodagi abraziv ifloslantiruvchi zarrachalarning mavjudligi klapan plastinalarining yemirilishiga, moyning ifloslanishi esa plastina va prujinalar yuzasida qurum hosil bo'lishiga olib keladi. Natijada kompressorning unumdorligi va bosimining pasayishi kuzatiladi.

Bunday ko'rinishdagi nosozlik klapanlarni almashtirish orqali bartaraf etiladi. Bu, o'z navbatida, nafaqat ta'mirlash uchun vaqt sarfini, balki ekspluatatsion xarajatlarni ham oshiradi.

Kompressor stansiyalarida, asosan, yacheykali va o'z-o'zini tozalovchi filtrlar qo'llaniladi. Yacheykali va o'z-o'zini tozalovchi filtrlar har bir kompressor uchun individual hamda butun kompressor stansiyasi uchun

umumiy bo'lishi mumkin.

Odatda, kompressorlarni ekspluatatsiya qilishda silindrning yemirilishi va ifloslanishi bilan bog'liq to'xtalishlar kamroq uchraydi, chunki silindr materiali porshen halqalari materialiga nisbatan mustahkamroq bo'lib, bunda silindr yuzalarining emas, balki halqalarning yemirilishi ko'proq kuzatiladi. Lekin ayrim hollarda halqalarning kuyishi, kichrayib qolishi, silindr ichidagi havo-moy aralashmasida abraziv zarrachalarning mavjudligi tufayli silindr devorlarida yemirilish kuzatiladi. Bunday holat yuzaga kelganda, silindr yuzasi silliqlash yoki yo'nish orqali tiklanadi. Ayrim hollarda silindrni to'liq almashtirish talab etiladi.

So'ruvchi traktidagi havo filtrlarining tiqilib qolishi natijasida kompressorga so'riluvchi havo hajmining kamayishi va porshenning so'rish jarayonida bajaradigan ishi uchun energiya sarfining ortishi yuzaga keladi. Hozirda sanoat korxonalarida qo'llaniladigan kompressor uskunalarida, asosan, ikki turdagi, ya'ni yacheykali va o'z-o'zini tozalovchi havo filtrlari qo'llaniladi.

Yacheykali filtrlar konstruktiv jihatdan oddiy bo'lsa-da, ularni tozalash murakkabroq jarayon hisoblanadi. O'z-o'zini tozalovchi filtrlar esa tozalash uchun nisbatan qulayligi bilan ajralib turadi, biroq ular konstruktiv jihatdan murakkabroq bo'lib, porshenli kompressorlarning ishlash jarayonida yuzaga keladigan pulsatsiyalanuvchi havo oqimlarida ishlash imkoniyati cheklangan [10].

O'z-o'zini tozalovchi va yacheykali filtrlarni qo'llash kompressor uskunalariga so'riluvchi havoni to'liq tozalash imkonini bermaydi. Bundan tashqari, yacheykali filtrlarni tozalash muayyan mehnat va vaqt talab qiladi. Bularning barchasi kompressor uskunalarining ekspluatatsion samaradorligiga ta'sir ko'rsatadi. Yuqoridagilardan kelib chiqib, kompressor uskunalariga so'riluvchi havoni samarali filtrlash orqali ularning ekspluatatsion samaradorligini oshirish mumkinligi aniqlandi.

Kompressorning moylash tizimida ifloslanish natijasida yuzaga keladigan nosozliklarni tadqiq etish

Ma'lumki, porshenli kompressorlarda moylash tizimi ikki qismdan iborat bo'lib, ular silindr va salniklarni moylash tizimi hamda harakat mexanizmlarini moylash tizimini tashkil etadi.

Kompressor klapanlari, porshen halqalari, ushlab turuvchi halqalar va salniklar kabi silindrning tez yemiriluvchi qismlarini moylash kompressor uskunasi ishlab chiqaruvchi tomonidan texnik hujjatlarda ko'rsatilgan tavsiyalarga muvofiq amalga oshirilishi kerak. Ushbu komponentlarning ishlash muddati to'g'ridan-to'g'ri moy turiga, moyning tozaligiga, uning hajmiga va moylash davriyligiga bog'liqdir [11].

Porshenli kompressorlarda silindr va salniklarni moylash, asosan, quyidagi usullarda amalga oshiriladi [11]:

— **karterdan moyni purkash.** Karter vannasidagi moy maxsus purkagichlar tomonidan ushlanib, porshen harakati vaqtida silindr yuzasiga taqsimlanadi. Valning keyingi aylanishlari davomida porshen kiruvchi moyni silindrning boshqa ishchi yuzalariga o'tkazadi. Ushbu usulda moylash materiallari sarfini aniq tartibga solish imkoniyati cheklangan. Bundan tashqari, katta hajmdagi moyning issiq havo bilan aloqasi silindr ichida moy qurumining hosil bo'lishiga olib kelishi hamda moyning silindrning barcha qismlariga notekis taqsimlanishiga sabab bo'lishi mumkin;

— **kompressorga kiruvchi, ya'ni silindrga so'riluvchi havo oqimiga moyni purkash.** Ushbu usul ko'p pog'onali kompressorlarda qo'llaniladi va silindrlarning karterga ulanmagan qismlarini moylash imkonini beradi. Bu usulda havo oqimining bir qismi silindrlarga mayda dispers moy bilan to'ldirilgan karter orqali kiradi, so'ngra moy bug'i bilan birga silindrga yo'naltiriladi. Biroq ushbu usul silindrning barcha ishchi yuzalarini to'liq qamrab olish imkoniyatiga ega emas. Bundan tashqari, ayrim gazlarning moy tumanlari bilan aralashishi siqilgan havo sifatiga ta'sir ko'rsatishi mumkin;

— **silindr va salniklarni bosim ostida moylash, ya'ni silindrni majburiy moylash.** Moyni yetkazib berish plunjerli nasos — moylash moslamasi (lubrikator) yordamida amalga oshiriladi. Gorizontall turdagi kompressorlarda moy yuqori nuqtadan yoki silindr diametri 500 mm dan ortiq bo'lgan hollarda ikkita nuqtadan beriladi. Vertikal silindrli kompressorlar ham bir yoki bir nechta moy kirish nuqtalariga ega bo'lib, ularning soni silindr diametriga bog'liqdir.

Nasosdan moy quvurlar orqali silindrga yetkaziladi. Ushbu usul samarali hisoblanib, silindrning barcha ishchi yuzalari va uning qismlarini to'liq moylash imkonini beradi.

Harakat mexanizmlarini moylash ikki usulda amalga oshiriladi [12].

1. Harakat mexanizmlarining ishchi yuzalariga moyni purkash usuli kichik o'lchamli kompressorlarda qo'llaniladi va qisqa muddatli ish uchun mo'ljallangan. Moy karter vannasiga quyiladi, val aylanganda tuman holatiga o'tadi va shundan keyingina podshipniklar orqali ishqalanish yuzalariga yetkaziladi.

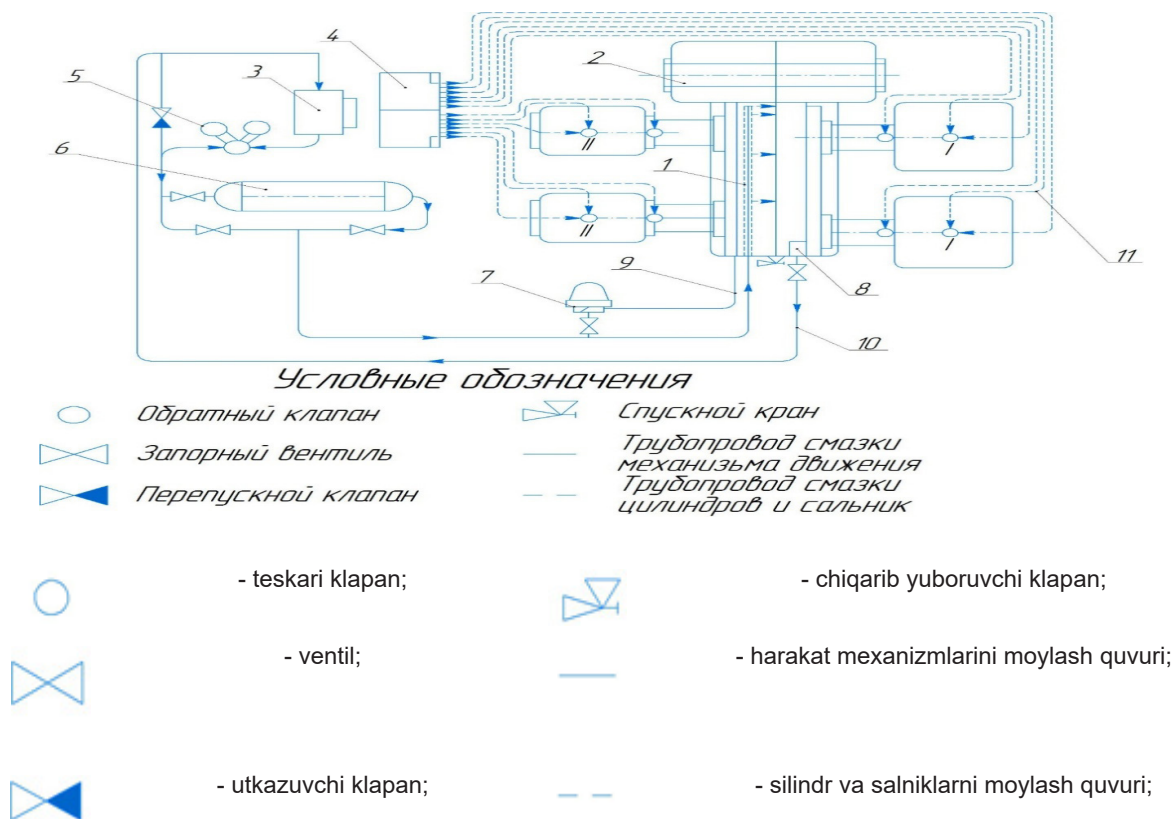
Bu usul issiqlikni samarali ko'chirish imkoniyatiga ega emas, shuning uchun purkash tizimi ko'pincha kompressorlarning xo'jalik yoki yarim professional modellarida qo'llaniladi. Karterda moy darajasining yetarli darajada nazorat qilinmasligi, moyning tez ifloslanishi, filtrlarning to'lib qolishi va siqilgan havoga moyning aralashib ketishi ushbu usulning asosiy kamchiliklaridan hisoblanadi.

2. Harakat mexanizmlarini majburiy moylash, ya'ni sirkulyatsiya usuli kompressor karteri orqali moyni



yopiq siklda yetkazib berish orqali amalga oshiriladi. Moy nasosga filtr orqali kiradi. Majburiy moylash tizimi manometr va qayta ishga tushiruvchi klapanlar bilan ta'minlanadi. Bugungi kunda mamlakatimizning konchilik korxonalarida qo'llaniladigan porshenli kompressorlarning aksariyat qismi majburiy moylash tizimi bilan jihozlangan.

Quyida 4-rasmda kompressorni majburiy moylash tizimi keltirilgan.



1 – kompressor kollektori; 2 – dvigatel; 3 -moy nasosi; 4 - lubrikator; 5 – moy filtrlari; 6 - moy sovutkich; 7 - moyni nozik tozalash filtri (filtr tonkoy ochistki); 8 - yig'ish filtri; 9-10-11 - quvurlar; I va II-kompressorning pog'onolari

4-rasm. Kompressorni majburiy moylash tizimi⁴

4-rasmda keltirilgan kompressorning majburiy moylash tizimi quyidagicha ishlaydi: moy nasos (3) orqali filtrga (5) uzatiladi, filtdan chiqqan moy sovutgichga (6), so'ng esa quvur (9) orqali kompressor kollektoriga (1) uzatiladi. Kompressor kollektorida moy val, kreyskopf va harakatlanuvchi qismlarni moylaydi hamda bir vaqtning o'zida sovutgich vazifasini bajaradi. Chiqishda moy yig'ish filtridan (8) o'tadi. Yig'ish filtri moy tarkibidagi ifloslantiruvchi zarrachalarni cho'ktirib qolish vazifasini bajaradi. Yig'ish filtridan chiqqan moy quvur (10) orqali yana qaytadan nasosga (3) uzatiladi. Moy tarkibida ifloslantiruvchi zarrachalar miqdorining ortishi kuzatilganda, moy kollektorga (1) nozik tozalash filtri (7) orqali o'tkaziladi.

Kompressorning silindr qismiga lubrikatordan (4) moy quvurlar (11) orqali uzatiladi, bunda moy silindrlarga purkaladi va qayta sirkulyatsiya qilinmaydi. Silindrdan moy siqilgan havo bilan aralashib, klapanlar orqali chiqadi, so'ng moy ajratgichda ajratib olinadi va utilizatsiya qilinadi.

Kompressorni majburiy moylash tizimini qo'llaganda, moy kompressor ichida saqlanib qoladi, ya'ni doimiy sirkulyatsiyada bo'ladi. Bunda moyning hajmiy yo'qotilishi bo'lmaganligi sababli, ushbu usul samarali hisoblanadi.

Moylash tizimidagi moylarga quyidagi talablar qo'yiladi: moyning yonish nuqtasi +220–240 °C oralig'ida, yonish harorati esa taxminan +400 °C bo'lishi kerak. Moylar kompressorning ish jarayonida o'zgarmaydigan xususiyatlarga ega bo'lishi (ajralmaslik, gazlar bilan aralashmaslik, cho'kindi va qurum hosil qilmaslik va h.k.) hamda tarkibida suv va mexanik aralashmalar bo'lmashligi lozim. Moylarning o'rtacha ishlash muddati 2500 moto-soat bo'lishi kerak. Shuningdek, ularning kislotalik ko'rsatkichlari me'yoriy darajada bo'lib, suvda

eruvchan kislotalar va ishqorlar miqdori belgilangan me'yorda bo'lishi lozim.

Moyning yetishmasligi harakatlanuvchi qismlarning muddatidan oldin eskirishiga, tovushlarning paydo bo'lishiga, uskunada vibratsiya va pulsatsiyaning yuzaga kelishiga hamda silindrlar ichida cho'kindilarning hosil bo'lishiga olib keladi.

Silindr qismlarini moylash uchun moylash materiallarini taqsimlashda ishlatiladigan tizimning ishonchliligi, mos moylash materiallaridan foydalanish va ularni to'g'ri sarflash porshenli kompressorlarning umumiy ishonchliligini ta'minlashda muhim ahamiyatga ega.

Kompressorning harakatlanish mexanizmlarini moylashda moyning parametrlari va uning tozaligiga alohida e'tibor qaratilishi kerak, chunki moyning boshlang'ich ko'rsatkichlarining o'zgarishi va uning ifloslanishi harakatlanuvchi va ishqalanuvchi mexanizmlarning yemirilishiga olib keladi. Buning natijasida avariya to'xtalishlar sonining ortishi kuzatiladi.

Moy qovushqoqligining kamayishi va uning ifloslanishi kompressor val qismidagi podshipniklarning qizishi natijasida kompressorning to'satdan avariya to'xtashiga olib kelishi mumkin. Bundan tashqari, bu holat podshipniklar va ularning qoplamalarining (vkladishlarning) abraziv yemirilishiga hamda podshipnikning val bo'yniga nisbatan noto'g'ri joylashishiga sabab bo'ladi.

Moyning ifloslanishi val tanasining, kulachoklar bilan ulangan qismining yemirilishiga, valning egilishiga va muddatidan oldin ishdan chiqishiga sabab bo'ladi.

Valning harakatini porshenga uzatuvchi kreyskopf, shtok va polzunlarning ishchanligi ham moyning tozaligi va qovushqoqligiga bog'liq bo'ladi. Moy tarkibida abraziv zarrachalarning hosil bo'lishi kreyskopf, uning polzuni yuzalari va kreyskopf o'qining yemirilishiga, o'lchamlarining kamayishiga hamda ish resursining qisqarishiga olib keladi.

Quyida 5 va 6-rasmlarda harakatlanish mexanizmlarini moylovchi moyning boshlang'ich parametrlarining o'zgarishi va ifloslanishi natijasida yuzaga keladigan nosozliklar hamda ularning fotoko'rinishlari keltirilgan.



5-rasm. Harakatlanish mexanizmlarini moylovchi moyning ifloslanishi natijasida yuzaga keladigan nosozliklar⁵



A



B



V

A – podshipnikning yemirilishi va sinishi; b – kreyskopfning harakatlanuvchi yuzasining yemirilishi; v – val yuzasining yemirilishi

6-rasm. Kompressorning harakatlanish mexanizmlarini yemirilishlari ko'rinishi⁶

Yuqorida keltirilgan omillarning barchasi moylash tizimidagi moyning ifloslanishi va boshlang'ich parametrlarining o'zgarishi natijasida yuzaga keladi. Kompressor uskunalarining moylash tizimida o'rnatilgan filtrlar aylanma moyning talab etilgan tozalik darajasini har doim ham ta'minlay olmaydi. Sanoat korxonalarida ekspluatatsiya qilinayotgan kompressorlarning uzoq muddat davomida ishlatilishi hamda ehtiyot qismlarining texnik holati ekspluatatsiya jarayonida ulardan qirindi va ifloslantiruvchi zarrachalarning ajralishiga sabab bo'lishi mumkin. Bundan tashqari, moylash tizimida qo'llanilayotgan filtrlarning samaradorligini oshirish muhim ahamiyat kasb etadi. Yuqoridagilardan kelib chiqqan holda, kompressorning moylash tizimidagi filtrlarni takomillashtirish va ularning ish samaradorligini oshirish asosida kompressor uskunalarining kutilmagan to'xtalishlari hamda ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirishga erishish mumkin, degan xulosaga kelish mumkin.

XULOSA VA TAKLIFLAR

Kompressor uskunalarining sovutish tizimida ishlatiladigan suv tarkibida ko'p miqdorda tuz va turli xil aralashmalarning mavjudligi uning qattiqligini oshiradi. Qattiqlik ko'rsatkichi aksariyat hollarda 20–25 mg-ekv/l va undan yuqorini tashkil etadi. Navoiy kon-metallurgiya kombinatiga tegishli "Qoraqo'tan" konida kompressorlarni ekspluatatsiya qilish tajribasi shuni ko'rsatdiki, qurum hosil bo'lish tezligi yiliga 8–10 mm va undan ortiqni tashkil etishi aniqlandi.

Porshenli kompressorlarning oraliq sovutgichlarida siqilgan havo haroratini har 6 °C ga pasaytirish elektr energiyasi sarfini o'rtacha 1 % ga kamaytiradi. Sovutgichdan chiqishda siqilgan havo va sovutish suvi harorati o'rtasidagi farq 5–10 °C dan oshmasligi kerak. Ushbu farqning 20 °C gacha ko'tarilishi xuddi shu sharoitlarda

elektr energiyasining 14 % gacha ortiqcha sarflanishiga olib keladi.

Kompressor uskunalari hamda pnevmatik energiya iste'mol qiluvchi uskunalardagi nosozliklarning 80 % i havoning ifloslanishi natijasida yuzaga keladi. Tarkibida ifloslantiruvchi chang zarrachalari mavjud bo'lgan siqilgan havo pnevmatik qurilmalarning ishlash resursini 3–7 martagacha kamaytiradi.

Porshenli kompressorga so'riluvchi havoning ifloslanganligi sababli yuzaga keladigan porshen va uning halqalarining yemirilishi ko'rinishidagi nosozliklar umumiy nosozliklar ulushining 14 % ini, silindrning yemirilishi bilan bog'liq nosozliklar 4 % ini, klapanlarning ishdan chiqishi 18 % ini va havo filtrlarining tiqilib qolishi 8 % ini tashkil etadi.

Porshenli kompressorlarning harakatlanish mexanizmlarini moylovchi moyning ifloslanishi natijasida kreyskopfning yemirilishi, val qismlarining yemirilishi, podshipniklarning qizishi va moyning ish resursining kamayishi kabi nosozliklar yuzaga keladi. Moylarning o'rtacha ishlash muddati 2500 moto-soat bo'lishi kerak, biroq Navoiy kon-metallurgiya kombinatiga tegishli "Qoraqo'tan" konidagi kompressorlarda ushbu ko'rsatkich 1500 moto-soatni tashkil etmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Миняев Ю. Н. Энергосбережение при производстве и распределении сжатого воздуха на горных предприятиях : учебное пособие. — Екатеринбург : Изд-во УГГУ, 2010. — 138 с.
2. Миняев Ю. Н., Дмитриев В. Т. Энергосберегающие компрессорные технологии при эксплуатации пневмохозяйства промышленных предприятий // Энергоанализ и эффективность. — 2004. — № 4. — С. 46–48.
3. Гришко А. П. Стационарные машины. Т. 2. Рудничные водоотливные, вентиляторные и пневматические установки : учебник для вузов. — М. : Горная книга, 2007. — 586 с.
4. Джураев Р. У., Хатамова Д. Н. Повышение эксплуатационной эффективности рудничных компрессорных установок. — Ташкент : Lesson Press, 2022. — 151 с.
5. Хатамова Д. Н. Повышение эффективности рудничных компрессорных установок на основе совершенствования их системы охлаждения : дис. ... доктора философии (PhD) по техническим наукам. — Навоий, 2021. — 117 с.
6. Khatamova D. N., Urunova Kh. Improvement of the cooling system of compressor units // Universum: технические науки. — Москва, 2021. — № 5 (86). — С. 68–71.
7. Хатамова Д. Н., Джураев Р. У. Исследование влияния температуры всасываемого воздуха на эффективность поршневого компрессора // Universum: технические науки. — Москва, 2021. — № 6 (87). — С. 44–47.
8. Khatamova D. N., Djuraev R. U. Energy saving during operation of mining compressor units based on modernization of their cooling systems // International Journal of Future Generation Communication and Networking. — 2021. — Vol. 14. — № 2. — P. 41–52.
9. Gordon J. M., Ng K. C. Cool Thermodynamics. — Cambridge : Cambridge International Science Publishing, 2001. — 276 p.
10. Borremans M. Pumps and Compressors. — ASME Press ; John Wiley & Sons Ltd., 2019. — 498 p.
11. Bloch H. P., Hoefner J. J. Reciprocating Compressors. — Gulf Professional Publishing, 1996. — 433 p.

muhandislik **& iqtisodiyot**

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

Ingliz tili muharriri: Feruz Hakimov

Musahhih: Zokir Alibekov

Sahifalovchi va dizayner: Abdurahmon Qurbonov

2026. № 8

© Materiallar ko'chirib bosilganda "Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali manba sifatida ko'rsatilishi shart. Jurnalda bosilgan material va reklamalardagi dalillarning aniqligiga mualliflar ma'sul. Tahririyat fikri har vaqt ham mualliflar fikriga mos kelamasligi mumkin. Tahririyatga yuborilgan materiallar qaytarilmaydi.

"Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali 26.06.2023-yildan
O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Adminstratsiyasi huzuridagi
Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan
№S-5669245 reyestr raqami tartibi bo'yicha ro'yxatdan o'tkazilgan.
Litsenziya raqami: №095310.

**Manzilimiz: Toshkent shahri Yunusobod
tumani 15-mavze 19-uy**





+998 93 718 40 07



<https://muhandislik-iqtisodiyot.uz/index.php/journal>



t.me/yait_2100