

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLY 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, avariylar 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” kafedrası professori, DSc **X.Fayziyev**

TIQXMMI, “Gidrotexnika inshootlari, muhandislik konstruksiyalari” kafedrası 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 magistrlerini 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 meyanizatsiyalash», 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 ishonchlilik 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 uskunalariga 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 asoslagan tadbirlar, takliflar va tavsiyalar yoritilgan.

13 – BOB. NASOSLARNING DETALLARINI KAVITACION VA GIDROABRAZIV EYILISHI

13.1. NASOSLARNING DETALLARINI EYILISH MEXANIZMI VA UNING NAZARIY ASOSLARI

Ishlatish jarayonida uskunalar fizik (moddiy) va fan va texnikani rivojlanishi bilan bog'liq ma'naviy eyilishlarga moyil. Fizik eyilish konstruktiv va nokonstruktiv elementlarni eyilishlaridan tashkil topadi, ular natijasida uskunalarining foydalanish sifatleri pasayadi, ishchanlik qobilyati yomonlashadi va chidamliligi kamayadi.

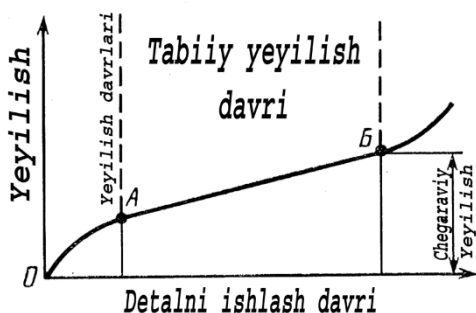
Ma'naviy eyilish – bu texnik taraqqiyot ta'siri ostida ish faoliyatidagi texnikaning qiymatini pasayishi. Bundan keyin so'z faqat fizik eyilish to'g'risida boradi [19].

Uskunalar uzellari va detallarini eyilishlarini, shartli ravishda tabiiy va falokatli eyilishlariga ajratiladi. Bir me'yorda ishlatish sharoitida ishqalanish kuchi, xarorat ta'sirlari va boshqa omillar keltirib chiqargan eyilishlarga tabiiy eyilishlar deyiladi va ulardan qochib bo'lmaydi. Falokatli eyilishlar odatda texnik ishlatish qoidalari buzulganda vujudga keladi, xamda ular uskunalariga me'yoriy va sifatli texnik qarov (xizmat ko'rsatish) amalga oshirilganda uchramaydi.

Tabiiy eyilish mexanik, molekulyar – mexanik va korrozion – mexanik eyilishlariga bo'linadi. Mexanik eyilish ishqalanib edirilish, ezilish, mo'rtlikdan sinish va sh.o'. bilan ajralib turadi. Molekul-mexanik eyilish qo'zg'aluvchan tutashmalarni ishchi yuzalarini shunday bir yaqinlashishida molekulyar tortishish kuchi ta'sir qilishi bilan bog'liq, oksidlangan va gazlangan yupqa qatlami

buzilishidir. Korrozion- mexanik eyilish gidrodinamik, kimyoviy va elektrokimyoviy omillar (misol uchun nasoslar ishchi g'ildiragi va qobig'ini kavitasion eroziyasi, bunda gidrodinamik omillar ta'siridagi mexanik emirilish, oksidlanish jarayonlari bilan birga kuzatiladi va kuchayadi) ni birgalikda ta'siri natijasida hosil bo'ladi. Kurakli nasoslarni ishlatishda ko'proq gidrobraziv va kavitasion eyilishlar hosil bo'ladi. Gidrobraziv eyilishni oqimda muallaq holda suzib yuradigan abraziv zarrachalar keltirib chiqaradi, uning o'ziga xos xususiyati-oqim yo'nalishiga mos tushadigan yo'nalishda, sirt ustida o'yiqlik chizqlar hosil bo'lishidir.

Kavitasion eyilish ish g'ildiragi va qobiq ichida kovaklar, o'yiqlik va ikki tomoni ochiq teshiklar hosil bo'lishi bilan ajralib turadi. Nasoslar ishlayotganda ishqalanayotgan sirtlarning eyilishi notekis o'sib boradi (13.1-rasm). Birinchi davr - OA qism- ishqalanayotgan sirtlarning qo'shimcha eyilishi keltirib chiqargan eyilishdan birdan o'sib borishi bilan baholanadi. Ikkinchi davr-AB qism-eyilishni tekis o'sib borishi bilan ajralib turadi. Uchinchi davr-B nuqtdan keyin-jadal o'sib boruvchi eyilish bilan farq qiladi va favqulodda eyilish deyiladi 13.1-rasmdagi B nuqtaga to'g'ri keladigan eyilishga chegaraviy eyilish deyiladi, bunda detal almashtiriladi.



13.1- Qo'zg'aluvchan tutashmalarni eyilishi dinamikasi.

Detallarning metalli charchash oqibatida ham emirilishi mumkin (metalda tashqi yuklanmalardan hosil bo'luvchi ichki zo'riqlik ta'sirida

mikroskopik yoriqlar hosil bo'ladi, bu yoriqlar ish jarayonida ko'payishi va detalni emirilishiga olib kelishi mumkin).

Gidravlik mashinalarda, shu jumladan kurakli nasoslarda oqim harakati bilan bog'liq elementlaridagi bosimni to'yingan suv bug'lari bosimi darajasigacha pasayib ketishi oqibatida bug' va gaz bilan to'lgan kavitasion pufakchalar hosil bo'lishi kavitasiya xodisasi deb nomlanadi. Ma'lumki, kavitasiya xodisasi nasoslarni ichki detallarini emirilishiga sabab bo'ladi. Agar oqimda qattiq zarrachalar mavjud bo'lsa, nasos detallarini birgalikdagi kavitasion- abraziv eyilishi jadalligi keskin ortib ketadi.

Quyidagi sabablarga ko'ra nasoslarda kavitasiyani hosil bo'lish xavfi ortadi ya'ni absolyut bosimni pasayishi yoki suyuqlikni harorati ko'tarilishi,

geometrik so'rish balandligi yoki so'rish tormog'ining gidravlik qarshiligini ortishi ; oqimni detallar yuzasidan ajralishi ; ayrim elementlardagi oqimning mahalliy tezligini ortishi ; turbolent oqimda bosimni kuchini pasayib – ortishi va tirqishlardagi ikkilamchi oqimcha ; oqimning ifloslanganligi va gaz aralashganligi va h.k. Kavitasianing hosil bo'lishiga bog'liq omillarning xilma – xilligi bu masalani nazariy yo'l bilan echishni ancha murakkablashtiradi.

Nasosozlik amaliyotida kavitasiani rivojlanish darajasini miqdor jihatdan baholash uchun kavitasiya zaxirasi (Δh) deb atalgan mezondan foydalaniladi. Kavitasiya zaxirasining minimal qiymati bo'yicha ruxsat etiladigan so'rish balandligi aniqlanadi (2.54 formula). Lekin energetik usulda aniqlanadigan ushbu kavitasiya zaxirasi Δh qiymatlari nasoslarning detallarini kavitasion emirilishi bo'yicha hech qanday ma'lumot olish imkoniyatini bermaydi.

Kavitasion emirilishni aniqlash bo'yicha bir qator olimlar tomonidan tavsiya etilgan tenglamalar gidravlik mashinalardagi analitik jarayonlarni aks ettirmaganligi sababli ularni nasoslar detallarini kavitasion emirilishini hisoblash uchun qo'llash ancha qiyinchiliklarga olib keladi [10,11,14]. Shuning uchun ular nasoslardan foydalanish amaliyotida qo'llanilmaydi.

Olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, nasosning turli ish tartiblarida detallarning kavitasion emirilish jarayoni uning ish ko'rsatkichlari va oqimning gidrodinamik xarakteristikasi bilan o'zaro murakkab bog'lanishga ega bo'ladi.

Suyuqlik oqimi tarkibidagi qattiq zarralar ta'sirida nasos detallarining gidroabraziv eyilishi detalning materiali mexanik xususiyatiga, abraziv zarrachalarining mexanik xossalari va geometrik shakliga, hamda suyuqlikning fizik – kimyoviy xususiyatlariga bog'liq bo'ladi [10,11,14].

Gidroabraziv eyilish mexanizmi kavitasion eyilishga nisbatan oddiyroq, chunki birinchidan eyiladigan yuzaga aniq miqdordagi energiya bilan zarb berish qobiliyatiga ega bo'lgan qattiq jism ta'sir qiladi. Ikkinchidan, oqimni gidrodinamik ko'rsatkichlari va suyuqlikni fizik xususiyati o'zgarishi qattiq zarrachani o'lchami, soni, shakli, qattiqligi va tuzilishiga ta'sir etmaydi. Shuning uchun gidroabraziv eyilishni o'rganish bo'yicha kavitasion emirilishga nisbatan ko'p va aniq ma'lumotlar olingan, lekin bu sohada ham echilmagan masalalar bor.

Gidroabraziv eyilishning mohiyati bo'yicha turlicha fikrlar mavjud. Ayrim tadqiqotchilar eyilish abraziv zarrachalar urilish zarbidan yuz beradi, deb hisoblaydi. Boshqa tadqiqotchilar esa, eyilishni kesish qonunlari bilan

tushuntirishga harakat qiladilar, uchinchilari esa, yuqorida keltirilgan har ikkala sababni hisobga olishni tavsiya etadilar.

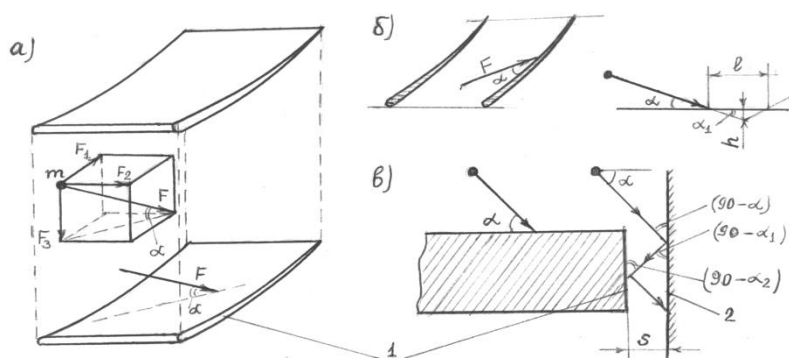
Abraziv zarrachali suvda nasoslar va turbinalar detallarini eyilishi haqida yagona fikr mavjud: eyilish metall dan mikroqirindilar qirqilishidan va uning zarrachalari uzib olinishidan yuz beradi.

Suyuqlik oqimini turbulent harakati va detallar yuzasini egriligi va notekisligini hisobga olib, qattiq zarrachalarning oqim bilan nasos ishchi g'ildiragida ancha murakkab traektoriyada harakatlanadi deb taxmin qilish mumkin.

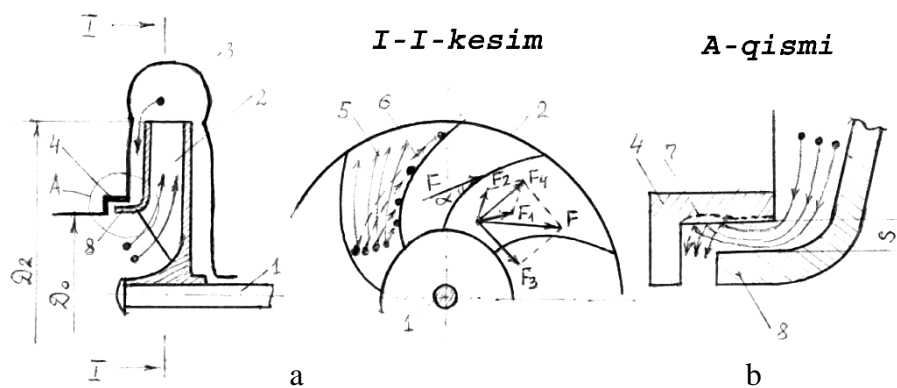
Shuni aytish mumkinki, ishchi g'ildirak aylanishidan hosil bo'luvchi markazdan qochma va inersion kuchlar ta'sirida qattiq zarrachalar zichligi ρ va suvni zichligi ρ_0 farqi xisobiga zarrachalarni radius bo'yicha separasiyalanishi va detallarni yuzalariga yaqinlashuvi va urilishlari ro'y beradi [20].

O'qiy nasos ishchi g'ildiragi kuraklari oralig'ida joylashgan qattiq zarrachaga markazdan qochma, inersion, qarshilik va og'irlik kuchlari, hamda bosim gradienti ta'sir etadi. Bu kuchlarni yo'nalishlari fazoviy X Y Z koordinat tizimidagi sxemasi 13.2-rasmda keltirilgan. Qattiq zarracha teng ta'sir etuvchi F kuch yo'nalishida harakatlanib, kuraklar yuzasi bilan α burchak ostida to'qnashadi. Shu bilan birga ba'zi qattiq zarrachalar o'sha yo'nalishda harakatlanib, ishchi g'ildirak kuraklari va bo'linmasi oralig'idagi yoriqsimon tirqishga tushadi va u erdagi qattiq zarrachalarning mahalliy konsentrasiyasini orttiradi.

Birlamchi taxminiy hisoblar uchun burchaklar $\alpha = \alpha_1 = \alpha_2$ larni teng qabul qilib, kuraklar yon sirtiga zarrachaning urilish burchagi $90^\circ - \alpha$ ga teng bo'ladi deb aytish mumkin.



13.2-rasm. Qattiq zarrachaning o'qiy nasos ishchi g'ildaragi kuraklari yuzasi (a va b) va yon tomoni (b) bilan to'qnashish sxemasi : 1-ishchi g'ildirak kuraklari yoni, 2-ishchi g'ildirak bo'linmasi



13.3-rasm. Qattiq zarrachalarni markazdan qochma nasos ishchi g'ildiragi kuraklari orasida (a) va zichlash tirqishidagi (b) harakat sxemasi :

1-val, 2-ishchi g'ildirak, 3-olib ketish moslamasi, 4-zichlash halqasi, 5-suyuqlik oqimi yo'nalishi, 6-qattiq zarrachalar yo'nalishi, 7-zichlash halqasining eyilish chizig'i ; 8-ishchi g'ildirak old lappagining zichlash qismi

Markazdan qochma nasos ishchi g'ildiragi kuraklari oralig'idagi qattiq zarracha ham shunga o'xshash kuchlar ta'sir etadi, lekin ularning yo'nalishi $X Y$ tekislikdagi koordinata tizimida joylashadi (13.3-rasm). Hidrodinamik va markazdan qochma kuchlar bitta tekislikda joylashgani va ishchi g'ildirak tashqi aylanasi bo'yicha yo'nalgani sababli zarrachaning kuraklar yuzasiga nisbatan urilish burchagi α markazdan qochma nasoslarda o'qiy nasoslarga nisbatan ancha kichik bo'ladi.

Yuqoridagi 13.2 va 13.3 – rasmlardagi sxemalarni taxlili shuni ko'rsatadiki, nasoslarning ishchi g'ildiragidagi ta'sir etuvchi kuchlar sababli markazdan qochma nasoslarda ishchi g'ildirak kuraklarining oxirgi qismlarida va o'qiy nasoslarda esa ishchi g'ildirak yon tirqishida qattiq zarrachalarning mahalliy konsentrasiyasi yuqori bo'ladi va buni nasoslarning detallarini eyilish jadalligini hisoblashda e'tiborga olish zarur [20].

Demak markazdan qochma va o'qiy nasoslarning ishchi g'ildiragi kuraklari yuzasi va konstruktiv tirqishlari detallari yuzalari eyilish jadalliklarini bir nechta alohida jarayonlardan tashkil topgan deb hisoblash maqsadga muvofiq bo'ladi ya'ni [20]:

- 1) asosiy oqim ta'sirida kuraklarni yuzasi bo'yicha eyilishi miqdori ΔG_n , (kg);

2) qattiq muallaq zarrachalarning mahalliy miqdori ortgan oqim ta'sirida o'qiy nasos ishchi g'ildiragi kuraklarining yon sirti eyilishi ΔG_T , (kg) va bo'linmasi yuzasi eyilishi ΔG_k , (kg) natijasida tirqishining kengayishi ΔS , (m);

3) markazdan qochma nasos ishchi g'ildirak zichlash qismi tirqishidan oqimni qaytib o'tish jarayonida zichlash halqasi eyilishi ΔG_y , (kg) va ishchi g'ildirak zichlash gardishini eyilishi ΔG_d , (kg) natijasida zichlash tirqishini kengayishi ΔS , (m).

U holda o'qiy nasos ishchi g'ildiragi kuraklarining eyilish yig'indisi quyidagicha bo'ladi :

$$\Delta G = \Delta G_n + \Delta G_T; \quad (13.1)$$

Bundan tashqari ishchi g'ildirak tirqishining eyilish natijasida kengayishi - o'qiy nasos uchun :

$$\Delta S = \Delta S_T + \Delta S_k; \quad (13.2)$$

-markazdan qochma nasos uchun :

$$\Delta S = \Delta S_y + \Delta S_d; \quad (13.3)$$

bu yerda : ΔS_T va ΔS_k - mos ravishda o'qiy nasos ishchi g'ildiragi kuraklarining yon sirti va bo'linmasi yuzalarining eyilish qalinligi, (m); ΔS_y va ΔS_d - mos ravishda markazdan qochma nasos ishchi g'ildiragi zichlash halqasi va gardishini zichlash qismi yuzalarining eyilish qalinligi, (m);

Yuqorida bayon etilgan qattiq zarrachalarning detallar yuzasiga ta'sir etish sxemasi va mexanizmi shuni ko'rsatadiki, boshqa bir xil tenglashgan sharoitlarda (ya'ni nasosning ish tartibi, gidroabraziv oqim va qattiq zarrachalarning mexanik xususiyatlari, hamda eyiladigan materialning xossalari o'zgarmas saqlanganda) nasosning ayrim detallari eyilish jadalligi bir - biridan farq qiladi va quyidagi funksional bog'lanish bilan aniqlanadi :

$$\Delta G = f(p_M, W, \alpha, D); \quad (13.4)$$

bu yerda : p_M - qattiq muallaq zarrachalarning mahalliy konsentrasiyasi ;
 W - qattiq zarrachalarning mahalliy nisbiy tezligi; α - qattiq zarrachalarning detal

yuzasiga taʼsir etish burchagi ; D-detaling oʻziga xos boʻlgan oʻlchami (masalan ishchi gʻildirak diametri D yoki tirqishning kengligi S)

Nasos stansiyalarida olib borilgan kuzatishlar shuni koʻrsatdiki, ushbu tavsiya etilgan andoza (modelʼ) ishlab chiqarish sharoitida foydalanilayotgan markazdan qochma va oʻqiy nasoslarining detallarini haqiqiy eyilish jarayoniga toʻla mos keladi.

Nasoslarni ish detallarini eyilishi ularni gidroabraziv oqimdagi qattiq zarrachalar taʼsirida metalni mikroqirindilarni kesilishi natijasida, hamda materialni ayrim mikrohajmli qismchasi surilib chiqish xisobiga hosil boʻladi. Koʻpchilik olimlar qattiq jismlarni eyilishini baholash nazariyasida, ularning charchashlik xususiyatidan kelib chiqish zarurligini taʼkidlaydilar [10,14,39].

Shu sohada olib borilgan tadqiqotchilarning [8,14] ishlariga asoslanib, gidroabraziv eyilish mexanizmini nazariy taxlili quyidagilarni hisobga olib bajarilishi zarur deb xisoblaymiz :

- a) suyuqlik oqimi kavitasiyasiz barqaror tartibda oqadi ;
- b) barcha qattiq zarrachalar bir jinsli va oqimda muallaq holatda boʻladi ;
- v) oqimdagi qattiq zarrachalar konsentrasiya uncha yuqori emas va u oqimning tavsifi va xususiyatini oʻzgartirmaydi ;
- g) eyiladigan detalning materiali oʻzgarmas fizik – mexanik xususiyatga va bir jinsli strukturaga ega ;
- d) koʻrilayotgan vaqt davomida eyiladigan detal yirik qismlari sinmaydi yoki boʻlinmaydi.

S.P. Kozirev tomonidan [14] qarshilik koʻrsatuvchi metal sirtiga botib kirib boruvi material nuqtaning dinamikasi qonuniyatiga asoslangan xolda taklif etilgan tenglamadan foydalanib va eyilish jarayonida qatnashayotgan qattiq zarrachalar sonini hisobga olib nasoslarning ayrim detallarini gidroabraziv eyilishni aniqlashning quyidagi analitik formulalari keltirib chiqarilgan [20]:

$$\Delta G_n = \frac{0,17A\lambda\rho_m\rho^{\frac{3-n}{n+2}} dpQTW^{\frac{10}{n+2}} (\sin\alpha)^{\frac{8-n}{n+2}} \cos\alpha}{ZD\Phi^{\frac{5}{n+2}}} ; \quad (13.5)$$

$$\Delta G_n = \frac{0,17A\lambda\rho_m\rho^{\frac{3-n}{n+2}} dpQTW^{\frac{10}{n+2}} (\sin\alpha)^{\frac{8-n}{n+2}} \cos\alpha}{ZD\Phi^{\frac{5}{n+2}}} ; \quad (13.6)$$

$$\Delta S_T = \frac{0,17A \cdot \rho^{\frac{3-n}{n+2}} \cdot d \cdot p_M \cdot T \cdot W_T^{\frac{12+n}{n+2}} (\cos \alpha)^{\frac{8-n}{n+2}} \sin \alpha}{\delta \cdot \Phi^{\frac{5}{n+2}}}; \quad (13.7)$$

$$\Delta S_K = \frac{0,17A \cdot \sigma \cdot \rho^{\frac{3-n}{n+2}} \cdot d \cdot p_M \cdot T \cdot W_K^{\frac{12+n}{n+2}} (\cos \alpha)^{\frac{8-n}{n+2}} \sin \alpha}{\pi \cdot D \cdot \sin \beta \cdot \Phi^{\frac{5}{n+2}}}; \quad (13.8)$$

$$\Delta S_Y = \Delta S_D = \frac{0,17A_0 \rho^{\frac{3-n}{n+2}} \cdot d \cdot p \cdot T \cdot V_3^{\frac{12+n}{n+2}} (\sin \gamma)^{\frac{8-n}{n+2}} \cdot \cos \gamma}{L \cdot \Phi^{\frac{5}{n+2}}}; \quad (13.9)$$

bu yerda : A va A_0 – o'lchamsiz proporsionallik koeffisientlari ; λ – nasosning turli ish tartiblarida kuraklarini oqib o'tish sharoitlarini hisobga oluvchi tuzatma koeffisient ; ρ_M va ρ – mos ravishda metall va qattiq zarachaning zichliklari, kg/m^3 ; W – ishchi g'ildirak kuraklaridagi oqimning nisbiy tezligi, m/s ; W_T va W_K – mos ravishda o'qiy nasos ishchi g'ildiragi kuraklar yon tomoniga va bo'linmasiga nisbatan oqimni tezligi, m/s ; D_y va V_3 – mos ravishda markazdan qochma nasos ishchi g'ildiragi zichlash tirqishi diametri va oqimi tezligi, m/s ; d va D – mos ravishda qattiq zarracha va nasos ishchi g'ildiragi diametri, m ; p va p_m – mos ravishda qattiq zarrachalarning mahalliy va o'rtacha konsentrasiyasi, kg/m^3 ; Q va T – mos ravishda nasosning suv uzatishi va ishlash muddati ; m^3/s va s ; Z va L – mos ravishda ishchi g'ildirak kuraklarining soni va yon chekkasi bo'yicha uzunligi, dona va m ; n – eyilidigan materialning xususiyatini belgilovchi Mayer konstantasi ; Φ – metalning qattiqligiga bog'liq konstanta mN/m^3 ; σ – o'qiy nasos ishchi g'ildiragi bo'linmasi devoriga ta'sir etuvchi, ishorasi o'zgarib pasayib - ortuvchi kuchni hisobga olish koeffisienti ; α va γ – qattiq zarrachalarni eyiladigan detal yuzasi bilan o'zaro ta'sir etish burchaklari.

Yuqoridagi tenglamalardan ko'rish mumkinki, ishchi g'ildirak elementlarining eyilishiga metalning xususiyatini belgilovchi konstanta n keskin ta'sir etadi. Har bir metal uchun n ning qiymati o'zgarmas bo'lib, adabiyotlarda berilgan [6,7]. Masalan, 0,15 % uglerodli po'lat uchun $n=2,14$, silumin uchun $n=2,35$, qattiqligi $(HM)_{\text{din}} = 182 \text{ KGS} / \text{SM}^2$ (1820 mPa) bo'lgan cho'yan uchun $n=2,38$ ga teng.

Metallning qattiqligiga bog'liq konstanta Φ quyidagicha aniqlanadi :

$$\Phi = 0,98 \cdot 1,6HB + 352,5; \quad mN/m^2; \quad (13.10)$$

bu yerda : HB – Brinell o'lchami bo'yicha metallning qattiqligi (silumin uchun HB = 588,4 mN/m² ya'ni 60 kgs/mm². Demak $\Phi = 1306 \cdot 10^6$ N/m² yoki $133,1 \cdot 10^6$ KGS/SM².

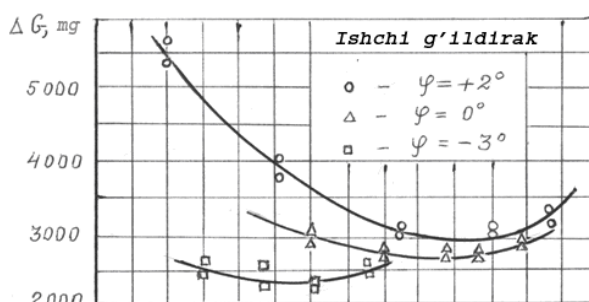
Kavitasion – abraziv oqimning birgalikdagi ta'sirida nasos detallarini eyilishi juda murakkab jarayonlarga bog'liqligi sababli uning nazariy usulda aniqlash formulalarini hozirgi davrda keltirib chiqarishni imkoni yo'q.

13.2. NASOSLARNI ISHCHI DETALLARI GIDROABRAZIV EYILISHINI ULARNI ISH KO'RSATKICHLARIGA BOG'LIQLIGI

Yuqorida keltirilgan tenglamalardagi o'lchamsiz A, A_o, λ va σ koeffitsientlarni qiymatlarini aniqlash, hamda kavitasiya zaxirasi Δh ni gidroabraziv eyilishga ta'sirini baholash uchun ПГ– 35MA ro'simli o'qiy nasos va 3K– 45/55 ro'simli markazdan qochma nasos bilan jixozlangan laboratoriya qurilmalarida, eksperimental tadqiqotlar o'tkazildi. Tajriba nasoslari uchun maxsus ikkitadan silumin (АЛ – 9В) kurakli yig'ma ishchi g'ildiraklar tayyorlanib, eyilish ularning massasi ΔG kamayishi bilan baholandi. Detallarning “faqat” gidroabraziv eyilishini aniqlash uchun engil ko'chadigan lak qoplama yordamida nasosning kavitasiasiz ish tartiblari VNIIGidromash [20] taklif etgan usulda aniqlab olindi.

O'qiy va markazdan qochma nasoslarda olib borilgan tajribalar shuni ko'rsatdiki, ishchi g'ildirak kuraklarining gidroabraziv eyilish miqdori ΔG vaqt T ga, qattiq zarrachalar konstruksiyasi p ga va diametri d ga to'g'ri chiziqli bog'lanishda bo'ladi.

O'qiy nasos ishchi detallarining gidroabraziv eyilishini uning ish tartibiga bog'liqligini aniqlash uchun aylanish chastotasi n_o = 900 va 960 ay/min va ishchi g'ildirak kuraklarining o'rnatilish burchagi φ = -3; 0; +2° holatlarida suv uzatishi Q va bosimi H ni turli qiymatlarida tajribalar olib borildi. Tajriba ma'lumotlari asosida tuzilgan grafiklar (13.4 - rasm) shuni ko'satadiki, Q < Q_{opt} suv uzatish zonasida Q ortishi bilan nasos ishchi g'ildiragi, bo'linmasi va to'g'irlovchi moslamasini eyilish miqdorlari sekin pasayib boradi (Bu yerda Q_{opt} – nasosning maksimal F.I.K.ga to'g'ri keluvchi suv uzatish miqdori).



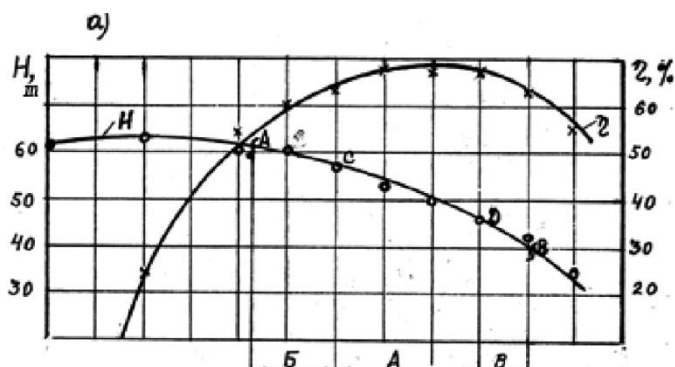
13.4 – rasm. O'qiy nasos ishchi g'ildiragi, bo'linmasi va to'g'rilovchi moslamasini eyilish jadalligini uni ish tartibiga bog'liqligi ($n_o = 960$ ay/min)

Nasos detallarning eng kam eyilishi suv uzatishi $Q = Q_{opt}$ ($\eta = \eta_{max}$)ga teng bo'lgan qiymatlarida ya'ni optimal ish tartiblarida sodir bo'ladi. 13.4 – rasmdan aytish mumkinki, nasosning xarakteristikasida keskin o'zgaruvchi eyilish zonasini ajratish qiyin. Suv uzatishi Q ni optimal qiymatidan 15...20% ga o'zgarishi bilan eyilish miqdori 40...80% ortib ketadi.

Markazdan qochma nasosni turli polimer materiallar bilan qoplangan ishchi g'ildiragi kuraklarining gidroabraziv eyilish jadalligini uning ish tartibiga bog'liq grafigidan (13.5 – rasm) quyidagi o'rta o'ziga xos keltirish mumkin :

-A zonasi – nasosning $0,8 < Q/Q_{opt} < 1,1$ ish tartiblariga mos keluvchi minival eyilish zonasi.

- Б va B zonasi – nasosning $Q < 0,8Q_{opt}$ va $Q > 1,1Q_{opt}$ ish tartiblariga mos keluvchi eyilishning keskin ortish zonasi.

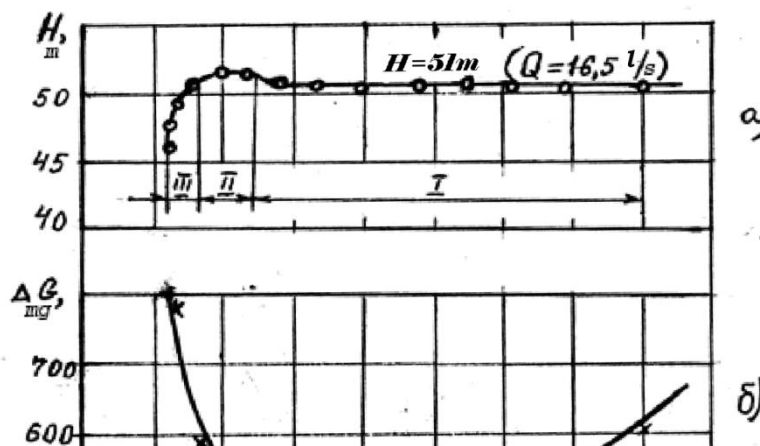


13.5 – rasm. Markazdan qochma 3K – 6 ($n=2900$ ay/min) ro’simli nass ishchi g’ildiragi kuraklari eyilish jadalligini uning ishchi tartibiga bog’liqligi : a- nasos xarakteristikasi, δ – turli materialdan tayyorlangan kuraklarining eyilish miqdori ; 1 – silumin, 2 – enoksid 4 – enoksid smola asosidagi monokorund, 5 – enoksid smola asosidagi kremniy karbid.

Olingan natijalarni 4K – 8 ro’sumli nasosda o’tkazilgan tajriba ma’lumotlari bilan solishtirilib, aytish mumkinki, tezkorligi kichik ($n_s=60<80$) nasoslarda eyilish miqdorining kam bo’lish chegarasi tor zonani egallaydi. Nasoslarning detallaini gidroabraziv eyilishiga kavitasiyani ta’siri baxolash uchun eksperimental laboratoriya qurilmasining so’rish quvurlariga o’rnatilgan surilma qulfaklar yordamida kavitasiya zaxirasi Δh qiymati o’zgartirilib tajribalar o’tkazildi.

Tajribalarda qattiq zarrachalar konsentratsiyasi $p = 20 \text{ kg/m}^3$ va diametri $d=0,34 \text{ mm}$, tajriba vaqti $T=2$ soat o’zgarmas qabul qilinib, nasosning turli $Q_1 > Q_{opt} > Q_2$ ish tartiblarida sinov o’tkazildi.

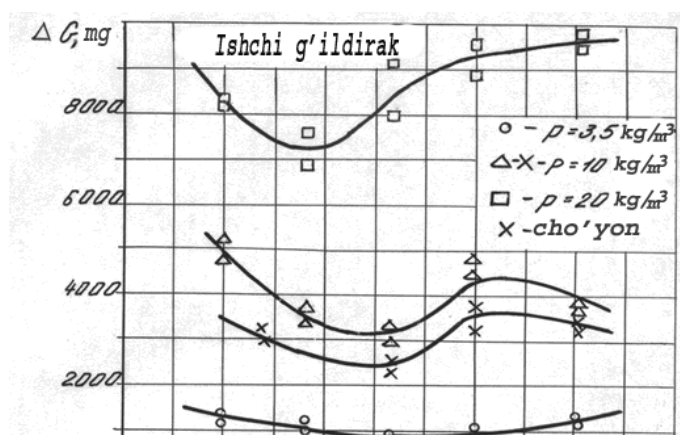
Markazdan qochma 3K-6 ro’simli nasosda $Q_1 = Q_{opt}$ o’zgarmas suv uzatish miqdorida o’tkazilgan tajriba natijalari 13.6-rasmda tasvirlangan.



13.6-rasm. Markazdan qochma nasos ishchi g'ildiragining gioroabraziv eyilish miqdoriga kavitasiya zaxirasining bog'liqligi

Yuqorida keltirilgan grafikdan aytish mumkinki, kavitasiya zaxirasi Δh miqdorini qisman kamaytirilsa, ya'ni kavitasiyaning boshlang'ich darajasidagi I zonada birgalikda sodir bo'luvchi kavitasion-abraziv eyilishi miqdorini odatdagi gidroabraziv eyilish miqdoriga nisbatan kamayishi sodir bo'ladi. Kavitasiya zaxirasi Δh ni 11 m dan 6 m gacha kamaytirilganda, eyilish jadalligi 30...40 % gacha pasayadi. Agar kavitasiya zaxirasi Δh qiymatini nasosni energetik xarakteristikasi o'zgarishiga to'g'ri keluvchi kritik qiymatgacha (13.6-rasmdagi II va III zona) kamaytirilsa, kuraklarning eyilishi nasosning barcha ish tartiblarida keskin ortib ketadi. Markazdan qochma nasosning boshqa ish tartiblarida o'tkazilgan tajribalarda ham 13.6-rasmdagiga o'xshash bog'lanish grafiklari olingan.

O'qiy 05-35 ro'simli nasos ishchi elementlarining gidroabraziv eyilishiga kavitasiya zaxirasi Δh ning ta'sirini o'rganish uning ishchi g'ildiragi kuraklarining $\varphi = +2^0$; 0^0 va -3^0 li o'rnatilish burchaklari, suvdagi qattiq zarrachalar diametri $d = 0,34$ mm, valining aylanish chastotasi $n_0 = 960$ ay/min, qattiq zarachalar konsentrasiyasi $p = 3,5$; 10 va 20 kg/m^3 ga teng bo'lgan hollar uchun va turli ish tartiblarida olib borildi. Kavitasiya zaxirasi Δh qiymatini ma'lum bir qiymatga kamaytirish markazdan qochma nasosdagi tadqiqotlarda aniqlangan kavitasiya zonasini "himoyalovchi ta'siri" o'qiy nasos ishchi g'ildiragi va bo'linmasining gidroabraziv eyilishini kamayishiga olib keladi.



13.7-rasm. O'qiy nasos ish detallarining gidroabraziv eyilishini kavitatsiya zaxirasiga bog'liq grafigi $\varphi = -3^0$; $n_0=1020$ ay/min, $Q=0,297$ m³/s;

13.7-rasmda o'qiy nasosda o'tkazilgan tajribalardan birining grafigi keltirilgan. Grafikdan ko'rinib turibdiki, suvdagi qattiq zarrachalar konsentratsiyasi ρ qiymati ortishi bilan minimal eyilish zonasi chap tomonga siljishi kuzatiladi.

Tajribalar shuni ko'rsatadiki, o'qiy nasoslarda kavitasion obraziv-eyilish darajasi ishchi ga bog'liq bo'lib, $\varphi = +2^0$; da kavitatsiyaning "himoyalovchi ta'siri" kuchliroq, $\varphi = 0^0$ ozroq va $\varphi = -3^0$ da yanada kamroq bo'ladi.

Nasosning $n_0=960$ ay/min va $\varphi = -3^0$ dan ish tartiblarida kavitatsiya zaxirasi Δh qiymatini kamayishi kavitasion-abraziv eyilish miqdorini ortib borishiga olib keladi ya'ni kavitatsiya zonasining "himoyalovchi ta'siri" sezilmaydi.

Eksperimental tajribalar natijalari asosida aytish mumkinki, kavitatsiya zaxirasi qiymati Δh ni kamaytirish natijasida hosil bo'luvchi kavitatsiya zonasi nasosning ma'lum bir ish tartiblaridagina uningish detallarini gidroabraziv eyilishidan himoya qilishi va uning jadalligini kamaytirish mumkin.

13.3. NASOSLARNING ISHCHI G'ILDIRAGI ZICHLASH TIRQISHI KENGAYISHINI ANIQLASH USULI

Markazdan qochma nasoslarda ishchi g'ildirak zichlash qismi tirqishini va o'qiy nasoslarda ishchi g'ildiragi yon tirqishini kengayishi ularning energetik ko'rsatkichlari (Q va H) ni pasayishiga asosiy omil ekanligi bir qator amaliyotdagi

nasos qurilmalarida va laboratoriyada olib borilgan tajribalarda aniqlangan [11,14,20,22]. Shuning uchun ushbu mavzuda zichlash qismi elementlarini eyilishini (13.7), (13.8) va (13.9) formulalar asosida aniqlash keltirilgan.

Nasoslarning ishchi g'ildiragi zichlash tirqishi kengayishini aniqlash uchun yuqorida keltirilgan (13.5), (13.6), (13.7), (13.8), (13.9) tenglamalardagi o'lchamsiz koeffisientlar A , A_0 , λ , σ va qattiq zarrachalar mahalliy konsentrasiyasi p_m qiymatlari tajribalar asosida topilgan.

A.I.Zolotar' [44] tomonidan taklif etilgan va markazdan qochma kuch maydonida harakatlanayotgan qattiq zarrachalarning ikkinchi darajali qarshiliklar qonuniyati asosida keltirib chiqarilgan hosila kriteriyadan sirtidagi (13.11) va o'qiy nasos ishchi g'ildiragining yon tirqishidagi (13.12) qattiq zarrachalar mahalli konsentrasiyasini aniqlashning quyidagi formulalari keltirib chiqarildi:

$$p_{.m1} = \frac{p}{1 - 0,9u / V_m \sqrt{d \cdot S_A / D}} ; \quad (13.11)$$

$$p_{.m2} = \frac{p}{1 - 2,36u / V_m \sqrt{d \cdot S_A / D}} ; \quad (13.12)$$

bu yerda : u - ishchi g'ildiragining aylanma tezligi, m/s; V_m - absolyut tezlikning meridional tashkil etuvchisi, m/s; s - Arximed simpleksi [$S_A=(\rho - \rho_0)/ \rho_0$].

Ekspperimental tadqiqotlar natijalariga qayta ishlov berish natijasida (13.5), (13.6), (13.7), (13.8), (13.9) tenglamalardagi koeffisientlar qiymatlari $A=7,35 \cdot 10^{-2}$ o'qiy nasos uchun, $A=10^2$ va $A_0=10,2$ markazdan qochma nasos uchun, hamda σ va λ koeffisientlarni aniqlash formulalari keltirib chiqarilgan.

O'qiy nasos ishchi g'ildiragi bo'linmaga ta'sir etuvchi ishorasi o'zgarib, qiymati ortib-pasayib boruvchi kuchlarni ta'sirini hisobga oluvchi σ koeffisientini aniqlash uchun quyidagi emperik formula tavsiya etilgan:

$$\sigma = 2 \cdot 10^3 \lg\left(1 + \frac{z}{z_0}\right)^2 \lg\left(1 + \frac{H}{H_0}\right)^{1,5} \quad (13.13)$$

bu yerda : z va H - mos ravishda nasosning ishchi g'ildiragi kuraklari soni va bosimi (m); z_0 va H_0 - o'qiy nasoslarning eng oz kuraklari soni va eng kichik bosimi (ya'ni $z_0=2$; $H_0=2$ m).

Markazdan qochma nasoslarda (13.9) formula bilan detallarni eyilishi sababli tirqishi kengayishi ΔS qiymatini aniqlash oqimning tirqishdagi tezligi V_3 qiymati zichlash qismidagi bosim isroflari ΔH ga bog'liq bo'lib, uning qiymati tirqishni kengligini S ga bog'liq ravishda o'zgarib boradi. Shunday holatda ΔS qiymatini aniqlash ancha qiyinligini e'tiborga olib, maxsus olib borilgan tajribalar asosida (13.9) tenglamani shaklini matematik usulda o'zgartirib, markazdan qochma nasos ishchi g'ildiragi zichlash qismi elementlarining eyilish qalinligi ΔS ni aniqlash uchun quyidagi tenglama keltirib chiqarildi:

$$2\Delta S^{x+1} + S_0 \cdot \Delta S^x - 2 \cdot \Delta S \cdot (C \cdot T)^x m \cdot \Delta H_1 - K(C \cdot T) \cdot S_0 = 0; \quad (13.14)$$

bu yerda :
$$X = \frac{2(n+2)}{12+n} ; \quad (13.15)$$

$$C = \frac{\epsilon}{a}; \quad a = L \cdot \Phi^{\frac{5}{n+2}} ; \quad (13.16)$$

$$\epsilon = 0,17A_0 \cdot \rho^{\frac{3-n}{n+2}} d \cdot p \cdot (\sin \gamma)^{\frac{8-n}{n+2}} \cdot \cos \gamma; \quad (13.17)$$

$$m = 2g\mu^2; \quad K = 2g\mu^2 \cdot H_p; \quad (13.18)$$

$$\Delta H_1 = H_p - \frac{u_2^2}{8g} \left[1 - \left(\frac{D_y}{D_2} \right)^2 \right] \cdot \frac{D_2}{D_y} ; \quad (13.19)$$

$$H_p = H_t \left(1 - \frac{9,81 H_t}{2u_2^2} \right) ; \quad (13.20)$$

$$u_2 = \frac{\pi D_2 n_0}{60}; \quad (3.21)$$

$$H_t = \frac{H}{\eta_z} - \text{nazariy bosim.}$$

Markazdan qochma nasos ishchi g'ildiragi zichlash qismi elementlarini eyilish qalinligi ΔS ni qiymatini (13.14) tenglama bilan aniqlash uchun Turbo-Pascal algoritmi tilida komp'yutkr dasturi tuzilgan (1-ilova).

Komp'yuter dasturiga quyidagi ma'lumotlar kiritildi: $A_0=10,2$; $n_0=1480$ ay/min; $H_1=90$ m; $D_2=0,5$ m; $D_y=0,23$; $L=0,03$ m; $S_0=0,0005$; $n=2,21$; $\Phi=1758,6 \cdot 10^6$ mN/m²; $p=2,15$ kg/m³; $d=0,04 \cdot 10^{-3}$ m, $\rho=2600$ kg/m³; $\gamma = 5,5^0$;

$T_1=0$; $T_2=1296 \cdot 10^3$ s; $T_3=2596 \cdot 10^3$ s; $T_4=3888 \cdot 10^3$ s; $T_5=6480 \cdot 10^3$ s; $T_6=7860 \cdot 10^3$ s;
 $\mu_1=0,525$; $\mu_2=0,55$; $\mu_3=0,58$; $\mu_4=0,61$; $\mu_5=0,64$; $\mu_6=0,68$.

Hisoblash natijalari asosida topilgan $\Delta S(y)$ va S ning qiymatlari (1-ilova) ishlab chiqarish sharoitida o'lgangan qiymatlarga mos tushishi aniqlandi va ushbu (13.14) tenglamani amaliy hisoblar uchun tavsiya etishga asos bo'ladi.

13.1- jadval

O'qiy nasoslar detallarining eyilish jadalligini hisoblash uchun berilgan dastlabki ma'lumotlar

| Hisoblash uchun zaruriy ma'lumotlar | Nasos belgisi | | |
|--|--------------------|--------------------|-------------------|
| | ОП5-110 | ОП11-193 | ПГ-35МА |
| Nasosni suv uzatishi Q , m ³ /s | 6 | 20 | 0,33 |
| Nasosni bosimi H , m | 8,5 | 17 | 6,8 |
| Kuraklarini o'rnatilish burchagi β^o | 26 ^o | 24 ^o | 24 ^o |
| Aylanish astota n_o , ob/min | 428 | 333 | 1200 |
| Qattiq zarrachalar zichligi ρ , kg/m ³ | 2600 | 2600 | 2600 |
| Zarrachaning o'rtacha diametri d_{cp} , m | 0,06 10^{-3} | 0,06 10^{-3} | 0,06 10^{-3} |
| loyqaning konsentratsiyasi p , kg/m ³ | 2,35 | 2,2 | 3,6 |
| Kuraklari va bo'linmasi materiali | X18H9TЛ | X18H9TЛ | Ст.3. |
| Metallning qattiqligini belgilovchi konstanta, Φ , mN/m ² | 2551,7 | 2551,7 | 2382,2 |
| Meyer konstantasi, n | 2,16 | 2,16 | 2,14 |
| Suv sarfini o'rtacha koeffisienti, μ | 0,86 | 0,86 | 0,86 |
| O'rtacha hajmiy F.I.K. η_0 | 0,97 | 0,97 | 0,97 |
| Arximed simpleksi S_A | 1,6 | 1,6 | 1,6 |
| Qattiq zarrachani yuzaga urilish burchagi α | 21 ^o | 19 ^o | 19 ^o |
| Kuraklari qalinligi δ , m | 16 $\cdot 10^{-3}$ | 24 $\cdot 10^{-3}$ | 6 $\cdot 10^{-3}$ |
| Ishchi g'ildirak gupchagi diametri D_b , m | 0,53 | 0,926 | 0,168 |
| Ishchi g'ildirak diametri D , m | 1,1 | 1,93 | 0,35 |
| Kuraklar soni z | 4 | 4 | 4 |
| Nasoslarni ishlash muddati: $T_1 = 0$ dan $T_6 = \dots$ gacha qiymatlar beriladi | 1,19 $\cdot 10^7$ | 1,06 $\cdot 10^7$ | 4320 $\cdot 10^3$ |

Amaliyotda qo'llanilayotgan nasoslarda va eksperimental laboratoriya qurilmasida olib borilgan tajribalarga asoslanib aytish mumkinki, o'qiy nasoslarning ish samaradorligini pasayishining asosiy sababi ishchi g'ildiragi yoni va ish bo'linmasi orasidagi tirqishning kengayib ketishi ushbu detallarni eyilish natijasidir.

Shuni e'tiborga olib, yuqorida keltirilgan (13.7) va (13.8) formulalar asosida o'qiy nasoslar ishchi g'ildiragi kuraklarining yon tirqishi kengayishini aniqlash uchun Turbo-Basic algoritmi tilida komp'yuter dasturi tuzilib, ОП5-110, ОП11-193 va ПГ-35МА ro'simli nasoslar uchun kuraklar yon sirtini eyilish qalinligi ΔS_T va

bo'linma yuzasini eyilish qalinligi ΔS_k , hamda tirqishning kengayishi ΔS qiymatlari aniqlandi (2-ilova). Buning uchun komp'yuter dasturiga 13.1-jadvaldagi ma'lumotlar kiritilgan.

Topilgan qiymatlarni amaliyotda foydalanilayotgan nasoslarni o'lchab olingan tirqishlarini vaqt davomida o'zgarish qiymatlari bilan solishtirib, ular bir-biriga muvofiq kelishi aniqlandi. Bu esa o'z navbatida yuqorida keltirilgan (13.17), (13.8), (13.14) tenglamalarni o'qiy va markazdan qochma nasoslarning ishchi g'ildiragi zichlash qismi va yon tirqishini kengayish jadalligini aniqlash uchun ishlab chiqarish amaliyotiga tavsiya etish imkoniyatini beradi.

13.4. NASOSLARNING TA'MIRLASHLARARO ISHLASH MUDDATLARINI ANIQLASH

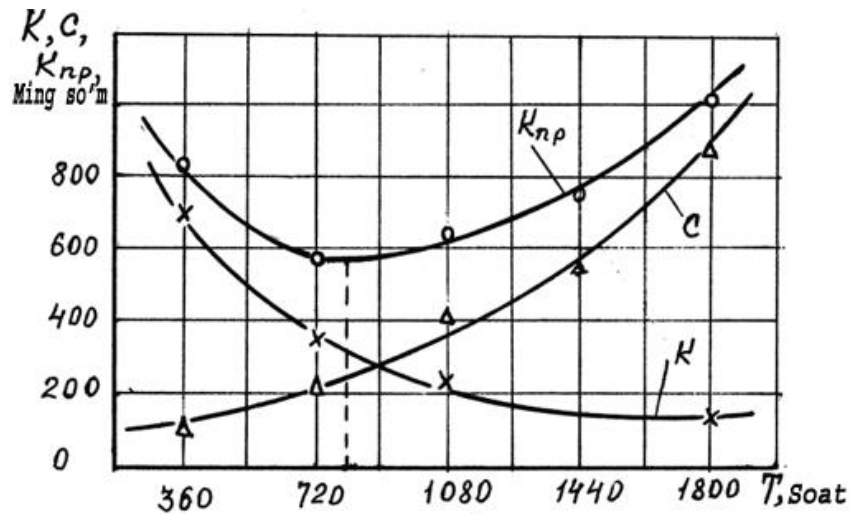
Nasoslarning ish samaradorligi ularning ishchi detallarini ruxsat etiladigan chegaraviy eyilish darajasi bilan belgilanadi. Markazdan qochma va o'qiy nasoslarning ta'mirlash va qayta tiklash ishlarini belgilovchi omillar asosiysi ularning ishchi g'ildiragi zichlash qismi va yon tirqishining hosil qiluvchi detallarini eyilish darajasi hisoblanadi. Chunki ishchi g'ildiraklari konstruktiv tirqishlarining kengayib ketishi bilan ulardan suyuqlikni qayta oqish miqdori proporsional ravishda ortadi. Bu esa nasoslarning energetik ko'rsatkichlari (Q va N) ni pasayishiga va ularning foydalanish xarajatlarini ortishiga sabab bo'ladi.

Markazdan qochma va o'qiy nasoslarning energetik ko'rsatkichlarini pasayishida ishchi g'ildiraklarining zichlash va yon tirqishlarining qiymatlari asosiy kriteriyalar bo'lishini e'tiborga olib, keltirilgan xarajatlar K_{np} bo'yicha variantlarni texnik-iqtisodiy taqqoslashga asoslangan nasoslarning ta'mirlashlararo optimal ishlash muddatlarni aniqlash usulini quyidagi formula bilan hisoblash tavsiya etilgan [20].

$$K_{np} = K_1 \cdot \frac{t_2}{t_1} + 9,81 \cdot e \cdot H \frac{\sum_{i=1}^n q_i t_i}{\eta_H \eta_{\text{os}} \cdot \eta_{cp} / \eta_0}; \quad (13.23)$$

bu yerda : K_{np} - keltirilgan xarajatlar; K_1 -bir marta ta'mirlash bahosi;
 t_2 - yil davomida ishlash muddati; t_1 -nasos ishchi g'ildiragi tirqishini tashkil etuvchi detallarining biror aniq eyilish miqdorigacha ishlash muddati; e - 1 kvт·soat elektr energiyaning narxi; H - nasosning bosimi q_i - nasos t_i vaqt ishlash muddatidagi tirqishda hosil bo'ladigan oqimcha miqdori; η_H va η_{os} –mos ravishda

nasos va dvigatelining F.I.K lari; η_{cp} - har bir Δt oraliq vaqtdagi o'rtacha hajmiy F.I.K ; η_0 - boshlang'ich hajmiy F.I.K.

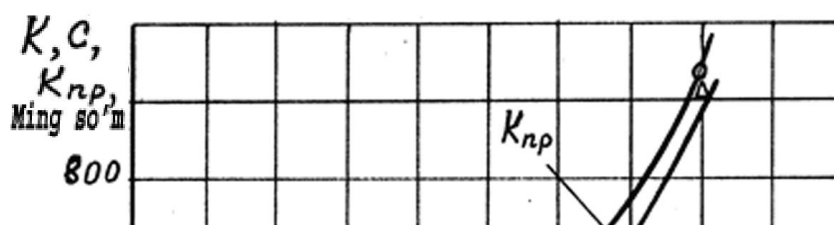


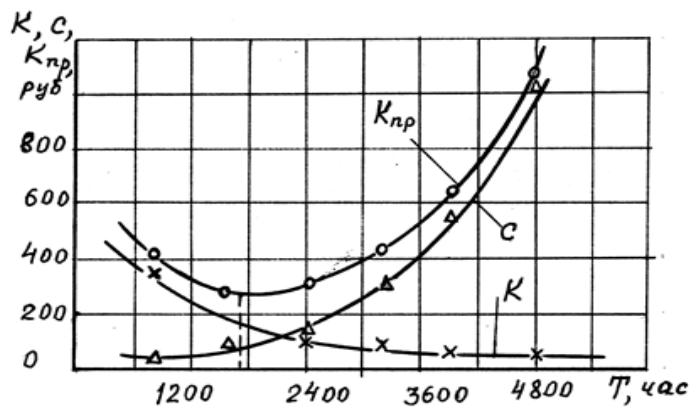
13.8 – rasm. Markazdan qochma nasosning optimal ta'mirlashlararo ishlash muddatini aniqlash grafigi : K – ta'mirlashga sarflanadigan xarajatlar ; C – tirqishdagi oqimga hisobiga energiya sarfini ortishi bilan bog'liq foydalanish xarajatlari; K_{np} – keltirilgan xarajatlar.

Grafikdagi K_{np} ning ekstrimal qiymati nasosning samarali ishlash muddatlari va chegaraviy ruxsat etiladigan ishchi g'ildirak tirqishlari qiymatlariga to'g'ri keladi. Yuqorida (13.23) formula bilan tuzilgan komp'yuter dasturidan foydalanib, keltirgan xarajatlar K_{pr} hisoblangan va uning natijalari asosida 13.8 va 13.9 – rasmlarda keltirilgan grafiklar tuzilgan.

Yil davomida olti oylik foydalanish muddatida 200D – 90 ro'simli markazdan qochma nasosning optimal ta'mirlashlararo muddati $t_0=810$ soat va chegaraviy tirqishi o'lchami $S=1,9$ mm, o'qiy III – 35 MA nasosi uchun esa $t=1735$ soat va $S=2,2$ mm tashkil etadi.

Demak olti oy davomida nasoslardan samarali foydalanish uchun ularning detallarini 3...4 marta joriy ta'mirlash talab etiladi. Lekin ekinlarni sug'orish davrlarida ta'mirlash ishlarini amalga oshirishni iloji yo'qligini e'tiborga olib, nasoslarni ta'mirlashlararo ishlash muddatlarini uzaytirish uchun boshqa tadbirlar amalga oshirilishi lozim. Masalan, nasoslar detallarni kam eyilishni ta'minlovchi ish tartiblarni tanlash, detallarni tayyorlashda eyilishga chidamli materiallar qo'llash va ularni qayta tiklashda zamonaviy usullardan foydalanish, nasoslarning konstruktiv elementlarini takomillashtirish va h.k.





13.9 – rasm. O'qiy nasosning optimal ta'mirlashlararo ishlash muddati aniqlash grafigi (belgilar 13.8 – rasmdagi o'xshash)

Nazorat savollari

1. Nasos detallarini moddiy va ma'naviy eyilishini tushuntirib bering.
2. Tabiiy va falokatli eyilish qanday farq qilinadi?
3. Gidroabraziv va kavitasion eyilishlar qanday sodir bo'ladi?
4. Kavitasiya qanday hosil bo'ladi?
5. Gidroabraziv eyilish qanday omillarga bog'liq bo'ladi?
6. Suvdagi qattiq zarrachalarni nasoslarning ishchi g'ildiragida harakat sxemasini tushuntirib bering.
7. Nasos detalarining gidroabraziv eyilishini aniqlash formulalarini tushuntirib bering.
8. Markazdan qochma nasos nasos ishchi g'ildiragini gidroabraziv eyilishini uning ish ko'rsatkichlariga bog'liqlik grafigi qanday bo'ladi?
9. Markazdan qochma va o'qiy nasoslarning kavitasiya zaxirasini o'zgarishi gidroabraziv eyilishiga qanday ta'sir etadi?
10. Nasoslarning ishchi g'ildiragidagi qattiq zarrachalar mahalliy konsentrasiyasi qanday aniqlanadi?
11. Nasoslarni ishchi g'ildirak zichlash tirqishi kengayishini aniqlash usulini tushuntirib bering.
12. Nasoslarning ta'mirlashlararo optimal ishlash muddati qanday formula bilan aniqlanadi?

**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
