

UO‘K 681.5:621.7:66.017

## MARKAZDAN QOCHMA NASOSLARI ISHCHI G‘ILDIRAKLARINING SIRT QATLAMINI FUNKSIONAL QOPLAMALAR BILAN MUSTAHKAMLASH ORQALI GIDROABRAZIV YEDIRILISHGA CHIDAMLILIGINI OSHIRISH

**Kayumov Umidjon Erkinovich** – katta o‘qituvchi,  
ORCID: 0000-0002-2147-8973, E-mail: [kayumov\\_umidjon@mail.ru](mailto:kayumov_umidjon@mail.ru)  
**Pardayeva Shahlo Saxibjonovna** – texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD),  
ORCID: 0009-0008-4847-6901

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, Navoiy sh., O‘zbekiston

***Annotatsiya.** Maqolada konchilik sanoatida keng qo‘llaniladigan markazdan qochma nasoslarning ekspluatatsion ishonchliligini oshirish masalalari tahlil qilingan. Gidrotransport tizimlarida ishlovchi nasos uskunalarning asosiy nosozlik sabablari sifatida ishchi g‘ildiraklar, korpus va qopqoqlarning gidroabraziv yedirilishi aniqlangan. O‘zbekiston konchilik korxonalaridagi nasos stansiyalarining statistik va eksperimental ma‘lumotlari asosida markazdan qochma nasos elementlarining xizmat muddati va nosozlik sabablari o‘rganilgan. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, nosozliklarning 70–75 % gacha qismi ishchi g‘ildiraklarning sirt qatlamining intensiv yedirilishi bilan bog‘liq.*

*Ishchi g‘ildiraklarning xizmat muddatini uzaytirish maqsadida ularning sirt qatlamini funksional qoplamalar bilan mustahkamlash yo‘llari tahlil qilingan, shuningdek sovuq gaz-dinamik purkash texnologiyasining afzalliklari asoslab berilgan. Ushbu yondashuv yordamida metall va metall-keramik kompozit qoplamalar hosil qilinib, ishchi g‘ildiraklarning gidroabraziv va kavitatsion ta’sirlarga chidamliligi oshirilishi, shuningdek markazdan qochma nasoslarning ekspluatatsion xarajatlarini kamaytirish va xizmat muddatini uzaytirish imkoniyati isbotlangan.*

***Kalit so‘zlar:** markazdan qochma nasos, ishchi g‘ildirak, gidroabraziv yedirilish, funksional qoplama, sovuq gaz-dinamik purkash, gidrotransport, foydali ish koeffitsienti, ekspluatatsion ishonchlilik.*

УДК: 681.5:621.7:66.017

## ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ К ГИДРОАБРАЗИВНОМУ ИЗНАШИВАНИЮ РАБОЧИХ КОЛЕС ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ НА ОСНОВЕ УПРОЧНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ

**Каюмов Умиджон Эркинович** — старший преподаватель  
**Пардаева Шахло Сахибжоновна** — доктор философии по техническим наукам (PhD)

Навоийский государственный университет горного дела и технологий,  
г. Навои, Республика Узбекистан

***Аннотация.** В статье проанализированы вопросы повышения эксплуатационной надежности центробежных насосов, широко применяемых в горнодобывающей промышленности. Установлено, что основными причинами отказов насосного оборудования, работающего в системах гидротранспорта, являются гидроабразивный износ рабочих колес, корпусов и крышек. На основе статистических и экспериментальных данных насосных станций горнодобывающих предприятий Узбекистана исследованы показатели срока службы и причины отказов элементов центробежных насосов. Результаты исследований показывают, что до 70–75 % отказов связано с интенсивным изнашиванием поверхностного слоя рабочих колес.*

*С целью увеличения срока службы рабочих колес проанализированы методы упрочнения их поверхностного слоя функциональными покрытиями, а также научно обоснованы преимущества технологии холодного газодинамического напыления. С применением данного подхода формируются металлические и металлокерамические композиционные покрытия, обеспечивающие повышение стойкости рабочих колес к*

гидроабразивному и кавитационному воздействию. Доказана возможность снижения эксплуатационных затрат центробежных насосов и увеличения их ресурса за счет использования указанных покрытий.

**Ключевые слова:** центробежный насос, рабочее колесо, гидроабразивный износ, функциональное покрытие, холодное газодинамическое напыление, гидротранспорт, коэффициент полезного действия, эксплуатационная надежность.

UDC: 681.5:621.7:66.017

## ENHANCING THE RESISTANCE TO HYDROABRASIVE WEAR OF CENTRIFUGAL PUMP IMPELLERS BY STRENGTHENING THE SURFACE LAYER WITH FUNCTIONAL COATINGS

**Kayumov, Umidjon** — Senior Lecturer

**Pardayeva, Shahlo** — Doctor of Philosophy in Technical Sciences(PhD)

Navoi State University of Mining and Technologies, Navoi, Uzbekistan

**Abstract.** The article analyzes issues related to improving the operational reliability of centrifugal pumps widely used in the mining industry. It has been established that the primary causes of failures in pumping equipment operating in hydrotransport systems are hydroabrasive wear of impellers, casings, and covers. Based on statistical and experimental data obtained from pump stations of mining enterprises in Uzbekistan, the service life and failure causes of centrifugal pump components were investigated. The research results indicate that up to 70–75% of failures are associated with intensive wear of the surface layer of pump impellers.

Methods for extending the service life of pump impellers through strengthening their surface layer with functional coatings are analyzed, and the advantages of cold gas-dynamic spraying technology are scientifically substantiated. Using this approach, metallic and metal–ceramic composite coatings are formed, which increase the resistance of impellers to hydroabrasive and cavitation effects. It is demonstrated that the application of such coatings makes it possible to reduce the operating costs of centrifugal pumps and significantly extend their service life.

**Key words:** centrifugal pump, impeller, hydroabrasive wear, functional coating, cold gas-dynamic spraying, hydrotransport, efficiency, operational reliability.

### Kirish

O‘zbekistonning konchilik sanoati korxonalarida gidrotransport foydali qazilmalarni qazib olish va qayta ishlash texnologik jarayonining muhim bo‘g‘ini hisoblanadi. Ushbu transport turi o‘zini tejamkor va samarali hisoblanib va hozirda foydalanilayotgan gidrotransport tizimlari boshqa transport usullariga nisbatan raqobatbardoshdir.

Konchilik korxonalarida gidrotransport tizimlarining ishlashini tahlil qilish shuni ko‘rsatadiki, ushbu transport turidan foydalanish samaradorligi uning texnik imkoniyatlariga ya‘ni uskunalarni ishlatish paytida ishning murakkabligi, markazdan qochma nasoslari va quvurlarining gidravlik abrazivli yedirilishining yuqoriligi, nasoslarning ishlash muddati pastligi, gidrotransport tizimlarining metall iste‘moli va energiya sarfi yuqoriligiga mos kelmaydi[1].

Ma‘lumki, nasos uskunasi energiya zichligi ancha yuqori. Turli sohalarda nasoslarning energiya iste‘moli umumiy iste‘mol qilinadigan quvvatning o‘rtacha 25 – 60% ni tashkil qiladi [2]. “EuroPump” nasos uskunalari ishlab chiqaruvchilarining Evropa tashkilotining turli xil uskunalarda elektr energiya iste‘molining taqsimlanishi ma‘lumotlariga ko‘ra nasos uskunalari tomonidan elektr energiyasini iste‘moli 22%ni tashkil etadi [3]. Shu bilan birga, energiya sarfining deyarli 3/4 qismi dinamik nasoslarga to‘g‘ri keladi.

Ma‘lumki, gidrodinamik nasos agregatining asosiy maqsadi ishchi suyuqlikning nasos orqali oqishi paytida uning energiyasini to‘liq yetkazib berishidir. Suyuqlik energiyasini uzatishni amalga oshiradigan asosiy organ bu kirish va chiqish elementlari orasidagi bosqichni tashkil etuvchi ishchi g‘ildiraklar hisoblanadi. Markazdan qochma nasosning ishchi g‘ildiragida energiya uzatish

jarayonining asosiy integral xususiyati nasosdan o‘tadigan har bir kilogramm suyuqlik tomonidan olingan mexanik energiyaga aylantirib beruvchi bosim ko‘rsatkichi hisoblanadi[4].

### Materiallar va tadqiqot usullari

Resursning tugashi hamda texnologik uskunalarning eskirganligi sababli, hozirgi vaqtda mamlakatimizda nasos qurilmalarining ishlashidagi nosozliklarining asosiy sababi foydalaniladigan uskunalarning past mexanik ishonchlilikka egaligidadir. Shu sababli, nasos qurilmalarda 80% gacha avariya va to‘xtalishlar sodir bo‘ladi, ularning uchdan bir qismi markazdan qochma nasoslariga to‘g‘ri keladi [5]. Katta ishlab chiqarish hajmiga ega bo‘lgan O‘zbekistondagi eng yirik konchilik ishlab chiqarish korxonalarida yuqorida ko‘rsatilgan muammo tufayli katta sarf xarajatlarga ega bo‘lmoqda.

Korxonaning xarajati texnologik uskunalarni ta‘mirlashdan va nasos qurilmalari kompleksining to‘xtalishlaridan kelib chiqadigan xarajatlari, shuningdek, nasos qurilmasi samarali bo‘lmagan rejimda ishlashi davomida yuzaga keladigan elektr energiya xarajatlaridan iborat bo‘ladi.

O‘zbekistondagi eng yirik konchilik ishlab chiqarish korxonalarining ma‘lumotlariga ko‘ra olingan nasos stansiyalarining iqtisodiy ko‘rsatkichlari shuni ko‘rsatadiki, umumiy foydalanish xarajatlari orasida markazdan qochma nasoslarini ta‘mirlash xarajatlari eng katta ta‘sir ko‘rsatadi, bu 40 – 50% ni tashkil qiladi, shu bilan birga barcha nasos uskunalarning to‘xtalishlari natijasida yo‘qotishlar 65 – 70% ga yetadi [6].

Navoiy shahridagi “NMZ” Kon texnologik uskunalarni ta‘mirlash sexining nasos stansiyalaridagi markazdan qochma nasos uskunalarda nosozliklar holatlari to‘g‘risidagi ma‘lumotlar 1 – jadvalda keltirilgan.

1 – jadval

#### Markazdan qochma nasos uskunalarda nosozliklar holatlari

T.r	Nasos qurilmalarida yuzaga keladigan nosozliklar holatlari	To‘xtalishlarning umumiy sonida ishtirok etishdagi ulushi, %
1	Ishchi g‘ildiraklar	43
2	Markazdan qochma nasos stansiyalari ichidagi quvur tarmoqlarining yorilish yoki ulardan suyuqlikning sizib chiqishi	24
3	Nasos elektrdvigatelidagi yoki nasosning o‘zidagi to‘xtalishlar	20
4	Nasos agregatlaridagi elementlariga moy yetkazib berishning nosozligi	11
5	Boshqa sabablar	2
	<b>Jami:</b>	100

1 - jadvalda keltirilgan ma‘lumotlar shuni ko‘rsatadiki, markazdan qochma nasoslarning eng yuklangan birligi ularning ishchi g‘ildiragi hisoblanadi.

“Qiziqumsement”, Olmaliq va Muruntog‘ kon kombinatlarida qo‘llaniladigan nasos stansiyalarini kuzatish davrda markazdan qochma nasoslarining asosiy elementlari (detallari)ning o‘rtacha xizmat muddati 2 – jadvalda keltirilgan.

2 – jadval

#### Markazdan qochma nasoslarining asosiy elementlarining o‘rtacha xizmat muddati

T.r	Detallarning nomi	Detallarning ishlash muddati, soatlarda		
		“Qiziqumsement”	Olmaliq	Muruntog‘
1	Ishchi g‘ildiraklar	780	1320	800
2	Korpus	804	480	740
3	Old qopqoq	700	360	805
4	Orqa brondisk	610	580	595
5	Podshipniklar	600	470	650
6	Salnikli mahkamlagichlar	400	380	450

Markazdan qochma nasoslarining turli xil ish sharoitlari uchun nasoslarning ishchi g'ildiraklari resurslarini ishlash muddati 780 dan 1320 soatgacha uzluksiz ishlaydi [7].

Ishchi g'ildiraklarining yedirilishi, o'z navbatida, nasos uskunasi tayanch birliklaridagi podshipniklariga uzatiladigan sezilarli tebranish kuchlanishlarini keltirib chiqaradi, natijada podshipniklarning ishlash muddati keskin qisqaradi va nasos uskunasi foydali ish koeffitsientining pasayishiga olib keladi [8].

3 – jadvaldagi markazdan qochma nasoslarining detallarining ishdan chiqish sabablari haqidagi ma'lumotlar tajriba natijalari tahlil qilish davomida olingan.

3 – jadval

**Markazdan qochma nasos detallarining ishdan chiqish sabablari**

To'xtalishlar sabablari	Markazdan qochma nasosining detallari va agregatlarining o'rtacha ishdan chiqishi % larda							
	10	20	30	40	50	60	70	80
<i>Detallarning yedirilishi</i>								
Old qopqoq								
Ishchi g'ildirak								
Korpus								
Orqa brondisk								
Podshipniklar								
<i>Tugun konstruksiyasining nomukammalligi</i>								
Tayanch tugunlarining zaifligi								
Nasos ishchi g'ildiraklarining to'g'ri mahkamlanmasligi								
<i>Ekspluatatsiyadagi va nazoratdagi kamchiliklari</i>								
Podshipniklarni moylash								
Tebranishlarni nazorat qilish								

Salniklarning sifatsizligi, podshipnik birikmalarni hamda ishchi g'ildiraklarni nasos valiga to'g'ri mahkamlanmasligi, shuningdek ish paytida uskunaning holatini diagnostika va nazorat qilish tizimining mavjud bo'lmaganligi nasos qurilmalarida keltirib chiqaradigan nosozliklarning boshqa xarakterli sabablari hisoblanadi.

Yuqoridagi tahlil natijalaridan ko'rinib turibdiki markazdan qochma nasos uskunalarini nosozliklarining asosiy sababi (75% gacha) asosiy qismlarining ya'ni ishchi g'ildiraklari, korpuslari va old qopqoqlarining gidroabraziv yedirilishi hisoblanadi [9].

Ma'lumki, nasos ishchi g'ildiraklarining xizmat muddatini uzaytirishda asosiy omil sifatida uning sirt qatlami holati namoyon bo'ladi. Mazkur holat sirt qatlamini tashkil etuvchi materialning fizik-mexanik xususiyatlari majmuasi, shuningdek, ishchi yuzani shakllantirish va uni keyinchalik mexanik ishlov berish jarayonlarida ta'minlangan sirt sifati bilan belgilanadi. Sirtning yedirilishga qarshiligini belgilovchi asosiy sifat ko'rsatkichlaridan biri sifatida uning g'adir – budurlik darajasi e'tirof etiladi. Yuqorida keltirilgan tahlillar natijalariga asoslanib, ma'lum konstruktiv va texnologik yechimlarni joriy etish orqali ishchi g'ildiraklarning gidroabraziv yedirilishga hamda korroziya ta'sirlariga chidamliligini sezilarli darajada oshirish mumkin, degan xulosaga kelinadi[10].

**Natijalar va muhokamalar**

**Korroziyaga va abrazivli yedirilishga qarshi qoplamalar hosil qilish.** Agressiv muhit bilan ishlaydigan nasos uskunalar uchun maxsus qoplamalardan foydalanish natijasida ishchi g'ildirak hamda korpus qismlarining yedirilishini kamaytirishga hamda nasos uskunalarining ishlash muddatini oshirishga yordam beradi.

Ushbu texnologiyalardan biri ishchi g'ildiraklarning funktsional yuzalarini o'zgartirish asosida markazdan qochma nasos uskunalarning oqim qismlari yuzasini takomillashtirish usuli hisoblanadi.

Bekjapbarov B.S. ishida gidrofobik qoplamalar asosida nasos qurilmasining oqim qismlarini sirt yuzalarining xususiyatlarini o'zgartirish natijasida nasos agregatlarining ekspluatatsion ko'rsatkichini oshiradi. Uning quyidagi 1-rasmda o'rganilayotgan nasosning asl va takomillashtirilgan ishchi g'ildiragining ko'rinishi ko'rsatilgan.



a)



b)

a) asl holati; b) gidrofob qoplamasi orqali takomillashtirilgandan so'ng  
**1 – rasm. Markazdan qochma nasos uskunasi ishchi g'ildiraklari.**

Gidrofobik qoplamalarning uzoq muddatli ekspluatatsiya sharoitlarida abraziv zarrachalar ta'siri, kavitatsiya hodisalari hamda kimyoviy faol muhitlarga nisbatan barqarorligi yetarli darajada ta'minlanmagan. Bundan tashqari, bunday qoplamalarni qo'llash bilan bog'liq yuqori xarajatlar, ularni ta'mirlash va qayta qoplashning davriy zarurati nasos agregatlarining umumiy ekspluatatsion xarajatlarini sezilarli darajada oshiradi. Shu bilan birga, gidrofobik qoplamalar nasosning gidravlik samaradorligini pasaytirib, oqim rejimining o'zgarishiga, turbulentslik darajasining ortishiga hamda energiya yo'qotishlarining ko'payishiga olib keladi.

Mazkur nuqtai nazardan qaralganda, eng samarali texnologik yechim sifatida metall asosidagi qoplamalarni sovuq gaz-dinamik purkash usuli e'tirof etiladi, ushbu usul sirt qatlamidagi g'ovakliklarni to'ldirish, shuningdek, yoriqlar ko'rinishida namoyon bo'ladigan ishlab chiqarish nuqsonlarini bartaraf etish imkoniyatini ta'minlaydi. Mavjud qoplamaning qo'llash usullarining hech biri bunday xususiyatlar va texnologik imkoniyatlarga ega emas. Mualliflar tomonidan o'tkazilgan tajribalarda nasos ishchi g'ildiraklariga sovuq gaz-dinamik purkash usuli yordamida ko'p qatlamli qoplamalar shakllantirildi (2-rasm).



a)



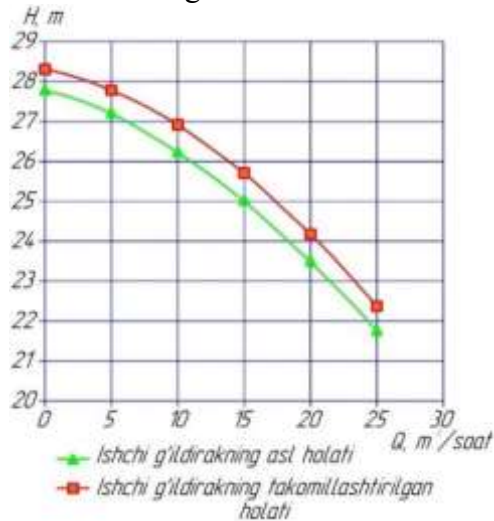
b)



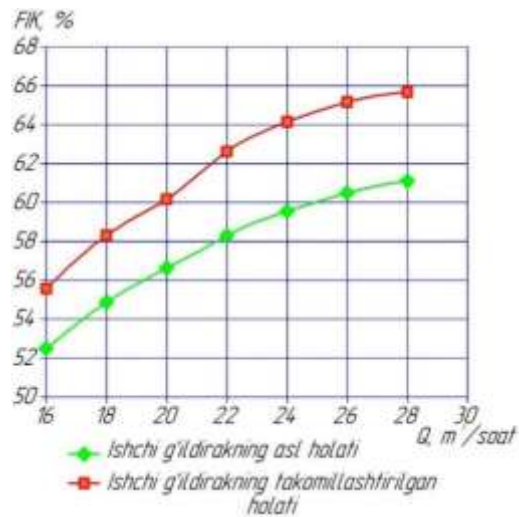
c)

a) qoplamadan so'ng ishchi g'ildirakning ust ko'rinishi; b) qoplamadan so'ng ishchi g'ildirakning yon ko'rinishi; c) qoplamadan so'ng ishchi g'ildirakning old ko'rinishi  
**2– rasm. Sovuq gaz-dinamik purkash usuli yordamida ko'p qatlamli qoplamalarni shakllantirish.**

Yuqoridagi rasmdan ko‘rinib turibdiki, sovuq gaz-dinamik purkash usuli alyuminiy, mis, nikel va boshqa metall asosli turli metall-keramik kompozitlardan ko‘p qatlamli qoplamalarni shakllantirish imkonini beradi. Ushbu texnologiya pervanellar hamda boshqa nasos uskuna komponentlarining sirt qatlamida zarur funktsional xususiyatlarni ta‘minlab, ularni nafaqat dastlabki ishlab chiqarish jarayonida, balki ta‘mirlash va qayta qoplash jarayonlarida ham yuqori samaradorlik bilan ishlashini kafolatlaydi. Shuningdek nasos uskunasi texnologik ko‘rsatkichini ya‘ni suyuqlikni chiqarish balandligini va foydali ish koeffitsientini oshirishga erishganligi 3 va 4 – rasmlarda keltirib o‘tilgan.



**3 – rasm. Nasos uskunasi suyuqlik chiqarish balandligi ko‘rsatkichi bo‘yicha ishchi g‘ildirakning asl va takomillashtirilgan holati.**



**4 – rasm. Nasos uskunasi FIK ko‘rsatkichi bo‘yicha ishchi g‘ildirakning asl va takomillashtirilgan holati.**

Yuqoridagi 3 va 4 – rasmdagi grafikdan ko‘rinib turibdiki, nasosning zo‘riqmasi va foydali ish koeffitsienti ishchi g‘ildirakning asl hamda takomillashtirilgan holati uchun  $Q, m^3/soat$  unumdorlikka bog‘liq holda taqqoslab ko‘rsatilgan.

O‘tkazilgan tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, ishchi g‘ildirakning takomillashtirilgan variantida (qizil egri chiziq) barcha unumdorlik oralig‘larida hosil bo‘ladigan zo‘riqma qiymatlari uning asl holatiga (yashil egri chiziq) nisbatan barqaror ravishda yuqoriroq darajada namoyon bo‘ladi. Ayniqsa, kichik va o‘rta unumdorlik sohalarida zo‘riqmaning sezilarli darajada ortishi kuzatilib, bu ishchi g‘ildirak sirt qatlamining funktsional xossalari va ekspluatatsion ko‘rsatkichlari samarali ravishda yaxshilanganidan dalolat beradi. Shu bilan birga, takomillashtirilgan ishchi g‘ildirak barcha ish rejimlarida foydali ish koeffitsientining yuqoriroq qiymatlari bilan tavsiflanadi. Xususan, o‘rta va yuqori unumdorlik oralig‘ida FIK ning o‘shishi yanada yaqqol namoyon bo‘lib, bu oqimdagi gidravlik yo‘qotishlarning kamaygani hamda energiya uzatish samaradorligining oshganini tasdiqlaydi.

Unumdorlikning ortishi bilan zo‘riqmaning kamayishi har ikkala holatda ham kuzatiladi, biroq takomillashtirilgan ishchi g‘ildirakda zo‘riqmaning pasayish sur‘ati nisbatan sekinroq kechadi. Mazkur holat oqim jarayonida yuzaga keladigan gidravlik yo‘qotishlarning kamaygani hamda energiyaning ishchi muhitga uzatilish samaradorligi oshganidan dalolat beradi. Shuningdek, bunday ijobiy natija ishchi g‘ildirak sirt qatlamining gidroabraziv yedirilish va kavitatsion ta‘sirlarga nisbatan chidamliligining ortishi bilan bevosita bog‘liqdir.

Bundan tashqari, unumdorlik oshishi bilan foydali ish koeffitsientining ortishi har ikkala holatda ham qayd etilgan bo‘lsa-da, takomillashtirilgan ishchi g‘ildirakda FIKning o‘shish sur‘ati yuqoriroq bo‘lib, uning maksimal qiymatga yaqinlashuvi yanada barqaror xarakterga ega. Ushbu holat ishchi g‘ildirak sirtining sifat ko‘rsatkichlari sezilarli darajada yaxshilangani, oqim ajralish hodisalarining kamaygani hamda turbulentslik darajasining pasaygani bilan izohlanadi.

## Xulosa

Xulosa qilib aytganda, o'tkazilgan grafik va eksperimental tahlillar sovuq gaz-dinamik purkash texnologiyasi asosida takomillashtirilgan ishchi g'ildiraklardan foydalanish nasos agregatlarining gidravlik va energetik ko'rsatkichlarini sezilarli darajada yaxshilashini ko'rsatdi. Ushbu texnologiya ish rejimining barqarorligini oshirib, gidravlik yo'qotishlarni kamaytiradi hamda agregatlarning umumiy ekspluatatsion samaradorligi va ishonchliligini ta'minlaydi.

## Adabiyotlar

- [1] Разработка, производство и эксплуатация турбо-, электронасосных агрегатов и систем на их основе // материалы V международной конференции. – Воронеж: Научная книга, 2009. – 356 с.
- [2] Escorump.ru 2009 Эффективность и экологичность насосного оборудования: Тезисы докладов международной научно-технической конференции. – Москва: Из-во РАПН, 2009 – 458 с
- [3] Иванова Т.Д. Исследование и совершенствование грунтовых насосов, перекачивающих рудные хвосты обогатительных фабрик (на примере Магнитогорского металлургического комбината) - Диссертация на соискание ученой степени к.т.н. - Л., 1981.-28 с.
- [4] Тимохин Ю.В., Адам О.В., Антонов Э.И., Кошкальда Л.И., Паламарчук Н.В. Надежность высокооборотных насосов. Сборник научных трудов. Горная механика. Выпуск 1, часть 2., Донецк, 1991. - С. 81-87.
- [5] Рабочий проект эксплуатации хвостохранилища ОХХ СОФ и МОФ на складирование 0,1 млн. тонн хвостов на 2006-2009 г. – ЗАО «МеханобрИнжинирнг», 2005. – 83 с.
- [6] Бекжалбаров Б.С. Совершенствование конструкции пескового насоса ПНВ – 2 с использованием композитных (порошковых) материалов. Казахстан. 2019. 150 с.
- [7] Istamov, M. F., Xamzayev, A. A., Kayumov, U. E., & Fayziyev, A. I. O. G. L. (2023). NASOS AGREGATLARI VALLARINING O'QIY NOMUTANOSIBLIGINI BARTARAF ETISH. *Academic research in educational sciences*, 4(4), 134-139.
- [8] Atakulov, L. N., Kayumov, U. E., & Pardayeva, S. S. (2023). NASOS USKUNASINING ISHCHI G'ILDIRAKLARIDAGI KURAKCHALARINING ENG MUQOBIL BURILISH BURCHAGINING PARAMETRLARINI MODELLASHTIRISH. *Academic research in educational sciences*, 4(2), 274-284.
- [9] Атакулов, Л. Н., & Каюмов, У. Э. (2020). Исследование оптимальных параметров лопасти рабочего колеса насосного оборудования. *Вопросы науки и образования*, (26 (110)), 4-12.
- [10] Атакулов, Л. Н., & Каюмов, У. Э. МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЛОПАСТИ РАБОЧЕГО КОЛЕСА НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ.