SCIENCE HUB REVIEW
2026
Volume 1
Issue 4
www.sciencehubreview.uz
ILMIY ELEKTRON JURNAL

Sentrifuga apparatlariga texnik xizmat ko‘rsatish davriyligini optimallashtirish va ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirish

Ilmiy rahbar: Komilov Bekzodbek Maxmudjon o‘g‘li

Andijon davlat texnika instituti
“Metrologiya va yengil sanoat” kafedrasi t.f.f.d.

Shavkatov Asadbek

Andijon davlat texnika instituti
“Biotibbiyot muhandisligi” yo‘nalishi 4-kurs talabasi

Annotatsiya

Maqolada sentrifuga apparatlariga texnik xizmat ko‘rsatish davriyligini uskuna holati, yuklanish darajasi va nosozlik xavfiga mos belgilash hamda ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirish masalalari yoritilgan. Ishlab chiqaruvchi yo‘riqnomalari va mashinalar holatini monitoring qilish bo‘yicha xalqaro standartlar asosida kundalik, haftalik-oylik va yillik xizmat tadbirlari taqqoslangan. Shuningdek, xizmat oralig‘ini tanlash uchun xarajatlar modeli va shartli iqtisodiy hisob-kitob taklif qilinadi. Xizmat davriyligini faqat kalendar bo‘yicha emas, ishlab chiqaruvchi talablari, ish sikllari, vibratsiya, harorat va qayd etilgan nosozliklar asosida moslashtirish zarurligi asoslanadi.

Kalit so‘zlar

sentrifuga, texnik xizmat ko‘rsatish, xizmat davriyligi, ekspluatatsion xarajatlar, profilaktik xizmat, prognozli texnik xizmat.

Abstract

This article addresses the optimization of maintenance intervals for centrifuge equipment according to equipment condition, workload, and the risk of failure, with the aim of reducing operating costs. Daily, weekly, monthly, and annual maintenance activities are compared based on manufacturers’ guidelines and international standards for machinery condition monitoring. A cost model and a hypothetical economic calculation are also proposed to determine appropriate maintenance intervals. The article substantiates the need to adjust maintenance intervals not solely according to calendar time, but also based on manufacturer requirements, operating cycles, vibration, temperature, and recorded failures.

Keywords
centrifuge, maintenance, maintenance intervals, operating costs, preventive maintenance, predictive maintenance.
Аннотация
В статье рассматриваются вопросы оптимизации периодичности технического обслуживания центрифужного оборудования с учетом его технического состояния, интенсивности эксплуатации и риска возникновения неисправностей с целью снижения эксплуатационных затрат. На основе рекомендаций производителей и международных стандартов по мониторингу технического состояния машин сопоставляются мероприятия по ежедневному, еженедельному, ежемесячному и ежегодному техническому обслуживанию. Для определения оптимальных интервалов обслуживания также предлагаются модель затрат и условный экономический расчет. Обосновывается необходимость корректировки периодичности технического обслуживания не только по календарным срокам, но и с учетом требований производителя, количества рабочих циклов, вибрации, температуры и зарегистрированных неисправностей.
Ключевые слова
центрифуга, техническое обслуживание, периодичность технического обслуживания, эксплуатационные затраты, профилактическое обслуживание, прогнозное техническое обслуживание.

Kirish

Sentrifuga apparatlari laboratoriya, farmatsevtika, oziq-ovqat, kimyo, konchilik va oqova suvlarni qayta ishlash kabi yo‘nalishlarda aralashmalarni ajratish, cho‘kmani quyuqlashtirish va mahsulotni suvsizlantirish uchun ishlatiladi. Ularning ishonchli ishlashi rotor, podshipniklar, yuritma, mufta, tormoz, muhrlar va boshqaruv tizimining texnik holatiga bog‘liq. Aylanuvchi qismlardagi kichik nuqson ham yuqori tezlikda vibratsiya, qo‘shimcha yuklama, energiya sarfi va rejasiz to‘xtashga olib kelishi mumkin. Shu sababli texnik xizmat davriyligini to‘g‘ri tanlash faqat ta’mirlash bo‘limining vazifasi emas, balki ishlab chiqarish xarajatlari va jarayon uzluksizligini boshqarishning ham muhim qismidir.

Amaliyotda ikki chekka yondashuv uchraydi. Birinchisi - uskuna buzilgandan keyingina xizmat ko‘rsatish; bunda shoshilinch ta’mir, ehtiyot qism xaridi va ikkilamchi shikastlanish xavfi ortadi. Ikkinchisi - barcha qismlarni juda qisqa, bir xil intervalda tekshirish yoki almashtirish; bu ortiqcha mehnat, sarf materiallari va keraksiz demontaj xarajatlarini keltirib chiqarishi mumkin. Maqsad xizmatni imkon qadar kam bajarish

emas, balki xavfsizlik va ishonchlilikni saqlagan holda umumiy xarajat eng maqbul bo‘ladigan davriylikni topishdir.

ISO 17359:2018 mashinalarning texnik holatini monitoring qilish dasturini tuzishda uskunani aniqlash, kritikligini baholash, kuzatiladigan parametrlarni tanlash, monitoring oralig‘ini belgilash, boshlang‘ich holatni qayd etish va natijalar bo‘yicha xizmat choralarini tanlashni tavsiya etadi [1]. Bu yondashuv sentrifugaga ham mos: xizmat rejasida rotorning ishlash sikllari, yuklama, vibratsiya, harorat, ifloslanish, korroziya va oldingi nosozliklar hisobga olinishi kerak.

Maqolaning maqsadi - sentrifuga apparatlariga texnik xizmat ko‘rsatish davriyligini optimallashtirish tamoyillarini ishlab chiqish, ochiq manbalardagi statistik natijalarni tahlil qilish va ekspluatatsion xarajatlarni baholash uchun amaliy hisoblash usulini ko‘rsatish.

Tadqiqot metodologiyasi

Ishda hujjatlarni qiyosiy tahlil qilish, texnik xizmat jarayonlarini tasniflash, oddiy iqtisodiy hisoblash va sezgirlik tahlili usullaridan foydalanildi. Manbalar sifatida ISO 17359:2018 standarti, ishlab chiqaruvchilarning sentrifuga bo‘yicha texnik tavsiyalari hamda AQSh Milliy standartlar va texnologiyalar instituti (NIST) saytida e’lon qilingan sanoat texnik xizmatiga oid maqola olindi [1–5]. ISO standarti monitoring dasturini tashkil etish bo‘yicha umumiy yo‘riqnoma beradi; ishlab chiqaruvchi hujjatlari muayyan model va rotor uchun xizmat talablarini belgilaydi; NIST maqolasi esa ishlab chiqarish korxonalaridagi xizmat strategiyalari va natijalarini qiyoslaydi.

Natija va tahlillar

Ochiq manbalar xizmat davriyligi bo‘yicha yagona universal raqam bermaydi. Eppendorf 5910 Ri va 5702 turkumidagi laboratoriya sentrifugalari uchun qurilma hamda tegishli rotorlarni texnik servis vaqtida kamida har 12 oyda tekshirtirishni tavsiya qiladi [2]. Eppendorfning umumiy tavsiyalarida rotor va aksessuarlarni haftadan oygacha bo‘lgan davrda ko‘zdan kechirish, shuningdek, yillik profilaktik tekshiruv tavsiya etiladi [3]. Thermo Scientific C-Series yo‘riqnomasida rotorlar tozalangandan keyin shikastlanish, yeyilish va korroziyaga tekshirilishi, sikl chegaralari oshirilmasligi hamda rotor va aksessuarlarni yillik servis tarkibida tekshirtirish tavsiya qilinadi [4]. Bu raqamlar

muayyan ishlab chiqaruvchi va mahsulot yo‘riqnomalariga taalluqli bo‘lib, har qanday sanoat sentrifugasiga avtomatik ravishda ko‘chirilmasligi kerak.

Keltirilgan ko‘rsatmalar xizmatni uch darajada tashkil qilish mumkinligini ko‘rsatadi. Birinchi daraja - har bir ishga tushirishdan oldin rotor, qopqoq, idishlar, mahkamlash elementlari va kamera holatini tekshirish. Ikkinchi daraja - foydalanish jadalligiga qarab haftalik yoki oylik batafsil ko‘rik, tozalash, korroziya va yoriqlarni tekshirish hamda jurnalni yangilash. Uchinchi daraja - ishlab chiqaruvchi tavsiya qilgan vaqtda vakolatli mutaxassis tomonidan xavfsizlik, tezlik, muvozanat, datchiklar, blokirovka, tormoz va boshqa funksiyalarni tekshirish. Oddiy ko‘rik servis tekshiruvining o‘rnini bosmaydi, aksincha, muammolarni erta aniqlashga yordam beradi.

1-jadval

Sentrifuga apparatlariga texnik xizmat ko‘rsatish turlari va davriyligini belgilash mezonlari

Xizmat darajasi	Tavsiya etiladigan ishlar	Davriylikni belgilash asosi
Operatsion tekshiruv	Rotor va qopqoqni ko‘zdan kechirish; yoriq, korroziya, ifloslanish va noto‘g‘ri o‘rnatish belgilarini tekshirish	Har ishga tushirishdan oldin/har sikldan keyin - ishlab chiqaruvchi yo‘riqnomasiga muvofiq
Muntazam profilaktika	Tozalash; val va rotor ulanish joylarini tekshirish; vibratsiya, harorat va aniqlangan holatlarni jurnalga kiritish	Uskuna turi, ifloslanish, foydalanish jadalligi va oldingi natijalarga ko‘ra
Rejali texnik servis	Elektr xavfsizligi, tezlik va tormoz, blokirovka, datchiklar, podshipnik va rotor holatini malakali xodim tekshirishi	Pasport va ishlab chiqaruvchi talabi; ayrim laboratoriya modellari uchun yillik servis tavsiyasi
Hodisadan keyingi tekshiruv	G‘ayrioddiy vibratsiya, tiqilib qolish, to‘qnashuv yoki ortiqcha yuklanishdan keyin xavfsiz diagnostika	Darhol, qayta ishga tushirishdan oldin mutaxassis bahosi

Jadvaldan ko‘rinadiki, xizmat davriyligi faqat kalendar bilan o‘lchanmasligi kerak (1-jadval). Ayrim rotorlar uchun ishlash sikllari va umumiy ish soatlari xizmat muddatining muhim chegarasi hisoblanadi. Ishlab chiqaruvchi belgilagan sikl soniga yetgan rotorni faqat tashqi ko‘rinishi yaxshi ekaniga asoslanib ishlatishda davom etish xavfli bo‘lishi mumkin [4]. Shu sababli xizmat jurnalida sana bilan bir qatorda sikllar soni, ish soati, yuklama va g‘ayrioddiy hodisalar ham qayd etilishi lozim.

NISTda e’lon qilingan Thomas va Weiss maqolasi sanoat ishlab chiqaruvchilaridan yig‘ilgan ma’lumotlar asosida reaktiv, profilaktik va prognozli xizmat yondashuvlarini taqqoslaydi. Mualliflar reaktiv xizmatga ko‘proq tayanadigan korxonalar bilan taqqoslaganda profilaktik va prognozli xizmatga ko‘proq e’tibor beradigan guruhda rejasiz to‘xtashlar 52,7 foizga va nuqsonlar 78,5 foizga kam bo‘lganini qayd etadi [5]. Bu farqlar sentrifugalar bo‘yicha alohida tajriba emas va barcha korxonalar aynan shu natijaga erishadi degani emas. Biroq natijalar nosozlik yuz bergandan keyingina ta’mirlashga tayanishning cheklovlarini ko‘rsatadi.

Iqtisodiy hisoblash usulini tushuntirish uchun shartli korxona misoli ko‘rib chiqildi. Faraz qilaylik, sentrifugaga rejalashtirilgan xizmat bir marta bajarilganda 1 200 000 so‘m xarajat talab qiladi. Uskunaning kutilmagan nosozligi va ishlab chiqarish to‘xtashi bilan bog‘liq umumiy yo‘qotish 12 000 000 so‘m deb baholangan. Bu raqamlar ochiq statistik ma’lumot emas, balki hisoblash usulini ko‘rsatish uchun olingan shartli qiymatlardir.

Agar xizmat oralig‘i 1 oy bo‘lsa, yillik rejalashtirilgan xizmat xarajati 12 × 1 200 000 = 14 400 000 so‘mni tashkil qiladi. Agar interval 3 oy bo‘lsa, xarajat 4 × 1 200 000 = 4 800 000 so‘m; 6 oy bo‘lsa, 2 × 1 200 000 = 2 400 000 so‘m bo‘ladi. Biroq xizmatlar sonini kamaytirish nosozlik ehtimolini oshirishi mumkin. Shuning uchun faqat rejalashtirilgan xizmat xarajatiga qarab 6 oylik interval eng yaxshi, degan xulosa chiqarib bo‘lmaydi. Kutilayotgan nosozlik xarajati ham hisobga olinishi kerak.

2-jadval

Texnik xizmat ko‘rsatish davriyligiga bog‘liq rejalashtirilgan xarajatlar tahlili

Shartli xizmat oralig‘i	Yiliga xizmatlar soni	Rejali xizmat xarajati	Izoh
1 oy	12	14 400 000 so‘m	Rejali xarajat yuqori; ayrim xavfli sharoitlarda ko‘proq tekshiruv talab qilinishi mumkin
3 oy	4	4 800 000 so‘m	Maqbulligi nosozliklar tarixi va monitoring natijalariga bog‘liq
6 oy	2	2 400 000 so‘m	Rejali xarajat past, lekin nosozlik xavfi va ishlab chiqarish yo‘qotishlari alohida baholanishi shart

Ushbu soddalashtirilgan hisobda faqat xizmat xarajati ko‘rsatilgan (2-jadval). Haqiqiy korxonada umumiy xarajatga ehtiyot qismlar, mutaxassis mehnati, sarf materiallari,

energiya, kalibrlash, mahsulot yo‘qotilishi, qayta ishga tushirish va rejasiz to‘xtash qiymati ham kiritiladi. Masalan, 3 oylik intervalda kutilayotgan yillik nosozlik yo‘qotishi 2 000 000 so‘m bo‘lsa, jami 6 800 000 so‘m; 6 oylik intervalda esa shu yo‘qotish 5 000 000 so‘mga ko‘tarilsa, jami 7 400 000 so‘m bo‘ladi. Bu qo‘shimcha raqamlar ham shartli ssenariydir; ular interval uzaygani sayin xavf xarajati ortishi mumkinligini ko‘rsatadi. Ushbu ssenariyda 3 oylik interval 6 oylik intervalga nisbatan 600 000 so‘mga arzon tushadi, ammo amaliy qaror uchun real nosozlik ma’lumotlari zarur.

Muhokama

Texnik xizmat davriyligini optimallashtirishda asosiy muammo — profilaktika xarajati va nosozlik oqibatlari o‘rtasidagi muvozanatni topishdir. Xizmatni haddan tashqari tez-tez bajarish keraksiz to‘xtash va qismlarni ortiqcha yechib-yig‘ishga olib kelishi mumkin. Aksincha, uzoq intervalda xizmat ko‘rsatish eskirish, korroziya yoki podshipnik muammolarini kech aniqlash xavfini oshiradi. Shu bois barcha sentrifugalarga bitta umumiy intervalni belgilash texnik jihatdan asosli emas.

Birinchi navbatda, uskunalar kritikligi bo‘yicha guruhlanishi kerak. Mahsulot sifati, inson xavfsizligi yoki butun ishlab chiqarish liniyasiga ta’siri yuqori bo‘lgan sentrifugalar uchun monitoring zichroq tashkil etiladi. Zaxira uskunasi mavjud, yuklamasi past va nosozligi oqibati cheklangan apparatlarda esa ishlab chiqaruvchi ruxsat bergan chegaralar doirasida xizmat jadvalini qayta ko‘rib chiqish mumkin. Bunda xavfsizlik talablari, rotorning ruxsat etilgan sikllari va majburiy tekshiruvlar qisqartirilmaydi.

Texnik holatga asoslangan xizmat uchun boshlang‘ich ko‘rsatkichlar to‘plami zarur. Sentrifuga odatiy rejimda ishlayotgan paytda vibratsiya, podshipnik harorati, aylanish tezligi, elektr toki, ish sikllari va g‘ayrioddiy tovushlar qayd etiladi. Keyingi o‘lchovlar bir xil yoki taqqoslanadigan yuklama hamda ish rejimida olinishi lozim. Agar ko‘rsatkichlar izchil yomonlashsa, rejalashtirilgan sanani kutmasdan diagnostika o‘tkaziladi. ISO 17359:2018 monitoring parametrlari, o‘lchash sharoiti, ogohlantirish mezonlari va trend tahlilini tizimli belgilashga yo‘naltiradi [1].

Ma’lumotlar sifatiga ham e’tibor berish kerak. Vibratsiya sensori noto‘g‘ri o‘rnatilsa yoki harorat turli yuklama sharoitida solishtirilsa, noto‘g‘ri xulosa kelib chiqishi mumkin. Shu sababli o‘lchash nuqtalari va usuli hujjatlashtiriladi, asboblar kalibrlanadi, texnik

xizmat yozuvlari esa yagona shaklda yuritiladi. Oddiy elektron jadval kichik uskunalar parki uchun yetarli bo‘lishi mumkin; uskunalar soni ko‘paysa, kompyuterlashtirilgan texnik xizmat boshqaruvi tizimi (CMMS) rejalashtirish va tarixni saqlashni yengillashtiradi.

Xizmat rejasini davriy qayta ko‘rib chiqish mexanizmi ham joriy etilishi kerak. Har bir xizmatdan so‘ng aniqlangan nuqson, sarflangan vaqt, almashtirilgan qismlar va xarajat qayd qilinadi. Agar bir xil nuqson qisqa muddatda takrorlansa, faqat xizmat oralig‘ini qisqartirish bilan cheklanmasdan, sababini aniqlash lozim: noto‘g‘ri yuklash, nomuvozanat, noto‘g‘ri tozalash vositasi, korroziya, noto‘g‘ri o‘rnatish yoki operator tayyorgarligi sabab bo‘lishi mumkin. Ishlab chiqaruvchi tavsiyalaridan chetga chiqish faqat hujjatlashtirilgan texnik baholash va tegishli vakolat doirasida ko‘rib chiqiladi.

Xalqaro statistikani mahalliy korxona natijasi sifatida talqin qilmaslik kerak. NIST maqolasidagi 52,7 foiz va 78,5 foiz ko‘rsatkichlar sanoat korxonalarining guruhlararo taqqoslashiga taalluqli [5]. Ular sentrifuga uchun kafolatlangan tejash miqdori emas. Muayyan korxonada xizmat davriyligi optimallashganini tasdiqlash uchun kamida 6–12 oylik boshlang‘ich va keyingi davr ma’lumotlarini, uskunaning ish soati, rejasiz to‘xtashlar, nuqsonlar va xarajatlarni qiyoslash maqsadga muvofiq.

Xulosa va takliflar

Xulosa qilib aytganda, sentrifuga apparatlariga texnik xizmat ko‘rsatish davriyligini optimallashtirishda ishlab chiqaruvchi yo‘riqnomalari, uskuna kritikligi, ish sikllari, texnik holat ko‘rsatkichlari va nosozlik oqibatlari birgalikda hisobga olinishi lozim. Ochiq manbalarda ayrim laboratoriya sentrifugalari uchun yillik servis tavsiya etilgan bo‘lsa-da, bu talabni barcha sanoat sentrifugalariga bir xil qo‘llash mumkin emas. Sanoat bo‘yicha e’lon qilingan tahlilda profilaktik va prognozli xizmatga ko‘proq tayanadigan korxonalar guruhida rejasiz to‘xtashlar 52,7 foizga va nuqsonlar 78,5 foizga kam bo‘lgani xizmat strategiyasining ahamiyatini ko‘rsatadi, biroq bu raqamlar sentrifugaga xos natija emas.

Yuqoridagilardan kelib chiqib, birinchidan, har bir sentrifuga uchun ishlab chiqaruvchi talablariga mos xizmat jadvali va monitoring jurnalini yuritish; ikkinchidan, rotor va asosiy qismlarni har foydalanishdan oldin ko‘zdan kechirish, davriy batafsil

tekshiruvlarni esa ish intensivligiga qarab rejalashtirish; uchinchidan, vibratsiya, harorat, ish sikllari va rejasiz to‘xtashlarni tizimli qayd etish taklif qilinadi. To‘rtinchidan, texnik xizmat oralig‘ini uzaytirish yoki qisqartirishdan oldin rejalashtirilgan xizmat xarajati bilan nosozlik oqibatidagi yo‘qotishlarni birgalikda hisoblash kerak. Beshinchidan, xizmat rejasini yarim yillik yoki yillik davr yakunida real ma’lumotlar asosida qayta baholash tavsiya etiladi. Ushbu choralar xavfsizlik talablarini saqlagan holda ortiqcha xizmat xarajatlarini cheklash, nosozliklarni erta aniqlash va ishlab chiqarish uzluksizligini yaxshilashga yordam beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. ISO 17359:2018. Condition monitoring and diagnostics of machines — General guidelines. — Geneva: International Organization for Standardization, 2018. https://www.iso.org/standard/71194.html

2. Eppendorf. Centrifuge 5910 Ri: Operating Manual. Maintenance section. — https://www.eppendorf.com/product-media/doc/en/987972/Centrifugation_Operating-manual_Centrifuge-5910-Ri.pdf

3. Eppendorf. How to Clean a Centrifuge: Maintenance Tips. https://www.eppendorf.com/at-de/lab-academy/life-science/cell-biology/how-to-clean-a-centrifuge-maintenance-tips/

4. Thermo Fisher Scientific. C-Series Centrifuges: Maintenance and Care. https://documents.thermofisher.com/TFS-Assets/LED/manuals/50174352-b-C-Series-en.pdf

5. Thomas D., Weiss B. Maintenance Costs and Advanced Maintenance Techniques in Manufacturing Machinery: Survey and Analysis. — NIST, 2021. https://www.nist.gov/publications/maintenance-costs-and-advanced-maintenance-techniques-manufacturing-machinery-survey