ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME - 2

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME - 2

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

SUYUQLIK VA GAZLARNI UZATISHDA NASOS KONSTRUKSIYASI, BOSIMI VA SO'RISH MASOFASINI ILMIY ASOSLASH, TEXNOLOGIK JARAYONNI OPTIMALLASHTIRISH

Xolxo‘jayev Xokimxo‘ja Ulug‘xo‘jayevich
TDTU magistr
Eshpo'latov To'ra Poyonovich
TDTU, “Neftgaz sanoati mashina va jihozlari va quvur transport tizimlari” kafedrasi v.v.b. professori, t.f.n., dotsent

Annotatsiya. Ushbu maqolada suyuqlik va gazsimon muhitlarni texnologik quvurlar orqali uzatishda nasos hamda nasos-kompressor uskunalarining konstruktiv tanlovi, bosim-napor balansi va so'rish masofasini ilmiy asoslash masalalari yoritiladi. Markazdan qochma, hajmiy va aralash oqimli nasoslarning qo'llanish sohasi, kavitatsiya xavfi, NPSH sharti, quvurdagi gidravlik yo'qotishlar va energiya tejamkor boshqaruv usullari tahlil qilinadi. Shuningdek, sarf, bosim, quvur diametri, foydali ish koeffitsiyenti va texnologik rejimlarni optimallashtirish bo'yicha amaliy tavsiyalar beriladi.

Kalit so'zlar: nasos, suyuqlik uzatish, gaz uzatish, bosim, napor, so'rish masofasi, NPSH, kavitatsiya, gidravlik yo'qotish, optimallashtirish.

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы конструктивного выбора насосного и насосно-компрессорного оборудования при транспортировании жидких и газообразных сред по технологическим трубопроводам. Обоснованы баланс давления и напора, расчет всасывающей линии, условие NPSH и предотвращение кавитации. Показаны подходы к снижению гидравлических потерь, выбору рационального режима работы и повышению энергетической эффективности технологического процесса.

Ключевые слова: насос, транспортирование жидкости, транспортирование газа, давление, напор, высота всасывания, NPSH, кавитация, гидравлические потери, оптимизация.

Abstract. The paper discusses the scientific justification of pump construction, pressure-head balance and suction distance for transporting liquids and gaseous media through technological pipelines. The application of centrifugal, positive-displacement and mixed-flow pumps is explained together with the NPSH condition, cavitation prevention, hydraulic losses and energy-efficient control. Practical recommendations are proposed for selecting flow rate, pressure, pipe diameter, operating mode and optimization strategy.

Keywords: pump, liquid transportation, gas transportation, pressure, head, suction distance, NPSH, cavitation, hydraulic loss, optimization.

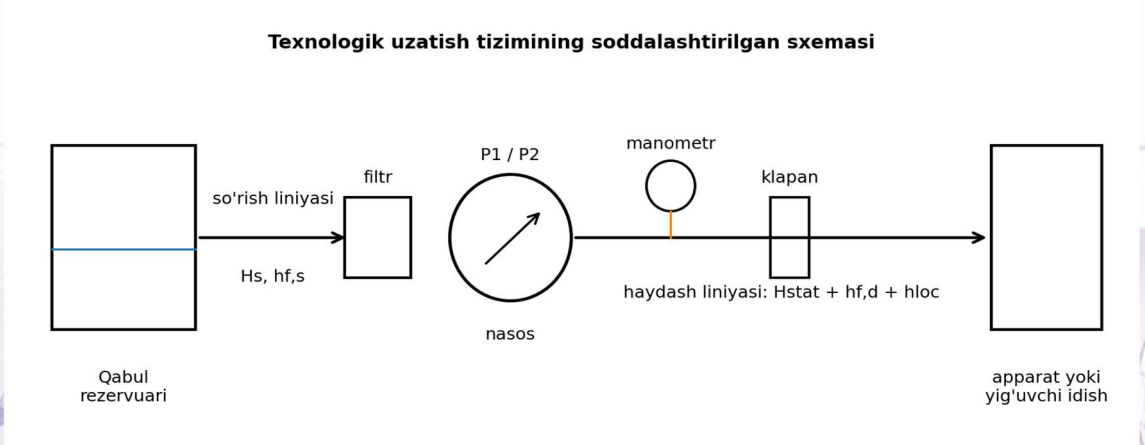
KIRISH.

Kimyo, neft-gaz, oziq-ovqat, energetika va suv xo'jaligi korxonalarida mahsulot, xomashyo va yordamchi muhitlarning uzluksiz harakati texnologik jarayon barqarorligining asosiy shartidir. Suyuqliklarni uzatishda nasoslar, gazlarni uzatishda esa ventilyator, blower va kompressorlar ishlatiladi. Amaliy muhandislikda ushbu uskunalarning barchasi oqimga mexanik energiya berib, uni quvur tarmog'i bo'ylab harakatlantiradi. Shuning uchun nasosni to'g'ri tanlash faqat sarf qiymatini qoplash emas, balki butun tizimning bosim balansi, xavfsizligi va energiya sarfini ilmiy asoslashni talab qiladi.

Nasos tizimining samaradorligi uchta yirik omilga bog'liq: birinchisi - nasos konstruksiyasi va ishchi organining oqim xususiyatlariga mosligi; ikkinchisi - quvur, armatura, apparat va balandlik farqi tufayli paydo bo'ladigan umumiy napor; uchinchisi - so'rish qismida bug'lanish va kavitatsiya sodir bo'lmasligi uchun yetarli mutlaq bosim zaxirasining mavjudligi. Ushbu omillardan biri noto'g'ri baholansa, nasos talab qilingan sarfni bermaydi, elektr energiyasi ortiqcha sarflanadi, shovqin va tebranish kuchayadi, muhrlar tez yeyiladi hamda avariya xavfi oshadi.

Texnologik jarayonni optimallashtirishning zamonaviy yondashuvi nasosni alohida qurilma sifatida emas, balki quvur tarmog'i, rezervuarlar, issiqlik almashinish apparatlari, filtrlar, klapanlar va avtomatik boshqaruv elementlari bilan birga yagona gidravlik tizim sifatida ko'rib chiqadi. Ishchi nuqta nasos xarakteristikasi bilan tizim xarakteristikasi kesishgan joyda shakllanadi. Shu sababli quvur diametri, armatura qarshiligi, aylanish chastotasi, suyuqlik harorati va sath balandligi o'zgarganda nasosning haqiqiy ish rejimi ham o'zgaradi.

Maqolaning maqsadi - suyuqlik va gazlarni uzatish tizimlarida nasos konstruksiyasini tanlash, zarur bosimni hisoblash, so'rish masofasini NPSH talabi bo'yicha asoslash va texnologik jarayonni energiya tejamkor usullar bilan optimallashtirish bo'yicha ilmiy-amaliy yondashuvni ishlab chiqishdan iborat.



1-rasm. Nasosli texnologik uzatish tizimining soddalashtirilgan sxemasi.

ISSN 3030-3907

1. Nasos konstruktsiyasini tanlash mezonlari.

Nasos konstruksiyasini tanlashda ishchi muhitning fizik-kimyoviy xossalari birinchi o'rinda turadi. Zichlik, qovushqoqlik, harorat, bug' bosimi, qattiq zarrachalar miqdori, korrozion faollik va portlash-yong'in xavfi nasos turi, korpus materiali, ishchi g'ildirak shakli, podshipnik, val muhrlari va elektr yuritma himoyasini belgilaydi. Masalan, toza va kam qovushqoq suyuqliklar uchun markazdan qochma nasoslar eng qulay bo'lsa, yuqori qovushqoq yoki dozalab berilishi kerak bo'lgan suyuqliklar uchun hajmiy nasoslar afzal hisoblanadi.

Markazdan qochma nasoslarda ishchi g'ildirak aylanishi natijasida suyuqlik radial yoki aralash yo'nalishda tezlanadi. Korpus, diffuzor yoki spiral kamera kinetik energiyaning bir qismini bosim energiyasiga aylantiradi. Bunday nasoslar konstruktiv jihatdan sodda, sarfi katta, uzluksiz oqim beradi va avtomatlashtirishga qulay. Ammo ular ishchi nuqtadan juda uzoq rejimda ishlasa, FIK pasayadi va kavitatsiya xavfi ortadi.

Hajmiy nasoslar - porshenli, plunjerli, tishli, vintli va membranali turlarga bo'linadi. Ular har bir siklda ma'lum hajmdagi suyuqlikni siqib chiqaradi, shuning uchun yuqori bosim olish va aniq dozalash uchun ishlatiladi. Bunday nasoslarda bosim tizim qarshiligi bilan belgilanadi, shu sababli himoya klapanlari majburiy hisoblanadi. Gazsimon muhitlarda o'xshash vazifani kompressorlar bajaradi; gaz siqiluvchan bo'lgani sababli termodinamik hisoblar ham qo'shiladi.

1-jadval.

Nasos turlarining texnologik qo'llanishini taqqoslash.

Nasos turi	Afzalligi	Cheklovi	Qo'llanish sohasi
Markazdan qochma	Katta sarf, konstruksiyasi sodda, uzluksiz oqim	Juda qovushqoq muhitda FIK pasayadi	Suv, eritmalar, neft mahsulotlari, sovitish konturlari
Porshen/plunjer	Yuqori bosim va aniq dozalash	Pulsatsiya va murakkab xizmat	Reagent dozasi, gidravlik press, yuqori bosimli liniya
Vintli/tishli	Qovushqoq suyuqliklarda barqaror	Qattiq zarrachaga sezgir	Moy, polimer eritmalari, bitum, oziq-ovqat pastalari

ISSN 3030-3907

O'qiy/aralash oqimli	Juda katta sarf, past napor	Bosim diapazoni cheklangan	Drenaj, sug'orish, sovitish suv tizimlari

2. Bosim va naporni ilmiy asoslash

Nasosning asosiy vazifasi oqimga yetarli solishtirma energiya berishdir. Muhandislik hisoblarida bu energiya ko'pincha napor H, ya'ni suyuqlik ustuni balandligi bilan ifodalanadi. Bosim esa $P = \rho g H$ munosabati orqali naporga bog'lanadi. Napor tushunchasining afzalligi shundaki, u turli zichlikdagi suyuqliklar uchun energiya darajasini bir xil birlikda ifodalash imkonini beradi. Umumiy talab etiladigan napor Bernulli tenglamasi va yo'qotishlar yig'indisi asosida aniqlanadi: $H_{talab} = H_{stat} + \Delta P/(\rho g) + h_f + h_{loc}$. Bu yerda H_{stat} - so'rish va haydash rezervuarlari sathlari farqi; ΔP - apparat yoki yopiq idishlar orasidagi bosim farqi; h_f - to'g'ri quvurlardagi ishqalanish yo'qotishlari; h_{loc} - tirsak, klapan, filtr, o'lchagich va boshqa mahalliy qarshiliklardagi yo'qotishlar. Agar nasos qovushqoq suyuqlik, issiq eritma yoki ko'p fazali oqim bilan ishlasa, hisoblashda tuzatish koeffitsiyentlari qo'llanadi.

To'g'ri quvurdagi ishqalanish yo'qotishi Darcy-Weisbach tenglamasi bilan baholanadi: $h_f = \lambda(L/D)(v^2/2g)$. Bu yerda λ - gidravlik ishqalanish koeffitsiyenti, L - quvur uzunligi, D - ichki diametr, v - o'rtacha tezlik. Mahalliy yo'qotishlar $h_{loc} = \Sigma\xi(v^2/2g)$ ko'rinishida olinadi. Ko'rinib turibdiki, quvur diametri biroz kichrayganda tezlik ortadi va yo'qotishlar tezlik kvadratiga proporsional ko'payadi. Shuning uchun energiya tejamkor tizimda diametr tanlovi kapital xarajat va ekspluatatsiya xarajatining optimal muvozanatiga asoslanadi.

Nasos pasportida berilgan H-Q xarakteristikasi har doim ma'lum aylanish chastotasi va standart sinov sharoiti uchun keltiriladi. Real sharoitda suyuqlik qovushqoqligi, harorati, so'rish bosimi, quvur armaturalari va eskirish darajasi pasport ma'lumotidan farq qiladi. Shu sababli loyihalashda hisoblangan H_{talab} qiymatiga odatda 5-10 % zaxira qo'shiladi, lekin ortiqcha zaxira ham zararli: nasos doimiy ravishda klapan bilan bo'g'iladi, energiya sarfi ko'payadi va ishchi nuqta past FIK zonasiga siljiydi.

Gaz uzatish tizimlarida bosim balansi suyuqliklarga qaraganda murakkabroq, chunki gaz zichligi bosim va haroratga bog'liq holda o'zgaradi. Past bosimli ventilyatsiya tarmoqlarida havo oqimi uchun aerodinamik yo'qotishlar hisoblanadi, yuqori bosimli kompressorlarda esa politrop yoki izentrop siqish modeli qo'llanadi. Shunga qaramay, umumiy prinsip bir xil: qurilma oqimni texnologik qarshiliklardan o'tkazish uchun zarur energiyani berishi kerak.

3. So'rish masofasi, NPSH va kavitatsiyaning oldini olish.

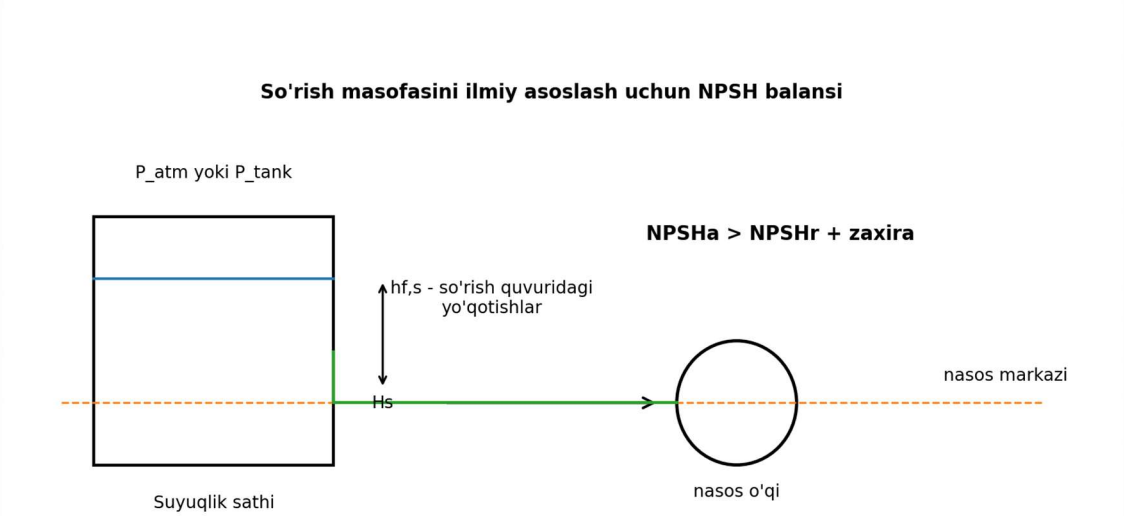
So'rish masofasi yoki so'rish balandligi nasosning barqaror ishlashi uchun eng muhim parametrlaridan biridir. Nasos kirishida bosim suyuqlikning berilgan

ISSN 3030-3907

haroratdagi to'yingan bug' bosimidan pastga tushsa, suyuqlik ichida bug' pufakchalari hosil bo'ladi. Bu pufakchalar yuqori bosimli zona tomon o'tganda qisqarib, ishchi g'ildirak, korpus va diffuzor yuzalariga zarba beradi. Jarayon kavitatsiya deb ataladi va u metall eroziyasi, shovqin, tebranish, sarf pasayishi hamda FIK kamayishiga olib keladi.

Kavitatsiyani oldini olish uchun mavjud musbat so'rish napori NPSHa nasos ishlab chiqaruvchisi ko'rsatgan talab etiladigan NPSHr qiymatidan katta bo'lishi lozim: NPSHa ≥ NPSHr + ΔHzaxira. Amaliyotda xavfsizlik zaxirasi suyuqlik xususiyati va jarayon ahamiyatiga qarab tanlanadi. NPSHa quyidagi omillarga bog'liq: rezervuardagi mutlaq bosim, suyuqlik sathi bilan nasos o'qi orasidagi geometrik farq, so'rish quvuridagi ishqalanish yo'qotishlari va suyuqlikning bug' bosimi.

Ochiq rezervuardan so'rishda soddalashtirilgan ifoda quyidagicha yoziladi: NPSHa = Patm/(ρg) + Hs - Pv/(ρg) - hf,s. Bu yerda Patm - atmosfera bosimi, Hs - suyuqlik sathining nasos o'qiga nisbatan balandligi (nasos pastda bo'lsa musbat), Pv - bug' bosimi, hf,s - so'rish liniyasidagi yo'qotishlar. Agar nasos suyuqlik sathidan yuqorida o'rnatilsa, Hs manfiy bo'ladi va NPSHa keskin kamayadi. Issiq suyuqliklarda Pv yuqori bo'lgani uchun ruxsat etilgan so'rish balandligi yanada kamayadi.



2-rasm. So'rish liniyasida NPSH balansi va kavitatsiyani cheklovchi omillar.

So'rish masofasini ilmiy asoslashda quyidagi amaliy qoidalar muhim: so'rish quvuri imkon qadar qisqa va to'g'ri bo'lishi; diametr nasos kirish patrubkasidan kichik tanlanmasligi; keskin burilishlar, torayishlar va keraksiz klapanlar kamaytirilishi; filtrlar ifloslanish darajasi bo'yicha nazorat qilinishi;

ISSN 3030-3907

nasos imkon qadar suyuqlik sathidan pastroqda o'rnatilishi kerak. Bu choralar NPSHa ni oshiradi va kavitatsiya ehtimolini kamaytiradi.

4. Konstruktsion elementlar va material tanlash.

Nasosning ishonchliligi uning asosiy detallarining konstruktiv uyg'unligiga bog'liq. Korpus bosimni qabul qiladi va oqim yo'nalishini shakllantiradi; ishchi g'ildirak mexanik energiyani suyuqlikka beradi; val va podshipniklar aylanishni barqaror ushlab turadi; muhrlar suyuqlik chiqishini cheklaydi; elektr dvigatel esa zarur quvvatni beradi. Har bir element muhitning harorati, korrozion faolligi, qovushqoqligi va abraziv zarrachalar mavjudligiga mos tanlanishi lozim.

Korpus materiali sifatida cho'yan, uglerodli po'lat, zanglamaydigan po'lat, bronza, titan qotishmalari yoki polimer qoplamali materiallar qo'llanadi. Oddiy suv tizimlarida cho'yan iqtisodiy jihatdan maqbul bo'lsa, kislota, ishqor, tuzli eritma yoki neft-kimyo muhitlarida zanglamaydigan va maxsus qotishmalar talab qilinadi. Ishchi g'ildirak uchun material tanlashda kavitatsion eroziya, abraziv yeyilish va muhit bilan kimyoviy reaksiyaga kirishish xavfi hisobga olinadi.

Val muhrlari salnikli va mexanik muhrlarga bo'linadi. Salnikli muhrlar sodda, arzon va ta'mirlashga qulay, lekin doimiy nazorat hamda oz miqdorda sizishni talab qiladi. Mexanik muhrlar ekologik xavfli, qimmat yoki uchuvchan suyuqliklar uchun afzal; ular sizishni keskin kamaytiradi, ammo o'rnatish aniqligi va sovitish-yuvish rejimiga talabchan. Gazlar bilan ishlovchi kompressor va blowerlarda esa labirint, quruq gaz muhrlari yoki moyli muhr tizimlari qo'llanadi.

Nasos-kompressor uskunalarida xavfsizlik masalalari konstruksiya bilan bevosita bog'liq. Ortiqcha bosimdan himoyalovchi klapan, teskari klapan, bosim va harorat datchiklari, vibratsiya nazorati, quruq yurishdan himoya va elektr dvigatelning issiqlik himoyasi majburiy elementlar hisoblanadi. Agar muhit yonuvchan yoki portlovchi bo'lsa, elektr jihozlari portlashdan himoyalangan ijroda bo'lishi, statik elektr zaryadlari yerga ulanish orqali bartaraf etilishi zarur.

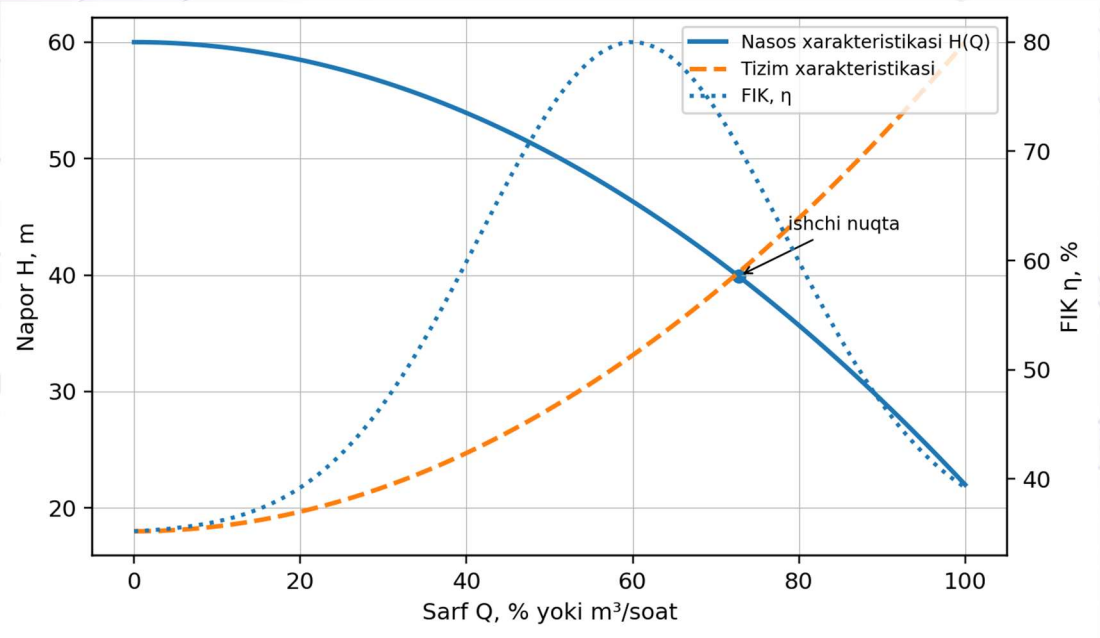
Konstruktiv tanlovda ta'mirlash qulayligi ham muhim. Nasos agregati shunday joylashtiriladiki, filtr, muhr, podshipnik, mufta, klapan va nazorat asboblariga erkin kirish mumkin bo'lsin. Texnologik liniyada by-pass yoki zaxira nasos mavjud bo'lsa, ta'mirlash vaqtida jarayonni to'xtatmasdan ishlash imkoniyati yaratiladi. Bu ayniqsa uzluksiz ishlab chiqarishlarda iqtisodiy yo'qotishlarni kamaytiradi.

5. Texnologik jarayonni optimallashtirish

Nasosli tizimni optimallashtirishning asosiy maqsadi kerakli sarf va bosimni minimal energiya sarfi, yuqori ishonchlilik va barqaror sifat ko'rsatkichlari bilan ta'minlashdir. Buning uchun nasos xarakteristikasi, tizim xarakteristikasi va texnologik talab birgalikda tahlil qilinadi. Ishchi nuqta eng

ISSN 3030-3907

yuqori FIK zonasiga yaqin joylashsa, elektr energiyasi kam sarflanadi, tebranish past bo'ladi va uskunaning xizmat muddati uzayadi.



3-rasm. Nasos va tizim xarakteristikalarining kesishishi orqali ishchi nuqtani aniqlash.

Sarfni klapan bilan bo'g'ib boshqarish oddiy, lekin energiya tejamkor emas. Chunki nasos ishlab chiqargan ortiqcha napor klapanda yo'qotiladi. Aylanish chastotasini o'zgartirish qurilmasi, ya'ni chastota o'zgartirgich yordamida boshqarish esa nasosning o'z xarakteristikasini siljitadi. Affinlik qonunlariga ko'ra sarf aylanish chastotasiga, napor chastota kvadratiga, quvvat esa chastota kubiga yaqin bog'liq. Shu sababli kichik tezlik pasayishi ham katta energiya tejamkorlik berishi mumkin.

Optimallashtirishning yana bir yo'li - quvur tarmog'idagi ortiqcha qarshiliklarni kamaytirishdir. Filtrlarning muntazam yuvilishi, keraksiz tirsak va torayishlarni qisqartirish, klapanlarni to'g'ri tanlash, quvur diametrini iqtisodiy asoslash hamda sirt g'adir-budirligini nazorat qilish yo'qotishlarni kamaytiradi. Tizimda bir nechta ish rejimi mavjud bo'lsa, parallel nasoslar qo'llash samarali: kichik sarfda bitta nasos, katta sarfda ikki yoki undan ortiq nasos ishlaydi.

Raqamli nazorat va avtomatlashtirish jarayon optimallashtirishining amaliy asosi hisoblanadi. Bosim, sarf, harorat, elektr quvvati, vibratsiya va podshipnik harorati real vaqt rejimida kuzatilsa, nasos ishchi nuqtasining siljishi erta aniqlanadi. Ma'lumotlar asosida filtr tiqilishi, muhr yeyilishi, kavitatsiya belgilari yoki quvurdagi tiqinlar haqida oldindan xulosa chiqarish mumkin.

6. Hisoblash namunasi.

Amaliy misol sifatida ochiq rezervuardan texnologik apparatga suvga yaqin xossali suyuqlik uzatilishini ko'rib chiqamiz. Sarf Q = 25 m³/soat, suyuqlik zichligi ρ = 1000 kg/m³, quvur uzunligi L = 80 m, ichki diametr D = 0,08 m, statik

ISSN 3030-3907

balandlik farqi 12 m, apparatdagi qo'shimcha bosim talabi 1,5 bar, mahalliy qarshiliklar yig'indisi $\Sigma\xi = 8$ deb olinsin. Ishqalanish koeffitsiyenti soddalashtirilgan holda $\lambda = 0{,}025$ deb qabul qilinadi.

Sarfni SI birlikka o'tkazamiz: $Q = 25/3600 = 0{,}00694$ m³/s. Quvur kesimi $A = \pi D^2/4 = 0{,}00503$ m², o'rtacha tezlik $v = Q/A = 1{,}38$ m/s. Tezlik napori $v^2/(2g) = 0{,}097$ m. To'g'ri quvur yo'qotishi $hf = 0{,}025 \cdot (80/0{,}08) \cdot 0{,}097 = 2{,}43$ m. Mahalliy yo'qotishlar $hloc = 8 \cdot 0{,}097 = 0{,}78$ m. Bosim talabi $\Delta P/(\rho g) = 150000/(1000 \cdot 9{,}81) = 15{,}29$ m. Demak umumiy talab etiladigan napor $Htalab = 12 + 15{,}29 + 2{,}43 + 0{,}78 = 30{,}50$ m. 10 % zaxira bilan nasos napori taxminan 33,5 m tanlanadi.

2-jadval.

Hisoblash namunasi bo'yicha asosiy parametrlar.

Ko'rsatkich	Belgi	Qiymat	Izoh
Sarf	Q	25 m³/soat	Texnologik talab
Quvur diametri	D	0,08 m	Ichki diametr
O'rtacha tezlik	v	1,38 m/s	Q/A bo'yicha
Ishqalanish yo'qotishi	hf	2,43 m	Darcy-Weisbach
Mahalliy yo'qotish	hloc	0,78 m	$\Sigma\xi = 8$
Bosim talabi	$\Delta P/(\rho g)$	15,29 m	1,5 bar
Umumiy napor	Htalab	30,50 m	Zaxirasiz
Tanlash napori	Htan	≈ 33,5 m	10 % zaxira bilan

Agar ushbu tizimda so'rish liniyasi uzunligi ortsa yoki filtr tiqilsa, hf,s ko'payadi va NPSHa kamayadi. Shu sababli tanlangan nasos uchun ishlab chiqaruvchi ko'rsatgan NPSHr qiymati bilan solishtirish majburiydir. Masalan, NPSHa = 5,2 m, NPSHr = 3,4 m bo'lsa, zaxira 1,8 m ni tashkil qiladi va rejim qoniqarli bo'lishi mumkin; ammo issiq suyuqliklarda bug' bosimi oshishi sababli zaxira qayta baholanadi.

7. Ekspluatatsiya, nazorat va samaradorlik ko'rsatkichlari

Nasos agregati to'g'ri tanlangan bo'lsa ham, ekspluatatsiya qoidalari buzilsa, tizim samaradorligi pasayadi. Ishga tushirishdan oldin so'rish liniyasi suyuqlik bilan to'ldirilganligi, havo chiqarilgani, klapanlarning to'g'ri holati, elektr dvigatel aylanish yo'nalishi va mufta markazlanishi tekshiriladi. Markazdan qochma nasosni quruq holda ishga tushirish muhrlar va ishchi g'ildirakning qizib ketishiga olib kelishi mumkin.

Doimiy nazorat qilinadigan parametrlar qatoriga kirish va chiqish bosimi, sarf, elektr toki, dvigatel quvvati, podshipnik harorati, vibratsiya tezligi, shovqin, muhrlardan sizish va filtr differensial bosimi kiradi. Bosim pasayishi yoki sarfning kamayishi filtr tiqilishi, ishchi g'ildirak yeyilishi, havo kirishi yoki klapan

ISSN 3030-3907

holati o'zgarganidan dalolat berishi mumkin. Vibratsiya oshishi esa mufta nomarkazligi, podshipnik nuqsoni, kavitatsiya yoki gidravlik nomuvozanatni ko'rsatadi.

Energiya samaradorligi nasosning foydali gidravlik quvvati va elektr tarmog'idan olinadigan quvvat nisbati bilan baholanadi. Gidravlik quvvat Nh = ρgQH. Elektr quvvatining ortiqcha sarflanishi ko'pincha nasosning kerakli ishchi nuqtadan uzoqda tanlangani, quvur qarshiligi yuqoriligi yoki sarf klapan bilan bo'g'ib boshqarilayotgani bilan bog'liq. Energiya auditi natijasida chastota o'zgartirgich, ishchi g'ildirak diametrini moslashtirish, parallel nasoslar strategiyasi yoki quvur tarmog'ini qayta loyihalash tavsiya etilishi mumkin.

Texnologik jarayonni optimallashtirishda ishonchlilik va iqtisodiylik birgalikda qaraladi. Eng arzon nasos har doim ham eng foydali yechim emas, chunki uning past FIK, tez-tez ta'mir talabi yoki zaxira qismlar narxi umumiy hayotiy sikl xarajatini oshiradi. Shu sababli Life Cycle Cost yondashuvi bo'yicha xarid narxi, elektr energiyasi, xizmat ko'rsatish, ta'mirlash, to'xtashdan keladigan zarar va utilizatsiya xarajatlari hisobga olinadi.

Gazlarni uzatishda ham xuddi shunday nazorat tamoyillari mavjud, lekin kompressor chiqish harorati, siqish bosqichlari, sovitish tizimi va kondensat ajratish masalalari qo'shimcha ahamiyatga ega. Gaz oqimining namligi, changlanishi va portlash chegaralari uskunaning konstruktiv himoya darajasini belgilaydi. Bunda xavfsiz ish rejimi texnologik reglament, datchiklar va avtomatik blokirovka tizimlari bilan ta'minlanadi.

XULOSA.

Suyuqlik va gazlarni uzatish jarayonida nasos yoki nasos-kompressor uskunasini tanlash kompleks muhandislik masalasidir. Nasos konstruksiyasi ishchi muhit xossalari, sarf va bosim diapazoni, qovushqoqlik, korrozion faollik, xavfsizlik talablari hamda xizmat ko'rsatish imkoniyatiga mos bo'lishi kerak. Markazdan qochma nasoslar katta sarfli uzluksiz tizimlar uchun, hajmiy nasoslar esa yuqori bosim va aniq dozalash talab qilinganda samarali hisoblanadi.

Zarur bosimni ilmiy asoslash Bernulli tenglamasi, statik balandlik farqi, apparatlar orasidagi bosim farqi, to'g'ri quvurdagi ishqalanish va mahalliy qarshiliklar yig'indisiga tayangan holda bajariladi. So'rish masofasini tanlashda NPSHa ≥ NPSHr + zaxira sharti bajarilishi kavitatsiyaning oldini olishning asosiy mezoni hisoblanadi. So'rish liniyasini qisqa, keng va kam qarshilikli qilish nasosning barqarorligini oshiradi.

Texnologik jarayonni optimallashtirish nasos va tizim xarakteristikalarini muvofiqlashtirish, FIK yuqori bo'lgan ishchi nuqtani tanlash, chastota o'zgartirgichlardan foydalanish, quvur qarshiliklarini kamaytirish va real vaqt monitoringini joriy etish orqali amalga oshiriladi. Bunday yondashuv energiya

ISSN 3030-3907

sarfini kamaytiradi, uskunaning xizmat muddatini uzaytiradi va ishlab chiqarish xavfsizligini oshiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. ISO 9906:2012. Rotodynamic pumps — Hydraulic performance acceptance tests — Grades 1, 2 and 3. International Organization for Standardization.
2. ISO 5199:2002. Technical specifications for centrifugal pumps — Class II. International Organization for Standardization.
3. Hydraulic Institute. Pump System Optimization and NPSH basic guidance materials.
4. Karassik I. J., Messina J. P., Cooper P., Heald C. C. Pump Handbook. McGraw-Hill, 4th edition.
5. Stepanoff A. J. Centrifugal and Axial Flow Pumps: Theory, Design, and Application. John Wiley & Sons.
6. White F. M. Fluid Mechanics. McGraw-Hill Education.
7. Gülich J. F. Centrifugal Pumps. Springer.
8. Cherkasskiy V. M. Nasoslar, ventilyatorlar va kompressorlar bo'yicha amaliy hisoblash usullari. O'quv qo'llanma materiallari.

ISSN 3030-3907