

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIV VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

**TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO'JALIGINI
MEXANIZATSIYALASHTIRISH MUHANDISLARI INSTITUTI**

**Mamajonov M., Bazarov D.R., Tursunov T.N., Uralov B.R.,
Xidirov S.Q., Rajabov N.Q., Norqulov B.E.**

NASOS STANSIYALARIDAN FOYDALANISH VA DIAGNOSTIKASI

**5A450402-«Nasos stansiyalari va qurilmalaridan foydalanish
va tashxisi» mutaxassisligi uchun darslik**

Toshkent - 2019

OO‘MTVning 27.12.2019 y. № 1186-234 sonli buyrug‘iga asosan chop etishga tavsiya etilgan.

Annotatsiya

O‘quv qo‘llanmada artezian quduqlarini montaj va demontaj qilishda ishlatiladigan ko‘tarish moslamalarining konstruksiyasi va ishlash prinsipi haqida batafsil ma‘lumotlar berilgan. SHu bilan birga artezian quduqlarida yuz berishi mumkin bo‘lgan nosozliklar, avariyaalar tafsiloti, ularni keltirib chiqargan sabablari hamda bartaraf etish yo‘llari amaliy tavsiyalar tarzida izohlab berilgan.

O‘quv qo‘llanma soxa mutaxassisligi bo‘yicha tahsil olayotgan talabalarga va keng kitobxonlarga hamda quduqli nasos qurilmalarini ekspluatatsiyasi bilan shug‘ullanadigan hususan, artezian quduqlarini ekspluatatsiya qiluvchi va ta‘mirlovchi mutaxassislar uchun mo‘ljallangan

Taqrizchilar: Toshkent arxitektura va qurilish instituti, “Gidrotexnika inshootlari, zamin va poydevorlar” kafedrasi professori, DSc **X.Fayziyev**

TIQXMMI, “Gidrotexnika inshootlari, muhandislik konstruksiyalari” kafedrasi dotsenti, t.f.n. **N.Raxmatov**

Аннотация

В учебнике рассмотрены вопросы эксплуатации сооружений и оборудования насосных станций водохозяйственных и мелиоративных систем. Приведены типы, конструкции и параметры насосов и насосных станций, а также принципы использования характеристик насосов. Освещены вопросы по организации эксплуатационной службы насосных станций, эксплуатации сооружений и гидромеханического оборудования, износу и восстановлению деталей насосов, организации ремонтных работ на насосных станциях, а также повышению эффективности эксплуатации насосных станций.

Учебник рассчитан для студентов бакалавриатуры и магистратуры, научных работников, инженерно-технических работников эксплуатационных организаций.

Abstract

The textbook questions operation of the facilities and equipment of pumping stations and water reclamation systems. Specifies the types, design and parameters of pumps and pumping stations, as well as how to use the characteristics of pumps. The questions on the organization of operational service pumping stations, maintenance facilities and hydromechanical equipment, depreciation and restoration of pump parts, organizing repairs to pumping stations, as well as improve the efficiency of operation of the pumping stations are presented.

The textbook is designed for bachelor and master's course students,
researchers, engineers and technical staff operating agencies

Mamajonov Maxmudjon, Bazarov Dilshod Rayimovich,
Tursunov Tadjibay Nurmuxamedovich, Uralov Baxtiyor Raxmatullayevich,
Xidirov San'atjon Quchqorovich, Rajabov Nurmamat Quدراتovich,
Norqulov Behzod Eshmirzayevich.
/ NASOS STANSIYALARIDAN FOYDALANISH VA DIAGNOSTIKASI /
Darslik. -T.: TIQXMMI, 2019. 336- b.

**©. Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash
muxandislari instituti (TIQXMMI), 2019.**

SO'Z BOSHI

Respublikamizda bozor iqtisodiyoti islohotlari chuqurlashtirish jarayonida qishloq xo'jalik mahsulotlari etishtirish, uni sifatini oshirish, ilg'or tajribalar va yangi sug'orish texnologiyalarini qo'llash, er va suv resurslaridan oqilona va unumli foydalanish muhim strategik ahamiyatga ega bo'lgan yo'nalish hisoblanadi.

Keyingi o'n yilliklarda suv manbasidan yuqorida joylashgan erlarni o'zlashtirilishi munosabati bilan meliorativ nasos stansiyalari qurilishi avj oldirildi. Kelajakda Respublikamizda sug'oriladigan dehqonchilikni rivojlanishi ya'ni yangi erlarni o'zlashtirilishi va sug'orishning yangi tejamkor (yomg'irlatib, tomchilatib, yer ostidan) texnologiyalarini qo'llanishi nasos stansiyalari yordamida amalga oshirilishi mumkin. Yer osti suvlarini sathi ko'tarilishi ko'p hollarda vertikal zovurlar qurish va ulardan nasoslar bilan suvlarini chiqarib tashlashni taqozo etadi. Aholini ichimlik suv bilan ta'minlash tarmoqlarida ham nasos stansiyalari muhim o'rin egallaydi.

Hozirgi kunda Respublikamiz qishloq xo'jaligida, sanoatida, qurilishlarida, energetik, aholi suv ta'minoti va kanalizasiya tizimlarida va boshqa sohalarida ko'p sonli qurilmalari ishlab turibdi.

Nasos stansiyalarning inshootlari va uskunalarning ta'mirlashlar- aro ishlash muddatini uzaytirish, ularning ish resursini orttirish, elektr energiyasini tejash, suv isrofini kamaytirishi, atrof muhitni muhofaza qilish va favqulotda holatlarni oldini olish o'z vaqtida va sifatli xizmat ko'rsatish, avtomatik vositalar va ta'mirlash ishlariga mexanizasiya qo'llash inshootlar va uskunalardan texnik va iqtisodiy jihatdan samarali foydalanishga bog'liqdir.

Bunday sharoitlarda sug'orish tizimlardan nasos stansiyalaridan resurstejamkor va tabiatni muxofaza qilish texnologiyalariga asoslangan foydalanish masalalari alohida ahamiyatga egadir.

Demak, nasos stansiyalari va qurilmalarini texnikaviy jihatdan puxta loyihalash, nasos-kuch uskunalarini to'g'ri tanlash va yig'ish, inshonchli va samarali ishlatish, sifatli ta'mirlash va mohirona foydalanish hozirgi kunning eng dolzarb masalalaridan biridir. Yuqoridagi talablarga javob berish va qishloq xo'jalik ekinlaridan kafolatli hosil olish uchun suv xo'jaligi sohasi bakalavr va magistrilarini zamon talabiga javob beradigan o'zbek tilidan darslik va o'quv qo'llanmalar bilan qurollantirish zarur [36].

Ushbu darslik 5450400 «Gidrotexnika inshootlari va nasos stansiyalaridan foydalanish», 5111000 – Kasb ta'limi («Gidrotexnika inshootlari va nasos

stansiyalaridan foydalanish»), 5450200 «Suv xo'jaligi va meliorasiya», bakalavriat ta'lim yo'nalishlari, tegishli kasb ta'limi yo'nalishlari, 5A450402-«Nasos stansiyalari va qurilmalaridan foydalanish va tashxisi», 5A450301-«Gidromeliorasiya ishlarini meyanizasiyalash», 5A450201- «Gidromeliorasiya» va boshqa magistratura mutaxassisliklari bo'yicha tasdiqlangan o'quv rejalariga kiritilgan va O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi Oliy o'quv yurtlararo ilmiy – uslubiy birlashmalar faoliyatini muvofiqlashtiruvchi Kengashi tomonidan tavsiya etilgan «Nasos stansiyalaridan foydalanish» fanining o'quv dasturi asosida yozilgan. Undan suv xo'jaligi sohasi muxandis-texniklari, magistrantlar va doktorantlar, ilmiy-texnik xodimlar, o'rta maxsus kasb-xunar ta'limi o'qituvchilari va talabalari ham foydalanishlari mumkin.

Darslik uchta bo'limdan iborat bo'lib, birinchi bo'limda nasos stansiyalarining inshootlari, uskunalari va jihozlari turlari, tuzilishi va ishlash tarzi, hamda nasoslarning ish ko'rsatkichlarini aniqlashning nazariy va amaliy asoslari keltirilgan. Ikkinchi bo'lim nasos stansiyalaridan foydalanish masalalariga bag'ishlangan bo'lib, bu bo'lim K.I.Lisov va boshqalarning («Ekspluatsiya meliorativnix nasosnix stansiy» -M.: Agropromizdat, 1988.) o'quv qo'llanmasi asosida dos. T.M. Tursunov va B.M. Shokirovlar tomonidan tayyorlangan [3,19].

Uchinchi bo'limda nasos stansiyalarining foydalanish samaradorligini oshirish masalalari yoritilgan bo'lib, unda oxirgi yillarda shu sohada olib borilgan ilmiy tadqiqotlarning natijalari tahlili asosida tavsiya va takliflar bayon etilgan.

Nasoslarning ichki geometrik qismlarini konstruktiv loyihalash, ularning elementlari mustahkamligini hisoblash, nasos stansiyalarining energetika ta'minoti va elektrotexnika qismlari hamda ulardan foydalanish alohida bilim sohalariga ta'luqli bo'lganligi uchun bu masalalar ushbu darslikka kiritilmagan.

Darslik O'zbekiston Respublikasida va Mustaqil Hamdo'stlik Davlatlarida nasos stansiyalarini keng qo'llanilishi va rivojlanishiga o'zlarini ilmiy-amaliy tavsiyalari bilan munosib hissalarini qo'shgan atoqli olimlar akademik Karelin Vladimir Yakovlevich, dosentlar Xoroshev Oleg Vasil'evich, Kolpakova Tat'yana Aleksandrovna va Sudakov Vasiliy Petrovichlarning yorqin xotirasiga bag'ishlanadi. Darslik o'zbek tilida yaratilayotgan dastlabki adabiyotlardan bo'lganligi sababli kamchiliklar bo'lishi tabiiy. Shu boisdan mualliflar darslik bo'yicha fikr-mulohazalarini bildiruvchilarga, o'z minnatdorchiligini izhor qiladilar.

Darslikni yaxshilash bo'yicha takliflarni Andijon viloyati Andijon tumani Kuyganyor shaxarchasi Andijon qishloq xo'jaligi instituti va Toshkent iirigasiya

va qishloq xugaligini mexanizasiyalash muxandislari institutlariga yuborishingizni so'raymiz.

KIRISH

Suv uzatish mashinalarini yaratilishi uzoq o'tmishli tarixga ega. Odam yoki hayvon kuchi bilan harakatga keltiriladigan chig'ir va norin deb nomlangan suv uzatish mashinalari eramizdan ming yillar avval Misrda qo'llangan. Suyuqlik harakatini mexanik harakatga aylantirib, cho'michlari yordamida suvni ko'taruvchi charxpalak O'rta Osiyo, Hindiston, Xitoy va Misrda qadim zamonlarda ekinlarni sug'orishda qo'llangan va hozirgi kungacha etib kelgan [3,21]. Oddiy tuzilishdagi porshenli nasoslar eramizdan avvalgi 4-asrda ya'ni Aristotel davrida qo'llangani tarixdan ma'lum. Bu nasoslar daraxt tanasidan parmalab tayyorlanib, inson yoki hayvon kuchi bilan harakatga keltirilgan.

Markaziy Osiyoda o'rta asrlarda VIII asrda irrigasiya texnikasining muhim yutuqlaridan biri-suv ko'tarib beruvchi qurilma-chig'iriqlarni birinchi bo'lib Xorazmda qo'llanilganligidir. Chig'iriqlarni o'sha davrda keng ko'llanishiga asosiy sabab qilib sug'orish kanallari chuqurlashib, undagi suv sathini pasayishi va sug'orib ekiladigan maydonlar sathini suv sathidan yuqori bo'lib qolishini ko'rsatish mumkin. Ko'zga ko'ringan irrigator V.V.Sinzerlingning fikriga ko'ra, chig'iriqlar o'sha davrning texnik jihatidan eng mukammal qurilmasi bo'lgan, u yerlarni sug'orishda suv sarfini 30...50.% ga kamaytirgan, yerlarni botqoqlanishini oldi olingan, yuqori qatlamdan suv ko'tarib berganligi uchun kanallarda loyqa cho'kishi, kanallarni tozalash hajmi kamaygan.

Markazdan qochma nasosning birinchi shaklini italiyalik Djiovanni Jordan ixtiro qilgan bo'lsa, 1703 yilda Devani Papin uning eng sodda konstruksiyasini tayyorlagan. U unchalik katta bo'lmagan balandlikka suv chiqazib, konstruksiyasi oxirlari ochiq silindr ichiga joylashgan radial aralashtirgichdan iborat bo'lgan. Silindrning pastki oxiri suv sathi ostiga botirilgan, so'ng g'ildirak-aralashtirgich aylanganda suv silindir ichida ko'tarilib, silindr oxiri chetlaridan uzatkichga qo'yilgan.Undan keyinroq hozirgi markazdan qochma nasoslarning namunasi bo'lgan zamonaviy nasoslar paydo bo'lgan. Ammo tez aylanuvchi dvigatellarning yo'qligi XX asrgacha bu nasoslarni keng miqiyosda qo'llanilishiga imkon bermagan. Shu sababli suv energiyasidan foydalanib ishlaydigan suv ko'tarib beruvchi qurilmalar ixtiro qilingan. Masalan, fransiya fizigi I. Mongol'fe 1779 yili "Gidravlik taran" deb nomlanuvchi suv ko'tarib beradigan mashinani ixtiro qilgan,

uning ish tamoyili quvurdagi gidravlik zarba jarayonidan foydalanishga asoslangan.

Rossiyada XVIII asrda tog' qazish ishlarida shaxtalardan suv chiqarish uchun K.D.Frolov porshenli nasos qurilmalaridan foydalangan. Rus olimi M.V.Lomonosov shaxtalardan suv chiqaruvchi nasoslar va ularni charxpalak yordamida harakatga keltirish sxemalarini o'z asarlarida keltirgan. XVIII asrda po'lat va cho'yan ishlab chiqarishni hamda mashinasozlikni rivojlanishi I.I.Polzunovning bug' mashinasini kashf etishi va porshenli nasoslarni harakatga keltirishga tatbiq etilishi nasoslarni texnikani ko'pgina sohalarida keng qo'llanishiga olib keladi. XVIII asrda L.Eyler kurakli nasoslar nazariyasiga asos soldi va bu nazariyadan foydalanib. A.A.Sablukov markazdan qochgan nasosning hozirgi tuzilishdagi namunasini yaratdi. XIX asrda dizel va elektr dvigatellarning ixtiro qilinishi bilan porshenli nasoslar o'rnini ularga nisbatan ancha ixcham, engil va arzon markazdan qochma va o'qiy nasoslar egallay boshladi. 1898 yil injener V.A.Pushechnikov birinchi markazdan qochma vertikal quduq nasosini yaratdi.

Havoda uchish nazariyasini rivojlanishi o'qiy nasoslarni vujudga kelishiga asos bo'lgan. O'qiy nasoslarning nazariyasi professor N.E.Jukovskiy tomonidan ishlab chiqilgan samolyot qanotining nazariyasiga asoslangan A.G.Shuxov bug' dvigateli bilan ishlaydigan nasos nazariyasini yaratgan, akademik G.F.Proskura nasoslardagi kavitasiya jarayonini o'rgangan. Professor I.I.Kukolevskiy birinchi bo'lib tajriba ma'lumotlari asosida dinamik o'xshashlik qonuniyatini ishlab chiqqan va uni nasoslarni hisoblash amaliyotida qo'llagan. Nasosozlik sohasida juda ko'p ilmiy ishlar mualliflari professor A.A.Burdakov (porshenli nasoslar), I.N.Voznisenkiy (gidromashinalar ishchi g'ildiragida harakatlanayotgan suyuqlik gidrodinamikasi bo'yicha), S.S.Rudnev (o'xshashlik nazariyasi va kavitasiya bo'yicha) A.E.Karavaev (o'xshashlik nazariyasi bo'yicha) va boshqalar bu sohaga katta hissa qo'shishgan.

Nasos stansiyalarni loyihalash va ulardan foydalanishdagi muammolarning echimlari bo'yicha N.N.Abramov, N.I.Malishevskiy, M.M.Florinskiy, V.V.Richagov, G.I.Krivchenko, V.Ya.Karelin, V.I.Turk, K.I.Lisov, V.I.Vissarionov, V.B.Dulnev, V.F.Chebevskiy kabi taniqli olimlar o'quv va ilmiy adabiyotlarning asoschilari hisoblanadi: Hozirgi kunda O'zbekistonda nasos stansiyalaridan foydalanish samaradorligini oshirish bo'yicha Sh.X.Raximov, M.M.Muhammadiev, O.Ya.Glovaskiy kabi olimlar keng qamrovli ilmiy-tadqiqot ishlari olib bormoqdalar.

O'zbekistonda XX asrning boshlarida kichik traktor dvigatellari bilan xarakatga keltiriladigan nasos qurilmalari mavjud bo'lgan ya'ni ulardan foydalanish 1909 yildan boshlangan. Shu yili Termiz magistral kanalini suv tindirgich havzasidan yuqorida to'rt dona markazdan qochma nasos bilan jihozlangan, 1200 desyatina cho'l yerlarni sug'orishga mo'ljallangan nasos stansiyasi qurilgan. 1917-1924 yillarda Chirchiq daryosidan suv oladigan Iskandar arig'ida bir nechta xususiy nasos stansiyalari qurilib ishlatilgan. Bu davrgacha asosiy suv ko'tarish kurilmalari sifatida hayvon yoki odam kuchidan harakatlanuvchi chig'ir va noriyalardan foydalanilgan. Rossiyaga qo'shilgan davrda Xorazmda 60 mingdan ortiq chig'irlar yordamida Amudaryodan suv olinganligi ma'lum. 1930 yillarda T.A.Kolpakova xabarligida respublikamizda Fardzon traktor dvigatellari bilan harakatlanuvchi oddiy nasos qurilmalarini loyihalash, qurish va tadqiqot qilish ishlari amalga oshirildi.

Birinchi elektrlashtirilgan ko'chmas nasos stansiyalar 1959 yilda qurilgan Mirzacho'ldagi "Bayavut" va Farg'ona vodiysidagi "To'raqo'rg'on" nasos stansiyalari hisoblanadi.

O'zbekistonning irrigasiya tizimlarida 1960-90 yillarda 1604 nasos stansiyalari qurilgan bo'lib, ular 2 mln ga dan ortiqroq ya'ni 60 foizga yaqin sug'oriladigan yerlarga 6,4 ming m^3/s ya'ni yiliga 50 mlrd m^3 miqdordagi suvni chiqarib beradi. Yer osti suvlari sathini pasaytirish va sug'orish maqsadlarida 11,5 ming dona vertikal quduq nasos qurilmalari ham barpo etilgan. Bulardan tashqari tashqari aholini ichimlik suv bilan ta'minlash, chiqindi suvlarni chiqarib tashlash va qishloq xo'jalik korxonalarining ekinlarni sug'orish ichki nasos qurilmalari mavjud.

Respublikamiz sug'orish tizimlaridagi nasos stansiyalarning 24 tasi eng yirik va noyobligi jihatidan dunyo amaliyotida o'xshashi yo'q bo'lib, ular yordamida bir yoki bir nechta viloyatlarning ekin maydonlari suv bilan ta'minlanadi.

Mamlakatimiz mustaqillikka erishishdan so'ng Respublikadagi mavjud gidrotexnika inshootlari (sh.j. nasos stansiyalari)ning texnik holatini ishonchligi va xavfsiz ishlatilishini ta'minlash, ularni to'g'ri ishlatish yo'lida ta'sirchan va samarali tadbirlar belgilandi. Xususan "Suv va suvdan foydalanish" (1993 y), "Gidrotexnika inshootlarining xavfsizligi to'g'risida" (1999 y) gi qonunlar qabul qilindi. Respublikadagi mavjud nasos stansiyalarini ishonchli va xavfsiz ishlatish, ularning ishlatish sharoitlarini yaxshilash, ularga o'z vaqtida texnik qarovni amalga oshirish, o'z vaqtida ta'mirlash va rekonstruksiya qilishga ko'p jihatdan bog'liq.

Nasos stansiyalarini ishlatishni yaxshilash quyidagi yo'nalishlarda olib borilsa ijobiy natija berishi mumkin:

- boshqaruvning rasional tuzilmasi ishlab chiqish va foydalanish xizmatini yaxshi tashkil qilish;

- fan va texnika yutuqlari, chet el ilg'or tajribalari asosida ishlatishni ilmiy tashkil etish va xizmatchilar mehnatini taqdirlash;

- nasos stansiyalarini texnik boshqarishni mukammal avtomatlashtirilgan tizimini ishlab chiqish va joriy etish;

- yangi mukammallashtirilgan nazorat-o'lchov asboblari ishlab chiqish va joriy etish;

- ta'mirlash-foydalanish ishlarini kompleks mexanizatsiyalanishini ta'min etuvchi ilg'or (progressiv) texnologiya va mexanizmlarini yaratish;

- nasos stansiyasi inshootlari, bosimli quvurlardagi gidravlik jarayonlarni o'rganib borish, foydalanish-energetik ish tartibini baholash;

- nasos stansiyalarini (barcha inshootlari va uskunalari bilan) ishlatishning mukammallashtirilgan namunaviy yo'riqnoma, ko'rsatma va qoidalarini ishlab chiqish va joriy qilish.

Mamlakatimizda nasos stansiyalarini ishlatish bo'yicha ma'lum bir tajribalar to'plangan, lekin ular nasos stansiyalarining uskunalari va inshootlarini eskirganligini inobatga olib, zamonaviy ilmiy-tadqiqot ishlari, fan va texnikaning yutuqlari, ilg'or tajribalar asosida boyitilishi va amalda qo'llanilishi lozim. Ilmiy-tadqiqot ishlari quyidagi yo'nalishlarda olib borilsa, nasos stansiyalarining ishonchliligini ta'minlanib, xizmat muddatlari uzaygan bo'lar edi:

- nasos stansiyasi inshootlari va uskunalaridan foydalanish xususiyatlarini o'rganish;

- nasos stansiyalari, barcha inshootlari va bosimli quvurlari, uskuna va jihozlaridagi gidravlik jarayonlarni o'rganish, ularni salbiy ta'sirini oldini olish bo'yicha tadbirlar belgilash, stansiya ishini foydalanish-energetik jihatdan baholash;

- inshootlari va uskunalarning barcha turlarini diagnostika qilishning ilmiy-uslubiy asoslarini ishlab chiqish, buzilish, sinish va nuqsonlarining sabablarini aniqlash va ularni bartaraf qilish choralarini amalga oshirish;

- nasos stansiyasi inshootlari va uskunalarning xavfsizlik mezonlari va xavfsiz ishlatish qoidalarini ishlab chiqish;

- inshootlarning xavfsizligiga tabiiy, seysmik va texnogen ta'sirlarni o'rganib borish hamda ularning konstruksiyalarini kuchaytirish usullarini ishlab chiqish;

-inshootlarning ishlatilishi va eskirishini hisobga olib ta'mirlash, qayta tiklash, rekontruksiya qilish, yangi inshootlarni loyihalash usullarini ishlab chiqish va konstruksiyalarini yaratish va h.k.

Ushbu darslikning uchinchi bo'limida nasos stansiyalarining inshootlari va uskunalari bog'liq gidrologik, gidravlik, gidromexanik, energetik va foydalanish-texnologik jarayonlarini o'rganish natijalari bo'yicha oxirgi yillarda olib borilgan ilmiy-tadqiqotlar asosida ularning foydalanish samaradorligini oshirishga yo'naltirilgan ilmiy asoslangan tadbirlar, takliflar va tavsiyalar yoritilgan.

3-BOB. KURAKLI NASOSLARNING TURLI SHAROITLARDAGI Ish TARTIBLARI

3.1. NASOSLARNING XARAKTERISTIKALARI TURLARI IshChi NUQTANI ANIQLASH

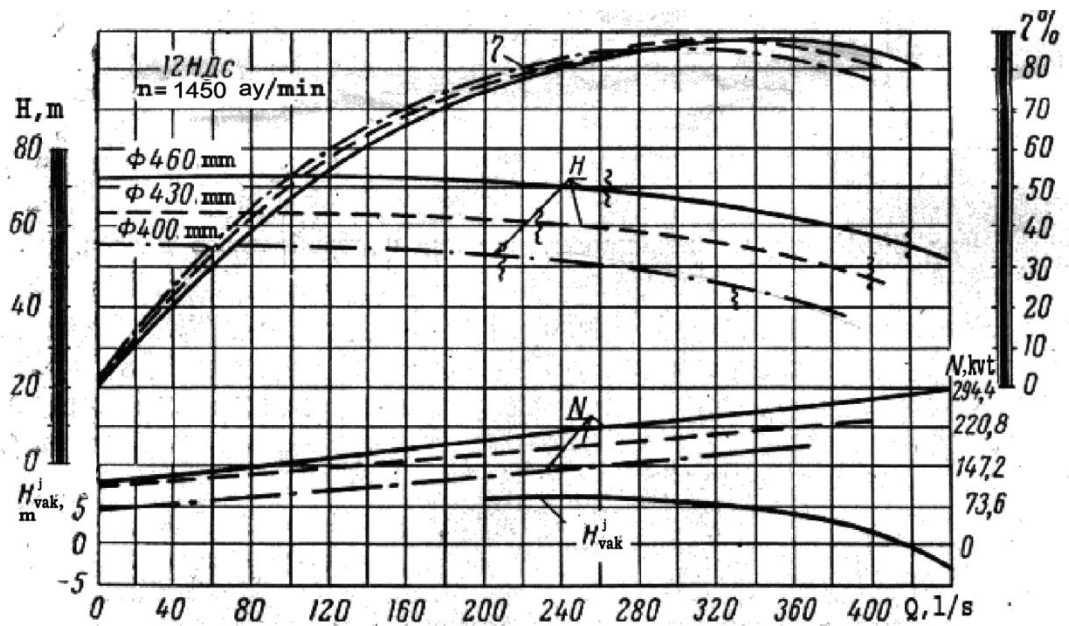
Turli sharoitlarda nasoslardan maqsadga muvofik foydalanish uchun ularning ish faoliyati to'g'risidagi ma'lumotlar ya'ni xarakteristikalari beriladi. Nasosning xarakteristikasi deb, aylanish chastotasi n o'zgarmas bo'lganda, uning bosimi H , quvvati N , FIK η va joiz vakuummetrik so'rish balandligi $H_{\text{vak}}^{\text{MC}}$ ko'rsatkichlarini suyuqlik uzatishi Q bilan bog'lanish grafiklariga aytiladi.

Nasos qurilmalarini loyihalash va ulardan foydalanish davridagi barcha masalalarni echish uchun nasoslarning ish ko'rsatkichlari haqidagi ma'lumotlar zarur bo'ladi. Bunday ma'lumotlar ularning xususiy, universal va o'lchamsiz xarakteristikalari shakllarida berilishi mumkin. Ushbu ko'rinishdagi xarakteristikalar nasos tayyorlash zavodlari tomonidan beriladi va nasoslarning kataloglarida keltiriladi [25,26].

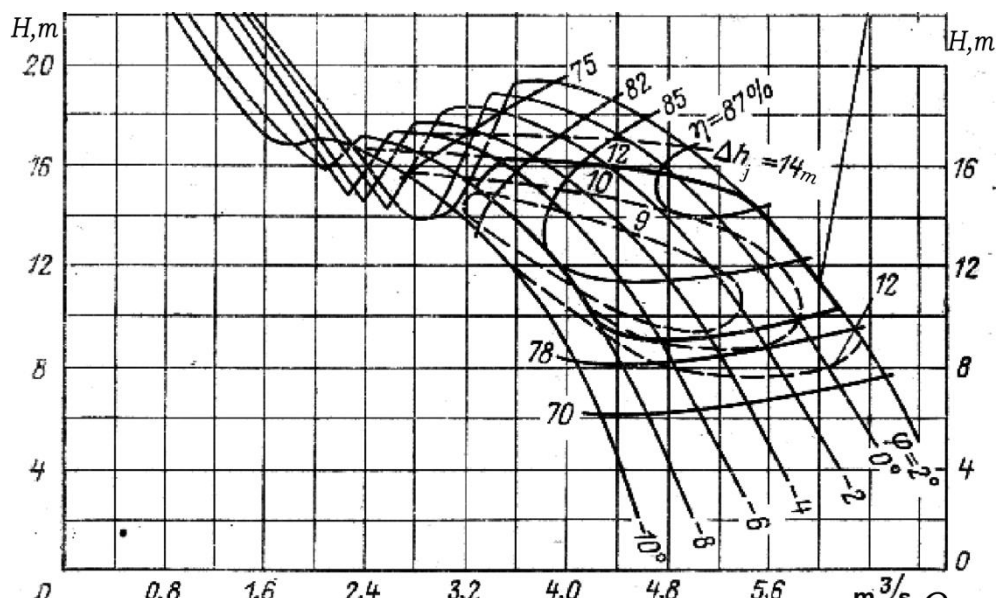
Misol tariqasida 3.1-rasmda 12HD_c belgidagi markazdan qochma nasosning $n=1450$ ay/min aylanish chastotasidagi xususiy xarakteristikasi keltirilgan.

Xarakteristikada ishchi g'ildiragi diametri $D_2 = 460$ mm, 430 mm va 400 mm bo'lgan holda, H , N , η , H_{vak}^j qiymatlarining suv uzatish Q bilan bog'lanish grafiklari berilgan bo'lib, nasosning qo'llanish chegarasi $\eta=0,9\eta_{\text{max}}$ qiymatida to'lqinsimon chiziqlar bilan belgilangan.

O'qiy OΠ2-110 ($n=485$ ay/min) belgidagi nasosning universal xarakteristikasi kuraklarining burilish burchagi $\varphi = -10^{\circ}$ dan $\varphi = +2^{\circ}$ chegarasida Q va H koordinat sistemasidagi egri chiziqlar shaklida 3.2-rasmida keltirilgan. Xarakteristikadagi $H=f(Q)$ egri chiziqlari boshlanishida Q ortishi bilan H qiymati to'g'ri chiziq shaklida tez pasayishi, keyingi bo'lagida tez ortishi va oxirgi $Q>3,6$ m^3/s bo'lgan qismida H bosimni pasayib borishini kuzatish mumkin. Xarakteristikaning oxirgi $Q>3,6$ m^3/s qismi nasosning tavsiya etiladigan ishlatish zonasi deyiladi va yo'g'onroq chiziq bilan ajratib ko'rsatiladi. Universal xarakteristikada $H=f(Q)$ chiziqlaridan tashqari FIK $\eta=\text{const}$ va joiz kavitasiya zaxirasi $\Delta h=\text{const}$ o'zgarmas qiymati egri chiziqlari (izolinialari) ham beriladi (Δh punktir egri chiziqlar).

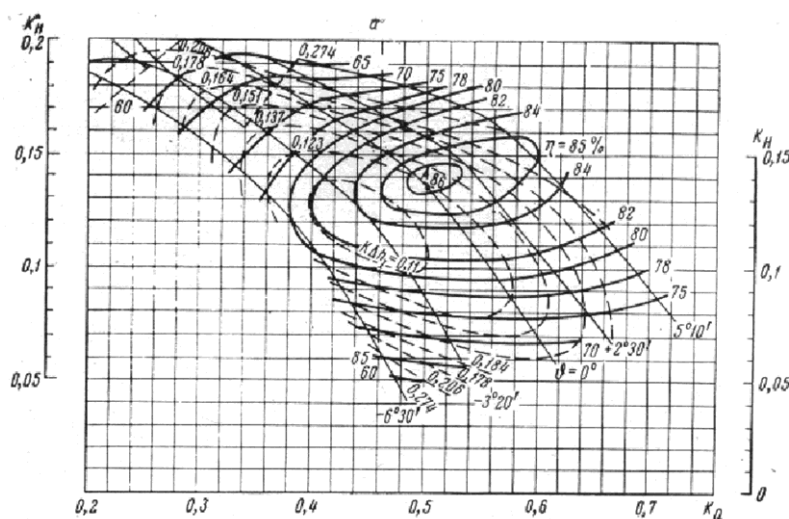


3.1- rasm. Markazdan qochma 12HD_c nasosning xarakteristikasi



3.2-rasm. O'qiy OII2-110 nasosning universal xarakteristikasi ($n = 485$ ay/min)

O'qiy nasoslarning o'lchamsiz xarakteristikasi K_H va K_Q koordinata tekisligida kuraklarining har xil o'rnatilish burchagi uchun $K_H = f(K_Q)$, $K_{\Delta h} = \text{const}$ va $\eta = \text{const}$ egri chiziqlari ko'rinishida beriladi (3.3-rasm). (K_Q , K_H , va $K_{\Delta h}$ – mos ravishda o'lchamsiz suv uzatishi, bosimi va kavitasiya zaxirasi koefitsientlari).



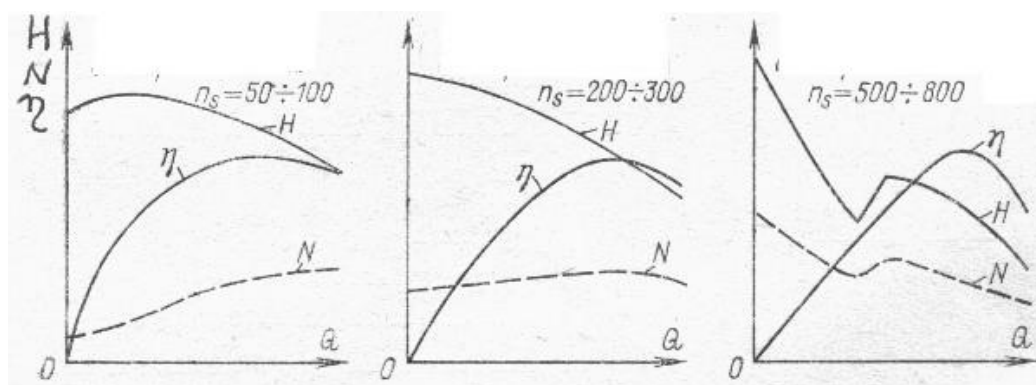
3.3-rasm. O'qiy OII5 turdagi nasosning o'lchamsiz xarakteristikasi

O'lchamsiz xarakteristikalar bir turdagi (OII5) har-xil o'lchamdagi, turli aylanish chastotasidagi bir necha nasoslarning (OII5-87, OII5-110, OII5-145 va h.k.) universal va xususiy xarakteristikalarini keltirib chiqarish imkoniyatini beradi. Buning uchun quyidagi o'xshashlik qonuniyati formulalaridan foydalaniladi:

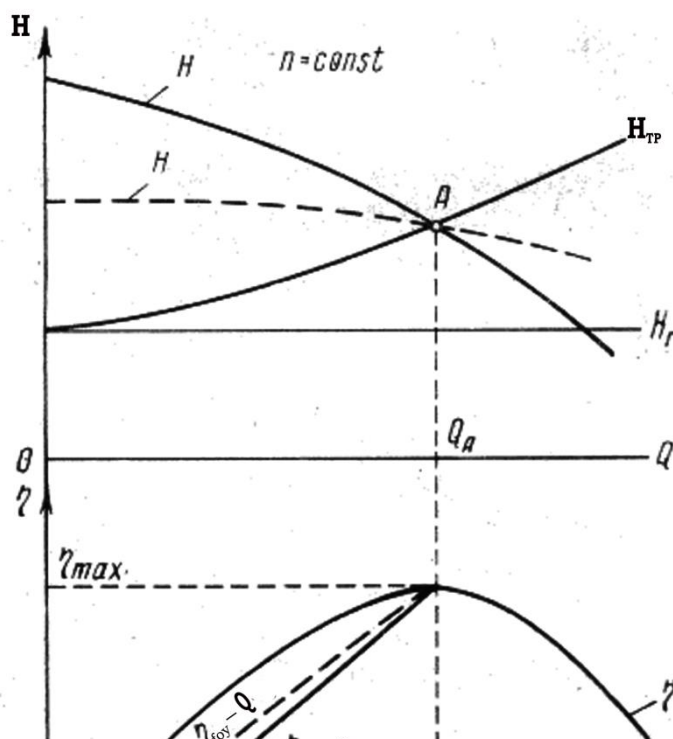
$$K_Q = \frac{Q}{nD^3} ; \quad K_H = \frac{H}{n^2 D^2} ; \quad K_{\Delta h} = \frac{\Delta h}{n^2 D^2} ; \quad (3.1)$$

Bu yerda n - aylanish chastotasi, ay/s; D - ishchi g'ildirak diametri, m.

Xususiyl xarakteristikalarining shakllari ishchi g'ildirakning tuzilishiga ya'ni n_s ga bog'liq ravishda turli ko'rinishda bo'ladi. Nasosning eng qulay ish tartibi FIK η ning maksimal nuqtasiga to'g'ri keladi. FIK $\eta=0,9\eta_{max}$ teng bo'lgan qiymatiga to'g'ri keluvchi ish ko'rsatgichlari nasosning ko'llanish chegarasi H chizig'ida to'liqinsimon chiziqlar bilan belgilanadi (3.1-rasm). Tezkorlik koeffitsientni n_s kichik bo'lgan nasoslarda FIK yuqori qiymatlari kengroq chegarani egallaydi, n_s katta bo'lgan nasoslar uchun esa aksincha bo'ladi (3.4-rasm). Tezkorligi n_s katta qiymatlarga ega bo'lgan o'qiy nasoslarda H bosim chizig'ining buklangan (siniq) qismi ham paydo bo'ladi (3.4, 6-rasm). Quvvat N egri chizig'i n_s ning kichik qiymatlarida Q ortishi bilan yuqoriga ko'tarilib borsa, n_s ning katta qiymatlarida esa aksincha bo'ladi.



3.4-rasm. Kurakli nasoslarning xarakteristikalarining shakllari



3.5-rasm. Nasosning haqiqiy ish tartibini aniqlash,

Yuqoridagi xarakteristikalarni taxlil qilib aytish mumkinki, markazdan qochma nasoslarni bosimli quvurdagi qulfakni berkitib yurgizish maqsadga muvofiqdir, chunki $Q=0$ bo'lganda, eng oz quvvat talab etiladi. O'qiy nasoslarda esa aksincha, shuning uchun ularning bosimli tomoniga qulfak o'rnatilmaydi.

Nasosning ish tartibini aniqlash uchun uning xarakteristikasidagi Q-H koordinata tizimida quvur tarmog'ining xarakteristikasi yoki quvurning gidrodinamik egri chizig'i quyidagi formula bilan quriladi:

$$H_{mp} = H_r + \sum h_w \quad (1.13)$$

yoki
$$H_{mp} = H_r + R_T Q^2 \quad (1.17)$$

bu yerda
$$R_T = \left(\sum \xi_i + \sum \lambda_i \frac{l_i}{d_i} \right) \frac{16}{2g\pi^2 d_i^4} \quad (1.16)$$

Yuqoridagi (1.17) ifodadagi Q ga turli qiymatlar berib, quvurning xarakteristikasi yoki gidrodinamik egri chizig'ini yasash mumkin. Nasosning bosim xarakteristikasi $H=f(Q)$ egri chizig'i bilan quvurning $H_{TP} = H_r + R_T Q^2$ gidrodinamik egri chizig'i kesishgan A nuqta ishchi nuqtasi deyiladi (3.5-rasm). Demak, berilgan nasos $n=\text{const}$ o'zgarmas aylanish chastotasida muayyan quvur tarmog'iga ishlaganda H_A bosimga va η_A FIK ga ega bo'lib, Q_A miqdordagi suyuqlikni H_r balandlikka chiqara olish qobiliyatiga egadir.

Eslatma: ishchi nuqta A nasosning ishlatilish chegarasidan ya'ni $\eta = 0,9\eta_{\max}$ chegaradan tashqariga chiqib ketmasligi zarur (3.1-rasm).

3.2. NASOSLARNI Ish KO'RSATKICHLARINI ROSTLASH

Odatda nasosni maksimal talab etiladigan suv uzatishi bo'yicha tanlab olinadi. Lekin undan foydalanish sharoitida suv uzatishi miqdorini o'zgartirish zaruriyati paydo bo'lishi amaliyotda uchrab turadi. Avval aytib o'tilganidek, nasosning haqiqiy suv uzatishi uning bosim xarakteristikasi $H=f(Q)$ egri chizig'i bilan quvurning $H_{\text{TP}} = f(Q)$ gidrodinamik egri chizig'i kesishgan A ishchi nuqta orqali aniqlanadi (3.5-rasm). Demak, suv uzatishi Q ni nasosning yoki quvurning xarakteristikasini o'zgartirish hisobiga rostdash mumkin. Amaliyotda nasosning suv uzatishini miqdor va sifat jihatidan rostdash usullaridan foydalaniladi.

Miqdor jihatidan rostdash usuli quyida keltirilgan bir necha xil yo'llar bilan amalga oshirilishi mumkin.

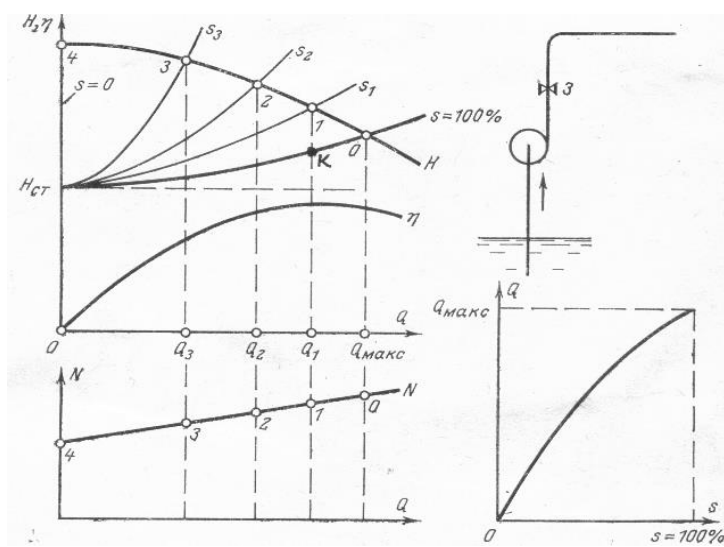
1. Bosimli quvurdagi qulfak yordamida rostdash yoki drosellash. Bu usul kurakli nasoslarni suv uzatishini rostdashda keng qo'llaniladi. Bunda bosimli quvurdagi qulfakni qisman berkitib borish yo'li bilan qo'shimcha qarshilik hosil qilinadi va quvur tarmog'ining xarakteristikasini o'zgartiriladi. Demak (1.17) formuladagi R_t doimiy qiymat $R_T = R_{TR} + R_K$ bo'ladi, Bu yerda R_{TP} – quvurlardagi bosim isroflarini hisobga oluvchi doimiy qiymat, R_K - quvurlarda hosil bo'luvchi qo'shimcha qarshilikni hisobga oluvchi koeffisient.

U holda quvurlar tarmog'ining xarakteristikasini aniqlash formulasi

$$H_{mp} = H_{\Gamma} + R_{TP}Q^2 + R_qQ^2 \quad (3.2)$$

Qulfakni berkitish darajasini ortishi bilan R_q – qiymati ham ortib boradi. Qulfakning ochiqlik darajasi S o'zgarishi bilan quvurlar tarmog'i xarakteristikasini va nasosning suv uzatishini o'zgarishini 3.6-rasmdagi 0-4 nuqtalarda kuzatish mumkin.

Yuqoridagi 3.6-rasmdagi $Q=f(S)$ grafigidan ko'rinib turibdiki, qulfakni ochiqlik darajasi S qiymatini o'zgarishi hisobiga nasosning suv uzatishini keng chegarada rostdash mumkin bo'ladi. Qulfak bilan roslash juda sodda usul hisoblanadi, lekin qo'shimcha qarshilik hisobiga energiya sarfi ketishi bu usulni



asosiy kamchiligidir.

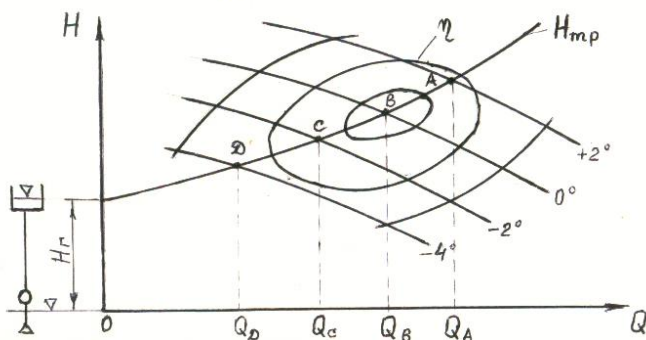
3.6-rasm. Nasosning suv uzatishini qulfak bilan rostdash

2. Qisman suvni bosimli tomondan so'rish tomoniga

o'tkazish yo'li bilan roslash. Bu usulda bosimli va so'rish quvurlarni bog'lovchi qo'shimcha aylanma quvurga o'rnatilgan qulfakning ochiqlik darajasini o'zgartirib, bosimli quvurga uzatilayotgan suv miqdorini kamaytirish yoki roslash amalga oshiriladi. Amaliyotda bunday yo'l bilan roslash kam qo'llaniladi, chunki nasosning FIK qiymati ancha miqdorga kamayib ketadi. Quvvat xarakteristikasi pasayib boruvchi, tezkorligi yuqori bo'lgan kurakli nasoslarda ushbu usulni qo'llash maqsadga muvofiq bo'ladi.

Bu usulda $\Delta Q = Q_{\max} - Q_1$ – miqdordagi suv bosimli tomondan so'rish tomoniga qaytib o'tishi hisobiga nasosning FIK ancha miqdorga kamayadi (3.6-rasm). Bundan tashqari nasosning haqiqiy suv uzatishi ortishi hisobiga u kavitasion ko'rsatkichlari yomonlashgan ish tartiblarida ishlaydi. Shuning uchun bu usulni tezkorligi yuqori bo'lgan o'qiy nasoslarni yurgizish paytidagina qo'llash mumkin.

3. Ishchi g'ildirak kuraklarining burilishi burchagini o'zgartirib roslash. Bu usul kuraklarni burilish burchagini ish davrida o'zgartirish imkoniyatini beruvchi mexanizmga ega bo'lgan kuraklari buriluvchan o'qiy va diagonal nasoslarda qo'llaniladi. Ushbu usul nasosning suv uzatishini silliq o'zgartirish imkoniyatini beradi va FIK ning yuqori qiymatlaridagi ish tartiblarini ta'minlaydi, hamda iqtisodiy jihatdan ancha samaralidir (3.7-rasmdagi A,B,C nuqtalar).



3.7-rasm. O'qiy nasos kuraklarini burilish burchagini o'zgartirib roslash

4. Ishlayotgan nasoslar sonini o'zgartirish yo'li bilan roslash. Bitta quvurga parallel ulangan nasoslar suv uzatishini ishlayotgan agregatlar sonini o'zgartirib roslash mumkin, lekin bu usulda suv uzatish silliq o'zgarmay, pog'onali roslanadi. Parallel ishlayotgan nasoslarni ish tartibini aniqlash keyingi mavzularda taxlil qilinadi.

5. Markazdan qochma nasoslarda ishchi g'ildiragini yo'nish usuli bilan ish ko'rsatkichlarining roslash. Markazdan qochma nasoslarning ishchi g'ildiragini tashqi diametrini yo'nish yo'li bilan xarakteristikasi o'zgartirilganda, FIK biroz o'zgaradi.



3.8-rasm. Ishchi g'ildiragini yo'nish yo'li bilan markazdan qochma nasos xarakteristikasini qurish

Bu usul bilan hisoblash quyidagi tartibda amalga oshiriladi. Nasos xarakteristikasining (3.8-rasm) Q-H koordinatalar sistemasiga $Q = a\sqrt{H}$ proporsionallik egri chizig'i chiziladi, Bu yerda $a = Q_x / \sqrt{H_x}$; Q_x va H_x - nasosning zaruriy (hisobiy) suv uzatishi va bosimi.

Egri chiziq $Q = a \cdot \sqrt{H}$ nasosning $H=f(Q)$ bosim xarakteristikasini E nuqta kesib o'tadi. Nasos ishchi g'ildiragining yangi yo'nilgan diametri S va E nuqtalar koordinatalari bo'yicha aniqlanadi:

$$D_{2\bar{u}} = D_2 \frac{Q_x}{Q_E} \quad (3.3)$$

bu yerda D_2 -ishchi g'ildirakning dastlabki diametri, m.

Ishchi g'ildirakning yo'nilish darajasi m joiz yo'nish qiymati $m_{\text{ж}}$ dan kam bo'lishi zarur, ya'ni:

$$\frac{D_2 - D_{2\bar{u}}}{D_2} \cdot 100 = m \leq m_{\text{ж}} \quad (3.4)$$

Joiz yo'nish qiymati nasosning n_s -tezkorligiga bog'liq bo'lib $n_s=60...120$ bo'lganda, $m_{\text{ж}}=20...15\%$; $n_s=120...200$ bo'lganda, $m_{\text{ж}}=15...10\%$; $n_s=200...300$ bo'lganda, $m_{\text{ж}}=10...5\%$;

Agarda ishchi g'ildirakni zaruriy yo'nish miqdori m joiz m_j miqdoridan ortiq bo'lmasa, quyidagi formulalar yordamida nasos xarakteristikasi qayta hisoblanadi:

$$Q_1 = Q \left(\frac{D_{2\bar{u}}}{D_2} \right)^k ; \quad N_1 = N \left(\frac{D_{2\bar{u}}}{D_2} \right)^{3k} ; \quad H_1 = H \left(\frac{D_{2\bar{u}}}{D_2} \right)^{2k} ; \quad (3.5)$$

bu yerda , κ - koeffisient, $n_s \leq 200$ bo'lganda, $\kappa = 1$ teng va $n_s > 200$ bo'lganda $\kappa = 1,5$.

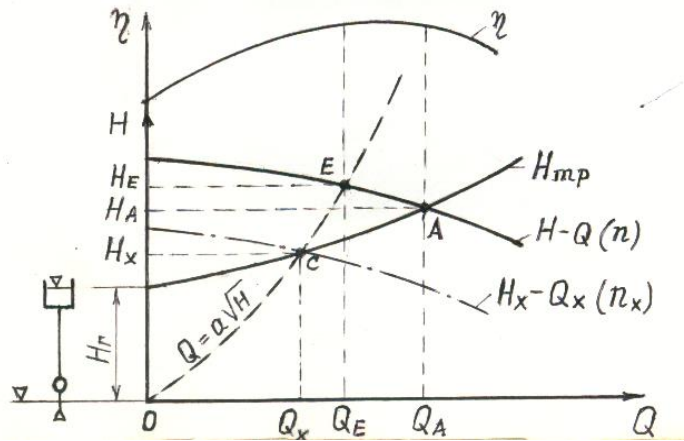
Nasosning tezkorlik koeffisienti $n_s \leq 120$ bo'lganda, FIK har 10% yo'nish miqdoridan 1% ga, agarda $n_s > 120$ bo'lsa, har 10 % yo'nish miqdoridan 4% ga kamaytiriladi. Joiz vakuummetrik so'rish balandligi H_{vak} miqdori qayta hisoblanmaydi. Yuqorida keltirilgan (3.5) formulalar yordamida nasosning xarakteristikasi qayta hisoblanib $D_{2\text{н}}$ yo'nilgan diametri uchun yangi xarakteristika quriladi (3.8-rasm). Shuni aytib o'tish kerakki, zavod tomonidan tavsiya etiladigan xarakteristikalar bir tur o'lchamdagi nasosga turli yo'nilgan diametrlar uchun beriladi (3.1-rasm) va jamlangan grafiklarda to'rtburchakli egri chiziqlar shaklida keltiriladi.

Sifat jihatdan nasosni ish ko'rsatkichlarini rostlash usuli aylanish chastotasini o'zgartirib amalga oshiriladi. Nasosni aylanish chastotasini o'zgartirish uning ish ko'rsatkichlarini keng chegarada rostlash imkoniyatini beradi. Bu usul qo'llanganda nasosning ish ko'rsatkichlarini dinamik o'xshashlik qonuniyati formulalari (1.63)...(1.66) asosida hisoblab topish mumkin. Nasosning aylanish chastotasini quyidagi yo'llar bilan o'zgartirish mumkin: 1) elektr toki chastotasini o'zgartib, nasosni harakatga keltiruvchi elektr dvigatel aylanish chastotasini o'zgartirish; 2) elektr dvigatel juft qutblari sonini o'zgartirish; 3) elektr zanjiriga qarshilik kiritish (ushbu 3 usul nasosni harakatga keltiruvchi elektr dvigatel aylanish chastotasini o'zgartirishga mo'ljallangan bo'lib, amaliyotda hali keng qo'llanilmagan); 4) nasos va dvigatel vallari o'rtasiga turli uzatmalar o'rnatish yo'li (masalan, tishli, tasmali, gidravlik va elektromagnit muftalar). Lekin ushbu uzatmalar nasos qurilmalarini murakkablashtiradi va narxini qimmat bo'lishiga olib keladi. Bu rostlash usulini samarali qo'llash uchun o'zgaruvchan aylanish chastotasini ta'minlovchi o'zgarimas tok elektr dvigateli, faza rotorli asinxron elektr dvigatel, bug' dvigateli va ichki yonish dvigatelidan foydalanish maqsadga muvofiq bo'ladi.

Nasos qurilmasining suv uzatishini sifat jihatidan rostlashda zaruriy Q_x miqdordagi suyuqlik uzatishini ta'minlaydigan n_x aylanish chastotasini topish uchun dinamik o'xshashlik qonuniyatidan foydalanib, quyidagi ifoda bilan proporsionallik egri chizig'i chiziladi (3.9-rasm):

$$Q = \hat{a} \cdot \sqrt{H} ; \quad (3.6)$$

bu yerda , $\hat{a} = \frac{Q_x}{\sqrt{H_x}}$ - proporsionallik koeffisienti.



3.9-rasm. Nasosning xarakteristikasini aylanish chastotasini o'zgartirish usuli bilan qayta qurish.

Proporsionallik egri chizig'i $Q = a \cdot \sqrt{H}$ bilan nasosning bosim xarakteristikasi $H=f(Q)$ kesishgan E nuqtaning koordinatalari H_E va Q_E orqali yangi aylanish chastotasi n_x quyidagicha topiladi:

$$n_x = n \frac{Q_x}{Q_E} = n \sqrt{\frac{H_x}{H_E}}; \quad (3.7)$$

bu yerda , n_x – nasosning dastlabki aylanish chastotasi.

Yangi n_x aylanish chastotasi uchun nasosning xarakteristikasini qayta hisoblashda (1.63)...(1.66) dinamik o'xshashlik formulalaridan foydalaniladi:

$$Q_x = Q i_n; \quad H_x = H \cdot i_n^2; \quad N_x = N \cdot i_n^3$$

$$H_{\text{bak},x} = 10 - (10 - H_{\text{bak}}) \cdot i_n^2; \quad i_n = \frac{n_x}{n}$$

(3.8)

3.9-rasmda nasosning bosim xarakteristikasi $H_x = f(Q_x)$ egri chizig'i hisobiy suv uzatishi $Q_x < Q_A$ bo'lgan zaruriy ish ko'rsatkichlarini ta'minlovchi S nuqtadan o'tishi ko'rsatilgan.

Bu usul bilan nasosning suv uzatishini orttirish yoki kamaytirish ham mumkin bo'lib, iqtisodiy jihatdan ancha samaralidir. Chunki nasosning FIK qiymati o'zgarmaydi. Aylanish chastotasini orttirish nasos ishlab chiqaruvchi

zavod bilan kelishilgan holda amalga oshiriladi, chunki nasos detallari va qobig'ini yuqori bosimga chidamliligi ta'minlangan bo'lishi zarur.

3.3. NASOSLARNI PARALLEL ISHLASHI

Agar bitta quvur tarmog'iga bir nechta nasoslar parallel birlashtirilsa, u holda tarmoqdagi suv sarfi barcha ishlayotgan nasoslar suv uzatishlari yig'indisiga teng, nasoslar hosil qiladigan bosimlar esa bir xil bo'ladi. Ana shu shart parallel ishlayotgan nasoslarning umumiy xarakteristikasini qurish imkoniyatini beradi. 3.10-rasmda ikkita bir xil parallel ulangan nasoslarning bosim xarakteristikasi H_{I+II} va FIK $\eta_{I,II}$ keltirilgan. Ularning umumiy xarakteristikasi H_{I+II} o'zgarmas bosim qiymatlarida suv uzatishlari qiymatlari qo'shib quriladi ya'ni $H_I=H_{II}=H$ va $Q=Q_I+Q_{II}$ bo'ladi.

Izoh: Bu yerda umumiy quvurgacha (m nuqtagacha) bo'lgan bog'lovchi quvur uzunligi qisqa va uning gidravlik qarshiligi hisobga olinmagan holat ko'rilgan.

Demak, umumiy yig'indi xarakteristika H_{I+II} absissa o'qi (suv uzatishi) ikkilantirilib quriladi. Umumiy yig'indi H_{I+II} xarakteristika bilan quvur tarmog'ining H_{Tp} xarakteristikasi ya'ni gidrodinamik egri chizig'i (1.17) formula) kesishgan ishchi nuqta A parallel ishlayotgan nasoslarning ish tartibini belgilaydi. Yuqoridagi 3.10-rasmdagi nasoslarning ish tartiblarini taxlil qilib aytish mumkinki, ular birgalikda ishlayotganda $Q_A=2Q_{A1}$ miqdorda suv uzatayotgan bo'lsa, ana shu o'lchamdagi quvurga alohida-alohida ishlaganda har biri Q_B miqdoridagi suvni uzatish imkoniyatiga ega bo'ladi.

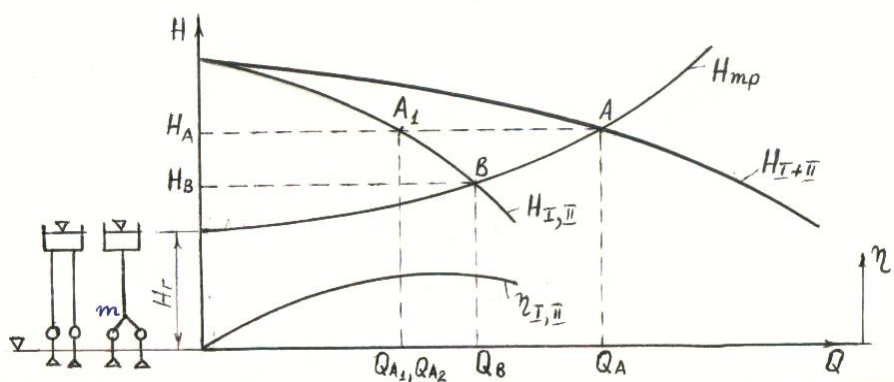
Demak, nasoslar parallel ishlayotganda, alohida ishlashiga nisbatan ΔQ miqdorda kam suv uzatadi ya'ni:

$$\Delta Q = Q_A - 2 Q_e ; \quad (3.9)$$

ΔQ – parallel ishlayotgan nasoslarning suv uzatish «taqchilligi» deb atalib, alohida va parallel ulangan nasos qurilmasi variantlarini taqqoslashda asosiy texnik-iqtisodiy ko'rsatkich hisoblanadi. ΔQ ning miqdori quvur tarmog'ining gidravlik qarshiligiga bog'liq bo'lib, qarshilik qancha kam bo'lsa, ΔQ shuncha oz bo'ladi.

Quvurning suv sarfi Q ortishi bilan undagi bosim isroflari ko'payishi va ΔQ miqdorini ortishini e'tiborga olib, nasos qurilmalari va stansiyalarini loyihalashda bitta quvurga uchtdan ortiq nasoslarni ulash tavsiya etilmaydi.

Keyingi navbatda bosim xarakteristikasi $H=f(Q)$ har-xil bo'lgan ikkita turli nasoslarni parallel ishlash holatini ko'ramiz (3.11-rasm). Avvalgi holdagi kabi bog'lovchi quvurlar tutashgan m nuqtada nasoslarning bosimi bir xil bo'ladi ya'ni $H=H_I=H_{II}$, va umumiy suv uzatishi $Q=Q_I+Q_{II}$.



3.10-rasm. Ikkita bir xil nasosning parallel ishlashi

Nasoslarning yig'indi xarakteristikasi H_{I+II} , bir xil bosim qiymatlarida suv uzatishlari qiymatlarini qo'shib quriladi. (1.17) formuladagi Q ga qiymatlar berib, quvurlar tarmog'ining gidrodinamik egri chizig'i H_{TP} quriladi (3.11-rasm) va nasoslarning yig'indi xarakteristikasi $H_I + H_{II}$, bilan kesishgan A umumiy ishchi nuqtasi orqali parallel ishlayotgan nasoslarning haqiqiy ish ko'rsatkichlari topiladi. Alohida va paralel ishlash holatlaridan kelib chiqib, A , B va C nuqtalar qiymatlaridan nasoslarning suv uzatishi «taqchilligi» ΔQ qiymatini aniqlash mumkin ya'ni:

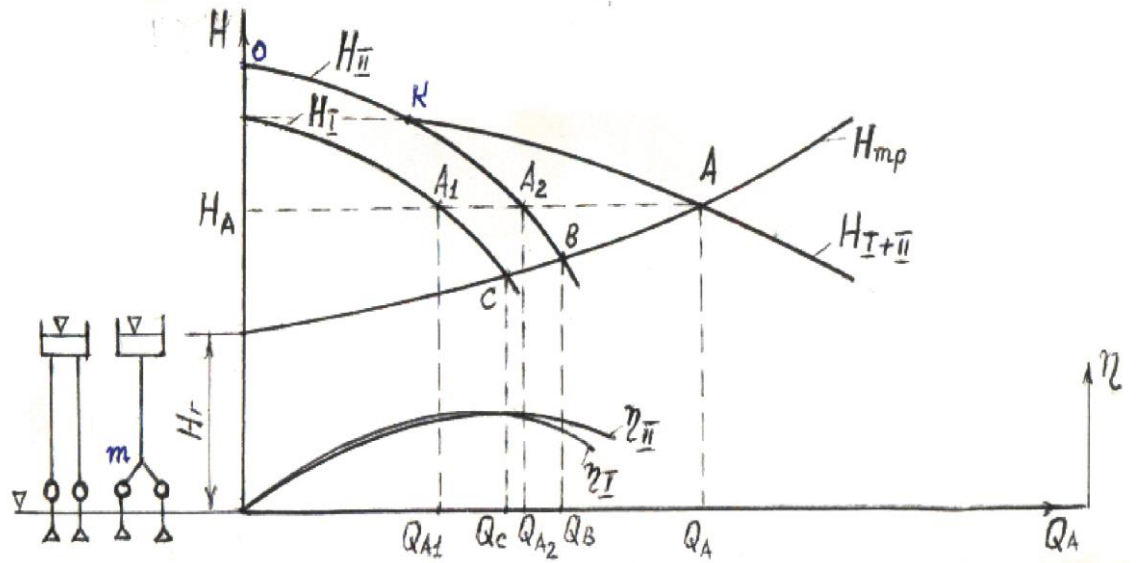
$$\Delta Q = Q_B + Q_C - Q_A \quad (3.10)$$

Bu yerda Q_B va Q_C – nasoslarning alohida quvurlarga suv uzatishi; Q_A -ikkala asos bitta quvurga paralel ishlash davridagi umumiy suv uzatishi.

Paralel ulangan har-xil xarakteristikali nasoslarning o'rtacha FIK qiymati quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$\eta_{yp} = \frac{Q_A \cdot \eta_1 \eta_2}{Q_{A1} \cdot \eta_2 + Q_{A2} \cdot \eta_1}; \quad (3.11)$$

Birinchi nasosning bosimi H_I o va k nuqtalar oralig'ida ikkinchi nasos bosimi N_{II} dan kam bo'lganligi sababli ishchi nuqta A o-k nuqtalar orasida joylashgan hollarda bir qism suv birinchi nasosdan teskari oqib o'tadi.

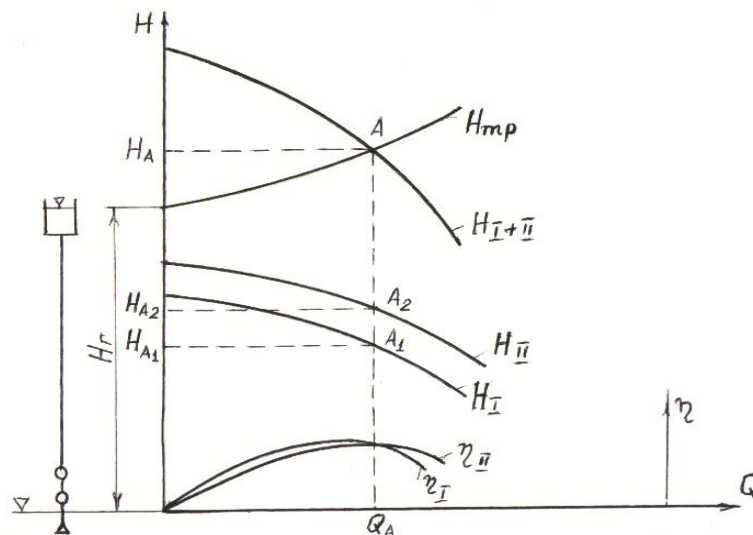


3.11-rasm. Ikkita har-xil nasosning parallel ishlashi

Bunday holatni oldini olish uchun birinchi nasosning bosimli tomoniga teskari qopqoq o'rnatish zarur bo'ladi. Yuqoridagi holatdan xulosa qilib, bosimlari yaqin bo'lgan nasoslarni parallel ulash tavsiya etiladi.

3.4. NASOSLARNING KETMA-KET ISHLASHI

Birinchi nasos uzatkichi ikkinchi nasos so'rgichiga ulansa, nasoslar ketma-ket bog'lanadi. Bunday bog'lanishda nasoslarning suv uzatishlari teng, bosimlari esa har bir nasos bosimi yig'indiisga teng bo'ladi, ya'ni $Q = Q_I = Q_{II}$ va $H = H_I + H_{II}$. Ana shu qoida asosida o'zgarmas suv uzatish miqdorlarida nasoslarning bosimlari qiymatlarini qo'shib, umumiy bosim xarakteristikasi $H_I + H_{II}$ tuziladi (3.12-rasm).



3.12-rasm. Ikkita nasosning ketma-ket ishlashi

3.12-rasmda ikkita har-xil nasoslarning H_I, η_I , va H_{II}, η_{II} xarakteristikalari va ularning ketma-ket ulanishidagi umumiy xarakteristikasi H_I+H_{II} keltirilgan. Ketma-ket ulangan nasoslarning haqiqiy ish tartibi H_I+H_{II} xarakteristikani quvurlar tizimining xarakteristikasi H_{Tp} kesishgan ishchi nuqta A koordinatalari bilan belgilanadi.

Agar nasoslar oralig'i uzoq bo'lib, ℓ masofada bog'lovchi quvurlar bilan ulansa, u holda bog'lovchi quvurdagi bosim isroflarini birinchi nasos xarakteristikasidan ayirib, keyin ikkinchi nasos xarakteristikasiga qo'shilishini e'tiborga olish zarur.

Agar bir xil nasoslar ketma-ket bog'lansa, ularning FIK bir xil saqlanadi. Ketma-ket ulash uchun suv uzatishlari va geometrik o'lchamlari yaqinroq nasoslar qabul qilinadi.

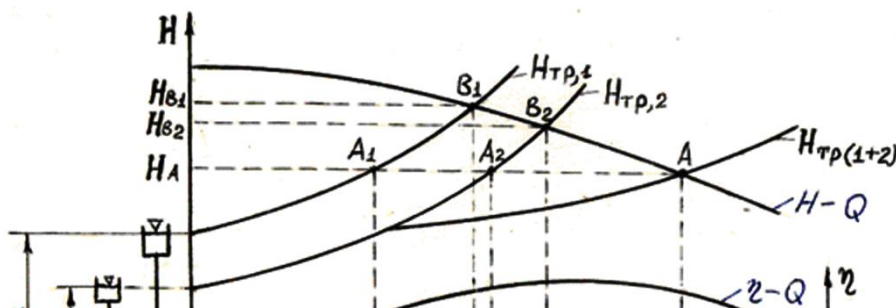
Ikkita ketma-ket ishlayotgan har xil nasoslarning o'rtacha FIK η_{yp} quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

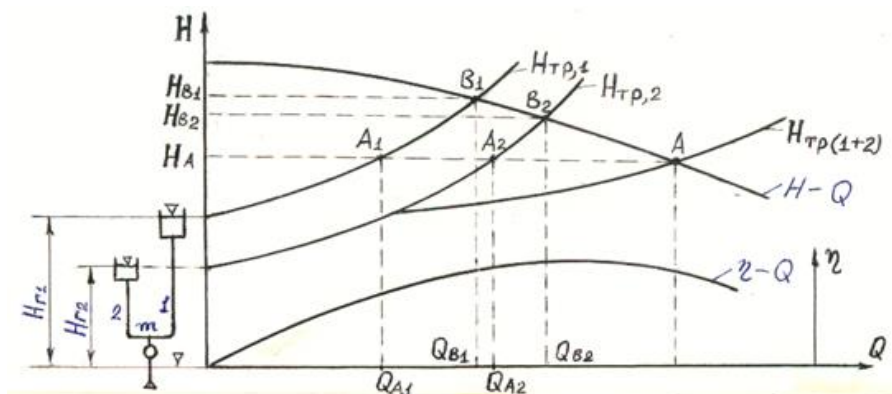
$$\eta_{yp} = \frac{H_A \cdot \eta_1 \eta_2}{H_{A1} \cdot \eta_2 + H_{A2} \cdot \eta_1} \quad (3.12)$$

Amaliyotda katta bosim hosil qilish talab qilingan hollarda nasoslarni ketma-ket ulab ishlatish mumkin. Lekin nasoslarning qobig'i va ish detallarini yuqori bosimga chidamliligini e'tiborga olish zarur. Ko'p hollarda nasoslarning texnik xarakteristikalarida chegaralangan bosim qiymatlari ketiriladi. Lekin bunday ko'rsatkichlar berilmaganda nasos ishlab chiqaruvchi zavoddan tavsiyalar olinadi.

3.5. NASOSNI MURAKKAB TARMOQQA ISHLASHI

Nasosni ikki va undan ortiq quvurlar tizimiga suv uzatishi uni murakkab tarmoqqa ishlashi deyiladi. 3.13-rasmda bitta nasosning turli geodezik uzatish balandliklariga (H_{r1} va H_{r2}) har xil o'lchamdagi 1 va 2 quvurlar orqali suv uzatish sxemasi va ish tartibini aniqlash xarakteristikalari keltirilgan.





3.13-rasm. Nasosni ikkita quvurga suv uzatishi.

Nasosni 1 va 2 quvurlarga qancha miqdorda suv uzatishi quyidagicha aniqlanadi. Dastlab nasosni H va η xarakteristikalari ko'chirib olinadi va $H-Q$ koordinatalar sistemasiga (1.17) formuladan foydalanib quvurlarning gidrodinamik egri chiziqlari $H_{Tp,1}$ va $H_{Tp,2}$ chiziladi.

Quvurlarning ajralish m neqtasida bosim bir xil $H_{Tp,1} = H_{Tp,2}$ bo'lishini e'tiborga olib, o'zgarmas bosim qiymatlarida 1 va 2 quvurlarning suv sarflari qo'shiladi ($Q_{Tp} = Q_1 + Q_2$) va quvurlarning umumiy xarakteristikasi $H_{Tp(1+2)}$ quriladi. Quvurlarning umumiy xarakteristikasi $H_{Tp(1+2)}$ bilan nasosning $H-Q$ bosim xarakteristikasi kesishgan A ishchi no'qta bo'yicha nasosning haqiqiy bosimi H_A va suv uzatishi Q_A topiladi ya'ni

$$Q_A = Q_{A1} + Q_{A2}; \quad (3.13)$$

Bu yerda Q_{A1} va Q_{A2} - nasosning 1 va 2 quvurlarga suv uzatishi miqdorlari.

3.13-rasmdan ko'rinib turibdiki, $Q_{v1} > Q_{A1}$ va $Q_{v2} > Q_{A2}$. Demak, nasos 1 yoki 2 quvurga alohida ishlaganda ikkala quvurga baravar ishlashiga nisbatan suv uzatish miqdori ko'proq bo'ladi.

3.6. NASOSLARNING BEQAROR ISHLASHI

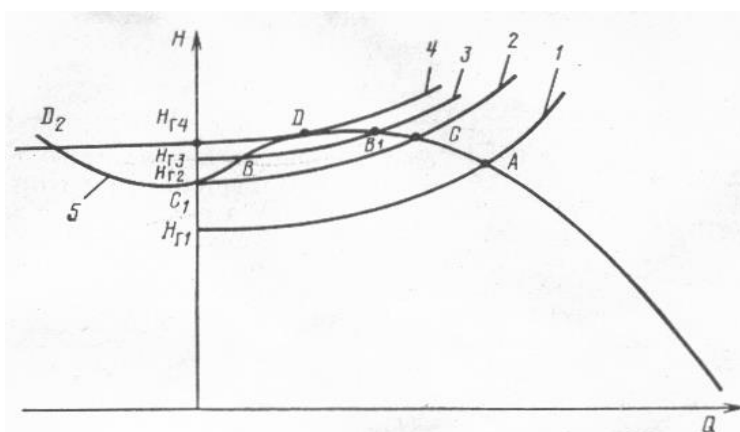
Tezkorlik koeffisienti n_s kichik bo'lgan markazdan qochma nasoslarning bosim $H - Q$ xarakteristikasi yuqorilab-pasayuvchi egri chiziq shaklida bo'ladi. (3.4, a-rasm). Bunday xarakteristikaga ega bo'lgan nasosda tasodifan qo'zg'alish tufayli ish ko'rsatkichlari o'zgarganda ish tartibi, yana dastlabki holatga qaytishi ham, qaytmasligi ham mumkin. Masalan, nasosning bosim $H-Q$ egri chizig'ini quvurning xarakteristikasi A nuqtada kesib o'tgan bo'lsin (3.14-rasm). Quvurni

suv sarfi tasodifan ΔQ ga ko'payib ketganda, quvurning bosim isroflari va undagi bosim H_{Tp} ortib ketadi. Lekin suv sarfi ortganda nasosni bosimi kamayadi. Bosimlar farqi suv sarfini pasayishiga va ish tartibi yana A nuqtaga avtomatik ravishda qaytishiga sabab bo'ladi. Xuddi shu kabi suv sarfi tasodifan ΔQ kamayganda ham ish tartibi A nuqtaga qaytadi. Demak, statik bosim ya'ni geodezik uzatish balandligi H_{r1} ga teng bo'lganda, nasos barqaror ish tartibida ishlaydi.

Geodezik uzatish balandligi $H_{r2}=H_0$ yoki $H_{r3}>H_0$ qiymatlariga ega bo'lgan hollarda (N_0 -nasosning suv uzatishi $Q=0$ bo'lgan holatdagi bosimi), nasosning ish tartibi B va B_1 , hamda C va C_1 nuqtalar bilan belgilanadi va u beqaror ish tartiblarida ishlaydi.

Agar ishchi nuqta B deb qabul qilinsa, quvurdagi suv sarfi va bosimni tasodifan ortishi nasosni bosimini yanada ko'payib ketishiga sabab bo'ladi. Hosil bo'lgan bosimlar farqi suv sarfini yanada ortishiga va ishchi nuqtani B dan B_1 holatga siljishiga olib keladi. Nasos ish tartibida beqarorlik holati vujudga keladi. Agar yuqori b'efdagi sig'imli idishda suv sathi o'zgarib tursa, ya'ni H_r o'zgaruvchan bo'lsa, quvurdagi bosim va suv sarfi tasodifan ortganda, nasos bosimi yanada ortadi. Bu esa suv uzatishni ko'payishiga va idishdagi suv sathini yuqoriga ko'tarilishiga sabab bo'ladi.

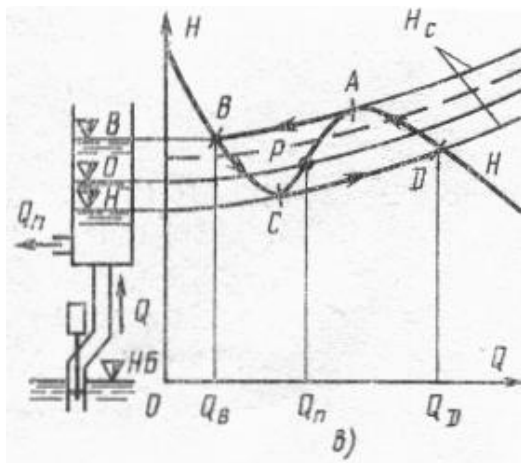
Ishchi nuqta B dan o'ng tomonga siljiydi va nasos ish tartibi D nuqtaga etganda o'zgarib, D_2 holatni egallaydi. Suv nasos ichidan teskari yo'nalishda orqaga qayta boshlaydi va ishchi nuqta D_2 dan C_1 holatga siljiydi, hamda idishdagi suv sathi pasayib, geodezik balandlik H_{r4} dan H_{r2} qiymatga kamayadi. Shundan so'ng suv oqimi yo'nalishi yana oldingi tomonga o'zgarib, nasos suv uzatishni boshlaydi va idishdagi suv sathi yana ko'tariladi. Ishchi nuqta C_1 dan B nuqtaga siljiydi. Yuqorida kuzatilgan jarayon avtomatik ravishda qaytariladi, ya'ni nasosning ish tartibi B-D- D_2 - C_1 -B₁ egri chiziq bo'yicha siljiydi, suv uzatishi Q_{D2} dan Q_{B1} gacha o'zgaradi.



3.14-rasm. Markazdan qochma nasosning barqaror va beqaror ish tartiblari

Nasoslardagi bunday avtotebranish holatini «pompaj» deb yuritiladi. «Pompaj» holati bosim H - Q xarakteristikasi buklangan egri chiziq shaklidagi o'qiy nasoslarda yanada yaqqol namoyon bo'ladi (3.15-rasm). Masalan, tarmoqdagi sig'imli idishdan o'zgarmas Q_n suv sarfi olinayotgan, suv sathi va statik bosim H_r o'zgarib turgan bo'lsin. Bu holda ishchi nuqta P nasos xarakteristikasining buklangan qismiga to'g'ri keladi, deb qabul qilamiz. Suv sarfi biroz ortdi deb faraz qilsak, idishdagi suv sathi va tarmoqdagi bosim H_c ortishiga sabab bo'ladi. Suv sathi orta borib tarmoq xarakteristikasi H_c ishchi nuqta A gacha ko'tariladi. Suv sarfi $Q_A > Q_n$ bo'lgani uchun idishdagi suv sathi yanada ortib boradi va H_c chizig'i nasos xarakteristikasidan ajrab, uning ish tartibi A dan B nuqtaga sakraydi. Keyin idishdagi suv sathi pasayishi natijasida ishchi nuqta nasos xarakteristikasi bo'yicha harakatlanib, C nuqtaga etib keladi. Bu yerda yana nasos ish tartibida uzilish ro'y beradi va u D nuqtaga o'tishi bilan idishdagi suv sathi ko'tarila borib, A nuqtaga siljishi sodir bo'ladi.

Shundan so'ng jarayon qaytalanib, ishchi nuqta $ABCD$ egri chiziq bo'yicha harakatlanadi, nasosning suv uzatishi Q_B dan Q_D gacha o'zgarib turadi. Bunday «pompaj» holati nasosning noqulay ish tartiblari hisoblanadi. Shuning uchun o'qiy nasos qurilmalarini loyihalashda ishchi nuqta bosim xarakteristikasining buklangan qismiga joylashmasligiga e'tibor beriladi ya'ni $Q_n > Q_D$ bo'lishi zarur (3.15-rasm).



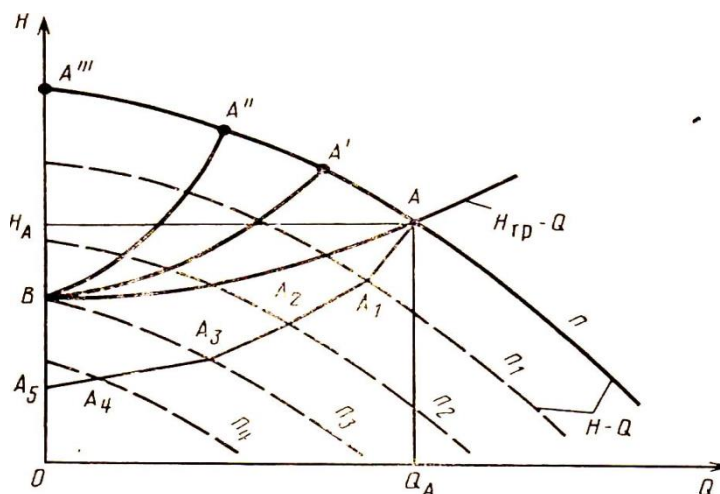
3.15-rasm. O'qiy nasosning beqaror ish tartiblari

Markazdan qochma nasoslarning ish tartibi $Q_A > Q_s$ qiymatlarni qanoatlantiradigan holatlar uchun hisoblanadi (3.14-rasm). Yuqorida qayd etilgan shartlar bajarilsada, tasodifan ish tartiblari o'zgarishida dastlabki holat tiklansa, nasos qurilmasining barqaror ishlashi ta'minlanadi.

3.7. NASOSLARNI ISHGA SOLISH VA TO'XTATISHDAGI O'ZIGA XOS ISHLASH SHAROITLARI

Bosimli tarmoqdagi qulfakni berkitib, keyin nasosni to'xtatish. Nasos agregatini ishga solish va to'xtatish davrlarida nasos o'ziga xos sharoitlarida ishlaydi. Nasosning $H-Q$ xarakteristikasi bilan quvurning gidrodinamik egri chizig'i $H_{rp} - Q$ kesishgan A nuqta nasosning ishchi nuqtasi hisoblanadi (3.16-rasm).

Bosimli tarmoqdagi qulfakni berkitish jarayonida ishchi nuqta ketma-ket A' , A'' va h.k. holatgacha siljiydi. Bu holda qulfakni gidravlik qarshiligi ortib boradi. Qulfak to'la berkitilganda va nasos agregati vali bir me'yorda aylanayotganda, ishchi nuqta A''' holatni egallaydi.



3.16-rasm. Nasosni ishga solish va to'xtatish holatlaridagi ish tartibini aniqlash

Nasos agregati to'xtatilsa, uning aylanish chastotasi asta-sekin kamayib boradi. Chunki dvigatel hosil qilayotgan moment nolga teng bo'ladi va ishchi nuqta $H=0$ koordinata boshiga siljiydi.

Bosimli tarmoqdagi kulfak va teskari qopqoqni ochiq holatida nasosni to'xtatish. Ushbu holatda nasos to'xtatilganda, nasosning aylanish chastotasi, suv uzatishi va bosimi kamayadi. Buning natijasida quvurdagi suvning tezligi va bosimi o'zgaradi. Shunday qilib, nasosni to'xtatishda bosimli suv uzatishning barcha tizimlarida o'tish jarayoni hosil bo'lishiga olib keladi. Agar bosimli tarmoqda teskari qopqoq o'rnatilgan bo'lsa, uni berkilishi natijasida quvurda bosim o'ta ortib ketishi va gidravlik zarb hosil bo'lishi mumkin.

Nasos to'xtatilganda uni xarakteristikasi har bir kamayib boruvchi valning aylanish chastotasi uchun o'zgarib boradi (3.16-rasm). Ishchi nuqta A , asta-sekin A_1 , keyin A_2 , va h.k. holatiga siljiydi. Nasosning suv uzatishi nolga teng bo'lganda

(A_5 nuqtada) teskari qopqoq tarelkasi to'la berkiladi va ishchi nuqta A $H=0$ ga ya 'ni koordinata boshiga keladi.

Bosimli tarmog'iga qulfak va teskari qopqoq o'rnatilmagan holatdagi nasosni to'xtatish. Nasos to'xtatilganda, suvni teskari harakati boshlanishiga qadar o'tish jarayonlari avvalgi holatdagidek davom etadi. Suvni teskari harakati boshlanganda, u nasos ichidan ortib boruvchi tezlik bilan teskari yo'nalishda oqib o'tadi va nasos rotorini to'xtadi, keyin teskari (reversiv) aylanishiga olib keladi. Teskari aylanish ortishi natijasida gidravlik qarshilik ham ortib, suv tezligi biroz kamayadi, lekin quvurdagi bosim ortadi. Nasos uzoq vaqt turbina sifatida teskari aylanish chastotasida ishlamasligi uchun suv chiqarish inshootida suvni teskari harakatiga yo'l qo'ymaydigan avtomatik qopqoqlar o'rnatiladi.

Bosimli quvurdagi suvni nasos orqali tashlab yuborish rotorning aylanish chastotasini va bosimni asta-sekin pasaytirib borish yo'li bilan amalga oshiriladi. Bu holda bosimli tizimlardagi va nasosdagi o'tish jarayonlarini amalga oshirish maxsus hisob-kitoblar asosida bajariladi.

Bosimli tarmoqdagi qulfak berk holatda markazdan qochma nasosni ishga solish. Bu holda elektr dvigatelning aylanish momenti nasosning qarshilik momentidan yuqori bo'lganligi uchun rotorning aylanish chastotasi va nasosning bosimi ortib boradi. Ishchi nuqta koordinata boshidan yuqoriga ya 'ni A''' holatga siljiydi (3.16-rasm). Keyin qulfakni ochish jarayonida ishchi nuqta A'' , A' va to'liq ochilganda A holatni egallaydi.

Bosimli tarmoqdagi qulfak ochiq holatda markazdan qochma nasosni ishga solish. Bosimli quvur suvga to'ldirilgan holatda, nasosni ishga solish bosimli tarmoqdagi qulfak berk holatga o'xshash amalga oshiriladi (3.16-rasm). Keyin uning bosimi statik bosim qiymatidan ortganda ya 'ni OB ordinataga mos kelganda va aylanish chastotasi n_3 teng bo'lganda teskari qopqoq ochilib, bosimli quvurga suvni harakati boshlanadi.

Bosimli quvuri bo'sh holatda markazdan qochma nasosni ishga solish. Nasosni dastlabki ishga solishda bosimli tarmoqdagi qulfak berk holatda bo'lishi zarur. Nasosni suvga to'ldirib, keyin ishga solinadi va rotor to'la aylanish chastotasiga erishgandan so'ng, qulfak asta-sekin ochiladi. Bunda nasosning suv uzatishi va quvvati optimal qiymatlaridan ortib ketmasligiga e'tibor beriladi.

Qulfakni ochish tartibi quvurdagi suvning beqaror harakatini hisobga olgan holda, o'tish jarayonlarini hisoblash asosida belgilanadi.

O'qiy nasosni ishga solish. O'qiy nasoslarning bosimli quvuriga suv to'suvchi jihozlar o'rnatilmaydi va ular bosimli quvur bo'sh holatida ishga solinadi. Chunki shunday bo'lmasa, elektr dvigatel hosil qilgan moment nasosning qarshilik momentidan kichik bo'lib, nasos agregati zaruriy aylanish chastotasiga erisha olmaydi.

Nasosni ishga solish bilan bir vaqtda bosimli quvurga suv o'ta boshlaydi. Valning aylanish chastotasi ortib borishi bilan quvur suvga to'lib boradi va nasosni bosimi ham ortib boradi. Nasos to'la aylanish chastotasiga erishgandan keyin ham, bosimli quvurda suv to'liq bo'lmaydi. Biroz muddat to'la aylanish chastotasida ishlagandan keyin nasos me'yoriy ish tartibiga kirib, bosimli quvur suvga to'ladi. O'qiy nasosni ishga solish jarayonidagi talab etiladigan quvvati nominal quvvatidan kam bo'ladi.

Nasoslarni ishga solishda uning salniklari holatiga ham ahamiyat berish zarur, chunki salnik qattiq qisilganda uni qiziqish, valning eyilishini jadallashishi va ishqalanishga sarflanadigan energiyani ortishiga olib keladi.

Shuning uchun salnikni engil tortiladi, ya'ni undan bir daqiqada 30-40 tomchi suv oqib turishi kifoya qiladi. Nasosni ishlash vaqtida so'rish, uzatish jarayonlari va elektr dvigatelning ishlash holatini vakuummetr, manometr, vol'tmetr va ampermetr kabi o'lchov asboblari yordamida nazorat qilib boriladi. Nasosdagi turli nosozliklar (nasos va uning so'rish qismi ifloslanishi, o'qiy kuchlarni ortishi, valning podshipnik o'rnatiladigan bo'yincha qismi eyilishi va h.k.) oqibatida elektr dvigatelni ortiqcha quvvat bilan ishlashini ampermetrni ko'rsatishi bo'yicha oldini olish mumkin. Xuddi shu kabi nasosdagi kavitasiya hodisasini vakuummetr ko'rsatishi bo'yicha bartaraf etilishi mumkin.

Nasosni to'xtatish davrida uning valini teskari aylanishiga ruxsat etilmaydigan hollarda bosimli quvurga o'rnatilgan qulfak yoki teskari qopqoq berkitilib, suvni teskari harakati oldi olinadi va nasos to'xtatiladi. Lekin teskari qopqoq bilan suv to'silganda bosimli quvurda gidravlik zarb hosil bo'ladi, hamda zarb kuchini kamaytirish choralari ko'riladi.

Bosimli quvurga suv to'suvchi armatura o'rnatilmagan hollarda nasosni to'xtash vaqtida ma'lum bir davrda suvni teskari orqaga oqishi natijasida agregat valining reversiv (teskari yo'nalishda) aylanishi sodir bo'ladi, hamda nasosni gidravlik qarshiligi ortishi hisobiga quvurdagi bosimni keskin ko'payib ketishiga olib keladi.

Nazorat savollari

1. Nasosning xarakteristikasi deb qanday bog'lanish grafiklariga aytiladi? 2. Nasosning xarakteristikalari qanday shakllarda va ko'rinishda bo'ladi? 3. Quvurning gidrodinamik egri chizig'i qanday quriladi? 4. Qanday nuqta ishchi nuqta deb ataladi? 5. Ishchi nuqtaning holati nimalarga bog'liq ravishda chapga va so'ng siljishi mumkin? 6. Nasos qurilmasining ish ko'rsatkichlarini miqdor jihatidan rostlash usullarini tushuntirib bering? 7. Nasosning ishchi ko'rsatkichlarini sifat jihatidan rostlashda uning yangi aylanish chastotasini aniqlash uchun qanday qonuniyatlardan foydalaniladi? 8. Parallel ishlayotgan ikkita har xil nasoslarning har birini suv haydashi va bosimi qanday aniqlanadi? 9. Parallel ulangan ikkita nasosning alohida-alohida ishlagan holga nisbatan qancha kam suv uzatishi ("taqchilligi") qanday aniqlanadi? 10. Nima uchun nasoslar ketma-ket ulanadi va ularning umumiy xarakteristikasi qanday quriladi? 11. Nasoslar ikkita quvurga suv uzatganda har bir quvurga qancha suv uzatishini tushuntirib bering? 12. Markazdan qochma nasosni ishga solishda amalga oshiriladigan ishlarni tushuntiring. 13. Markazdan qochma nasosni to'xtatish qanday amalga oshiriladi? 14. O'qiy nasoslarni ishga solish va to'xtatish tartibi qanday bajariladi?

MAMAJONOV MAXMUDJON
BAZAROV DILSHOD RAYIMOVICH,
TURSUNOV TADJIBAY NURMUXAMEDOVICH,
URALOV BAXTIYOR RAXMATULLAYEVICH,
XIDIROV SAN'ATJON QUCHQOROVICH,
RAJABOV NURMAMAT QUDRATOVICH,
NORQULOV BEHZOD ESHMIRZAYEVICH

NASOS STANSIYALARIDAN FOYDALANISH VA DIAGNOSTIKASI

**5A450402-«Nasos stansiyalari va qurilmalaridan foydalanish
va tashxisi» mutaxassisligi uchun darslik**

Muharrir: M.Mustafojeva

*Bosishga ruxsat etildi: 27.12.2019 y. Qog'oz o'lchami: 60x84 - 1/16
Hajmi: 21,0 bosma taboq. 50 nusha. Buyurtma № 0099
TIQXMMI bosmaxonasida chop etildi.
Toshkent - 100000. Qori Niyoziy ko'chasi 39 uy.*

BELGI UCHUN

BELGI UCHUN
