

## KOMPRESSOR STANSIYALARIDA KOMPRESSOR QURILMALARINI QO'LLASHNING ZAMONAVIY MUAMMOLARI

**Eshmurodov Z. O**

**Xusnetdinov S.D**

*Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti "Elektr energetikasi" kafedrası  
professori*

*Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti "Elektr energetikasi" kafedrası  
doktoranti*

**Annotatsiya:** *Ushbu maqolada kompressor stansiyalarida qo'llaniladigan zamonaviy kompressor qurilmalarini ishlatish jarayonida yuzaga kelayotgan asosiy muammolar haqida mulohazalar yuritilgan. Ularning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari va ularning yechimini tahlil qilishdan iborat. Tadqiqot davomida energiya samaradorligi, texnik ishonchlilik, ekologik talablar va raqamlashtirish muammolarini kompleks yondashuv oraqali o'rganilgan.*

*В данной статье рассматриваются основные проблемы, возникающие в процессе эксплуатации современных компрессорных установок, применяемых на компрессорных станциях. В ходе исследования были изучены проблемы энергоэффективности, технической надежности, экологических требований и цифровизации посредством комплексного подхода.*

*This article examines the main problems arising during the operation of modern compressor units used in compressor stations. During the study, the problems of energy efficiency, technical reliability, environmental requirements, and digitalization through a comprehensive approach were studied.*

**Kalit so'zlar:** *kompressor stansiyalari, energiya samaradorligi, texnik diagnostika, raqamli monitoring, ekologik standartlar, innovatsion texnologiyalar.*

**Asosiy qism:** *Kompressor stansiyalari zamonaviy sanoat infratuzilmasining ajralmas qismi bo'lib, neft-gaz sanoati, kimyo, metallurgiya, oziq-ovqat va boshqa ko'plab tarmoqlarda muhim ahamiyatga ega. Kompressor qurilmalari gazlarni siqish, transport qilish va texnologik jarayonlarda zarur bosimni ta'minlash vazifalarini bajaradi. Bugungi kunda ushbu qurilmalarni qo'llashda bir qator zamonaviy muammolar mavjud bo'lib, ular sanoat korxonalarining samaradorligiga bevosita ta'sir ko'rsatmoqda. Jahon energetika resurslarining cheklanganligi, ekologik talablarning kuchayishi va texnologik taraqqiyot kompressor texnologiyalari sohasida yangi yondashuvlarni talab qilmoqda. Ushbu maqolaning maqsadi kompressor stansiyalarida yuzaga kelayotgan zamonaviy muammolarni aniqlash va ularning yechim yo'llarini ilmiy asoslash hisoblanadi.*

**Tadqiqot metodologiyasi:** *Tadqiqot jarayonida quyidagi metodlar qo'llanildi: zamonaviy texnik adabiyotlar va ilmiy nashrlar tahlili, statistik ma'lumotlarni o'rganish, amaliy kompressor stansiyalarining ish tajribasini tahlil qilish, texnik-iqtisodiy*

ko'rsatkichlarni baholash usullari. Tadqiqot obyekti sifatida turli sanoat tarmoqlarida qo'llaniladigan kompressor stansiyalari tanlangan.

Energiya samaradorligi muammolari: Kompressor stansiyalarining asosiy muammolaridan biri yuqori energiya sarfi hisoblanadi. Zamonaviy tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, kompressor qurilmalari sanoat korxonalarining umumiy elektr energiyasi sarfining 10-40% ni tashkil qiladi. Energiya yo'qotishlari bir qator omillar bilan bog'liq: Birinchidan, ko'plab kompressor stansiyalarida eskirgan uskunalar ishlatilmoqda. Eski avlod kompressorlari zamonaviy analoglariga nisbatan 20-35% ko'proq energiya iste'mol qiladi. Kompressor agregatlarining foydali ish koeffitsienti ko'pincha 65-75% chegarasida bo'lib, bu texnik jihatdan zamonaviy talablarga javob bermaydi. Ikkinchidan, ish rejimining optimal bo'lmasligi katta muammo hisoblanadi. Ko'pgina stansiyalarda yuklanish grafigi bir tekis emas, lekin kompressorlar doimiy rejimda ishlatiladi. Bu qismlı yuklama sharoitida energiya isrofiga olib keladi. Yuklama o'zgaruvchanligini hisobga olmagan holda ishlaydigan kompressorlarning samaradorligi 30-40% ga kamayishi mumkin. Uchinchidan, issiqlik energiyasini qayta ishlash tizimlarining yo'qligi yoki samarasizligi kuzatiladi. Siqish jarayonida ajralib chiqadigan issiqlik energiyasining atigi 10-15% qayta ishlatiladi, qolgan qismi atrof-muhitga tarqaladi. Bu katta energetik yo'qotish hisoblanadi.

Texnik ishonchlik va nosozliklar: Kompressor agregatlarining texnik ishonchlik darajasi stansiyaning uzluksiz ishlashi muhim ahamiyatga ega. Zamonaviy amaliyotda quyidagi muammolar kuzatilishi mumkin: Mexanik komponentlarning eskirishi keng tarqalgan muammo hisoblanadi. Podshipniklar, zinapoya apparati, klapanlar va zichlash elementlari doimiy yuqori yuklamalar va temperatura ta'sirida tez yeyiladi. Statistik ma'lumotlarga ko'ra, kompressor qurilmalarining to'satdan ishdan chiqish hodisalarining 40-45% mexanik elementlarning nosozligi bilan bog'liq. Vibratsiya va shovqin muammosi ham jiddiy e'tiborni talab qiladi. Haddan tashqari vibratsiya konstruksiyaning charchoq buzilishiga, montaj birikmalari bo'shashishiga va aniqlik buzilishiga olib keladi. Bu esa qurilmaning xizmat muddatini 25-30% ga qisqartiradi. Moylash tizimining samarasizligi ham muhim omil hisoblanadi. Noto'g'ri yoki sifatsiz moylash materiallarini qo'llash ishqalanishni kuchaytiradi, qismlarning yeyilishini tezlashtiradi va kompressorning umumiy samaradorligini pasaytiradi.

Diagnostika va monitoring tizimlarining yetishmasligi: Zamonaviy kompressor stansiyalarining ko'pchiligida avtomatlashtirilgan diagnostika va monitoring tizimlarining yo'qligi yoki etarli darajada rivojlanmaganligi kuzatiladi. Bu quyidagi muammolarni keltirib chiqaradi: Nosozliklarni kech aniqlash muhim xavf hisoblanadi. An'anaviy texnik xizmat ko'rsatish tizimi asosan rejalashtirilgan ta'mirlash grafigiga asoslangan bo'lib, qurilmaning haqiqiy texnik holatini doimiy nazorat qilishni ta'minlamaydi. Natijada, ko'plab nosozliklar jiddiy oqibatlariga olib kelguncha aniqlanmaydi. Real vaqt rejimida parametrlarni kuzatish imkoniyatining yo'qligi operativ qarorlar qabul qilishni qiyinlashtiradi. Bosim, temperatura, tebranishlar, moylash tizimi parametrlari kabi muhim ko'rsatkichlarni doimiy monitoring qilmaslik samaradorlikni pasaytiradi. Prognozli texnik xizmat ko'rsatish tizimlarining

qo'llanilmasligi ham katta kamchilik hisoblanadi. Zamonaviy sun'iy intellekt va mashinani o'rgatish texnologiyalari asosida ishlaydigan prognozli tizimlar nosozliklarni 3-6 oy oldin aniqlay oladi, ammo O'zbekiston amaliyotida bunday tizimlar kam qo'llaniladi.

Ekologik talablar va standartlar muammosi: Ekologik me'yorlar tobora qattiqroq bo'lib bormoqda va bu kompressor stansiyalari uchun qo'shimcha qiyinchiliklar tug'dirmoqda: Atmosferaga chiqindilar muammosi jiddiy ahamiyatga ega. Kompressor qurilmalaridan atmosferaga karbonat angidrid, moy bug'lari va boshqa zararli moddalar ajralib chiqadi. Eski tipli kompressorlar yangi ekologik standartlarga javob bermaydi va modernizatsiyani talab qiladi. Shovqin ifloslanishi ham muhim ekologik muammo hisoblanadi. Kompressor stansiyalari 85-110 dB gacha shovqin hosil qiladi, bu sanitariya me'yorlaridan oshadi va qo'shimcha shovqin izolyatsiya choralarini talab qiladi. Moylash materiallarining utilizatsiyasi muammosi ham kuzatiladi. Ishlatilgan moylarni to'g'ri utilizatsiya qilish ekologik talablarning muhim qismi bo'lib, ko'pchilik stansiyalarda bu jarayon to'liq ta'minlanmagan.

Raqamlashtirish va avtomatlashtirish muammolari: Sanoat 4.0 kontseptsiyasining rivojlanishi kompressor stansiyalarini raqamlashtirish zaruriyatini tug'dirmoqda, ammo bu jarayonda quyidagi muammolar mavjud: Zamonaviy boshqaruv tizimlarining qimmatligi kichik va o'rta korxonalar uchun to'siq bo'lmoqda. SCADA tizimlari, industrial IoT qurilmalari va sun'iy intellekt platformalarini joriy etish katta moliyaviy xarajatlarni talab qiladi. Kadrlar malakasining etishmasligi ham jiddiy muammo hisoblanadi. Zamonaviy raqamli tizimlarni boshqarish va texnik xizmat ko'rsatish uchun yuqori malakali mutaxassislar kerak, ammo bunday kadrlar tanqisligi kuzatiladi. Mavjud uskunalarni zamonaviy raqamli tizimlar bilan integratsiyalash qiyinchiliklari ham mavjud. Ko'pchilik kompressor stansiyalarida turli davrlarda o'rnatilgan qurilmalar ishlatiladi va ularni yagona raqamli platforma ostida birlashtirishda mos kelish muammolari yuzaga keladi.

Texnik-iqtisodiy samaradorlik muammolari: Kompressor stansiyalarining iqtisodiy samaradorligini ta'minlashda quyidagi muammolar mavjud: Yuqori ekspluatatsiya xarajatlari korxonalarining raqobatbardoshligiga salbiy ta'sir ko'rsatmoqda. Energiya xarajatlari, ta'mirlash, ehtiyot qismlar va texnik xizmat ko'rsatish xarajatlari yillik kompressor stansiyasi byudjetining katta qismini tashkil qiladi. Investitsiyalarning uzoq muddatli qaytish muddati zamonaviy uskunalarni joriy etishni sekinlashtiradi. Yangi, energiya tejoychi kompressorlar o'rnatish uchun zarur investitsiyalar 3-7 yil ichida qaytadi, bu ko'pchilik korxonalar uchun uzoq muddat hisoblanadi. Ehtiyot qismlar ta'minoti muammosi ham kuzatiladi. Import kompressionlari uchun asl ehtiyot qismlarni sotib olish qiyin va qimmat, mahalliy analoglar esa sifat jihatidan har doim ham talablarga javob bermaydi.

Energiya samaradorligini oshirish bo'yicha takliflar: Energiya tejoychi texnologiyalarni joriy etish zarur. Bunga o'zgaruvchan chastotali haydovgichlar (VFD) o'rnatish, ko'p bosqichli siqish tizimlarini qo'llash va yuklamaga moslashuvchi boshqaruv algoritmlari kiradi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, VFD o'rnatish energiya

iste'molini 25-40% ga kamaytirishi mumkin. Issiqlik regeneratsiya tizimlarini joriy etish katta iqtisodiy samara beradi. Siqish jarayonida ajralib chiqadigan issiqlik energiyasini binolarni isitish, texnologik jarayonlar yoki elektr energiyasi ishlab chiqarish uchun ishlatish mumkin. Bu umumiy energiya samaradorligini 15-25% ga oshiradi. Kompessor agregatlarini optimallashtirishga e'tibor berish kerak. Bunga kompressorlar sonini haqiqiy yuklamaga moslashtiruv, parallel ishlashni optimallashtirish va yuqori samaradorlikka ega zamonaviy modellarni bosqichma-bosqich joriy etish kiradi.

Texnik diagnostika va monitoring tizimlarini takomillashtirish: Zamonaviy monitoring tizimlarini joriy etish muhim yo'nalish hisoblanadi. Sensorlar tarmog'i, doimiy ma'lumotlar yig'ish va tahlil qilish tizimlari, real vaqt rejimida ogohlantirish mexanizmlari texnik ishonchlilikni sezilarli darajada oshiradi. Prognozli diagnostika texnologiyalarini qo'llash samarali yechim hisoblanadi. Mashinani o'rgatish algoritmlari asosida ishlaydigan tizimlar vibratsiya, temperatura va boshqa parametrlar tahlili orqali nosozliklarni oldindan aniqlashga imkon beradi. Bu rejasiz to'xtashlarni 30-50% ga kamaytiradi. Raqamli egizak (digital twin) texnologiyasini joriy etish istiqbolli yo'nalishdir. Kompessor stansiyasining raqamli modeli turli senarilarni simulyatsiya qilish, optimal ish rejimlarini aniqlash va xodimlarni tayyorlash uchun ishlatilishi mumkin.

Ekologik standartlarga muvofiqlik ta'minlash: Emissiyalarni kamaytirish choralari amalga oshirish zarur. Bunga zamonaviy filtratsiya tizimlari, moyni qayta ishlash uskunalari va kam emissiyali kompressor modellarini qo'llash kiradi.

Shovqin izolyatsiyasini yaxshilash muhim. Akustik ekranlar, vibroizolyatsiya platformalari va zamonaviy shovqinni yutuvchi materiallarni qo'llash sanitariya me'yorlariga rioya qilishni ta'minlaydi. Ekologik monitoring tizimlarini joriy etish zarurati mavjud. Chiqindilarni doimiy nazorat qilish va tahlil qilish, ekologik hisobotlar avtomatik shakllantiruvni ekologik me'yorlarga rioya qilishni osonlashtiradi.

Xulosa: Kompessor stansiyalarida zamonaviy kompressor qurilmalarini qo'llashda bir qator jiddiy muammolarga duch kelmoqda. Energiya samaradorligi, texnik ishonchlilik, ekologik talablar, raqamlashtirish va iqtisodiy samaradorlik masalalari kompleks yechimni talab qiladi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, ushbu muammolarni hal qilish uchun quyidagi asosiy yo'nalishlarda ishlash zarur: zamonaviy energiya tejoychi texnologiyalarni joriy etish, raqamli monitoring va diagnostika tizimlarini qo'llash, ekologik standartlarga muvofiqlikni ta'minlash, kadrlar malakasini oshirish va innovatsion yechimlarni bosqichma-bosqich amalga oshirish. Kompessor stansiyalarini modernizatsiya qilish va zamonaviy talablarga moslashtiruv davom etayotgan jarayon hisoblanadi.

Texnologik taraqqiyot, raqamlashtirish va ekologik talablarning kuchayishi yangi yechimlar va yondashuvlarni talab qiladi. Shu bilan birga, to'g'ri rejalashtirish va ketma-ket amalga oshirish orqali yuqorida sanab o'tilgan muammolarning aksariyati hal qilinishi va kompressor stansiyalarining samaradorligi sezilarli darajada oshirilishi mumkin.

**FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:**

1. Комплектный электроприводной газоперекачивающий агрегат ЭГПА4/8200-56/1.126-Р: Санкт-Петербург, 2015.
2. Двигатель высокоскоростной асинхронный 1ТА2832-4АТ01-З.: Санкт-Петербург, 2016. – 385с
3. Бондаренко Г. А., Кирик К. В. Компрессорные станции, СумДУ 2016 4 Компрессорная станция, <https://ru.wikipedia.org/wiki>.
4. Дементьев Ю.Н., Чернышев А.Ю., Чернышев И.А. Электрический привод: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – 224 с
5. Газоперекачивающий агрегат, <https://stavropol-tr.gazprom.ru/press/proekt-azbuka-proizvodstva/gazoperekachivayushchij-agregat/>.
6. Садиков Д.Г., Исследование электроприводного газоперекачивающего агрегата на базе каскадного многоуровневого преобразователя частоты [текст]: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук (16.12.16)/ Садиков Дмитрий Геннадьевич. – Н. Новгород, 2016. – 19 с.
7. Воронежский А. В. Современные компрессорные станции.: Москва, 2016. 485с.
8. Александр Клевцов. Бесконтактные устройства пуска и торможения электродвигателей: учебное пособие. – Москва, 2018.
9. Белов М.П. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: учебник / М. П. Белов, В. А. Новиков, Л. Н. Рассудов. – 2-е изд., стер. – М.: Академия, 2015. –576 с.
10. Устройство компрессорных станций, <https://neftegaz.ru/tech-library/transportirovka-i-khranenie/141614-kompressornaya-stantsiya/>.