

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

Muxammadiev Murod Muxammadiyevich

Uralov Baxtiyor Raxmatullayevich

Majidov Toxir Shadmanovich

Kan Eduard Klimentiyevich

GIDROMASHINALAR

5450400 – Gidrotexnika inshootlari va nasos stansiyalaridan foydalanish ta'lim
yo'nalishi uchun o'quv qo'llanma

Toshkent – 2019

Annotatsiya

O'quv qo'llanma «Gidromashinalar», «Gidravlik turbinalar va nasoslar», «Gidroenergetik qurilmalar» fanlari dasturlariga mos bo'lib, unda gidromashinalarning asosiy elementlari, vazifasi, konstruksiyalari, turlari, markirovkasi, ularni hisoblash va loyihalash asoslari, parametrlarini hisoblash, ularning xarakteristikalarini qurish tartibi va qoidalari to'g'risida nazariy va amaliy ma'lumotlar berilgan.

Аннотация

Учебное пособие соответствует учебным программам дисциплин «Гидравлические машины», «Гидравлические турбины и насосы», «Гидроэнергетические установки», дается теоретическая и практическая информация об основных элементах гидравлических машин, назначении, конструкциях, видах, маркировках, основах их расчета, проектирование, порядке и правилах построения характеристик гидромашин.

Abstract

The training manual corresponds to the curriculum of the disciplines "Hydraulic machines", "Hydraulic turbines and pumps", "Hydropower installations", provides theoretical and practical information on the main elements of hydraulic machines, purpose, designs, types, markings, the basics of their calculation, design, order and rules for constructing the characteristics of hydraulic machines

Taqrizchilar: TAQI, «Gidrotexnika inshootlari, zamin va poydevorlar» kafedrasi, t.f.d., prof. **Fayziev X.**

TIQXMMI, «Gidrotexnika inshootlari va muxandislik konstruksiyalari» kafedrasi, t.f.n., dots. **Raxmatov N.**

KIRISH

O'zbekistonda 4,3 mln.ga ga yaqin maydonda sug'orma dehqonchilik rivojlangan bo'lib, ushbu erlarda jami etishtirilayotgan qishloq xo'jalik mahsulotlarining 95 foizidan ortiqrog'i etishtiriladi. Qurg'oqchil mintaqalarda joylashgan respublikamizning turli xil tabiiy-xo'jalik sharoitlariga ega bo'lgan va hozirgi suv taqchilligi kuchayib borayotgan hududlarida 2,5 mln.ga. dan oshiq maydonda suvni nasos agregatlari va nasos stansiyalari orqali ko'tarib sug'orish amalga oshiriladi. O'zbekiston gidroenergetikasi rivoji 2010-2020 yillar mobaynida kichik daryolar va suv xo'jaligi ob'ektlari (sug'orish kanallari, suv omborlari) gidroenergetik potensialidan foydalanish bazasida amalga oshirilishi Uzbekiston Respublikasi Vazirlar Maxkamasi Qarorida (№ 476, 28.12.95 y.) ta'kidlangan.

Suv manbalaridan yuqorida joylashgan erlarni sug'orish, ichimlik suvi bilan ta'minlash va iflos suvlarni chiqarib tashlash uchun qadim zamonlardan odamlar suvni har xil usullar bilan yuqoriga ko'targanlar. Eramizdan avvalgi 3 minginchi yillarda ham oddiy suv ko'tarish inshootlari bo'lganligi haqida ma'lumotlar bor. Masalan, Nil daryosining suv sathi tushib ketganda misrliklar idishlarda bir – biriga uzatib suvni yuqoriga ko'targanlar. Keyinchalik ular har xil suv ko'tarish g'ildiraklari va Arximed vintidan foydalanganlar. IX asrdan boshlab Xitoy, Hindiston, Misr va Markaziy Osiyo davlatlarida suvni yuqoriga ko'tarish uchun uy hayvonlari yoki odam kuchi bilan harakatga keltiriluvchi moslama – chig'irlardan va oqar suv yordamida harakatga keluvchi charxpalaklardan foydalanganlar. Bunday oddiy moslamalar hozirgi kunda ham ishlatilmoqda.

Suv ko'tarish uchun birinchi porshenli nasoslar XII asrda Novgorod shahrida yaratilgan. 1519 yili, Pskov Kremlini, 1631 yili esa Moskva Kremlini suv bilan ta'minlash uchun suv minoralariga suv uzatuvchi porshenli nasos stansiyalari qurilgan. Porshenli nasoslardan so'ng, unumdorligi katta bo'lgan markazdan qochma va o'qiy nasoslarning yaratilishi, suvni yuqoriga ko'tarish ishlarini jadallashtirib yubordi. Markaziy Osiyoda keng qo'llanilgan chig'irlar o'rniga zamonaviy nasos stansiyalari qurila boshlanadi.

Gidroenergetikani rivojlantirish rejasiga asosan turli quvvatdagi gidroelektrostansiyalarni (GES) qurish mamlakatimiz uchun eng istiqbolli yo'nalish hisoblanadi, chunki ekologik toza gidroenergiyani ishlab chiqish natijasida yildan-yilga narhi oshayotgan neft mahsulotlarini issiqlik elektrostansiyalarida (IES) larda ishlatishda tejashga va atrof-muhit tozaligiga olib keladi. Hozir O'zbekistonda 40 ta GES va 1693 nasos stansiyalari ekspluatasiya qilinmoqda. GES lar ishlab chiqayotgan energiya 1727 MVT bo'lib, bor-yo'g'i mamlakatimizda o'zlashtirilgan gidroenergetik potensialning 40 % ni tashkil etadi.

O'quv qo'llanmada ges va ns ob'ektlarini loyihalash, qurish va ekspluatasiya qilish, nasos qurilmalarining asosiy ish ko'rsatkichlari, nasoslarning nazariyasi, turlari va ularning xarakteristikalarini, sug'orish tizimidagi nasos stansiyalarining agregatlarini tanlash, nasos stansiyalarining gidrotexnik qurilmalarini loyihalash, gidravlik turbinalar to'g'risida ma'lumotlar va ularni loyihalash hamda GES va nasos stansiyalarining ekspluatasion va texnik-iqtisodiy hisoblarini bajarish uslublari keltirilgan.

Mazkur o'quv qo'llanmadan 5650100- Irrigatsiya tizimlarida gidroenergetika ob'ektlari, 5650700- Gidrotexnika inshootlari va nasos stansiyalaridan foydalanish, 5520300- Gidroenergetika, 5450200- Suv xo'jaligi va melioratsiya, yo'nalishlarida "Qishloq xo'jaligi gidrotexnik melioratsiyasi", "Nasos va nasos stansiyalari", "Nasos stansiyalaridan foydalanish", "Gidroenergetika qurilmalari" va «Gidroenergetika» fanlari o'qitiladigan oliy o'quv yurti mutaxassisliklarining talabalari, magistrlar va ilmiy xodim izlanuvchilar, ushbu yo'nalishlarda faoliyat ko'rsatayotgan mutaxassislar, suv xo'jaligi xodimlari, o'rta maxsus o'quv yurtlari o'qituvchilari ham foydalanishlari mumkin.

O'quv qo'llanma haqidagi fikr va mulohazalarini bildirganlarga mualliflar o'z minnatdorchiliklarini izhor qiladilar. Fikr va mulohazalarni quyidagi manzilga yuborishingizni so'raymiz:

Toshkent, 100000, Qori-Niyoziy ko'chasi, 39. Toshkent irrigatsiya va qishloq xujaligini mexanizatsiyalash muxandislari instituti (TIQXMMI).

1. NASOSLAR VA NASOS QURILMALARI

1.1. SUV XUJALIGIDA MASHINALI SUV KUTARISHNING AXAMIYATI

Respublikada aholi sonining tez sur'atlar bilan o'sishi natijasida yangi ekin maydonlarini o'zlashtirish zaruriyati tug'ildi. O'zlashtiriladigan erlarning aksariyati suv manbalaridan yuqorida joylashgan. Ularni suv bilan ta'minlash nasos stansiyalari va qurilmalar bilan amalga oshiriladi.

Jadval 1.1

O'zbekistonda Respublikasida ishlab turgan katta nasos stansiyalari.

№	Viloyatlar	Nasos stansiyalari	Xarakteristikalar		
			Q, m ³ /s	H, m	N, mVt
1.	Buxoro	Olot	41	8,5	5,6
		Qorako'l	33	8,5	4,8
		Hamza – i	68	52,0	45,0
		Quyimozor	100	18-21	30,0
		Hamza – ii	105	52,0	125,0
		Qiziltepa	92	45-72	125,0
		Konimex	12	26,0	6,0
2.	Qorakalpogiston Respublikasi	Yomonjar	13	5,0	1,4
		Kattagar	54	4,0	4,5
		Bek – yab	50	5,0	4,5
		Nayman – Beshtom	30	5,0	1,6
3.	Qashqadaryo	Qarshi kaskadi (I, II, III, IV, V, va VI ko'tarish stansiyalari)	195	140,0	450,0
		Tallimarjon	155	16-33	64,8
4.	Surxondaryo	Sherobod	110	24-29	45,0
		Amu – Zang	32	81,0	48,0
5.	Jizzax	Jizzax	190	24-37	110,0
6.	Andijon	Tashkelik	27	20,0	7,2
		Do'stlik	9	83,0	9,6

		Ekin-Tekin	3	130,0	5,1
7.	Farg'ona	Abdusamat	20	10,0	4,0
		Sharqiy Arsif	2	130,0	5,1
		KFK – Sox	2	160,0	5,0
		Isfayram-Shohimardon	3	170,0	7,5
8.	Namangan	Pungan	3	165,0	6,3
		Chust	5	197,0	15,0
		Uychi	10	78,0	12,8
9.	Sirdaryo	Boyovut	12	26,0	4,8
		Sirdaryo – 3	25	10,0	4,0
		Sirdaryo – 6	25	10,0	4,0
		Sardoba	13	5,0	1,4
10.	Samarqand	Narpay	12	50,0	96,0
11.	Xamdustlik mamlakatlarida	Bosh – Koxovka	25-40	21-25	12,5
		Irtish – Karag'anda	13-20	19-21	5,0
		Saratov	14-18	21-22	5,0

Hozirgi vaqtda respublikada 1604 dona ulkan, katta va o'rta sarfli nasos stansiyalari suv uzatib berayotgan viloyatlararo, tumanlararo va xo'jaliklararo mashina kanallaridan 53 % hamda ichki xo'jalik tarmoqlariga o'rnatilgan kichik sarfli nasos stansiyalari va qurilmalar yordamida yana 25 % fermer xo'jaliklarining er maydonlari sug'orilmoqda, 11000 donaga yaqin vertikal quduqlardagi nasos agregatlari ishlab turibdi. 1.1–jadvalda O'zbekiston Respublikasi viloyatlarida ishlab turgan ba'zi katta nasos stansiyalarining ro'yxati keltirilgan.

Sug'orish nasos stansiyalaridan tashqari ko'plab zax Qochirish – Quritish va Qishloq xo'jaligini ichimlik suvi bilan ta'minlash nasos stansiyalari ham ishlab turibdi.

Hozirgi vaqtda respublikamizda nasos agregatlari ishlab chiqaradigan “SUVMASH” zavodi, viloyatlarda nasoslarni ta'mirlash korxonalari ishlab turibdi. Ammo, ilgari ittifoq davrida buyurtma qilib tayyorlangan va katta nasos stansiyalariga o'rnatilgan nasos agregatlarini ishlab chiqarish hozircha yo'lga qo'yilmagan.

1.1.1. Nasoslar haqida tushuncha. Nasoslar tasnifi.

Nasoslar har xil suyuqliklar oqimini hosil qiluvchi gidravlik mashinalardir. Nasoslar o'zlariga berilayotgan mexanik yoki boshqa turdagi energiyani o'zi orqali oqib o'tadigan suyuqlikning gidravlik energiyasiga aylantirib beradi.

Nasoslarni harakatga keltirish uchun hozirgi vaqtda asosan elektr dvigatelidan foydalaniladi. Ba'zi hollarda ichki yonuv dvigatelidan ham foydalanishadi.

Harakat turi bo'yicha nasoslar **dinamik** va **hajmiy** nasoslarga bo'linadi .

Dinamik nasoslarda suyuqlik, nasosning kirish hamda chiqishlari bilan doimiy bog'langan ish kamerasidagi ish organining ta'sirida siljiydi.

Suyuqlikka ta'sir kuchi bo'yicha dinamik nasoslar – **kurakli** (markazdan qochma, diagonal, o'qiy) va ishqalanishli (vixrli, oqimli, suv - havo ko'targichlar, shnekli) nasoslarga bo'linadi.

Hajmiy nasoslarda suyuqlik, nasosning kirish va chiqishlariga navbati bilan ulanadigan ish kamerasidagi hajmni davriy (o'qtin – o'qtin) o'zgartirib turuvchi ish organining ta'sirida siljiydi.

Ishchi organlarining harakati bo'yicha hajmiy nasoslar **qaytma – ilgarilanma va aylanma** (rotorli) nasoslarga ajratiladi. ishchi qismlarning turi bo'yicha qaytma–ilgarilanma nasoslar porshenli, plunjerli diafragmali, pnevmatik nasoslarga,aylanma (rotorli) nasoslar esa shesternyali, vintli va shiberlilarga bulinadi.

1.1.2. Nasos dvigateli, agregati, nasos qurilmasi,nasos stansiyasi va mashinali suv ko'tarishgidrotexnik uzeli tushunchasi.

Sug'orish, zax qochirish va ichimlik suvi bilan ta'minlash sohalarida suvni yuqoriga uzatish kompleksi quyidagi pog'onalarga bo'linadi: ***nasos dvigateli;***

nasos agregati; nasos qurilmasi; nasos stansiyasi va mashinali suv ko'tarish gidrotexnik uzeli.

Nasos dvigateli – mexanik, elektrik va boshqa turdagi energiyani suyuqlik oqimi energiyasiga aylantirib beruvchi gidravlik mashinadir.

Nasos agregati (gidroagregat) – quvvatni uzatish jihozlari bilan bog'langan nasos va dvigatel' yig'indisidir.

Nasos qurilmasi – suyuqlikni manba'sidan olib iste'molchiga etkazib beruvchi qurilma yoki quvvatni uzatish jihozlari bilan bog'langan nasos va dvigatel', suruvchi va bosimli quvurlar, ularning kerak – yarog'lari (armatura, berkitgich – zadviyka, teskari klapan va boshqalar) va o'lchov asboblari (vakuumetr va manometr) yig'indisidir.

Nasos stansiyasi – iste'molchilarga suv etkazib beruvchi, zax qochirish va kanalizasiya sistemalaridan suv haydab chiqaruvchi bir yoki bir necha qurilmalar va gidrotexnik inshootlar yig'indisidir.

Mashinali suv chiqarish gidrotexnik uzeli – suv olish va uni nasos stansiyasi binosiga keltirishga mo'ljallangan inshootlar, stansiya binosi, so'rish va uzatish quvurlari va suvni qabul qiluvchi inshootlar yig'indisidir.

1.1.3. Nasoslarning qo'llanish sohalari

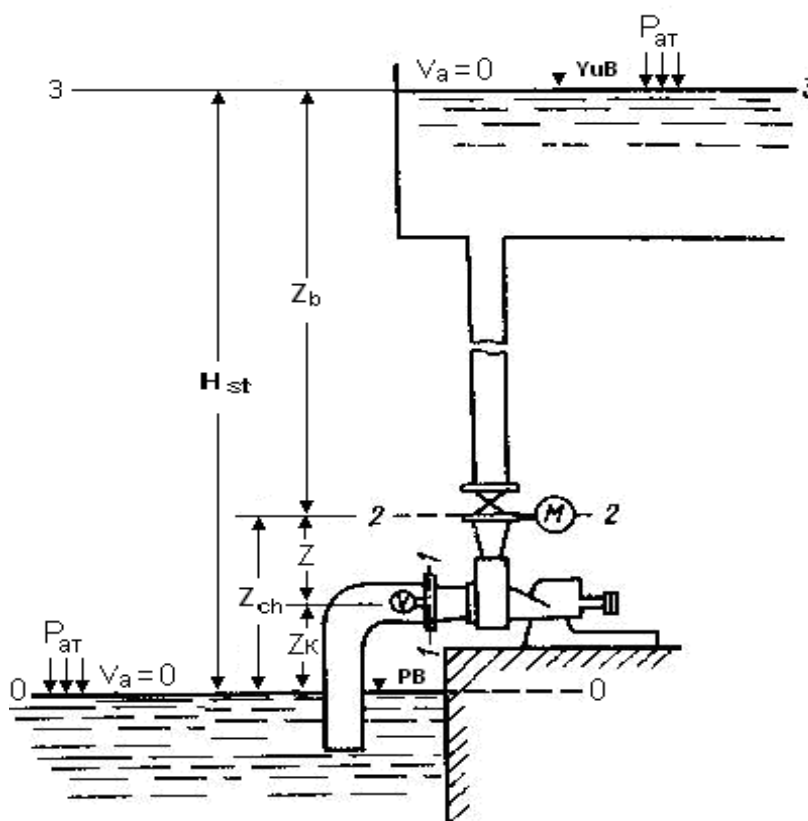
Nasoslarni paydo bo'lishi va rivojlanishi shuni ko'rsatadiki, nasoslarga avvalo suvni yuqoriga ko'tarib berish uchun mo'ljallangan gidravlik mashina deb qaralgan. Ammo, hozirgi vaqtda, nasoslarni qo'llanish sohalari juda ko'p va xilma-xildir. Shaharlarni ichimlik suvi bilan ta'minlash va ulardagi iflos suvlarni chiqarib tashlash, sanoat korxonalari hamda elektrostansiyalarni texnik suv bilan ta'minlashdan tashqari, erlarni sug'orish va zax qochirish, energiyani yuqoriga to'plash hamda materiallarni tashishda qo'llaniladi. Issiqlik elektrostansiyalarining qozon qurilmasini suv bilan ta'minlash nasoslari, kemalardagi nasoslar, neft–gaz, ximiya, Qog'oz ishlab chiqarish, oziq – ovqat va ishlab chiqarishning boshqa sohalarida qo'llaniladigan nasoslar shular jumlasidandir. Yana nasoslar, qurilish

ishlarida (tuproqli inshootlarni qurishda, kanallarni loyqalardan tozalashda, suv sathini tushirishda, suvni chiqarib tashlashda, beton va qurilish qorishmalarini uzatishda va boshqalarda), foydali qazilmalarni olishda, ularga gidravlik usulda ishlov berishda, ishlab chiqarish korxonalari chiqindilarini gidravlik yuvishda, chorvachilik fermalarida, shaharlarni ko'kalamzorlashtirishda qo'llaniladi. Yordamchi qurilmalar sifatida nasoslar, yog'lash moylarini uzatish va mashinalarni sovutishda ham ishlatiladi.

1.1.4. Nasoslarning energetik ko'rsatkichlari.

Nasos stansiyasi ish rejimi diapazonini o'zgarib turishini, uning jihozlari va konstruktiv xususiyatlarini aniqlovchi ko'rsatkichlarga nasoslarning asosiy ko'rsatkichlari deyiladi. **Bosim, sarf, quvvat va foydali ish koeffitsienti (FIK)** nasoslarning asosiy ko'rsatkichlaridir.

1.Bosim (H) – nasosning kirish va chiqish oralig'ida suyuqlik solishtirma energiyasining o'zgarishidir. O'lchov birligi – *m. (metr)*.



Rasm 1.1. Nasos qurilmasining sxemasi.

$$\mathbf{P}=\mathbf{E}_{ch}+\mathbf{E}_{\kappa} \quad (1.1)$$

$$\mathbf{E}_{ch}=\mathbf{Z}_{ch}^{2-2}+\frac{P_{ch}}{\gamma}+\frac{V_{ch}^2}{2g} \quad (1.2)$$

$$\mathbf{E}_{\kappa}=\mathbf{Z}_{\kappa}^{1-1}+\frac{P_{\kappa}}{\gamma}+\frac{V_{\kappa}^2}{2g} \quad (1.3)$$

(1.2) va (1.3) ni (1.1) ga qo'ysak,

$$H = Z_{ch}^{2-2} + \frac{P_{ch}}{\gamma} + \frac{V_{ch}^2}{2g} - \left(Z_{\kappa}^{1-1} + \frac{P_{\kappa}}{\gamma} + \frac{V_{\kappa}^2}{2g} \right) =$$

$$Z_{ch}^{2-2} - Z_{\kappa}^{1-1} + \frac{P_{ch} - P_{\kappa}}{\gamma} + \frac{V_{ch}^2 - V_{\kappa}^2}{2g} = \left| Z_{ch}^{2-2} - Z_{\kappa}^{1-1} + \frac{P_{ch} - P_{\kappa}}{\gamma} = H_{man} \right|$$

$$\mathbf{H}=\mathbf{H}_{man}+\frac{V_{ch}^2-V_{\kappa}^2}{2g} \quad (1.4)$$

Shunday qilib, bosim, manometrik bosim bilan nasosga kirishdagi va chiqishdagi tezlik hosil qilgan bosimlar ayirmasining yig'indisiga teng ekan.

So'rish va bosimli patrulkalarning o'lchamlari birday bo'lganda ulardagi tezlik bir xildir ($V_{ch}=V_{\kappa}$) va bosim manometrik bosimga teng bo'ladi.

$$\mathbf{H}=\mathbf{H}_{man}. \quad (1.5)$$

Bu erda shartli belgilar:

$\mathbf{E}_{\kappa}, \mathbf{E}_{ch}$ – suyuqlikni nasosga kirishdagi va chiqishdagi solishtirma energiyasi;

$\mathbf{Z}_{\kappa}^{1-1}, \mathbf{Z}_{ch}^{2-2}$ – nasosga kirishdagi 1-1 va chiqishdagi 2-2 kesimlar og'irlik markazining balandligi, m ;

$\mathbf{P}_{\kappa}, \mathbf{P}_{ch}$ – nasosga kirishdagi va chiqishdagi bosim, $\kappa g/m^2$;

γ – suyuqlikning solishtirma og'irligi, $\kappa g/m^3$;

$\mathbf{V}_{\kappa}, \mathbf{V}_{ch}$ – suyuqlikning nasosga kirishdagi va chiqishdagi tezligi, m/s ;

$\mathbf{g}$ – erkin tushish tezligi, m/s^2 ;

$\frac{V_{\kappa}^2}{2g}, \frac{V_{ch}^2}{2g}$ – nasosga kirishda va chiqishda tezlik hosil qilgan bosim;

$\frac{P_{\kappa}}{\gamma}, \frac{P_{ch}}{\gamma}$ – nasosga kirish va chiqishdagi p'ezometrik balandlik.

2. Suyuqlik sarfi (Q) – birlik vaqt ichida nasosdan o'tayotgan suyuqlik hajmiga teng. O'lchov birliklari – l/s , m^3/s , $m^3/soat$,

$$Q = \omega \cdot V; \quad (1.6)$$

Bu erda: Q – suyuqlik sarfi, m^3/s ;

ω – jonli kesim yuzi, m^2 ;

V – oqimning o'rtacha tezligi, m/s .

3. Quvvat (N). Nasos bilan 1 sek ma'lum balandlikka ko'tarilgan m massali suyuqlikning bajargan ishiga nasosning foydali ishi deyiladi.

$$A = m \cdot gH \quad (1.7)$$

Bu erda: m – suyuqlik massasi;

G – suyuqlikni og'irligi κg .

Bosimli patrulkadan o'tayotgan suyuqlikka nasosdan berilayotgan quvvat, yoki birlik vaqt ichida suyuqlik bajargan ishga nasosning foydali quvvati deyiladi. Uni quyidagi formula bilan aniqlaymiz.

$$N_f = \gamma QH \quad (1.8)$$

O'lchov birliklari ot kuchi va kilovattidir.

1 ot kuchi = 75 $\kappa g m/s$

1 κVt = 102 $\kappa g m/s$

Nasosni harakatga keltirish uchun dvigatel sarf qilgan energiyaga nasosning valdagi quvvati yoki nasosning iste'mol quvvati deyiladi, ya'ni

$$N_{ist} = \frac{\gamma QH}{\eta} \quad (1.9)$$

Nasos harakatga kelganda ishqalanishlar natijasida nasosning foydali quvvati kamayadi. Shuning uchun nasosning iste'mol quvvati, uning foydali quvvatidan katta bo'lishi kerak. Yo'qolgan quvvat nasosning foydali ish ko'effitsientini aniqlashda hisobga olinadi.

4. Foydali ish ko'effitsienti (η).

Nasos foydali quvvatining uni iste'mol quvvatiga nisbati nasosning foydali ish ko'effitsienti deyiladi, ya'ni

$$\eta = \frac{N_f}{N_{ist}} \quad \mathbf{100\%} \quad (1.10)$$

O'lchov birligi, foizda yoki birdan kichik sonlar bilan aniqlanadi. Zamonaviy yirik nasoslarda to'la fiki 0,9 ga etadi, kichiklarida esa 0,6 dan oshmaydi.

5. Aylanishlar soni (n) – nasos vali yoki ish g'ildiragining 1 minutda aylanish (*ayl/min*) tezligidir.

$$\mathbf{n = \frac{60U}{\pi D} \quad (1.11)}$$

6. So'rish balandligi ($h_{so'r}$) – umumiy ko'tarish balandligining so'rish qismidir. (*metr*).

$$\mathbf{h_{so'r} = h_b - \Sigma \Delta h_{so'r} - \Delta h_{bug'.bos.} - \Delta h_{kav.eht.} \quad (1.12)}$$

1.1.5. Nasosning to'la bosimini aniqlash.

1 – xol. Ishlab turgan nasos qurilmasining to'la bosimini o'lchov asboblari ko'rsatishlari orqali aniqlash.

Nasosning to'la bosimi (1.2) va (1.3) ga asosan (1.2 – rasm).

$$\begin{aligned} H &= Z_{ch} - Z_k + \frac{P_{ch} - P_k}{\gamma} + \frac{V_{ch}^2 - V_k^2}{2g} = \left| \frac{P_{ch} = P_2 + P_{atm}}{P_k = P_{atm} - P_v} \right|, Z = Z_{ch} - Z_k = Z + \frac{P_m + P_{atm} - (P_{atm} - P_v)}{\gamma} + \frac{V_{ch}^2 - V_k^2}{2g} \\ &= Z + \frac{P_m + P_{atm} - P_{atm} + P_v}{\gamma} + \frac{V_{ch}^2 - V_k^2}{2g} = Z + \frac{P_m + P_v}{\gamma} + \frac{V_{ch}^2 - V_k^2}{2g} = \left| \frac{P_m}{\gamma} = M; \frac{P_v}{\gamma} = V \right| = Z + M + V + \frac{V_{ch}^2 - V_k^2}{2g}; \\ H &= Z + M + V + \frac{V_{ch}^2 - V_k^2}{2g} \quad (1.13) \end{aligned}$$

Shunday qilib, nasosning to'la bosimi manometr (m) va vakuumetr (v) ko'rsatishlari yig'indisiga, bosimlarni o'lchash nuqtalari orasidagi masofaga (z) va nasosga kirishda va chiqishda tezlik hosil qiladigan bosimlar farqining qushilganiga teng.

Agar nasosning kirish va bosimli patrubkalarining diametrlari birday bo'lsa, unda ulardagi tezlik ham birdaydir va to'la bosim,

$$H = M + V + Z \quad (1.14) \quad \text{tengdir.}$$

(1.4), (1.13) va (1.14) tengliklar bilan faqat ishlab turgan nasos qurilmasining bosimi aniqlanadi. Loyixa qilinayotigan nasos qurilmasi uchun bu tengliklar yaroqsizdir.

2 – xol. Loyixalanayotgan nasos qurilmasining to'la bosimini aniqlash.

Buning uchun Bernulli tenglamasidan foydalanamiz.

1.1 – rasmdagi 0-0 va 1-1 kesmlari uchun 0-0 tekisligiga nisbatan Bernulli tenglamasi.

$$O + \frac{P_{atm}}{\gamma} + O = Z_{\kappa} + \frac{P_{\kappa}}{\gamma} + \frac{V_{ch}^2}{2g} + \Delta h_{sur}; \quad (1.15)$$

2-2 va 3-3 kesimlari uchun 0-0 tekisligiga nisbatan Bernulli tenglamasi.

$$Z_{ch} + \frac{P_{ch}}{\gamma} + \frac{V_{ch}^2}{2g} = Z_{ch} + Z_{bos} + \frac{P_{atm}}{\gamma} + O + \Delta h_{bos}; \quad (1.16)$$

(1.15) ni (1.16) ga tenglashtiramiz.

$$\frac{P_{\kappa}}{\gamma} + \frac{V_{\kappa}^2}{2g} = Z_{\kappa} + \frac{P_{\kappa}}{\gamma} + \frac{V_{\kappa}^2}{2g} + \Delta h_{cyp} + Z_{\delta oc} + \Delta h_{\delta oc}$$

$$\frac{P_{ch}}{\gamma} + \frac{V_{ch}^2}{2g} = Z_{\kappa} + \frac{P_{\kappa}}{\gamma} + \frac{V_{\kappa}^2}{2g} + Z_{bos} + \Delta h_{sur} + \Delta h_{bos};$$

$$\Sigma \Delta h = \Delta h_{sur} = \Delta h_{bos} \quad (1.17)$$

$$\frac{P_{ch} - P_{\kappa}}{\gamma} + \frac{V_{ch}^2 - V_{\kappa}^2}{2g} = Z_{\kappa} + Z_{bos} + \Sigma \Delta h$$

$$\frac{P_{ch} - P_{\kappa}}{\gamma} + \frac{V_{ch}^2 - V_{\kappa}^2}{2g} = H - Z, \quad \text{bu erda: } Z = Z_{ch} - Z_{\kappa}$$

$$H = Z_{\kappa} + Z + Z_{bos} + \Sigma \Delta h, \quad \text{bu erda: } Z_{\kappa} + Z + Z_{bos} = H_{geom}$$

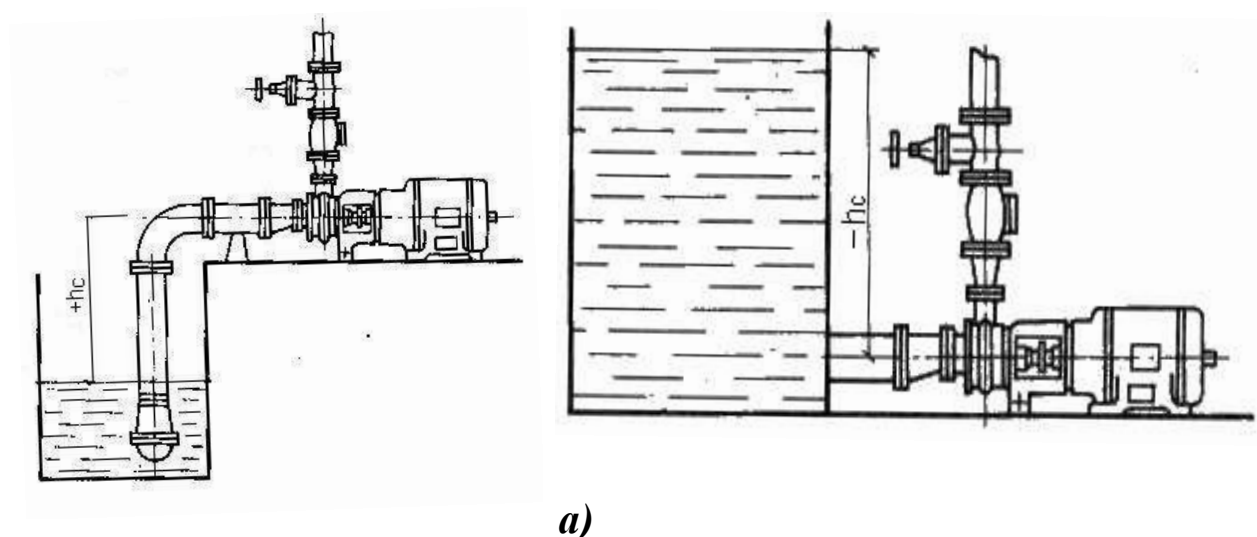
$$H = H_{\text{geom}} + \Sigma \Delta h \quad (1.18)$$

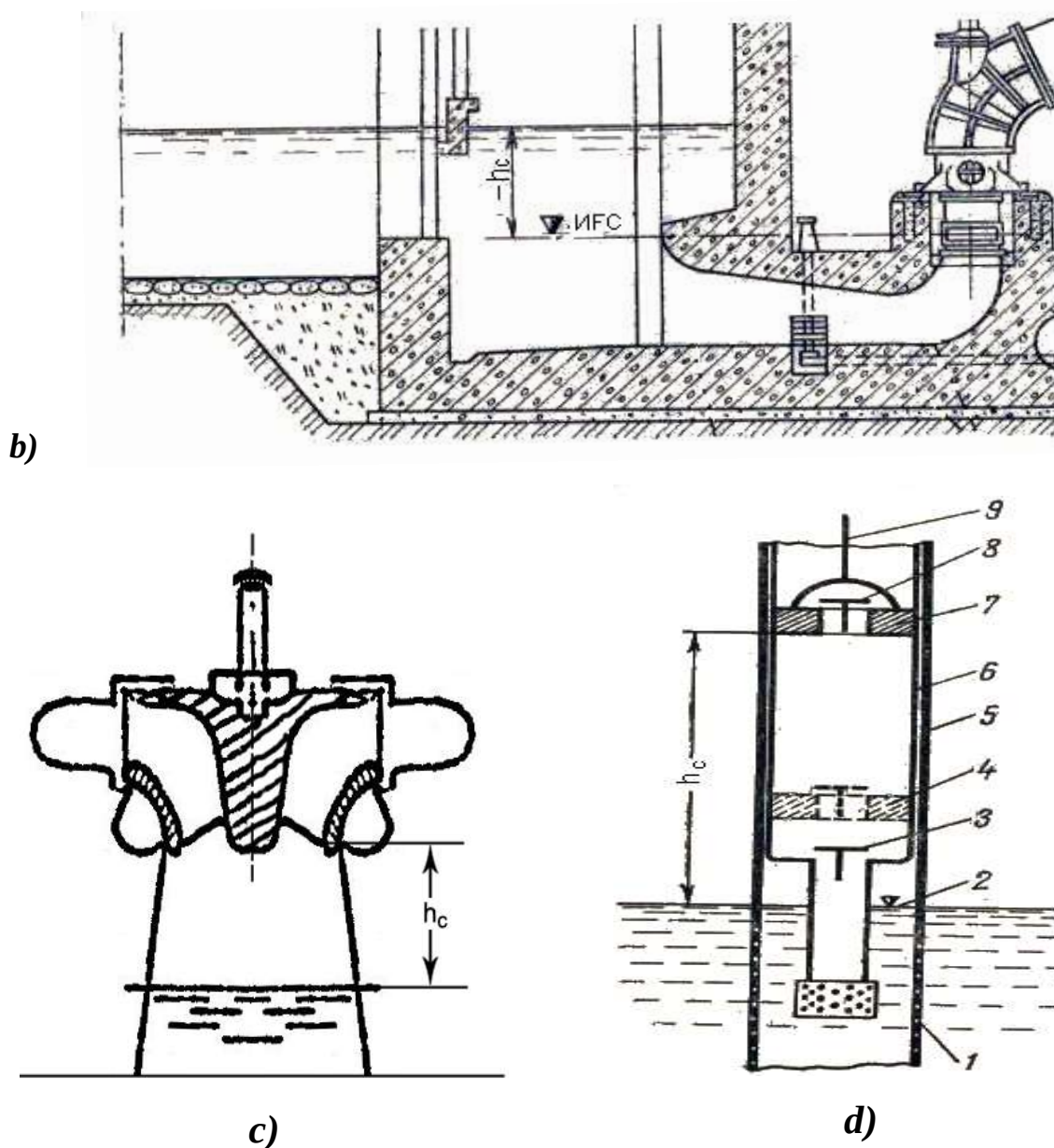
Shunday qilib loyixalanayotgan nasos qurilmasining to'la bosimi suv ko'tarish geometrik balandligi (H_{geom}) bilan so'rish (Δh_{sur}) va bosim (Δh_{bos}) quvurlaridagi yo'qotilgan bosim yig'indisiga teng.

1.1.6. Geometrik, keltirilgan va vakuumetrik so'rish balandligi.

Geometrik so'rish balandligi – manbadagi suv sathidan ish g'ildiragining markazigacha, ya'ni gorizontal nasoslarda ularning o'qigacha (a), tik o'qiy nasoslarda buriladigan qanotlarining o'qigacha (b), markazdan qochma tik nasoslarda bosimli patrubkasi o'qigacha (c), tik porshenli nasoslarda, porshenning yuqori vaziyatigacha (d) bo'lgan masofaga teng.

Nasos qurilmasining so'rish balandligi musbat yoki manfiy bo'lishi mumkin. agar manbadagi suv sathi ish g'ildiraklari markazidan pastda joylashgan bo'lsa, so'rish balandligi musbat (rasm 1.2 a, c, d), yuqorida joylashgan bo'lsa manfiy (rasm 1.2 a, b) bo'ladi.





Rasm 1.2. Nasoslarning geometrik so'rish balandligi.

a-gorizontal; b-tik o'qiy; c-markazdan qochma tik;d-porshenli.

Keltirilgan so'rish balandligi – deb, geometrik so'rish balandligi va so'rish trubasida gidravlik qarshiliklar natijasida yo'qotilgan so'rish balandligi yig'indisiga aytiladi.

$$H_{sur}^{kel} = h_{sur}^{geom} + \sum \Delta h_{sur} \quad (1.19)$$

Bu erda: h_{sur} – so'rishning geometrik balandligi (m);

$\sum \Delta h_{sur}$ – yo'qotilgan surish balandilgi (m).

Vakuummetrik so'rish balandligini aniqlash uchun 0-0 va 1-1 kesimlariga 0-0 tekisligiga nisbatan Bernulli tenglamasini tuzamiz (Rasm 1.3).

$$O + \frac{P_a}{\gamma} + O = h_{sur} + \frac{P_{vak}}{\gamma} + \frac{V_{\kappa}^2}{2g} + \Delta h_{sur};$$

$$\frac{P_a}{\gamma} - \frac{P_{vak}}{\gamma} = h_{sur} + \Delta h_{sur} + \frac{V_{\kappa}^2}{2g};$$

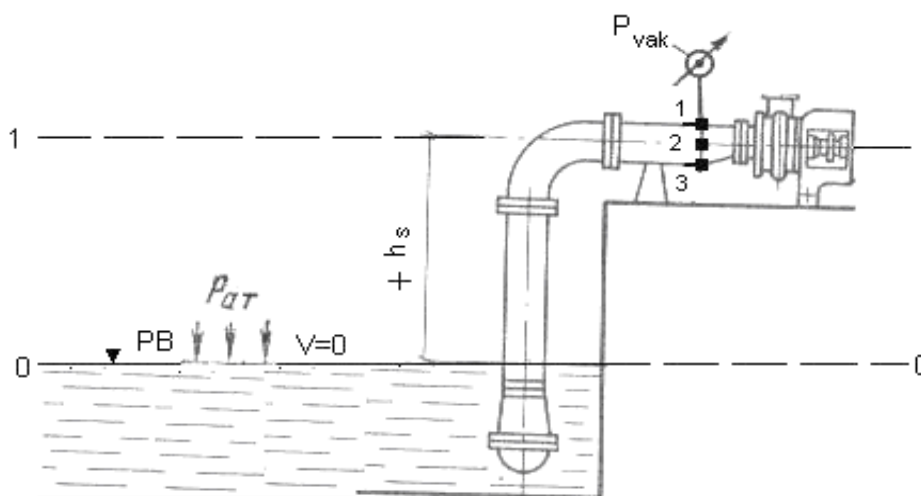
$$\frac{P_a - P_{vak}}{\gamma} = H_{vak} \quad (1.20)$$

$$H_{vak} = h_{sur} + \Delta h_{sur} + \frac{V_{\kappa}^2}{2g} \quad (1.21) \quad \text{yoki}$$

$$H_{kel} = H_{sur}^{kel} + \frac{V_{\kappa}^2}{2g} \quad (1.22)$$

Shunday qilib, vakuummetrik so'rish balandligi, geometrik so'rish balandligi, so'rish trubasida yo'qotilgan so'rish balandligi va nasosga kirishda tezlik hosil qilgan bosim yig'indisiga teng.

Vakuummetrik so'rish balandligi, vakuummetr asbobi bilan o'lchanadi. Vakuummetr atmosfera bosimidan kichik bo'lgan bosimni o'lchaydi. Vakuummetrni ish g'ildiragining o'qi to'g'risidagi, so'rish quvurining yuqori va quyi qismidagi nuqtalarga o'rnatish mumkin (Rasm 1.3).



Rasm 1.3. Vakuummetrni o'rnatish sxemasi.

1, 2, 3 – vakuummetrni o'rnatish nuqtalari.

Agar vakuummetr ish g'ildiragining o'qi tug'risidagi nuqtaga o'rnatilgan bo'lsa, u holda vakuummetrik so'rish balandligi.

$$H_{vak} = h_{sur} + \Delta h_{sur} + \frac{V_{\kappa}^2}{2g} \quad (1.23)$$

Agar so'rish quvurining yuqori va quyi qismiga o'rnatilsa,

$$H_{vak} = h_{sur} + \Delta h_{sur} + \frac{V_{\kappa}^2}{2g} \pm y \quad (1.24)$$

Har bir nasos uchun vakuummetrik so'rish balandligi turlicha bo'ladi. nasosning geometrik so'rish balandligi aniqlashda vakuummetrik so'rish balandligi, nasosning pasportidan yoki nasoslar katalogidan olinadi.

Vakuummetrik so'rish balandligi zavodlarda tajriba yo'li bilan aniqlanadi, va $P_{atm} = 10$ m, suyuqlik temperaturasi 4°C (20°C) bo'lgandagi qiymatlari kataloglarda ketiriladi. Agar nasoslar boshqa sharoitda ishlasa unda **mumkin bo'lgan so'rish balandligi** quyidagicha aniqlanadi.

$$H_{vak}^{m.b.} = H_{vak}^{kat} + (h_{bar} - 10) - (h_{sur} - h_{sur}^{t=20^{\circ}\text{C}}) \quad (1.25)$$

$$H_{vak}^{m.b.} = H_a - \sum \Delta h_{sur} - \Delta h_{kav} - \Delta h_{b.b.}$$

$$H_a = 10,33 - \frac{\nabla PB}{900}$$

Jadval 1.2.

Suv temperaturasi $t = 20^{\circ}\text{C}$ bo'lgandagi barometrik bosimning qiymatlari.

Nasos o'rnatilgan joyning (dengiz sathidan) balandligi (m).	0	100	200	300	400	600	800	2000
Barometrik bosim ($h_b = R_o/\gamma$ -xaqiqiy atmosfera bosimi (m))	10,3	10,2	10,1	10,0	9,8	9,6	9,4	8,4

Kavitasiya hodisasi yuz bermasligi uchun vakuummetrik so'rish balandligi mumkin bo'lgan so'rish balandligidan katta bo'lmasligi kerak.

$$H_{vak} = h_{sur} + \Delta h_{sur} + \frac{V_{\kappa}^2}{2g} \leq H_{vak}^{m.b.} \quad (1.26)$$

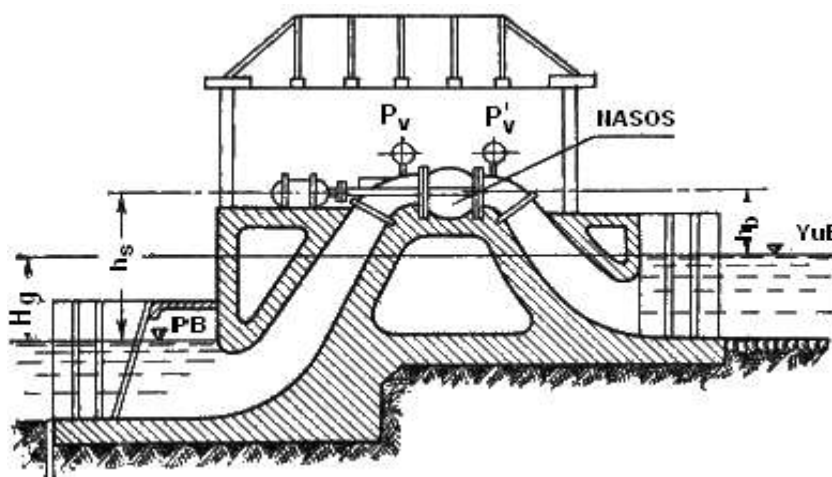
Nasos stansiyalari qurilishi amaliyotida, so'rish balandligi 3 m dan ko'p bo'lmasligi tavsiya qilinadi.

1.1.7. Nasosning haydash balandligi.

Yuqori b'efdagi suv sathidan nasoslar ishchi g'ildiragining o'qigacha bo'lgan masofaga **geometrik haydash balandligi** deyiladi.

Haydash balandligi ham xuddi so'rish balandligi kabi musbat va manfiy qiymatli bo'lishi mumkin.

Agar nasoslar ish g'ildiragining o'qlari yuqori b'ef suv sathidan pastda joylashgan bo'lsa, haydash balandligi musbat, yuqorida joylashgan bo'lsa manfiy bo'ladi.



Rasm 1.4. Sifon tipidagi nasos qurilmasi.

Sifon tipidagi nasos qurilmalarida suvning haydash balandligi manfiy bo'lishi mumkin (Rasm 1.4).

Nasos qurilmalarining deyarli ko'pchiligida haydash balandligi musbat bo'ladi.

1.1.8. Keltirilgan haydash balandligi.

Geomtrik haydash balandligi va bosimli quvurda gidravlik qarshiliklar natijasida yo'qotilgan haydash balandliklari yig'indisiga **keltirilgan haydash balandligi** deyiladi.

$$H_x^{kel} = h_x + \Delta h_x \quad (1.27)$$

Pastgi b'ef suv sathidan yuqori b'ef suv sathigacha bo'lgan masofaga **suv ko'tarib berishning geometrik balandligi** deyiladi.

$$H_{geom} = \nabla Y_{u.B.} - \nabla P.B \quad (1.28)$$

$$\text{yoki} \quad H_{geom.} = h_{sur} + h_x \quad (1.29)$$

1.1.9. Nasoslarni markalash – tamg'alash

Nasoslarning xillari, kirish patrubkalarining o'lchamlari, bosimi, suv sarfi va boshqa ko'rsatkichlarini qisqacha belgilash, nasoslarni tamg'alash – shartli qisqacha nomlashdir.

2K – 6

2 – kirish patrubkasining 25 marta kamaytirilgan diametri, mm; K – konsolli; 6–10 marta kamaytirilgan tez yurish ko'effitsienti.

2K – 20/30

2 – kirish patrubkasining 25 marta kamaytirilgan diametri, mm; K – konsolli; 20 – nasosning suv sarfi, $m^3/soat$; 30 – nasosning bosimi, m .

6KM-45/30

6 – kirish patrubkasining 25 marta kamaytirilgan diametri; K – konsolli; M – monoblokli (ish g'ildiragi elektrodvigatel' valiga o'rnatilgan); 45 – nasosning suv sarfi, $m^3/soat$; 30 – nasosning bosimi, m

32B - 12

32 – kirish patrubkasining 25 marta kamaytirilgan diametri, mm; B – vertikal; 12 – 10 marta kamaytirilgan tez yurish koefitsienti.

10 Д – 6

10 – kirish patrubkasining 25 marta kamaytirilgan diametri, mm; Д – (двусторонний) ikki tomonlama; 6 – 10 marta kamaytirilgan tez yurish koefitsienti.

24 НДн

24 – kirish patrubkasi diametrining 25 marta kamaytirilgani, mm; Н – насос; Д – (двусторонний) ikki tomonlama; н – (низконапорный) past bosimli.

18 НДс

18 – kirish patrubkasi diametrining 25 marta kamaytirilgani, mm; Н – насос; Д – (двусторонний) ikki tomonlama; с – (средненапорный) o'rta bosimli.

5 НДв

5 – kirish patrubkasi diametrining 25 marta kamaytirilgani, mm; Н – насос; Д – (двусторонний) ikki tomonlama; в – (высоконапорный) yuqori bosimli.

Д12500-24

Д – (двусторонний) ikki tomonlama; 12500 – nasosning suv sarfi $m^3/soat$; 24 – nasosning bosimi, m .

O 5 – 55

O – (осевой) – o'qiy; 5 – ish g'ildiragi namunasining tartib soni; 55 – ish g'ildiragining diametri, *sm*.

OG 6 – 25

O – (осевой) – o'qiy; Г – gorizontal xolatda o'rnatiladigan; 6 – ish g'ildiragi namunasining tartib soni; 25 – ish g'ildiragining diametri, *sm*.

ОПВ2–145

ОПВ – (осевой с поворотными лопастями) – parraklari buriladigan o'qiy nasos; 2 ish g'ildiragi namunasining tartib soni; 145 – ish g'ildiragi diametri, *sm*.

K80-50-200

K – konsolli, 80–kirish quvurining diametri, *mm*. 50– chiqish quvurining diametri, *mm*. 200–ish g'ildiragi diametri, *mm*.

ЭПВ12-255-30

Э – elektronasos; Ц – (центробежный) markazdan qochma; В – (водяной) suvga mo'ljallangan; 12 – quduqning 25 marta kichraytirilgan diametri (*mm*); 255 – nasosning suv sarfi, $m^3/soat$; 30 – nasosning bosimi, *m*.

A50ГО–0,5/10

A –agregat; 50 – ish g'ildiragi diametri, *sm*; ГО – (горизонтально-осевой) gorizontal-o'qiy; 0,5 – nasosning suv sarfi, m^3/s ; 10 – nasosning bosimi, *m*.

A40ГЦ–0,55/21

A – agregat; 40 –ish g'ildiragi diametri, *sm*; ГЦ – (горизонтально-центробежный) gorizontal-markazdan qochma; 0,55 – nasosning suv sarfi, m^3/s ; 21 – nasosning bosimi, *m*.

СНП500/10

С – stansiya; Н – nasos; П – (передвижной) ko'chma; 500 – nasosning suv sarfi, *l/s*; 10 – nasosning bosimi, *m*.

ИНС 38-110

Ц – (центробежный) markazdan qochma; Н – nasos;
С – seksiyali; 38 – nasosning suv sarfi, $m^3/soat$;
110 – nasosning bosimi, m .

ИТВ10-100-80

Ц – (центробежный) markazdan qochma; Т – transmission
valli; В – (водяной) suvga mo'ljallangan; 10 – quduqning 25
marta kichraytirilgan diametri, mm ; 100 – nasosning suv sarfi,
 $m^3/soat$; 80 – nasosning bosimi, m .

АТН8-1-22

А – artezianli; Т – transmission valli; Н – nasos; 8 – quduq-
ning 25 marta kichraytirilgan diametri, mm ; 1 – ish g'il-
diragining turi (yopiq turdagi); 22 – ish g'ildiraklari soni.

Nasoslarning yuqorida keltirilgan turlaridan tashqari yana juda ko'p turlari mavjud, bu erda qishloq va suv xo'jaligida ko'proq ishlatiladigan nasos turlari keltirildi.

1.2. PARRAKLI NASOSLAR.

1.2.1. Parrakli nasoslar konstruksiyasi.

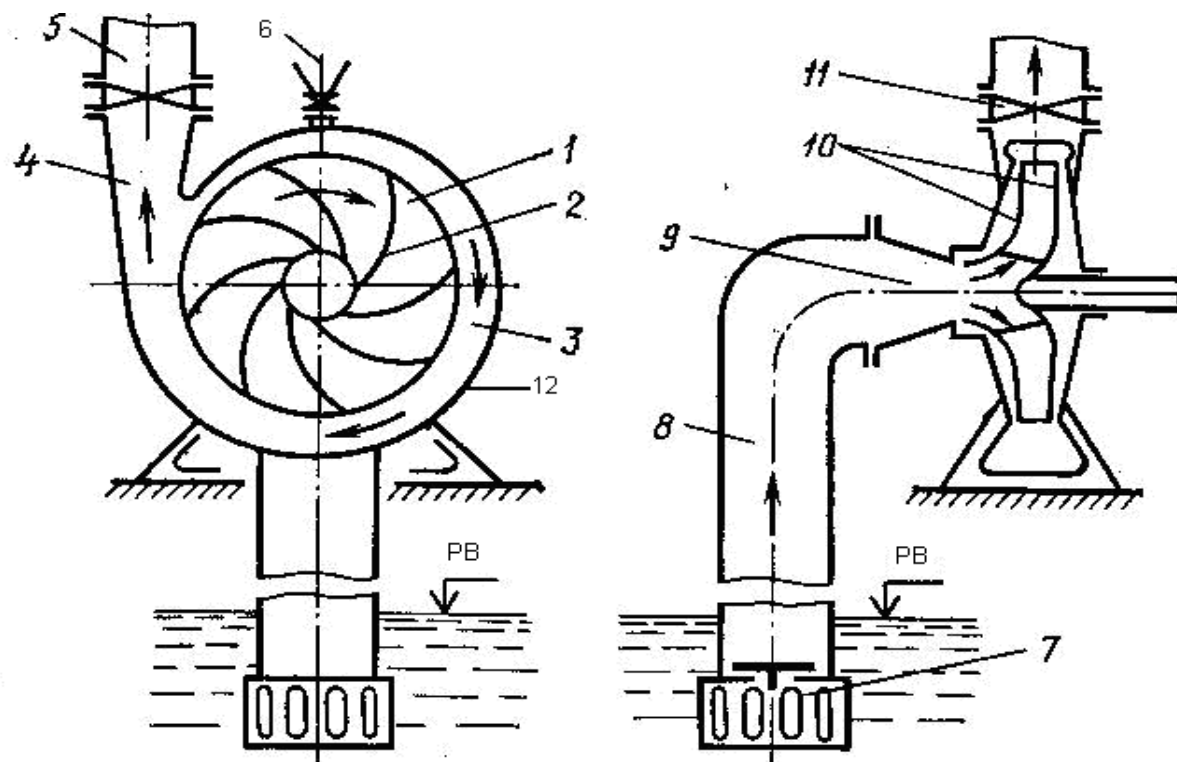
1.2.1.1 Parrakli nasoslar klassifikatsiyasi.

Parrakli nasos, dvigateldan olayotgan energiyani ish g'ildiragi parraklari orqali siljiyotgan suyuqlikka beradi. Parrakli nasoslar: markazdan qochma, o'qiy va diagonallarga bo'linadi.

(1) Markazdan qochma nasoslar.

Markazdan qochma nasoslarda suyuqlik, ish g'ildiragi aylanishidan vujudga keladigan markazdan qochma kuchlar hisobiga uzatiladi. So'rish quvuridan ish g'ildiragi markaziga uzatilgan suyuqlik, ish g'ildiragi parraklari orqali olib ketiladi. Olib ketilgan suyuqlik markazdan qochma kuch ta'sirida parraklar orqali olib kelish kanaliga tushadi. Bu erda tezlik kamayishi hisobiga bosim ortadi va suyuqlik

bosim quvuriga o'tadi. Markazdan qochma nasoslarning sxemasi va asosiy qismlari 1.5 – rasmda ko'rsatilgan. Markazdan qochma nasoslar klassifikatsiyasi esa 2 – sxemada keltirilgan.



Rasm 1.5. Markazdan qochma nasosning sxemasi va asosiy qismlari.

1 – ish g'ildiragi; 2 – parraklar; 3 – spiralsimon olib ketish kanali; 4 – konussimon diffuzor; 5 – bosimli quvur; 6 – suv quyiladigan yoki vakuum nasos ulanadigan joy; 7 – suyuqlik qabul qiluvchi sim to'rli teskari klapan; 8 – so'rish quvuri; 9 – so'rish patrubkasi; 10 – ish g'ildiragining diski; 11 – zadviyka; 12 – chig'anok (ulitka).

Markazdan qochma nasoslar odatda manbadagi suyuqlik sathidan yuqoriga o'rnatiladi. Shu sababli nasoslar ishga tushirilishidan oldin suyuqlik bilan to'ldirilishi kerak. So'rish quvuri teskari klapan bilan jihozlangan nasoslarning, so'rish quvuri va ish g'ildiragi joylashgan korpusi, qo'ldagi yoki maxsus idishlardagi suyuqlik yordamida, agar teskari klapan bo'lmasa, maxsus vakuum yoki oqimli nasoslar yordamida vakuum hosil qilish yo'li bilan suyuqlikka to'ldiriladi.

Markazdan qochma nasoslar keng tarqalgan suv uzatish mashinalaridir. Ular maxsus muftalar yoki to'g'ridan-to'g'ri elektrodvigatel' valiga ulanib harakatga keltiriladi. Shuning uchun, ular foydali ish koeffisient($F.I.K$)- ining yuqoriligi, ixchamligi va ishonchli ishlashi bilan harakterlidir.

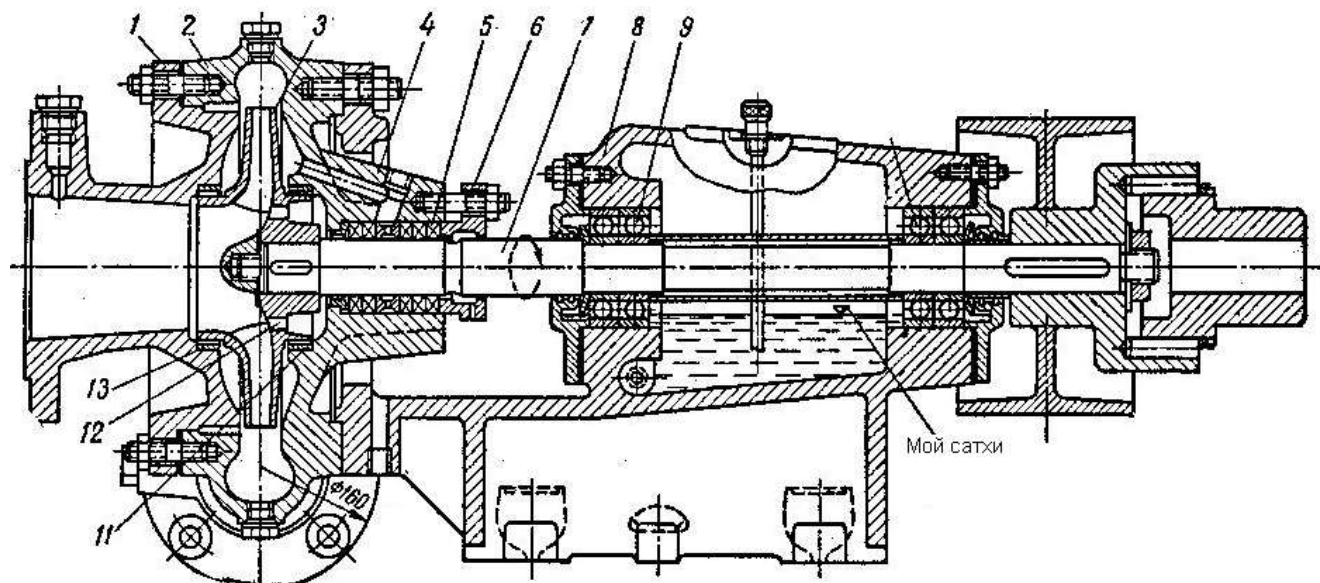
Markazdan qochma nasoslarning yig'ma grafigi, turlari, texnik va ishchi xarakteristikalar - ilovada, tamg'aga oid belgilari esa birinchi bo'limda keltirilgan. Quyida markazdan qochma nasos turlari bilan tanishamiz.

1.2.2 Konsolli markazdan qochma nasoslar.

Konsolli (K) nasoslar asosan, korpus-2, korpus qopqog'i-6, ish g'ildiragi-3, val-7 va tayanch to'sinidan -8 iborat (Rasm 1.6). Bir tomonlama suyuqlik kiruvchi ish g'ildiragi, valga gayka va shponka yordamida mahkamlanadi. Nasosning suv keltirish kanali, suyuqlikni ish g'ildiragiga o'q bo'ylab kirishini ta'minlovchi to'g'ri o'qli konfuzor ko'rinishiga ega bo'ladi. Ishchi g'ildiragidan chiqqan suv, korpusdagi spiralsimon kanal - chig'anoq bo'yicha olib ketiladi. Bosim patrubkasidan bosim quvuriga chiqish, suv keltirish o'qiga nisbatan 90^0 burchak ostida joylashgan. Spiralsimon korpusning shpilkalar bilan tayanch ustuniga mahkamlanishiga qarab, bu burchakni 90^0 , 180^0 va 270^0 ga o'zgartirish mumkin. Tayanch ustuniga quvur va ikkita qopqoq yordamida podshipniklar – 9, 10 mahkamlangan bo'lib, ular g'ildirak aylanganda uning o'qqa nisbatan holatini qayd qilib, g'ildirakni korpus devoriga tegishdan saqlaydi. Podshipniklar suyuq moy bilan moylanadi. Moylash vannasidagi moy sathi, moy ko'rsatkich yordamida nazorat qilinadi. P_2 va P_1 bosimlar farqi ta'sirida, olib ketish kanalidan ish g'ildiragiga kirish tirqishidan (oldingi disk bilan korpus devori orasidagi bo'shliq orqali), suyuqlikni teskari siriqib oqishini kamaytirish uchun, nasosning ish g'ildiragiga kirish oldiga oddiy konstruksiyali xalqasimon zichlama –13 o'rnatiladi.

Ishchi g'ildirakni o'qiy bosimdan saqlash uchun, keyingi diskning –11 tashqi tomonidan xalqasimon zichlama o'rnatilgan va g'ildirak vtulkasining ichi teshib

qo'yilgan. Ishchi g'ildirakdagi teshik –12 bo'lmasa, kichik nasoslarda qo'shimcha zichlama qo'yilmaydi. O'qiy bosimni podshipniklar qabul qiladi, korpus bilan val o'rtasidagi oraligni zich berkitish uchun, sal'nikli zichlama o'raladi. Sal'nikli zichlama, sal'nik korpusi –4 va qopqog'i –6 hamda ip – gazlama tiqindan –5 iborat.



Rasm 1.6. Markazdan qochma konsolli nasosning konstruksiyasi.

1-korpus qopkog'i; 2-korpus; 3-ish g'ildiragi; 4-sal'nik korpusi; 5-ip-gazlama tiQin; 6-sal'nik qopkog'iichlama. ; 7-val; 8-tayanch to'sini; 9,10-podshipniklar; 11-orqa disk; 12-tirqish; 13- zichlama.

Ishchi g'ildirakda bo'shatish teshiklari bo'lganida, sal'nik oldidagi ish kamerasidagi bosim, so'rish tomonidagi bosimga- P_1 yaqin qiymatga pasayadi. Bunda, sal'nik orqali havo so'rilishining oldini olish uchun, uning tasmasi o'tasiga gidravlik zichlama xalqasi joylashtiriladi. Suv, korpusning bosimli qismidan, korpus devoridagi kanal bo'yicha yoki alohida quvur orqali keltiriladi.

Konsolli markazdan qochma nasoslar shahar, sanoat, qishloq xo'jaligini suv bilan ta'minlashda qurilishda, kommunal, dexqon- fermer va tamorqa – bog'dorchilik xo'jaliklarida, shunigdek, tog'-kon, metallurgiya va boshqa soxalarda ishlatiladi. Konsolli turdagi, yotiq taglikka o'rnatilgan bir bosqichli, oqish

qismidagi asosiy qismlari cho'yandan tayyorlangan elektronasos agregatlaridan, toza ichimlik suv va texnik suvni shuningdek, portlash va yong'in chiqish xavfi bo'lmagan, yopishqoqligi hamda kimyoviy xususiyatlari bilan suvga yaqin, tarkibida hajmi 0,1 foizdan, o'lchamlari 0,2 mm dan katta bo'lmagan qattiq aralashmali boshqa suyuqliklarni haydab berish uchun foydalaniladi. Bu nasoslar haydayotgan suyuqliklarning harorati 0°C - 85°C , suyuqlik sarfi 1,3 - 98 l/s, bosimlari 9 - 95 m oraliqda o'zgarib turishi mumkin. Markazdan qochma konsolli nasoslarning asosiy ishchi qismi, ishchi g'ildiragidir. U nasos valiga o'rnatiladi va val bilan birgalikda aylanma harakat qiladi. Nasos ishchi g'ildiragi, oldingi va keyingi gardishlardan tashkil topgan. Gardishlar, o'zaro bir – biridan ma'lum masofada joylashib, ularning orasiga nasosning ishchi parraklari joylashtiriladi. Gardishlar va parraklar yaxlit holda nasosning ishchi g'ildiragini tashkil qiladi. Parraklar ishchi g'ildirak aylanayotgan tomonga teskari egilgan bo'ladi. Qo'shni parraklar orasidagi tekislik, ish g'ildiragi ariqchalari deyiladi. Bu ariqchalar orqali suyuqlik oqimi harakat qiladi.

Elektronasos agregati umumiy poydevorga o'rnatilgan nasos dvigateli va harakatga keltiruvchi dvigateldan iborat bo'lib, ular mufta orqali bir-biriga ulangan. Bundan tashkari, ish gildiragi to'g'ridan-to'g'ri harakatga keltiruvchi dvigatelning valiga ulangan monoblokli nasoslar ham mavjud. Konsolli nasoslarning turlari ilovada keltirilgan.

Hozirgi kunda Respublikamizning "SUVMASH" zavodida quyidagi konsolli nasoslar ishlab chiqarilmokda: K 200 – 125 – 330; K 200 – 15 – 268; K 100 – 250 a; K 100 – 65 – 200 a; K 80 – 85 – 860; K 65 – 50 – 160; K 40 – 32 – 128; K 40 – 32 – 128a; K 65 – 50 – 152; K 80 – 50 – 200; K – 100 – 80 – 160; K 65 – 50 152 a; K 80 – 50 – 200 a, K – 100 – 80 – 160 a.

Ushbu nasoslarning yig'ma grafigi, turlari, texnik va ishchi xarakteristikalari ilovada, tamg'aga oid belgilari esa birinchi bo'limda keltirilgan.

1.2.3. Ishchi g'ildiragiga ikki tomondan suyuqlik kiruvchi markazdan qochma nasoslar.

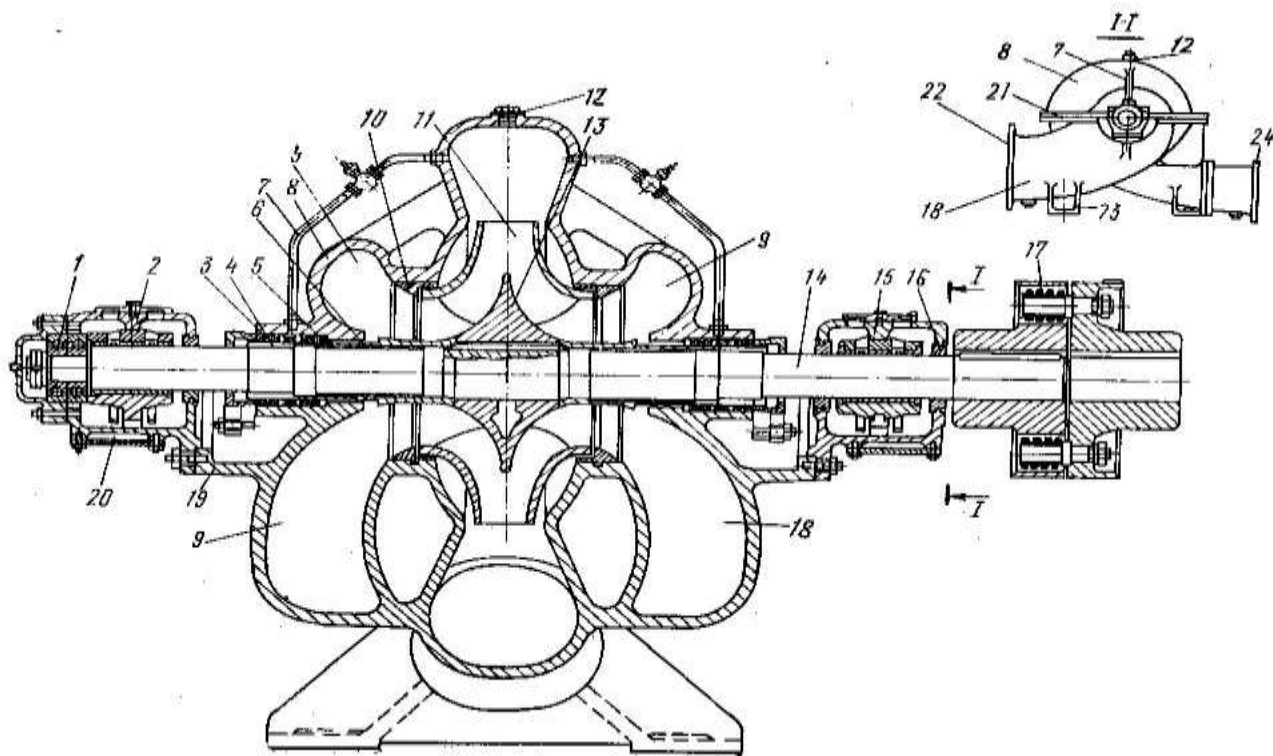
Ish g'ildiragiga ikki tomondan suyuqlik kiruvchi markazdan qochma nasoslar(Д-dvuxstoronniy), nisbatan toza suyuqliklarni ko'tarib berish uchun mo'ljallangan (Rasm 1.7). Ularning sarfi-40-12500 $m^3/soatni$, bosimi-8-130 m ni va foydali ish koefficient(F.I.K.) $i=70-90$ foizni tashkil qilishi mumkin.

Ushbu turdagi nasoslarning vali gorizontal holatda joylashgan. Nasos ko'tarib berayotgan suyuqlik, so'rish patrubkasidan keyin ikki oqimga ajraladi va ish g'ildiragining-11 markaziy qismiga ikki tomondan kirib keladi, ya'ni bir ish g'ildiragi xuddi ikki barobar suyuqlik uzatayotgandek tuyuladi. Ish g'ildiragi po'lat valga-14 himoya vtulkalari-6 va gaykalar-4 bilan mahkamlanadi. Agar, xarakatga keltirish tomonidan qaralganda, val, soat miliga teskari tomonga aylanadi. So'rish patrubkasi nasosning chap tomonida, bosim patrubkasi esa o'ng tomonida joylashgan. Ikkala patrubka ham gorizontal holatda bo'lib, nasos o'qidan pastda joylashgan. Ish g'ildiragiga kiraverishda, suyuqlikni siriqib oqishini kamaytiruvchi va korpus-18 hamda qopqoqni-8 eyilishdan himoya Qiluvchi, himoya-zichlovchi xalqa-10 o'rnatilgan. Sal'nikli tiqin va uzatish quvurchali-7 gidravlik zichlash halqasini o'z ichiga olgan sal'nikli zichlamalar uzeli, nasosdan suyuqlikni siriqib oqishini kamaytiradi va unga atmosferadan havo so'rilishini bartaraf qiladi. Harakat qilishi va konstruksiyasi jihatidan bu uzellar ham xuddi konsoli nasoslarga o'xshaydi.

Podshipniklarga-1, 2, 15 tayanch hisoblanuvchi kronshteynlar-19, korpus bilan bir butunlikni tashkil qiladi. Kameradan-20 podshipniklar-2, 15 korpusini sovutish uchun suv uzatiladi va bu podshipniklar perimetri bo'ylab yog'lanib turadi. Ish g'ildiragining ikkala tomoniga ta'sir qiluvchi gidravlik kuchlar simmetrik bulgani uchun, ular bir-biri bilan muvozanatlashadi. Shuning uchun, nasos valiga tushadigan o'qiy zo'riqishlar juda kichikdir. Muvozanatlashmay qolgan o'qiy zo'riqishlarni sharikopodshipnik-1 qabul qiladi. Ushbu turdagi nasoslarning ba'zilariga, sirpanish podshipniklari o'rniga, bir vaqtning o'zida o'qiy

zo'riqishlarni qabul qiluvchi sharikopod-shipniklar o'rnatiladi. Korpus qopqog'idagi tirqishga-12 vakuum nasos ulanadi.

Ish g'ildiragi ikki tomonlama suv qabul qiluvchi nasoslar, konsolli nasoslarga qaraganda quyidagi afzalliklarga ega: valga tushadigan o'qiy zo'riqishlar muvozanatlashtirilgan; F.I.K. yuqoriroq; ish g'ildiragi valning



Rasm 1.7. Ish g'ildiragiga ikki tomondan suv kiruvchi gorizontall markazdan qochma nasosning konstruksiyasi

1-radial-tayanch sharikopodshipnik; 2, 15-sirpanish podshipniklari uzeli; 3, 18-sal'nik va nasosning korpuslari; 4-gayka; 5-grundbuksa; 6, 17-tayanch-himoya va rezina vtulkalar; 7-gidravlik zichlash quvurchasi; 8-nasos korpusining qopqog'i; 9, 20-ish g'ildiragi va podshipnikka suyuqlikni spiral'simon uzatuvchi kameralar; 10-himoya-zichlovchi xalqa; 11-ish g'ildiragi; 12-vakuum nasosni ulash tirqishi; 13-ish g'ildiragi gupchagi; 14-val; 16-zichlama; 19-kronshteyn; 21-korpusni ajratish tekisligi; 22, 24-kirish va bosim patrubkalari; 23-tayanch panjalari. O'rtasiga joylashtirilganligi uchun, radial siljish juda kichik; nasos korpusini-21 gorizontall ravishda ajratish mumkinligi sababli, so'rish va bosim quvurlarini echib olmasdan, uni qismlarga ajratish imkonini beradi, bu esa o'z navbatida, ta'mirlash hamda profilaktik ishlarini olib borishni osonlashtiradi. Nasosning korpusi, qopqog'i va ish gildiragi cho'yandan, vali esa, po'latdan tayyorlanadi

Hozirgi kunda O'zbekiston Respublikasining "SUVMASH" zavodida ish g'ildiragiga ikki tomondan suv kiruvchi nasoslarning quyidagi turlari ishlab chiqarilmoqda: D630 – 90 a; D1250 – 125 a; D1250 – 65; D630 – 90; D320 – 50.

Ushbu nasoslarning yig'ma grafigi, turlari, texnik va ishchi xarakteristikalari ilovada, tamg'aga oid belgilari esa birinchi bo'limda keltirilgan.

Ish g'ildiragiga ikki tomondan suv kiruvchi gorizontal markazdan qochma nasoslar shahar, sanoat, qishloq xo'jaligini suv bilan ta'minlashda qurilishda, kommunal, dexqon- fermer va tomorqa – bog'dorchilik xo'jaliklarida, shunigdek, tog' – kon, metallurgiya va boshqa sohalarda ishlatiladi.

1.2.4 Ko'p bosqichli markazdan qochma seksiyali nasoslar.

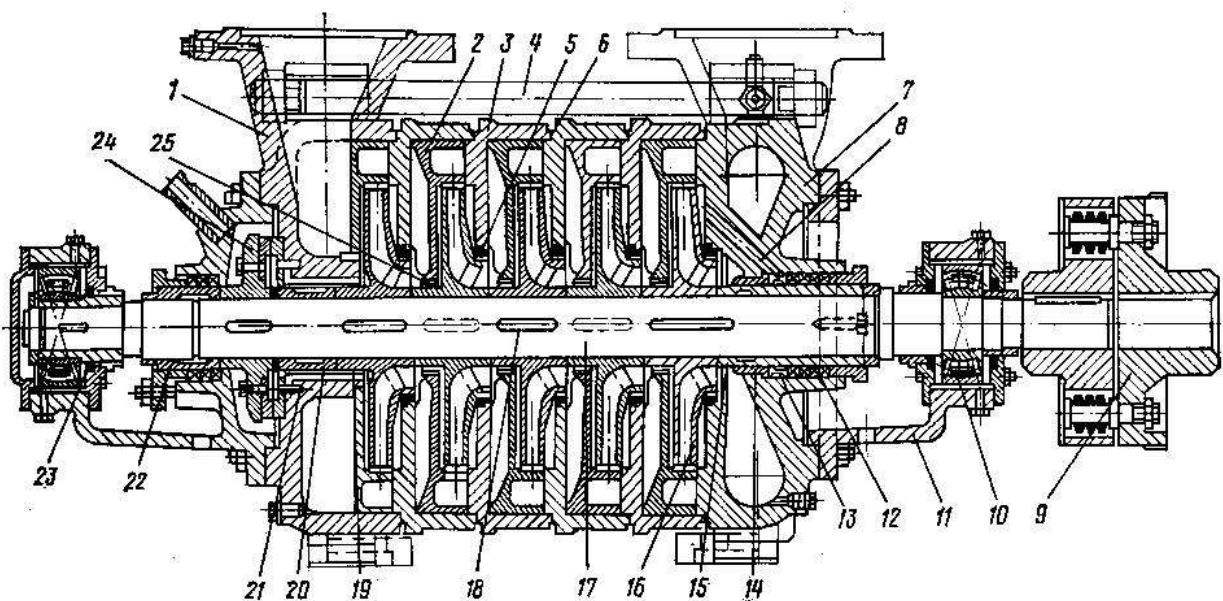
Ko'p bosqichli ЦНС (центробежный насос секционный – markazdan qochma seksiyali nasos) turidagi nasoslar, 0,1 massasi foizdan ko'p bo'lmagan va o'lchamlari 0,1 mm gacha bulgan mexanik aralashmali suyuqliklarni ko'tarib berishga mo'ljallangan. Ular bir necha seksiya (3-11) dan iborat bo'lib, ularga gorizontal valga mahkamlangan ish g'ildiraklari joylashtirilgan (Rasm 1.8).

Ko'tarib berilayotgan berilayotgan suyuqlik navbat bilan bir necha ish g'ildiragidan o'tadi. Bu nasoslarning sarfi 30-350 m³/soatni bosimlari – 25-80 m ni F.I.Ki – 60-73 foizni tashkil qiladi.

Besh bosqichli ЦНС nasosida, suyuqlik, so'rish patrubkasidan kirish qopqog'iga -7, so'ngra birinchi bosqichning ish g'ildiragiga -16 uzatiladi. Birinchi ish g'ildiragidan so'ng, suyuqlik parrakli yo'naltiruvchi apparat - 2 va maxsus kanallar orqali, ikkinsi bosqich ish g'ildiragining kirish qismiga uzatiladi. Bu jarayon 5 bosqichgacha shu yo'sinda davom etadi. Oxirgi seksiyasidan tashqari nasosning barcha seksiyalari bir xildir. Bu esa, seksiyalar sonini, valning uzunligi - 17 va mahkamlash shpilkalarini -4 o'zgartirish yo'li bilan nasosning bosimini har xil miqdorda olish imkonini beradi.

Ko'p bosqichli nasoslarda, har bir ish g'ildiragi ishlaganda hosil bo'ladigan o'qiy zo'riqishlar katta miqdorni tashkil qiladi. Shuning uchun bunday nasoslar,

odatda, zo'riqlashlarni kamaytiruvchi valga -17 mahkamlanadigan gidravlik tovonli qurilma bilan ta'minlanadi. Suyuqlik nasosning oxirgi bosqichidan, tirqish -19 orqali, yuqori bosim hosil qiladigan gidravlik tovonga -24 uzatiladi. Bu bosimning ta'sirida tovon val bilan birgalikda chapga suriladi. Val uncha katta bo'lmagan o'qiy lyuftga ega bo'lganligi uchun, harakatlanuvchi tovon va qimirlamaydigan nasosning chetki devori orasidagi oraliq kattarib boradi. Natijada, kameradagi suyuqlikni siriqib o'tishi ko'payib, undagi bosimni pasayishi kuzatiladi. Ishchi g'ildiraklarining ishlashi natijasida hosil bo'ladigan o'qiy kuchlar natijasida, val o'ngga suriladi, oraliq yana kamayadi hamda gidravlik tovon kamerasidagi bosim ortadi. Jarayon shu tariqa davom etadi. Gidravlik tovonidan o'tgan suyuqlik maxsus quvurcha orqali gidravlik tig'izlashga yoki nasosning so'rish magistraliga uzatiladi yoki tashqariga tashlanadi.



Rasm 1.8. Ko'p bosqichli markazdan qochma seksiyali nasosning konstruksiyasi.

1-bosim patrulkasi; 2-yo'naltiruvchi apparat; 3-seksiya korpusi; 4-mahkamlash shpilkasi; 5, 25-himoyalovchi-zichlovchi halka; 6-rezina shnur; 7-kirish qopqog'i, so'rish patrulkasi bilan; 8-zichlamaga suyuqlik uzatuvchi tirqich; 9-elastik mufta; 10-rolikli podshipnik; 11-kronshteyn; 12-sal'nikli uzal; 13-gidravlik tig'izlash xalqasi; 14-grundbuksa; 15, 20, 21-mos holda, tayanch hximoyalovchi, distansion va zo'riqlashlarni kamaytiruvchi vtulkalar; 16-ish g'ildiragi; 17-val; 18-shponka; 19-gidravlik tovonga

suyuqlik uzatuvchi tirqish; 22-gayka-vtulka; 23-podshipnik qopqog'idagi zichlagich 24-gidravlik tovon.

IQC nasoslaridagi sal'nikli zichlagichlarning harakat prinsipi xuddi konsolli va ikki tomnlamasuv kiruvchi nasoslarnikiga o'xshaydi. Chap sal'nikli qurilmada gidravlik zichlash amalga oshirilmaydi, chunki bu erda atmosferadan havo so'rilmaydi. Valning tayanchi bo'lgan podshipniklar -10 kronshteynlarga – 11 o'rnatilgan. Aylantiruvchi moment elektrodvigateldan nasosga elastik mufta - 9 orqali uzatiladi.

IQC turidagi nasoslarning qismlari cho'yandan, uglerodli va zanglamaydigan po'latdan tayyorlanadi. Bunday nasoslarning gabarit o'lchamlari va massasi kichik bo'ladi. Asosiy kamchiliklari: vertikal tekislikda qismlarga ajratish murakabligi natijasida ta'mirlash va profilaktika ishlarini qiyinlashtirishi; nisbatan toza suyuqlikda ishlashi; F.I.K ining nisbatan pastligi.

Ushbu nasoslarning yig'ma grafigi, turlari, texnik va ishchi xarakteristikalari - ilovada, tamg'aga oid belgilari esa birinchi bo'limda keltirilgan.

Ushbu turdagi nasoslar, yuqori bosim talab qiladigan ichimlik suvi bilan ta'minlash sohasida qo'llaniladi.

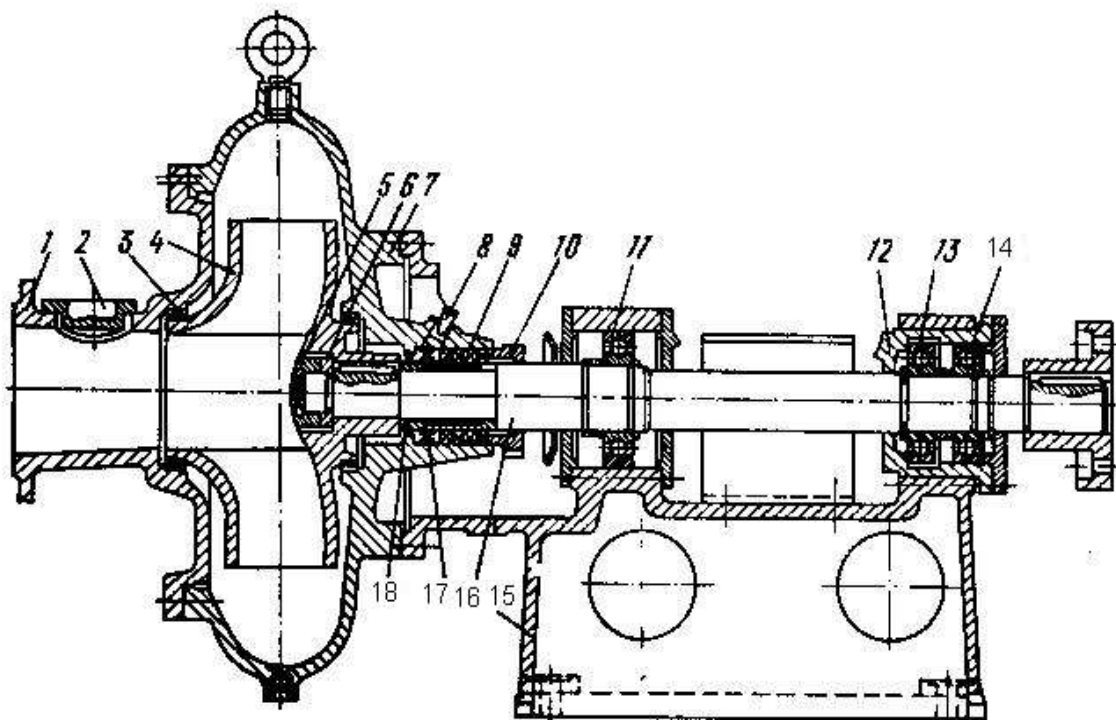
1.2.5. Fekal, qum va loyqa so'ruvchi markazdan qochma nasoslar

1.2.5.1. Fekal nasoslari

Bir bosqichli, konsolli, gorizonta va vertikal nasoslar, harorati 100⁰ C gacha bo'lgan fekal va boshqa ifloslangan quyuq suyuqliklarni haydash uchun ishlatiladi. Kirish patrulkasi diametri 400 mm gacha bo'lgan bunday nasoslarning sarfi – $Q = 2-1000 \text{ l/s}$, bosimi – $H = 8-100 \text{ m}$ atrofida bo'ladi.

Kirish patrulkasi 400 mm dan katta bo'lgan nasoslar, alohida talab bo'yicha tayyorlanadi. Ishchi g'ildiraklari boshqa nasoslarnikiga qaraganda kengroq kanallarga ega. Nasosga kirishda va olib ketishda, kirish qismini va ishchi

g'ildirakni tozalab turish uchun germetik qopqoqli lyuk o'rnatiladi. 1.9 -rasmda fekal nasosining konstruksiyasi keltirilgan.



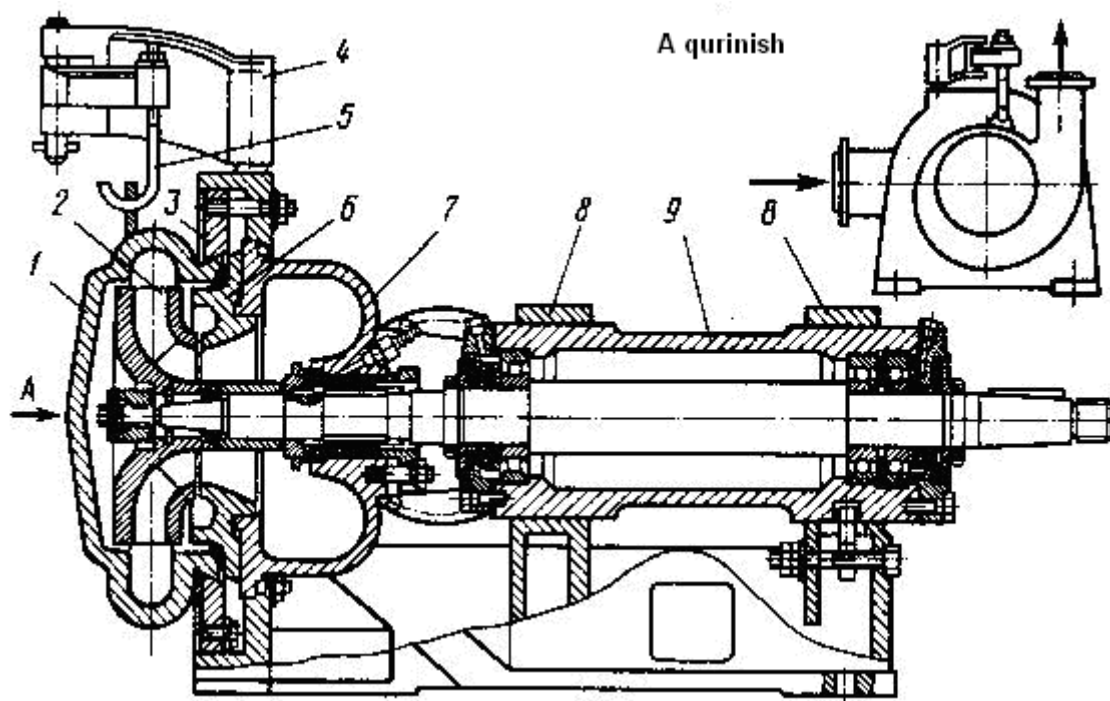
Rasm 1.9. Fekal nasosining konstruksiyasi

1-so'rish patrubkasi, oldingi qopqog'i bilan; 2-tozalash turish tirqishi lyukining qopqog'i; 3-himoyalash-zichlash halqasi; 4-ish g'ildiragi; 5-kontur gayka; 6-gayka; 7-olib ketuvchi- korpus; 8-sal'nikni gidravlik zichlash uchun suv uzatish; 9-sal'nikli tikin; 10-sal'nik qopqog'i; 11, 14-radial tebranish podshipniklari; 12-stakan-podshipniklarni o'rnatish uyasi; 13-radial-tanyach podshipnik; 15-kronshteynli tayanch; 16-val; 17-gidravlik zichlash halqasi; 18-vtulka.

1.2.5.2. Qum nasoslari.

Bir bosqichli, konsolli, gorizontaal va vertikal nasoslar harorati, 60°C gacha bo'lgan har xil gidroaralashmalar (qum, shag'al va boshqalar)ni haydashda ishlatiladi. Ularning sarfi $15 - 1800\text{ m}^3/\text{soatni}$, bosimi $10 - 50\text{ m}$ ni tashkil qiladi. Suyuqlik oqadigan qismi emirilishga chidamli materialdan tayyorlanadi.

1.10 – rasmda, kuyukligi $1,8\text{ dm}^3$ qumli va shag'alli suyuq aralashmani kutarib beruvchi nasosning konstruksiyasi keltirilgan.



Rasm1. 1.10. Qumli va shag'alli suyuq aralashmani ko'tarib beruvchi nasosning konstruksiyasi.

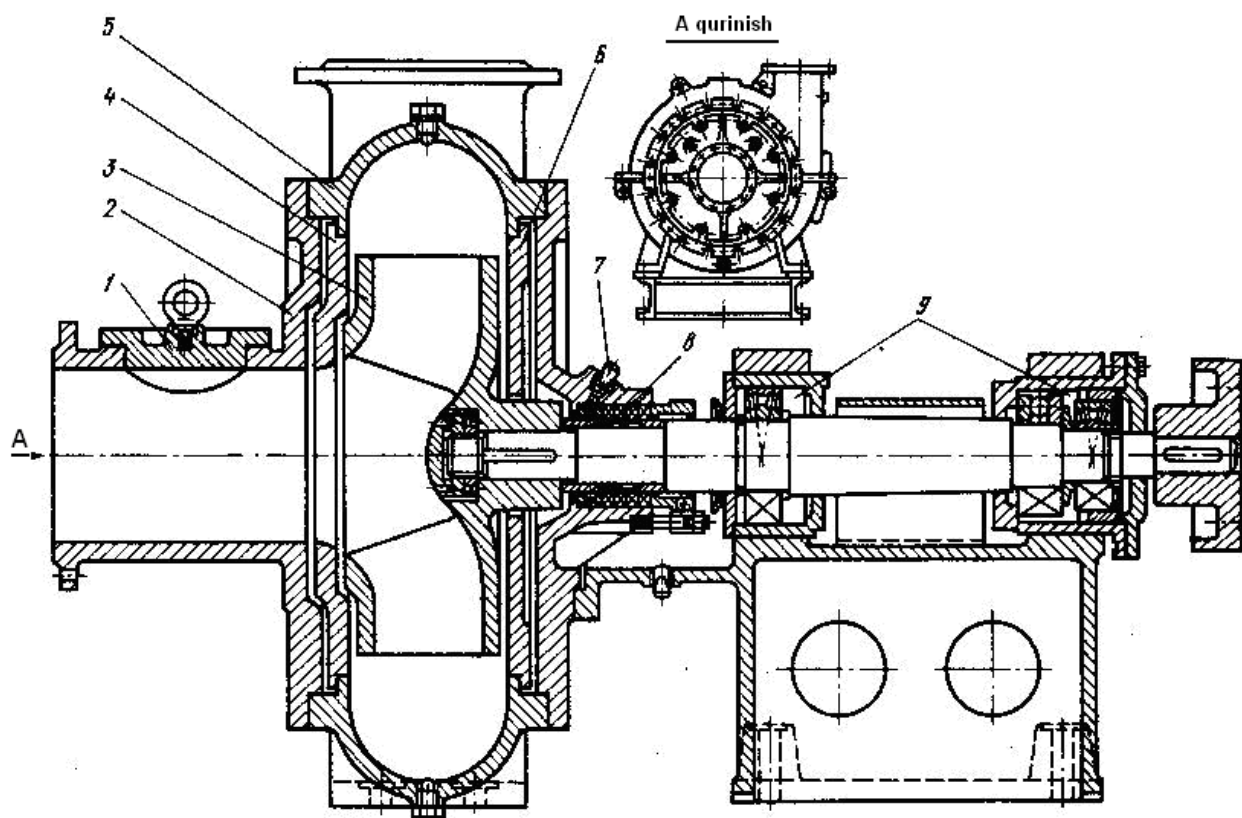
1 –spiralsimon olib ketgich; 2 –ish g'ildiragi;3 –ikkita yarim halqadan iborat siqish xalqasi; 4 – buriladigan kronshteyn; 5–ilgak; 6 – zirhli disk; 7 - xalqasi-mon olib kelgich; 8 –tayanch ustunlari(kronshteynlar); 9 – tayanch ustunlarida siljuvchi stakan.

Spiralsimon olib ketgich -1, zirhli disk -6, halqasimon olib kelgich - 7-larning hammasi, ikkita yarim halqa va tortish shpilkalaridan iborat siqish xalqasi - 3 yordamida korpusdagi kronshteynga mahkamlanadi. Buriladigan kronshteyn -4, ilgak -5 bilan birgalikda, spiralsimon olib ketgichni qismlarga ajratishda yoki bosimli patrubkani burishda (230° ga burish mumkin) ularni tutib turish uchun xizmat kiladi.

1.2.5.3. Loyqa nasoslari (tuproq so'ruvchilar).

Bir bosqichli, konsolli, gorizontal va vertikal nasoslar, obraziv gidroaralashmalar (loyqa, qum, torfli, ko'mirli va boshqalar)ni haydash uchun xizmat qiladi. Bu nasoslarning sarfi $7 - 16000 \text{ m}^3/\text{soat}$, bosimi $8 - 80 \text{ m}$ atrofida buladi (Rasm 1.11).

Markazdan qochma loyqa nasoslarning quyidagi turlari tayyorlanadi: Л–(легкие) engil, bir korpusli; Р– rezina bilan qoplangan; Т – (тяжелые) og'ir, ikki korpusli, emirilishga chidamli metall bilan himoyalangan. Loyqali nasoslar quyidagicha belgilanadi: 5 Гр Л – 8; 10 Гр Т В – 8; 5 Гр Р В – 8. Bu erda: 5, 10 – kirish patrubkasining 25 marta kichraytirilgan diametri, *mm*; Гр – (грунтовый) loyqa so'ruvchi; ГР – loyqa so'ruvchi, suyuqlik oqadigan qismi kattalashgan qirqimli; Л – (легкие) engil, bir korpusli; Т – (тяжелые) og'ir, ikki korpusli; Р – rezina bilan qoplangan; В – vali vertikal joylashgan.



Rasm 1.11. Zirxli diskli, tuprok suruvchi nasosning konstruksiyasi.

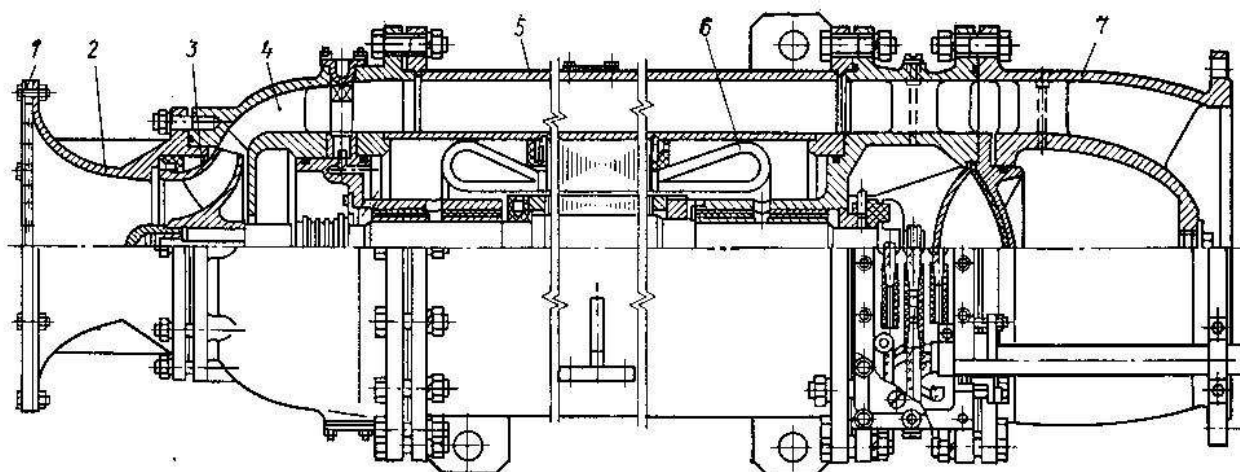
1–kirish patrubkasidagi kuzatish tirqishi; 2–korpus qopqog'i; 3 –ish g'ildiragi; 4, 6 – zirxli diskli; 5 –spiralsimon olib ketgichli korpus; 7 –gidrozatvorga toza suv uzatuvchi shtuser; 8 –sal'nik; 9 –podshipniklar;

Fekal, qum-shag'al va tuproq so'ruvchi nasoslar markalaridagi belgilar birinchi qismda keltirilgan.

1.2.6. Suyuqlikka botirib ishlatiladigan markazdan qochma monoblok nasoslar.

Botirilgan monoblok nasoslarda dvigatel va nasos bir butun bo'g'inni tashkil qiladi va u suyuqlikka botirilib ishlatiladi. Ochiq manbalardan, nisbatan toza suyuqlikni uzatish uchun sarfi $400 \text{ m}^3/\text{soatgacha}$ bo'lgan ЦМПВ turdagi nasoslar ishlatiladi. Bu erda: Ц – (центробежный) markazdan qochma; М – monoblokli; Р – (погружной) botiriladigan; В – (водяной) suvga mo'ljallangan.

1.12 – rasmda suyuqlikka cho'ktirilib ishlatiladigan markazdan qochma monoblokli nasosning konstruksiyasi keltirilgan.

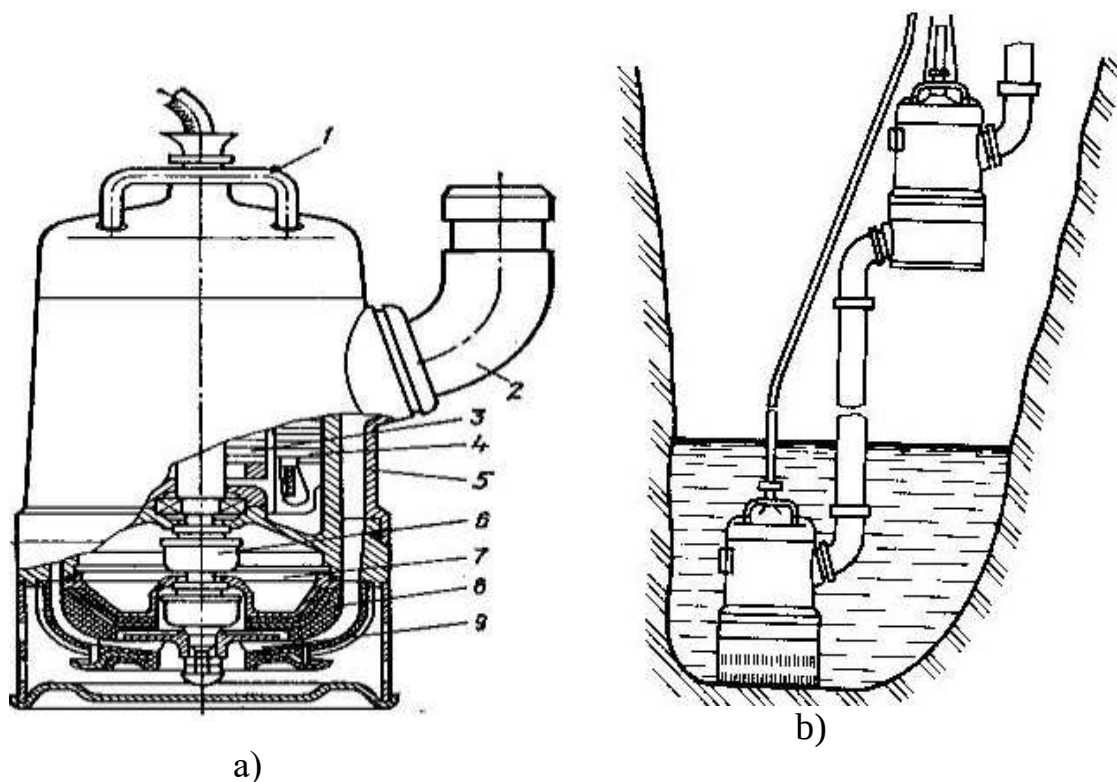


Rasm 1.12. Suyuqlikka cho'ktirilib ishlatiladigan markazdan qochma monoblokli nasosning konstruksiyasi

1-simto'r; 2, 7 - so'rish va bosim patrubkalari; 3-ish g'ildiragi; 4-parrakli, to'g'rilovchi apparat; 6-nasosning korpusi; 7-elektrodvigatel.

Kotlovan va transheyalardagi er osti suvlarini, maishiy va ishlab chiqarishdagi, metropoliten va shaxtalardagi, vodoprovod va kana-lizasiya tarmoqlarini ta'mirlash-dagi oqava suvlarni ko'tarib berish-da hamda qishloq xo'jaligida, sug'o-rish va quritish uchun, sarfi $200 \text{ m}^3/\text{soatgacha}$ bo'lgan ГНOM turidagi nasos qo'llaniladi. Bu erda: Г – (грязевой) iflos suv uchun; N – nasos; O – (одноступенчатый) bir bosqichli; М – monoblokli. Bunday nasoslarda bosim 10

.40 m ni, nasos agregatining F.I.K. esa, 30 65 foizni tashkil qiladi. 1.13 – rasmda **ГНOM** turidagi monoblokli nasosning konstruksiyasi va ularning ikki donasini ketma-ket ulab oʻrnatish sxemasi keltirilgan. **ГНOM** nasosining silindrsimon korpusi alyuminiydan tayyorlangan. Ish gildiragiga suv uzatiladigan, korpusning pastki qismi yon yuzasiga, himoya toʻr setkasi joylashtirilgan. **ГНOM** nasoslari, kotlovon va xandaklarning tubiga vertikal tarzda oʻrnatiladi yoki troslarga osib qoʻyiladi (Rasm 1.13 b). Ular manbadagi suv bilan, elektrodvigatel esa, nasos korpusining halqali kanali orqali koʻtarib burilayotgan suv bilan sovutiladi.



Rasm 1.13. ГНOM turidagi choʻktirib ishlatiladigan monoblokli nasosning konstruksiyasi (a) va ikkitasini ketma-ket oʻrnatish sxemasi (b).

1 – dasta; 2 – bosim patrulkasi; 3, 4 – elektrodvigatelning rotor va statori; 5 – nasosning korpusi; 6 – zichlagich; 7 – ajratish kamerasi; 8–rezinalashtirilgan olib ketgich; 9 – oldingi disksiz ish gʻildiragi.

1.2.7 Quduqli markazdan qochma nasoslar.

Seksiyali, bir g'ildirak bilan va ko'p seksiyali nasoslar, quduqlardan, ichimlik suvi uzatishda, suv sathini pasaytirishda va sug'orish qo'llaniladi. O'rnatish va ekspluatasiya qilish, texnik talablarga amal qilgan holda, bu nasoslardan ochiq suv manba (daryo, kanal, ko'l va boshqa)laridan ham suv ko'tarib berishda foydalanish mumkin. Bu nasoslarni ikki guruxga bo'lish mumkin:

- nasoslari quduqdagi suvga tushiriladigan, elektrodvigatellari esa, quduqlarning ustiga o'rnatiladigan;
- nasos ham elektrodvigatel ham, belgilangan suv sathigacha quduqning ichiga tushiriladigan.

Quyida ushbu nasoslarni ko'rib chiqamiz.

1.2.7.1 Transmission valli quduqli nasoslar.

Birinchi gurux nasos qurilmalarida, nasos va elektrodvigatel suv ko'tarish quvuri ichida joylashgan uzun val (transmissiya) bilan bir-biriga ulanadi. Bu kabi nasoslarning quyidagi uch xil turi ishlab chiqariladi: **IQT**; **ATH**; **A**. Bu harflar va boshqa belgilarning mazmuni, birinchi bo'limning 1.9-paragrafida berilgan.

IQT markali nasoslar, temperaturasi 35°C , kam mineralizatsiyali, tarkibida 0,1 foiz mexanik aralashmalar bo'lgan suvlar uchun mo'ljallangan. Bu nasoslar, quduq ustiga o'rnatilgan, uzunligi 100 m transmission val bilan ulangan elektrodvigatellar yordamida harakatga keltiriladi. Ularning sarfi $4-1250\text{ m}^3/\text{soatni}$, bosimi 20-200 m ni F.I.Ki esa 60-70 foizni tashkil qiladi. **IQT** nasoslarining quduqqa kiydiriladigan ichki diametriga nisbatan 25 marta kichraytirilgan va yaxlitlashtirilgan quyidagi o'lchamlari o'rnatilgan: 6, 10, 12, 14, 16, 20.

IQT turidagi nasoslarning ish g'ildiragi, suvning radial va diagonal harakatiga mos ravishda tayyorlanadi, vertikal o'qiy zo'riqlishlarni esa elektrodvigatel pastidagi tayanch staninasida joylashgan sharikli tovon qabul qiladi.

ATH va **A** markali nasoslar, temperaturasi 30°C va tarkibida 0,5 foiz mexanik aralashmalar bo'lgan suvlarni ko'tarib berishga mo'ljallangan. Ularning

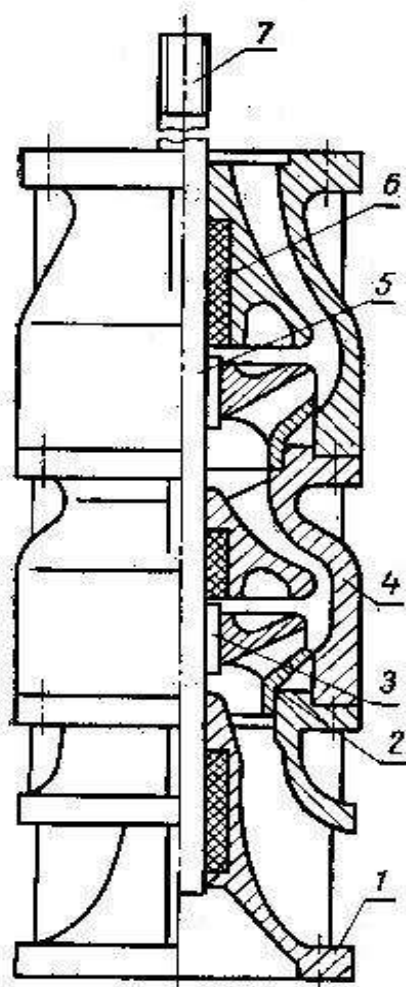
sarfi - $Q = 25 - 1250 \text{ m}^3/\text{soatni}$, suv ko'tarish balandligi – $H = 25-150 \text{ m}$ va FIK - $\eta = 60-70$ foizni tashkil qiladi.

ATH nasoslari ish g'ildiragida suv, diagonal bo'ylab (val o'qiga nisbatan burchak ostida) harakat qiladi. Vertikal o'qiy zo'riqlashlarni esa, elektrodvigatelning yuqori qismida joylashgan sharikli tovon qabul qiladi.

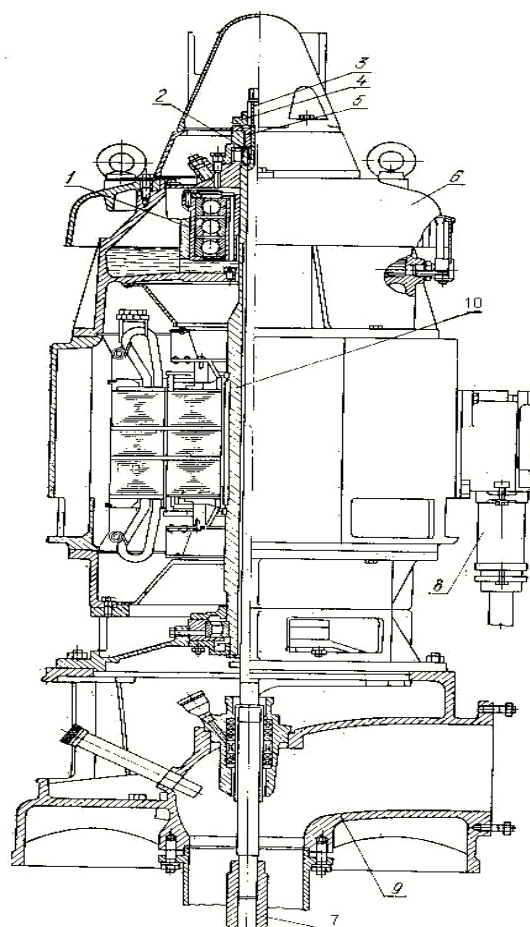
A markali ish g'ildiragiga suv, o'q bo'ylab kiradi va ish g'ildiragidan esa radial bo'ylab chiqib ketadi. Nasosda hosil bo'ladigan o'qiy zo'riqlashlarni, elektrodvigatel ostidagi tayanch qismida joylashgan sharikli tovon qabul qiladi.

Ushbu nasoslarda, ish g'ildiragidan chiqayotgan suv, yo'naltiruvchi moslama yordamida keyingi bosqichga yoki suv ko'tarish quvuriga olib ketiladi. Yuqorida joylashgan ish g'ildiragini, nasosni tayyorlagan zavod tomonidan ko'rsatilgan miqdorda, quduqning dinamik sathidan pastga joylashtirish lozim. Quvurlar va transmissiyalar seksiyalarining uzunligi, nasoslarning turlari va suv sarfiga qarab, 2300-2600 *mm* atrofida o'zgarib turadi. **IITB** nasoslarining ish g'ildiragi cho'yandan, yo'naltiruvchi apparati po'lat va cho'yandan, **A** va **ATH** turdagi nasoslarda esa, vali po'latdan, korpusining qismlari cho'yandan, podshipniklarining vkladishi rezinadan tayyorlanadi. Nasos va quvurlarining radial' podshipniklarini xo'llab turish (moylash), **IITB** va **ATH** nasoslarida o'zlari ko'tarib berayotgan suv bilan, **A** turdagi nasoslarda esa, tindirilgan suv va 0,1 *MPa* miqdordagi ortiqcha bosim bilan amalga oshiriladi.

Nasoslarning bosimini aniqlashda, suv ko'tarish quvurlaridagi gidravlik qarshilik miqdori, nasosni tayyorlagan zavod bergan ma'lumotdan va nasoslar katalogidan olinadi. Nasoslarni suyuqlikka cho'ktirib ishlatish natijasida, so'rish liniyasiga teskari klapan o'rnatish zarurati qolmaydi. Suv qabul qilish turining pastki qismi, quduq tubidan 1,5-2,0 *m* yuqoriga joylashtiriladi.



a)

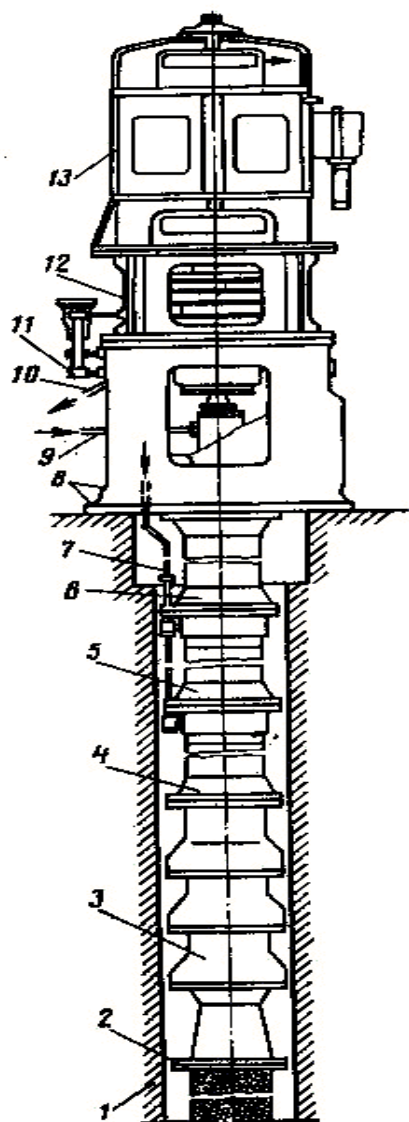


b)

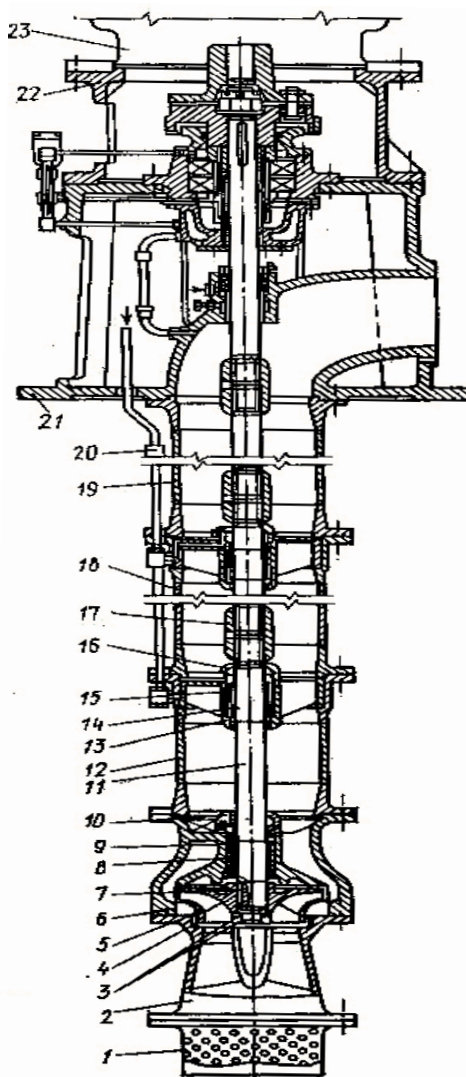
Rasm 1.14. ATN turidagi nasosning konstruksiyasi.

a – ATH turidagi nasos: 1-suv uzatilishi; 2-ish g'ildiragi; 3-vtulka; yo'naltiruvchi apparat; 5-val; 6-podshipnik; 7-transmissiyaga mufta bilan ulanadigan nasos valining oxiri.

b – ATH nasosining elektrodvigateli va aylantirish qalpoqchasi: 1-tovon; 2-aylantirish muftasi; 3-aylantirish vali; 4-tartibga soluvchi gayka; 5-shponka; 6-elektrodvigatel; 7-harakatga keltiruvchi valni transmissiya bilan ulash muftasi; 8-elektr uzatuvchi kabelning kirish qismi; 9-tayanch staninasi va bosim tirsagi; 10-elektrodvigatelning g'ovak vali.



a)



b)

Rasm 1.15. A turdagi transmissiyali nasos qurilmalari konstruksiyasi.

a – 20 A -18×3 nasosining oʻrnatish sxemasi: 1 - quduqqa kiydirilgan quvur; 2-tur setka; 3-nasos(uch seksiyali); 4, 5, 6-suv koʻtarish quvuri seksiyalari, mos holda, oʻtuvchi, normal, oʻtuvchi; 7-podshipniklarga toza suv olib keluvchi quvurcha; 8-tayanch korpusi; 9-salʼnikka toza suv olib keluvchi; 10-tovon-podship-nik yogʻlash vannasidan sovutuvchi suvni toʻkish 11-yog koʻrsatkich; 12-motor ostidagi yoritgich; 13-elektrodvigatel.

b - bir gʻildirakli 24 A-18×1 nasos-ning konstruksiyasi: 1-suv qabul qilish turi; 2-soʻrish patrubkasi; 3-gayka va kontur gayka; 4-himoya – zichlovchi halqa; 5-ish gʻidiragi; 6, 21-parakni yoʻnaltiruvchi apparatning va tayanch korpuslari; 7-shponka;

8, 14-vtulmalar; 9, 15-vkladishlar; 10, 16- suv qarshiliksiz aylanib o'tuvchi qismlar; 11, val, 12, 18, 19- suv ko'tarish quvuri seksiyalari, mos holda, o'tuvchi, normal, utuvchi; 13-krestavina; 17-valning muftasi; 20-podshipniklar-ni ho'llab turishi uchun toza suv olib kelish quvurchasi; 22- motor ostidagi yoritgich; 23-elektrodvigatel.

Transmission valli quduqli nasoslarni o'rnatishga quyidagi talablar qo'yiladi: transmissiya valini juda aniq qilib vertikal o'rnatish; quduqning egri qazilishiga yo'l qo'ymaslik; ko'rilmani nasosni ishlab chiqargan zavodning ko'rsatmasiga asosan, juda puxta yig'ish.

Qarab chiqilgan nasoslar quyidagi ba'zi bir kamchiliklarga ega: quduqda ishlab turgan nasos agregatini kirib ko'rishning imkoni yo'q; juda chuqurdan suv olishda ikkita nasos o'rnatish zarurligi-birini quduqqa, ikkinchisini esa, er ustiga; ekspluatatsiya qilishning qiyinligi; ta'mirlash vaqtida nasoslarni (valni, yo'naltiruvchi podshipniklarni, muftani va boshqalarni) qismlarga ajratish va yig'ishning murakkabligi; valning va nasos qismlarining zanglashi hamda tez eyilishi.

1.14–rasmda **ATH** turidagi nasos agregatining konstruksiyasi, 1.15 rasmda esa, **A** turidagi nasosning o'rnatish sxemasi (a) va konstruksiyasi (b) keltirilgan.

To'g'ri yig'ilganda va ekspluatatsiya qilinganda bu nasoslar, hajmiy nasoslar va erlift – suv –havo ko'targichlarga qaraganda bir kancha afzalliklarga ega.

1.2.7.2 Elektrodvigateli suvga cho'ktiriladigan quduqli nasoslar.

Transmission valli nasos qurilmalaridagi kamchiliklar, yuqorida ko'rsatilgan ikkinchi gurux nasos agregatlarini – elektrodvigateli bilan birgalikda suvga cho'ktirib ishlatiladigan nasos qurilmalarini yaratilishiga sababchi bo'ldi. Bu qurilmalarda, nasos va elektrodvigatel bir butun monoblokli agregat bo'lib, quduqning dinamik sathidan pastga tushiriladi. cho'ktirilgan elektrodvigatelga energiya, maxsus kabellar orqali er ustidan uzatiladi. Bu nasoslarning barchasi, ЭҚБ belgisi bilan bir seriyaga birlashtirilgan va ularning katta kichik 100 dan ortiq turlari diametri 100-500 mm li quduqlar uchun ishlab chiqariladi. Bu erda : Э –

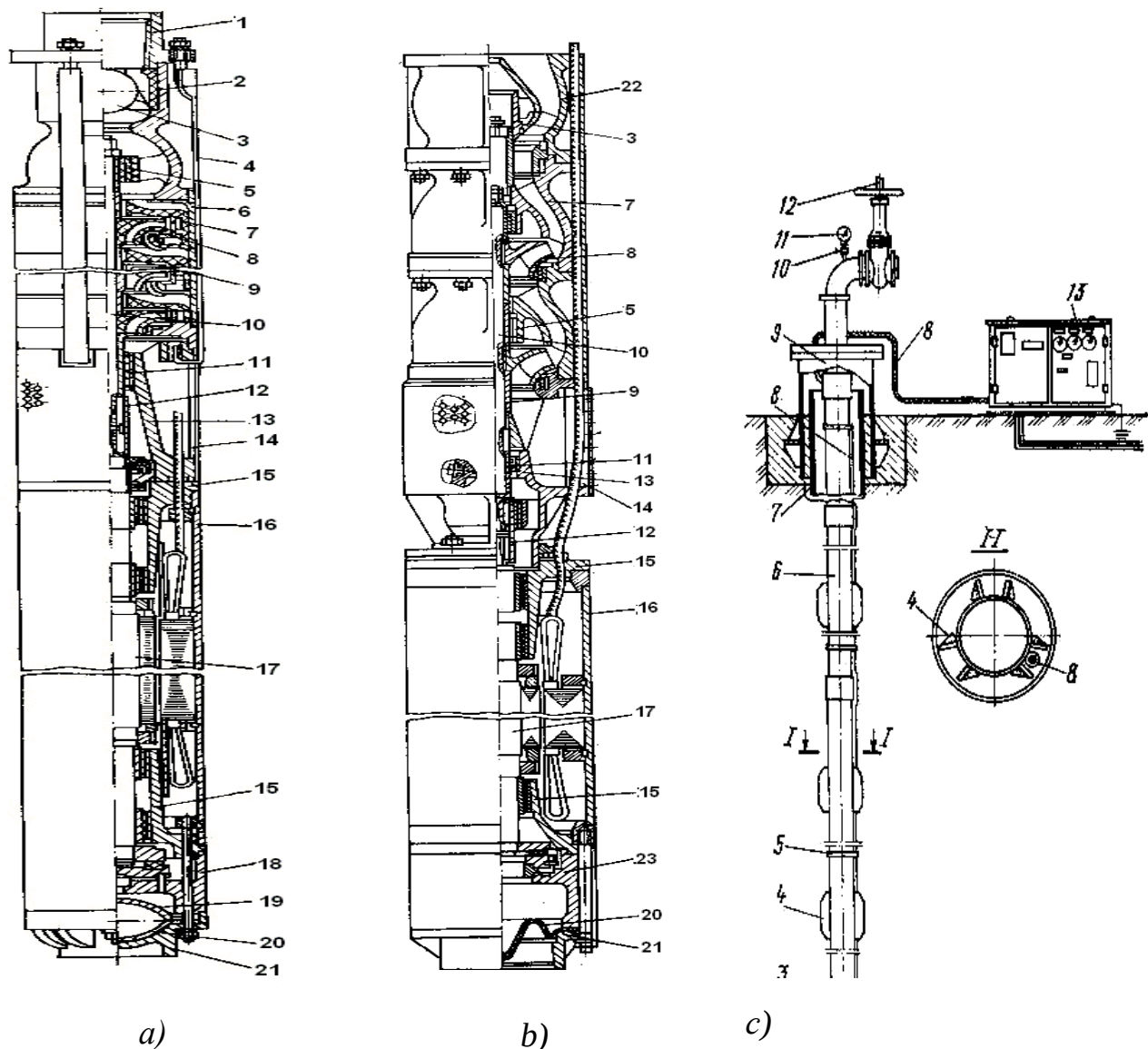
botiriladigan elektrnasos; II – (sentrobejny) markazdan qochma; B – (vodyanoy) suvga mo'ljallangan. Qolgan belgilari birinchi bo'limda keltirilgan. Ushbu nasoslar 4, 6, 8, 10, 12, 14 va 16 diamerli quduqlarga moslashtirilib ishlab chiqariladi (4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 – quduqqa kiydirilgan quvur ichki diametrining 25 marta kichraytirilgan va yaxlitlashtirilgan miqdori, *mm*).

ЭЦВ turdagi nasoslar, temperaturasi 25°C gacha, 0,01 foiz mexanik aralashmali, umumiy mineralizatsiyasi 2000 mg/l , 550 mg/l dan kam xloridli va sul'fatli hamda $1,5\text{ mg/l}$ dan kam serovodorodli suvlarni ko'tarishga mo'ljallangan. Ushbu nasoslarning suv sarfi – $Q = 0,63 - 1200\text{ m}^3/\text{soatni}$, bosimi – $12-680\text{ m ni}$, F.I.Ki esa – $\eta = 40 - 75$ foizni tashkil qiladi.

Nasos agregatlari, markazdan qochma va diagonal' turdagi ish g'ildiraklari bilan tayyorlanadi. 1.16 – rasmda, markazdan qochma (a) va diagonal (b) ish g'ildirakli ЭЦВ turdagi nasos agregatlari konstruksiyalari hamda ularni o'rnatish sxemasi (v) keltirilgan. Ish g'ildiraklari o'qqa mahkamlangan va mahkamlanmagan (o'q bo'ylab erkin siljiydi) bo'lishi mumkin. O'qiy zo'riqishlarni, dvigatelning tayanch podshipniklari yoki (mahkamlanmagan ish g'ildiraklarida) har bir bosqichning kurakli (yo'naltiruvchi) apparat oboymalari qabul qiladi.

Nasoslar, suv ko'tarish quvuriga maxsus patrulkalar orqali ulanadi. Bundan tashqari, suv ko'tarish quvuriga, shar shaklidagi yoki tarelkali teskari klapanlar o'rnatiladi. Klapanlar, agregatni bosim quvuridagi suv ustuni bosimidan hamda elektrodvигatel to'satdan to'xtab qolganda, yuqoridagi suvning suv ko'tarish quvuri orqali quduqqa qaytib tushishi tufayli, nasos ish g'ildiragi va dvigatel' rotorini teskari aylanishidan saqlaydi.

Valning tayanchi sifatida, ikki dona (pastki va yuqori) rezina-metalli podshipniklar xizmat qiladi. Bosqichlar soni 10 donadan ko'p bo'lganda, qo'shimcha o'rta korpus o'rnatiladi va unga qo'shimcha o'rta podshipnik joylashtiriladi. Nasosning podshipniklari ko'tarib berilayotgan suv bilan ho'llab (moylab) turiladi, elektrodvигatel esa – uni quduqqa o'rnatishdan oldin, stator bo'shlig'iga to'ldirilgan suv bilan sovutiladi. Ba'zi agregatlarda, nasos ham elektrodvигatel ham, ko'tarib berilayotgan suv bilan ho'llanib va sovutilib turiladi.



Rasm 1.16. ЭЦВ turdagi nasoslarning konstruksiyasi va o'rnatish sxemasi.

a, b – markazdan qochma va diagonal ish g'ildirakli: 1-bosim patrubkasi; 2, 22-podshipnik va klapan korpuslari; 3-teskari klapan; 4-tortgich; 5, 23-radial va tayanch podshipniklari; 6-parrakli olib ketgich oboymasi; 7-parrakli olib ketgich; 8-ish g'ildiragi; 9, 11-zichlovchi va podshipnikli vtulka; 10-val; 12-ulash vtulkasi; 13-olib kelgich; 14-sim tur; 15-podshipnik shiti; 16-stator; 17-rotor; 18-tovon; 19-cheklovchi; 20-diafragma; 21-tub. c-ЭЦВ nasosini o'rnatish sxemasi: 1-elektrodvigatel; 2-nasos; 3-salt yurish datchigi; 4-markazlashtiruvchi yoritgich; 5-kabelni mahkamlash xomuti; 6, 7-suv ko'tarish va quduqqa kiydirilgan quvular; 8-elekr kabeli; 9-quduqning geometrik boshi; 10-uch tomonlama jumrak; 11-monometr; 12-zadvijka; 13-boshqaruv va avtomatika sistemalari qutisi.

Bunday nasoslarda, sovutadigan suv, eng yuqori bosqichga joylashtirilgan markazdan qochma tozalagich bilan tozalanadi. Tozalangan suv, nasos va elektrodvigatelning ichi bo'sh vallari orqali podpyatnik (vertikal val o'qi tayanchi) kamerasiga va uerdan labirint qulf orqali elektrodvigatelning bo'shlig'iga yo'naltiriladi.

Nasosni harakatga keltirish uchun **ПЭДВ** turdagi elektrodvigatellar qo'llaniladi. Bu erda: **П**– (pogrujnoy) cho'ktiriladigan; **ЭД** - elektrodvigatel; **В**– (zapolnenny vodoy) suvga to'ldirilgan. Elektrodvigatel ho'l dvigatellar turiga mansub bo'lib, quduqqa tushirilishidan oldin, u fil'trlangan toza suv bilan to'ldiriladi. Elektrodvigatel hech qachon «quruq» ishlamasligi zarur. Hattoki nasos qisqa vaqt suvsiz ishlaganda ham, elektrodvigatelning podshipniklari va elektr cho'lg'amlari ishdan chiqishi mumkin.

Elektrodvigatelni elektr energiyasi bilan ta'minlovchi elektr simlari, suv ko'tarish quvurlari kolonnasi bilan birgalikda quduqqa tushiriladi va belbog'lar yordamida ularga mahkamlanadi. Agregat qismlari tarkibiga kiruvchi elektr energiyasi uzatuvchi kabelning uzunligi, nasosning nominal bosimiga teng bo'lishi kerak. bundan tashqari, bu uzunlikka yana 3,5 m (quduq bilan avtomatik boshqaruv stansiyasigacha bo'lgan masofa) va kabelni ulash davrida, o'ralib kolish hamda egilishlar ehtimolini hisobga olgan holda, har bir 50 m tushirilgan kabelga yana 1 m dan ko'shimcha kabel qo'shiladi. Elektrodvigatel (qisqa tutashuvli, rotorli asinxron) doimo nasosdan pastda joylashadi. Statorning cho'lg'amlaridan, elektr energiyasi uzatuvchi kabelga ulash uchun, 3 dona sim tashqariga chiqib turadi.

Dvigatel' tubiga o'rnatilgan difragma, elektr dvigatelning ichki bo'shlig'i bilan atrof-muhit orasidagi bosimni muvozanatlashtiradi. Dvigatel' haydaladigan suvdan, rezina xalqalar, manjetlar hamda diafragma yordamida himoyalanaadi.

ЭЦВ turdagi nasoslarning: ish g'ildiragi – poliamid, polistrol, bronza, cho'yan va po'latdan; parrakli yo'naltiruvchi apparatlari- polipropilen, bronza, cho'yan va po'latdan; korpusining detallari – cho'yan va po'latdan; vallari – po'latdan; radial podshipniklarining vkladishi esa, rezinadan tayyorlanadi.

Suvga cho'ktiriladigan nasos agregatlari, transmission valli quduqli nasoslarga qaraganda bir qancha quyidagi afzalliklarga ega:

- oraliq podshipnikli uzun vertikal vallar qo'llash zaruriyati qolmaydi, nasosning metal sig'imi kamayadi;
- transmission valning yo'qligi cho'ktiriladigan nasoslarni, egri kovlangan quduqlarda qo'llash imkonini beradi;
- suv ko'taruvchi quvurning konstruksiyasi soddalashadi hamda nasos qurilmasini yig'ish va qismlarga ajratish osonlashadi;
- Quduq ustiga quriladigan ayvonning yoki binoning maydoni kamayadi.

Hozirgi kunda respublikamizda 11 mingga yaqin quduqdan suv haydovchi nasos qurilmalari mavjud. Xalq xo'jaligi tarmoqlarining esv nasoslariga bo'lgan talabini qondirish uchun hozirgi vaqtda suvmash zavodi esv turdagi quyidagi nasoslarni ishlab chiqarmokda: ЭҚБ 8 – 16 – 160; ЭҚБ 8 – 25 – 100; ЭҚБ 8 – 40 – 60; ЭҚБ 10 – 120 – 80; ЭҚБ 10 – 120 – 55; ЭҚБ 10 – 120 – 30; ЭҚБ 10 – 160 – 35; ЭҚБ 10 – 100 – 15; ЭҚБ 12 – 255 – 30.

Ushbu nasoslarning yig'ma grafigi, turlari, texnik va ishchi xarakteristikalari ilovada, tamg'aga oid belgilari esa birinchi bo'limda keltirilgan.

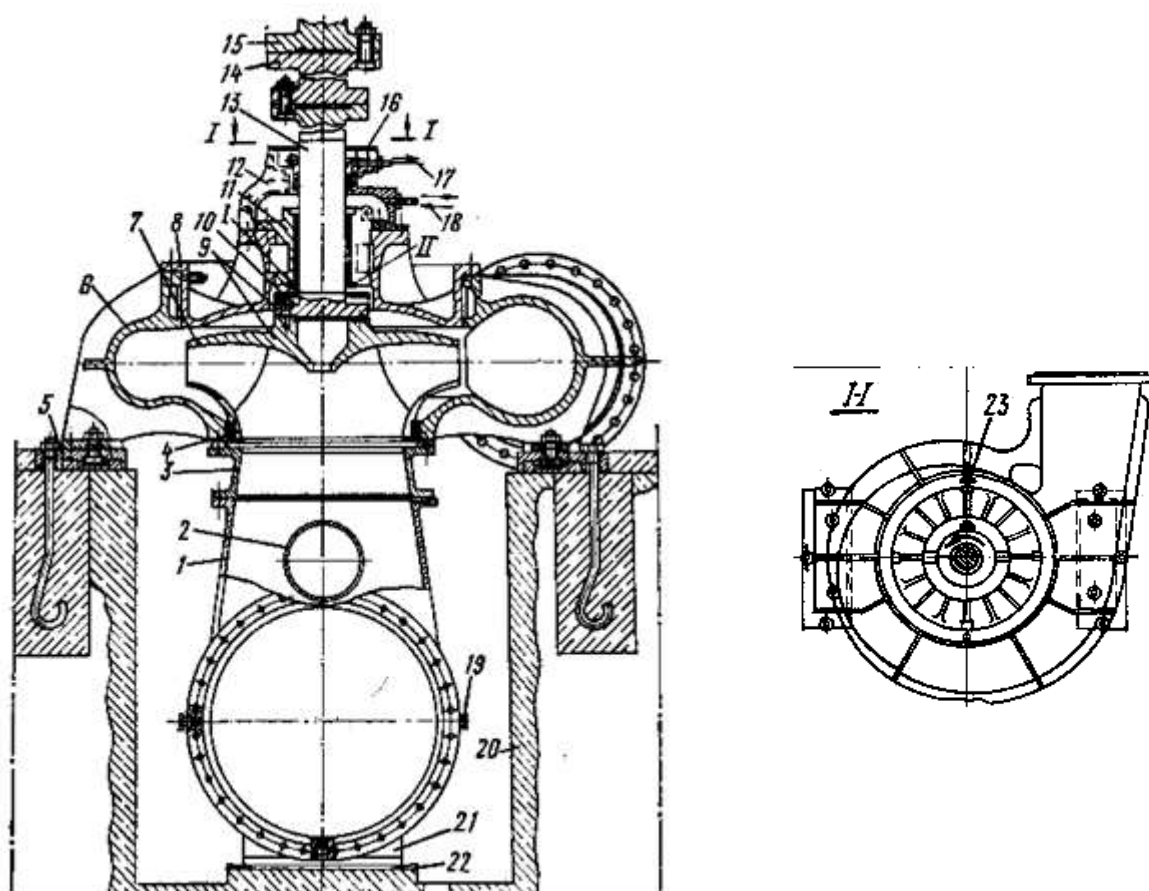
1.2.8. Yirik markazdan qochma vertikal nasoslar.

Markazdan qochma vertikal nasoslar (v (B) – vertikal turdagi), yopishqoqligi va ximik aktivligi suvga o'xshash xamda tarkibida 0,3 foizdan ko'p bo'lmagan 0,1 mm li mexaniq zarrachalar mavjud bo'lgan 35⁰ C temperaturali suv va boshqa suyuqliklarni ko'tarib berishga mo'ljallangan. Ularning sarfi – $Q = 1 - 35 \text{ m}^3/\text{s}$, bosimi – $N = 15 - 110 \text{ m}$ va FIK - $\eta = 90$ foizgacha bo'lishi mumkin. Bu turdagi nasosning asosiy qismlari va uzellari 1.17- rasmda keltirilgan.

Ushbu nasoslarda, ish g'ildiragi aylanishidan hosil bo'layotgan o'qiy gidravlik kuchni va aylanayotgan qismlari massasidan hosil bo'ladigan gravitasion kuchlarni, nasosdan yuqorida joylashgan vertikal elektrodvigatelning tovonlari qabul qiladi. Nasosning vali – 13, elektrodvigatel vali bilan val – **pristavkalar** yordamida ulanadi. Val– pristavkaning uzunligi 3 m dan ortiq bo'lganda, nasos

stansiyasi binosining pol to'siniga, nasos transmission valining radial sirg'anishi va qiyshayishini oldini oluvchi radial podshipniklar o'rnatiladi. Valning radial tayanch sifatida, vkladishlari lignofol materialidan (maxsus tarkibli, suyuqlik shimdirilgan, zichlangan yog'och) tayyorlangan, sirpanish podshipniklari – 11 xizmat qiladi. Podshipniklar, ko'tarib berilayotgan suv bilan, yoki bosim ostida, podshipniklar va sal'nik uzeli – 12 orasidagi bo'shlik orqali uzatilayotgan maxsus tozalangan suv bilan ho'llab turiladi. Harakatga yuqoridan qaralganda, val, soat miliga teskari aylanayotgani ko'rinadi. Suv, so'rish patrubkasiga pastdan kirib keladi.

Kamerali turdagi nasos stansiyasi binolarida, nasosga, zadviyka bilan jihozlangan, tirsaksimon po'lat so'rish quvuri ulanadi. Nasos, binoning beton asosiga mahkamlanadigan, ustunsimon poydevorga o'rnatiladi. So'rish quvuri va zadviyka ochiq xonada joylashgani uchun, ularga xizmat ko'rsatish juda qulay bo'ladi.



Rasm 1. 17. Markazdan kochma vertikal nasosning konstruksiyasi.

1-olib keluvchi tirsak; 2-kuzatish tuynugi; 3-so'rish patrubkasi; 4-himoya-zichlash halqasi; 5-poydevor plitasi; 6, 13-nasosning korpus va vali; 7-ish g'ildiragi; 8-qopqoq;

9-valga g'ildirakning mahkamlanishi; 10, 16-korjuxlar; 10, 12-sal'nikli va sirpanish podshipniklarining uzellari; 14-val-prostavka; 15-elektro-dvigatelning vali; 17-sal'nikdan suvni olib ketish; 18-podshipnik-dan suvni olib ketish va unga suv olib kelish; 19-tiqin; 20-poydevor; 21-kronshteyn-taglik; 22-yig'ish ponasi; 23-bolt.

Blokli turdagi nasos stansiyasi binolarida, so'rish quvuri zadviykasiz, og'ir asosga, yaxlit bir butun qilib betonlanadi. So'rish quvuriga, nasosning so'rish patrubkasi mahkamlanadi.

Vertikal markazdan qochma nasoslarning asosiy afzalliklari – planda kichik o'lchamli bo'lib joylashishi va ularni yig'ishning qulayligi. Bu afzalliklari katta nasos stansiyalarini qurishda va ekspluatasiya qilishda juda muhimdir.

Ushbu nasoslarning yig'ma grafigi, turlari, texnik va ishchi harakteristikalari - ilovada, tamg'aga oid belgilari esa birinchi bo'limda keltirilgan. Bundan tashqari, ushbu nasoslarning markasi oxirida, I yoki II sonlari, A, O va M harflari qo'yilgan. Bular: I yoki II – ish g'ildiraklari yo'nilgan; A – ish g'ildiragi, bazaviy (asosiy) ish g'ildiragidan farq qiladi; O – ish g'ildiragining aylanishlari soni, nominal aylanishlar sonidan farq qiladi; M – nasos agregati tarkibiga, ikki tezlikli dvigatel' ham kiradi.

V (B) turdagi nasoslarni birinchi kapital ta'mirlash resursi 20 ming soatni, buzilmasdan o'rtacha ishlash vaqti esa, 4 ming soatni tashkil qiladi. Vertikal nasoslar sug'orish, zax qochirish va ichimlik suvi ta'minoti nasos stansiyalarida keng qo'llaniladi. Respublikamizdagi Amu-Buxoro magistral kanallari nasos stansiyalari, Jizzax nasos stansiyalari va boshqalarda eng o'lkan markazdan qochma vertikal nasoslar qo'llanilmoqda.

1.2.9 O'qiy nasoslar

O'qiy nasoslar, parrakli nasoslar sinfiga mansubdir. Suyuqlik, nasosning o'qi bo'ylab harakat qilgani uchun, parrakli nasoslarning bu turi, o'qiy nasoslar nomini olgan (Rasm 1.18). Ish g'ildiragiga-2 kirishda va to'g'rilovchi apparatdan-5 chiqishda, suyuqlik harakatining yo'nalishi, val o'qining aylanishi yo'nalishiga mos

keladi. 3-sxemada o'qiy nasoslarning klassifikatsiyasi, 2.15-rasmda esa, ularni urnatish sxemasi keltirilgan.

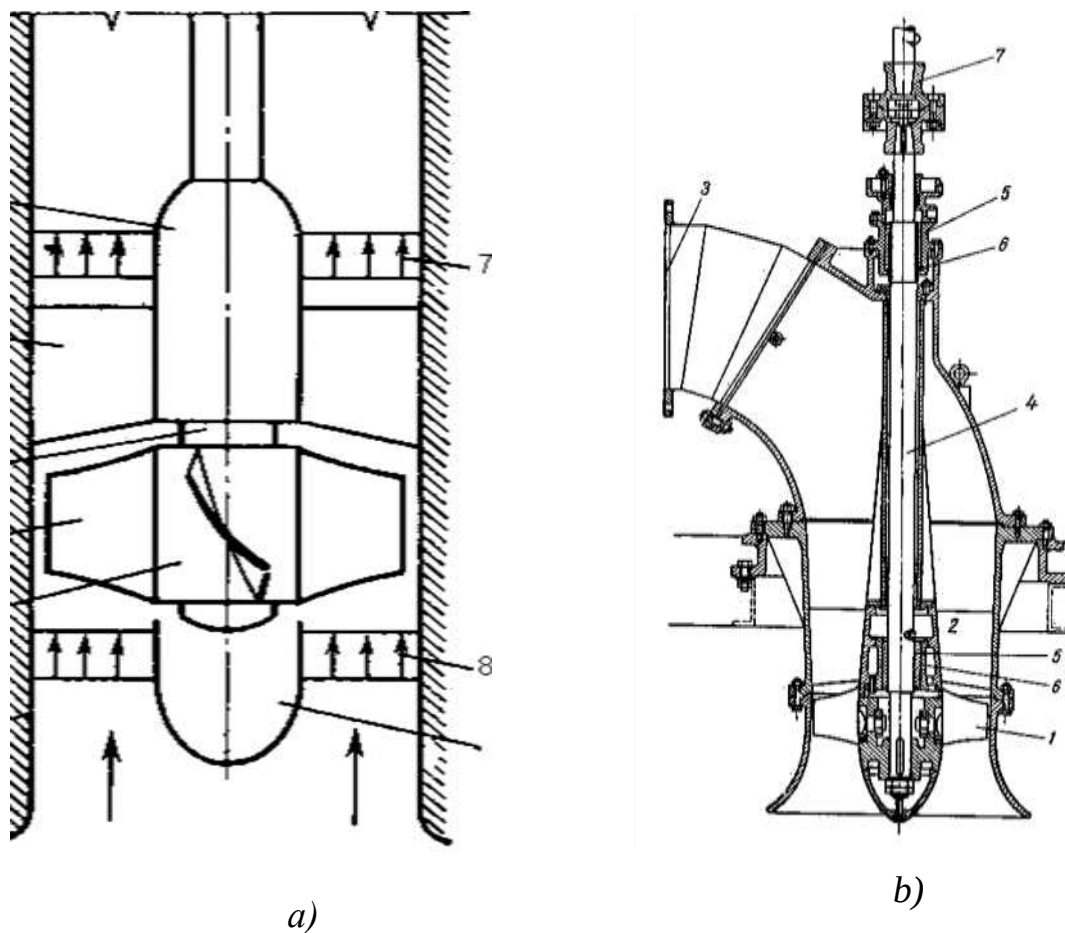
O'qiy nasoslar ikki xil turda ishlab chiqariladi: **O** (osevoy- o'qiy, parraklari ish g'ildiragi vtulkasiga qo'zg'olmas qilib mahkamlangan) va **ОП** (осевой с поворотными лопастями – parraklari, ish g'ildiragi vtulkasiga, O'z o'qi atrofiga aylanib buraladigan qilib mahkamlangan).

Oddiy **O** turdagi nasoslar, 870 mm dan kichik diametrlar bilan tayyorlansa, **ОП** turdagi nasoslar esa, 870 mm va undan kata ish g'ildiragi diametrlari bilan tayyorlanadi. Hamdo'stlik mamlakatlarida, suv ko'tarib berish uchun, o'qiy nasoslarning **ОПБ** va **ОМПБ** turlardagi monoblokli (dvigatel va nasos bir valga joylashtirilib, bir butun uzelni tashkil qiladi) variantlari ham tayyorlanadi. Bu erda: **O** - (osevoy) o'qiy; **П** – (pogrujnoy) cho'ktiriladigan; **Б** – (vodyanoy) suvga mo'ljallangan; **М** – monoblokli. Bu nasoslarning ish g'ildiragi parraklari, ko'zg'olmas qilib o'rnatilgan bo'lib, ular suvga cho'ktirilgan holatda ishlaydilar. Ularni o'rnatish uchun, maxsus nasos stansiyasi turi bo'lishi shart emas. O'qiy nasoslar, vertikal (**ОБ** va **ОПБ** turdagi) hamda gorizontal (**ОГ** yoki **ОПГ** turlari) bo'lishi mumkin.

Umumiy vazifalarini bajaruvchi **O** va **ОП** turdagi nasoslar, tarkibida diametri 0,1 mm gacha va 0,3 foizdan ko'p bo'lmagan loyqali hamda temperaturasi 35° C gacha bo'lgan suvlarni ko'tarib berishga mo'ljallangan. Maxsus buyurtma bilan, nasoslarni tayyorlovchi zavodlar, yuqori temperaturali va agressiv hamda tarkibida ko'p miqdorda loyqa bo'lgan suyuqliklarda ishlaydigan nasoslarni tayyorlab berishi mumkin.

O'qiy nasoslarning namunaviy ish g'ildiraklari, bir necha andazada tayyorlanadi. Bundan tashqari, nasoslar, ularning markasida belgilangan quyidagi harflar bilan ham, turlarga ajratiladi: **К** – (с камерным подводом) kamerali uzatish bilan; **КЭ** – kamerali suv uzatiluvchi va elektrodvigatel yordamida parraklari buraluvchi; **МК** – (малогабаритный с камерным подводом) kichik gabaritli kamerali suv uzatiluvchi (Rasm 1.18 a); **МКЭ** – kichik gabaritli kamerali suv uzatiluvchi va elektrodvigatel yordamida parraklari buraluvchi; **МБ** – monoblokli

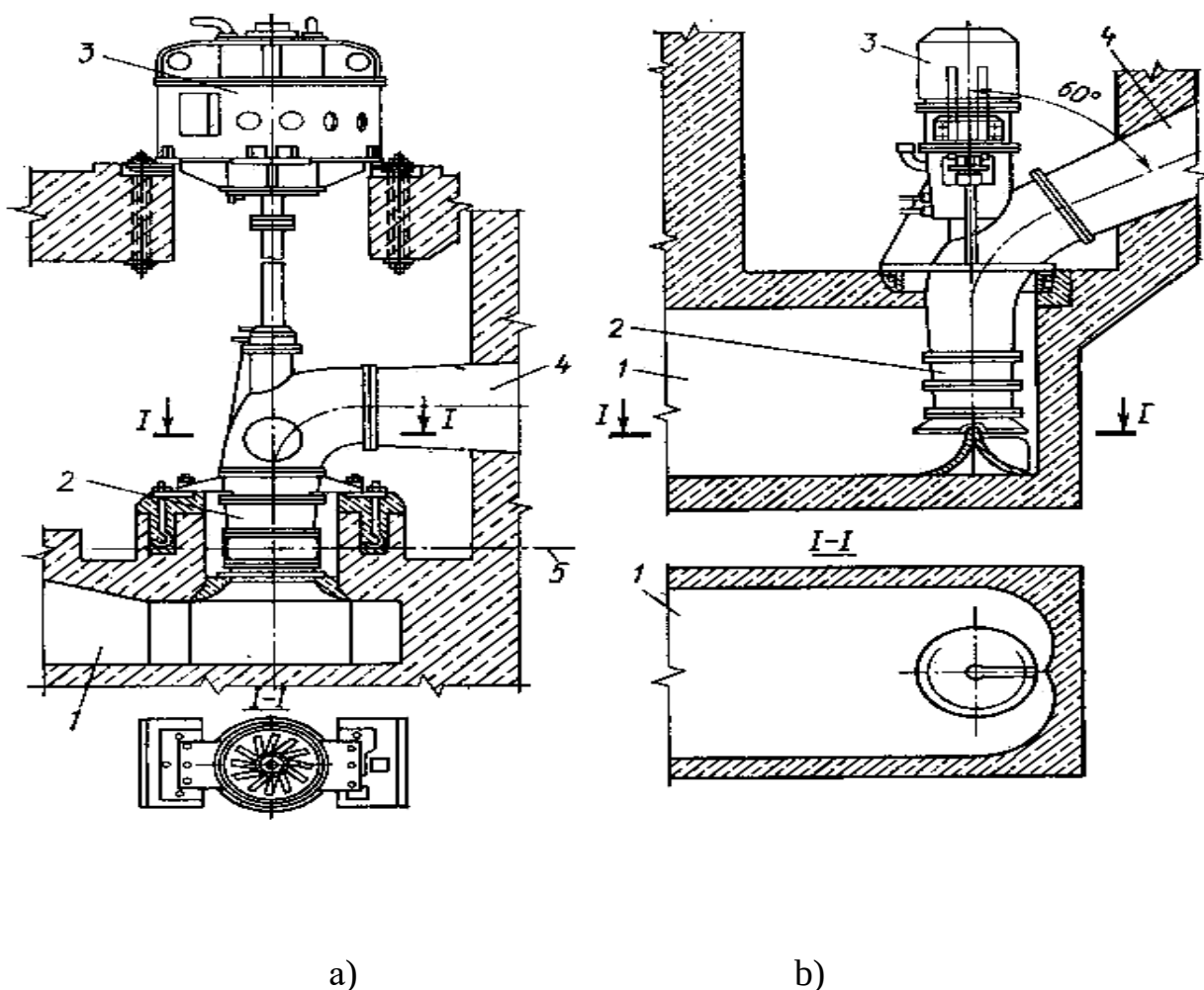
(Rasm 1.18b); ЭГ – parraklari elektrodvigatel bilan buraladigan; МБК – monoblokli kamerali uzatish bilan. Zarur bo'lganda, nasosning markasida uni qanday iqlimda ishlashi va qanday turdagi nasos stansiyasi binosiga o'rnatilishi ham ko'rsatilishi mumkin.



Rasm 1. 18. O'qiy nasoslarning sxemasi va konstruksiyasi.

a-o'qiy nasoslarning sxemasi: 1, 6 –nasos va podshipniklar uzelinesing korpusi; 2 –ish g'ildiragi; 3 –ish g'ildiragining parragi; 4 –val; 5 –to'g'rilovchi apparat; 7, 8 –ish g'ildiragiga kirishda va to'g'rilovchi apparatdan chiqishda tezlik epyuralari; 9 –suyri shaklidagi oqib utuvchi;

b-o'qiy nasoslarning konstruksiyasi: 1-ish g'ildiragi; 2-to'g'rilovchi apparat; 3-olib ketuvchi; 4 –val; 5 –podshipnik vkladishlari; 6 –podshipnik; 7 – mufta.



Rasm 1. 19. O'qiy nasoslarni o'rnatish sxemasi.

a—kamerali suv uzatiluvchi kichik gabaritli o'qiy nasos; b—monoblokli o'qiy nasos. 1 – kamerali suv uzatish; 2 –nasos; 3 –elektrodvigatel'; 4 – diffuzorli olib ketuvchi; 5 –ish g'ildiragi o'qi.

O'qiy nasosning ish g'ildiragi vtulkadan va unga mahkamlangan yonlab tekislangan parraklardan iborat. Ish g'ildiragidagi parraklar soni, 3-6 donagacha bo'lishi mumkin. Vtulka ichiga, richaglar va krestovinalardan tashkil topgan parraklarni burash mexanizmi joylashtirilgan. Burash mexanizmining o'q bo'ylab siljishi natijasida richaglar va parraklar ham buraladi.

O'qiy nasos ish g'ildiragining shakli, parrakli g'ildiraklarning umumiy qatoridagi oxirgisi hisoblanadi. Shuning uchun, g'ildirak, manfiy so'rish balandligi bilan ishlaydi, ya'ni ish g'ildiragiga suyuqlikni kelishi uchun, so'rish bosimi, atmosfera bosimidan yuqori bo'lishi kerak. Buning uchun, nasos ish g'ildiragi

o'qining sathi, manbadagi hisob suv sathidan, talab qilingan miqdorda, ya'ni kavitasiya zaxirasiga teng kattalikda pastga o'rnatiladi. Ish g'ildiragi o'qi sathini yuqoriga ko'tarish, kameralar va g'ildirak parraklarini emirilishiga sabab bo'luvchi, kavitasiya jarayoniga olib keladi. Hozirgi vaqtda, o'zi so'ruvchi o'qiy nasoslar ham yaratilmoqda.

Bugungi kunda, hamdo'stlik mamlakatlarining nasos ishlab chiqaruvchi korxonalarida, sarfi – $Q = 0,5-40 \text{ m}^3/\text{s}$, bosimi – $H = 2,5-23 \text{ m}$ va FIKi - $\eta = 84-86$ foizli nasoslar ishlab chiqarilmoqda.

O va **OII** turdagi nasoslarning vali – po'latdan, ish g'ildiragi vtulkasi po'latdan, ish g'ildiragi parraklari – zanglamaydigan po'latdan, ish kamerasi po'latdan, to'g'rilovchi apparat joylashadigan diffuzor – cho'yandan, olib ketgich – kavsharlangan po'latdan, podshipniklarning vkladishlari – rezina bilan qoplangan po'latdan tayyorlanadi. ishlash sharoitiga qarab, nasosning qismlari, boshqa materiallardan ham tayyorlanishi mumkin. Eyilishini kamaytirish uchun, valning sheykasi, zanglamaydigan po'latdan eritib tayyorlanadi.

O'qiy nasoslarning birinchi kapital ta'mirlashgacha bo'lgan resursi, 17500 soatni tashkil qiladi (albatta, tez ishdan chiquvchi tiqinlar va podshipniklar almashtirilib turiladi).

O'qiy nasoslar, markazdan qochma nasoslarga nisbatan, quyidagi bir qator afzalliklarga ega: FIKi yuqoriroq; birlik suv sarfiga nisbatan massasi kichikroq; xarakteristikalarini oson o'zgartirish mumkin.

O'qiy nasoslarning suv sarfi katta bo'lgani uchun, ularni, uncha yuqorida joylashmagan katta ekin maydonlarini sug'orishda, ulkan irrigasiya kanallariga hamda, issiqlik elektrostansiyalarini sovutish uchun suv ko'tarib berishda va boshqa maqsadlarda qo'llanilmoqda. Bu turdagi nasoslar, respublikamizdagi qarshi nasos stansiyalari kaskadi va boshqa ulkan nasos stansiyalarida foydalanilmoqda.

Ushbu nasoslarning yig'ma grafigi, turlari, texnik va ishchi xarakteristikalari - ilovada, tang'aga oid belgilari esa birinchi bo'limda keltirilgan.

1.2.9.1. Parraklari qo'zg'almas o'qiy nasoslar

O (osevoy-o'qiy) turdagi nasoslarga suyuqlik, kameralar orqali uzatildi. Manbadagi suv sathi, doimo parraklarning aylanish o'qidan yuqori bo'lishi kerak. O'ziga kerakli xarakteristikalarini olish uchun, parraklarning o'rnatish burchagi, buyurtmachi tomonidan beriladi. 1.19 – rasmda, kamerali suv uzatiluvchi OB (osevoy vertikal – O'qiy vertikal) turdagi parraklari ko'zg'olmas o'qiy nasosning konstruksiyasi keltirilgan.

Suv, manbadan halqa -1 va so'rish to'g'rilovchisi -2 orqali aylanayotgan ish g'ildiragi parraklariga kelib tushadi. Unda statik bosim oshadi, ish g'ildiragining aylanish tomoniga qarab, tangensial tezlik hosil bo'ladi. To'g'rilovchi apparat -9, tangensial tezligini statik bosimiga aylantiradi va suv oqimini nasosning o'qiga parallel yo'naltiradi. So'ngra suv, diffuzor -14 orqali, oqimni 60^0 burchakka buruvchi olib ketgichga -16 tushadi. Olib ketgichning flanes bosimli quvur bilan ulangan val -15, ikki dona radial – tayanchlarga-pastgi -8 va yuqoridagi -17 podshipniklariga ega.

Lignofol va rezinali vkladish sirpanish podshipniklar, 50 mg/l dan kam loyqali suv bilan xo'llab turiladi. Agar suvning tarkibida loyqalar 50 mg/l dan ko'p bo'lsa, u dastlab tozalanadi, so'ngra, nasosning bosimidan $7...10\text{ m}$ dan ortiqroq bosim ostida podshipniklarga uzatiladi. Har bir podshipnikni xo'llash uchun quyidagi suv sarflari xo'llaniladi: ish g'ildiragining diametri 1100 mm gacha bo'lganda $-0,5\text{ l/s}$; diametri $1450-1850\text{ mm}$ oralikda bulsa -10 l/s ; diametri -2600 mm gacha bo'lganda esa -2 l/s . Nasos ishga tushirilganda pastgi podshipnikni suv bilan to'ldirilgan bo'lishi kerak. Yuqoridagi podshipnikka (agar u suv bilan to'ldirilgan bo'lmasa) suv maxsus nasos bilan uzatiladi. Nasosdan suvni siriqib oqishini sal'nik uzeli -18 bartaraf kiladi. Valdan tushayotgan o'qiy zo'riqishlarni elektrodvigatelning tovonlari qabul qiladi. Yuqoridan qaraganda, elektrodvigatel soat miliga teskari aylanadi.

Hamdo'stlik mamlakatlari sanoatida, o'qiy vertikal nasoslarning monoblokli variantlari ishlab chiqariladi. Bu variantda, nasoslar – suvli kameraga,

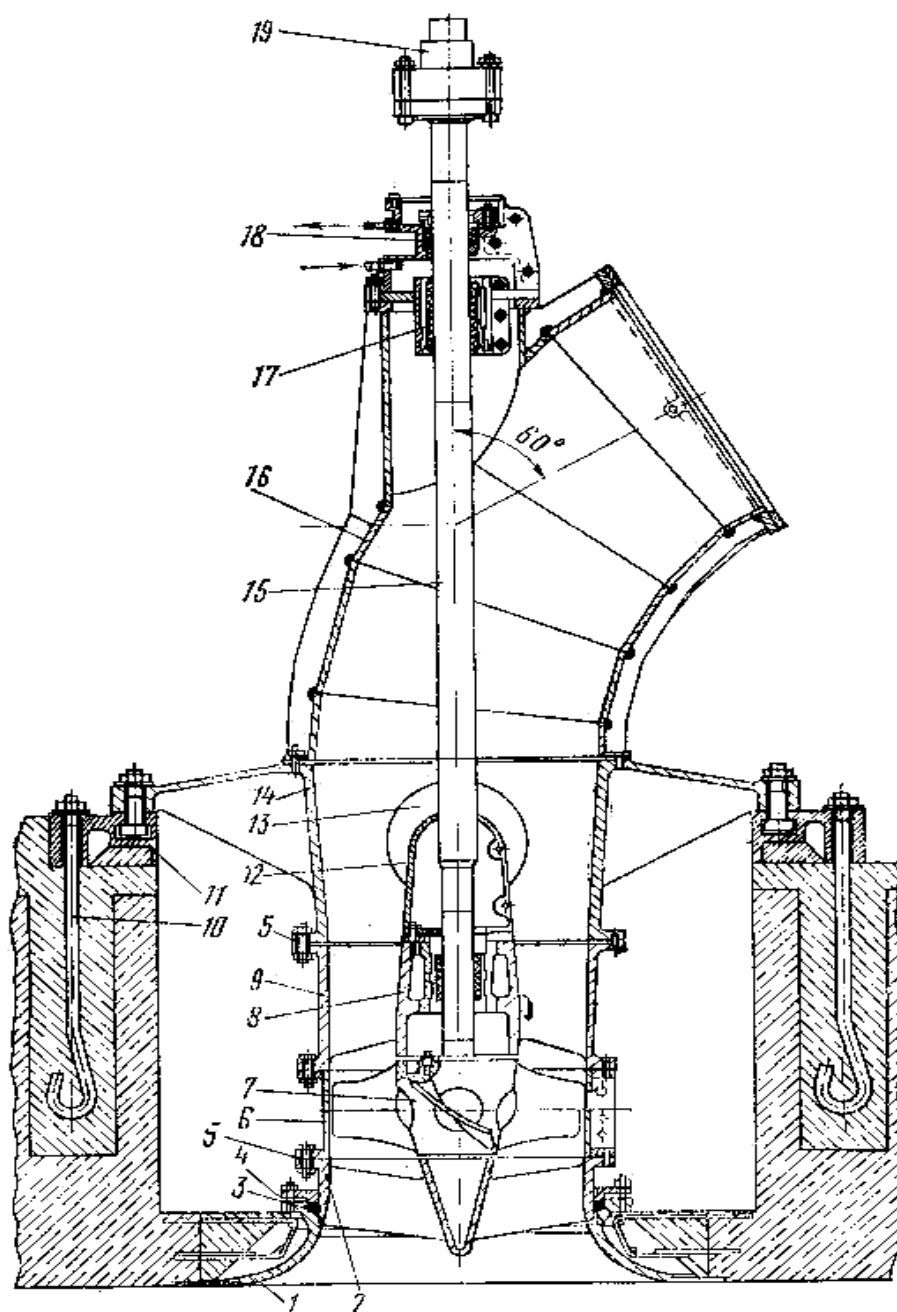
elektrodvigatel – quruq xonaga, ularni ulash uzeli esa, yuqoridagi xonaning poliga joylashtiriladi. O turdagi nasoslarning gorizontal qilib tayyorlanganlarini, manbadagi suv satxidan yukoriga ham o'rnatish mumkin, ular suvni, sifonli surish quvuri orqali olinadi.

1.2.9.2. Parraklari buraladigan o'qiy nasoslar

ОП (осевой с поворотными лопастями – parraklari buriladigan o'qiy) turdagi nasoslar, O turdagi nasoslardan, katta o'lchamlari va sarfi bilan keskin farq qiladi. Parraklarni o'rnatish burchagini, mos holda, nasosning xarakteristikalarini, ekspluatasiya qilish davrida, hattoki nasos agregatini to'xtamasdan amalga oshirish mumkin. Ish g'ildiragi diametrlari 1100 *mm* gacha bo'lgan nasoslarga, kamerali va tirsakli konstruksiyalar orqali suv olib kelinadi. Diametri katta ish g'ildirakli nasoslarga, suv uzatish uchun esa, faqatgina tirsakli konstruksiyalar qo'llaniladi. Diametrlari 1100 *mm*.li g'ildiraklarining parraklari, elektromexanik uzatmalar (elektrouzatmalar) yordamida, diametrlari 850 va 2600 *mm*.li ish g'ildiraklarida – elektro-gidromexanik (elektrogidrouzatmalar) yordamida, 1450 *mm* li ish g'ildiragi parraklari – elektrouzatmalar va elektrogidrouzatmalar yordamida buraladi.

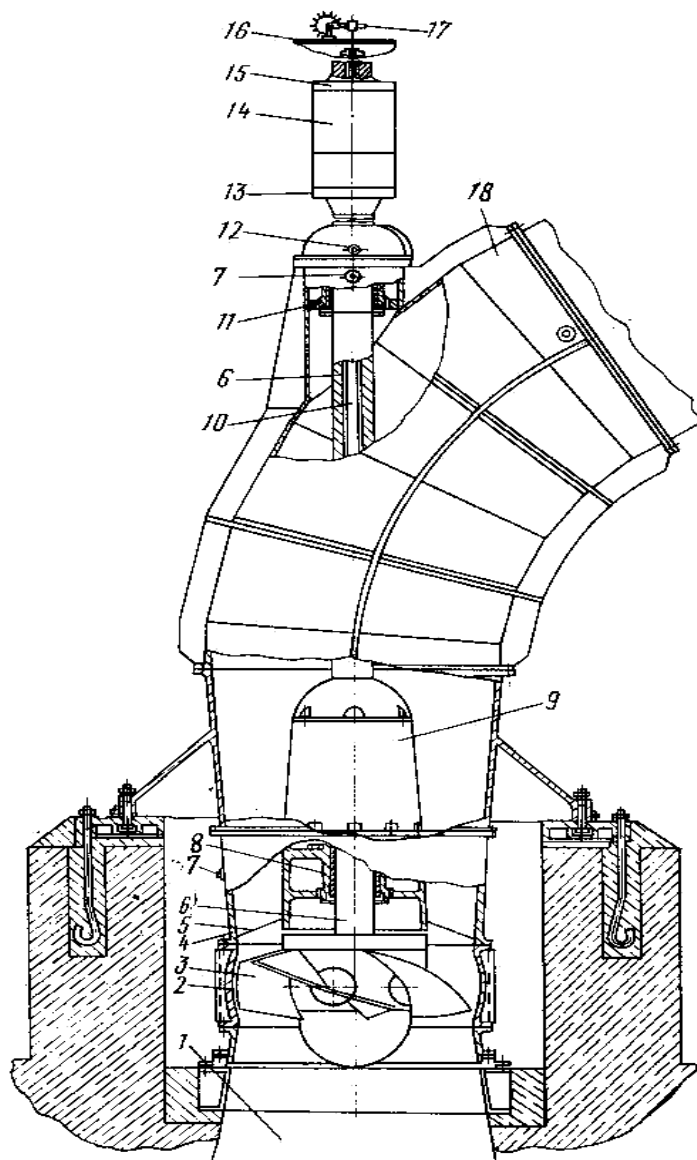
1.20 – rasmda, parraklari buraladigan elektr uzatmali o'qiy nasosning konstruksiyasi keltirilgan. Ish g'ildiragi diametri 1850 *mm* dan kichik bo'lgan ОП turdagi nasoslar, poydevor tumbasiga ikkala panjasi bilan, diametrlari 1850 *mm*.li ish g'ildirakli nasoslar – oraliq to'singa tayanch flaneslari bilan, ish g'ildiragi diametrlari 2600 *mm* bulgan nasoslar esa, beton poydevorga betonlab mahkamlanadi.

ОП turdagi nasosning vali, vtulkasi, ishchi kamerasi, olib ketish qismi, ish g'ildiragi parraklari–po'latdan, to'g'rilovchi apparat joylashtirilgan difuzor–cho'yandan, podshipnik vkladishlari – rezina bilan qoplangan po'latdan tayyorlanadi.



Rasm 1.20. Kamerali suv uzatiluvchi, kichik gabaritli, parraklari qo'zg'olmas o'qiy nasosning konstruksiyasi.

1 –o'rnatish halqasi; 2 –suyrili to'g'rilagich; 3 –rezina shnur; 4 –qopqoq; 5 –press-shpanli qistirma; 6, 15 –nasosning korpusi va vali; 7 –ish g'ildiragi; 8, 17–pastki va yuqoridagi podshipniklar; 9 –korpus, to'g'rilovchi apparat bilan; 10 –bolt; 11 –tayanch ramasi; 12 –suyri oqib o'tuvchi; 13 –kuzatish tuynugi; 14 –diffuzor, nasosni mahkamlash panjalari bilan; 16 –olib ketuvchi; 18 –sal'nikli uzal; 19 –elektrodvigatelning vali;



Rasm 1.21. Parraklari buriladigan o'qiy nasosning konstruksiyasi.

1–tirsaksimon so'rish quvuri; 2, 3–ish kamerasi va g'ildiragi; 4–korpus, to'g'rilovchi apparat bilan; 5–to'g'rilovchi apparatning parraklari; 6 –val; 7–podship-nikka toza suv olib kelish; 8, 11–yuqoridagi va pastgi podshipniklar; 9–suyri-simon oqib o'tuvchi; 10 – shtok; 12 –drenaj suvini olib ketish; 13, 15–nasos vali va elektrodvigatelni ulovchi flanslar; 14, 16–elektrodvigatelning korpusi va qopqog'i; 17 –sil'sin-datchik, 18 – tirsak;

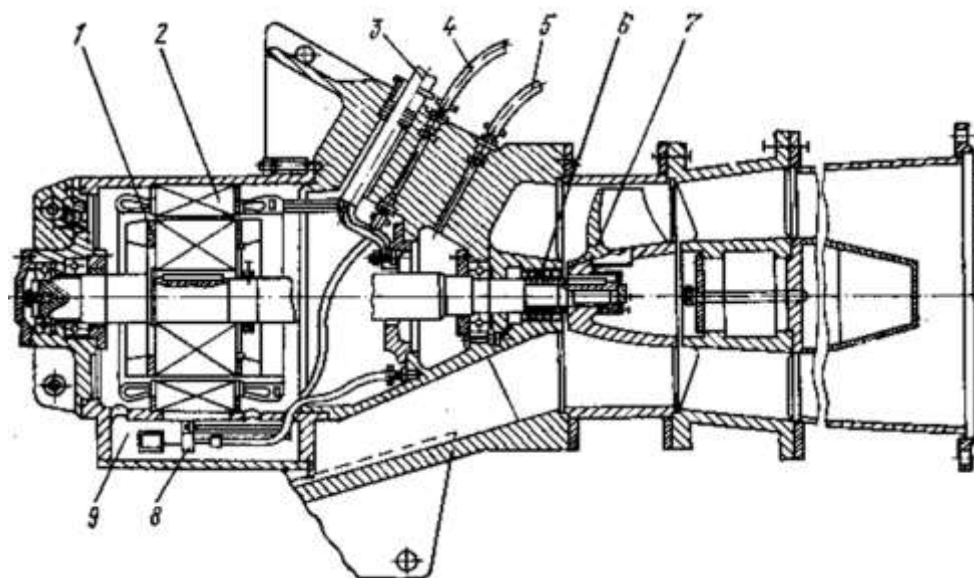
ОП turdagi nasoslar, **О** turdagi nasoslardan, katta o'lchamlari va suyuqlik sarfi bilan farq qiladi. Parraklarni o'rnatish burchagini, mos holda, nasosning

xarakteristikalarini, ekspluatasiya qilish davrida, hattoki nasos agregatini to'xtamasdan amalga oshirish mumkin. Ish g'ildiragi diametrlari 1100 mm gacha bo'lgan nasoslarga, kamerali va tirsakli konstruksiyalar orqali suv olib kelinadi. diametri katta ish g'ildirakli nasoslarga, suv uzatish uchun esa, faqatgina tirsakli konstruksiyalar qo'llaniladi.

Ushbu turdagi nasoslar, respublikamizning Amu-Buxoro, Karshi magistral kanallaridagi nasos stansiyalarida hamda Jizzax, Surxondaryo va boshka viloyatlardagi katta nasos stansiyalarida qo'llanilmokda.

1.2.10. Cho'ktiriladigan monoblokli o'qiy nasoslar.

OIB va **OMIB** turdagi nasoslar, elektrodvigatel bilan bir butun agregatni tashkil qiladi. Bu erda: **O** – (osevoy) o'qiy, **M** –monoblokli, **II** - (pogrujnoy) cho'ktiriladigan, **B** – (vodyanoy) suvga mo'ljallangan. Elektrodvigatel, nasosning oldiga, «quruq» germetik korpusga o'rnatiladi. Zichlash uzeli -6, korpusga suv sizib o'tishini bartaraf qiladi. Suv yig'uvchiga -9, suv oqib o'tgani to'g'risida xabar beruvchi asbob o'rnatilgan. Yig'uvchidagi suv, shlang -5 orqali uzatilayotgan 0,003...0,05 MPa bosim ostida chiqarib yuboriladi. Rotor -1 va ish g'ildiragi -7 umumiy valga o'rnatilgan.



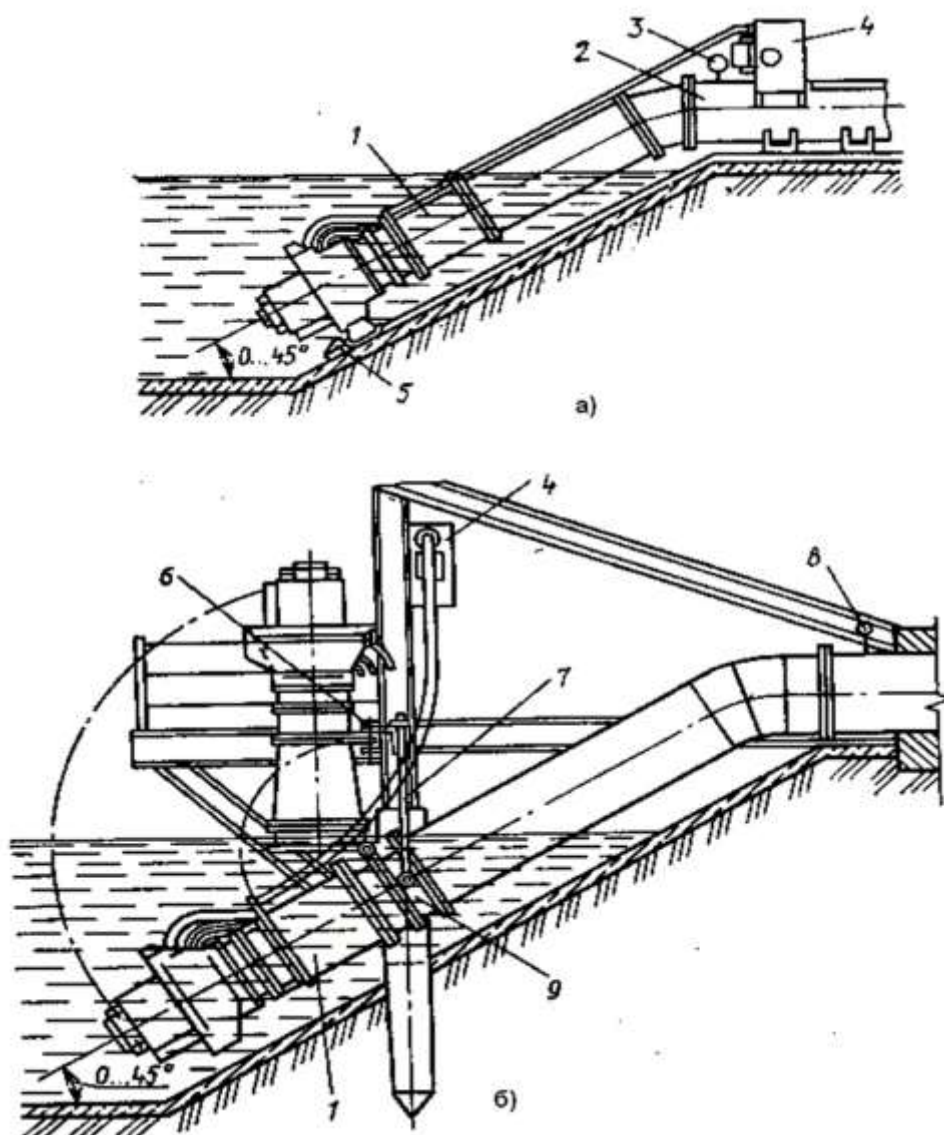
Rasm 1.22. OIB turdagi chuktiriladigan monoblokli o'qiy nasosning konstruksiyasi. 1 –elektrodvigatelning rotor; 2 –stator; 3 –elektr kuch kabeli; 4 –

dvigateldan suvni tashlab yuborish; 5 –dvigatelga siqilgan havo uzatish; 6 -zichlash uzeli; 7 –ish g’ildiragi; 8 –suvni siriqib oqishini bildiruvchi datchik; 9 –suv yig’uvchi.

1.22 –rasmda, **ОПБ** turdagi cho’ktiriladigan monoblokli o’qiy nasosning konstruksiyasi keltirilgan.

Suv sathi keskin o’zgarib turadigan manbalarda, ushbu nasos agregatlari chana va sharnirlarga o’rnatilib ekspluatasiya qilinadi (Rasm 1.23 a, b).

ОМПБ turdagi nasoslar ЦМПБ turdagi nasoslar bilan bir xil konstruksiyaga ega. Ammo, ОМПБ nasoslariga, markazdan qochma ish g’ildiragi o’rniga, o’qiy ish g’ildiraklari o’rnatilgan.

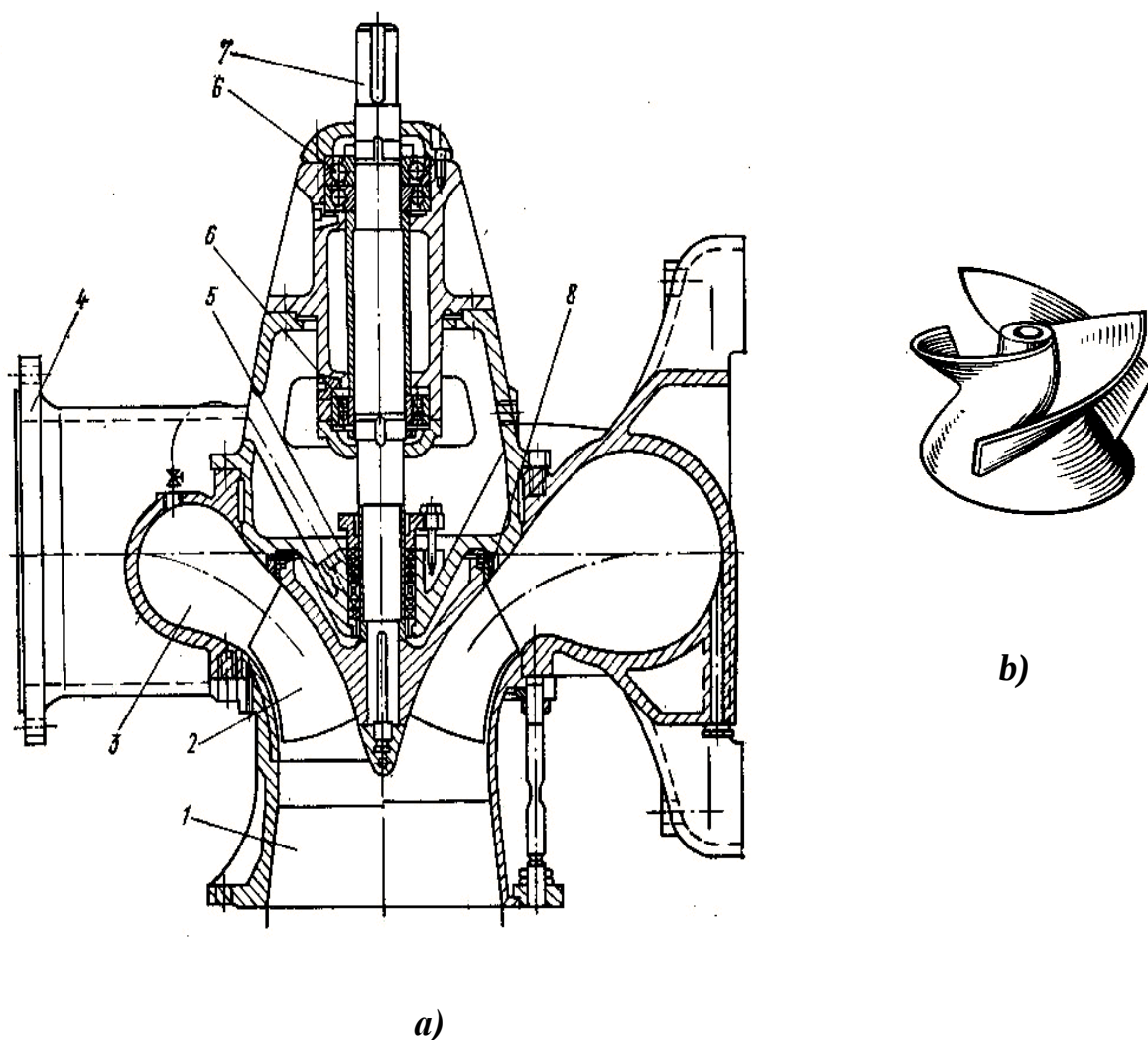


Rasm 1.23. ОПБ turdagi cho’ktiriladigan monoblokli o’qiy nasosni o’rnatish sxemalari.

a–chanalarga; *b* –sharnirlarga: 1 –elektronasos; 2 –bosimli quvur; 3 –manometr; 4 –boshkaruv stansiyasi; 5 –tayanch; 6 –ilgak; 7 –tortqich; 8 –manometr; 9 –sharnir;

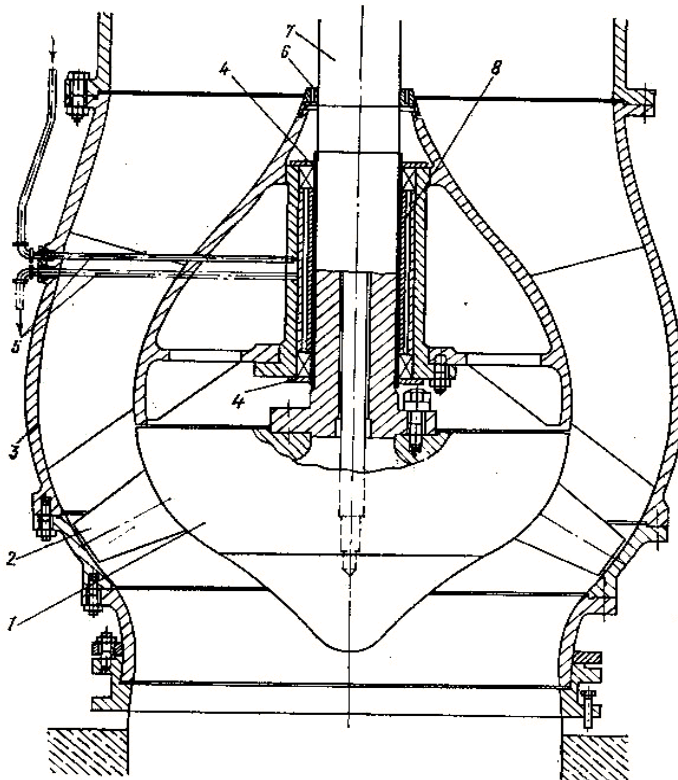
1.2.11. Diagonal nasoslar

Ish g'ildiragiga kirgan suyuqlik, nasos o'qiga nisbatan burchak ostida diagonal bo'ylab harakatlanadigan nasoslarga, diagonal nasoslar deyiladi. Konstruksiyasi bo'yicha ular, o'qiy nasoslarga o'xshash. diagonal nasoslarning ish g'ildiraklari, ochiq konussimon propeller yoki yopiq diagonal g'ildirak ko'rinishida bajariladi. Sarfi – Q , bosimi – H xamda FIK - η ga nisbatan, diagonal nasoslar, markazdan qochma va o'qiy nasoslarning o'rtasida turadi.



Rasm 1.24. Spiralsimon olib ketgichli diagonal nasosning konstruksiyasi (a) va ochiq ko'rinishdagi oldingi disksiz ish g'ildiragi (b).

*1, 4–soʻrish va bosim patrublikalari; 2 –ish gʻildiragi; 3-spiralsimon olib ketgich;
5, 6 –gidravlik zichlagich bilan salʼnikli va podshipnik uzellari; 7 –val; 8 –himoya –
zichlash xalkasi;*



Rasm 1.25 Tugrilovchi apparatli diagonal nasosning konstruksiyasi.

1, 2 –ish gʻildiragining vtulkasi va parraklari; 3 –toʻgʻrilovchi apparat; 4 –zichlagich; 5 –moylovchi suyuqlikni uzatish va olib ketish quvurchasi; 6 – zichlash uzeli; 7 –val; 8 – sirpanish podshipnigi;

1.24 a – rasmda spiralsimon olib ketgichli diagonal nasosning konstruksiyasi keltirilgan. Suyuqlik, manbadan oʻq yoʻnalishi boʻyicha, soʻrish quvuri patrubkasi - 1 orqali ish gʻildiragiga - 2 tomon harakatlanadi. Ish gʻildiragida suyuqlik, valning - 1 aylanish oʻqiga nisbatan maʼlum burchakka (90^0 dan kichik) buraladi va aylanish oʻqiga nisbatan maʼlum burchakka (90^0 dan kichik) buraladi va spiralsimon olib ketichga - 3, soʻngra esa konussimon diffuzor orqali bosimli patrubkaga uzatiladi.

Diagonal nasoslarning koʻp qismlari konstruksiyasi, xuddi markazdan qochma va oʻqiy nasoslarnikiga oʻxshash. Koʻpincha ularning ish gʻildiragida, oldingi disk boʻlmaydi (Rasm 1.24 b). Olib ketish qurilmasi, nasos stansiyasi

binosiga, nasoslarni joylashtirish uchun qulay sharoit yaratib beradigan spiralsimon olib ketishli qilib va oqimni to'g'rilovchi apparat bilan birga tayyorlanadi. Ishchi parraklari, buriladigan bo'lishi mumkin.

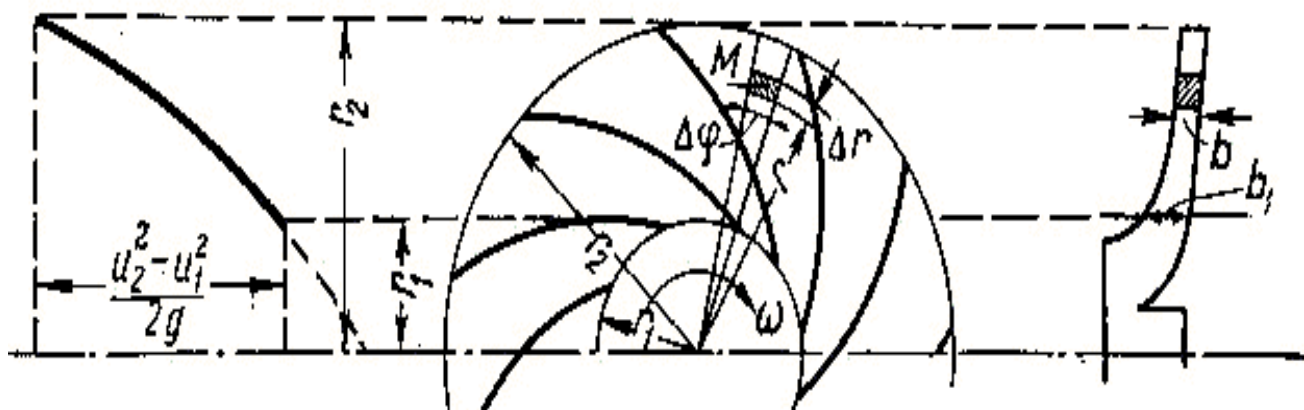
Diagonal nasoslar, past bosimli ($H < 20 \text{ m}$) va urta bosimli ($H = 20 \dots 60 \text{ m}$), bir boskichli (rasm 1.24, 1.25) va kup boskichli xamda gorizontal va vertikal kilib tayyorlanadi. Kup boskichli diagonal naasoslar rasmda kursatilgan.

1.3. PARRAKLI NASOSLAR NAZARIYASI

1.3.1. Markazdan kochma nasosni ishlashi

1.3.1.1. Bosimli quvurdagi zadvijskaning yopiq holatida markazdan qochma nasosning ishlashi

Zadvijka yopiq bo'lganda, ish g'ildiragi ariqchalarini to'ldirib turgan suv unga qo'shilib aylanadi. Shuning uchun aylanayotgan suv ish g'ildiragiga nisbatan harakatsizdir.



Rasm 1.26. Markazdan qochma nasos ish g'ildiragining sxemasi va markazdan qochma kuchning harakati

Bu hodisani ko'rib chikishda, ish g'ildiragi aylanganda o'zini o'rab turgan suv bilan ishqalanish hosil qilmaydi deb faraz qilamiz.

Ish g'ildiragiga qo'shilib aylanayotgan tomchi (**M**), (**r**) radiusli aylana chizadi va markazdan qochma kuch ta'sirida qo'shni qatlamlar orasida bosim oshib boradi.

(**Δr**) qalinlikdagi (**M**) tomchi, (**v**) qalinlikdagi g'ildirak gardishi va markaziy (**Δφ**) burchak tekisliklari bilan chegaralangan. Shunday qilib, (**M**) tomchining bosimi (**ΔC**), markazdan qochma kuchga tengdir.

$$\Delta C = m \frac{V_{ayl}^2}{r} = \left| V_{ayl} = r\omega_{bur} \right| = m \frac{r^2 \omega_{bur}^2}{r} = mr\omega_{bur}^2 =$$

$$= \left| m = \frac{G}{g} = \frac{W \cdot \gamma}{g} = \frac{r\Delta r \cdot \epsilon \cdot \Delta \phi \gamma}{g} \right| = \frac{r\Delta r \epsilon \Delta \phi \gamma}{g} r\omega_{bur}^2 \quad (1.30)$$

Bu erda: V_{ayl} – aylanma tezlik; ω – burchak tezlik; **r** – (**M**) tomchining radiusi; **m** – tomchining massasi; **G** – og'irlik; **W** – hajm; γ - solishtirma og'irlik.

Bu kuch bosim beradigan maydon

$$\Delta f = b(r = \Delta r) \Delta \phi = br\Delta \phi = b\Delta r\Delta \phi \quad (1.31)$$

bΔrΔφ – kichikligi sababli hisobga olmaymiz.

Shunday qilib solishtirma bosim,

$$\Delta P = \frac{\Delta C}{\Delta f} = \frac{\frac{r\Delta r b \Delta \phi \gamma}{g} r\omega_{\phi yp}^2}{br\Delta \phi} = \frac{r\Delta r b \cancel{\Delta \phi} \gamma}{g b r \cancel{\Delta \phi}} r\omega_{\phi yp}^2 = \frac{\gamma r \Delta r \omega_{\phi yp}^2}{g}; \quad (1.32)$$

to'la markazdan qochma kuch.

$$\begin{aligned}
P_{m.q.k.} &= \int_{r_1}^{r_2} \Delta P = \int_{r_1}^{r_2} \frac{\gamma \Delta r \omega_{bur}^2}{g} = \frac{\gamma \omega_{bur}^2}{g} \int_{r_1}^{r_2} r \Delta r = \frac{\gamma W_{bur}^2}{g} \left(\frac{r_2^2 - r_1^2}{2} \right) = \\
&= |rW = V_{ayl}| = \frac{\gamma(V_{2ayl}^2 - V_{1ayl}^2)}{2g}; \quad (1.33)
\end{aligned}$$

bundan bosim.

$$h_{m.k.} = \frac{P_{m.q.k.}}{\gamma} = \frac{(V_2^2 - V_1^2)}{2g}; \quad (1.34)$$

Shunday qilib:

1. Zadvijkaning yopiq holatida, nasos ichidagi bosim, ish g'ildiragi aylanish burchak tezligining kvadratiga proporsionaldir.
2. Markazdan qochma nasosning ish g'ildiragi zadvijkaning yopiq holatida ham ishlayveradi, ammo nasos korpusi va undagi suyuqlikning qizib ketishi natijasida termik deformasiya yuz berishi mumkin.

Shuning uchun zadvijka berk turganda nasosni uzoq ishlatish mumkin emas.

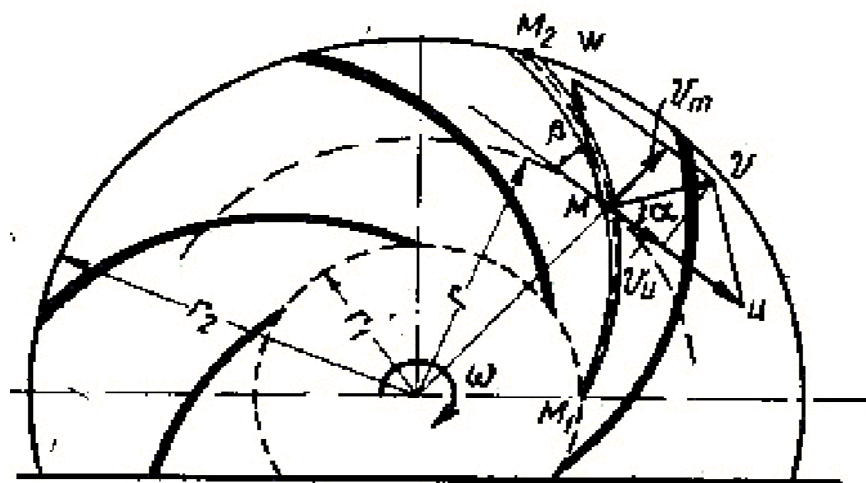
1.3.1.2. Bosimli quvurdagi zadvijkaning ochiq holatida markazdan qochma nasosning ishlashi

Bosimli quvurga o'rnatilgan zadvijka ochiq turganda, ish g'ildiragi ichidagi suyuqlik tomchilari o'rin almashib turadi. Bosimli quvurga chiqarilgan tomchilar o'rnini so'rish quvurlaridan kelayotgan yangi tomchilar egallaydi. Ish g'ildiragi ichida hosil bo'lgan markazdan qochma kuch, faqat bosim hosil qilmasdan, balki ish g'ildiragidan chiqib ketayotgan suyuqlikka kinetik energiya ham beradi.

Endi oddiy oqim (M_1 , M_2)ning markazdan (r) masofada yotgan bir tomchisi (M)ni qaraymiz (Rasm – 1.27).

(M) tomchi, markazdan ish g'ildiraklari parraklari bo'ylab olib ketish kanaliga tomon harakat kiladi. (M) tomchining ish g'ildiragi parraklariga nisbatan qilgan harakatiga **nisbiy harakat** tezligi deyiladi (**W**).

(M) tomchi, ish g'ildiragiga qo'shilib aylanma harakatda ham ishtirok etadi. Bu harakat **aylanma** yoki **ko'chirilgan harakat** tezligi (**U**) deyiladi.



Rasm 1.27. Suyuqlik tomchilarining markazdan qochma nasos ish g'ildiragidagi xarakati

(M) tomchining absolyut harakat tezligini topish uchun nisbiy va ko'chirilgan harakat tezligi vektorlarni qo'shamiz.

$$\mathbf{V} = \mathbf{W} + \mathbf{U} \quad (1.35)$$

Absolyut harakat tezligini ikkita tashkil qiluvchilarga bo'lib, quyidagilarni topamiz.

$$V_u = V \cos \alpha \quad (1.36)$$

$$V_r = V \sin \alpha \quad (1.37)$$

Bu erda: V_u – *tangensial tezlik*; V_r – *meridional tezlik*.

MVU uchburchagidan,

$$W^2 = U^2 + V^2 - 2UV \cos \alpha = U^2 + V^2 - 2V_u U \quad (1.38)$$

$$U = V_u = W \cos \beta = V_u = V \sin \beta \quad (1.39)$$

$$\frac{V}{U} = \frac{\sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)}; \quad (1.40)$$

tildirak ichidagi suyuqlik bir-biriga o'xshash oddiy oqimlardan tashkil topgan degan farzni hisobga olsak, unda nasos ish g'ildiragidan o'tayotgan suv sarfi quyidagicha topiladi.

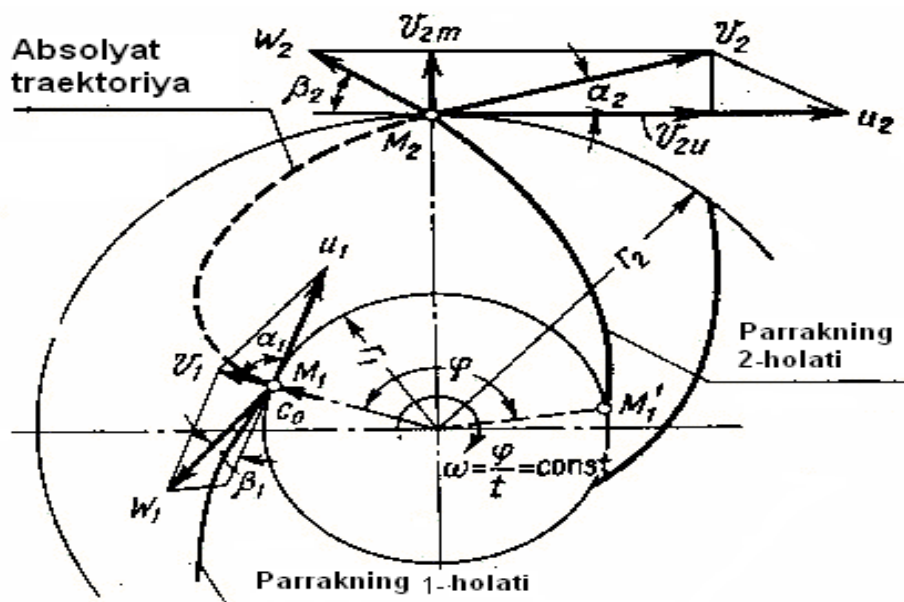
$$Q = 2 \pi r b V_m (1.41)$$

V_m – yuzasi, $2 \pi r b$ ga teng oqim kesimiga normal tezlik.

Demak, zadvijskaning ochiq holatida nasos suvni yuqoriga ko'tarib beradi.

1.3.2. Markazdan qochma nasos ish g'ildiragiga suvning zarbsiz kirish va chiqish shartlari.

Tomchi (M) g'ildirak ariqchasiga kirishda (M_1) vaziyatda bo'lsin (Rasm 1.28). Tomchining shu nuqtadagi tezliklari: nisbiy tezligi – W_1 ; ko'chirilgan tezligi – V_1 dir. Tomchi ariqchalarda harakat qiladi va g'ildirakka qo'shilib yana aylanma harakat ham qiladi. t vaqt o'tgandan so'ng M_1 nuqtadan M_2 nuqtaga keladi. Bu nuqta tezliklari: Nisbiy tezlik – W_2 ; ko'chirilagn tezlik – U_2 va absolyut tezliklar – U_2 dir. Absolyut tezlikni tashkil etuvchilari U_{2m} – meridional (radial) va U_{2u} – tangensial tezliklardir.



Rasm 1.28. Markazdan qochma nasos ish g'ildiragi ichida oqimning absolyut va uni tashkil kiluvchi tezliklari harakatining sxemalari.

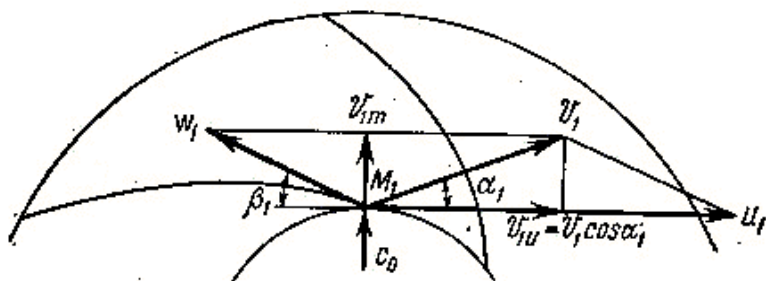
Tashqaridan turib kuzatganimizda (**M**) tomchini absolyut tezligi traektoriyasi **M₁ M₂** ni ko'rishimiz mumkin.

Bu sxemada absolyut tezliklar **V₁** va **V₂**, **M₁ M₂** traektoriyaga urinma bo'ladi. Nisbiy tezliklar **W₁** va **W₂** esa ariqchalar profiliga urinma bo'ladi. Ko'chirilgan tezlik **U₁** kichik diskka, **U₂** esa katta diskka urinma bo'ladi.

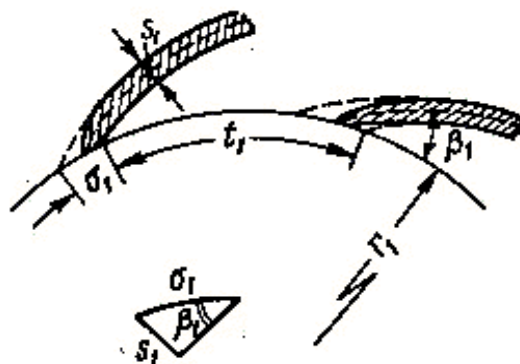
Gildirakka suvni zarbsiz kirishi.

1 – shart. $\alpha_1 = 90^\circ$. Bu holda suv tomchilarini ariqchalar itarmaydi, balki o'ziga ergashtirib aylantira boshlaydi va asta-sekin bosimni oshirib boradi.

2 – shart. **V₀** tezlikdan **V_{1m}** tezlikka o'tish bilan bog'liq bo'lgan bosim isrofi kichik bo'lishi kerak; buning uchun parraklarning kirish qismi ingichkaroq va dumaloqroq bo'lishi kerak (Rasm 1.30).



Rasm 1.29. Ish g'ildiragiga kirishda tezliklarning bulinishi.



Rasm 1.30 - Ish g'ildiragiga kirishda suyuqlik kanali va parraklarning kesimi.

Aslida, $\alpha_1 \neq 90^\circ$ bo'lganda (Rasm 1.29), tomchilarning g'ildirakka kirishida, ularning boshlang'ich meridional (radial) harakatidan chetga chiqishi kuzatiladi; bu holatda $V_{1u} = V_1 \cos \alpha_1$ tezlik yo'qotilgan hisoblanadi. Bu chetga chiqish natijasida kirishda isrof bo'lgan bosim, mos holda, quyidagiga teng bo'ladi:

$$\Delta h_{kir} = \frac{(V_1 \cos \alpha_1)^2}{2g} = \frac{V_{1u}^2}{2g} \quad (1.42)$$

Shunday qilib, $\alpha_1 = 90^\circ$ bo'lganda $\cos \alpha_1 = 0$ teng, mos xolda $\Delta h = 0$ ga tengdir.

Tajriba sinovlari shuni ko'rsatadiki, parraklarni kirish qismini uchliroq qilib tayyorlash, ularning FIKini yaxshilamasdan, balki kamaytirib yuboradi. Parraklarni kirish qismini dumaloqroq qilish, ularning boshlang'ich elementi yunalishidan, nisbiy tezlik yunalishini birozgina chetga chikishidagi ta'sirini kamaytiradi. Bu yo'nalishlar orasidagi burchak, **hujum qilish burchagi** deyiladi va g'ildiraklarni loyihalashda bu burchak muhim ahamiyatga ega. Bundan tashqari, kirish qismini dumaloqroq bo'lishi, parraklarni kam emirilishiga olib keladi.

Gildirakdan suvni zarbsiz chiqishi.

Gildirakdan V_2 tezlik bilan chiqqan suyuqlik yo'naltiruvchi apparatga yoki olib ketish kanaliga tushadi. Suyuqlik chiqishda g'ildirakka yoki olib ketuvchi kanalga kelib uriladi va absolyut tezlikni tashkil qiluvchisi – meridional' tezlik – V_{2m} , bir qismini yo'qotadi. Suyuqlik esa, g'ildirakka urinma bo'lgan absolyut tezlikni tashkil qiluvchi – tangensial tezlik – V_{2u} yo'nalishida harakat qiladi.

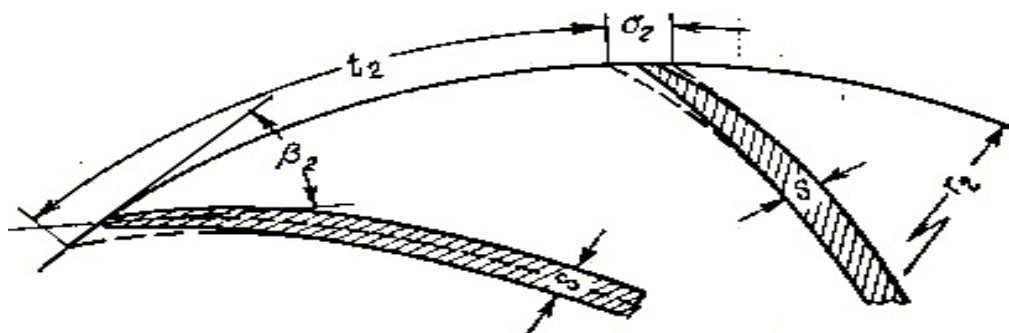
Shunday qilib zarbsiz chiqish shrtlari.

1 – shart. α_2 burchagi (Rasm 1.28) kichik bo'lishi kerak, buning natijasida meridional tezlikning miqdori kichik bo'ladi, ammo $\alpha_2 = 0$ bulmasligi shart, chunki $V_{2m} = 0$ bo'lsa, mos holda $Q = 0$ (formula 1.41), ya'ni nasos suv ko'tarib bermaydi;

2 – shart. Parraklarni chiqishdagi oxirini uchliroq qilish kerak (Rasm 1.31).

Suyuqlikni g'ildirakdan chiqishda yo'qotgan bosimi, meridional tezlikka bog'liq, ya'ni

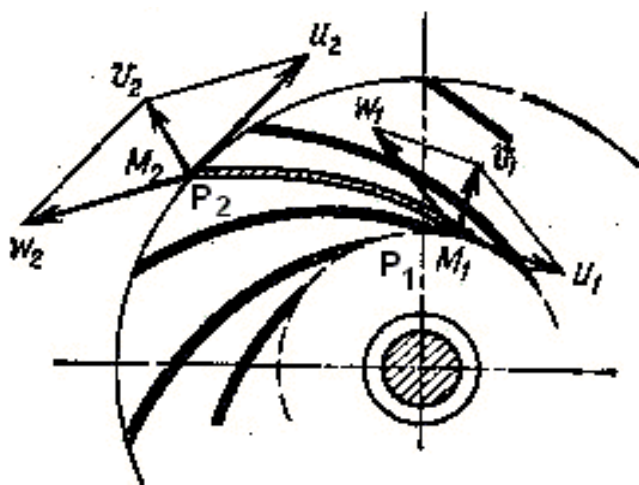
$$\Delta h_{chiq} = \frac{V_{2m}^2}{2g}$$



Rasm 1.31. Markazdan qochma nasos ish g'ildiragidan chiqishda parraklar va kanalning kesimi.

1.3.3. Markazdan qochma nasosning asosiy tenglamasi va nazariy bosimi

Markazdan qochma nasosning asosiy tenglamasini tuzishda ish g'ildiragidagi ariqchalar sonini cheksiz deb faraz qilamiz (Rasm 1.32). Gildirak ichida M_1 , M_2 oddiy oqim olamiz va ulardagi absolyut bosimni P_1 va P_2



Rasm 1.32. Suyuklik oddiy oqimining ish g'ildiragi ichidagi harakati.

bilan belgilaymiz. $\mathbf{M}_2$ nuqtani $\mathbf{M}_1$ ga nisbatan baland joylashganini hisobga olmasdan oddiy oqim nisbiy harakat uchun Bernulli tenglamasini yozamiz:

$$\frac{P_2}{\gamma} + \frac{W_2^2}{2g} = \frac{P_1}{\gamma} + \frac{W_1^2}{2g} + h_{m.\kappa.} - \Delta h_{gil} \quad (1.43).$$

Bu erda:

$h_{m.\kappa.}$ – suyuqlik tomchisining $\mathbf{M}_1, \mathbf{M}_2$ yo'lda g'ildirak aylanishidan hosil bo'lgan markazdan qochma kuch tufayli olgan solishtirma energiyasi, (1.30) formulaga asosan.

$$h_{m.\kappa.} = \frac{U_2^2 - U_1^2}{2g} \quad (1.44)$$

$\Delta h_{gil.}$ – ish g'ildiragi ichida yo'qotilgan bosim.

Gildirakdagi ariqchalar soni cheksiz bo'lganda nazariy bosim, yoki markazdan qochma nasosning asosiy tenglamasi.

$$H_{p\infty} = \frac{P_2 - P_1}{\gamma} = \frac{U_2^2 - U_1^2}{2g} + \frac{W_1^2 - W_2^2}{2g} - \Delta h_{gil} \quad (1.45)$$

Bu tenglamadan amaliy ishlarda foydalanish qiyinroq, shuning uchun uni qaytadan ko'rib chiqamiz. Buning uchun markazdan qochma nasos qurilmasining sxemasini chizib olamiz (Rasm 1.32).

$\mathbf{M}_0\mathbf{M}_1$ oqim chizig'i (liniya toka) uchun **0-0** va **1-1** kesmalari orqali **0-0** tekisligiga nisbatan Bernulli tenglamasini tuzamiz.

$$O + \frac{P_a}{\gamma} + O = h_{sur} + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + \sum \Delta h_{sur.n.}^1 \quad (1.46)$$

Bu erda: $\sum \Delta h_{sur.n.}^1$ – so'rish quvuri va nasos korpusidagi gidravlik qarshiliklar yig'indisi.

$$\sum \Delta h_{sur.n.} = \Delta h_{sur.quv.} + \Delta h_n \quad (1.47)$$

$$\frac{P_a - P_1}{\gamma} = h_{sur} + \frac{V_1^2}{2g} + \Delta h_{sur.quv.} + \Delta h_{n.sur.} \quad (1.48)$$

$$\frac{P_1}{\gamma} = h_c - \frac{P_a}{\gamma} - \frac{V_1^2}{2g} - \Delta h_{sur.quv.} - \Delta h_{n.s.} \quad (1.49)$$

Keyin $M^1_0 M_2$ oqim chizig'i uchun **1-1** va **2-2** kesimlari orqali **1-1** tekisligiga nisbatan Bernulli tenglamasini tuzamiz.

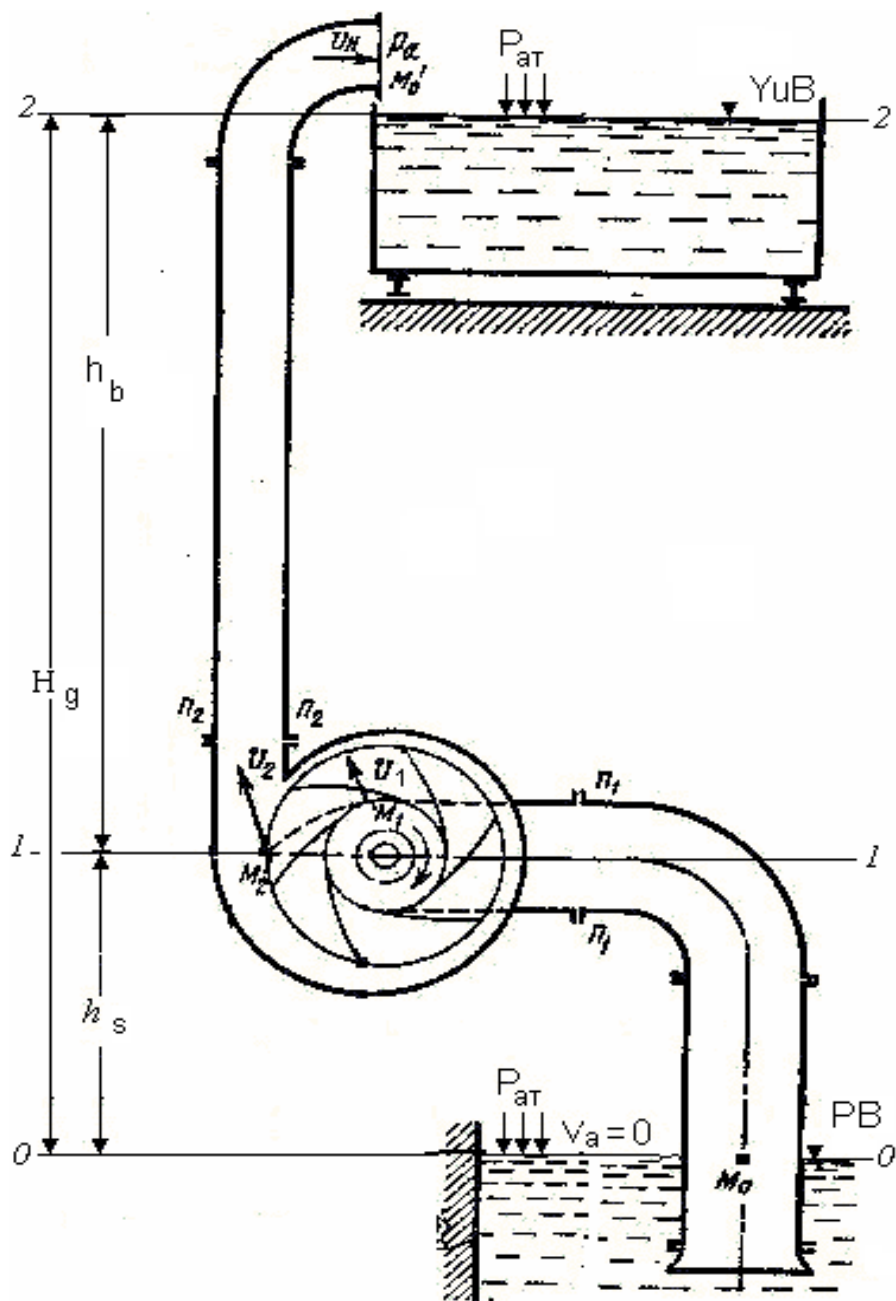
$$O + \frac{P_2}{\gamma} - \frac{V_2^2}{2g} = \frac{P_a}{\gamma} + h_{bos} + \sum \Delta h^1_{bos.n.} + \frac{V_{bos}^2}{2g} \quad (1.50)$$

Bu erda: $\sum \Delta h^1_{bos.n.}$ – bosimli quvur va nasos korpusidagi gidravlik qarshiliklar yig'indisi.

$$\sum \Delta h^1_{bos.n.} = h_{bos.quv.} + \Delta h_{nas.bos.} \quad (1.51)$$

$$\frac{P_2}{\gamma} = h_{bos} + \Delta h_{bos.quv.} + \Delta h_n + \frac{P_a}{\gamma} + \frac{V_{bos}^2 - V_2^2}{2g} \quad (1.52)$$

$\frac{P_2 - P_a}{\gamma}$ ni aniqlash uchun $\frac{P_2}{\gamma}$ va $\frac{P_1}{\gamma}$ larning o'rniga, ularning 1.49 hamda 1.52 tenglamalaridagi qiymatlarini qo'yamiz.



Rasm 1.33. Markazdan qochma nasosning asosiy ishlash tenglamasini olish sxemasi.

Natijada,

$$H_{p_{\infty}} = \frac{P_2 - P_1}{\gamma} = h_{bos} + \Delta h_{bos.quv.} + \Delta h_n + \frac{P_a}{\gamma} + \frac{V_{bos}^2 - V_2^2}{2g} - \left(\frac{P_a}{\gamma} - \frac{V_1^2}{2g} - \Delta h_{sur.quv.} - \Delta h_n \right) =$$

$$= h_{bos} + \Delta h_{bos.quv.} + \Delta h_{b.n.} + \frac{V_{bos}^2 - V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} + \Delta h_{sur.quv.} + \Delta h_{sur.n.} + h_s$$

Qarama-qarshi ishorali bir xil nomdagi miqdorlar qisqartirilgandan so'ng, tenglama quyidagi ko'rinishga keladi:

$$H_{p_{\infty}} = h_{sur} + h_{bos.} + \Delta h_{bos.quv} + \Delta h_{sur.quv.} + \Delta h_{sur.n.} + \Delta h_{bos.n.} + \frac{V_1^2 - V_2^2}{2g} + \frac{V_{bos.}^2}{2g} \quad (1.53)$$

$$h_{sur} + h_{bos.} + \Delta h_{bos.quv} + \Delta h_{sur.quv.} + \Delta h_{bos.quv.} + \frac{V_{n.}^2}{2g} = H - \text{nasosning bosimi}$$

bo'lganligi sababli,

$$H_{p_{\infty}} = \frac{P_2 - P_1}{\gamma} = H + \Delta h_{sur.n.} + \Delta h_{bos.n.} + \frac{V_1^2 - V_2^2}{2g} \quad (1.54)$$

Nazariy bosimni (1.45) formula bo'yicha qiymatini o'rniga qo'ysak.

$$\frac{U_2^2 - U_1^2}{2g} + \frac{W_1^2 - W_2^2}{2g} - \Delta h_{gil} = H + \Delta h_{sur.n.} + \Delta h_{bos.n.} + \frac{V_1^2 - V_2^2}{2g} \quad (1.55)$$

$$\frac{U_2^2 - U_1^2}{2g} + \frac{W_1^2 - W_2^2}{2g} + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} = H + \Delta h_{sur.n.} + \Delta h_{bos.n.} + \Delta h_{gil} \quad (1.56)$$

$\Delta h_{sur.n.} + \Delta h_{bos.n.} + \Delta h_{gil} = \Delta h_n$ - nasos ichida yo'qotilgan bosim.

$H + \Delta h_n = H_{t_{\infty}}$ - cheksiz ariqchalar sonida nazariy bosim.

Demak:

$$H_{t_{\infty}} = W_1^2 = U_1^2 + V_1^2 - V_1 U_1 \cos_1 = \frac{U_2^2 - U_1^2}{2g} + \frac{W_1^2 - W_2^2}{2g} + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} \quad (1.57)$$

Ushbu 3.28 tenglamaga, markazdan qochma nasosning asosiy nazariy tenglamasi deyiladi. Bu tenglama, geodezik ko'tarib berish balandligi, so'rish va ko'tarish quvurlaridagi hamda nasosning o'zidagi qarshiliklarni engish uchun, nasos kinetik energiyasi qanday o'zgarishi kerakligini ko'rsatadi.

Nisbiy harakat tezligi qiymatini (1.38) formulaga asosan **(1.58)**ga qo'ysak,

$$W_1^2 = U_1^2 + V_1^2 - 2V_1U_1 \cos \alpha_1$$

$$W_2^2 = U_2^2 + V_2^2 - 2V_2U_2 \cos \alpha_2$$

$$\begin{aligned} H_{t\infty} &= \frac{U_2^2 - U_1^2 + U_1^2 + U_1^2 - 2UV \cos \alpha_1 - (U_2^2 + V_2^2 - 2U_2V_2 \cos \alpha_2) + V_2^2 - V_1^2}{2g} = \\ &= \frac{U_2^2 - U_1^2 + U_1^2 + U_1^2 - 2U_1V_1 \cos \alpha_1 - U_2^2 + V_2^2 - 2U_2V_2 \cos \alpha_2 + V_2^2 - V_1^2}{2g} \end{aligned}$$

Qarama-qarshi ishorali bir xil nomdagi miqdorlar qisqartirilgandan so'ng, tenglama quyidagi ko'rinishga keladi:

$$H_{t\infty} = \frac{2U_2 \cdot V_2 \cos \alpha_2 - 2U_1 \cdot V_1 \cos \alpha_1}{2g} = \frac{2(U_2 \cdot V_2 \cos \alpha_2 - U_1 \cdot V_1 \cos \alpha_1)}{2g} \quad (1.59)$$

Qiskartirishlardan so'ng,

$$H_{t\infty} = \frac{U_2 \cdot V_2 \cos \alpha_2 - U_1 \cdot V_1 \cos \alpha_1}{g} \quad (1.60)$$

ko'rinishdagi markazdan qochma nasos uchun L.Eyler formulasini olamiz.

Ish g'ildiragiga suv radial holatda kirganida, $\alpha_1=90^\circ$ va $\cos \alpha_1=0$ teng bo'lganligi sababli.

$$H_{t\infty} = \frac{U_2 \cdot V_2 \cos \alpha_2}{g} = |V_2 \cos \alpha_2| = V_{2u} = \frac{U_2 - V_{2u}}{g} \quad (1.61)$$

Bu tenglama, markazdan qochma nasos hosil qilgan bosim, uning suv sarfiga bog'lik emas, balki aylanma – ko'chirilgan harakat tezligi u_2 va ariqchalar (parraklar) burchagi α_2 ga bog'liq ekanligini ko'rsatadi.

1.3.4. Markazdan qochma nasoslar ish g'ildiragi parraklarini o'rnatish burchagining bosimiga ta'siri

Chiqish burchagi β_2 ning miqdoriga qarab, markazdan qochma nasoslarning ish g'ildiragi parraklari 3 xilga bo'linadi. Parraklarning qiyalik burchagi (β_2), parraklar shakliga ta'sir qilib, nasos hosil qiladigan bosimning o'zgarishiga sezilarli darajada ta'sir ko'rsatadi.

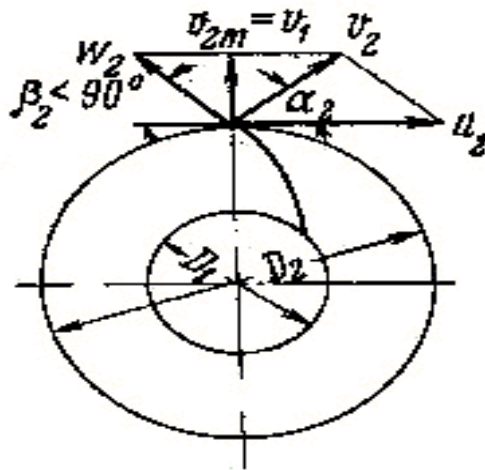
1. Parraklari orqaga qayirilgan ($\beta_2 < 90^\circ$)

Bu erda $U_2 > U_{2u}$.

Odatda, $V_{2u} \cong 0,7 U_2$ bo'lganligi uchun,

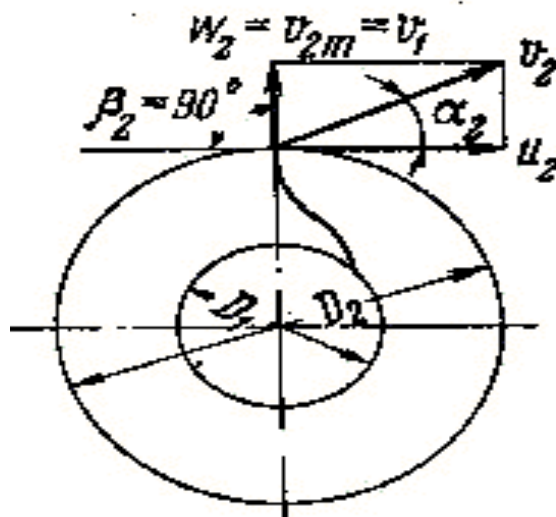
$$H_{t\infty} = \frac{U_2 V_{2u}}{g} = 0,7 \frac{U_2^2}{g} \quad (1.62)$$

nazariy bosim kamayadi.



Rasm 1.34. a) Ish g'ildiragining orqaga qayrilgan parraklari shakli.

Parraklari radial chiqish bilan ($\beta_2 = 90^\circ$.)



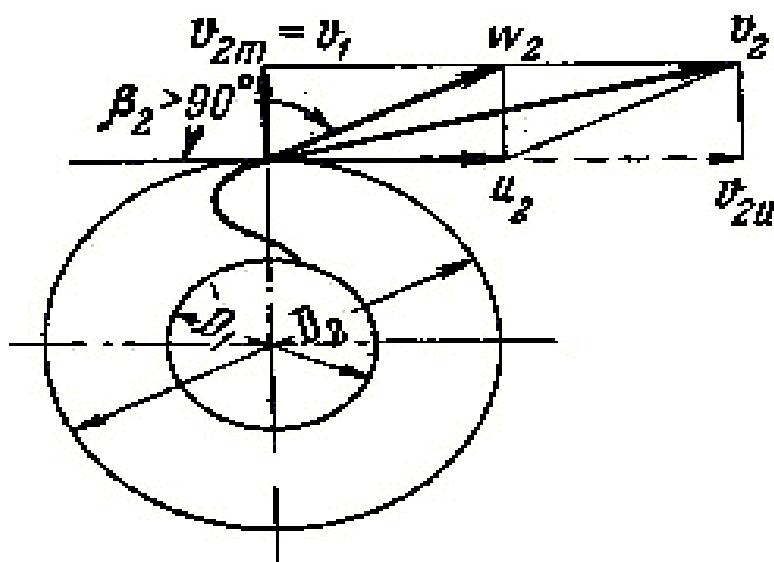
Rasm 1.34. b) Ish g'ildiragining radial chikishli parraklari shakli.

Bu erda, $W_2 = V_{2m}$; $U_2 = V_{2u}$. bo'lganligi sababli, nazariy bosim,

$$H_{t\infty} = \frac{U_2 V_{2u}}{g} = \frac{U_2^2}{g} \text{ ga teng (1.63)}$$

3. Parraklari oldinga qayrilgan ($\beta_2 > 90^\circ$).

Bu erda $U_2 < V_{2u}$.



Rasm 1.34. c) Ish g'ildiragining oldinga qayrilgan parraklari shakli.

Odatda, $V_{2u} \cong 1,4 U_2$ bo'lganligi uchun,

$$H_{t\infty} = \frac{U_2 V_{2u}}{g} = 1,4 \frac{U_2^2}{g} \quad (1.64)$$

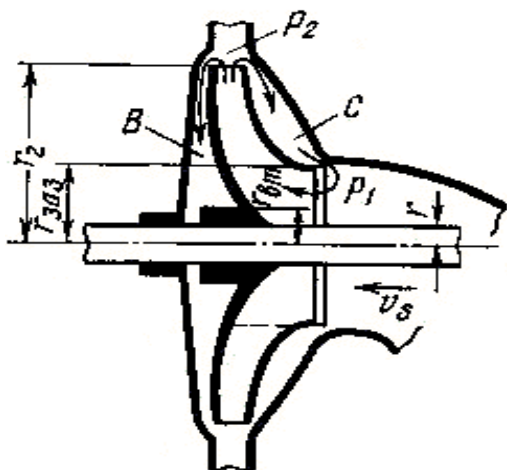
nazariy bosim ko'payadi.

β_2 burchagining qiymati oshishi bilan, nasosning nazariy bosimi oshib boradi. Odatda markazdan qochma nasoslar ish g'ildiragi parraklarning burchaklari quyidagilarga teng bo'ladi:

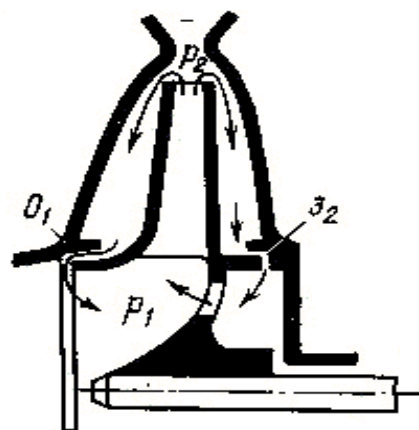
$$\alpha_1 = 90^\circ; \beta_1 = 25 - 30^\circ; \alpha_2 = 8-15^\circ; \beta_2 = 25-50^\circ.$$

1.3.5. Markazdan qochma nasoslarning ish g'ildiragiga tushadigan o'qiy yuklanishlar va o'qiy zo'riqlashlarni kamaytiruvchi qurilmalar

Ish g'ildiragiga tushadigan o'qiy zo'riqlashlarni aniqlash uchun, 1.35–rasmda tasvirlangan markazdan qochma nasos ish g'ildiragi sxemasini ko'rib chiqamiz.



a)



b)

Rasm 1.35. Ish g'ildiragiga tushadigan o'qiy yuklanishlar.

a—zo'riqishlarni kamaytiruvchi tirqishsiz; b—zo'riqishlarni kamaytiruvchi tirqishli

Nasos ishlab turganda, so'rish quvuri tomonidan, atmosfera bosimidan (P_{at}) kichik bo'lgan P_1 bosim ta'sir qilib turadi. (Rasm 1.35 a). Ish g'ildiragi va uning atrofida bo'simni P_2 deb belgilaymiz. P_2 bosim P_1 dan katta ($P_2 > P_1$).

Bosimlar farqi bo'lganligi uchun ($\Delta P = P_2 - P_1$), g'ildirakdan chiqqan suv, uning ochiq qolgan tirqishlardan C bo'shliq orqali so'rish quvuri tomon oqa boshlaydi. /ildirak aylanishi natijasida hosil bo'lgan markazdan qochma kuch ta'sirida, C bo'shliqdan oqayotgan suyuqlik kamaya boshlaydi. C bo'shliqda, P_1 va P_2 oralig'idagi bosim — P ($P_1 < P < P_2$) hosil bo'ladi. Gildirakning B bo'shlig'i atrofida bo'sim P_2 teng bo'ladi. Markazdan qochma kuch ta'sirida, nasos valiga yaqinlashgan sari, bosim kamayib boradi.

Agar B va C bo'shliqlaridagi bosimlarni teng deb faraz qilsak, unda g'ildirakning ikki tomonidagi bosimlar farqi, ya'ni o'qiy bosim quyidagicha topiladi.

$$P_{o'q} = P_2(\pi r_2^2 - \pi r_{vt}^2) - P_2(\pi r_2^2 - \pi r_{zaz}^2) - P_1(\pi r_{zaz}^2 - \pi r_{vt}^2);$$

$$P_{o'q} = P_2\pi r_2^2 - P_2\pi r_{vt}^2 - P_2\pi r_2^2 - P_2\pi r_{zaz}^2 - P_1\pi r_{zaz}^2 - P_1\pi r_{vt}^2;$$

Qarama-qarshi ishorali bir xil nomdagi miqdorlar qisqartirilgandan so'ng, tenglama quyidagi ko'rinishga keladi:

$$P_{o'q} = (\pi r_{zaz}^2 - \pi r_{vt}^2)(P_2 - P_1) \quad (1.65)$$

Parraklari orqaga qayrilgan, odatdagi radial ish g'ildiraklariga tushadigan o'qiy zo'riqlashlarni, quyidagi taqribiy formula bilan hisoblash mumkin.

$$P_{o'q} = \gamma H \pi (r_{zaz}^2 - r_{vt}^2)$$

Bu erda: H – nasosning to'la bosimi; $\gamma = 1000 \text{ kg/m}^3$ – suvning solishtirma og'irligi.

Nasosdagi o'qiy zo'riqlashlarni muvozanatlash uchun gidravlik va mexanik usullardan foydalaniladi.

1.3.6. O'qiy nasoslarning qisqacha nazariyasi

Suyuqlik harakati nasos o'qiga parallel bo'lgani uchun aylanma harakat tezligi (U) parrakka kirishida va parrakdan chiqishida bir – biriga teng bo'ladi, ya'ni $U = U_1 = U_2$. Ma'lumki absolyut harakat tezligi (V) meridional (V_m) va tangensial (V_u) harakat tezliklaridan tashkil topgan. O'qiy nasoslarda meridional harakat tezligi (V_{1m}) kirishdagi (V_o) va g'ildirakka zarbsiz kirishdagi absolyut harakat tezliklariga tengdir, ya'ni $V_{1m} = V_o = V_1$.

O'qiy nasos ichidagi suyuqlikni okishi, 3.10 rasmdagi, r va $r = dr$ radiusli silindrik sirtlar bilan chegaralangan gildirak parraklari elementlarining tekislikka yoyilgan sxemasida tasvirlangan. Shu sxemada silindrik sirtidagi suv tomchisining traektoriyasi xam kursatilgan.

Cheksiz parraklar sonida markazdan qochma nasoslar uchun L.Eyler tenglamasini yozamiz.

$$H_t^\infty = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} + \frac{W_1^2 - W_2^2}{2g} + \frac{U_2^2 - U_1^2}{2g} = 0 \quad (1.66)$$

$$U_1 = U_2 \text{ bo'lgani uchun: } \frac{U_2^2 - U_1^2}{2g} = 0$$

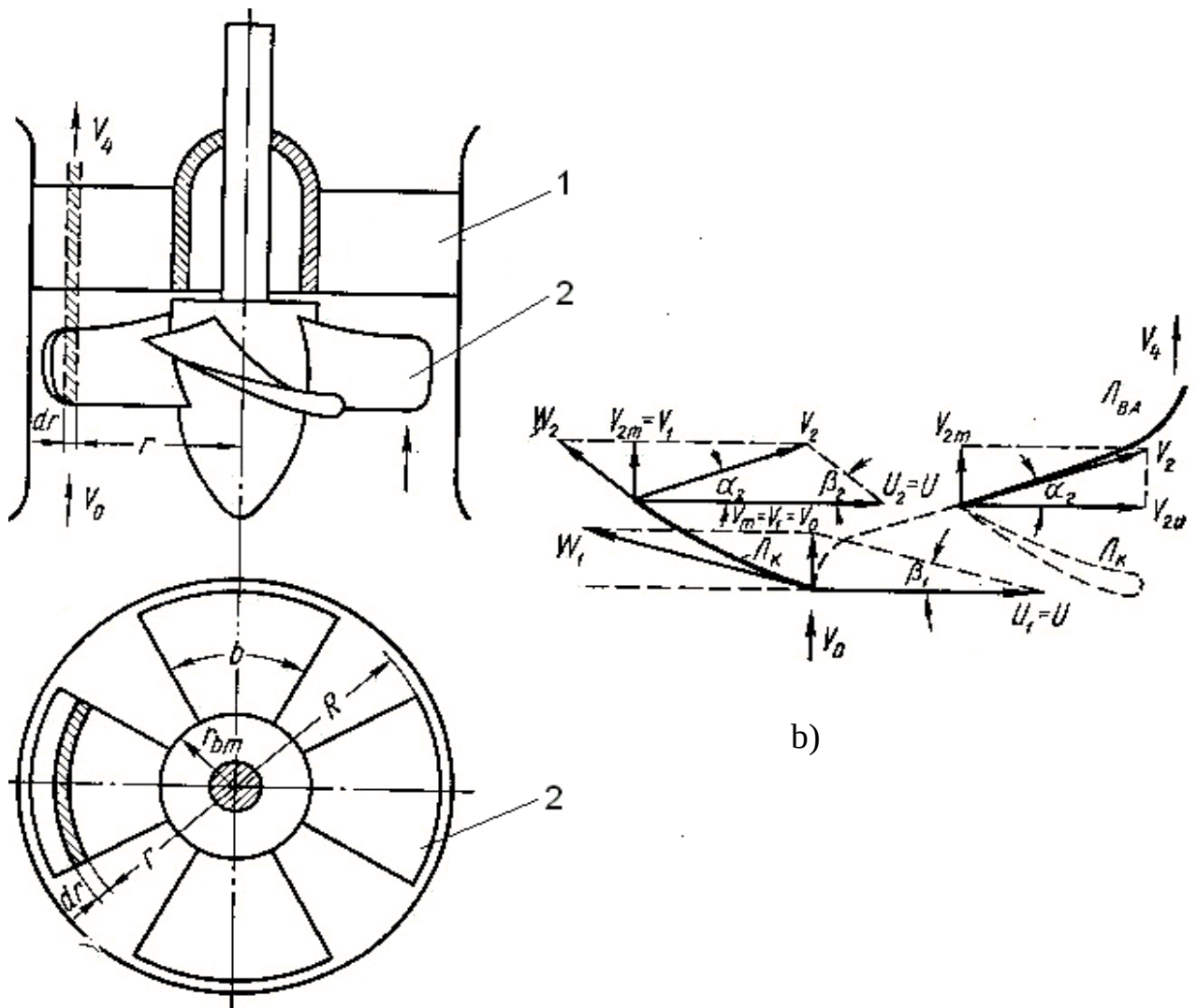
$$\text{Bilamizki, } W_1^2 = U_1^2 + V_1^2 - 2U_1V_1 \cos \alpha_1 \quad W_2^2 = U_2^2 + V_2^2 - 2U_2V_2 \cos \alpha_2$$

Shuning uchun, **1.66-** tenglama **1.60-**tenglama xolatga keladi.

$$H_t = \frac{V_2^2 - V_1^2 + U_1^2 + V_1^2 - 2U_1V_1 \cos \alpha_1 - U_2^2 - V_2^2 + 2U_2V_2 \cos \alpha_2}{2g} = \frac{U_2V_2 \cos \alpha_2 - U_1V_1 \cos \alpha_1}{g} = 0$$

Qarama-qarshi ishorali bir xil nomdagi miqdorlar qisqartirilgandan so'ng xamda $V_1 = V_{1m}$, $\alpha_1 = 90^\circ$ bulganda $\cos \alpha_1 = 0$ ekanligini xisobga olsak, tenglama quyidagi ko'rinishga keladi:

$$H_t = \frac{U_2V_2 \cos \alpha_2}{g} \quad (1.67)$$



a)

Rasm 1.36. O'qiy nasos (a) va undagi okimning kinematikasi (b).

1 – tugrilovchi apparatning parraklari; 2 – ish gildiragi parraklari

Shunday qilib, o'qiy nasoslarning nazariy bosimi

$$H_t = \frac{U_2 V_2 \cos \alpha_2}{g} = |V_2 \cos \alpha_2 = V_{2u}| = \frac{U_2 V_{2u}}{g} \text{ teng.} \quad (1.68)$$

Bu tenglama, o'qiy nasoslarning bosimi, uning suv sarfiga emas, balki aylanishlar soniga va parraklarining burilish burchagiga bog'likligini ko'rsatadi.

O'qiy nasoslarning suv sarfi juda katta. Ishlab chiqarilayotgan nasoslarning suv sarfi $0,5 - 45 \text{ m}^3/\text{s}$ tengdir. Hozir suv sarfi $100 \text{ m}^3/\text{s}$ ga teng nasoslar yaratish ustida ish olib borilmoqda.

O'qiy nasoslarning nazariy suv sarfi quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$Q_t = (\pi R_{gil}^2 - \pi r_{vt}^2) V_1 \quad (1.69)$$

Bu erda, 1.36-rasmga R_{gil} - ish g'ildiragi radiusi; r_{vt} - vtulka radiusi; asosan: V_1 – suvning ish g'ildiragidagi absolyut tezligi.

1.3.7. Nasosning nusxalashtirish va o'xshashlik qonunlari

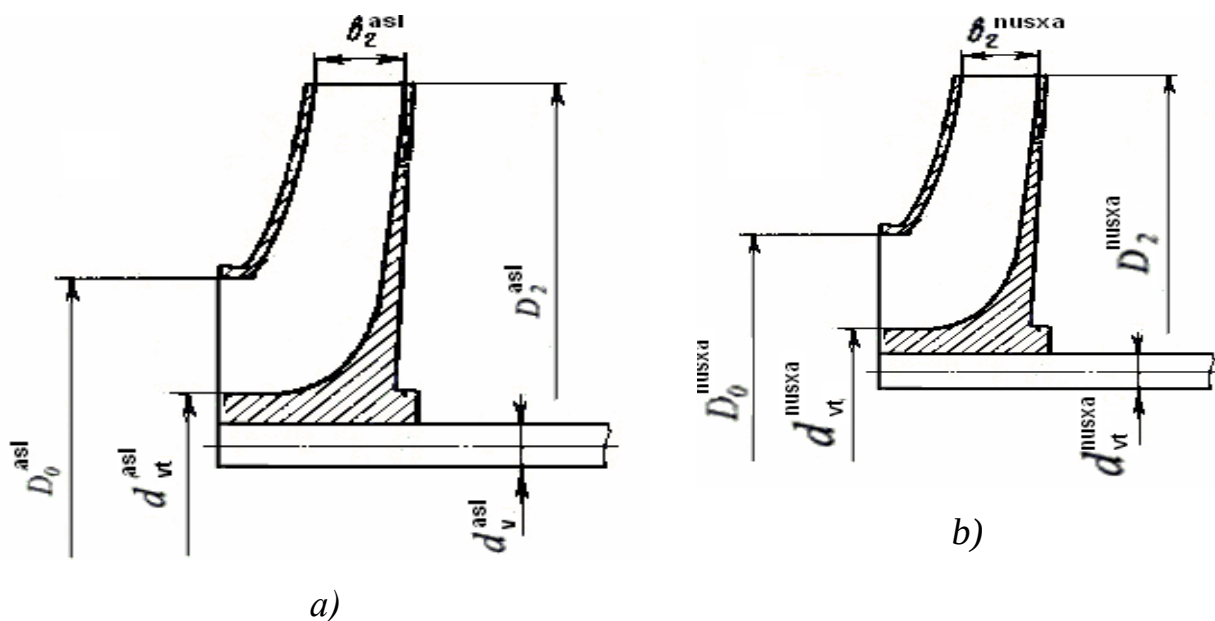
Nasoslarni nusxalashtirish, parrakli nasos nusxasining suv oqadigan qismidagi fizik jarayonni o'xshashligi asosida, nusxaga o'xshaydigan asl nasosdagi oqimga baho berish imkonini beradi. Nasoslar va ular ichidagi gidrodinamik hodisalarni nusxalashtirishda geometrik, kinematik va dinamik o'xshashliklar asos qilib olinadi.

1.Geometrik o'xshashlik – Asl va nusxa nasosdagi o'xshah qismlar o'lchamlarining bir-biriga nisbati o'zgarmas bo'ladi (Rasm 1.37). Demak,

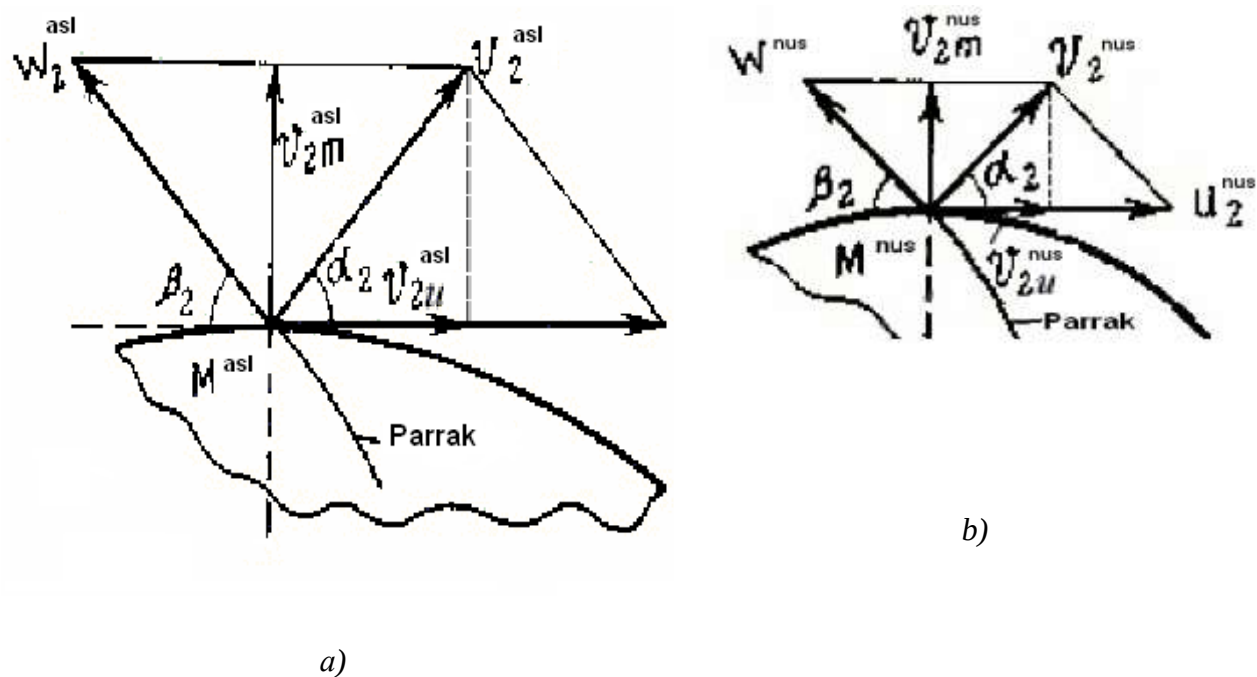
$$\text{Demak, } \frac{D_2^{asl}}{D_2^{nus}} = \frac{D_0^{asl}}{D_0^{nus}} = \frac{b_2^{asl}}{b_2^{nus}} = \frac{d_{vt}^{asl}}{d_{vt}^{nus}} = \frac{d_v^{asl}}{d_v^{nus}} = \text{const} \quad (1.70)$$

2.Kinematik o'xshashlik – Asl va nusxa nasoslarning kirish va chiqish uchburchaklaridagi bir xil tezliklarning bir – biriga nisbati o'zgarmas bo'ladi, burchaklari α va β esa bir – biriga teng bo'ladi (Rasm 1.38).

$$\text{Demak, } \frac{W_2^{asl}}{W_2^{nus}} = \frac{U_2^{asl}}{U_2^{nus}} = \frac{V_2^{asl}}{V_2^{nus}} = \frac{V_{2u}^{asl}}{V_{2u}^{nus}} = \frac{V_{2m}^{asl}}{V_{2m}^{nus}} = \text{const} \text{ va } \begin{matrix} \alpha_2^{asl} = \alpha_2^{nus} \\ \beta_2^{asl} = \beta_2^{nus} \end{matrix} \quad (1.71)$$



Rasm 1.37. Geometrik o'xshash asl (a) va nusxa (b) nasoslarning ish g'ildiraklari.



Rasm 1.38. Kinematik o'xshash asl (a) va nusxa (b) ish g'ildiraklaridan chiqishdagi tezlik uchburchaklari.

3.Dinamik o'xshashlik – Asl va nusxa nasoslardagi oqimlarda, inersiya kuchining ishqalanish kuchiga, yoki og'irlik kuchiga nisbati, o'zgarmas bo'ladi, ya'ni o'xshashlik mezonlari bir – biriga teng bo'ladi.

Dinamik o'xshashlikni, o'xshashlik mezonlari belgilaydi. o'xshashlik mezonlari qilib, Reynol'ds soni, Frud soni va Struxal soni olinadi.

$$Re^{asl} = Re^{nus};$$

Shunday qilib, $Fr^{asl} = Fr^{nus}$; (1.72) o'xshashlik mezonlaridir.

$$Sh^{asl} = Sh^{nus}.$$

Ammo, hamma vaqt dinamik o'xshashlikni bu uchala o'xshashlik mezonlari ifodalashi shart emas. Tajribada shunday hollar ham uchrashi mumkinki bunda, bir yoki ikki o'xshashlik mezonlari dinamik o'xshashlikni ifodalay olishi mumkin.

Parrakli nasoslarda, Frud va Struxal mezonlari birdayligiga, kinematik o'xshashlikda amal qilinadi. Reynol'ds mezoni esa, yopishqoqlikni hisobga oladi. Suvni yuqoriga chiqarayotgan parrakli nasoslarda yopishqoqlikning ta'siri kam bo'ladi. Shuning uchun, Reynol'ds mezonini hisobga olmasak ham bo'ladi.

Shunday qilib, ko'p hollarda parrakli nasoslarni sinashda va uning qismlarini nusxalashtirishda, faqatgina geometrik va kinematik o'xshashlik qonunlariga amal qilsak etarli bo'ladi. Shunga asoslanib, parrakli nasoslarni asosiy mezonlarini topamiz.

Ikkita geometrik o'xshash parrakli nasoslar kinematik o'xshash rejimida ishlayotgan bo'lsin (Rasm 1.38). O'xshashlik shartlariga asosan,

$$\frac{W_2^{asl}}{W_2^{nus}} = \frac{U_2^{asl}}{U_2^{nus}} = \frac{V_2^{asl}}{V_2^{nus}} = \frac{V_{2u}^{asl}}{V_{2u}^{nus}} = \frac{V_{2m}^{asl}}{V_{2m}^{nus}} = \frac{60\pi D_2^{asl} n^{asl}}{60\pi D_2^{nus} n^{nus}} = const \quad (1.73)$$

Kasr qisqartirilgandan so'ng va tezlik uchburchaklari o'xshash bo'lgani uchun,

$$\frac{U_2^{asl}}{D_2^{asl} n^{asl}} = \frac{U_2^{nus}}{D_2^{nus} n^{nus}} = const;$$

$$\frac{W_2^{asl}}{D_2^{asl} n^{asl}} = \frac{W_2^{nus}}{D_2^{nus} n^{nus}} = const;$$

$$\frac{V_2^{asl}}{D_2^{asl} n^{asl}} = \frac{V_2^{nus}}{D_2^{nus} n^{nus}} = const;$$

$$\frac{V_{2m}^{asl}}{D_2^{asl} n^{asl}} = \frac{V_{2m}^{nus}}{D_2^{nus} n^{nus}} = const ;$$

$$\frac{V_{2u}^{asl}}{D_2^{asl} n^{asl}} = \frac{V_{2u}^{nus}}{D_2^{nus} n^{nus}} = const .$$

Bundan kelib chiqadiki, kinematik o'xshash rejimda ishlayotgan ikki geometrik o'xshash nasoslar uchun, har kandy o'xshash tezliklarning, ish g'ildiragi diametri o'lchamining aylanishlar soni ko'paytmasiga nisbati doimiy songa tengdir.

$$\frac{U_2}{D_2 \cdot n} = const; \quad \frac{W_2}{D_2 \cdot n} = const; \quad \frac{V_2}{D_2 \cdot n} = const; \quad \frac{V_{2m}}{D_2 \cdot n} = const;$$

$$\frac{V_{2u}}{D_2 \cdot n} = const.$$

1.3.7.1 O'xshashlik formulalari

O'xshashlik formulalarini uch xil holat uchun ko'rib chiqamiz.

1-xolat. Ikkita geometrik o'xshash, ammo aylanishlar soni bir-biriga teng bo'lmagan nasoslar uchun o'xshashlik formulalari. ($n^{asl} \neq n^{nus}$; $D_2^{asl} \neq D_2^{nus}$).

Suv sarfi uchun:

$$Asl \text{ nasosning suv sarfi} - \quad Q^{asl} = \pi D_2^{asl} b_2^{asl} \Psi V_{2m}^{asl} \cdot \eta_{haj}^{asl} ;$$

$$Nusxa \text{ nasosning suv sarfi} - \quad Q^{nus} = \pi D_2^{nus} b_2^{nus} \Psi V_{2m}^{nus} \cdot \eta_{haj}^{nus} .$$

Bu erda: Ψ – parraklar tufayli yuzaning kamayish koeffitsienti;

$$\eta_{haj}^{asl} = \eta_{haj}^{nus} \quad - \text{ nasosning xajmiy F.I.K.}$$

Suv sarflarining nisbati,

$$\frac{Q^{asl}}{Q^{nus}} = \frac{\pi D_2^{asl} b_2^{asl} \Psi V_{2m}^{asl} \cdot \eta_{haj}^{asl}}{\pi D_2^{nus} b_2^{nus} \Psi V_{2m}^{nus} \cdot \eta_{haj}^{nus}} = \frac{D_2^{asl} b_2^{asl} V_{2m}^{asl}}{D_2^{nus} b_2^{nus} V_{2m}^{nus}} = \frac{D_2^{asl} D_2^{asl} D_2^{asl} \cdot n^{asl}}{D_2^{nus} D_2^{nus} D_2^{nus} \cdot n^{nus}} ;$$

$$\text{Demak, suv sarfi uchun o'xshashlik formulasi} - \frac{Q^{asl}}{Q^{nus}} = \left(\frac{D_2^{asl}}{D_2^{nus}} \right)^3 \frac{n^{asl}}{n^{nus}} ; \quad (1.74)$$

Bosim uchun:

$$\text{Asl nasos bosimi} - H^{asl} = \frac{U_2^{asl} V_2^{asl}}{g};$$

$$\text{Nusxa nasos bosimi} - H^{nus} = \frac{U_2^{nus} V_2^{nus}}{g}.$$

Bosimlar nisbati,

$$\frac{H^{asl}}{H^{nus}} = \frac{U_2^{asl} \cdot V_2^{asl}}{g} : \frac{U_2^{nus} \cdot V_2^{nus}}{g} = \frac{U_2^{asl} \cdot V_2^{asl}}{U_2^{nus} \cdot V_2^{nus}} = \frac{D_2^{asl} \cdot n^{asl} \cdot D_2^{asl} \cdot n^{asl}}{D_2^{nus} \cdot n^{nus} \cdot D_2^{nus} \cdot n^{nus}};$$

$$\text{Demak, bosim uchun o'xshashlik formulasi} - \frac{H^{asl}}{H^{nus}} = \left(\frac{D_2^{asl}}{D_2^{nus}} \right)^2 \left(\frac{n^{asl}}{n^{nus}} \right)^2 \quad (1.75)$$

quvvat uchun:

$$\text{Asl nasos quvvati} - N_{asl} = \frac{\gamma Q^{asl} H^{asl}}{102 \eta^{asl}};$$

$$\text{Nusxa nasos quvvat} - N_{nus} = \frac{\gamma Q^{nus} H^{nus}}{102 \eta^{nus}}.$$

quvvatlar nisbati,

$$\frac{N^{asl}}{N^{nus}} = \frac{\gamma Q^{asl} H^{asl}}{102 \eta^{asl}} : \frac{\gamma Q^{nus} H^{nus}}{102 \eta^{nus}} = \left| \eta^{asl} = \eta^{nus} \right| = \frac{Q^{asl} H^{asl}}{Q^{nus} H^{nus}} = \left(\frac{D_2^{asl}}{D_2^{nus}} \right)^3 \frac{n^{asl}}{n^{nus}} \cdot \left(\frac{D_2^{asl}}{D_2^{nus}} \right)^2 \left(\frac{n^{asl}}{n^{nus}} \right)^2;$$

$$\text{Demak, quvvat uchun o'xshashlik formulasi} - \frac{N^{asl}}{N^{nus}} = \left(\frac{D_2^{asl}}{D_2^{nus}} \right)^5 \left(\frac{n^{asl}}{n^{nus}} \right)^3. \quad (1.76)$$

F.I.K. uchun -

$$\eta^{asl} = \eta^{nus}. \quad (1.77)$$

Qolgan ikkala (2 va 3) xolatlar uchun oxirgi natijalarni yozib kuyamiz.

2-xolat. Ikkita geometrik o'xshash, aylanishlar soni bir – biriga teng bo'lgan nasoslar uchun o'xshashlik formulalari ($n^{asl} Q n^{nus}$; $D_2^{asl} \neq D_2^{nus}$).

Suv sarfi uchun o'xshashlik formulasi –
$$\frac{Q^{asl}}{Q^{nus}} = \left(\frac{D_2^{asl}}{D_2^{nus}} \right)^3 \quad (1.78)$$

Bosim uchun o'xshashlik formulasi –
$$\frac{H^{asl}}{H^{nus}} = \left(\frac{D_2^{asl}}{D_2^{nus}} \right)^2 \quad (1.79)$$

Quvvat uchun o'xshashlik formulasi –
$$\frac{N^{asl}}{N^{nus}} = \left(\frac{D_2^{asl}}{D_2^{nus}} \right)^5 \quad (3.50)$$

F.I.K. uchun o'xshashlik formulasi –
$$\eta^{asl} = \eta^{nus} \quad (1.80)$$

3-xolat. Ikkita geometrik o'xshash, aylanishlar soni bir-biriga teng bo'lmagan, ammo ish g'ildiriklari o'lchamlari bir-biriga teng nasoslar uchun o'xshashlik formulalari

$(n^{asl} \neq n^{nus}; D_2^{asl} = D_2^{nus}).$

Suv sarfi uchun o'xshashlik formulasi –
$$\frac{Q^{asl}}{Q^{nus}} = \frac{n^{asl}}{n^{nus}} \quad (1.81)$$

Bosim uchun o'xshashlik formulasi –
$$\frac{H^{asl}}{H^{nus}} = \left(\frac{n^{asl}}{n^{nus}} \right)^2 \quad (1.82)$$

Quvvat uchun o'xshashlik formulasi –
$$\frac{N^{asl}}{N^{nus}} = \left(\frac{n^{asl}}{n^{nus}} \right)^3 \quad (1.83)$$

F.I.K. uchun o'xshashlik formulasi –
$$\eta^{asl} = \eta^{nus} \quad (1.84)$$

1.81, 1.82, 1.83 va 1.84 formulalari, yangi aylanishlar soniga qayta hisoblash formulalari deyiladi.

1.3.8 Tez yurish koeffitsienti yoki solishtirma aylanishlar soni.

Parrakli nasoslarni bir – biri bilan solishtirish uchun tez yurish koeffitsientidan foydalaniladi.

Tez yurish koeffisienti, yoki solishtirma aylanishlar soni deb, hamma qismlari qurilayotgan ish g'ildiragiga geometrik o'xshaydigan, yangi ish g'ildiragining aylanishlar soniga aytiladi.

Yangi ish g'ildiragi, bosim $N_{\text{nusxa}} = 1 \text{ m}$, foydali quvvat $N_f = 1 \text{ ot kuchiga}$ teng bo'lganda, $Q_{\text{nusxa}} = 75 \text{ l/s}$ suv uzatish qobiliyatiga ega bo'lishi kerak. $Q_{\text{nusxa}} = Q_{\text{asl}}$, $H_{\text{nusxa}} = H_{\text{asl}}$ va $n_{\text{nusxa}} = n_{\text{asl}}$ deb hisoblab, bunday «etalon» nasosning o'lchamlari va aylanish tezligi, ya'ni tez yurish koeffisienti quyidagi formula bilan aniqlaymiz:

$$n_{\text{nusxa}} = n_s = n \sqrt{\frac{Q_{\text{asl}}}{Q_{\text{nusxa}}}} \cdot \sqrt[4]{\left(\frac{H_{\text{nusxa}}}{H_{\text{asl}}}\right)^3}; \quad (1.85)$$

Agar $Q_{\text{nusxa}} = 0,075 \text{ m}^3/\text{s}$ va $H_{\text{nusxa}} = 1 \text{ m}$ deb qabul qilsak, unda

$$n_s = \frac{3.65n\sqrt{Q}}{\sqrt[4]{H^3}} \quad (1.86)$$

Bu erda: n – nasosning aylanishlar soni (ayl/m); Q_{nusxa} , Q_{asl} – mos holda nusxa va asl nasoslarning suv sarflari (m^3/s); H_{nusxa} , H_{asl} – mos holda, nusxa va asl nasoslarning bosimlari (m).

Tez yurish koeffisientini aniqlashda suv sarfini 75 l/s emas, balki $1 \text{ m}^3/\text{s}$ ham olish mumkin. Unda hisoblash formulasi quyidagicha bo'ladi.

$$n_s = \frac{n\sqrt{Q}}{\sqrt[4]{H^3}} \quad (1.87)$$

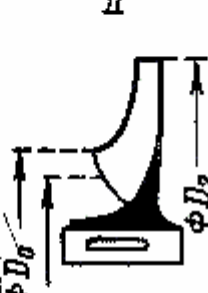
Agar nasos “Д” (двусторонний) ikki tomonlama kiruvchi bo'lsa, 3.58 formuladagi suv sarfining yarmi olinadi – $Q/2$.

Agar nasos ko'p bosqichli bo'lsa, 3.58 formuladagi bosim o'rniga, bosimning g'ildiraklar soniga nisbati – H/Z olinadi (Z – g'ildiraklar soni).

Tez yurish koeffisienti miqdoriga qarab, nasoslar quyidagi guruhlariga bulinadi (markazdan qochma nasoslar klassifikasiyasiga qarang).

- Yurish tezligiga qarab nasoslar:
- sekin yuruvchi – $n_s = 50\text{--}80$;
- normal yuruvchi - $n_s = 70\text{--}150$;
- tez yuruvchi – $n_s = 150\text{--}350$;
- diagonal nasoslar – $n_s = 350\text{--}500$;
- O'qiy nasoslar – $n_s = 500\text{--}1500$.

3.13-rasmda parrakli nasoslar ish g'ildiraklarining tez yurish ko'effitsienti va asosiy o'lchamlarining taqribiy nisbatlari ko'rsatilgan.

Markazdan quchma nasoslar			Diagonal (vintli) gildirak	Propelerli (o'qiy) gildirak
Sekin yuruvchi gildirak	Normal yuruvchi gildirak	Tez yuruvchi gildirak		
 $n_s \approx 60$ $\frac{D_2}{D_0} \approx 3$	 $n_s = 70 \div 150$ $\frac{D_2}{D_0} \approx 2$	 $n_s = 150 \div 350$ $\frac{D_2}{D_0} = 1,6 \div 1,2$	 $n_s = 350 \div 600$ $\frac{D_2}{D_0} = 1,2 \div 1,1$	 $n_s = 600 \div 1200$ $\frac{D_2}{D_0} \approx 0,8$

Rasm 1.39. Parrakli nasoslar ish g'ildiraklarining tez yurish ko'effitsientlari va asosiy o'lchamlarining taqribiy nisbatlari.

Ish g'ildiraklari konstruksiyasining o'zgarishiga qarab, tez yurish ko'effitsienti ham quyidagicha o'zgaradi:

- va qanchalik kichik bo'lsa va β_1 burchagi qanchalik katta bo'lsa (natijada kirishdagi tezlik V_1 yoki V_0 qanchalik katta bo'lsa) tez yurish ko'effitsienti – n_s shunchalik katta bo'ladi;
- parraklarning chiqishdagi burchagi - β_2 qanchalik kichik bo'lsa, ya'ni parraklar orqaga ko'prok qayrilgan va χ qanchalik kichik bo'lsa (χ kichik bo'lganda parraklar soni oz bo'ladi), tez yurish ko'effitsienti – n_s shunchalik katta bo'ladi.
- O'xshash ish g'ildiraklari bir xil miqdordagi tez yurish ko'effitsientiga ega bo'ladi, biroq bir xil miqdordagi tez yurish ko'effitsientida ish g'ildiraklari o'xshash bo'lmasligi mumkin.

1.3.9. Parrakli nasoslarda kavitasiya. Nasoslarning o'rnatish sathini aniqlash.

Okayotgan suyuqlikda kavitasiya xodisasi, nasosning kaysidir zonasida okimining statik bosimi, tuyingan bug bosimi mikdorigacha pasayganda yuz beradi. Odatdagi suvlarda bu bosim, tabiiy sharoit uchun ($t \leq 30^{\circ}\text{C}$), $0,004 \text{ MPa}$ ($H_{\text{bug}}=0,4 \text{ m}$) dan oshmaydi.

Bosim kuyidagi sabablarga kura pasayib ketishi mumkin:

- katta geometrik surish balandligi;
- surishi quvurning uzunligi, diametrining kichikligi, burilish tirsaklari sonining kupligi, tur-setka bilan koplanganligi, bosim isrofining kattaligi;
- suv sarfi mikdori buyicha zurikishi, nasosda suv tezligining kupayishi, gildirak devorlaridan okimni ajralishi, uyurmalarini xosil bulishi;
- ish gildiragiga suv uzatish uchun etishmaydigan past barometrik bosim;
- uzatilayotgan suyuqlik temperaturasining yukoriligi;
- ish gildiragiga suvning kirishi uchun yomon shart-sharoit.

Bosim pasaygan joyda suyuqlik kaynaydi va bug xamda kavitasiyagacha suyuqlikda eritma xolatda bulgan gazlar bilan tulgan kuplab pufakchalar-bushliklar xosil buladi. Ular suyuqlik okimi bilan birga xarakat kilib, statik bosim, tuyingan bug bosimidan yukori bulgan zonalarga utadi. Bu zonalarda pufakchalardagi bug bir zumda kondensasiyalanadi-suvga aylanadi va vakuum xosil buladi. Natijada suyuqlik, bushlikning markaziga karab xarakat kiladi va pufaklarni yorib yuboradi. Kavitasiya jarayoni, okim uzluksizligining buzulishi bilan boshlanib, yana uning tiklanishi bilan tugaydigan jarayondir.

Kavitasiya – bu suvning sovuqlay qaynashi bilan bog'lik hodisalardir. Ma'lumki suv 100°C issiqda emas, balki undan past temperaturada ham qaynashi

mumkin. Buning uchun bosim albatta kichik bo'lishi shart, ya'ni bosim pasayishi bilan suvning qaynash temperaturasi ham kichik bo'ladi.

Tabiiy sharoitda nasosdan o'tayotgan suvning temperaturasi $t = 10 - 20^{\circ} \text{C}$ ga va bu teperaturada suv bug'ining tarangligi (bosimi) $0,12 \dots 0,24 \text{ m}$ suv ustinigga teng bo'ladi. Agar nasos ichkarisida shu bosimdan kam joylar bo'lsa, bu joylarda suv qaynab bug' pufakchalari hosil bo'ladi. Suyuqlik bilan harakat qilayotgan bug' pufakchalari bosim katta joylarda bir-biri bilan birlashib bo'shliq (kaverna) hosil qiladi. Bu bo'shliklar ma'lum kattalikka erishgandan so'ng bosim yuqori bo'lgan joylarda yoriladi. Ular yorilganda shunchalik tez suvga to'ladiki, natijada gidravlik zarb yuz berib, bosim bir necha yuz yoki ming atmosferaga etadi. Agar bo'shliqlar nasos qismlari yuzida yorilsa, ular gidravlik zarbni qabul qilib emirila boshlaydi.

Bundan tashqari, past bosimli joylarda suvdan doimo gazalar – xavo va kislorod ajralib chiqadi. Bu gazlar hosil bulgan pufakchalar ichiga kirib qoladi. Pufakchalar yorilayotganda qattiq siqiladi va ularning temperaturasi juda tez ko'tarilib ketadi. Yuqori temperaturali kislorod metalga aktiv ta'sir qilib uni emirilishiga olib keladi.

Pufakchalar yorilgan 20 ... 25 ming er chastotali vibrasiya (tebranish, titrash) xosil buladi. Bu tebranish ham nasos qismlarini emirilishiga sabab bo'ladi. Pufakchalar so'rish quvuri yaxshi zichlanib ulanmagan joylaridan kiradigan havo natijasida ham hosil bo'lishi mumkin.

Kuchli kavitasiya yuz berganda nasoslar juda tez ishdan chiqishi mumkin. Nasos stansiyalariga suv olib keluvchi ko'pgina kanallar o'zi bilan loyqa, qum va toshlarni oqizib keladi. Agar ular tindirgichlarda ushlab qolinmay nasosdan o'tsa, nasos qismlari bilan ishqalanib ularni emira boshlaydi (abraziv emirilish).

Kavitasiya hosil bo'lagnda nasos ichida o'ziga xos shovqin chiqadi va nasosning F.I.K. hamda suv o'tkazishi qobilyati kamayib ketadi.

Kavitasiya tufayli emirilishi jarayonini nasos qismlarini silliqdash, ularni mustahkam materiallar hisoblangan zanglamaydigan po'lat va plasmassalardan hamda boshqa materiallardan tayyorlab kamaytirish mumkin.

1.3.10. Chegaralangan so'rish balandligi

Yuqorida kavitasiya nasos uchun juda xavfli jarayon ekanligini ko'rib chiqdi. Shuning uchun nasosga iloji boricha kavitatsiyasiz ishlashi uchun sharoit yaratib berish kerak.

Nasoslarni kavitatsiyasiz ishlash shartlaridan biri uni manba suv sathiga nisbatan to'g'ri o'rnatish, ya'ni geometrik so'rish balandligini to'g'ri tayinlashdir.

$$H_g^{sur} = H_{cheg.izl}^{vak} - \sum \Delta h_{sur} - \frac{\alpha V^2}{2g};$$

Bu erda: H_g^{sur} - geometrik so'rish balandligi;

H_{cheg}^{vak} - izlanayotgan chegaralangan (mumkin bulgan) vakuummetrik so'rish balandligi;

$\sum \Delta h_{sur}$ - so'rish quvurida isrof bo'lgan umumiy bosim;

$V^2/2g$ - so'rish quvuridagi kinetik energiya.

$$H_{cheg.}^{val} = H_{cheg.izl}^{vak} + (h_b - 10) - h_{b.b.}$$

Bu erda: $H_{cheg.}^{val}$ - nasoslar katalogida berilgan chegaralangan vakuummetrik so'rish balandligi;

h_b - nasos o'rnatilgan joyning barometrik bosimi (1 - jadval);

$h_{b.b.}$ - suvning bug' bosimi.

Keyingi yillarda chiqqan kataloglarda berilgan nasoslarning ishchi harakteristikalarida ularning kavitasiya extiyoti xarakteristikasi ham berilgan. Kavitasiya extiyotini hisobga olgan holda, geometrik so'rish balandligi quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$H_g^{sur} = H_a - \sum \Delta h_{sur} - \Delta h_{kav} - h_{b.b.}$$

Bu erda: H_a - nasos o'rnatilgan satxdagi bosimga mos bo'lgan suv ustuni balandligi, m;

Δh_{kav} - kavitasiya extiyoti (katalogdan olinadi).

H_a - quyidagicha aniqlanadi.

$$H_a = 10,33 - \frac{VPB}{900};$$

Bu erda: **10,33** – normal atmosfera bosimiga mos suv ustuni balandligi, m;

▼PB – suv olinayotgan manba (pastgi b'ef)dagi suv satxi.

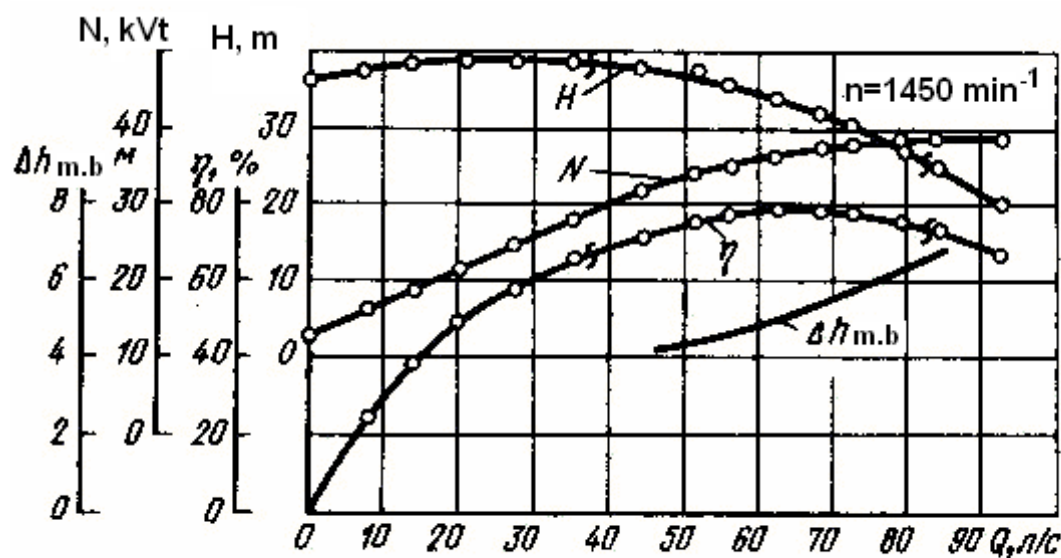
Loyiha va ekspluatasiya tashkilotlarining tajribasiga ko'ra, musbat so'rish balandligiga ega bo'lgan er usti nasos stansiyalarida so'rish balandligini 3 m teng qilib qabul qilish zarur ekan.

1.4. PARRAKLI NASOSLAR XARAKTERISTIKASI. NASOSLARNI QUVURLAR BILAN BIRGALIKDA ISHLASHI

1.4.1. Nasoslar xarakteristikasi

1.4.1.1. Markazdan qochma nasoslarning xarakteristikalari

Ish g'ildiragi diametri va aylanishlar soni doimiy bo'lgan nasosning bosimi, quvvati, foydali ish koeffitsienti va mumkin bo'lgan vakuummetrik so'rish balandligini (kavitasiya ehtiyotini) suv sarfiga bog'liqligini ko'rsatuvchi grafiklarga nasosning xarakteristikalari deyiladi, ya'ni $H=f_1(Q)$, $N=f_2(Q)$, $\eta=f_3(Q)$ va $\Delta h_{m.b.}=f_4(Q)$. Ishchi xarakteristikalari, laboratoriyalardagi maxsus stendlarda, nasoslar bilan o'tkaziladigan sinovlar natijasiga qarab quriladi (Rasm 1. 40).



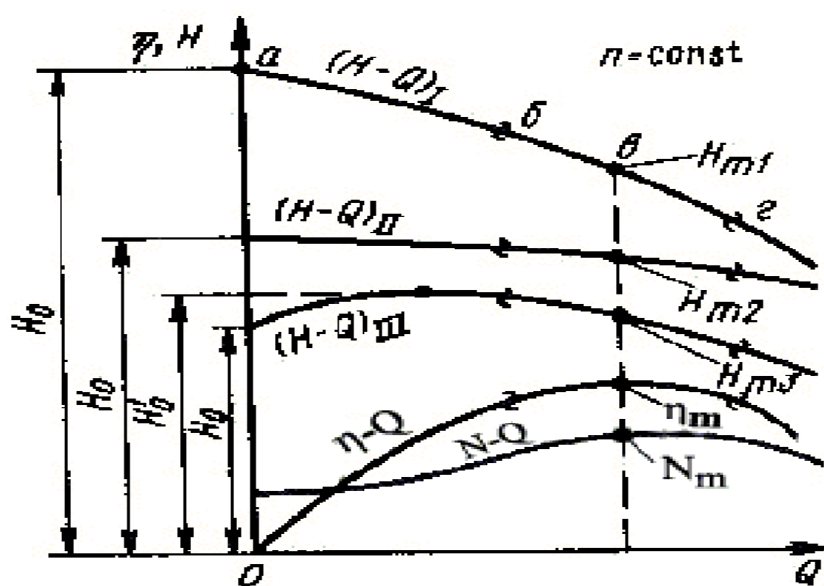
Rasm 1.40. markazdan qochma nasosning laboratoriyadagi sinovlar natijasida olingan bosim va energetik xarakteristikalar.

○ – sinovlar natijasida olingan nuqtalar.

Markazdan qochma nasoslarning $Q = 0$ bo'lganda maksimum bosimga ega bo'lib, so'ngra, suyuqlik sarfining oshib borishi bilan, uzluksiz pasayib boruvchi **tik** va **qiya** (**Rasm 1.40** – $(H - Q)_I$ va $(H - Q)_{II}$) hamda suyuqlikning ma'lum bir miqdorigacha ko'tarilib maksimum bosimga ega bo'luvchi va so'ngra pastlab boruvchi (**Rasm 1.40** $(H - Q)_{III}$) bosim xarakteristikalari mavjud.

Ma'lumki, nasoslarni faqat yuqori f.i.kida ishlatish tavsiya qilinadi. Demak, nasoslar F.I.Kining hamma qismida emas, balki yo'l quyiladigan F.I.Ki qismida ishlashi lozim ekan.

Nasosni ishlash soxasini belgilovchi oraliq, **ishchi oraliq** deyiladi (**Rasm 1.41**, b – **g** oralik belgisi). Bu oraliq, nasoslar katalogidagi xarakteristikalarda, to'likinli chizik bilan belgilab kuyiladi. Ishchi oralik, ikki tomonga ham 7-10 foizga pasayishi mumkin.



Rasm 1.41. Markazdan qochma nasos bosim xarakteristikasining turlari.

b-g – ishchi oraliq; b – F.I.Kining ko'tarilishida ishchi oraliqning boshlanishi; v – ishchi oraliqdagi maksimal miqdor; g – F.I.Kining pasayishida ishchi oraliqning kamayish chegarasi; H_{m1} , H_{m2} , H_{m3} , va N_m – F.I.K.ning maksimal miqdoriga mos ko'rsatkichlar.

Bosim xarakteristikalarining tikligi quyidagi formula bilan aniqlanadi (Rasm 1.41).

$$K_t = \frac{H_0 - H_m}{H_m} 100 \% \text{ (1.88)}$$

Bu erda: H_m – F.I.K.ning maksimum miqdoridagi bosim; $H_0 - Q = 0$ bo'lgandagi bosim; $(H - Q)_{III}$ xarakteristikasi uchun - $H_0 = H^I_0$.

Bosim xarakteristikalarining qiyaligi 8 – 12 % bo'lsa **nishab**, 25-30 % bo'lsa, **tik** hisoblanadi. Qiyalikning o'rtacha miqdori 12 – 25 % normal qiyaliq hisoblanadi. Bosim xarakteristikalarining turlari, nasoslarni ekspluatasiya qilish sharoitiga qarab tanlanadi (manbadagi suyuqlik sathining o'zgarib turishi, suyuqlik sarfining doimiy bo'lishi va boshqalar). Bosim xarakteristikasining qiyaligiga, tez yurish ko'ffisienti – n_s sezilarli darajada bog'liqdir.

Quvvat xarakteristikalarining shakllari chiqish burchagiga – β_2 ham juda bog'liqdir: $\beta_2 \geq 90^\circ$ bo'lsa, suyuqlik sarfining oshishi bilan quvvat ham ko'payib boradi; $\beta_2 < 0^\circ$ bo'lganda esa, suyuqlik sarfining ma'lum miqdorida quvvat maksimum miqdorga erishadi, so'ngra kamayib boradi (Rasm 1.41).

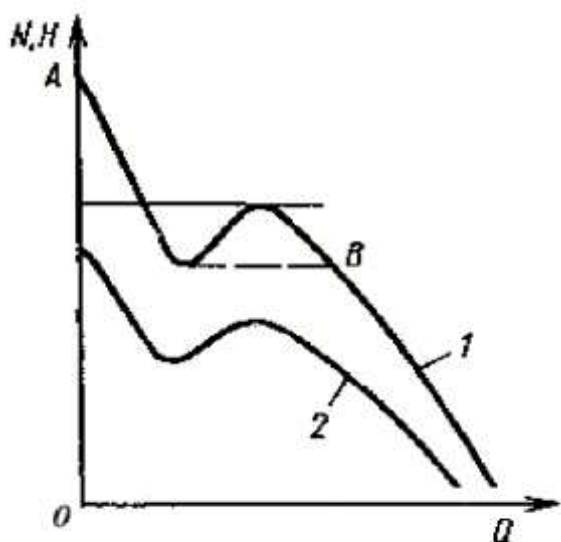
Quvvat xarakteristikalarining ko'rinish ham, tez yurish ko'ffisientiga bog'liqdir. Tez yurish ko'ffisienti katta bo'lgan nasoslarda, uncha katta bo'lmagan tez yurish ko'ffisientli nasoslarga qaraganda, suyuqlik sarfining ko'payishi bilan quvvat oshib boradi. Ammo, bu holat, suyuqlik sarfining ma'lum miqdorigacha davom etib, so'ngra, suyuqlik sarf oshishi bilan quvvat kamayib boradi (rasm 1.41). Parrakli nasoslarda, tez yurish ko'ffisienti $n_s=300 \text{ ayl/minut}$ bo'lganda, quvvat deyarli suyuqlik sarfiga bog'liq bo'lmaydi, $n_s > 300 \text{ ayl/minut}$ bo'lgan nasoslarda esa suv sarfi ko'payishi bilan quvvat kamayib boradi.

Universal va o'lchov birliklarisiz xarakteristikalar. Markazdan qochma gorizontal nasoslarning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari, ularning xarakteristikalariga qarab topilsa, yirik vertikal nasoslar uchun universal va o'lchov birliklarisiz xarakteristikalaridan foydalaniladi.

Har xil aylanish tezliklaridagi markazdan qochma nasoslarning universal xarakteristikalari 1.42-rasmda keltirilgan, 1.43-rasmda esa, $n_s=120 \text{ ayl/minut}$ va

1.4.1.2 O'qiy nasoslarning xarakteristikallari

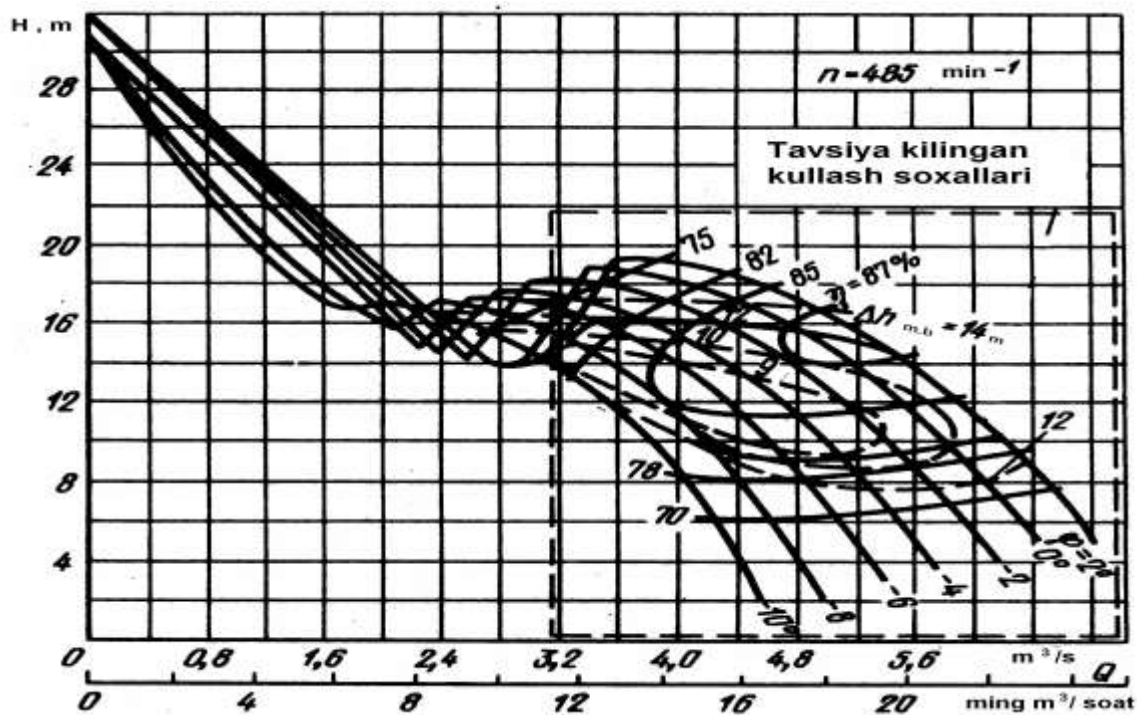
Suyuqlik sarfi, noldan ma'lum miqdorga ko'payguncha, nasosning bosimi va quvvati kamayib boradi (Rasm 1.44.). Sarfning keyingi ko'payishi bilan, avval bosim va quvvatning ko'payishi, keyin esa, ularning yana kamayib borishi



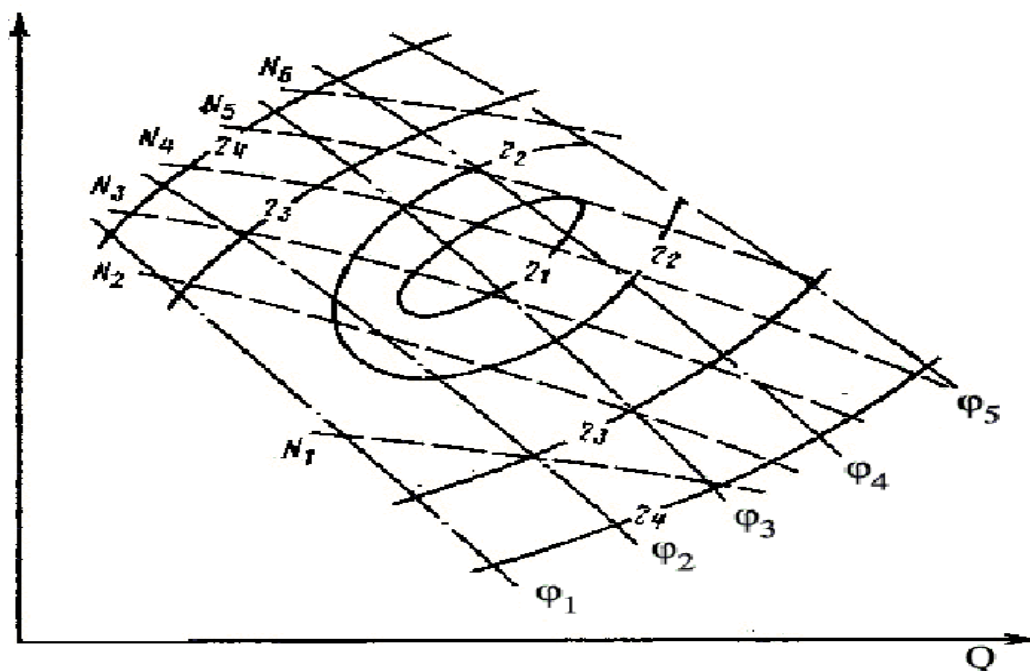
Rasm 1.44. O'qiy nasosning xarakteristikallari

kuzatiladi. Bosim va quvvatning o'zga-rib turishi, nasosning oz suv uzatish oraliq'iga to'g'ri keladi. Bu (A-B) oraliqda, nasos birday ishlaymay, o'zgarib ishlab turadi. shuning uchun a-b oraliqni, nasosning **ishlamaydigan oraliq'i** deyiladi.

Berilgan sarf – Q va bosimga – H mos, aniq parametrli nasoslarni tanlash, ko'p hollarda mumkin bo'lmaydi. Buning uchun nasoslarning xarakteristikallarini o'zgartirish kerak. O'qiy nasoslarning xarakteristikallari, ish g'ildiragi parraklarining o'rnatish burchagini kamaytirish yoki ko'paytirish yo'li bilan o'zgartiriladi. O'qiy nasosning xarakteristikallarini o'zgartirish uchun, uning parraklari o'rnatilishi burchaklarini kamaytirish yoki ko'paytirish kerak.



Rasm 1.45. OP2-110 markali o'qiy nasosning xarakteristikasi



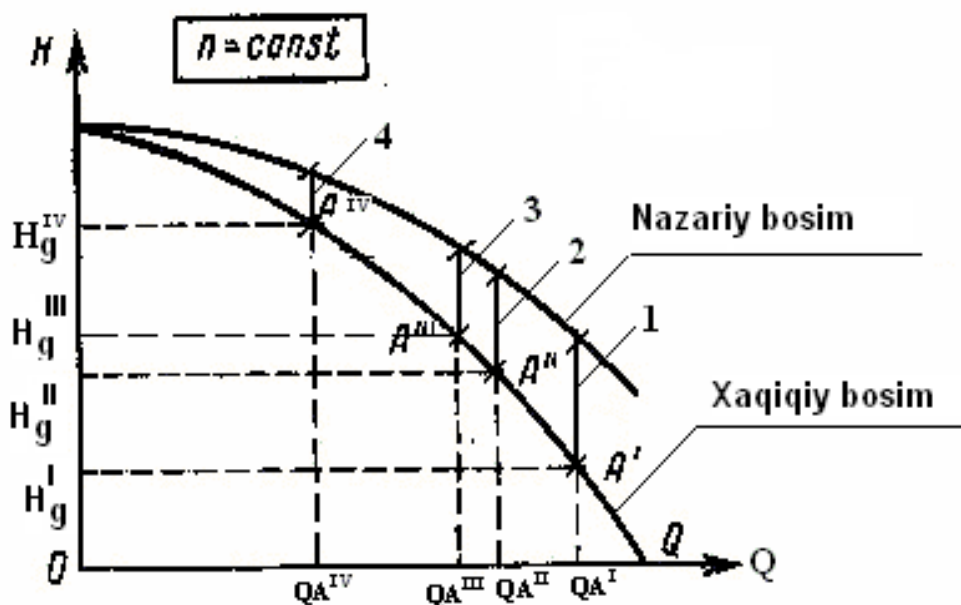
Rasm 1.46 O'qiy nasoslarning universal xarakteristikalari

Rasm 1.45. da OP2-110 markali o'qiy nasosning xarakteristikasi, rasm 1.46. da esa o'qiy nasoslarning universal xarakteristikalari keltirilgan.

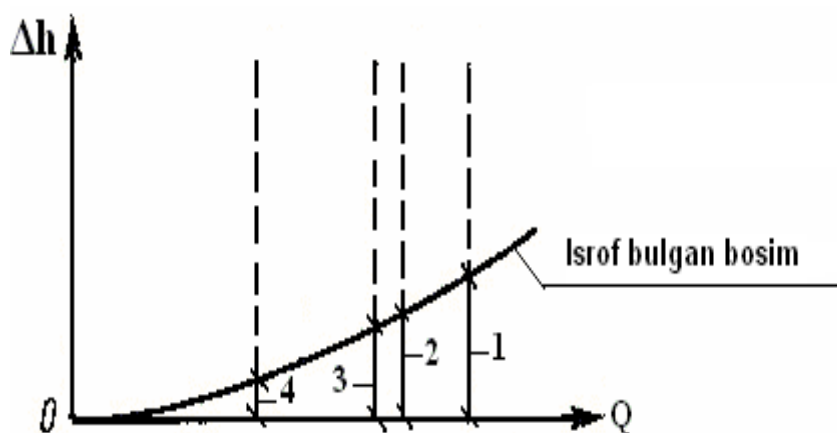
Ishchi xarakteristikalari grafiklari, nasoslarni zavod laboratoriyalarida sinash natijalariga qarab quriladi va ularning pasportlarida keltiriladi.

1.4.2. Nazariy va xaqiqiy bosim xarakteristikalari

Nazariy bosim deb, gidravlik qarshiliklar yo'q deb faraz qilingan nasosning bosimiga aytiladi (Rasm 1.47), ya'ni



a)



b)

Rasm 1.47. Nazariy, xakikiy(a) va isrof bulgan(b) bosim xarakteristikalari.

1, 2, 3 va 4 – mos xolda, Q_A^I , Q_A^{II} , Q_A^{III} va Q_A^{IV} suyuqlik sarflarida isrof bulgan bosim miqdorlari.

$$H_n = H_g + \Sigma \Delta h \quad (1.89)$$

Nasosning **xaqiqiy bosimi** deb, nazariy bosimdan gidravlik qarshiliklar natijasida yo'qotilgan bosim ayrimasiga aytiladi (Rasm 1.47).

$$H_n = H_g - \Sigma \Delta h \quad (1.90)$$

4.8 – rasmdagi A^I , A^{II} , A^{III} va A^{IV} ishchi nuqtalari, har xil ko'tarish balandliklariga – N^I_g , N^{II}_g , N^{III}_g va N^{IV}_g mos keladi.

1.4. 3. Nasoslarni quvurlar bilan birgalikda ishlashi

1.4.3.1. Ishchi nuqta va ishchi oraliq

Ma'lumki, nasosning to'la bosimi, suv ko'tarish geometrik balandligi bilan, quvurlar sistemasining gidravlik qarshiliklari va yig'indisiga teng.

$$H = H_{geom} + \Sigma \Delta h \quad (1.90)$$

Bu erda: N_{geom} – yuqori va pastgi b'eflar suv sathlari orasidagi geodezik balandlik; $\Sigma \Delta h$ – so'rish va bosim quvurlarida, mahalliy hamda uzunlik buyicha gidravlik qarshiliklar natijasida, isrof bo'lgan bosim miqdori.

Quvurdagi gidravlik qarshiliklarni, quyidagi formula bilan aniqlash mumkin.

$$\Sigma \Delta h = \left(\Sigma \xi + \lambda \frac{L}{d} \right) \frac{V^2}{2g}, \quad V = \frac{Q}{F} \text{ ekanligini xisobga olsak.}$$

$$\Sigma \Delta h = \left(\Sigma \xi + \lambda \frac{L}{D} \right) \frac{Q^2}{2gF^2} \quad (1.91)$$

Berilgan quvurlar sistemasi uchun L , D , F , $2g$ va λ o'zgarmas bo'lganligi sababli,

$$\left(\Sigma \xi + \lambda \frac{L}{D} \right) \frac{1}{2gF^2} = K \text{ - deb belgilab olamiz.}$$

Unda 1.91 formula, $\Sigma \Delta h = KQ^2$ (1.92) holatga keladi.

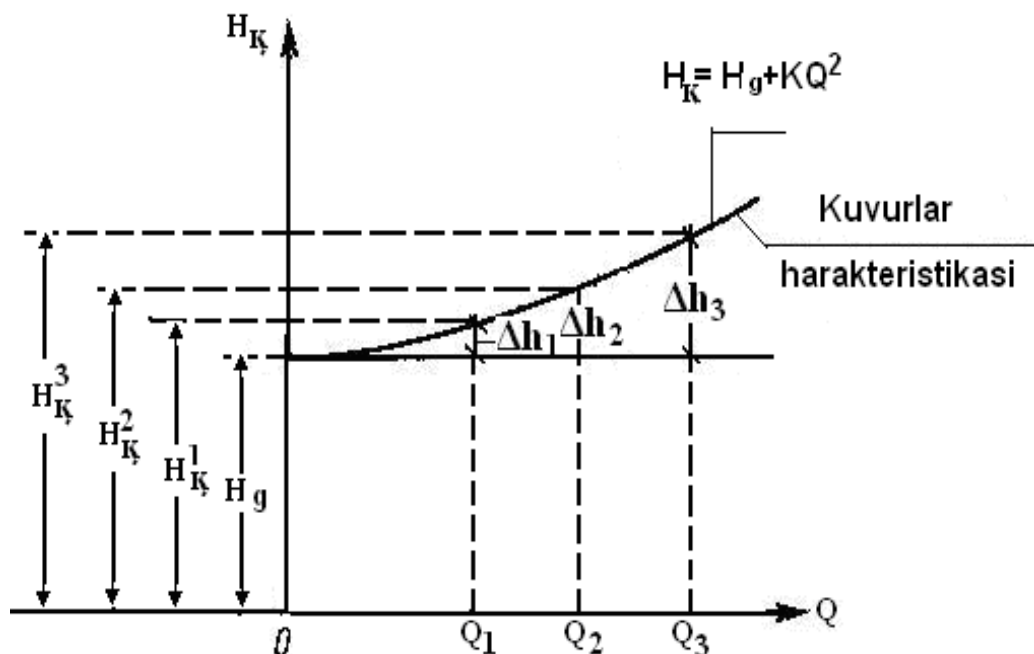
1.89 formulaga 1.92 formulani quysak,

$$H = H_{geom} + KQ^2 \quad - \quad (1.93)$$

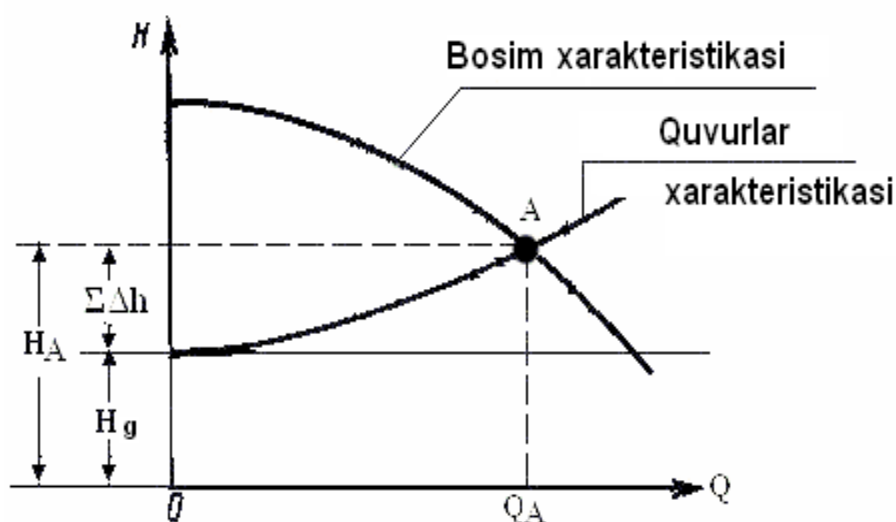
– quvurlar sistemasining bosim xarakteristikasi formulasi hosil bo’ladi.

Formulalardagi: ξ – maxaliy qarshiliklar koeffitsienti; λ – quvurlarning gidravlik qarshiliklar koeffitsienti; L va D – quvurlarning uzunligi va diametri; F – quvurning jonli kesim yuzasi; K – quvurning o’lchamlari va materiallarini ifodalaydigan proporsionallik koeffitsienti.

Suv sarfining har xil miqdorlarida, 1.93 formula bilan hisoblangan nuqtalar orqali o’tkazilagan egri chiziq, **quvurlar xarakteristikasi** deyiladi (Rasm 1.48).



Rasm 1.48. Quvurlar xarakteristikasi.



Rasm 1. 49. Nasos qurilmasining ishchi nuqtasini aniqlash xarakteristikalari.

Hosil bo'lgan egri chiziq (quvurlar xarakteristikasi) bilan, nasosning bosim xarakteristikasi kesishgan(a) nuqta, nasos qurilmasining **ish nuqtasi** deyiladi. (Rasm – 1.49).

Ma'lumki nasoslarni faqat yuqori foydali ish koefitsientlarida ishlatish tavsiya qilinadi. Demak, nasoslar F.I.K. – ning hamma qismida emas, balki yo'l quyiladigan F.I.K. qismida ishlashi lozim ekan.

1.4.4. Nasoslar ishini boshqarish

Har bir nasos normal ish rejimida, o'zining bosim xarakteristikasi bilan, quvurlar sistemasiga xarakteristikasi kesishgan ishchi nuqtasiga mos keladigan suv sarfini uzatib turadi. Ammo ba'zi vaqtlarda, nasos qurilmasi uzatayotgan suv sarfini o'zgartirishga to'g'ri keladi.

Nasos qurilmasining suv sarfini o'zgartirish uchun quvurlar sistemi yoki nasosning ishchi xarakteristikalarini sun'iy ravishda o'zgartirish kerak.

Nasos va quvurlar konstruksiyasini o'zgartirmasdan ularning xarakteristikalarini o'zgartirish nasos qurilmasining ishini tartibga solish deyiladi.

Tartibga solishning ikki xil usuli bor:

1. ***Son jihatidan – $n = const$. bo'lib, suyuqlik sarfi o'zgartiriladi.***
2. ***Sifat jihatidan – aylanishlar soni, yoki ish g'ildiragining tashqi diametri o'zgartiriladi.***

1. 4.4.1 Nasos qurilmasining ishini son jihatidan tartibga solish

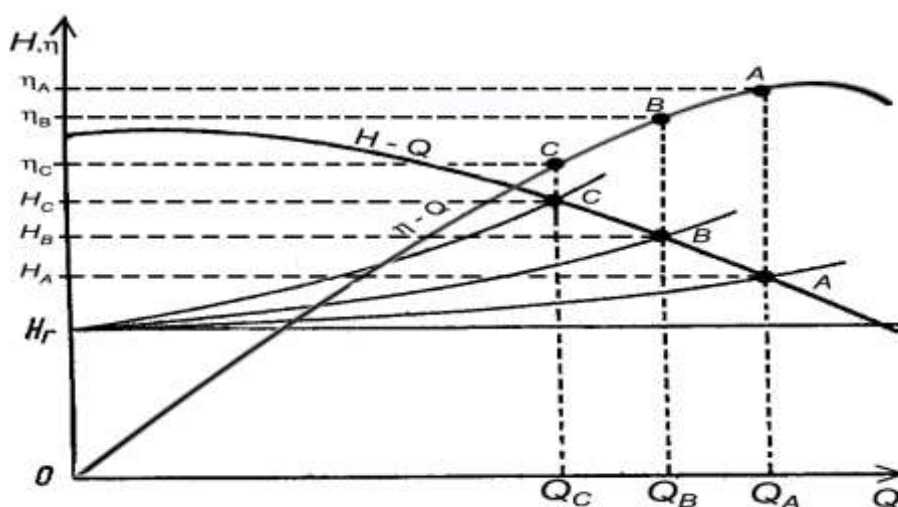
Zadvijkani yopish yo'li bilan nasos ishini tartibga solish;

Bu usulda asosan, quvurlar sistemasining qarshiligi ko'paytiriladi, ya'ni zadvijkani ma'lum darajada yopish kifoya qiladi. 1.50 – rasmda ko'rinib turibdiki, zadvijkani yopishni ko'paytirganimiz sari, qarshilik ko'payib borayapti va nasosning suv sarfi kamayib ketayapti, ya'ni

$$H_C > H_B > H_A; \quad Q_A > Q_B > Q_C; \quad \eta_A > \eta_B > \eta_C; \quad (1.94.)$$

Bu usul juda oddiy, qo'shimcha asbob-uskunalar talab qilinmaydi, ammo nasosning F.I.K. juda kamayib ketadi. Bu usulni faqat markazdan qochma nasoslar uchun qo'llash mumkin, chunki bu nasoslarda, qarshiliklar ko'payib suv sarfi kamaygan sari, quvvat ham kamayib boradi. O'qiy nasoslarda esa, qarshilik ko'payib suv sarfi kamayishi natijasida, quvvat oshib boradi va bu hodisa dvigatelning zo'riqishga olib keladi.

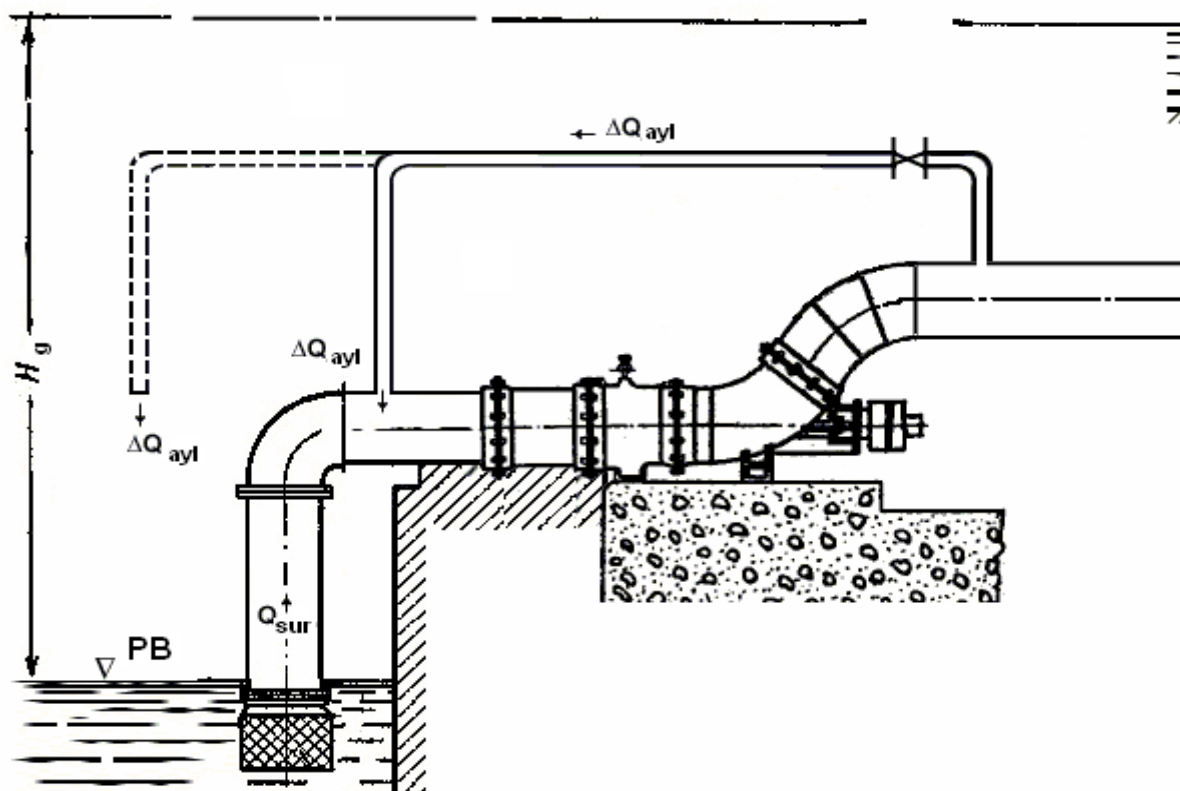
Bu usulda tartibga solish, so'rish, yoki bosim quvurlariga o'rnatilgan zadviykalar orqali amalga oshirilishi mumkin.



Rasm 1.50. Zadviyka bekitilib borganda nasos xarakteristikalarini va quvurlar xarakteristikasining o'zgarishi.

- **Suv sarfining bir qismini bosimli quvurdan chiqarib yuborish yo'li bilan nasos ishini tartibga solish.**

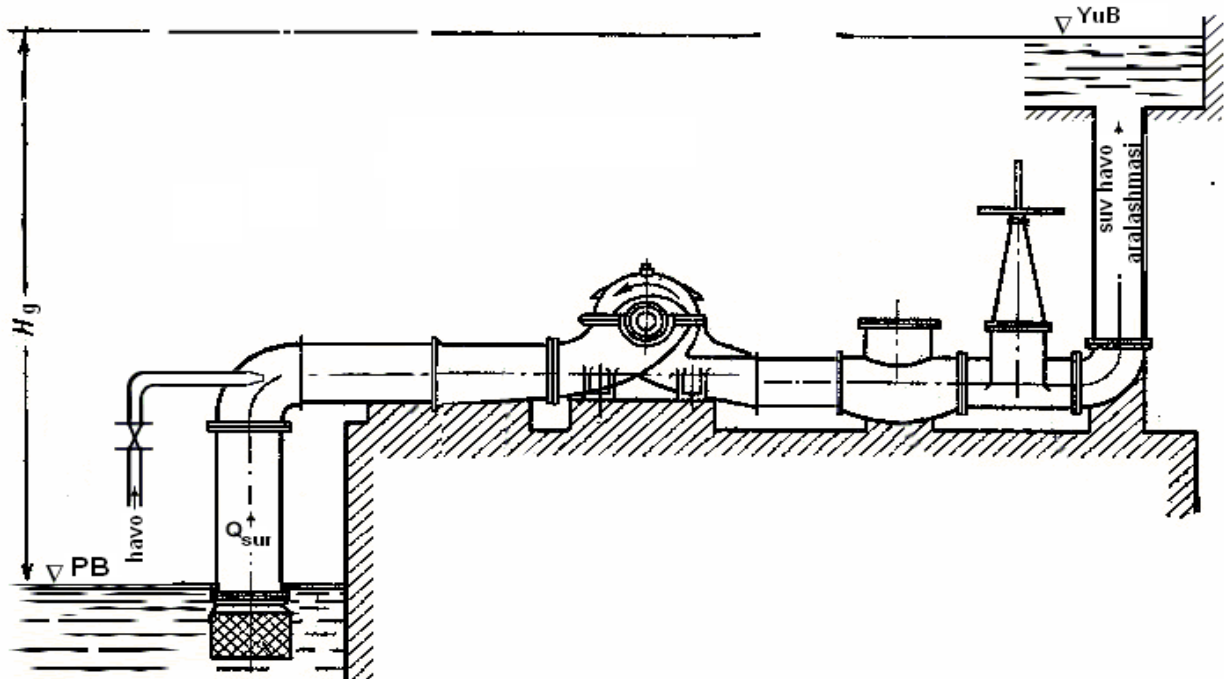
Bu usul qo'llanganda nasos ko'tarib berayotgan bir qism suv, bosim quvurga ulangan qo'shimcha quvurlar va undagi zadviykalar orqali so'rish quvuriga o'tkaziladi yoki suv manbasiga qayta tashlab yuboriladi (1.51.).



Rasm 1.51. Ortiqcha suvni soʻrish quvuri yoki pastki bʻefga tashlab yuborish sxemasi.

Bu usul asosan, oʻqiy nasoslarda qoʻllaniladi. Chunki, oʻqiy nasoslarda suv sarfi oshishi bilan, quvvat kamayib boradi. Markazdan qochma nasoslarda esa, suv sarfining ishchi oraligʻidagi miqdorlarida, quvvat oshib boradi. Shuning uchun, bu usulni ularda qoʻllash tavsiya qilinmaydi. Soʻrish quvuriga kelib qoʻshilayotgan suv, nasosda yuz beradigan kavitatsiya jarayonini kamaytirishi mumkin. Ammo, koʻshimcha quvurlar sistemasi va asbob–uskunalar qoʻllanishi, nasos koʻtarib berayotgan suvning foydasiz aylanib turishi natijasida F.I.K. kamayib ketishi va boshqa qulaysizliklari uchun, bu usul koʻp qoʻllanilmaydi.

- So'rish quvuriga havo yuborish orqali nasoslar ishini tartibga solish.



Rasm 1.52. So'rish quvuriga havo yuborish orqali nasoslar ishini tartibga solish sxemasi.

Bu usul yuqoridagi usullarga qaraganda ancha qulayroq hamda, tejamliroqdir. Biroq so'rish trubasiga yuborilayotgan havo nasosda hosil bo'ladigan kavitatsiya xodisasini tezlashtirib yuborishi sababli, xavfliroqdir. o'tkazilgan tajribalarga asosan, so'rish quvuridan yuborilgan 1 foiz havo, suyuqlik miqdorini 10 foizga kamaytirar ekan. Shuning uchun, bu usulda ekspluatasiya qilinayotgan nasos qurilmalari doimo kuzatib turilishi kerak. Havo aralashgan suvni, ichimlik suvi bilan ta'minlash sistemalarida qo'llash tavsiya qilinmaydi.

Yuqoridagi usullardan tashqari, suv sarfini tartibga solish – katta o'qiy nasoslarning **ish g'ildiragi parraklarini** va katta markazdan qochma nasoslarda esa, **yo'naltiruvchi apparatning parraklarini burash** orqali amalga oshiriladi.

Shunday qilib, nasoslar ishini son jihatdan tartibga solish oddiy bo'lgani bilan juda zararlidir, chunki bu usullarda bekorga bosim va quvvat isrofi hamda, nasoslar qismlarining ishdan chiqish hollari yuz beradi.

1.4.4.2. Nasos qurilmasining ishini sifat jihatidan tartibga solish

Sifat jihatidan tartibga solish agregatlarning aylanishlar sonini o'zgartirish va ish g'ildiragini qisman kesish yo'li bilan amalga oshiriladi.

- **ish g'ildiragining aylanishlar sonini o'zgartirish orqali tartibga solish**

Bu usul eng tejamli usul hisoblanadi. ish g'ildiragi aylanishlar sonini quyidagi usullar bo'yicha o'zgartirish mumkin.

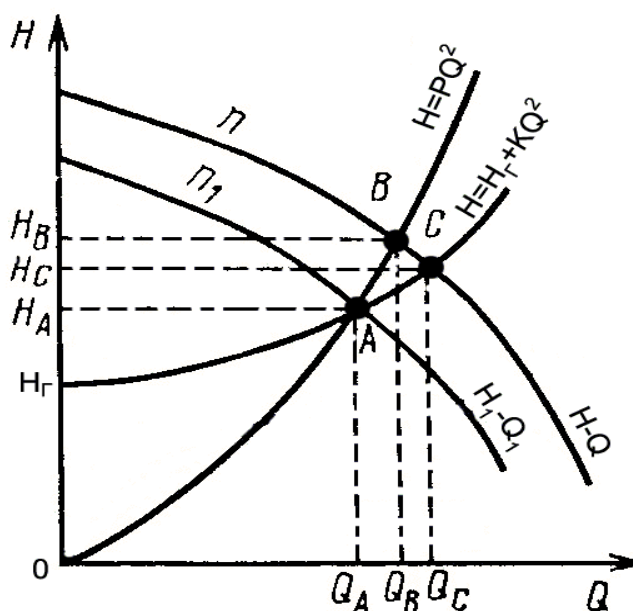
1. Aylanishlar soni o'zgarib turuvchi dvigatelga nasosni ulash orqali.
2. Aylanishlar sonini o'zgartirib beruvchi gidromufta va elektromagnit mufta bilan nasos va dvigatelni ulash orqali.
3. Nasosga ulangan dvigatelning aylanishlar sonini qo'shimacha qarshilik kiritish va uni reostat bilan o'zgartirib turish orqali.

Aylanishlar soni o'zgarishi bilan nasosning suv sarfi va bosimli, ya'ni xarakteristikalarini o'zgarib ketadi.

Nasosning xarakteristikalarini yangi aylanishlar soniga qayta hisoblashda o'xshashlik formulalaridan foydalanamiz.

Masalan, n aylanishlar sonida nasosning ishchi nuqtasi, "C" bo'ladi. Ammo bizga Q_A suv sarfi kerak. Q_A suv sarfiga mos nuqtani quvurlar sistemasi xarakteristikasidan topamiz. bu – nasosning aylanishlar soni noma'lum bo'lgan "A" ishchi nuqtasidir.

A nuqtadagi yangi aylanishlar sonini topish uchun, har bir nuqtada $H/Q^2 = \text{const}$ ekanligini hisobga olib,



Rasm 1.53. Aylanishlar sonini o'zgar-tirish orqali nasoslar ishi-ni tartibga solish grafigi.

koordinata boshi va “A”

nuktadan, $H = PQ^2$ parabola o'tkazamiz. Parabola nasos bosim xarakteristikasini “B” nuqtada kesib o'tadi. “B” nuqtadagi aylanishlar soni ma'lum. “B” nuqtadagi aylangishlar soniga nisbatan “A” nuqtadagi yangi aylanishlar sonini quyidagi formulalar yordamida topamiz:

$$n_A = n_B \frac{Q_A}{Q_B} \text{ yoki } n_A = n_B \sqrt{\frac{H_A}{H_B}} \quad (1.95)$$

Topilgan yangi aylanishlar soniga mos nasosning ishchi xarakteristikalarini, quyidagi qayta xisoblash formulalari orqali topamiz:

$$Q_A = Q_B \frac{n_A}{n_B}; H_A = H_B \left(\frac{n_A}{n_B} \right)^2; \quad (1.96)$$

“A” nuqtadan utadigan nasosning yangi aylanishlar soniga mos bosim xarakteristikasini chizamiz.

• **ish g'ildiragini kesish yo'li bilan tartibga solish.**

Aylanishlar sonini o'zgartirish imkoni bo'lmasa nasoslar ishini ish g'ildiragi tashqi diametrini kesish yo'li bilan tartibga solinadi.

Nasosning xarakteristikalarini yangi ish g'ildiragi diametriga qayta hisoblashda o'xshashlik formulalaridan foydalanamiz.

Ish g'ildiragi qirqilgan-dan so'ng nasosning hamma ishchi xarakteristikalari o'zgarib ketadi. Nasoslar katalogida bir xil markadagi nasosning har xil diametrli ish g'ildiragi uchun ishchi xarakteristikalari keltirilgan (aylanishlar soni bir xil).

Ish g'ildiragining qirqish o'lchamlarini quyidagi formulalar bilan topamiz:

$$\frac{D_A^{kes}}{D_B^{ber}} = \frac{Q_A^{kes}}{Q_B^{ber}} \quad \text{bundan,} \quad D_A^{kes} = D_B^{ber} \frac{Q_A^{kes}}{Q_B^{ber}}; \quad (1.97)$$

$$\frac{D_A^{kes}}{D_B^{ber}} = \sqrt{\frac{H_A^{kes}}{H_B^{ber}}} \quad \text{bundan} \quad D_A^{kes} = D_B^{ber} \sqrt{\frac{H_A^{kes}}{H_B^{ber}}}. \quad (1.98)$$

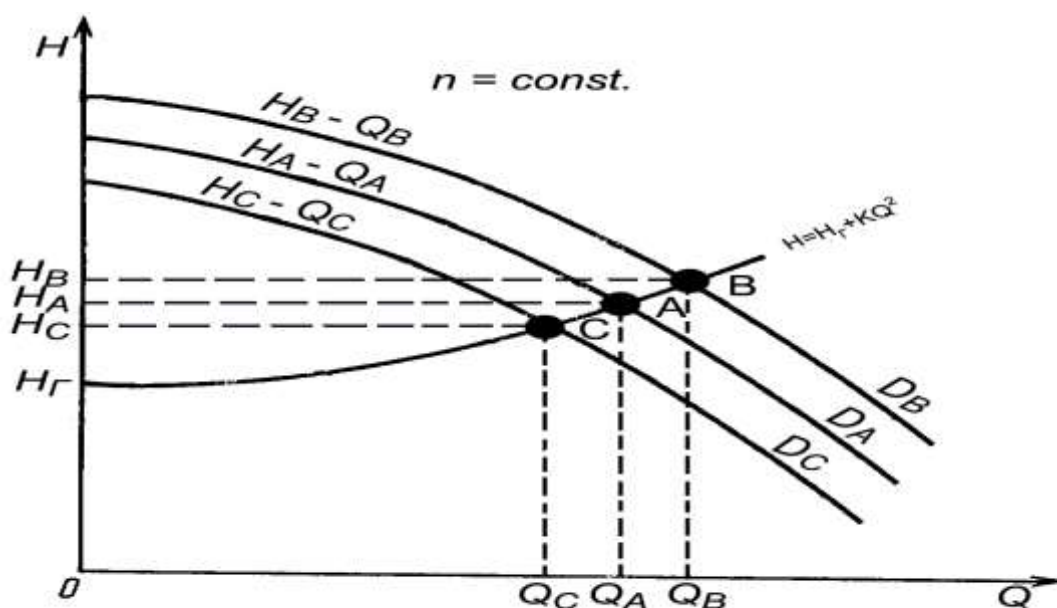
Ish g'ildiragi diametrining qirqimi kattaligi,

$$\Delta D = D_v^{ber} - D_A^{kes}. \quad (1.99)$$

yo'l qo'yiladigan kesim kattaligi,

$$\Delta D \% = \frac{D_B^{\text{ber}} - D_A^{\text{kes}}}{D_A^{\text{kes}}} \cdot 100\% \quad \text{aniqlanadi. (1.100)}$$

Shunday qilib, nasoslar ishini son jihatdan tartibga solishga qaraganda sifat jihatidan tartibga solish tejamli usullardan hisoblanadi. ammo ish g'ildiraklari kesilgandan so'ng, uni (xarakteristikalarini) qayta tiklab bo'lmaydi.



Rasm 1.54. Ish g'ildiragi diametrini kesish orqali nasoslar ishini tartibga solish grafigi

1.4.5. Nasoslarning birgalikda ishlashi

Bir dona nasos agregati, kerakli miqdordagi suyuqlik sarfini etkazib beraolmasa, yoki kerakli balandlikka ko'tarib beraolmasa, unda bu miqdorlar bir necha nasoslar yordamida olinadi. Quyida bu holatlar uchun nasoslarning birgalikda ishlashini qarab chiqamiz.

1.4.5.1. Nasoslarning parallel ishlashi

Bir nasos kerakli suv sarfini uzata olmaganda, ikki yoki undan ortik nasosni ishlatishga to'g'ri keladi. Bir necha nasosning umumiy bosim quvuriga suv uzatishiga **nasoslarni parallel ishlatish** deyiladi.

Parallel ishlayotgan nasoslarni xarakteristikalari odatda bir xil bo'lishi kerak. Lekin har xil xarakteristikali nasoslarni ham parallel ishlatish mumkin.

- **bir xil xarakteristikali nasoslarning parallel ishlashi**

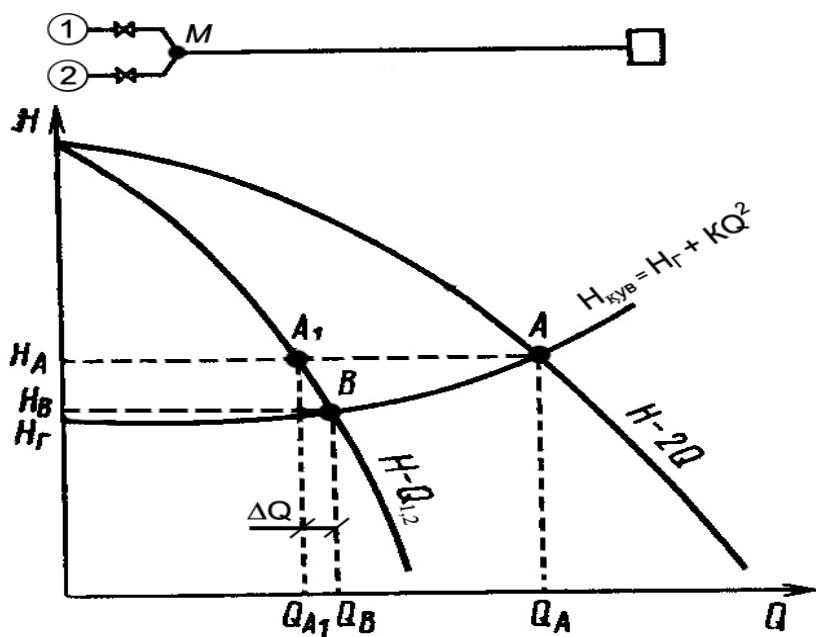
Bu holda, nasoslar-dan umumiy bosim quvurigacha bo'lgan masofa qisqa bo'lganligi sabab-li, ularda gidravlik qarshiliklar yo'q deb faraz qilamiz. Umumiy bosim quvuriga qo'shila-digan **m** nuqtada, ikkala nasos bosimi bir-biriga teng bo'ladi, ya'ni $N = N_1 = N_2$. Nazariy suv sarfi esa ikki barobar ko'payadi.

$$Q_{\text{quv}} = Q_1 + Q_2 = 2Q$$

Parallel ulashning asosiy shartlari:

$$Q_{\text{um}} = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n$$

$$H_{\text{um}} = H_1 = H_2 = \dots = H_n$$



Rasm 1.55. Bir xil xarakteristikali nasoslarning parallel ishlashi.

Gidravlik qarshiliklar natijasida, ma'lum miqdorda bosim yo'qotiladi. Shuning uchun, umumiy quvurdagi suv sarfi, ikkala nasosning suv sarflari yigindisiga teng emas, balki kichikroq bo'ladi.

$$Q_{\text{Quv}} = Q_1 + Q_2 < 2Q \text{ yoki } Q_{\text{Quv}} = (1,7 \dots 1,8)Q_{1,2}. \quad (1.101)$$

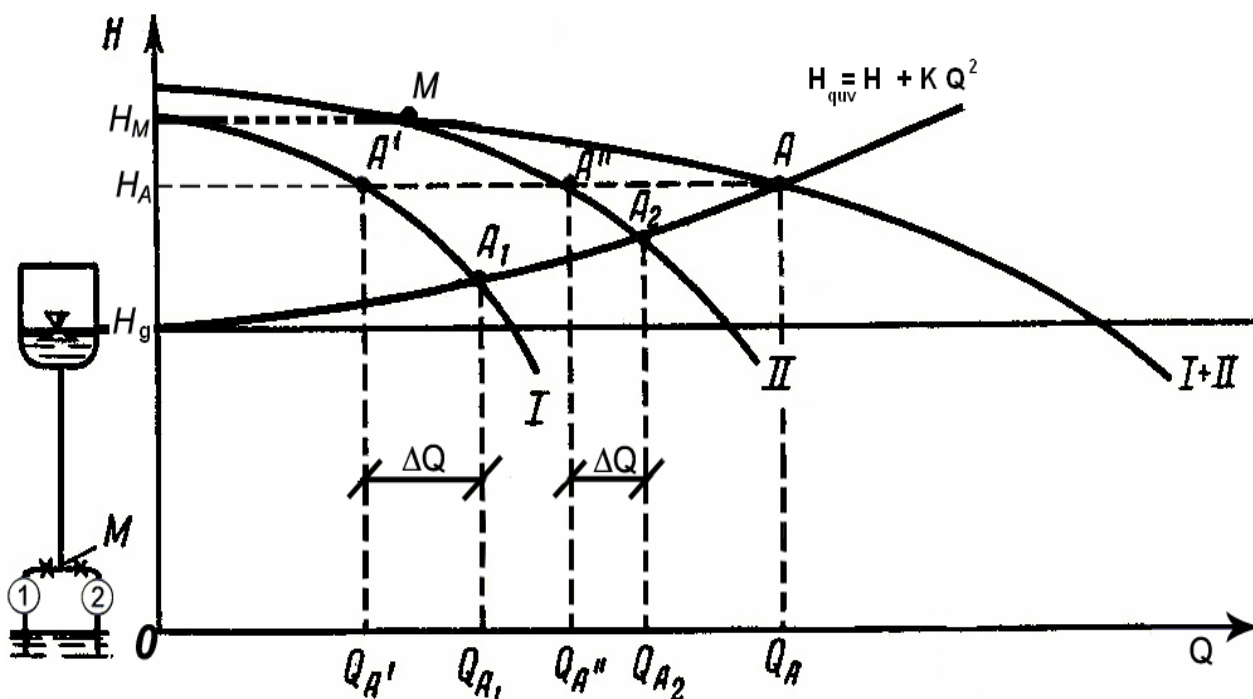
Umumiy bosimli quvurida tezlik oshganligi tufayli, gidravlik qarshiliklar ko'payadi, natijada ko'p miqdorda bosim yo'qotiladi. Yo'qotilgan umumiy bosimni topish uchun bir nasos ishlaganda yo'atilgan bosim miqdorini, parallel ishlayotgan nasoslar soni kvadratiga ko'paytirish kerak.

$$\Delta h_{nQi} = \Delta h_n \cdot i^2 \quad (1.102)$$

Bu erda: i – parallel ishlayotgan nasoslar soni.

- **har xil xarakteristikali nasoslarning parallel ishlashi.**

Bu holda ham, nasoslardan umumiy bosim quvurigacha bo'lgan masofadagi gidravlik qarshiliklarni yo'q deb faraz qilamiz.



Rasm 1. 56. Har xil xarakteristikali nasoslarning parallel ishlashi.

Ulardagi bosim bir xil bo'lmaganligi sababli, nasoslarni quyidagicha ishga tushiramiz: bosimi katta bo'lgan nasosni ishga tushiramiz, u suv hayday boshlaydi va suv sarfi oshgan sari bosimi kamayib boradi; ishlayotgan nasosning bosimi, ishlab turgan, ammo zadviykasi yopiq turgan ikkinchi nasosning maksimal bosimiga tenglashgandan so'ng, zulfinni ochamiz. Shu (M) nuqtadan boshlab, ikkala nasos parallel ishlay boshlaydi, chunki $H = H_1 = H_2$.

Bosimi katta bo'lgan nasosdan uzatilayotgan suv, bosimi kichik bo'lgan nasosning bosim quvuri orqali teskari oqmasligi uchun, bosimi kichik quvurga teskari klapan o'rnatish kerak.

Nasoslar parallel ishlagunga kadar, umumiy quvurdan o'tayotgan suv sarfi, faqat bosimi katta bo'lgan nasosga tegishlidir. Umumiy (M) nuqtadan so'ng, nasoslar parallel ishlay boshlaydi va umumiy quvurdagi suv sarfi, ikki barobar ko'payadi.

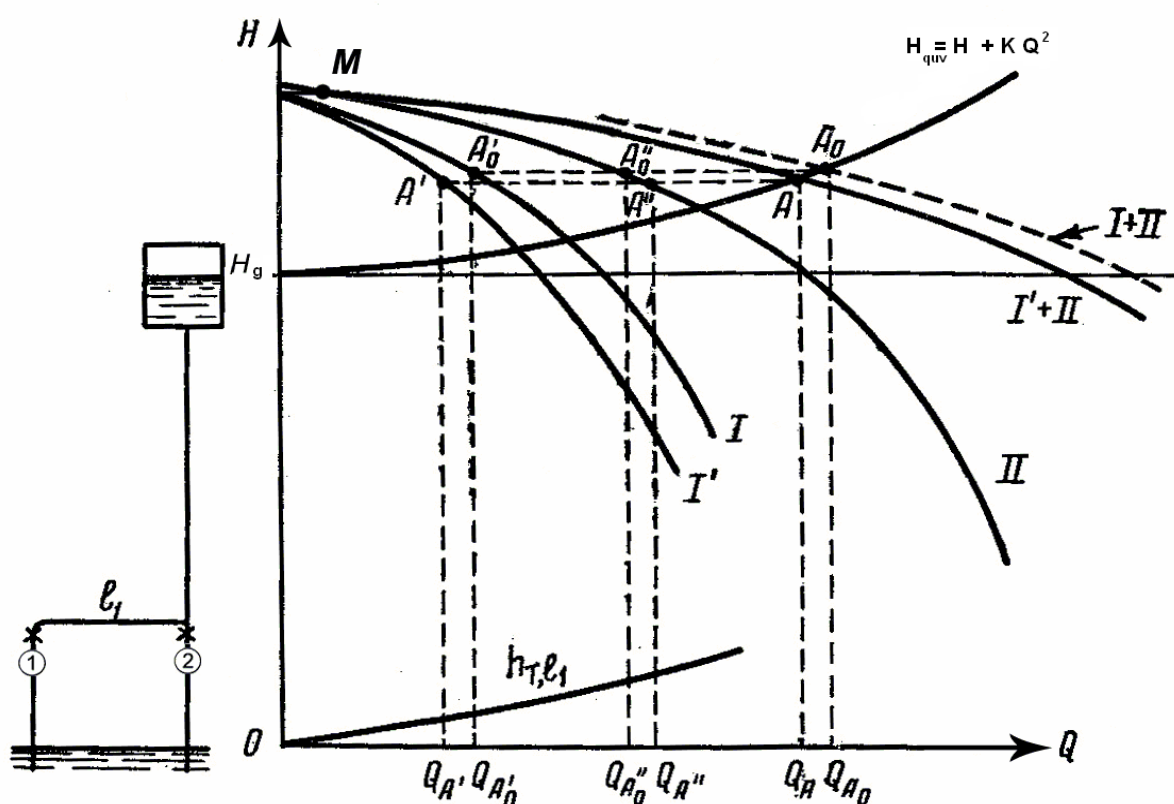
Ikkala nasos alohida ishlab uzatayotgan suv sarfi ular parallel ishlab umumiy bitta quvurga uzatayotgan suv sarfidan kattadir, ya'ni

$$Q_A = Q_{A^I} + Q_{A^{II}} < Q_{A1} + Q_{A2}. \quad (1.103)$$

Bu erda: Q_A - ikkala nasosning umumiy suv sarfi; $Q_{A'}$; $Q_{A''}$ - har bir nasosning umumiy quvurga uzatayotgan suv sarfi; Q_{A1} ; Q_{A2} - har qaysi nasos alohida ishlaganidagi suv sarfi.

- **umumiy ulanish nuqtasigacha quvurlari uzunligi har xil bo'lgan nasoslarning parallel ishlashi.**

Bu holda nasoslardan birining quvuri uzun bo'lganligi sababli, unda sezilarli darajada bosim yo'qotiladi. ikkinchi nasosning quvuri kalta bo'lganligi uchun, bosim yo'qotilmaydi deb faraz qilamiz.



Rasm 1.57. Quvurlari uzunligi har xil bo'lgan nasoslarning parallel ishlashi.

Bu nasos agregatlari uchun, bosim xarakteristikasini quyidagicha ko'ramiz: uzun quvurli nasos uchun, yo'qotilgan bosimni hisoblaymiz va uni xarakteristikalar koordinatasiga chizamiz; so'ngra ikkala nasosning bosim xarakteristikalarini chizamiz. Quvuri uzun bo'lgan nasosning bosim xarakteristikasidan, yo'qotilgan

bosimni ayirib tashlaymiz va bu nasos uchun yangi bosim xarakteristikasini chizamiz. Hosil bo'lgan yangi bosim xarakteristikasi bilan, ikkinchi nasos bosim xarakteristikalari uchun parallel ishlash koidasiga asosan, umumiy bosim xarakteristikasini chizamiz. Quvurlar sistemasi xarakteristikasini chizamiz. Nasoslar uchun alohida – alohida va umumiy ish nuqtasini topamiz.

1.57 – rasmdagi belgilarning mazmuni: $H^1 - Q^1_I$ – yo'qotilgan bosim ajratib tashlangandan so'ng, birinchi nasosning bosim xarakteristikasi; $H-Q_I$ – birinchi nasosning nazariy bosim xarakteristikasi; $H-Q_{II}$ – ikkinchi nasosning nazariy bosim xarakteristikasi; $H-Q^1_{IQII}$ – yukotilgan bosim ajratib tashlangandan so'ng, ikkala nasos uchun umumiy bosim xarakteristikasi; $H-Q_{IQII}$ – bosim yo'qotilgan deb faraz qilinganda, parallel ishlayotgan ikkala nasos uchun umumiy bosim xarakteristikasi.

1.4.5.2. Nasoslarning ketma–ket ishlashi

Bir nasos kerakli balandlikka suvni chiqarib bera olmaganda, ikki yoki undan ortiq nasos ishlashiga to'g'ri keladi.

Suvni birinchi nasos bosim quvuri orqali ikkinchi nasosning so'rish patrubkasiga uzatilishi, **nasoslarni ketma – ket ulab** ishlatish deyiladi. Nasoslarni ketma – ket ulash, umumiy bosimni oshirish uchun qo'llaniladi.

Ketma – ket ulashning asosiy shartlari:

$$Q_{um} = Q_1 = Q_2 = \dots = Q_n$$

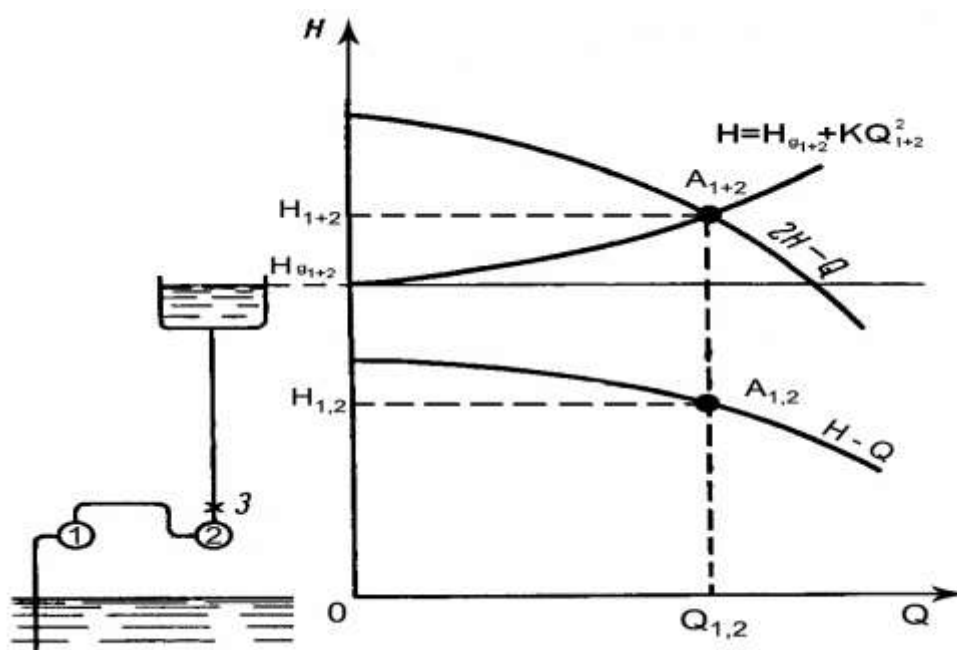
$$H_{um} = H_1 + H_2 + \dots + H_n$$

• **bir xil xarakteristikali nasoslarni ketma–ket ulab ishlatish**

Ikkita ketma – ket ishlayotgan bir xil xarakteristikali nasoslarning umumiy bosim xarakteristikasini qurish uchun, bitta nasosning har bir suv sarfiga mos bosimini ikki barobar kupaytirish kerak. Ketma – ket ishlayotgan ikki nasosning ishchi nuqtasi, umumiy bosim xarakteristikasining quvurlar sistemasi xarakteristikasi bilan kesishgan nuqtasi bo'ladi. Bir xil xarakteristikali nasoslarning ketma-ket ishlash shartlari:

- suv sarfi $Q_{um} = Q_1 = Q_2 = \dots = Q_n$
- bosimi $H_{um} = H_1 + H_2 + \dots + H_n = nH_1$

Bu erda: n – nasoslar soni.



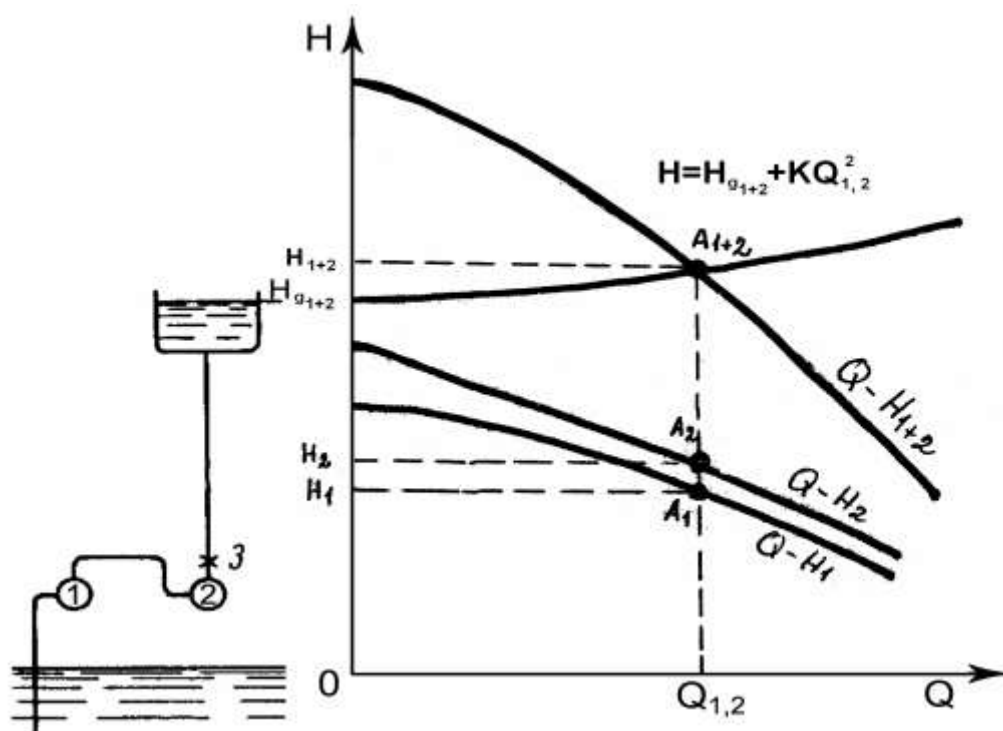
Rasm 1.58. Bir xil xarakteristikali nasos-larning ketma-ket ishlashi.

- **xar – xil xarakteristikali nasoslarni ketma – ket ulab ishlatish**

Ketma – ket ishlayotgan har xil xarakteristikali nasoslarning har bir suv sarfiga mos bosimlarni topish uchun nasoslar bosimini bir – biriga qo’shish kerak. Nasoslar bosimi yig’indisi bilan birinchi nasos suv sarfi orasidagi bog’lanish ularning umumiy bosim xarakteristikasini beradi.

Umumiy bosim xarakteristikasidan biror nuqtaga mos keladigan har bir nasosning bosimini topish uchun, umumiy ishchi nuqtasidan absissa o’qiga perpendikulyar tushi-ramiz. Nasoslarning bosim xarakteristikasi bilan perpendikulyarning kesishgan nuqtasidagi bosim har bir nasosning **A** nuqtasidagi bosimni beradi. Har xil xarakteristikali nasoslarning ketma – ket ishlash shartlari:

- suv sarfi $Q_{um} = Q_1 = Q_2 = \dots = Q_n$
- bosimi $H_{um} = H_1 + H_2 + \dots + H_n$

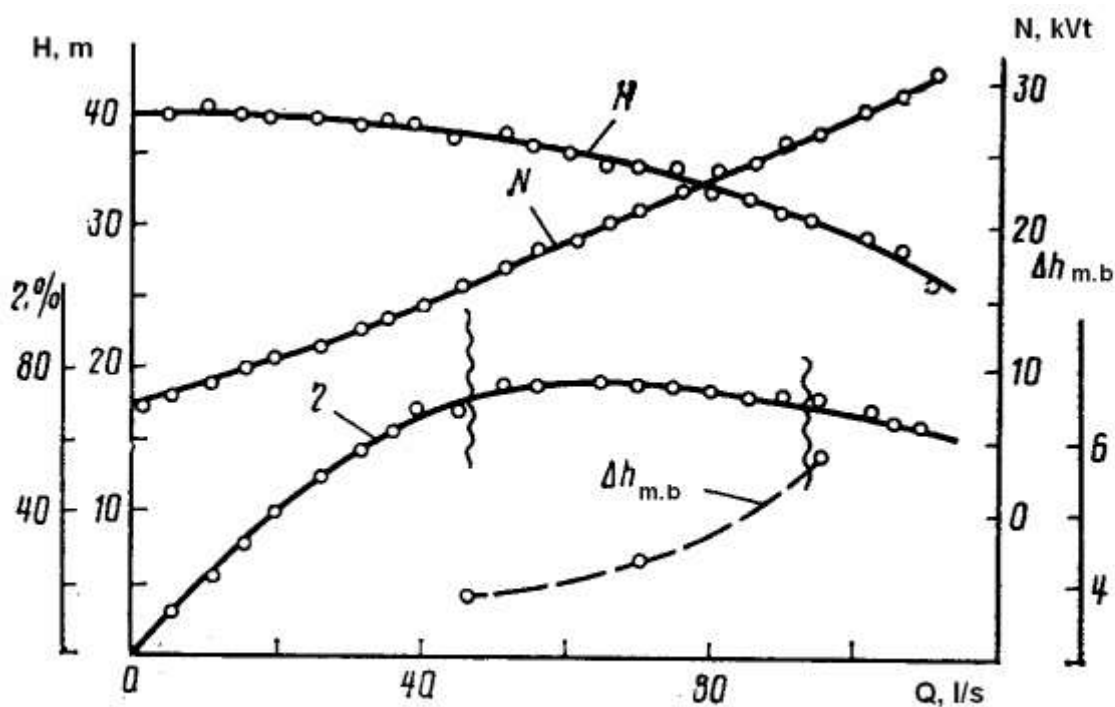


Rasm 1.59. Har xil xarakteristikali nasos-larning ketma-ket ishlashi.

1.4.6. Nasoslarni sinash

Nasoslarning xarakteristikolari – suyuqlik sarfi- Q bilan bosim- H , quvvat- N va FIK- η orasidagi grafik bog'lanishlar yuqorida aytilganidek, zavodda utkaziladigan parametrik sinovlar natijasida olinadi (Rasm 1.60).

Parametrik sinovlar, 6134-71 Davlat standarti (GOST) «Dinamik nasoslar. Sinovlar o'tkazishning usullari va qoidolari»ga asosan o'tkaziladigan sinovlarning bir qismi hisoblanadi. Bu davlat standarti, aylanuvchi ishchi qisimli barcha dinamik nasoslarga taalluqlidir. Har bir nasos minimal va maksimal suv sarflari oraligida **chiniqtirish sinovidan** o'tkaziladi. Chiniqtirish vaqti nasosning quvvatiga bog'lik bo'lib, 0,25 – 2 soatni tashkil qiladi.



Rasm 1.60. Sinovlar natijasida qurilgan nasosning xarakteristikalar.

o – sinov nuqtalari.

Dinamik nasoslar uchun sinovlar o'tkazishning qo'yidagi tashkiliy-xuquqiy turlari o'rnatilgan:

- zavoddagi dastlabki sinovlar;
- qabul qilish sinovii;
- dastlabki bir gurux nasoslar sinovi;
- qabul qilish – topshirish sinovi;
- davriy sinovlar;
- namunaviy sinovlar;
- ishonchlilikni aniqlash sinovlari.

Dastlabki zavoddagi sinovlar birinchi tayyorlangan tajriba nusxa nasoslar va alohida ishlab chiqariladigan nasoslar uchun o'tkaziladi. Sinovlar bu nasoslarni keyinchalik seriyali ishlab chiqarish va texnik hujjatlarning hamma talablariga mos kelishini tekshirib ko'rish uchun o'tkaziladi.

Qabul qilish sinovlaridan dastlabki zavoddagi sinovlardan o'tgan hamma nasoslar o'tkazilishi lozim. Qabul qilish sinoviga asosan, shu nasosni seriyali ishlab chiqarish masalasi hal qilinadi va nasosning texnik hujjatlariga shu sinovlardan olingan uning ishchi xarakteristikalari kiritilishi shart.

Dastlabki bir gurux nasoslar sinovi, nasosni seriyali ishlab chiqarishga tayyorgarlik ko'rish va tashkil qilish maqsadida o'tkaziladi. Nasoslarni seriyali ishlab chiqarish uchun, dastlabki bir gurux nasoslar sinovining natijalar qabul qilish sinovlarida olingan natijalarga mos kelishi kerak.

Qabul qilish – topshirish sinovi, nasosni seriyali ishlab chiqarishda, chiqish nazoratining asosiy shakli hisoblanadi. Bu sinovlar, nasoslarni tasdiqlangan texnik hujjatlar talablariga mos kelishini tekshirish maqsadida o'tkaziladi. Bunday sinovlardan har bir seriyali ishlab chiqariladigan nasoslar o'tkazilishi shart.

Davriy sinovlarda, nasoslar seriyali ishlab chiqarila boshlagandan so'ng, ularni hamma fizik parametrlari kundalik (davriy) nazoratdan o'tkazib turiladi. Bu sinovlar nasoslarni tayyorlovchi zavod tomonidan o'tkazilib, ularni texnik talablarga mos kelishi tekshirib ko'riladi.

Namunaviy sinovlardan nasosni ishlab chiqarish texnologiyasi yoki konstruksiyasiga o'zgarishlar kiritilgan so'ng, tayyorlangan birinchi nasoslar o'tkaziladi.

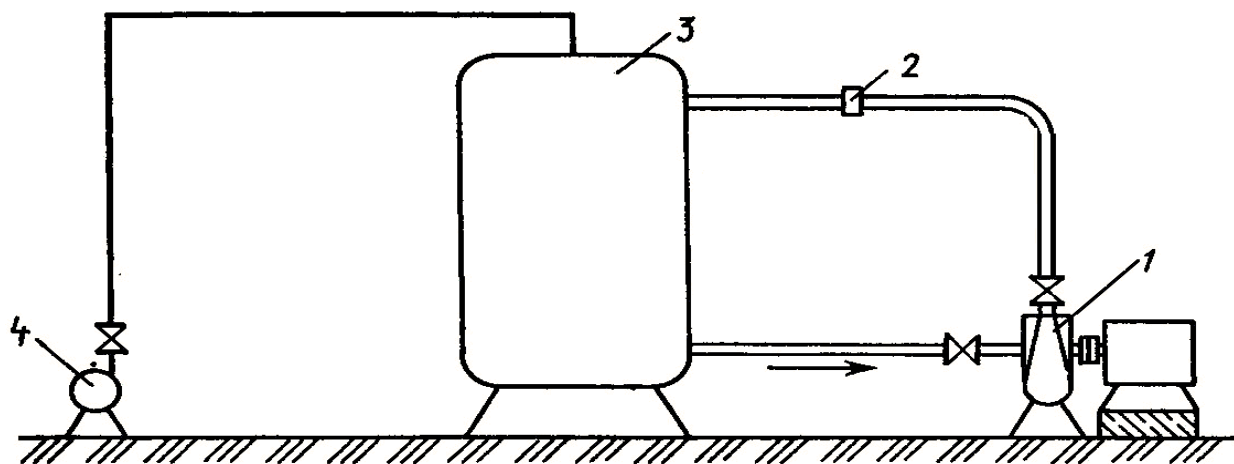
Ishonchlilikni aniqlash sinovlari, seriyali ishlab chiqarilgan birinchi nasos yoki alohida ishlab chiqarilgan nasoslar bilan ularning xaqiqiy ishonchlilik ko'rsatkichlarini olish uchun o'tkaziladi. Bu sinovlar, nasoslarda kapital ta'mirlash boshlanguncha yoki nasos ishlamay qolguncha davom ettiriladi va juda uzoq vaqt davom etishi mumkin.

Ishonchlilikni aniqlash sinovlari – bu nasosni ishlab chiqargan korxona qatnashmaydigan yagona sinov turidir. Bu sinovlar natijasida, ishlab chiqarilgan nasoslarning ishonchlilik ko'rsatkichlari, zavod tomonidan berilgan ko'rsatkichlardan past emasligiga baxo beriladi.

Xaqiqiy mazmuniga nisbatan, ishonchlilikni aniqlash sinovlari, nasoslarni dala sharoitida yoki shunga o'xshash maxsus sinov qurilmalarida, nazorat ostida

ekspluatatsiya qilishdan iboratdir. Sinovlar yopiq va ochiq sinov qurilmalarida o'tkazilishi mumkin (Rasm 1.61. va 1.62.). Yopiq sinov qurilmalari, kirishda bosimini tartibga solish mumkin bo'lgan, kichik va o'rtacha nasoslarni parametrik sinovlardan o'tkazishda qo'llaniladi. Nasosning kavitatsiya xarakteristikasini olishda, nasosga kirishdagi vakuum, vakuum-nasos bilan hosil qilinadi. Ochiq turdagi sinov qurilmalari, har xil nasoslarni nazorat sinovidan o'tkazishda hamda, katta nasoslarni va kirishda bosimini tartibga solishni iloji bo'lmagan nasoslarni, parametrik sinovdan o'tkazishda qo'llaniladi.

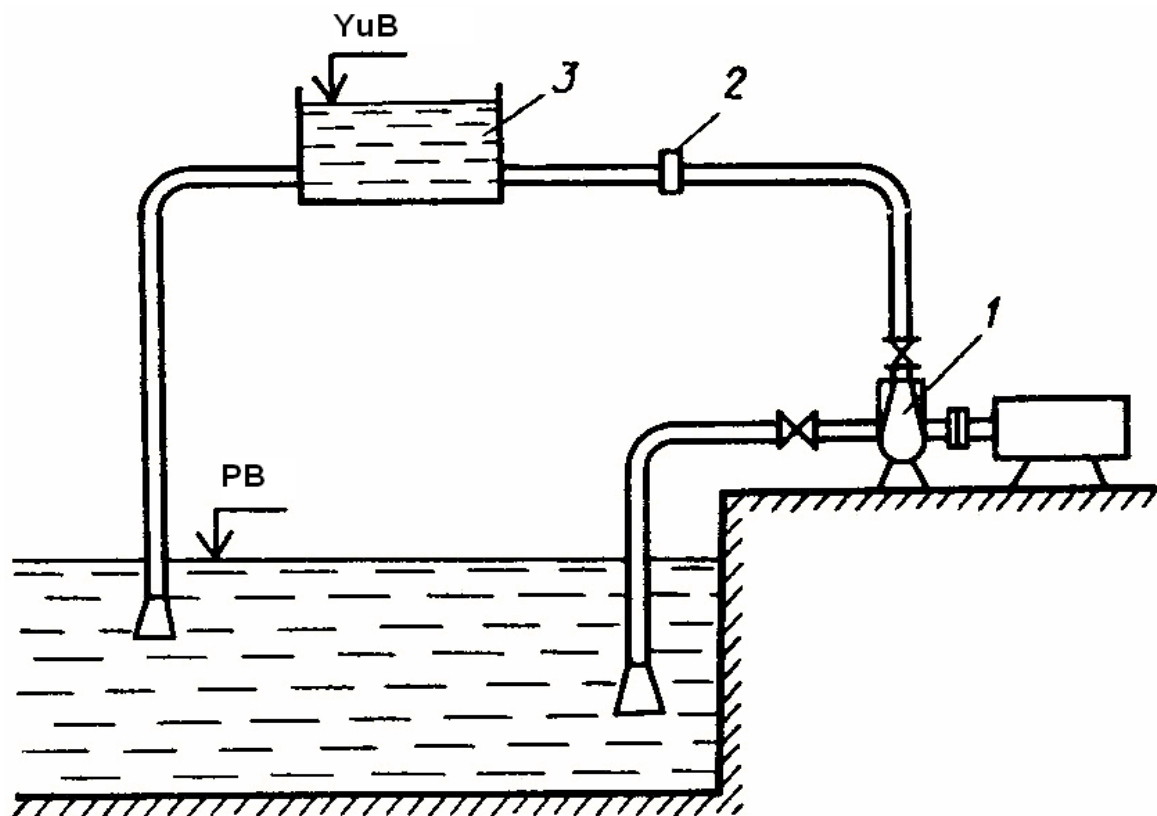
Toshkent irrigasiya va qishloq o'jaligini mexanizasiyalashtirish injinerlari instituti gidromeliorasiya fakul'teti «Suv quvvatidan foydalanish va nasos stansiyalari» kafedrasida ochiq turdagi bir necha sinov qurilmalari mavjud.



Rasm 1.61. Yopiq turdagi sinov qurilmasi.

1 – sinab ko'rilayotgan nasos; 2 – suv o'lchagich; 3 – vakuum baki;
4 – vakuum nasos.

Ma'lumki, er osti suvlari hisob sathini bir xilda ushlab turish uchun drenaj quduqlaridan suv ko'tarib beruvchi ЭҚБ markali nasoslar qo'llaniladi. hozirgacha ishlab chiqarilayotgan bu turdagi nasoslarning eng minimal suv ko'tarish balandligi 35 m.ga teng. Ammo, nasoslarni 35 m.dan yuqoriroqqa (masalan, er sathidan 15 m pastga) o'rnatib ham, er osti suvlarining hisob suv sathini ushlab turish mumkin. Bu holatda, drenaj quduqlarini jihozlash harajatlari hamda, energiya iste'moli kamayadi.



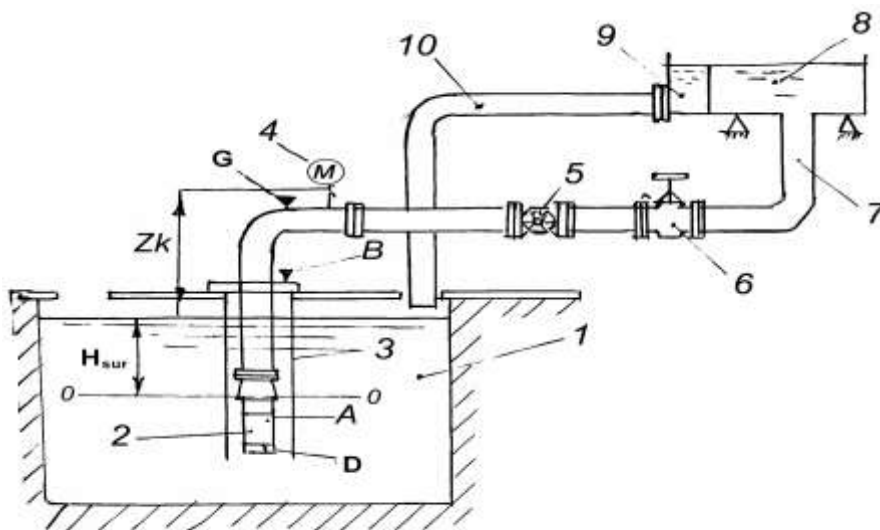
Rasm 1.62. Ochiq turdagi sinov qurilmasi.

1 – sinab ko’rilayotgan nasos; 2 – suv o’lchagich; 3 – bosimli bak.

Yuqoridagilarga asosan, O’zbekiston Respublikasi Qishlok va Suv xo’jaligi vazirligining qarori bilan, “Suv mash” zavodida, quduqlardan suv chiqarib beruvchi past bosimli maxsus ЭИВ10-160-15 markali elektronasos ishlab chiqarila boshladi. 1999 yili bunday nasoslarning dastlabki 10 donasi ishlab chiqarildi va ekspluatatsiya (dala) sinovlarini o’tkazish uchun ulardan 5 donasi Sirdaryo nasos stansiyalari energetika va aloqa boshqarmasiga, 5 donasi esa fargona viloyati qishlok va suv xo’jaligi boshqarmasiga berildi.

O’zbekiston Respublikasi Qishlok va Suv xo’jaligi vazirligining topshirig’iga asosan, bu nasosning dastlabki nusxalari bilan, Toshkent irrigatsiya va melioratsiya institutida, uning **ishonchliligini aniqlash sinovlari** o’tkazildi. Bunday sinovlarning eng samarali turi, **nazorat ostida ekspluatatsiya qilishdir**, ya’ni dala

sharoitida va xaqiqiy dala tulik takrorlovchi laboratoriyadagi ochiq sinov qurilmasida (Rasm 1.4.24.), normal ekspluatatsiya qilinayotgan nasoslarda bo'layotgan hamma o'zgarishlar va harakatlarni u to'xtab qolguncha sistematik ravishda kuzatib borishdir.



Rasm 1.63. ƏQB nasoslarini sinovdan o'tkazuvchi ochiq turdagi sirkulyasiyalı qurilmaning sxemasi.

1 – suv qabul kiluvchi basseyn; 2 – nasos; 3 – qudukka kiydirilgan quvur; 4 – manometr; 5 – suv o'lchagich; 6 – zadvijka; 7 – bosimli quvur; 8 – bosimli bak; 9 – suv t oqib ushadigan nov; 10 – suv tashlagich quvur; A va D – issiqlik datchiklari; B va G – titrash datchiklari.

Sinov olib borilayotgan nasos qisman takomillashtirilgandan so'ng, nasosning xaqiqiy ko'rsatkichlarini pasportidagi ko'rsatkichlari bilan solishtirish natijasida, uning F.I.K. 13% ko'tarilganligi kuzatildi.

Unumdorligi katta bo'lgan nasoslarni laboratoriya sharoitida sinovdan o'tkazib bo'lmaydi. Shuning uchun ularni nusxalari sinab ko'riladi. O'xshashlik qonunlaridan foydalanib, nusxani xarakteristikasi asl nasosning xarakteristikasiga qaytadan hisoblab chiqiladi. Asl nasosning hisoblangan xarakteristikalari, u nasos stansiyasiga o'rnatilib ishga tushirilgandan so'ng tekshirib ko'riladi.

1. 5. HAJMIY NASOSLAR.

1.5.1. Hajmiy nasoslar klassifikatsiyasi, ishlash prinsipi

Hajmiy nasoslarga porshenli, rotorli, diafragmalı va boshqa nasoslar kiradi.

Siqib chiqarish nasoslarda suyuqlik ish kamera hajmini navbat bilan o'zgartirishi hisobidan uzatiladi. Ish jarayonining birinchi yarmida nasos ish kamerasi hajmi ko'payadi, undagi bosim esa kamayadi. Bu vaktida ish kamera suv to'ldirilgan rezeruaga tushirilgan so'rish quvuri bilan tutashadi va atmosfera bosimi ta'sirida suv bilan tuladi. Ish jarayonining ikkinchi yarmida, kamera surish quvuridan ajratilgan va bosimli quvur orkali yukoridagi rezervuar bilan tutashadi. Bu vaktida ishchi kamera xajmi kamaya boshlaydi va suyuqlik bosimli quvur orkali yukori idishga sikib chikariladi.

1.5.1.1 Porshenli nasoslar

Porshenli nasoslar kadimdan ma'lum. Xozirgi vaktida porshenli nasoslar kishlok xujaligi suv ta'minotida kuduklardan suv chikarishda kullanib turiladi. Krivashiqli mexanizimli bir tomonlama ishlaydigan porshenli nasosni kurib chikamiz. Bunda klapan kutisi bilan silindr, ish kamerasini xosil kiladi. Uning xajmini binobarin, undagi bosimni silindr ichida ilgari lanma – kaytma xarakat kilayotgan porshen uzgartiradi. Bu xarakat krivoshiqli val xamda nasos porsheni bilan shtok vositasida birikkan shatun dan iborat krivoship mexanizmi yordamida vujudga keladi. Porshenning vertikal tekislikdan ogishiga yul kuymaslik uchun shtokni shatun bilan birktiruvchi sharnir ikki parallel tekislik orasida xarkatlanadi. Porshen ungga xarakatlanganida ish kamerasida siyraklanish – vakuum xosil buladi. Atmosfera bosimi ta'siri ostida suv kabul rezervuaridan surish quvuri buylab kutariladi. Va surish klapani ochib, ishchi kamerasiga kiradi. Porshenli nasoslarda suvning surilish jarayoni shunday sodir buladi. Porshen chetki xolatdan chapga xarakatlanganida xaydash jarayoni sodir buladi bunda porshenning ish kamerasida suvni bosishi natijasida surish klapani bekiladi, xaydash klapani esa ochiladi va suv ishchi kameradin bosim quvuriga sikib chikariladi. Porshenli

nasoslar bilan suv bir tekis uzatilmaydi. Surishning notekisligi nasosga ishiga salbiy ta'sir qiladi, chunki u nasosning surish kobilyatini cheklaydi. Bu hodisani oldini olish uchun surish va bosimli quvurlarda nasosga xavo klapanlarini urnatish kerak buladi. Nasosni suv uzatish notekisligini turgunlashtirish uchun nasosda bir vaktning uzida ishlaydigan ishchi kameralar va silndrlar sonini kupaytirish kerak.

Kursatib utilgan shart – sharoitlar bu mashinalarning uzatishining kichikligini, kup metall ketishini xamda kimmat turishini bildiradi. Shu sababdan porshenli nasoslar sugorishda xamda suv bilan ta'minlashda keng kullaniladi.

Porshenli nasoslar kam xaydashli $0,01 - 250 \text{ m}^3/\text{soat}$ va yukori bosimli $0,25 - 25 \text{ MPa}$ xisoblanadi. Konstruksiyasi buyicha porshenli nasoslar ikki guruxga bulinadi, xususiyl porshenli va plunjerli. Plunjerli nasoslarda R 93 porshen urniga silindrik plunjer xarakat qiladi, u salnik orkali nasosning silndri xisoblanuvchi nasos kamerasi ichiga kiradi. Gidravlik nukta nazardan va ish jarayoni buyicha ikkila gurux nasoslari bir xil.

Nasoslarni konstruktiv farqlanishi ularni xar xil ish sharoitlarida kullanishini belgilaydi. Masalan yukori 10 metrdan kup bosimlarda plunjerli nasoslarni kullash, past bosimlarda porshenli nasoslarni kullash maksadga muvofik. Ekspluatatsiyada plunjerli nasoslar kulayrok chunki porshenlardagi kabi ularda uzgartiriladigan kismalari yuk.

Bir tomonlama xarakatlanuvchi porshenli nasoslarni sekunddagi xaydashi n ni ikki karra xarakatida

$$Q_t = \frac{FnSn}{60} \text{ formulasidan aniqlanadi.}$$

Soatdagi xaydashi $Q_t = 60 \cdot Fn \cdot Sn$ formulasidan aniqlanadi. Rasm 1.5.5. da nasosni ichiga zichlovchi S solniga orkali utuvchi, vertikal plunjerli, bir tomonlama xarakatlanuvchi nasos sxemasi kursatilgan. Bu nasos xuddi gorizental porshenli nasos kabi ishlaydi. Kushimcha kismalari faoliyat suruvchi xavo kamerasi va xaydovchi xavo kopkogidir. Bu kismalar nasosni ishida katta axamiyatga ega va gorizental plunjerli va porshenli nasoslarda bulishi mumkin.

Ukuni joylashishi buyicha nasoslar gorizonta va vertikal buladi.

Porshenli chapga xarakatida, nasos ishi turgunlashganda K_v klapani yopik, K_n klapani ochik buladi va u orkali nasos S yurishida bosimli quvurga $V_i = F_n \cdot S$ suv xajmini xaydaydiyu bu vaktda nasosni ung ishchi kamerasiga K_v klapani orkali suv suriladi, bu vaktda klapan K_n yopik buladi. Porshen ungga xarakatlanganida surish K_v klapani orkali, xaydashesa K_n orkali amalga oshiriladi, bunda nasos S yurishda $V_r = (F_n - f)S$ suv xajmini xaydaydi. Demak, ikki yurishda nasos suv xaydashi

$$V = V_1 = V_2 = F_n \cdot S = (F_n - f)S = (2F_n - f)S \text{ ga teng buladi.}$$

Sekunddagi suv xaydashi

$$Q_t = \frac{(2F_n - f)S n}{60} \text{ soatdagi } Q_t = 60 (2F_n - f) S n$$

Bu erda:

F_n – porshen yoki plunder qirqim yuzasi m^2 , $\frac{\pi D^2}{4}$;

D – porshen diametri m ;

f – porshen shtoki qirqim yuzasi, m^2 ;

S – porshen yuritish kriship shatunli nasos uchun;

$2z$ – ga teng, r – krivaship radiusi, m ;

n – porshen yoki plunjerning ikki karrali yurish krivaship vali aylanishi, chastotasi;

V – bir porshen plunder xajmi, m^3 ;

Q – nasosning xakikiy xaydashi, m^3/s ;

t – sekund , minut, soat bulishi mumkin;

Q_t – nasosning nazariy xaydashi, m^3/s .

Quvurli kuduklarda oddiy vertikal shtangali porshenli nasoslar kulaniladi. Rasm 1.5.5. Nasos silind 2 dan, klapan surish quvuridan, klapan K_n bilan yoniluvchi teshikchali porshen 3 dan tashkil topgan. Bunday porshen utkinchi xisoblanadi. Porshen, panshaxa 4 bilan tutashgan shtanga 5 dan xarakatga

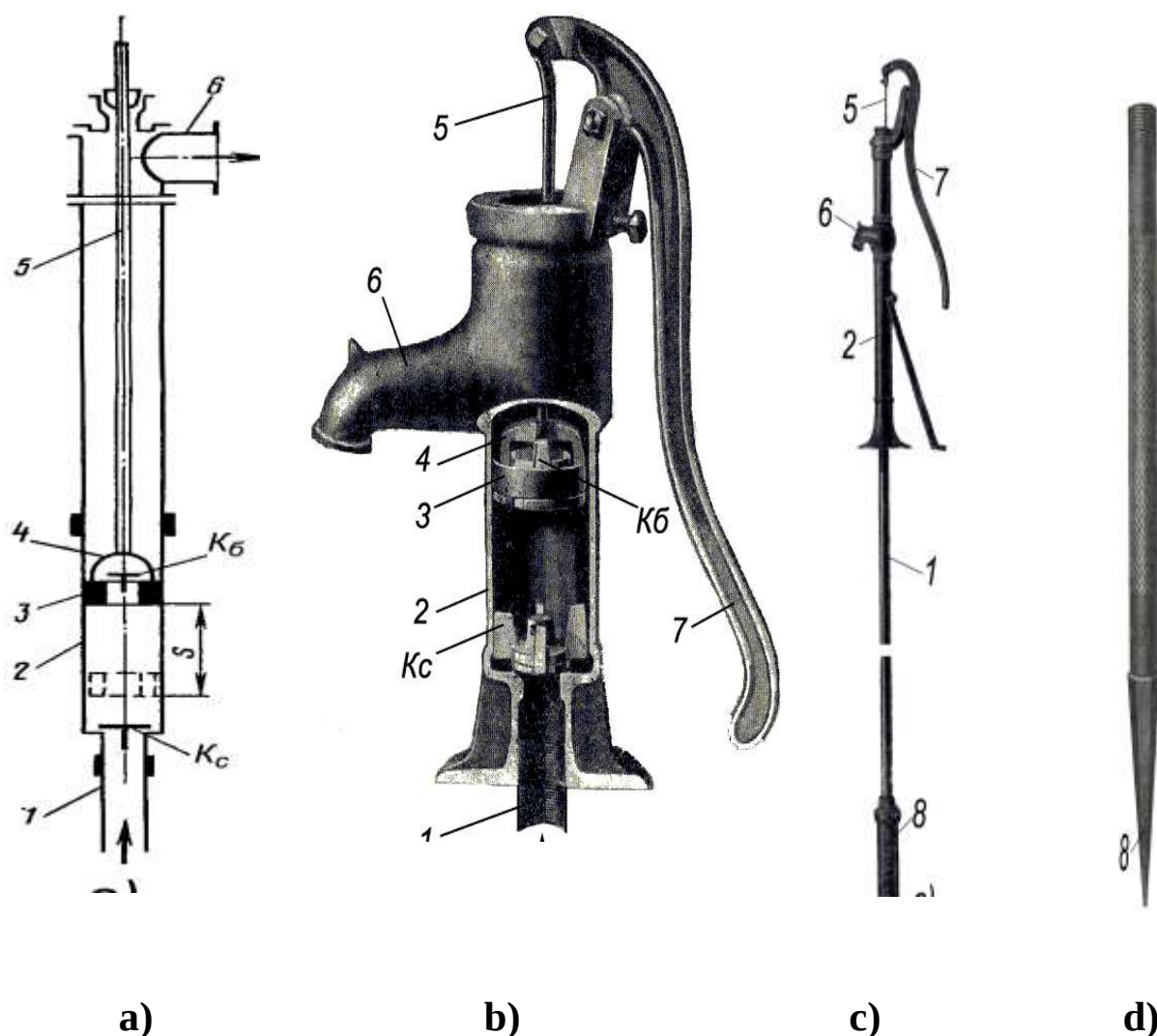
keltiriladi. Nasosni turgun ishida porshen S yurishi balandligiga yukoriga kutarilganida Kv klapani orkali silndrga FnS xajmdagi suvni surib oladi va shu bilan birga bosimli quvurga FnS xajmni xaydaydi, bunda Kn klapanli yopik buladi. Porshen tushirilganda Kv klapani yopiladi, ochilgan Kn klapani orkali esa FnS xajmi suv okadi va porshen tushirilganda silindr ichi suvga tuladi. Bu vaktida nasos bosimli quvurga xali suv uzatmaydi. Kurib chikilgan nasos bir tomonlama xarakatlanuvchi nasoslar guruxiga kiradi va porshen yukoriga xarakatlanganda ishchi yurishni amalga oshiradi.

Bu nasos biroz soddalashgan konstruksiyada 2500 yil avval kadimgi greklarda chukur kuduklardan suv kutarishda xozir xam kullanilmokda Rasm 1.5.5 b da shtangali porshenli differsial nasos kursatilgan pastki kism rasmda kursatilgan bilan bir xil, yukori kismi esa plunjerga ega. Plunjer tufayli nasos, defferensial nasos prinsipida ishlaydi porshen kutarrilganda. Quvurga uzatilgan xajm $(F_n - f)S$ ga, klapan Kv orkali surib olinayotgan suyuklik xajmi $F_n S$ ga teng. Porshen tushiriganda plunjer bosimli quvurga tS xajmni sikib chikaradi. Binobarin ikki yurishdagi xaydash $V = F_n \cdot S$ ga teng.

Shtangali nasoslar ikkita porshenga ega bulishi mumkin. Xar bir porshen yukoriga yurganda bir vakti uzida suradi va xaydaydi. Yukoridagi porshen shtangasi quvursimon, uni ichidan pastki porshen uzliksiz shtangasi utadi. Ikkala porshen shtangasi ularni biri kutarilganda fakat chuzilishga ishlaydi, pastga tushishi esa porshenlar va shtkngalar ogirligi xisobidan ruy beradi. Ikkala yurishni yuklamasi bir xil, shuning uchun krivashipni tulik aylanishida ish bir tekis bajariladi va ishni tekislash uchun Rasm 96 da kursatilgan nasoslarga kerak bulgan maxsus moslamalar kullanilmaydi. Vazifasi, ishlash sharoiti va uzatilayotgan suyuklik xususiyatiga karab porshenli nasoslar xar xil konstruksiyali buladi.

Ukuni joylashishi buyicha gorizontal va vertikal nasoslar buladi. Vertikal nasoslar aloxida fundamentlarga urnatiladi yoki shatangali nasoslar kabi kudukka tushiriladi xarakati tavsifi buyicha, bir tomonlama va ikki tomonlama xarakatlanuvchi, differensial plunjerli nasoslar buladi.

Porshenlar yoki silndrlar soni buyicha, bir porshenli, ikki porshenli va kup porshenli nasoslar buladi. Xarakatga keltirish usuli buyicha tugri xarakatlanuvchi – bug ularda nasos silindridagi porshen umumiy shtok orkali bug mashinasi porsheni bilan boglanib nasos silindri bilan bir umumiy agregat xosil kiladi; porshenli nasos bilan kandaydir uzatma orkali tutashgan aloxida joylashgan dvigatelli nasoslar, kul yuritmal kul nasoslar buladi.



Rasm 1.64. Shtangali porshenli nasos:

a – sxemasi; b, c – umumiy kurinishi; d – fil'tri.

1 – surish quvuri; 2 – silindr; 3 – porshen; 4 – vilka; 5 – shtanga; 6 – bosim quvuri; 7 – dastak; 8 – fil'tr.

Xozirgi vaktida, respublikamiz kishlok axolisi, yuz minglab shtangali porshenli nasoslardan er ostidan ichilik suvini kutarib olish uchun foydalanilmokda.

Xozirgi vaktda, respublikamiz kishlok axolisi, er ostidan ichimlik suvini kutarib olish uchun yuz minglab shtangali porshenli nasoslardan foydalanilmokda. Ushbu porshenli nasoslar, quvurli kuduklardagi suvni kutarib berganligi uchun, chukur porshenli nasoslar deb xam ataladi. – rasmda shtangali porshenli nasos kurulmasining umumiy kurinishi (b va c), nasosning sxemasi (a) va fil'tri (d) tasvirlangan.

Shtangali nasos silandrdan -2, K_s – klapanli surish quvuridan -1, bosim klapani $-K_b$ bilan bekitiladigan teshik porshendan -3, vilka -4 bilan ulangan, porshenni xarakatga keltiruvchi shtanga -5 va bosimli quvurdan -6 iboratdir.

Quvur orkali suv kutaradigan shtangali nasos kurulmasi kuyidagicha ishlaydi. Porshen yukoriga kutarilganda bosim klapani $-K_b$ bekiladi, surish klapanli – K_s ochiladi va bir vaktning uzida suv silindrga xamda bosimli quvurga utadi. Porshen pastga xarakatlanganda surish klapani - K_s yopiladi, bosim klapani – K_b esa ochiladi va suyuklik porshen orkali uning yukorisidagi xajiga utadi. Bu vaktda bosimli quvurga suv utish yuli berk buladi, ya'ni bu nasos xuddi bir xarakatli porshenli nasos kabi ishlaydi.

1.5.1.2 Rotorli nasoslar

Rotorli nasoslar ishchi kameradan suyuklikni sikib chikarish prinsipida ishlaydigan xajmiy nasoslar guruxiga kiradi. Sikib chikaruvchi sifatida shesternalar tishlari, vintlar, plastinkalardan foydalaniladi. Nasosga tushgan suyuklik tishlar orasidagi chukurchachani, vintli bushlikni tuldiradi. Porshenli nasoslardan farkli ularok rotorli nasoslarni sikib chikaruvchilari ilgarilanma – kaytma emas balki, uk atrofida uzluksiz aylanma xarakat kiladi. Klapanlar bu erda yuk, bosimli kamerani suruvdan sikib chikaruvchini uzi ajratadi. Ilgarilanma – kaytma xarakatni va u bilan boglik katta inersiya xarakatlarini yukligi. Klapanlarni bulmasligi va deyarli tekis suv uzatish bu nasoslarni yukori aylanishlar sonida ishlashini ta'minlaydi.

Barcha rotosion nasoslar suyuklikni ifloslanishiga ta'sirchan. Agar u obraziv zarrachalarga ega bulsa, nasosning ishkalanuvchi kismlari tez eyiladi va zichlik buzuladi. Shuning uchun bu nasoslar toza suyukliklarni uzatishda ishlatiladi.

Rotasion nasoslarni ishlash prinsipini shestrenalilar misolida kurib chikamiz.

Shesternyali nasos bir biri bilan birikadigan ikkita shesternadan iborat. Shesternalar radial oralikda nasos korpusida joylashgan. Shesternalar biri 2 ettioluvchi xisoblanadi. U valga shponka bilan biriktirilgan. Val korpusdan chikarilgan va oxirida shkif 4 yoki dvigatel' uchun muftaga ega. Ikkinchi etaklovchi shesterna 2 dan aylanadi va bosimli kamerani suruvchidan ajratuvchi xisoblanadi. Shestrenalarni aylanishidan suyuqlik surish kamerasi 5 da tishlar orasida chukurchalar bilan egallanadi. Natijada tishlar chukurcha suyuqlik katta tezlikda olib ketishini sababli surish kamerasida siyraklashish ruy beradi va surish teshigiga suyuqlik keladi. Tishlar orasi chukurchasidagi siyuqlik tishlar uzaro birikkan paytda xaydash kamerasiga sikib chikariladi va u erda bosim ortib suyuqlik uzatiladi.

Rasm dan kurinib turibdiki tugri tishli shesternali shesternalarda, tishlar orasida suyuqlik sikib keladi. Shestrenalarni aylanishi natijasida yonib qolgan joyodagi bosim uzgaradi. Bosim kupayganda kushimcha radial yuklanish xosil buladi, bosim kamayganda esa chukur vakuum xosil bulib kavitasiyaga olib keladi va tishlar yuzasini buzadi. Tishlar orasida suyuqlikni kolishini olidini olish uchun shevron tishli shesterialarni ishlatish ma'kul.

Shesternali nasoslar ixcham, tuzilishi buyicha sodda, arzon va ishlashi puxta. Yaxshi nasoslarda F.I.K. 0,6 – 0,7 dan oshmaydi. Ular gidroelektrostansiyalar moy xujaligida, kurilishi va yul mashinalarida keng kullaniladi. ishlab chikarish 0,22 dan 144 m^3 /soatgacha suyuqlik xaydovchi va bosimi 0,4 dan 2,5 MPa gacha bulgan kinematik yopishkokligi 0,2 dan 100 sm^2/s va xarorati 250 ° C gacha bulgan suyuqliklarni xaydovchi shesternali nasoslarni ishlab chikariladi. Ularni xarakterli kursatkichli bitta aylanishdagi xaydash – ishchi xajm xisoblanandi. Ishchi xajmi 1200 sm^3 gacha nasoslar silindrik tugri tishli shesterneli, 1200 sm^3 dan kup bulganda tashkiyaligi 200li tevron kiyshik tishli kilib ishlab chikariladi. Kinematik yopishkokligi kamida 0,2 sm^2/s va xarakati 100 ° C gacha suyuqlik bilan ishlaganda shesternali nasosni kapital remontgacha xizmat vakti 15000 soatgacha buladi.

Nasosning turiga siz belgilari OCH 8 – 25

8 – un marta kamaytiriladi. Ishchi xajmi 80 sm^3 .

25 – bosimi $2,5 \text{ MPa}$.

Kiyshik tishli va shevran shesternalarda tekis va shovkinsiz ish amalga oshiriladi. Agar nasos xar bir aylanishda tishlar orasidagi bushlik xajmiga teng mikdordagi suyuqlik xaydaydi deb taxmin kilinsa, shesternali nasosni xaydashini taxminiy formulasiga ega bulamiz.

$$Q_t = 2 \pi D_{n.o.} v p.$$

Tishlar sonini $Z = 7 / 12$ tishlar xajmi tishlar orasi xajmidan birmuncha kam deb kabul kilib avval nazariy xaydashni.

$$Q_t = 7 D_{n.o.} t v p.$$

Sung xakikiysini

$$Q = \eta_{ob} \cdot Q_t \text{ topamiz.}$$

Bu erda: **$D_{n.o.}$** – etaklovchi shesterna, boglangich aylanasi diametri, *sm*;

m – etishish modeli, *sm*;

v – gildirak eni, *sm*;

p – etaklovchi shesterna aylanish chastotasi, *ayl/min*.

η_{ob} – xajmiy F.I.K., amaliy xisoblar uchun 0,8 dan 0,9 gacha kabul kilinadi.

Z – tishlar soni, etaklovchi va etakluvchi shesternalar uchun bir xil kabul kilish tavsiya kilinadi.

1.5.1.3. Suv xalkali vakuum nasoslar

Markazdan kochma nasoslarni suv bilan tuldirish uchun maxsus vakuum nasoslardan keng foydalaniladi. Suv bilan kisman tuldirilgan silindrda eksentrik joylashgan yulduzsimon shakldagi ish gildiragi aylanadi. Bunda korpus perimetri buylab bir tomondan, gildirak vtulkasiga tegib turuvchi, qolgan tomonlardan vtulka bilan uroksimon bushlik xosil kiluvchi suv xalkasi yuzaga keladi. Ish gildiragi aylanganda uning birinchi yarim aylanish davomida (korpus ung kismi) parraklar, vtulka va suv xalkasi oraligidagi ish kamerasi xajmi ortadi, bosim kamayadi, natijada surish quvuri bushligidan surish derazasi orkali xavoni surish jarayoni ta'minlanadi. Ikkinchi yarim aylanish davomida (korpus chap kismi) suv xalkasi,

vtulkaga yaqinlashadi, ish kamerasining erkin xajmi kamayadi, natijada parrak, vtulka va suv xalkasi oraligidagi bushlikda xavoning sikilishi kuzatiladi. Ortikcha bosim ta'sirida xavo urok shaklidagi deraza orkali xaydash quvuri tomon suriladi. Shunday kiilb, xavo surish bushligidan xaydash bushligi tomon xarakatlanadi. Xavo bilan birgalikda nasosdan oz mikdorda suv xam chikadi. Suv isrofi va kizib ketishning oldini olish uchun vakuum nasosga sirkulyasion idishdan yoki suv olib ketish tarmogidan toza suv uzulksiz kelib turadi.

Aylanayotgan suvni xajmi rotor V ni AV qirqimidan utayotgan xajmga teng. Demak parraklar soni Z , ularning urtacha kalinligi S , eni v va gildirakni aylanish soni n da bu sarf ushbu kurinishni oladi.

$$Q_B = \left[\frac{\pi}{4} (D_0^2 - D_2^2) - Zl_1 S \right] v \frac{n}{60}$$

Suv xalka nasoslar konstruksiyasi buyicha sodda va ekspluatasiyasi buyicha puxta, fakat ishchi suv kuyish uchun toza suvni ishlatish kerak.

Nasos korpusi va rotor orasidagi oralik $0,1 \text{ mm}$ dan oshmaydi. Ishlab chikarish BBH va PMK turidagi suv xalka vakuum – nasoslarini ishlab chikaradi. Suv xalka mashinalari ikki turda ishlab chikariladi: B – sodda xarakatli va DB – ikki tomonlama xarkatli, xamda ikki bajarishli; BH – vakuum nasos sifatida ishlashi uchun; K – kompressor sifatida ishlashi uchun.

Sodda xarakatdagi BBH turidagi vakuum nasosning asosiy parametrlari: suv xaydashi $0,75$ dan $50 \text{ m}^3/\text{mingacha}$, ikki xarakatli $150 \text{ m}^3/\text{mingacha}$, maksimal vakuum 85 dan 95% gacha. PMK ratasion xul turdagi Q $3,6$ dan $27 \text{ m}^3/\text{mingacha}$, chegaraviy vakuum 90 dan 90% gacha. Rasm II 132, 107 da suv xalka vakuum nasos konstruksiyasi kursatilgan.

BBH – 15 nasosni xarakteristikasi Rasm II 108 da keltirilgan.

Suv xalka vakuum nasoslar. BBHK kurinishda belgilanadi, bu erda B – suv xalka; BH – vakuum – nasos; Q – nasos xaydashi m^3/min , PMK nasoslari PMK – Q kurinishda belgilanadi, bu erda Q – nasos xaydashi m^3/min da.

Ish vaktida suv nasos bilan xavoga kushilib tashlanadi, shuning uchun uni nasosga bir tekis kerakli mikdorda kushib turish kerak. Agar xalka suv bilan

tuldirilmagan ya'ni nasos ishida gildirakni yukori vtulkasi tulgagan bulsa, zichlik buzuladi va nasos ishlaymaydi. Bundan tashkari suv nasosda kiziydi, suvni kushish sovutish uchun xam kerak. Suv vodoprovoddan salnik tikini orasida joylashgan gidravlik zatvor kamerasiga keltiriladi, u erdan suv gildirak rotori stupisasiga tushadi va markazdan kochma kuch ta'sirida, yon tekislik buylab okadi, suv xalkasini xosil kilib gildirak va lobovina orasidagi oralikni zichlaydi. Kupinchalik suv kameradan salnik orkali utadi, uni sovutadi va bir vakti uzida zichlanishni xosil kiladi. Sal'nikni kattik sikish mumkin emas, chunki u suvni tomchi yoki inchgichka okimcha kurinishida utkazishi kerak. Sal'niklar va podshipniklar nasosning katta axamiyatli kismalaridir.

Gaz bilan birgalikda xaydalayotgan suvni ajratib olish uchun suv yiguvchi sigim urnatiladi, uning urta kismda okizuvchi quvur pastda esa suvni tulik okizish uchun pukak bilan yopilgan teshik bor. Yukorida ikkita teshik mavjud: bittasi xaydovchi quvurni va suv yiguvchini tutashtiruvchi quvur uchun, ikkinchisi – gazni atmosferaga chikarish uchun ishlatiladi.

Nasosni yokishdan oldin suv bilan tuldiriladi. Nasos yuritmasi elektrodvigatel.

Nasos va elektrodvigatel umumiy poydevor plitasiga montaj kilingan.

Kichik BBH – 1,5, BBH – 3 nasoslarda suv yiguvchi – sigim nasos bosim quvurchasida urnatilishi mumkin.

1.5.1.4. Qanotli nasoslar

Qanotli nasoslarni xarakati porshenli nasosnikiga uxshash buladi. Kuzgalmas silindr korpusi devoriga zich tegib turgan qanotni kayta – burilma xarakatidan, surish quvuriga tegib turgan korpusda xajm oshadi va surilish vujudga keladi. Bir vaktning uzida surib olingan suyuklikni korpusdan sikib chikarilishi natijasida xaydash paydo buladi. Qanotli nasoslarda kutariluvchi va otiluvchi klapanlarni urnatishga tugri keladi. Qanotli nasoslar ikki tomonlama turt karra xarakatlanuvchi buladi. Ikki tomonlama xarakatlanuvchi va toza suvlarni xaydashga muljallangan kul Al'veylar nasosi ancha keng tarkalgan. Dastani chapdan ungga burganimizda

korpusning chap kismida quvurcha orkali surish, ung kismida esa klapan orkali suyuqlikni xaydash vujudga keladi. Quvurcha diametrini 1,5 dyumda nasos xaydashi $Q = 90 \text{ l/min}$. buladi. Nasoslar suyuqlikni 7 m balandlikka surishi va 30 – 40 m bosim xosil qilishi mumkin. Nasosning soniyadagi xaydashi formuladan aniqlanadi.

$$Q = \eta_x 2\pi (R^2 - r^2) \varepsilon \frac{\alpha^0 n}{360 \cdot 60} \text{ o.o}$$

Bu erda:

R – nasos silindrik korpusini ichki radiusi;

χ – xaydashda ishtirok etadigan va aylanish ukiga urnatilgan vtulkani radiusi;

b – korpusning ichki eni;

α – qanot buriladigan burchak, asosan 90^0 ga yaqin kiymatga ega;

n – minutdagi ikki karra tebranish soni;

η_x – F.I.K. yaxshi ishlangan nasoslarda $\eta_x = 0,8 - 0,9$.

Oddiy konstruksiyali qanotli nasoslar maxsus almashtiriladigan zichlagichlarga ega emas, shuning uchun bushliklar orasidagi zichlik qanot va nasos korpusini sifatli tayyorlash va bir biriga moslashtirish bilan amalga oshiriladi. Bu nasoslarni kamchiligi ularni tez eyilishida, ayniksa kum bilan ifloslangan suv xaydalganda. Shuning uchun 0,15 – 0,2 MPa bosimda va katta surish balandligida, porsheni terili manjetarlar bilan zichlangan nasoslar kullaniladi.

2. GIDROTURBINALAR

2.1. GIDROTURBINALARNI LOYIHALASH

MAZMUNI VA BOSQICHLARI

Belgilangan ish sharoitiga qarab gidroturbinalarni tanlash va loyihalash bir nechta bosqichlarni o'z ichiga olib texnik hujjatlarni har tomonlama chuqur va aniq farqlashni talab qiladi:

- texnik topshiriqni tayyorlash;
- loyihaning eskizini ishlab chiqish;
- texnik loyihani ishlash;
- ishchi loyihani ishlash;

Gidroturbinani loyihalashdagi texnik topshiriq, uning texnik xarakteristikasini aniqlaydi va ishlab chiqmoqchi bo'lgan mashinani asosiy texnik-iqtisodiy talablariga shart qo'yadi. Asosan, ular GESning umumiy quvvatini N_{GES} , turbinani $N_m(KVt)$ nominal quvvatini, hisobiy N_h , minimal H_{min} va maksimal $N_{max} (m)$ naporlarni o'zgarib turishini, GESning dengiz sathiga nisbatan pastki b'ef (PB) $\nabla_{pb} (m)$ belgisini joylashishini o'z ichiga oladi. Loyihalanuvchi GES uchun dastlabki ma'lumotlar loyiha-qidiruv guruhlar tomonidan aniqlanib texnik topshiriqqa kiritiladi.

Loyihalanuvchi gidroturbina to'g'risida umumiy tushuncha-ni hosil qilish uchun loyiha eskizini tayyorlashda hisoblar va chizmalar bajariladi: uning tartibi va asosiy ko'rsatkichlari aniqlanadi, ishlash xarakteristikasi tuziladi, jihozlarni joylashtirish sxemasi tanlanadi, gidroturbinaning asosiy qismlari konstruksiyasini qaytadan ishlab chiqiladi. Loyihaning eskizi, gidroturbinaning texnik loyihasining asosi bo'lib xizmat qiladi.

Gidroturbina texnik loyiha-konstruktorlik xujjatlarini va uning qismlarini yig'ishdagi asbob-uskunlarni umumiy chizmasini, boshqarish va avtomatlashtirish sxemalarini, texnik-iqtisodiy asoslanishini, gidrodinamik va mustahkamlik hisoblarini, kerakli tajribaviy izlanish materiallarini o'z ichiga oladi.

Gidroturbinaning ishchi loyihasini konstruktorlik hujjatlari aniq yoritadi: umumiy va detalli chizma, tasnifi, texnik shartlari, nomai amollar

(formulyarlar) va boshqa materiallar. Ishchi loyiha bo'yicha gidroturbinani tayyorlash, uni ishlash jarayonini zavodda va GESda yig'ilgan holda sinash va kerakligicha nazorat qilish mumkin.

Kurs loyihasida alohida olingan bo'limlarining aniqligi va to'g'riligi loyiha eskizi darajasiga mos tushishi kerak.

Turli mutaxassislikda o'qiyotgan bakalavr talabalari uchun kurs loyihasini (yoki kurs ishini) tarkibi har xil bo'lib, uni o'quv rejasi bo'yicha talabalar diqqatiga o'qituvchi tomonidan amaliy mashg'ulotlar orqali etkaziladi. Loyihani to'la hajmi (yozuv va chizma qismi) quyidagi bo'limlarni o'z ichiga oladi:

- turbina tizimini (sistemasini) va ishchi g'ildirak turini tanlash;
- ishchi g'ildirak diametrini aniqlash va tanlash;
- normal aylanish sonini aniqlash va tanlash;
- tezlashgan aylanish sonini aniqlash;
- ruxsat berilgan balandligini aniqlash;
- o'qiy kuchlanish kattaligini aniqlash;
- gidroturbinalarni ekspluatasiya xarakteristika-sini qurish;
- spiral kamera turini aniqlash, uning gidromexaniq hisobi va nazariy chizmasini qurish;
- so'rish quvuri turini tanlash va uning o'lchamlarini aniqlash;
- yo'naltiruvchi apparat kinematik sxemasini qurish va servomotorning porsheni harakatlanish yo'lini aniqlash;
- gidroturbina konstruksiyasi (tuzilishi) ustida ishlash (gidroturbinaning ko'ndalang qirqimi va uning alohida olingan elementlari yig'ma chizmasi).

Berilgan shartga asosan gidroturbinalarning loyiha eskizini tayyorlashda bu qo'llanma kerakli hajmdagi har bir bo'limning bajarilishidagi hamma materiallarni o'z ichiga oladi va qo'llanma oxirida radial o'qli gidroturbinani tanlash hisoblari hamda gidroturbinalarning universal xarakteristikasi keltirilgan. Ba'zi

masalalarni chuqurroq o'rganish uchun qo'llanma oxirida keltirilgan adabiyotlardan foydalanish mumkin.

2.2 BERILGAN SHARTGA ASOSAN GIDROTURBINANI TANLASH

2.2.1 Gidroturbinaning tizimi va ishchi g'ildirak turi

Hozirgi zamon gidroturbinasozligi rivojlanish tendensiyasiga (yo'nalishiga) qarab gidroturbinalar loyihasini bajarish lozim va quyidagilarga ahamiyat berish kerak:

- gidroturbinalar energetik xarakteristikasini yaxshilash va gidroagregatlarni nooptimal yuklanishda va naporda o'rtacha ekspluatasiya foydali ish koeffisienti (FIK)ni oshirish;

- GES kurulishi tannarxini kamaytirishda ahamiyatga ega bo'lgan gidroturbinaning pastki b'efga nisbatan o'rnatish belgisini pasayishi uchun, uni suv bilan ta'sir qiluvchi qismida yuzaga keladigan kavitatsiya xarakteris-tikasini yaxshilash;

- ekspluatasiya jarayonining mustahkamligini va tejamkorligini oshirish;

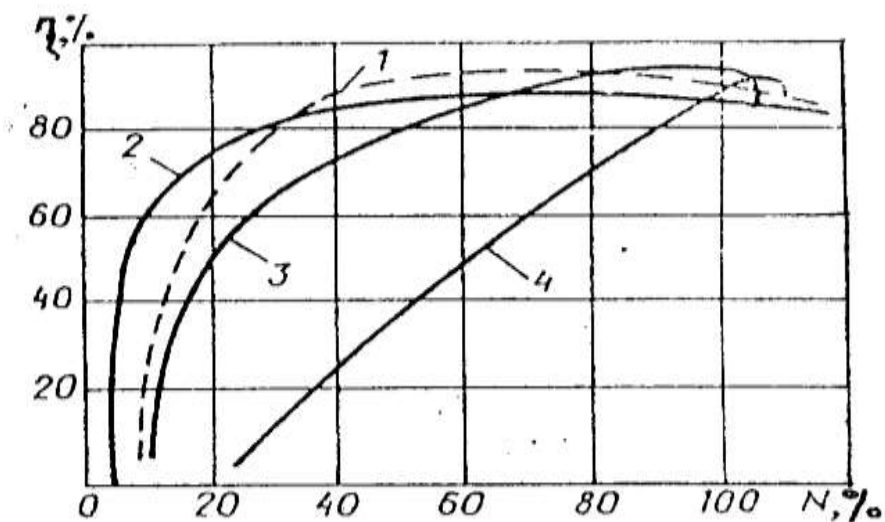
- gidroturbinaning tez yurarliligini oshirib talab qilingan xisobiy quvvatni olish;

- gidroturbinaning suv o'tkazuvchi traktida gidrodinamik pul'sasiyani kamaytirib gidroagregat titrashi (vibrasiya) ni kamaytirish, ularning kattaligini va og'irligini kamaytirish;

- gidroagregatning kuvvatini oshirish hisobiga, ular sonini kamaytirish, FIK oshirish va energetik jihozlar va GESlar narxini kamaytirish.

gidroturbinani turini tanlash paytida uni suv bilan ta'sir qiluvchi qismini har xil xususiyatga ega ekanligini nazarda tutish kerak. Turli gidroturbinalarni energetik sifatini aniqlashda FIK bilan quvvat oralig'ida (2.1-rasm) qurilgan ishchi xarakteristikasidan foydaniladi. 2.1-rasmga asosan turli gidroturbinalar yuklanishi o'zgarishini har xil darajada qabul qiladi. Parrakli (Pr)

gidroturbinalar yuklanish grafigini o'zgarishiga sezuvchan bo'lgani uchun katta qiymatli FIK ishchi zonasi tor bo'ladi (4 egri chiziq). Bu esa o'z navbatida suvning nohisobiy burchagi ostida sirpanib o'tgandan quvvatni ko'p yo'qolishini ko'rsatadi. Burama kurakli (BK) gidroturbinalarda esa, uning kurakchalari har xil optimal burchakka burilishi hisobiga, yuklanishning keng diapazonda o'zgarishi katta qiymatga ega bo'lgan fik ishchi zona qismi oralig'i keng (katta) bo'ladi. (1 egri chiziq). Burama kurakli dioganal (D) gidroturbinalar ham BK egri chizig'iga o'xshash bo'ladi (2 egri chiziq).



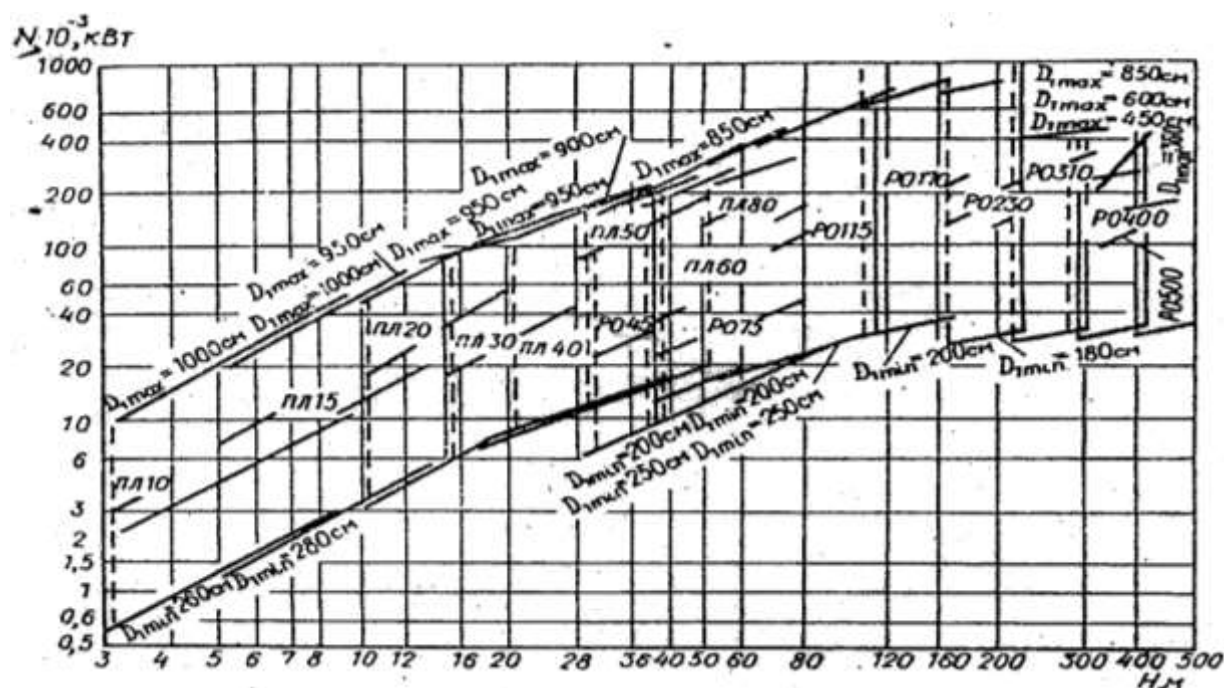
Rasm 2.1. Turli gidroturbinalarning ishchi xarakteristikasi.

Radial o'qli (RO') gidroturbinani ishchi xarakteristikasi Pr va BK xarakteristikalari oralig'ida joylashgan. RO' gidroturbinaning FIK etarlicha katta. Bu gidroturbinalarni optimal FIK kattaligi BK gidroturbinalarnikiga qaraganda tor ishchi zonaga ega. Gidroturbinalarning turini maksimal naporiga qarab, ishlash sharoitini hisobga olgan holda erkin grafikdan (2.2-rasm), asosan nomenklatura bo'yicha [27] tanlanadi,

Nomenklatura bo'yicha o'q yo'nalishda suv oqimini o'tkazuvchi gidroturbinalar (Pr va BK) $H=2-80\text{ m.}$, RO' gidroturbinalar $H=30-600\text{ m.}$, D-gidroturbinalar $H=40-120\text{ m}$ naporlarda ko'llaniladi.

Ba'zi bir naporlarda turli sinflarga oid gidroturbinalar ishlashi mumkin. U holda qulay variantni tanlab, olingan kattaliklarni taqqoslab, FIKi

katta bo'lgani olinadi. Eksploatatsiya sharoitlari taqqoslangan holda tanlab olingan variantlardan gidroturbinaning afzaligi va kamchiligini hisobga olish kerak.



Rasm 2.2. Gidroturbina nomenklaturasi.

O'q yo'nalishda suv o'tkazuvchi (Pr va BK) gidroturbinalar ko'p suv o'tkazish qobiliyatga ega bo'lib optimal aylanish soni katta, ya'ni RO' gidroturbinaga nisbatan tez yurarligi kattadir. Shu sababdan bir xil napordagi va quvvatdagi bk gidroturbina generatorining o'lchami va narxi kam bo'ladi.

Agar GESda napor va yuklanish ma'lum miqdorda noturg'un bo'lsa, u holda BK gidroturbinani o'rnatish ancha tejamli hisoblanadi, chunki uni ishchi xarakteristikasi yassiroq bo'lgani uchun fik yuqori bo'lgan keng ishchi zonada ishlatish mumkin. Bu esa o'z navbatida qilingan hisobdan farq qiladi. Oshirilgan o'rtacha narxi, ekspuatatsiya FIK hisobiga, qo'shimcha ishlab chiqilgan elektrenergiyasi narxi, ishchi g'ildirakning kuraklarini burilishini ta'minlovchi jihozlar narxidan kichik bo'lishi mumkin.

Pr (Пр) va RO (РО) turbinalari BKga gidroturbinalarga qaraganda ko'rilayotgan sharoitda o'rtacha eksploatatsiya FIKi kichik qiymatga ega, natijada ishlab chiqilgan elektrenergiyasi kamroq bo'ladi. Lekin bu gidroturbinalar,

BK gidroturbinalar bilan bir xil o'lchamda bo'lganda uni tuzilishi (konstruksiya) oddiy bo'lib kam metall sarflanadi va shu bilan birga gidroturbinaning jihozlari orzonroq bo'ladi. Undan tashqari Pr va RO' gidroturbinalari BK ga qaraganda ekologik tomondan qulaydir. Ularning ishchi g'ildiragida moy bo'lmagani uchun suvni umuman ifloslamaydi. Pr va RO' gidroturbinalari konstruksiya (tuzilishi) oddiy va ishlatish jarayonida ishonchlidir.

GES agregatini energotarmoqning optimal FIK tartibiga mos bo'lgan doimiy yuklanish bilan ishlab turishida, naporni sezilmas darajada o'zgarib turishiga qaramasdan, Pr gidroturbinasini ekspluatatsiya qilish qulay hisoblanadi. Gidroturbinaning kamchiligiga, uni nooptimal ish rejimida (tartibida) notekis ishlashi kiradi. Agar yo'naltiruvchi apparatning (YA) kurakchalari kam ochilgan bo'lsa, ular past naporlarda umuman ishlamasligi mumkin, chunki jihozni titrashi (vibratsiya) haddan tashqari oshib ketadi.

Jadval 2.1.

Burama kurakli gidroturbinaning ishchi g'ildiragi asosiy gidravlik ko'rsatkichi va konstruktiv parametrlari

Parametrlar	Ishchi g'ildirak								
	BK -10	BK- 15	BK- 20	BK- 30	BK -40	BK -50	BK -60	BK -70	BK -80
Yo'naltiruvchi apparatning balandligi $\underline{b}=b_0/D_1$	0,33	0,35	0,37	0,41	0,43- 0,45	0,47- 0,49	0,51- 0,54	0,57	0,6
H_{max}, H_{min} naporlar chegarasi, m	2-10	5/15	10-20	15/30	20-40	30/50	40- 60	45/70	50/80
Q^1_{1max} , kel-tirilgan suv sarfi, l/s	2250	2130	2040	1940	1880	1810	1690	1600	1520
Keltirilgan aylanish soni, $n^1_{1op} n^1_{1his}$, ayl/min	165	150	138	125	115	106	100	100	100
	200	180	160	140	130	120	110	110	110
Z_1 - ishchi g'ildirak kuraklar soni	4	4	4	4	5	6	7	8	8
Kavitatsiya koeffitsienti, σ	1,4	1,0- 0,84	0,835- 0,68	0,745- 0,505	0,68-0,4	0,505- 0,325	0,4-0,27	0,36- 0,23-	0,325- 0,205

Pr va RO' gidroturbinalari oraliq xolatini diagonal D gidroturbinalar egallagani uchun uning energetik va kavitasiya ko'rsatkichlari ularga yaqin bo'ladi.

D gidroturbinaning kavitasiya sifati BK gidroturbinanigiga qaraganda yaxshi. Ular RO' gidroturbinaga qaraganda tez yurar bo'lib, yotiqroq ishlash xarakteristikasiga ega. D gidroturbinalari konstruksiyasi BK va RO' gidroturbinalarga qaraganda murakkabdir.

Jadval 2.2

Radial- O'qli gidroturbinaning ishchi g'ildiragi asosiy gidravlik ko'rsatkichi va konstruktiv parametrlari

Para- metrlar	Ishchi g'ildirak							
	RO' 45	RO' 75	RO' 115	RO' 170	RO' 230	RO' 310	RO' 400	RO' 500
Yo'nalti-ruvchi apparatning balandligi $b=b_0/D_1$	0,35	0,30	0,25	0,20	0,16	0,12	0,1	0,08
$H_{\max}, H_{\min}$ naporlar chegarasi, m	30-45	40-75	70-115	110-170	160-230	220-310	290-400	380-500
$Q^1_{1\max}$, keltiril- gan suv sarfi, l/s	1400- 1370	1370- 1250	1250- 1030	1030-650	650-420	420-280	280- 200	200-150
Keltirilgan aylanish soni n^1_{1op} n^1_{1his} , ayl/min	78	73	70	68	65	60	58	58
	78	77	74	71	68	65	62	59,5
Kavita-siya koef fisienti, σ	0,27- 0,23	0,243 -0,16	0,168- 0,097	0,1-0,06	0,065-0,04	0,048-0,04	0,042-0,03	0,036-0,03

Ularda metall sig'ami yuqori bo'lib, texnologik jarayoni yomon. Bu esa D gidroturbinalar narxini oshiradi.

Yuqorida aytilganlarni hisobga olib, aniq topografik sharoitga mos loyihanuvchi GES uchun gidroturbina optimal tizimi (sinfi) varianti tanlanadi.

Gidroturbina sinfi, nomenklaturadan foydalanib va ularning keltirilgan grafigidan qo'llanish chegarasi orqali (2.2 rasm) ishchi g'ildirakni nomenklatura turi tanlanadi. Bu sharoitda tanlab olinadigan ishchi g'ildirak, kerakli naporlar oraligidagi uni mustahkamligi, naporni yuqori chegarasi bo'lgan $H_{\max}$ ga

moslashishi kerak. Nomenklatura bo'yicha reaktiv gidroturbinalarni (BK va RO') qo'llanish diapazoni oldindan ishlatilgan ishchi g'ildiraklarning turini ishlash zonasi bilan chegaralangan. Nomenklatura bo'yicha tavsiya qilinadigan BK va RO' gidroturbinalar turlari va ularni asosiy ko'rsatkichlari 2.1 va 2.2 jadvalarda keltirilgan.

Agar berilgan kattaliklarga turli gidroturbinalar mos tushsa, u holda bir nechta variantlar tanlanib texnik-iqtisodiy tahlil qilinadi va ularni har birini afzalligi va kamchiligi hisobga olinadi.

Gidroturbinalar loyihasini bajarishda, to'la texnik-iqtisodiy tahlilni bajarish qiyin. Shunga qaramasdan tanlab olingan variantni qisqacha asoslab berish kerak.

2.2.2. Ishchi g'ildirak diametri

Gidroturbina ishchi g'ildiragining diametrini aniqlash uchun tanlangan gidroturbinani bosh universal xarakteristikasi (BUX)dan va 2.1 va 2.2 jadvalda keltirilgan nomenklaturadan foydalanadi.

Gidroturbinaning ishchi g'ildiragini diametri $D_1(m)$ kuyidaga formuladan aniqlanadi:

$$D_1 = \sqrt{\frac{N}{9,81 Q'_1 H_x \sqrt{H_x} \eta_T}}, m; \quad (2.1)$$

bu erda: N - gidroturbinaning nominal kuvvati, κVt ;

Q'_1 - hisobiy nuqtadagi keltirilgan suv sarfi, m^3/s ;

η_T - hisobiy FIK.

BUX da hisobiy (ishchi) nuqtani xolatini dastlabki yaqinlashishda quyidagicha topiladi:

RO' gidroturbinaning ishchi nuqtasi quvvatni chegarlanish chizig'ida tanlanadi, u holda $n_1' 2 \div 5 \text{ ayl/min}$ kattaligi $n_1'_{op}$ ga nisbatan yuqorida joylashishi kerak, bu erda $n_1'_{opt}$ BUXdagi optimal aylanish soni. BK gidroturbinalarni ishchi nuqta koordinatalari quyidagilar orqali $n_1' \text{ ayl/min}$ va $Q_1' m^3/s$ orqali topiladi:

$$n'_1 = n'_{1\text{opt}} Q(1-2) \quad (2.2)$$

$$Q'_1 = (1,3-1,5) Q'_{1\text{opt}} \quad (2.3)$$

bu erda $Q'_{1\text{onm}}$ - BUXda keltirilgan suv sarfi.

Aylanishlar soni kichikroq gidroturbinalar (BK 70, BK 80) uchun Q'_1 kattaligi 1,3 koefitsient orqali aniqlanadi; juda tez yuruvchi ishchi g'ildirak turlari uchun (BK 15) - 1,5. BK gidroturbinani ishchi nuqta holatini 2.1-jadvalda qeltirilgan $Q, '_{tax}$ orqali ham aniqlash mumkin.

Xaqiqiy gidroturbinaning FIKi $\eta_t = \eta_M + \Delta\eta$, bunda η_M - turbina modelining BUXdagi ishchi nuqtani FIKi; $\Delta\eta$ - masshtab o'zgarishini hisobga oluvchi tuzatish koefitsienti. Uni dastlabki hisoblarda $\Delta\eta = 0,03$ deb qabul qilish mumkin.

Hisoblab topilgan ishchi g'ildirak (IG') diametri D_1 , standart qiymatgacha yaxlitlanadi. Yaxlitlangan standart qatori (sm) quyidagicha [31]: 120, 200, 225, 250, 280, 320, 360, 400 va keyinchalik 50 sm dan qo'shib borib 1050 $smda$ to'xtaladi. Maxsus texnik sharoitlar uchun yoki eksportga chiqariladigan gidroturbinalar ishchi g'ildiragining diametrlariga standart qo'llanmaydi. RO' va BK gidroturbinalarni ishchi g'ildirak diametrlari, standartdagi unga yaqin katta qiymat bo'yicha yaxlitlanadi. D_1 oshishi bilan Q'_1 kamayishi, FIK ni birmuncha oshishini ko'zda tutish kerak.

Agar hisoblangan D_1 , kattaligi, standart diametr D_{1ST} ning kichik kattaligiga yaqin bo'lsa, u holda kichik D_{1ST} diametr tanlanadi. Unda gidroturbinaning hisobiy quvvati, Q'_1 ni birmuncha katta qiymatiga to'g'ri keladi. RO' gidroturbinalar uchun bu sharoit (shart) ishchi nuqtani quvvat zaxirasining chegaralanish chizig'i orqasiga surilishiga olib keladi.

Ayrim hollarda, agar berilgan quvvatni olishga to'la ishonch bo'lgan taqdirda quvvat zaxirasini 1-2% kamaytirish mumkin.

BK gidroturbinalarni ishchi nuqtasidagi Q'_1 ni $Q'_{1\text{max}}$ (2.1 jadvalga qarang) gacha ortib borishiga yo'l qo'yish tabiiydir.

Standart bo'yicha tanlangan ishchi g'ildirak diametri D_{IST} , ishchi nuqtani Q_1 , bo'yicha ma'lum bir siljishiga olib keladi; keyinchalik uni ishchi nuqtaning Q , koordinatasini aniqlashda hisobga olish kerak, ya'ni

$$Q_1^1 = \frac{N}{9.81 D_{1CT}^2 H_x \sqrt{H_x \eta_m}}, \quad (2.4)$$

bu erda D_{IST} – tanlangan standart diametr.

2.2.3. Normal aylanish soni

Mustaqil Davlatlar Hamdo'stligi (MDH) da gidroturbinalar soat strelkasi, ya'ni o'ng tomonlama yo'nalish bo'yicha aylanishi qabul qilingan. Ayrim hollarda gidroturbina o'rnatilishi yoki gidroagregatni loyihalashda chap yo'nalish bo'yicha aylanishiga yo'l qo'yish mumkin. Gidroturbinaning normal aylanish soni quyidagi formula orqali aniqlanadi

$$n = \frac{n_{1T}^1 \sqrt{H_x}}{D_{1cm}}, \text{ ayl/min.} \quad (2.5)$$

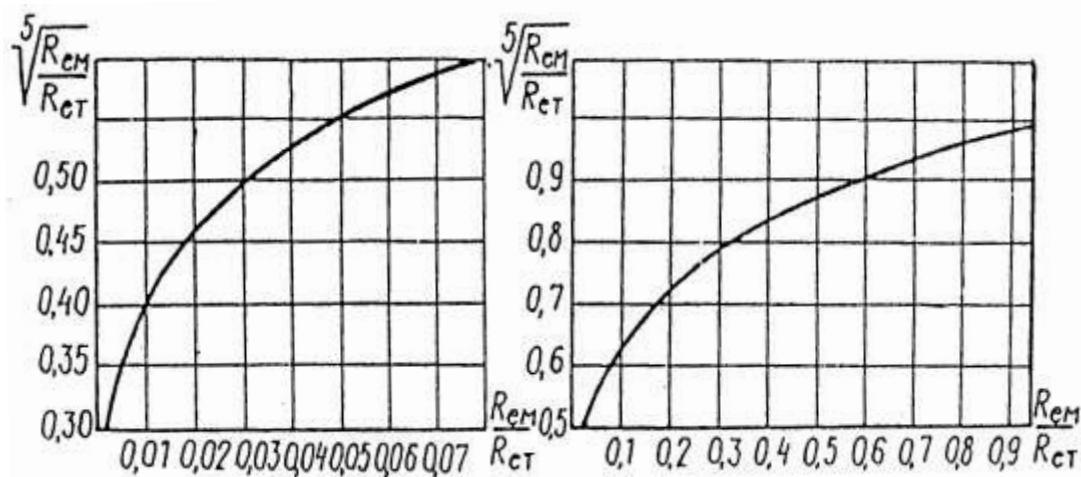
bu erda n_{1T} -haqiqiy gidroturbinaning BUXdagi ishchi nuqtasiga to'g'ri keladigan aylanish soni.

Har doim $n_{1T}^1 > n_m$, ya'ni $n_{1T}^1 = n_{1op} + n_1'$ ekanligini nazarda tutish kerak, bunda $\Delta n_1'$ - masshtab ta'sirini hisobga oluvchi aylanish soni tuzatmasi. U quyidagicha topiladi:

$$\Delta n_1^1 = n_{1T.op}^1 \left(\sqrt{\frac{\eta_{TMAX}}{\eta_{MMAX}}} - 1 \right), \quad (2.6)$$

(2.6) formuladagi $n_{1T.op}^1$ va $\eta_{m \text{ tax}}$ BUX dan ma'lum bo'lgani uchun η_{ttax} quyidagi formula orqali aniqlanadi [30,31] :

$$\eta_{TMAX} = 1 - (1 - \eta_{MMAX}) (0.25 - 0.75 \sqrt{\frac{Re_m}{Re_r}}), \quad (2.7)$$



Rasm 2.3 $\sqrt[5]{\frac{R_{eM}}{R_{eT}}}$ bog'liklik grafigi

Jadval 2.3

Gidroturbinaning sinxron n_s aylanish soni tezligi

Rotorning juft vublari	Sinxron aylanishlar tezligi, avl/min	Rotorning juft quvtublari	Sinxron aylanishlar tezligi, avl/min	Rotorning juft	Sinxron aylanish-lar tezligi, avl/min
12	500	48	125	88	68,2
14	428,6	52	115,4	90	66,7
16	375	56	107,1	92	65,2
18	333,3	60	100	96	62,5
20	300	64	93,8	100	60
24	250	66	90,9	102	58,8
26	230,8	68	88,2	104	57,4
28	214,3	70	85,7	108	55,6
30	200	72	83,3	110	54,6
32	187,5	76	78,9	112	53,6
36	166,7	78	76,9	114	52,6
40	150	80	75	116	51,8
44	136,4	84	71,4	120	50

(2.7) -tenglamadagi $\sqrt[5]{\frac{Re_M}{Re_T}}$ ni aniqlash uchun quyidagi tenglama $\frac{Re_M}{Re_T} =$

$\frac{D_{1M}\sqrt{H_M}}{D_{1CT}\sqrt{H_x}}$ echiladi va topilgan kattalik bo'yicha 2.3-rasmdan $\sqrt[5]{\frac{Re_M}{Re_T}}$ qiymati

topiladi; bu erda D_{1M} va H_M - gidroturbina modelining diametri va nabori;

H_h - haqiqiy turbinaning hisobiy nabori

Normal aylanishlar soni qattiy aniq bo'lishi kerak, ya'ni $n=n_s$ bo'lib, unda n_s generatorni sinxron aylanish soni $n_s=60f/r$, qacda $f=50$ Gs; r - generator qutublarini juft soni.

2.3-jadvalda [35] berilishi bo'yicha $2r$ va n_s tavsiya qilingan.

2.2.4. Tanlangan gidroturbina diametri va aylanish sonining to'g'riligini tekshirish

Loyihalanadigan gidroturbinaning hisobiy diametri D_1 va aylanish soni to'g'ri tanlanganiga ishonch hosil qilish uchun u tekshiriladi. Buning uchun BUXga gidroturbinani ishlash zonasi kiritiladi.

H_{min} va H_{max} naborlar uchun keltirilgan aylanishlar soni qiymati bilan gidroturbinani ishlash zonasi quyidagi formulalar orqali topilib ikkita parallel chiziqlar bilan chegaralanadi:

$$n_{1MAX}^1 = \frac{n_C D_{1CT}}{\sqrt{H_{min}}} - \Delta n, \text{ ayl/min} \quad (2.8)$$

$$n_{1min}^1 = \frac{n_C D_{1CT}}{\sqrt{H_{max}}} - \Delta n_1^1; \text{ ayl/min} \quad (2.9)$$

ya'ni n_{1MAX}^1 va n_{1min}^1 kattaliklar bo'yicha gidroturbinani BUXiga gorizontal chiziqlar o'tqaziladi va ishlash (ishchi) zonasini ko'z bilan baholanadi.

Ishchi zona BUX markazidagi katta FIK Qiymatlarini egallagan bo'lishi kerak, uni siljishi, ayniqsa BK gidroturbinalar uchun p_1' katta qiymati tomonga qarab bo'lishi kerak. Agar bu shart bajarilmasa, ya'ni ishlash zonasi BUXni markazidan yuqoriga yoki pastga qarab silji-gan bo'lsa, u holda boshqa sinxron aylanish sonini olish kerak, ba'zi hollarda ishchi g'ildirak

diametrini o'zgartirish kerak yoki bo'lmasa D_1 va p_s kattaliklarini o'zgartirish kerak.

n_s va D_{IST} ni aniqlab olingandan keyin BUXdagi ishchi nuqta holati ham o'zgaradi. Uning koordinatalari quyidagi formulalar orqali aniqlanadi:

$$n_1^1 = \frac{n_c D_{1CT}}{\sqrt{H_x}} - \Delta n_1^1 ; \quad \text{ayl/min} \quad (2.10)$$

$$Q_1^1 = \frac{N}{9.81 D_{1CT}^2 H_x \sqrt{H_x \eta_t}} ; \quad m^3/s \quad (2.11)$$

bu (2.11) formuladagi $p n_s$ va D_{IST} lar turbinani oxirgi tanlangan aylanish soni va ishchi g'ildirakning diametri; η_t gidroturbinani FIK.

(2.10) formulaga kirgan kattaliklar ma'lum bo'lgani uchun p_1' ya'ni hisoblash qulay, lekin Q_1' ni topish uchun D_1 aniq bo'lishiga qaramasdan (2.1) formuladagi gidroturbinani FIK η_t taxminan qabul qilingan. Gidroturbinaning aniq FIK kattaligi quyidagicha hisoblanadi:

$$\eta_{TMAX} = 1 - (1 - \eta_{M.HH}) (0,25 Q_1^{0,75} \sqrt{\frac{Re_M}{Re_T}}), \quad (2.12)$$

bu erda $\eta_{m.in}$ - BUXdagi ishchi nuqtaning FIKning qiymati.

gidroturbinaning modeli va haqiqiy kattaligi uchun Reynol'ds sonlarini nisbati (2.12) formula bo'yicha quyidagicha aniqlanadi:

$$\frac{Re_M}{Re_T} = \frac{D_{1M} \sqrt{H_M}}{D_{1CT} \sqrt{H_x}},$$

bu erda H_h – hisobiy napor.

Masshtab ta'sirini hisobga oluvchi $\Delta Q_1'$ kattaligi (2.11) formulaga kiritilmaydi, chunki $Q'_{1M} = Q'_{1T}$ deb olinadi. Bu bilan qo'shimcha quvvat zaxirasini oshirish ta'minlanadi.

n_{1MAX}^1 va n_{1min}^1 chiziqlari bilan chegaralangan ishchi zonaga, koordinatalari p_1' va Q_1' bo'lgan ishchi nuqta holati ko'rinib turishi uchun, uni gidroturbina BUXidagi ishchi zonaga kiritiladi.

2.2.5. Tezlashgan aylanishlar soni

Gidroturbina normal ekspluatasiya sharoitida nominal sinxron p_s aylanish soni bilan ishlaydi. Ba'zan avariya xolatlarida, masalan generatorda yoki yo'naltiruvchi apparatda nosozlik bo'lsa, rotorning aylanish soni tez oshib ketadi va ma'lum vaqtdan keyin ko'rilyotgan gidroturbinani tezlik qiymati maksimal darajaga etadi, bunga tezlashgan aylanish soni deyiladi. Normal aylanish soni qancha katta bo'lsa, shuncha tezlashgan aylanish chastotasi katta bo'ladi. Katta diametrli generatorning rotorini massasi, asosan halqaga ta'siri sababli tezlashish katta havf tug'diradi.

Quyidagi hollarda tezlashgan aylanish sonini bilish va hisobga olish kerak:

- a) turbina vali bilan bog'liq bo'lgan gidroturbina ishchi g'ildirak detallarini va boshqa detallarin mustahkamligini hisoblashda;
- b) generator rotorini mustahkamligini hisoblashda;
- v) agregat valini kritik aylanish soni bo'yicha hisoblaganda;
- g) ba'zan gidroturbina kuraklarini burash hisobiga tezlashishdan himoya qilishda g'ildirak sermotorining kuchlanishini aniqlash mumkin.

Tezlashgan aylanish soni agregatni ishchi g'ildiragini gidravlik xarakteristikasiga va gidroturbina maksimal naporiga bog'liq va uning maxsus modelini sinash orqali aniqlanadi. Olingan tezlashgan aylana soni gidroturbinani ishchi g'ildiragini diametri $D_1 = 1 \text{ m}$ va napori $H = 1 \text{ m}$ bo'lgan kattaliklarda qaytadan hisoblanadi va berilgan gidroturbina seriyasi uchun keltirilgan tezlashish aylana soni $n_1'_{TEZ}$ bilan yo'naltiruvchi apparat kurakchalarini ochilish darajasi a_0 orasida bog'liqlik xarakteristikasi quriladi.

Xaqiqiy gidroturbina uchun tezlashgan aylana soni quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$n_{TEZ} = \frac{n_{1tez}^1 \sqrt{H_{\max}}}{D_{1st}}$$

Jadval 2.4**BK va RO' turbinalarning K_{TEZ} tezlashish koeffitsienti**

Ishchi g'ildirak turi	K_{TEZ}	Ishchi g'ildirak turi	K_{TEZ}
BK 15, BK 20	2,8	RO' 45	2,0
BKZO, BK 40	2,7	RO'75, RO' 115, RO' 170	1,9
BK50, BK 60, BK 70, BK 80	2,6	RO'230	1,95
-	-	RO'310, RO' 400,	1,6

Loyiha eskizini tayorlash paytida tezlashish xarakteristikasi bo'lmasa $n_{1' TEZ}$ kattalikni quyidagi nisbat orqali taxminan aniqlash mumkin:

$$K_{TEZ} \frac{n_{1' TEZ}^1}{n_{1 OIT}^1}$$

bu erda, K_{TEZ} -tezlashish koeffisienti. Turli ishchi g'ildiraklar uchun K_{TEZ} kattaligi 2.4-jadvalda keltirilgan.

2.2.6. O'qiy kuchlanishni hisoblash

Gidroturbina valini va vertikal gidroagregatni ushlab turuvchi podshipnikni (podpyatnikni) hisoblashda va loyihalashda o'qiy yo'nalishda ta'sir qilayotgan $R_{O'Q}$ kuchlanish kattaligini bilish kerak. Dastlab, gidroagregat loyihasi eskizini tayyorlash paytida $R_{O'K}$ taxminan aniqlanadi. Uning aniq kattaligi esa gidroagregatni hamma aylanuvchi detallar konstruksiyasini va o'lchamlarini tanlab olinganda va o'qiy yo'nalishdagi kuchlanishni gidravlik tashkil etuvchilarini gidravlik hisobi bajarilganda topiladi.

**$K_{O'Q}$ – turbina sinfi va ishchi g'ildirak turiga qarab taxminan
aniqlovchi o'qiy koefitsient**

BK turbinalar	ishchi g'ildirak turi uchun $K_{O'Q}$ qiymati					
	BK15 BK20		BK30		BK40 – BK 80	
	6,5		6,9		7,2	
RO' turbinalar	ishchi g'ildirak turi uchun $K_{O'Q}$ qiymati					
	RO'45	RO'75	RO'115	RO'170	RO'230	RO'310
	4,1	3,4	2,8	2,6	1,4	1,2

$R_{O'Q}$ taxminiy kattaligi quyidagi formula bilan topiladi:

$$R_{O'K} = P_{O'Q.G.} = 1,1(G_{IF} = G_{BT} = G_{GP} = G_{GB})$$

bu erda $R_{O'K.G}$ -o'qiy yo'nalishdagi kuchlanishni gidravlik tashkil etuvchisi;

G_{IF} - gidroturbina ishchi g'ildiragini og'irligi; G_{BT} - gidroturbina vali og'irligi;

G_{GP} - generator rotori og'irligi; G_{GB} – generator vali og'irligi

O'qiy yo'nalishdagi kuchlanishning gidravlik tashkil etuvchisi:

$$P_{O'Q.G} = K_{O'Q} D_1^2 H_{\max}$$

bu erda $K_{O'Q}$ – turbina sinfi va ishchi g'ildirak turiga qarab taxminan aniqlovchi koefitsient, $\kappa N/m^2$ (2.5-jadval); D_1 - ishchi g'ildirak diametri, m; $H_{\max}$ – maksimal napor, m.

Gidroturbina konstruksiyasiga qarab ishchi g'ildirak og'irligi $G_{IG'}$ va turbina valining og'irligi aniqlanadi. Hidroturbina loyihasida ularni taxminan hisoblash uchun [29] ishda tavsiya qilingan quyidagi keltirilgan empirik bog'lanishlardan foydalanish mumkin.

RO' gidroturbina uchun ishchi g'ildirak og'irligi $G_{IG'} = K D_1^3$, bu erda $K=4,9 \div 6,4 \kappa N/m^3$; BK gidroturbina uchun $K=3,9 \div 7,1 \kappa N/m^3$. Kurakchalari kam bo'lgan ishchi g'ildirak uchun K qiymati kichik olinadi.

Gidroturbina valining og'irligi ishchi g'ildirak og'irligining bir qismini tashkil qiladi va uni quyidagi tengliklar orqali aniqlanadi:

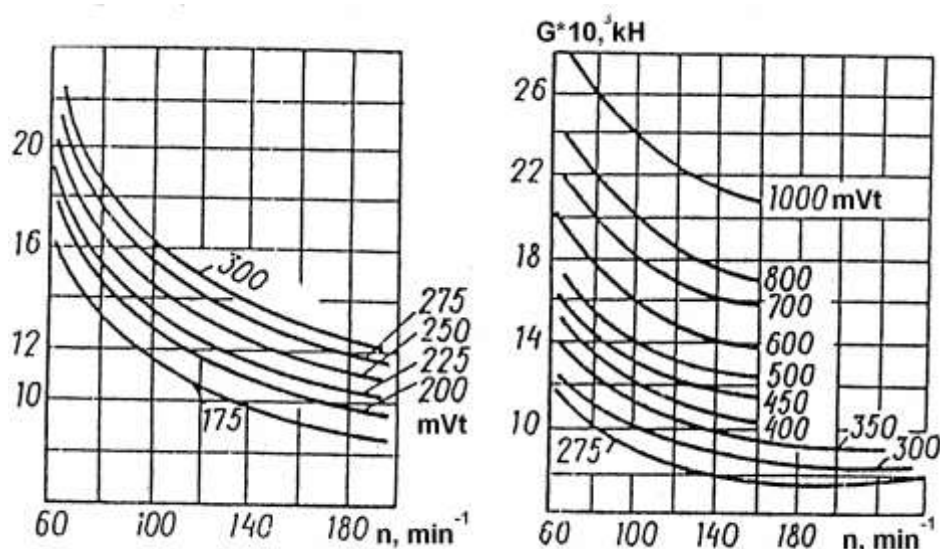
$G_{BT} = (0,6-1,3) G_{IG}$ - RO' gidroturbina uchun.

$G_{BT} = (0,12-0,33) G_{IG}$ - BK gidroturbina uchun

Generator rotor va vali og'irligi uning konstruksiyasi bo'yicha aniqlanadi. Gidroturbinani loyihalashda generator rotor va vali og'irligini tanlashda [27] da berilgan tavsiyanomadan foydalanish mumkin. 2.4-rasmda tavsiya qilingan grafiklar keltirilgan. Ular orqali gidroagregatning generatori quvvatiga va rotorni aylanish soniga karab umumiy og'irlik G aniqlanadi. Podpyatnikga tiralib turgan generator aylanuvchi qismining og'irligi ($G_{GP}=G_{GB}=G$) umumiy og'irlik G ning 0,5-0,55 qismini tashkil qiladi. [27]. Kurs loyihasida $G_{GP}=G_{GB}=0,55G$ deb qabul qilish mumkin.

$R_{O'Q}$ aniqlovchi formuladagi 2.1 Koeffisient gidroagregatning aylanuvchi va podpyatnikga tiralib turuvchi hamma elementlari (podpyatnik diski, rotor, tok qo'zg'atuvchi va h.k.) og'irligi kuchlanishi hisobga olinadi.

Dastlabki gidroagregat uzeli eskizi loyihasini oldindan ishlab chiqish uchun taxminan aniqlangan $R_{O'Q}$ asosida podpyatnik konstruksiyasini va tashqi o'lchamlarini tanlab olish mumkin.



Rasm 2.4 . Generator rotor va vali og'irligini rotor aylanishlar soniga qarab aniqlash.

2.2.7. So'rish balandligini hisoblash

Gidroturbinalarda kavitasiya xolati yuzaga kelishi munosabati bilan uning so'rish balandligi H_s ni aniqlashga to'g'ri keladi. Gidroturbinani ekspluatatsiya qilishda kavitasiya kattaligini bilish katta ahamiyatga ega. Kavitasiya xodisasi suv oqimida katta bosim hosil bo'lgan ayrim joylarida, P_{abs} bosim to'yingan bug'lanish R_b bosimiga tenglashadi va havo pufakchalari (kaverna) paydo bo'ladi. Bu murakkab xodisa suyuqlikning fizik xossalari va oqimning gidrodinamikasi orqali aniqlanadi.[41] Kavitasiya bor joyda oqimni uzliksizligi buziladi va natijada bir fazali oqimga o'tadi. Kavernani yuzaga kelishi, o'sishi va birlashishi vaqti-vaqti bilan katta chastotada qisqa vaqt oralig'ida O'tadi. oqim bo'lagida kavernalarni birlashishi natijasida $P_{abs} > P_b$ birdan o'zgaradi va ma'lum darajada bosimni oshishiga olib keladi.

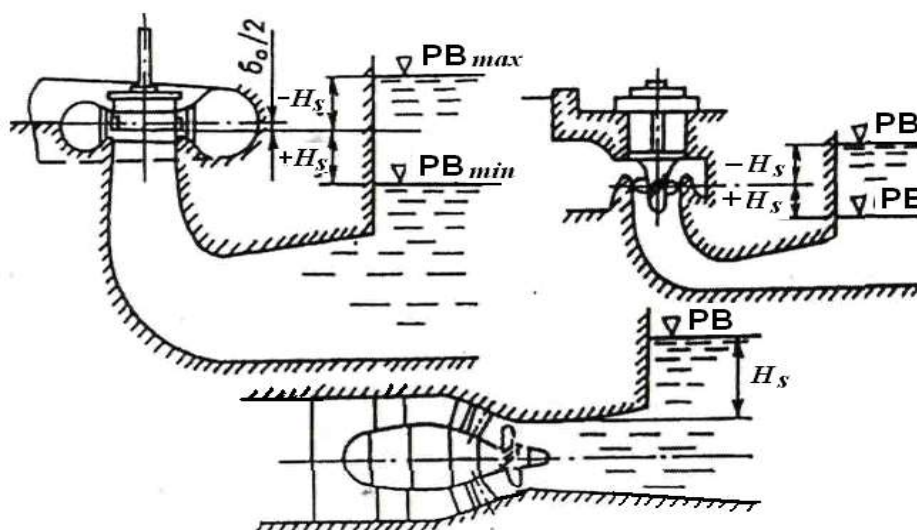
Gidroturbinadagi kavitasiya xolatini ko'payishi darajasi har xil bo'lishi mumkin va u loyihalash paytida tanlab olingan so'rish balandligiga bog'liq bo'ladi.

Kavitasiya xodisasini boshlanish darajasi (vaqti) uncha katta bo'lmaydi, ularni ishchi g'ildirak kurakchalarini sirg'anib o'tuvchi qismiga ta'siri bo'lmaydi, lekin ishchi g'ildirak va uning kamerasini suv bilan ta'sir qiluvchi qismi emirilishi mumkin (kavitasiyali eroziyaga uchraydi).

Kavitasiya xodisasining rivojlanishi bilan kaverna uzunligi va hajmi oshadi, bu birmuncha kavitasiya eroziyasini ko'payishiga olib keladi, lekin gidroturbinani FIK o'zgarishiga ta'sir qilmaydi.

Uzilish jarayonida (stadiyasida), kavitasiyali kavernalar xaddan tashqari kattalashib ketadi va u ishchi g'ildirak kurakchalari chegarasiga kiradi, gidroturbinani quvvati va FIK birdan (sakrashsimon xolatda) kamayib ketadi.

Kavitasiyani har qanday rivojlanish stadiyasida gidroturbinani shovqin bilan ishlashi va gidroagregat titrashi kuzatiladi, kavitasiyani rivojlanish darajasiga qarab ular kuchayadi.



Rasm 2.5. Hidroturbina turiga qarab so'rish balandligi h_s ni berilishi.

Shunday qilib, kavitatsiyani rivojlanish darajasiga qarab quyidagi texnik nosozlik xodisalarini kuzatish mumkin:

- suv bilan ta'sir qiluvchi detallar qismini (asosan ishchi g'ildirak va uning kamerasi) kavitatsiya xisobiga eroziyaga uchrashi;

- GES binosini va agregatini titrashi, shu bilan birga qattiq shovqini;

- energetik ko'rsatkichlarining yomonlashishi, ya'ni FIK va quvvatning pasayishi.

Ekspluatatsiyadagi GES gidroturbinasining kavitatsiya xolatini rivojlanish darajasi, qabul kilingan so'rish balandligi H_s bilan aniqlanadi va u turbinalar turiga qarab quyidagi keltirilgan 2.5-rasm va formula orqali hisoblanadi:

$$H_s = 10 - \frac{\nabla}{900} - k_\sigma \sigma_T H_x$$

bu erda, P_a/pg - PB dagi suyuqlikni erkin yuzasiga ta'sir kilayotgan atmosfera (barometrik) bosimi;

P_b/pg - ma'lum suyuqlik harorati uchun hosil bo'lgan bug' bosimi;

σ_t - turbina modelini sinashda eksperimentda aniqlangan tashqi parametrlarni (M_1 yoki η) "uzilish"i bo'yicha turbina kavitatsiya koeffitsienti;

H - turbina nabori, m ;

K_σ - σ_t - kattaligi bo'yicha koeffitsient zaxirasi;

$$K_\sigma = \sigma_o / \sigma_t.$$

Qaerda σ_o - odatdagi kavitatsiya koeffitsienti.

Dastlabki σ_t uchun koeffitsient zaxirasi $K_\sigma = 1,05-1,1$ deb qabul qilinsa turbinada kavitatsiya holati yuzaga kelmaydi deb hisoblanar edi. Kavitatsiya hodisasini yuzaga kelishiga sabab bo'lgan turbinani tashqi parametrlari ($\sigma_o = \sigma_t$; $K_\sigma = 1$) uzilishi mumkin deb hisoblanib, kavitatsiyani boshlang'ich rivojlanish davrida ko'rsatilgan zaxira σ_t noto'g'ri aniqlanmaslik uchun qabul qilingan. Amalda gidroturbinani ekspluatatsiya qilish amaliyotida va modelda qilingan izlanishlar shuni ko'rsatadiki, kavitatsiya turbinaning tashqi parametrlarini uzilishi paytida emas balki undan oldinroq yuzaga kelishi mumkin. RO' va yuqori naborli BK gidroturbinalarni [35,41] sinashda kavitatsiya holati $K_\sigma = 2-2,5$ bo'lganda yuzaga kelgan va shu davrdan boshlab ($K_\sigma = 1$ paytida emas) turbina kavitatsiya eroziyasiga uchraydi. Kavitatsiyaning rivojlanish darajasi $K_\sigma = 1$ bo'lganda sezilarli darajada turbinaning quvvati va FIK kamayishi mumkin. Shunday qilib, σ_t kattaligi uchun tanlangan $K_\sigma = 1,05$ dan $1,1$ gacha bo'lgan koeffitsient zaxirasi kavitatsiya holati rivojlanishini oldini olmasdan, balki turbinani energetik parametrlarini saqlanishini taminlaydi. Bu zahirada kavitatsiya eroziyasi, titrash va shovqin bo'lishi mumkin.

Gidroturbinada kavitatsiya eroziyasi bo'lmasligi maqsadga muvofiqdir, chunki u bo'lgan taqdirda agregatlarni ta'mirlash uchun ketgan vaqt hisobiga ekspluatatsiya xarajatlari ko'payadi va ishlab chiqiladigan energiya miqsori kamayib ketadi. Kavitatsiya eroziyasidan xolos bo'lish uchun K_σ ni $1,5$ va undan ko'proq olinadi. Lekin bu holatda turbinani pastki b'ef (PB) yuzasidan chuqurroq joylashtirishga to'g'ri kelib, GES qurish uchun ketadigan harajat-sarmoya oshib ketadi.

Shunday qilib K_σ kattaligi uchun σ_t ni tanlab olinishi katta ahamiyatga ega. GES ni qurish va ekspluatatsiya qilish uchun bajarilgan iqtisodiy hisoblarni taqqoslab ko'rilgandan keyin, u uzil-kesil hal qilinadi.

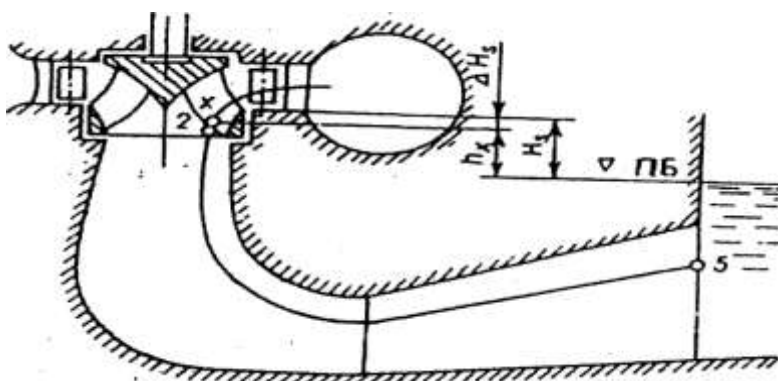
RO' gidroturbinada yuzaga keladigan kavitatsiya holatini qo'rib chiqamiz. Agar ishchi g'ildirak kurakchasini x nuqtasida absolyut bosim R_x , berilgan haroratda bug'lanish bosimi R_b ga tenglashib qolsa (2.6-rasm), u holda kavitatsiya holati yuzaga keladi." x , 2, 5 nuqtalar orasidagi oqimcha uchun Bernulli tenglamasini tuzamiz va ularni birgalikda echib R_x kattaligini aniqlovchi tenglamani hosil qilamiz:

$$\frac{P_x}{\rho g} = \frac{P_a}{\rho g} - \left[h_x + \frac{v_2 - v_5}{2g} + \frac{w_x^2 - w_2^2 - u_2^2 - u_x^2}{2g} \cdot h_{wx-2} \right] \quad (2.14)$$

bunda, u , w , V har xil nuqtalar uchun aylanma, nisbiy va absolyut tezliklar;

h_w - napor yo'qolishi; h_x - x nuqtadan PB gacha bo'lgan masofa; g - erkin tushish tezlanishi.

Tenglama (2.14) dan ko'rinib turibdiki, to'rt burchak qovus ichidagi kattaliklar noldan katta bo'lsa, u holda ishchi g'ildirakni x nuqtasida vakuum yuzaga kelishi mumkin. Gidroturbinaning nazariy so'rish balandligi deb hisoblangan h_x masofani o'zgartirish yo'li bilan vakuum kattaligini amalda boshqarish mumkin bo'ladi. RO' gidroturbinalarda x nuqta kichik bosim bilan yo'naltiruvchi apparatning pastki halqasi tekisligi ostida joylashgani uchun (2.13) formulada hisoblangan H_s so'rish balandligi, haqiqatda qandaydir ΔH_s zaxiraga ega bo'ladi



Rasm 2.6 Kavitatsiya holatini tekshirish uchun x , 2, 5 nuqtalar orasida olingan oqimcha chizig'i

Tenglama (2.14) chái va o'ng tomoniga qo'shimcha P/pg ni kiritib, $h_x=H_s$ bilan almashtirib va ikkala tomonni N ga bo'lib, uni quyidagicha yozamiz

$$\frac{\frac{P_s}{\rho g} - \frac{P_s}{\rho g}}{H} = \frac{\frac{P_s}{\rho g} - H_s - \frac{P_s}{\rho g}}{H} - \frac{\frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} - h_{w2-1} + \frac{W_x^2 - W_2^2 + U_2^2 - Ux^2}{2g}}{H} \quad (2.15)$$

(2.15) tenglamaning o'ng tomonidagi birinchi ko'rsatkichni, qurilmaning kavitasiya koeffisientiga teng deb qabul qilamiz va uni σ_Q bilan belgilaymiz, ya'ni:

$$\sigma_x = \frac{\frac{P_s}{\rho g} - H_s - \frac{P_s}{\rho g}}{H} \quad (2.16)$$

Bundan, σ_Q qurilmaning (aniq tanlangan turbina uchun) ko'rsatkichiga, atmosfera bosimiga va suvning haroratiga bog'likdigi ko'rinib turibdi. (2.15) tenglamani o'ng tomonidagi tezliklar kvadrati va yo'qolgan energiya (u ham tezliklar kvadratiga proporsional), naporga nisbati olingan. Geometrik o'xshash turbinalar turkimi uchun Eyler sonini teng bo'lishligi sababli oqimning tezliklari kvadrating naporga bo'lgan nisbati o'zgarmas kattalik bo'ladi, u holda ikkinchi ko'rsatkich kinematik o'xshash tartibda ishlashda o'zgarmas kattalik hisoblanadi va naporga hamda turbina o'lchamiga bog'liq bo'lmaydi. Bu kattalikni turbinaning kavitasiya koeffisienti deyiladi va u σ_{Tx} bilan belgilanadi. Shunday qilib,

$$\sigma_{Tx} = \frac{V_2^2 - V_5^2 + W_x^2 - W_2^2 + U_2^2 - U_x^2}{2gH} - \frac{h_{wx-5}}{H} \quad (2.17)$$

kurakli turkimli ishchi g'ildiraklarda kavitasiya holati yuzaga kelishida $R_x=R_b$. bo'ladi. U holda (2.15) tenglama bo'yicha $R_x=R_b$ bo'lganda, quyidagini ko'ramiz:

$$\sigma_Q = \sigma_{Tx} \quad (2.18)$$

Agar $\sigma_Q > \sigma_{Tx}$ bo'lsa, turbinada umuman kavitasiya bo'lmaydi, $\sigma_Q < \sigma_{Tx}$ bo'lsa, kavitasiya holati rivojlanishi, u yoki bu darajada bo'lishi mumkin.

Turbinaning kavitasiya hisobiga yuzaga keladigan hamma yomon xodisalardan xolos bo'lgan kavitasiasiz sharoitini (2.18) tenglama orqali ko'rish mumkin. Buning uchun gidroturbinaning energetik ko'rsatkichlarini uzilishi paytida (2.13) formuladagi so'rish balandligini hisoblash σ_T asosida olib bormay, balki (2.17) formuladagi σ_{TX1} orqali aniqlanadi. Lekin hisob yo'li bilan aniqlangan σ_{TX1} (BK va RO' gidroturbinalar uchun hisob bilan aniqlash yuli bor) va kavitatsiya xodisasini yuzaga kelishiga mos tushgan bo'lib amalda gidroturbinani sozlashda so'rish balandligini tanlashda vaqtincha ishlatilmaydi. Bunga asosiy sabab $\sigma_{TX} \geq \sigma_T$ bo'lganligidan turbinani chuqurroq o'rnatishga to'g'ri keladi.

Gidroturbinada kavitasiya xodisasini rivojlanish darajasi σ_{X1} kattaligi bilan aniqlanadi va uni o'zgarishi (2.16) formulaga binoan asosan H_s so'rish balandligini hisobiga bo'ladi.

$\sigma_Q > \sigma_T$ qiymatda, ishchi g'ildirakda kavitatsiya va unga mos kavitasiya eroziyasi bo'lmaganda, σ_e [25] turbinani eroziyali koeffisienti deb atash mumkin. σ_e kattalikni eroziya bo'yicha eksperiment yo'li bilan sinashda aniqlash mumkin va nazariy jixatdan u σ_{Tx} bilan mos tushadi. Hamma gidroturbinalarni eroziya bo'yicha sinash mumkin emas, lekin bir qator RO' gidroturbinalar uchun aniqlangan σ_e kattaligi σ_T bilan mos tushgan [25].

2.7-rasmda, bir tartibda ishlagan RO' gidroturbina modelining ishchi g'ildiragi kurakchalarini rivojlangan kavitasiya xolatining bog'liqligi ko'rsatilgan, $\sigma_e = \sigma_e$ bo'lganda (1-nukta) turbina ishchi g'ildiragida kavitasiya yo'q, kurakchalarda o'yiqlar yo'q, shuning uchun kurakchalarda emirilish alomati ko'rinmaydi. Agar σ_e (2 - 5 nuqtalar) kattaligi kamaytirilsa, ishchi g'ildirak kurakchalarida rivojlangan kavitasiya xolati yuzaga keladi, kavitasiya o'yiqchalari paydo bo'ladi va kurakchalar sirtida emirish yuzaga keladi.

Kurakchalarning emirilishini tezda aniqlash uchun, ularni kavitasiyali emirilish indikatorini bo'lib xizmat qiladigan maxsus yupqa ko'rg'oshin qatlami bilan qoplanadi

So'rish balandligini tanlashda turbinaning tashqi xarakteristikasini uzilishi asosida olib bormasdan, balki kavitatsiyaning eroziya xavfsizligini hisobga olgan holda tanlash kerak. Istalgan ishchi rejim uchun gidroturbina loyihasidagi so'rish balandligi n_1' , Q_1' va σ kattaliklari ko'rsatilgan universal xarakteristikadan foydalanib quyidagi formuladan aniqlash mumkin

$$H_s = 10 - \frac{\nabla}{900} - K_\sigma \cdot \sigma \cdot H \quad (2.19)$$

bunda, H - turbina nabori, m ; ∇ - stansiyaning dengiz satxiga nisbatan joylashish belgisi, m ; K_σ - σ_t - kattalikning zaxira (zapas) koefitsienti; σ - turbinaning universal xarakteristikasidan olingan kavitasiya koefitsienti, yukorida aytilganga binoan $\sigma = \sigma_T$

$$10 = \frac{P_a - P_\sigma}{\rho g};$$

$\frac{P_a}{\rho g} = 10,2-10,3 \text{ m}$ –dengiz satxidagi atmosfera bosimi

$\frac{P_\sigma}{\rho g} = 0,2-0,3, \text{ m}$ - (288-298) K haroratda yuzaga keladigan bug' bosimi.

σ -kattalik zahirasi, kavitasiya eroziyasi kattaliklari berilmaganda $K_\sigma = 1,05-1,1$ deb qabul qilinadi.

Asoslanmagan K_σ qiymatini katta qilib olish mumkin emas, chunki u holda gidroturbinani chuqurroq joylashtirish va kavitasiya eroziyasini paydo bo'lishiga olib kelishi mumkin. Masalan, $K_\sigma = 1,2-1,6$ bo'lsa bir qator ishchi g'ildiraklarda eroziya xavfi tug'iladi [25].

GES binosi turiga qarab chegaraviy so'rish balandligi kattaligini: taxminan quyidagicha qabul qilish mumkin [5]:

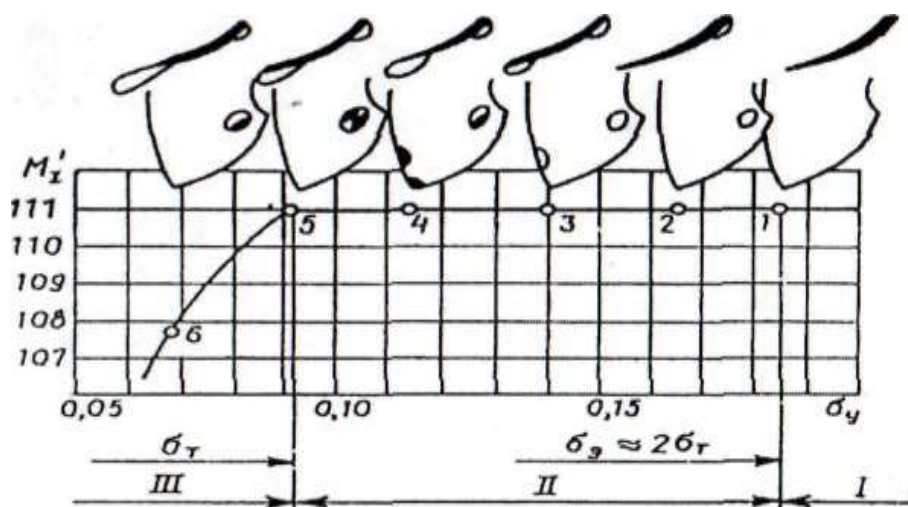
GES binosi oddiy joylashganda, $H_{scheg} - 10 \text{ m}$;

GES binosi shaxtada to'la joylashganda, $H_{scheg} - 25 \text{ m}$;

GES binosi er sathidan past joylashganda, $H_{scheg} - 50 \text{ m}$.

Horijiy firmalar amaliyotida (Esher Vnes, Neyrpik) so'rish balandligini tanlashda (ayrim hollarda) ko'z bilan kuzatilgan $\sigma_{ko'z}$ kavitatsiya koefitsientidan

foydalaniladi. $\sigma_{KO'z}$ kattaliklar bir-biriga yaqin bo'lib, gidroturbina kuraklarida paydo bo'ladigan kavitatsiya holatini bildiradi.

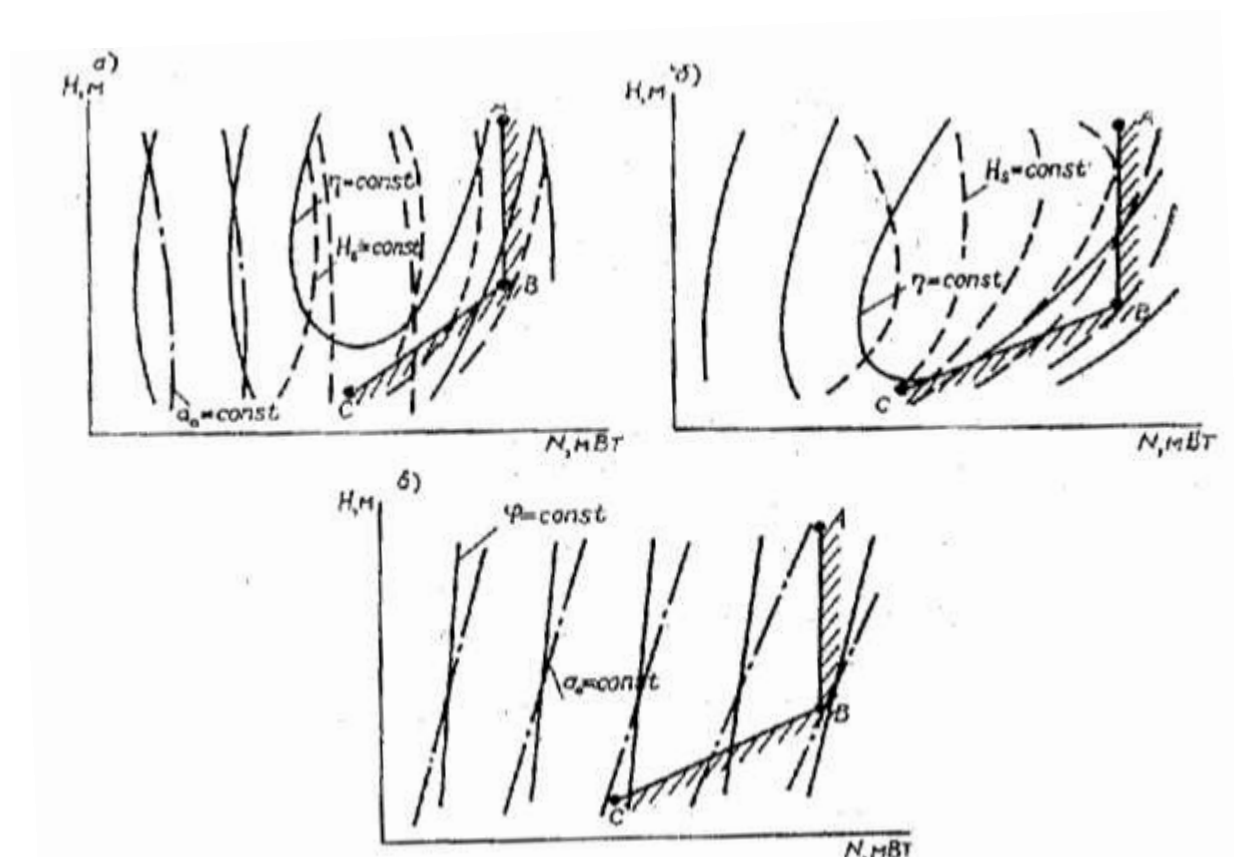


Rasm 2.7. RO' gidroturbina modelining ishchi g'ildiragi kurakchalarini rivojlangan kavitatsiya xolati

2.3. GIDROTURBINANING EKSPLUATASIYA XARAKTERISTIKASI

Ekspluatatsiya sharoitida gidroturbinaning ish rejimi bir hilda saqlanmaydi. Napor H va quvvat N o'zgarishi bilan suv sarfi Q , FIK η va kavitatsiya koeffisienti σ o'zgaradi. Aylanish chastotasi bir hilda ushlab turiladi. Turbinani to'g'ri ekspluatatsiya qilish uchun yuqorida ko'rsatilgan kattaliklarni o'zaro bog'lanishini bilish kerak. Shu maqsadda ishchi g'ildirakni aniqlangan diametri D_1 , va aylanish chastotasi n orqali turbina ekspluatatsiya xarakteristikasi quriladi. Gidroturbinani ekspluatatsiya xarakteristikasi uning texnik-pasporti bo'lib H naporning har xil kattaligida FIK η va quvvat H bog'liqligini ko'rsatadi. Tuzilish shakli bo'yicha bu xarakteristika universal xarakteristikaga o'xshaydi, H va N koordinatalar o'qida FIKni teng chiziqlari to'plamini ko'rsatadi. Ekspluatatsiya xarakteristikasida yo'naltiruvchi apparatni bir xil o'zgarmas ochilish darajasi $a_o = const$ ishchi g'ildirak kurakchalarini o'zgarmas burchak ostida $\varphi = const$ burilish chiziqlari, (BK va D gidroturbinalari uchun), bir xil so'rish balandligi $H_s = const$ chiziqlari va quvvatni chegaralovchi chiziqlar ham ko'rsatiladi.

Bitta xarakteristikaga hamma chiziqlarni kiritish va undan foydalanish qiyinlashadi. Shu sababdan BK gidroturbinalar xarakteristikasi qurilganda, unga yo'naltiruvchi apparatni ochilish darajasi a_0 va ishchi g'ildirak kurakchalarini burilish darajasi φ kiritiladi, ular bilan birga H va N koordinata o'qida qurilgan quvvat chegara chizig'i ko'rsatiladi, va buni kombinatorli bog'lanish xarakteristikasi deyiladi.



Rasm 2.8 RO' va BK gidroturbinalarning ekspluatasiya xarakteristikalarini qurish

2.8-rasmda RO' va BK gidroturbinalarning ekspluatasiya xarakteristikasi ko'rsatilgan (a-RO'; b-BK gidroturbinalar uchun). Tanlab olingan ishchi g'ildirak diametri D_1 , aylanish chastotasi n va berilgan H_h , H_{min} , H_{max} universal xarakteristika asosida ekspluatasiya xarakteristikasi quriladi.

Umuman H_{min} va H_h , H_h va H_{max} naporlar oralig'ida intervali taxminan bir xil bo'lgan naporlar kattaligi qabul qilinadi. Keyin ekspluatasiya xarakteristikasi uchun olingan beshta va undan ortiq naporlar uchun hamma hisoblar bajariladi.

Ekspluatatsiya xarakteristikasini qurish uchun qo'shimcha hisoblar bajarilib yordamchi grafiklar quriladi (2.9-rasm).

2.3.1. Gidroturbina foydali ish koeffitsienti chiziqlarini qurish

Bosh universal xarakteristikadagi $\eta_m = \text{const}$ chiziqlar asosida ekspluatatsiya xarakteristikasida bir xil qiymatli FIK chiziqlari quriladi chizmaga bog'liq hisobini qulay bajarish maqsadida RO' va BK gidroturbinalar uchun bir-biridan farqlanadigan jadval tuziladi (2.6 va 2.7 jadval).

1. Naporning xar bir kiymati uchun turbinaning (n'_{1Ti}) natural va modeli uchun (n'_{1mi}) keltirilgan aylanishlar soni aniqlanadi

$$n'_{1i} = \frac{n_c D_{1cm}}{\sqrt{H_i}} - \Delta n'_1; \quad n'_{1T} = n'_{1M.OH} = \Delta n'_1;$$

Normal aylanishlar soni quyidagicha aniqlanadi

$$n = \frac{n'_{1T} \sqrt{H_x}}{D_{1cm}}, \text{ ayl/min};$$

$\Delta n'_1$, kattalikni (2.6) formula buyicha aniqlanadi va qolgan naporlar uchun ham uni bir xil kabul qilinadi.

Jadval 2.6

RO' gidroturbina uchun foydali ish koeffitsienti egri chiziqlarini qurish hisoblari

RO' turbina ishchi g'ildiragi kattaliklari: $D_{1st} = ., m$; $n = , \text{ayl/min}$; $H_{max} = ., m$; $\Delta n'_1 = , \text{ayl/min}$; ; $\Delta \eta = \eta_t - \eta_m \quad \%$					
No	$\eta, \%$	$Q'_1 \cdot$	$\eta_T \eta_m = \Delta \eta$	$N, \text{ kVt}$	Ilova
1					$N_{max} \sqrt{H_{max}} = m;$ $n'_{1min} = \frac{n_{CT} D_{1CT}}{\sqrt{H_{max}}} - \Delta n'_1 = , \text{ayl/min}$ $N = 9.81 \cdot Q'_1 \cdot D_{1ST}^2 \cdot N_{max} \cdot \sqrt{H_{max}} \cdot \eta_T = A \cdot Q'_1 \cdot \eta_T = , \text{kVt}$
2					
3					

Ilova: Boshqa naporlar uchun ham xuddi shu shaklda jadval tuzilib hisobiy amal bajariladi

2.Olingan n'_{1mi} qiymati buyicha universal xarakteristikada $n'_{1mi} = const$ gorizonta1 chiziqlari o'tkaziladi va bu chiziqni $\eta_m = f(Q'_1)$ egri chiziq bilan kesishgan nuqtalaridan η_m va Q'_1 kattaliklari jadvalga yoziladi (RO' gidroturbina uchun), BK gidroturbinalarda $n'_{1mi} = const$ chizig'ani $\varphi = const$ chizig'i bilan kesishgan nuqtalardagi kattaliklar olinadi.

3.Turbinani FIK $\eta_{IK}\eta_m = \Delta\eta$ hisoblanadi. $\Delta\eta$ - FIKni tuzatmasi bo'lib RO' gidroturbina universal xarakteristikasini hamma nuqtalari uchun bir xil olinadi:

$$\Delta\eta = \eta_{tmax} - \eta_{mmax} \quad (2.21) \quad (2.7 \text{ formulaga qarang})$$

Jadval 2.7

BK gidroturbina uchun foydali ish koefitsienti egri chiziqlarini qurish hisoblari

BK turbina ishchi g'ildiragi kattaliklari: $D_{1st} = , m$; $n = , ayl/min$; $H_{max} = , m$; $\Delta n'_1 = , ayl/min$; $\Delta\eta = \eta_t - \eta_m \quad \%$						
No	$\varphi, \%$	$\eta, \%$	$Q'_1, m^3/s$	$\eta_{IK}\eta_m = \Delta\eta$	N, kVt	Ilova
1						$N_{max} \sqrt{H_{max}} = m;$ $n'_{1min} = \frac{n_{CT} D_{1CT}}{\sqrt{H_{max}}} -$ $\Delta n'_1 = , ayl/min;$ $N = 9,81 \cdot Q'_1 \cdot D_{1ST}^2 \cdot$ $N_{max} \sqrt{H_{max}} \cdot \eta_T =$ $A \cdot Q'_1 \cdot \eta_T = , kVt$
2						
3						

Ilova: Boshqa naporlar uchun ham xuddi shu shaklda jadval tuzilib hisobiy amal bajariladi

BK gidroturbinalar uchun $\Delta\eta$ tuzatish koefitsienti kurak-chalarni har bir burilish burchagiga qarab quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$\Delta\eta = \eta_{tmax \varphi} - \eta_{mmax \varphi}$$

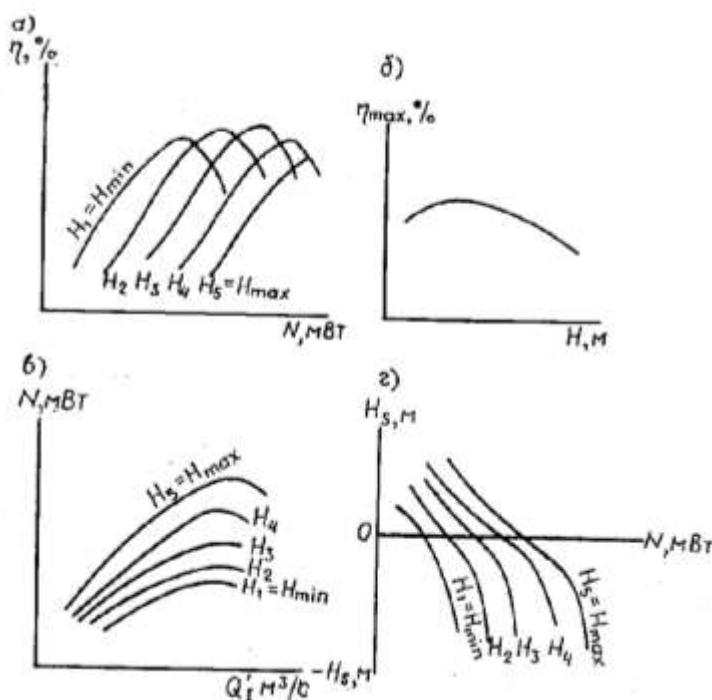
bu erda $\eta_{tmax \varphi}$ va $\eta_{mmax \varphi}$ haqiqiy va model gidroturbinalar kurakchalarini φ burchakka burilgandagi maksimal FIK

$$\eta_{TMAX} = 1 - (1 - \eta_{MMAX}) (0,25 + 0,75 \sqrt[5]{\frac{Re_M}{Re_T}}), \quad (2.23)$$

bu erda $\eta_{m \max}$ FIK maksimal qiymati gidroturbina modelini universal xarakteristikasidan burchak φ uchun aniqlanadi η va $\Delta\eta$ kattaliklar 2.7-jadvalga kiritiladi.

4. Quvvat $N = 9.81 \cdot Q'_1 \cdot D_{1ST}^2 \cdot N_i \sqrt{H_{\max}} \cdot \eta_{Ti}$ hisoblab topilib 2.7-jadvalga kiritiladi. η va N kattaliklari orqali har bir H uchun turbinani $\eta = f(N)$ bog'likligi bo'yicha ishchi xarakteristikasi quriladi (2.9, a-rasm).

5. N va H koordinatalar orqali har xil naporlar uchun ishchi xarakteristikani $\eta = \text{const}$ chiziqlar bilan kesib, N va H koordinatali ekspluatasiya xarakteristika setkasiga kiritiladi.



Rasm 2.9. $H=f(N)$, $\eta_{\max}=f(H)$, $N=f(Q'_1)$ va $H_s=f(N)$

$H = \text{const}$ chiziqlarining xarakteristika optimumida 0,5-1% intervalda va optimumni chap va o'ng tomonida 1-2 % o'tkazish tavsiya qilinadi. $H = \text{const}$ egri chiziqni to'g'riligini aniqlash uchun yordamchi grafik chiziladi (2.9, b-rasm). Bu grafik yordamida H bosim kattaligini $\eta = \text{const}$ va $H = \text{const}$ chiziqlari bilan uchrashgan erida topish mumkin.

2.3.2 So'rish balandligi chizig'ini qurish

Universal xarakteristika asosida $\sigma = \text{const}$ chiziqlari hisobiga ekspluatatsiya xarakteristikasida so'rish balandligi $H_s = \text{const}$ chizig'i quriladi.

Uni bajarish tartibi quyidagicha:

1. RO' va BK gidroturbina uchun jadval formasi tuziladi (2.8-jadval). Har xil H -, bosimlar uchun topilgan $n'_{lmi} = \text{const}$ kattalik chizig'i universal xarakteristikadagi

$\sigma = \text{const}$ chizig'i bilan kesishgan nuqtalarga mos kelgan qiymatlar jadvalga kiritiladi.

2. Har bir N_s naporlar uchun 2.6 va 2.7 jadvallardagi kattaliklar orqali $N = f(Q')$ yordamchi grafik kuriladi (2.9, b-rasm).

3. Yordamchi grafikdan foydalanib 1 bandda qabul qilingan Q'_1 , qiymatlari uchun jadvalga $N = f(Q')$ bog'liq bo'lgan kattaliklar kiritiladi.

4. Jadval orqali σ hamma kattaliklari uchun H_s (2.19) aniqlanadi va har bir H_i naporga $H_s = f(N)$ bog'liqlik yordamchi grafik quriladi (2.9, r-rasm).

Jadval 2.8

RO' va BK gidroturbinalarning σ va H_s egri chiziqlarni kurish uchun hisoblash jadvali

RO' yoki BK turbina ishchi g'ildiragi kattaliklari: $D_{1st} = , m$; $n = , ayl/min$; $H_1 = , m$; $\Delta n'_1 = , ayl/min$; $K = 1,05 - 1,1$						
T/r	σ	$K_\sigma \sigma H_{\max}$	H_s , m	$Q, m^3/s$	$N, \kappa Vt$	Ilova
1.						$\nabla = , m$; $N_{\max} = , m$; $n'_{lmi} = , ayl/min$; $N = 9.81 \cdot Q'_1 \cdot D_{1st}^2$ $H_{\max} \sqrt{H_{\max}} \cdot \eta_T =$ $A \cdot Q'_1 = , \kappa Vt$; $\eta_T = ,$ $H_s = 10 - \frac{\nabla}{900} - K_\sigma \cdot \sigma \cdot H$
2.						
3.						
4						

Ilova: Qolgan naporlar kattaligi uchun ham xuddi shunday jadval asosida hisob ishlari bajariladi

5. Yordamchi $H_s=f(N)$ bog'liqlik grafiklar orqali, ularni $H_s=const$ chiziqlar bilan kesib, koordinatalari N va H bo'lgan H_s ga teng nuqtalar aniqlanadi, ularni ekspulatasiya xarakteristikasidagi H , N koordinatalar setkasiga o'tqaziladi va silliq chiziqlar bilan birlashtiriladi.

$H_s=const$ chizig'ini 1.2 m interval orasida qurishga tavsiya qilinadi.

2.3.3. Yo'naltiruvchi apparat kurakchalari ochilish kattaligini hisoblash

Yo'naltiruvchi apparat kurakchalari ochilish kattaligini quyidagi formula bo'yicha xisoblanadi:

$$a_o = a_{om} \cdot D_1/D_{1m} \cdot Z_{om}/Z_o$$

bu erda a_{om} va a_o turbina modeli va haqiqiysining yo'naltiruvchi apparat kurakchalarini ochilish kattaligi, mm.,

D_{1m} va D_1 - turbina modeli va haqiqiysining ishchi g'ildiraklari diametrlari, mm.,

Z_{om} va Z_o turbina modeli va haqiqiysining yo'naltiruvchi apparat kurakchalari sonlari. Ko'p hollarda $Z_{om} = Z_o$ bo'ladi.

Bosh universal xarakteristikada $a_{om} = const$ chiziqlarini $n'_{1i} = const$ chiziklari bilan kesishgan nuqtalariga to'g'ri kelgan Q'_1 kattaliklar aniqlanadi va hisob jadval asosida olib boriladi.

Jadval 2.9

RO' va BK gidroturbinalarning yo'naltiruvchi apparat kurakchalarini ochilish kattaligi egri chiziqlarini kurish uchun hisoblash jadvali

$H_i = ,m; \quad n'_{1i} = , \text{ ayl/min}, \quad \eta_T = , \%$					
T/r	a_{om}	a_{oT}	Q'_1	N	Ilova
	Mm	mm	m^3/s	κVt	
1.					$N=9.81 \cdot Q'_1 \cdot D_{1ST}^2 \cdot$ $H_i \sqrt{H_{\max}} \cdot \eta_{Ti} =$ $A \cdot Q'_1 = ,\kappa Vt;$
2.					

Ilova: Qolgan naporlar uchun ham yo'naltiruvchi apparatning ochilish darajalari shu usulda jadval asosida hisoblanadi.

1. Universal xarakteristikadaga $a_{om} = const$ chizig'ini $n'_1 = const$ chizig'i bilan kesishgan nuqtalari topiladi va shu nuktalarga mos kelgan O_1 ' kattaliklar 2.9 jadvalga kiritiladi.

2. Oldin olingan (rasmga qarang) $N = f(Q'_1)$ boglanishdan foydalanib, yukorida ko'rsatilgan Q'_1 kattaligiga mos bo'lgan har bir napor kattaligi uchun H quvvat kattaligi topiladi va 2.9-jadvalga kiritiladi.

3. 2.9-jadvaldagi N quvvat va H napor kattaliklari buyicha ekspluatatsiya xarakteristikasida $a_0 = const$ chizig'i quriladi.

2.3.4. Quvvatning chegaralovchi chizig'ini qurish

Gidroturbina ekspluatatsiya xarakteristikasidagi (2.8-rasm, ABC chizig'i) gidroagregat quvvatini chegaralovchi chiziq siniq chizik bo'lib, xarakteristikani ikki qismga bo'ladi: chap (ishchi) va o'ng (ishchi emas).

AB uchastka vertikal chiziq bo'lib turbinani nominal quvvatini aniqlab beradi: B nuktada turbina H_X naporda nominal quvvatni ishlab chiqadi. N_X dan katta bo'lgan naporlarda turbina nominal quvvatdan katta bo'lgan quvvatni ishlab chiqiladi, lekin uni ko'payishi generator quvvati bilan chegaralanadi, chunki u turbinani nominal quvvati bo'yicha mos ravishda loyihalangani.

Ko'p hollarda hisobiy napordan kichik bo'lgan naporlarda turbina nominal quvvatni ta'minlab bera olmaydi, shu sababdan quvvatni chegaralovchi chiziq, chap tomonga og'adi (BC uchastkasi),

Universal xarakteristikadagi gidroagregatning $0,95 N_{CHEG}$ chizig'i bilan chegaralangan quvvat chegarasi RO' gidroturbinani $H < H_X$ - naporda ishlashiga mos tushadi. Ba'zi hollarda tanlab olingan diametrda hisobiy H_X napordagi quvvat zaxirasi 5%dan kam bo'lishi mumkin. Bu zaxira turbinaning hamma ishlash zonasi bo'yicha H_{min} dan H_h naporgacha saqlanib turadi (BC uchastka).

Ko'p hollarda H_{min} dagi turbina quvvati C nuqtada uni oxirgi kattaligi bilan cheklanadi.

Bu masalani to'g'ri tushinishda 6-jadvaldan foydalanib H_{min} va H_X naporlar oralig'ida olingan quvvatni chegara chizig'i ekspluatasiya xarakteristikasiga kiritiladi.

BK gidroturbinani universal xarakteristikasida quvvat chegara chizig'i yo'q. Chegaralangan quvvat $H < H_X$ larda amalda quyidagi xollarda uchraydi:

1. GESni PB o'zgarmaydi yoki oz miqdorda o'zgarib turadi, naporni pasayishi suv omboridagi suvni ishlatilishiga qarab aniqlanadi. Bu hollarda quvvatni chegaralanishi iqtisodiy hisoblash yo'li bilan topilgan $H_{S,ish}$ so'rish balandligi orqali bo'ladi. Bunday so'rish balandligi deb B nuqtaga to'g'ri kelgan balandlikni hisoblash mumkin. Unda BC uchastka $H_S=const$ chizig'i qurilgandan keyin aniqlanadi.

2. Quvvatni chegaralanishi yo'naltiruvchi apparatni ochilish darajasiga bog'liq. U holda ekspluatasiya xarakteristikasiga $a_o = const$ chizig'ini kiritgandan keyin, B nuqtadan o'tuvchi BC chizig'ini qurish mumkin.

2.4. GIDROTURBINALARNING SPIRAL KAMERALARI

Reaktiv gidroturbinalarda yo'naltiruvchi apparatga suvni olib kelish uchun har xil tuzilishli turbina kameralar - dan foydalaniladi.

Hozirgi paytda o'rta va katta vertikal gidroturbinalar uchun faqat spiralsimon turbina kameralari ishlatiladi. Ular boshqa turdagi turbina kameralariga qaraganda minimal gabaritga ega bo'lib, o'qli - simmetrik o'qda suv oqib kelishini ta'minlaydi, shu bilan birga idroturbinaning ma'lum bir jihozlarini suvdan himoya qilingan bino qismida joyla-shishiga yo'l ochib beradi. Yo'naltiruvchi apparat oldida suvni kerakli burchakka burab berish va uni simmetrik o'q. Bo'yicha yo'naltirilish orqali turbinani notekis rejimda ishlashdan saqlaydi va ishchi prosessini yuqori darajada o'tishini ta'minlaydi.

Turbinalar spiral kameralarini loyihalashda quyidagi talablarni hisobga olish kerak:

a) yo'naltiruvchi apparat aylanasi bo'yicha suv oqimining bir xil taqsimlanishini ta'minlash;

b) yo'naltiruvchi apparat kurakchalari oldidagi suv oqimini yo'nalishi va sirg'anib o'tishi, turbinani ishlash tartibiga mos katta bo'lmagan o'ram burchagida bo'lishi kerak.

c) spiral kamerani radial qirqim ko'rinishi (konfiguratsiyasi) va qirqimdagi suvning tezligi ma'lum chegaradan chiqmasligi kerak. Bu esa uz navbatida yo'l qo'yilgan naporning yo'qolishi bilan GES binosini umumiy komponentlari talabini qondirishi kerak.

d) stansiya binosiga umuman suv o'tib ketmasligini va mustahkamligini ta'minlash shartlari bajarilishi kerak.

Hozirgi vaqtda spiral kameralarni ko'p yillik loyihalash tajribasi asosida ularni o'lchamlarini va formasini hisoblash bo'yicha ma'lum uslubiy ishlar yaratilgan.

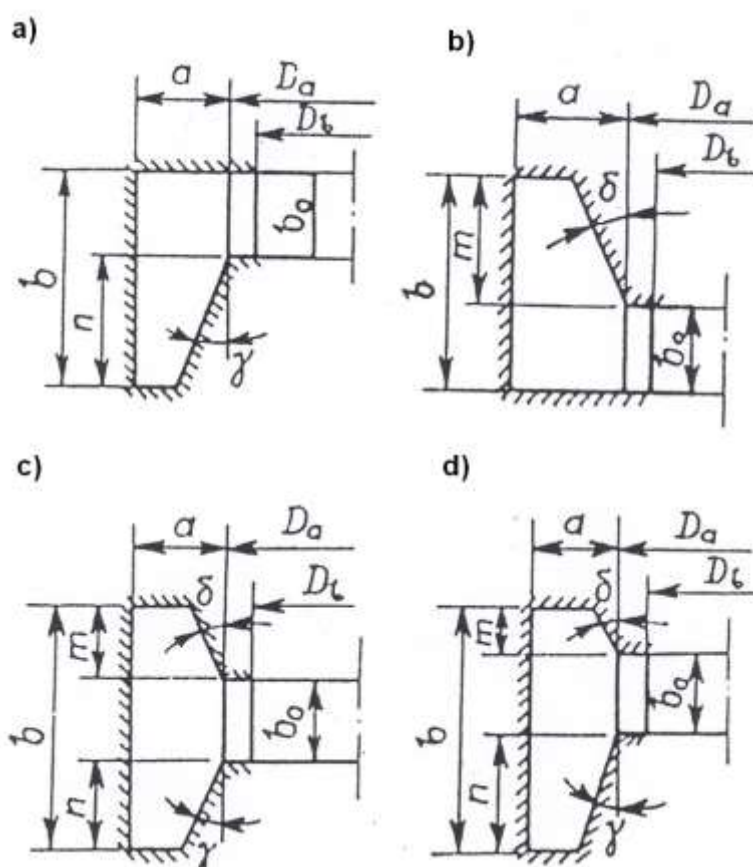
Turbinaning o'lchamlarini naporlarga uzviy bog'liqligi asosida spiral kameralarni radial qirqim formalari tayyorlanadi. Katta bo'lmagan naporlarda ($H < 40\text{m}$) spiral kameralar temir beton materialidan tayyorlanadi va qurilish ishlarini kamaytirish maqsadida, uning radial qirqimlar formasi to'g'ri chiziqdan iborat bo'ladi (2.10-rasm).

Gidravlik ko'rsatkichlarni yuqoriligini ta'minlash uchun ularni qirqimi simmetrik yoki yuqoriga qarab qilinadi (2.10, b, c - rasm). Qirqimi pastga qaragan spiral kameralar (2.10, a, d - rasm) kam qo'llaniladi. Temir betonli spiral kameralar, katta naporni ($H > 40\text{ m}$) devorga qilayotgan kuchlanishni qabul qilaolmasligi munosibati bilan spiral kameralar temirdan yasaladi. Bu hollarda spiral kameralar qirqim yuzalari aylana shaklida bo'ladi (2.11, b-rasm). Shunday qilib BK gidroturbinalar uchun ham betonli ham metalli va RO' gidroturbinalar uchun faqat metalli spiral kameralar qo'llaniladi.

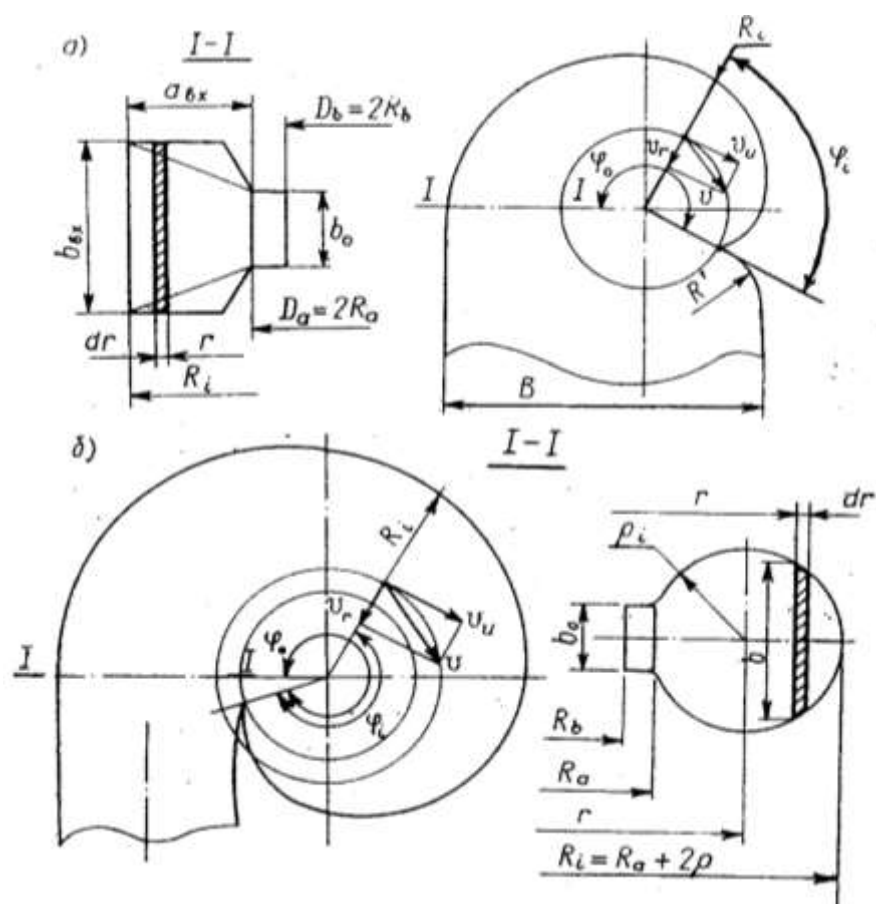
Qamrab olish burchagi φ_0 bilan xarakterlangan spiral kameralar ochiq (suv keltiruvchi) kanaldan va spiral kameradan tashkil topadi.

Spiral kanalni oxirida birlashuvchi qismidagi elementiga spiral kamerani tishi deyiladi. Oqim yo'nalishidagi birinchi radial 1-1 qirqimga spiral kamerani kirish qirqimi deyiladi (2.11-rasm qarang).

Loyihalash tajribasi asosida va gidroturbinani texnik-iqtisodiy hisoblari analizi natijasida hozirgi vaqtda quyidagi o'rab olish burchak kattaliklari qabul qilingan [30,32]: betonli spiral kameralar uchun $\varphi_0=180^\circ-270^\circ$, metall spiral kameralar uchun $\varphi=345^\circ-360^\circ$.



Rasm 2.10. Beton spiral kameralar qirqim formalari



11-rasm. Spiral kameralarni gidromexaniq hisoblashda V_r radial tezlikni bir hilligini ta'minlash sharti

Jadval 2.10

Betonli spiral kameraning gidroturbinani turiga qarab o'lcham kattaliklarini tanlash

Ko'rsat- kichlar	Ishchi g'ildirak turlari							
	BK15	BK20	BKZO	BK40	BK50	BK60	BK70	BK80
φ_0 , grad	180	210	210	025	240	255	270	270
— $b_0 = b_0 / D_1$	0,42	0,40	0,40	0,37	0,375	0,35	0,35	0,35
— $B = b / D_1$	2,60	2,66	2,70	2,70	2,72	2,72	2,75	2,75
— $R = R' / D_1$	0,20	1,00	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70

2.10 va 2.11-jadvallarda beton va metall spiral kameralarni o'lcham nisbatlari va tavsiya kilingan φ_0 kattaliklari berilgan.

Jadval 2.11

Metalli spiral kamerani gidroturbinaning turiga qarab o'lcham kattaliklarini tanlash

Ko'rsatkichlar	Ishchi g'aldirak turlari						
	RO'45	RO'75	RO'115	RO'170	RO'230	RO'310	RO'400
φ_0 , grad	345	345	345	350	350	350	360
— $b_0 = b_0 / D_1$	0,35	0,30	0,25	0,20	0,16	0,12	0,10
— $B = b / D_1$	4,20	3,90	3,65	3,40	3,10	2,80	2,65

2.4.1. Spiral kameralarni gidromexaniq hisoblash

Spiral kameralarni gidromexaniq hisoblash natijasida planda uni radial qirqim o'lchamlari va formasi aniqlanadi. Gidromexaniq hisoblashlar uslubiy [23,30]da berilgan.

Spiral kamerani gidromexaniq hisoblash asosida undan oqib o'tadigan suyuqlik oqimi uchun uchta shart bajarilishi kerak:

1. Yo'naltiruvchi apparatning aylanasi bo'yicha suv sarfi bir xil taqsimlanishi qerak. Bu esa o'z nav-batida ixtiyoriy radial qirqimdagi v_r tezlikni, radial tashkil etuvchisini bir xilligini taminlaydi, ya'ni $v_r(\varphi) = const$ (2.11-rasmga qarang). U holda ixtiyoriy radial qirqimdan o'tayotgan sarf $Q_t = \varphi / 360^\circ$ bo'ladi, bu erda φ_i spiralni tishiga nisbatan qirqimlar holatini xarakterlovchi burchak gradusda (spiral tishidan hisob olib boriladi); Q - turbina orqali o'tadigan suv sarfi.

2. Yo'naltiruvchi apparat oldidagi oqimni bir xil burab berish kerak, ya'ni $v_{ur} = const$; bu erda v_u - oqimni istalgan nuqtasidagi tezlikni tashkil etuvchisi (2.11-rasm);

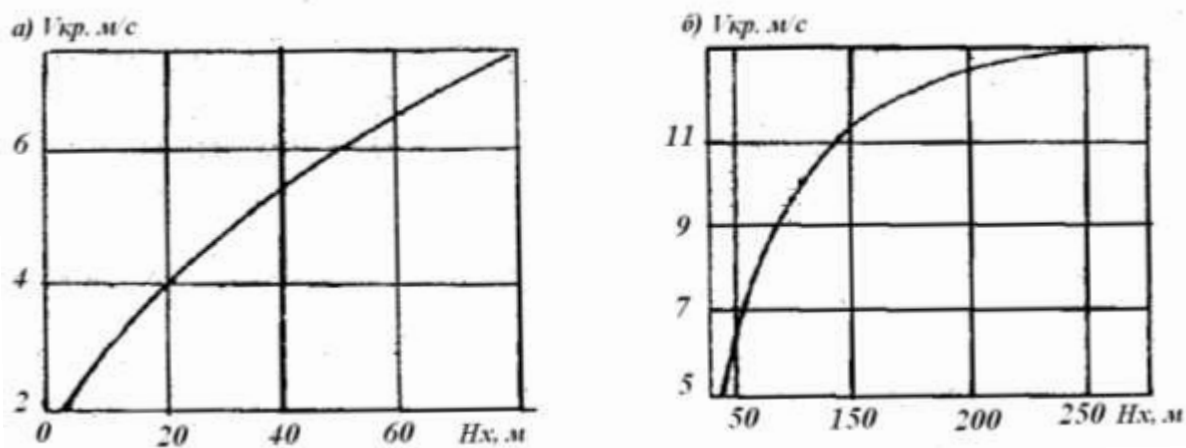
3. r - nuqtani joylashish radiusi. Spiral kamerada suyuqlikni xarakat miqdorini yoki uyurma hosil qiluvchi birorta element bo'lmagani uchun bu shartni qabul qilish to'g'ri hisoblanadi.

Shu sababdan spiral kameradagi oqim potensial va o'qli simmetrik deb hisoblanadi va tezlik momenta $v_{ur} r = \text{const}$ o'zgarmasligi bilan xarakterlanadi. Spiral kamera hosil qilgan burilish kattaligi $v_{ur} = K$ spiral doimiysi deyiladi. Shunday qilib

$$V_u = \frac{K}{r} \quad (2. 25)$$

4. Radial qirqimli spiral kamerani o'lchamlari shunday bo'lishi kerakki, yo'l ko'yilgan yo'qotish darajasi bilan aniqlanadigan suv oqimi o'rtacha tezligi chegaraviy kattaligidan oshmasligi kerak.

Ko'p yillik tajribalar asosida hisobiy H_x naporga bog'liq bo'lgan spiral kamerani V_{Kr} tezligi aniqlangan. Keyingi yillari [30,31] gidroturbinalarni loyihalashda beton va metall spiral kameralardan foydalanib kelinayotgan $V_{Kr} = f(H_x)$ bog'liqlik grafigi 2.12, a,b - rasmda berilgan.



12-rasm. Naporga qarab spiral kameraga V_{Kr} - kirish tezligini aniqlash:

a- betonli; b- metali spiral kamera; ϕ_{kr} – kirish kesimining tezlik koeffitsienti

Spiral kamerani gidromexaniq hisoblash uchun quyidagi kattaliklar ma'lum bo'lishi kerak: D , - ishchi g'ildirak diametri, m; H_x - xisobiy napor, m; N - turbinaning nominal quvvati, kVt.

2.4.2. Betonli spiral kamerani hisoblash

Bu ishda betonli spiral kamerani eng oddiy va ko'rinarli bo'lgan grafanalitik hisoblash usuli ko'rsatilgan analitik hisoblash tartibi [23,31] ishlarda bayon qilingan. Hisoblash tartibi quyidagicha.

1. Meridian formadagi qirqimni (2.10-rasmga qarang) va ϕ o'rab olish burchagi tanlab olinadi (2.10-jadval) va qirqimni geometrik xarakteristikasi beriladi (2.10, a-rasm, 2.12-jadval)

2. 2.10 va 2.13 jadvallardan v_0 , D_v , D_a (2.11, a-rasmga qarang) larni standart o'lchamlari tanlab olinadi.

3. Turbina orqali o'tayotgan sarf $Q = \frac{N}{9.81H_x\eta}$ va kirish qirqimi orqali

o'tayotgan sarf $Q = \frac{Q \cdot \phi_0}{360^\circ}$ orqali topiladi.

4. Berilgan H_x napor uchun grafik (2.12, a-rasm) orqali V_{kr} kattaligi aniqlanadi va spiral kanalni kerakli kirish qirqim yuzasi $F_{kr} = QQ_{kr}/V_{kp}$ orkali hisoblab topiladi.

Jadval 2.12

ϕ o'rab olish burchagi uchun spiral kamera qirqimining geometrik xarakteristikasini tanlash

qirqim turlari	V/a	γ , grad.	δ , grad.
yassi shipli	1.5-1.8	20-35	10-15
yassi asosli	1.5-1.8	20-35	10-15
simmetrik	1.5-2,0	20-35	20-35
nosimmetriq	1.5-2,0	20-35	20-35
	1.5-2,0	20-35	10-15

5. Qabul qilingan qirqim formasi uchun G'_{kr} , ni hisoblash tenglamasi tuziladi. Unda stator kalonnasi egallagan maydonni

$\left(\epsilon_0 \frac{D_a - D_e}{2} \right)$ maydoniga qo'shib hisoblanadi. Masalan, yassi shipli spiral uchun

$$F_{\kappa p} = a_{\kappa p} \cdot e_{\kappa p} + \frac{e_0}{2} (D_0 - D_s) - (e_{\kappa p} - e_0)^2 \cdot \frac{tg \gamma}{2} \quad (2.26)$$

a yoki v almashtirilib (qabul qilingan nisbatlar sharti bo'yicha) va ma'lum bo'lgan kattaliklarni $F_{\kappa r}$ v_0 , D_a , D_v , $tg \gamma$ qo'yib, $a_{\kappa r}$ va $v_{\kappa r}$ aniqlanadi. Undan keyin grafiq qismini hisoblashga o'tiladi.

6. Millimetrovkada qulay masshtabda kirish qirqimni chiziladi va uni tagida kirish qirqimi kattaligicha chizmaga joy qoldiriladi. (2.13, a-rasm).

7. Kirish qirqimi uchun spiral kamerani doimiysi K aniqlanadi. Kirish, qirqimi uchun

$$Q_{\kappa p} = \frac{Q \cdot \varphi_0}{360^0}$$

Boshqa tomondan esa (2.11-rasmga qarang)

$$Q_{\kappa p} = \int_{\kappa p} V_0 dF = \int_{R_s}^{R_i} V_u \cdot e \cdot dr \quad (2.27)$$

bu erda $F_{\kappa r}$ – spiralni kirish qirqim yuzasi; v – radius r ga bog'liq bo'lgan qirqim balandligi, ya'ni $v=v(r)$ $V_u=K/r$ bo'lgani uchun

$$Q_{\kappa p} = K \int_{R_s}^{R_i} \frac{e}{r} dr$$

bo'ladi. Tengliklarni taqqoslab $Q_{\kappa r}$ uchun quyidagini topamiz

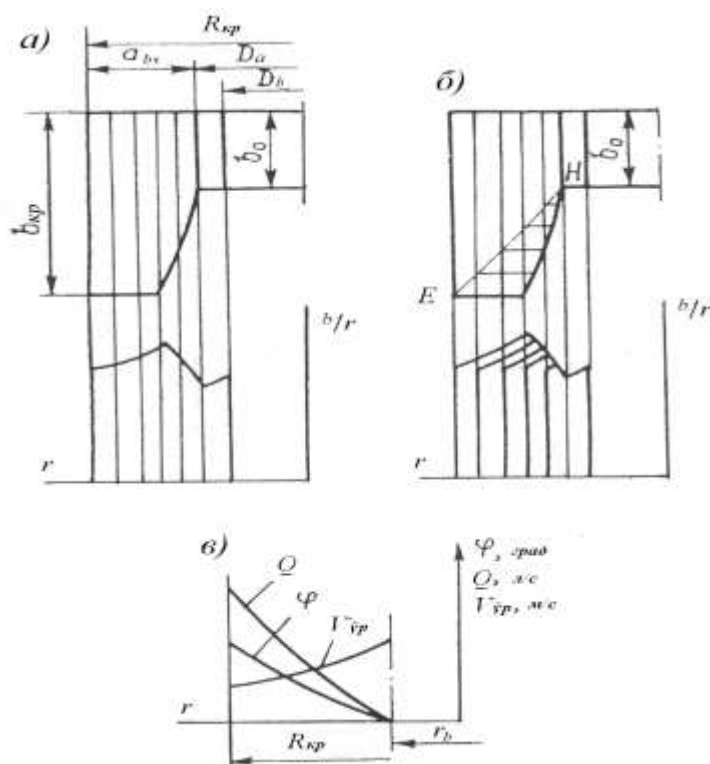
$$K = \frac{Q \cdot \varphi_0}{360^0 \int_{R_s}^{R_i} \frac{e}{r} dr}$$

Bu tenglamada bizga noma'lum integral $\int_{R_b}^{R_i} \frac{e}{r} dr$

grafik yo'li orqali topiladi. Shuning uchun kirish qirqimi 5- 6 ta vertikal chiziqli elementiga bo'linadi (2.13,a-rasmga qarang) va qirqim tagida o'lchab olingan v va r har bir elementni $\frac{e}{r}(r)$ ga bog'liqlik grafigi quriladi.

Masshtabni hisobga olgan grafik yuzasi integral kattaligini beradi.

8. Spiralni kirish qismidan to uni tishigacha joylashgan spiralni qolgan radial qirqimlar kattaliklari berilib boriladi va ular uchun integral kattaligi aniqlanadi (2.13-rasm).



Rasm 2.13. Betonli spiral kamerani grafoanalitik usuliga ko'ra hisoblash

Qirqimlarni (5-6 qirqim) E va N nuqtalarini birlashtiruvchi tug'ri chiziqqa yoki parabolaga suyangan holda shakillantirish tavsiya qilinadi. U holda hamma qirqimlarni $b/r(r)$ bog'liqlik grafigini bitta chizmada joylashtirish mumkin (2.13 b-rasmga qarang).

Masshtabda olingan grafikdagi yuzacha integral kattaligini bildiradi.

9. Spiral kamera planida berilgan qirqimlarni φ burchakni joylashishi topiladi. Buning uchun 8 bandeda topilgan integral kattaligi va 7 banddagi K qiymati

$$\varphi_i = \frac{360K}{Q} \int_{Rb}^{Ri} \frac{b}{r} dr \quad (2.28)$$

tenglamaga quyiladi.

10. $Q(r)$, $\varphi(r)$ va $V_{o'r(r)}$ bog'liqlik grafigi quriladi, bu **erda** $V_{o'r(r)} = Q_i / F_i$, (2.13, b-rasmga qarang). $V_{o'r}$ kamayib borishi bilan r kattaligi bir tekis ortib borishi kerak.

11. $\varphi(r)$ bog'likligidan foydalanib spiral kamerani plandagi ko'rinishi chiziladi, har 15° da R_i kattaligi topiladi.

Jadval 2.13

Betonli va metalli spiral kameralarning standart o'lchamlar b_0 , D_a ,
 D_b ni tanlash

ischi gildirag diametric MM	Diammetrlar, mm		Betonli spiral kamerale		Metalli spiral kamerale					
	D_0	D_v	D_a		D_a					
			H<40 m	H=40-80 m	H<170 m	H=170 m	H<75 m	H=75-115 m	H=115- 170 m	H=170- 230 m
D_1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1800	2200	2430		2850		2600	-	-	-	3200
2000	2400	2700		3150	2850	2850	3400	3400	3400	3500
2500	2900	3400		4000	3400	3550	4050	4100	4100	4350
2800	3250	3850	4450	4500	3850	3950	4600	4600	4650	4850
3200	3750	4250	4900	4950	4300	4450	5100	5150	5200	5400
3600	4200	4800	5500	5550	4800	4950	5700	5750	5800	6000
4000	4800	5400	6200	6250	5300	5500	6250	6300	6350	6650
4500	5250	6000	6900	6950	6000	6150	7100	7150	7200	7450
5000	6000	6600	7550	7600	6600	6850	7750	7800	7850	8200
5500	6720	7400	8500	8600	7400	7650	8650	87 50	8800	9150
6500	8040	8850	10000	10150	8850	9150	10350	110450	9550	9850
7000	8520	9400	10800	10950	9400	9700	11000	11100	10550	11000
7500	9000	10000	11400	11500	10000	-	11700	1 1800	11200	11650
8000	9600	10400	11900	12000	10400	-	12150	12250	-	-
8500	10200	11050	12600	12700	11050	-	11900	13000	-	-
9000	10800	11800	13500	13600	11800	-	13800	13900	-	-
9600	11400	12350	14100	-	12350	-	14450	14550	-	-
10000	12000	12900	14700	-	12900	-	15000	15100	-	-

2.4.3. Metalli spiral kamerani xisoblash

Metal spiral kamera doiraviy radial qirqimga ega. Doyra kesim yuzasi (2.11-rasmga qarang) o'lchamlarini analitik yo'l bilan aniqlash mumkin, chunki uning integral kattaligi

$$r_i = R_a + 2\rho \int_{R_a}^r \frac{b}{r} dr$$

bu formula orqali oson aniqlanadi. U holda, beton spiral kameradan farqli ravishda, integrallash R_a dan boshlanmasdan R_a dan boshlanadi, chunki spiralni qirkimlar aylanasi R_a radius yaqinidan o'tadi. Bu o'z navbatida spiralni o'lchamlarini unchalik kattalashishga olib kelmaydi.

2.11-rasmdan bizga $(b/r)^2 = (r-a)^2 - \rho^2$ ma'lum bo'lgani uchun bu tenglikdan b ni aniqlab va uni ko'rilayotgan integralga qo'yib, quyidagini olamiz

$$\int_{R_a}^{r_i} \frac{b}{r} dr = 2 \int_{R_a}^{r_i} \sqrt{\rho^2 - (\eta - a)^2} \frac{dr}{r} = 2\pi \left[R_a + \rho - \sqrt{R_a(R_a + 2\rho)} \right] \quad (2.30)$$

Metall spiral kamerani hisoblash quyidagicha olib boriladi:

1. O'rab olish burchagi φ (2.11-jadval) tanlanadi, standart o'lchamlar D_0 , D_a , D_i (2.13 jadval) topiladi
2. Berilgan H_h va 2.12-rasmdan foydalanib aniqlanadi.
3. Spiralni kirish qirqimidan o'tayotgan sarf

$$Q_{kp} = \frac{Q \cdot \varphi^0}{360^0} \text{ aniqlanadi, bu erda } Q \text{ turbina sarfi.}$$

4. Spiral kamerani qirqim radiusi aniqlanadi

$$\rho_{kp} = \sqrt{\frac{Q_{kp}}{\pi V_{kp}}} \quad (2.31)$$

5. Spiralni kirish qirqim kattaliklari orqali spiral doimiysi aniqlanadi

$$K = \frac{\varphi^0}{R_a + \rho_{kp} - \sqrt{R_a(R_a + 2\rho)}} \quad (2.32)$$

Jadval 2.14

N ^o K-K	φ_i^0	$\frac{\varphi_i^0}{K}$	$2r_a \frac{\varphi_i^0}{K}$	$\sqrt{2r_a \frac{\varphi_i^0}{K}}$	$\rho_i = \frac{\varphi_i^0}{K} + \sqrt{2r_a \frac{\varphi_i^0}{K}}$	$2\rho_i$	$R_i = 2\rho_i R_a$
-	-	-	m	m	m	m	m
1	2	3	4	5	6	7	8
1							
2							

6. Hisoblar jadval asosida olib boriladi, φ° burchak oraligini 15° o'zgartirib boriladi va ρ_i va R_i kattaliklari aniqlanadi va 2.14- jadval to'ldiriladi

Hamma qilingan hisoblar 2.14-jadvalga kiritiladi.

Jadvaldagi kattaliklar turbina spiral kamerasini nazariy chizmasini qurishga imkon beradi va uni planda va qirqimdagi maksimal o'lchamini aniqlashga imkon tug'diradi.

2.4.4. Metall spiral kameraning tuzilishi

Hozirgi vaqtda matalli spiral kameralar payvandli, payvandli quyma yoki quyma ko'rinishda tayyorlanadi. Turbina o'lchamiga va naporiga qarab spiral kamera konstruksiyasi turi tanlanadi.

Quyma yo'l bilan tayyorlagan kameralar kichik o'lchamli ($D_1 < Z_m$), yuqori naporli RO' turbinalar uchun qo'llaniladi. Yuqori naporli gidroturbina kompanavkasida spiral kameralar qisman betonlanishi yoki to'la betonlanmasligi mumkin. Yo'naltiruvchi apparat servomotorini, ya o'zini, yo'naltiruvchi podshipniklarni va boshqa tuzilmalarni birlashtirishda spiral kamera asosiy rol o'ynaydi. Quyma spiral kamera stator bilan birlashishi uning asosini xarakterlaydi. Spiral kamera materiali -po'lat 20 GSL va 25 GSL, kamdan-kam zanglamaydigan po'latdan bo'lishi mumkin (loyqa suv uchun).

Payvandli-quyma spiral kameralar (SPK) asosan kichik gabaritli yuqori naporli RO' gadroturbinalarda qo'llaniladi. Bu sharoitda ham SPK stator bilan bir tugunda birikishadi, lekin stator kolonnalari halqa bilan quyiladi, SPK qobig'i esa listli prokatdan tayyorlanib qo'lda yoki yarim avtomatik yo'l bilan quyma bo'laklarni payvand kilish orqali tayyorlanadi. Payvandlashdan keyin hamma konstruksiya termik ishlovdan o'tadi. Radial bo'laklari soni, ularning joylashishi va flansli birikmalar konstruksiyasi, avalgiday, transportirovka kdpish, turbinani umu-miy komponovkasi va ta'sir kilayotgan kuchlanish kattaligi bilan aniqlanadi.

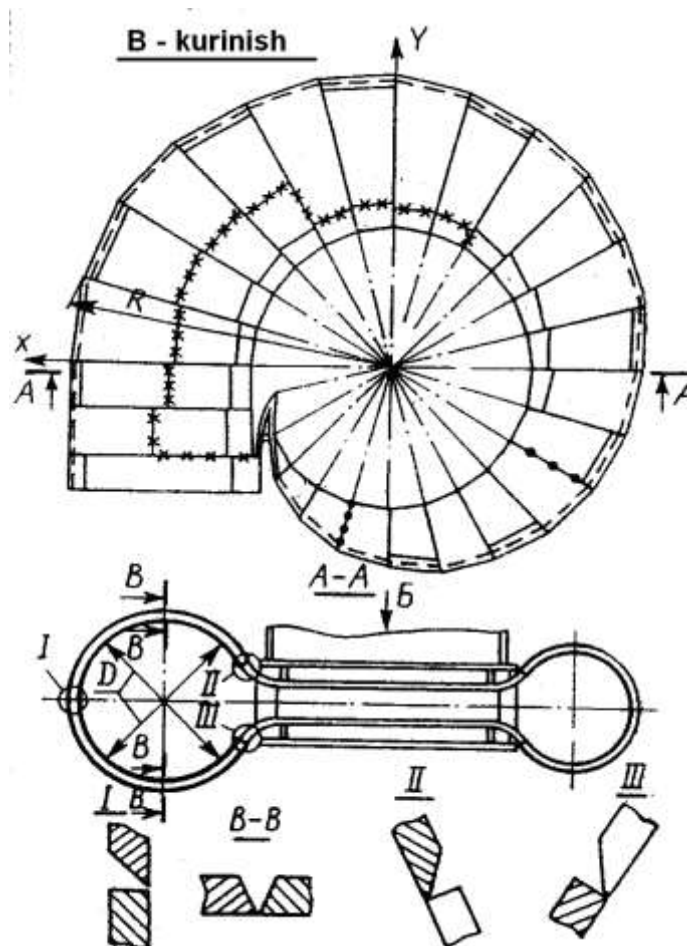
Payvanlli spiral kameralar 200 m dan kam naporlarda qo'llaniladi. Kamerani alohida elementlari (zvenosi yoki bo'lagi) zavodda

tayyorlanib GES quriladigan erga transportda olib kelinadi. Montaj paytida zvenolar o'zaro va stator bilan payvandlash orqali biriktiriladi va h.o. Mustahkamlikni ta'minlash uchun qilingan hisoblar va eksperimentda olingan kattaliklar shuni ko'rsatadiki, zvenolarga bo'lgan og'irlik kuchi, stator bilan birlashgan erdan uzoqlashgan sari va zvenolarni diametri kamaygan sari kamayib boradi. Shu sababdan metalni tejash maqsadida spiral kamerani zvenosi metall listlardan har xil qalinlikda va turli po'lat markasidan tayyorlanib qattiqlik zaxirasi hamma qirqimda taxminan bir xil bo'lishi hisobga olinadi.

Spiral kamerani ko'p zvenolariga YUXSND past ligerlangan po'lat markasi ishlatiladi. Statorga yopishib turgan va maksimal kuchlanishga duchor bo'lgan kirish qism zvenolariga SK-2 yuqori markali po'lat ishlatiladi. Kam kuchlanishni qabul qiladigan zvenoni chiqish qirqimiga VStZGps4 markali po'lat ishlatiladi.

2.14-rasmda materiallarni markasi bo'yicha taqsimlanishining prinsipial sxemasi berilgan (krestlar va nuqtalarga qarang). Metall listlarni maksimal qalinligi 40 mm oshmaydi

Spiral kamerani to'g'ri o'rnatilishini ta'minlash va montajda shu holatni saqlash, shu bilan birga beton bilan bog'lanishi uchun uni tashqi sirtiga tayanch plitalar, skobalar, plankalar va ankerlar spiral kamerani atrofiga joylashgan temir beton armaturasiga payvand-lanadi. Stator zonasini yaqinida joylashgan kuchli armaturali doirani hosil qilishga asosiy etiborni berish kerak. Bu esa o'z navbatida SKda kuchlanish holatshsh kamaytiradi. Payvanddan keyin, hamma payvand qilingan choklarni buzmaslik yo'li bilan 100% tekshiriladi [24].



Rasm 2.14. Metal spiral kamera materiallari markasiga qarab taqsimlanishi
prinsipial sxemasi

2.5. STATOR KONSTRUKSIYASI VA UNING ASOSIY O'LCHAMLARI

Turbina konstruksiyasida, uning statori asosiy funksiyani bajaradi. Bino asosiga, turbinani betonli shaxtasi massasini, suvni g'ildirakka beradigan o'q yo'nalishdagi bosimini stator o'ziga oladi.

Ikkinchi tomondan turbina statori, ya oldidagi suv oqimini yo'naltirib berishda qatnashadi. SPK va YA zona oraligida uni yuqorigi va pastki halqasi suyuqlik sirpanib o'tadigan qilib yasaladi, kalonnalar esa yo'naltiruvchi apparatiga suvni simmetrik kelishini taminlaydi. Vertikal gadroturbinalarning statori konstruksiyasi, ularni o'lchamlari va naporlari bilan aniqlanadi. Past naporli katta gidroturbinalarning statori quyidagicha tayyorlanishi mumkin:

1. Beton bilan bog'liq bo'lgan kalonnalar ko'rinishida bo'lishi kerak (2.15, a-rasm);

2. Kalonna ko'rinishida past tomondan betonga tayangan, yuqori tomondan halqali belbog' bilan birikkan (boltli birikish yoki payvandli), chunki bu belbog' ya yuqorigi halqasi bilan birikkan bo'lishi mumkin (2.15,b-rasm).

3. Kalonna ko'rinishida, yuqoridan va pastdan halqali belbog' bilan birikkan (2.15,v-rasm).

Keltirilgan variantlarni oxirgisi afzal hisoblanadi, chunki bu holda konstruksiyani mustahkamligi oshadi va stator bilan gidroturbinani birgalikda montaji osonlashadi. Lekin haddan tashqari katta turbinalar uchun konstruksiyaning bu turini har doim bor asbob uskunalar uchun bajarib bo'lmaydi.

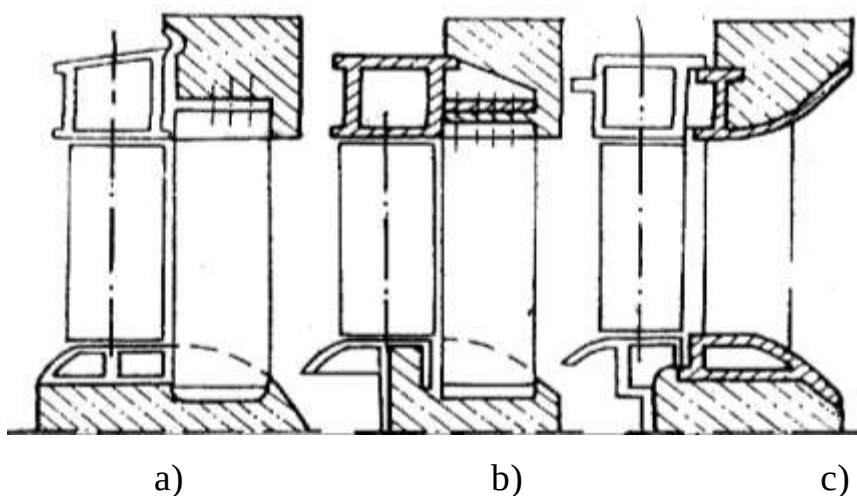
O'rtacha o'lchamli yuqori naporlarda (40-70 m) BK gidroturbina uchun va 60-200 m naporlari ishlaydigan katta RO' gidroturbinalar uchun yuqorigi va pastki halqalar bilan birikkan kalonnali stator ishlatilatiladi. Belbog'lar konstruksiyasi varianti 2.16-rasmda keltirilgan.

Yo'naltiruvchi apparat balandligi uncha katta bo'lmagan, sekin yuruvchi yuqori naporli RO' gidroturbina uchun stator konstruktiv yo'l bilan spiral kameraga birikkan.

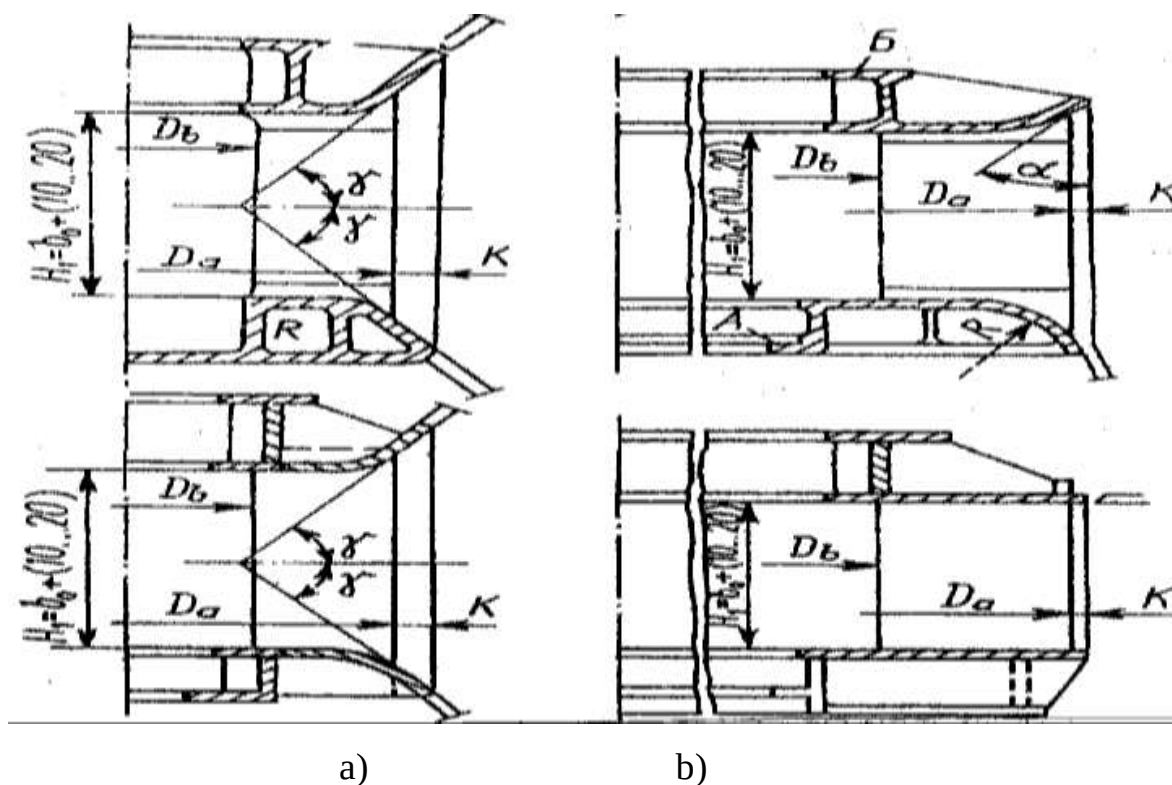
Statorni Z_K kalonnalar soni YA kurakchalar Z_0 soniga bog'liq ravishda tanlanadi. Betonli turbina kameralarda, BK gidroturbina statorlari kalonnasini soni, spiralni tishini hisobga olgan holda, yo'naltiruvchi apparatning kurakchalarini yarim soniga teng kilib olinadi. Hozirgi paytda metall spiral kameralarining kalonnasini soni, YA kurakchalariniki 20 va 24 bo'lganda, 19 va 23 ta qilib tayyorlanadi (bunda spialning tishi hisobga kiradi).

Kolonnaning o'lchamlari planda, ularning konfigurasiyasi va joylashishi spiral kamerani geometrik xarakteristikasi, suyuqlikni oqib o'tish sharti va mustahkamlik sharti bilan aniqlanadi. Kolonnalar statorni mustahkamligi ta'minlashdan tashqari suyuqlik oqimiga minimal qarshnlik ko'rsatib, uni kerakli yo'nalishda yo'naltirishi kerak. Stator kalonnasini joylashishi bo'yicha ma'lumotlar [28,30] adabiyotlarda tavsiya berilgan. Katta va o'rtacha

gidroturbinalar statorlari qulay usul bilan, asosan konstruksiyasi listli prokatki payvandlash yoki quyma yo'l bilan tayyorlanadi (past naporli BK gidroturbinalar uchun).



Rasm 2.15. Statorni beton bilan bog'liq, bo'lgan kolonnalarini ko'rinishi



**Rasm 2.16. Metall spiral kamera sirti bilan stator kolonnalarini
birikish sxemasi**

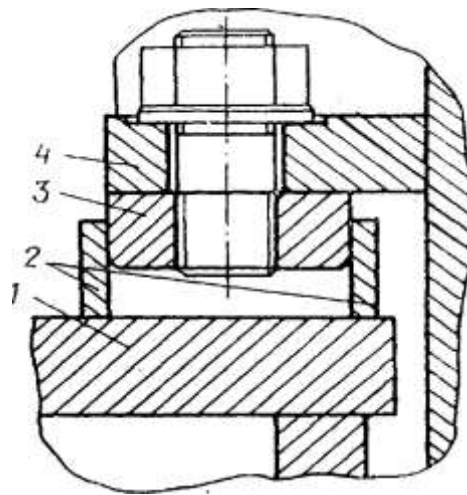
Suyuqlik sirg'anib o'tadigan statorni payvandli belbog'larini sirti tekis bo'lishi uchun u, metall spiral kameralar sirti bilan silliq tutashishi kerak. Konus yuqorisidagi bu sirg'anib o'tadigan sirtlarga tashqi γ burchak beriladi (2.16-rasmga qarang).

Dastlab qo'llanib kelingan stator konstruksiyala-rini belbog'i aylanasi bo'yicha γ burchak o'zgaras va 55° ga teng qilib olingan. Haqiqatda spiralni stator bilan silliq birlashishi faqat bitta radial qirqimda ta'minlanadi. Spiral bilan statorni boshqa qirqimlarida silliq sirtlarni egilgan joylari bor.

Oxirgi paytlarda mana shu kamchiliklarni yuqotish uchun stator konstruksiyasining aylanasi bo'yicha o'zgaruvchan γ burchak qo'llanilmoqda. Spiral zvenolarinn stator bilan birikkan joyida egilgan sirtlarni hosil qilmaslik uchun burchak kattaliga tanlanadi. Stator belbog'lari shtampli emas valeslangan qilib tayyorlanadi. Natijada statorni umumiy balandligi aylana bo'yicha. O'zgaruvchan va planda u ko'p qirrali ko'rinishda bo'ladi. Qirrali statorni qirra o'lchamlari, unga birikadigan spiral zvenolari o'lchamlariga mos tushadi. Stator va spiralni silliq birikishini ta'minlanishi, suvni sirg'anib o'tishni yaxshilaydi va ular birikkan joylardagi kuchlanishni kamaytiradi [30].

GESga statorni zavod-tayyorlovchidan transportirovka qilishda u 2-8 bo'lakdan (sektorlardan) iborat bo'lishi mumkin va ularni gidroturbina bilan bir butun qilib yig'iladi. Montajni asosiy vazifalaridan biri, yo'nalti-ruvchi apparatni sifatli yig'ishini ta'minlashdir. Bu masalani ikki xil yo'l bilan echish mumkin. Yaqin kungacha hamma turbinalarga qo'llanib kelinayotgan usullardan biriga ya yuqorigi halqasi (yoki turbina qopqog'i) va pastki halqasini o'rnatish va qotirish uchun stator konstruksiyasida A va B tayanch teshiklar ko'zda tutiladi. Bu tayanch teshiklarni olishdan maqsad zavod-tayyorlovchida nodir temirga ishlov beruvchi jixozda, statorga katta hajmda mexanik ishlov berish ko'zlangan.

Hozirgi vaqtda ikkinchi yo'l keng tarqalgan bo'lib, unda zavod-tayyorlovchida statorga xech qanday ishlov berilmaydi. Montaj paytida YA stator bilan biriktirilish konstruksiyasiga alohida tayyorlangan halqali tayanch flans 3 kiritilgan bo'lib, stator 1 ga ikki tomonlama silindrik yacheyka 2 birgalikda payvand qilinadi (2.17-rasm). Montaj paytida payvand bilan biriktiriluvchi statorning bu konstruksiyasi qismini GESga transportda qulay olib kelishni taminlaydi.



Rasm.2.17 Yo'naltiruvchi apparat bilan statorni payvandlash usuli.

Bu konstruksiyami asosiy talablaridan biriga tayanch flansni payvandlagandan keyin, uni chiqishini hisobga olish kerak bo'ladi.

Ust-Ilim GESiga shunday konstruksiyani texnologik tayyorlash paytida cho'kish kattaligi 1,5-2 mm tashkil qilgan. Nivelir yordamida o'lchashlar olib borilganda flansni tekisligi payvandlangandan keyin 0,7 mm o'zgarganligi aniqlangan. Ayrim joylarni notekisligi shlifovka (randalash) orqali tekislanadi. Gidroturbinalarni ko'p miqdorda montaj qilish tajribasidan shunday konstruksiyali statorda kurakchalarni yon tomonida 0,2 mm aniqlikda tirqish olish mumkin, bu esa yuqori naporli gidroturbinalar uchuy juda ahamiyatli hisoblanadi [25].

Statorni montaj qilishda ma'lum miqdorda ish xajmini ko'payishi quyidagi asosiy afzalliklar hisobiga ortiqchasi bilan kompensasiya qilinadi:

- Qalin devorli biriktiruvchi flanslarni qo'llamaslik hisobiga stator massasini kamayishi;
- zavoddagi ish xajmini kamaytirish va statorni tayyorlash siklini qisqartirish;
- nodir jihozni qo'llanmasligi;
- o'lchami chegaralanmagan holda statorni tayyorlash;
- yon tirqishi tomonidan yo'naltiruvchi apparatni yig'ish aniqligini oshirish.

Gidroturbinani eskizi loyihasida albatta statorni quyidagi xarakterli o'lchamlarini bilish kerak: D_v – kalon-nani kirish qirralarini joylanish diametri va D_a - kalonnalarni chiqish qirralarini joylashish diametri. Har xil o'lchamli va naporli gidroturbinalar uchun tarmoq standarti bo'yicha D_a va D_v kattaliklari 2.13-jadvalda tavsiya qilingan.

2.6. REAKTIV GIDROTURBINALARNING YUNALTIRUVCHI APPARATI

Reaktiv gidroturbinalarining yunaltiruvchi apparati oqimni turbina aylanish o'qiga nisbatan ishchi g'ildirakka kirish oldida buralishiga yordam beradi, ishchi g'ildirakka kirayotgan oqimni boshqaradi, turbinani normal ishlayotgan paytida yoki tezlashib ketgan paytida suyuqlik o'tadigan qismni to'la yopib qo'yadi. Shunday qilib yo'naltiruvchi apparat turbinaning boshqaruvchi va uni to'xtatib qo'yuvchi hisoblanadi.

Yo'naltiruvchi apparatni asosiy elementlariga turbina ishchi g'iddiragi D_0 aylanasi bo'yicha bir xil joylashgan kurakchalar soni kiradi Z_0 (2.18-rasm).

Yurituvchi mexanizm yordamida kurakchalarni o'z o'qi atrofida bir vaqtda bir xil buralishida, ular orasida v_0 balandlikka va a_0 kenglikka ega bo'lgan kanal hosil bo'lib turbina ishchi g'aldiragiga suvni yo'naltiradi. Ikki kurakcha orasida hosil bo'lgan a_0 masofaga yo'naltiruvchi apparatni ochilish darajasi deyiladi

Har xil ishchi g'ildirak turiga va gidroturbina turkimiga qarab v_0 , D_0 va Z_0 kattaliklar 2.1, 2.2., 2.13-jadvallardan aniqlash mumkin.

Zamonaviy gidroturbinasozlikda 2 turli yo'naltiruvchi apparat ishlatiladi:

1. Radialli (yoki silindrli), unda yo'naltiruvchi apparatning kurakchalarini o'qi silindrlik sirtida agregat o'qiga parallel joylashgan.

2. Konussimon (yoki qiyali), unda yo'naltiruvchi apparatning kurakchalari konussimon sirtida joylashgan bo'lib, oqimni turbina o'qi yo'nalishiga ma'lum burchak ostida yo'naltiradi.

Vertikal gidroturbinalarda radialli yo'nalti-ruvchi apparatlar ko'p tarqagan bo'lib, ularni tayyorlash va yig'ish juda qulay bo'lib, turbinani yuqori FIK bilan ta'minlaydi.

Konussimon yo'naltiruvchi apparatlar kapsulali gidroturbinalarda va ba'zi hollarda diagonal turdagi gidroturbinalarda ishlatiladi. Bu tipdagi YA to'g'risidagi to'la ma'lumotni [23,24] adabiyotlardan topish mumkin.

Yo'naltiruvchi apparat konstruksiyasini ishlab chiqilayotganda quyidagi asosiy talablarni bajarash kerak:

1. Turbinani asosiy ish tartibida kurakchalardan suv silliq uyurmasiz oqib o'tishi kerak;
2. Yo'naltiruvchi kurakchalarni maksimal ochili-shida maksimal sarfni ta'minlash;
3. Yopiq xolatda minimal suyuqlikni sizilib o'tishi;
4. Boshqarish jarayonida kurakchalar orasiga qattik, jism tiqilib qolganda yo'naltiruvchi apparat detallarini shikastlanishdan saqlash;
5. Boshqarishni yo'qotgan kurakchalarni ikki tomonga buralishini chegaralash.
6. Hamma tayanch erlarda, detallarni harakatlanuvchi birikmalari va tugunlarida, minimal va bir xil ishqala-nishini ta'minlash;
7. ayniqsa yo'naltiruvchi kurakchalarni va uni buraluvchi mexanizmlarini uzoq, ishlashini ta'minlash;
8. Servomotordan yo'naltiruvchi apparat oladigan kuchlanishni eng qulay nisbatini ta'minlash;
9. Ta'mirlash ishlarini qulay sharoitda o'tkazish va mexanizmlarni vaqti-vaqti bilan tekshirib turish uchun qulaylik yaratish.

Hozirgi vaqtda keltirilgan talablarni qondiruvchi va ekspluatasiyada o'zini yaxshi ko'rsatgan bir nechta yo'naltiruvchi apparatlar konstruksiyasi bor. Konstruksiyalar, asosan harakatga keltiruvchi sxemasi va yo'naltiruvchi kurakchalar profilini formasi, stopor (to'xtatgich) konstruksiyasi va saqlagichlar

qurilmasi, shu bilan birga ishlatiladigan zichlab turuvchi moslamalar turi bilan farqlanadi.

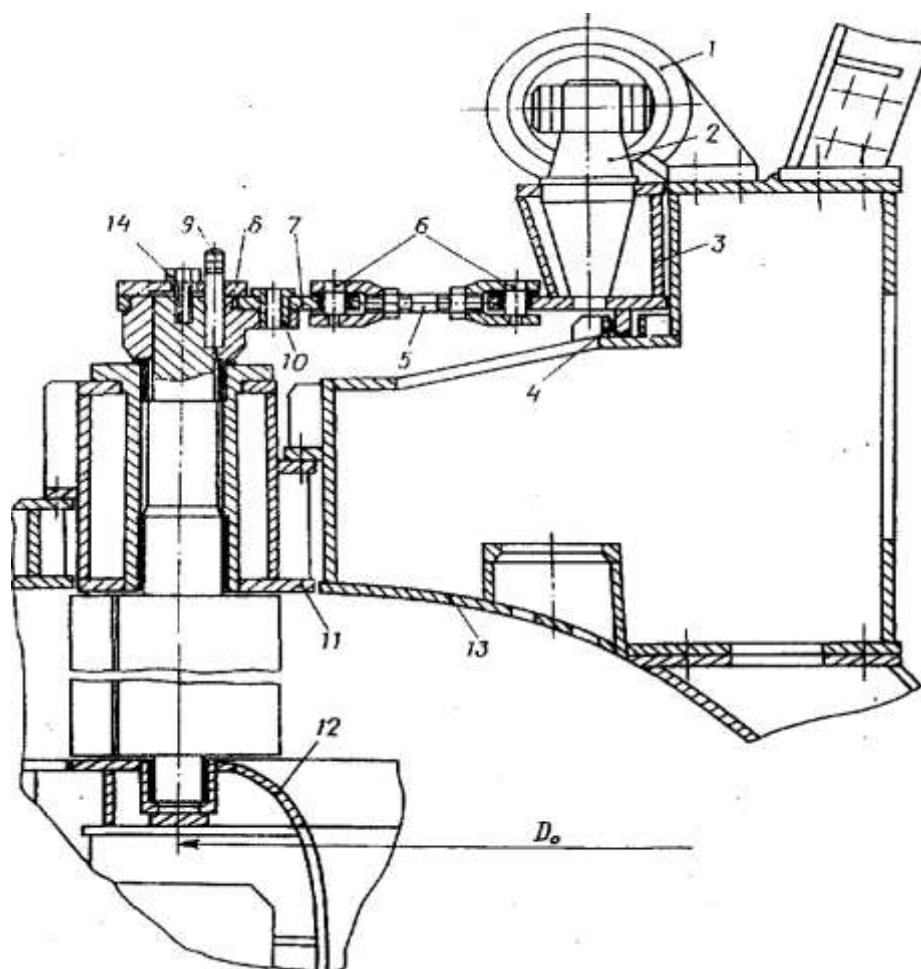
Yo'naltiruvchi apparat kurakchalarini, markaziy joylashgan boshqaruvchi xalqa bilan 2 -4 servomotor orqali burash mumkin, yoki har bir yo'naltiruvchi kurakni individual o'rnatilgan servomotor orqali burash mumkin. Ko'pincha vertikal gidroturbinalarda markaziy joylashgan xalqa orqali yo'naltiruvchi apparat boshqariladi. U normallashtirilgan bo'lib [5,9] yo'naltiruvchi apparat kurakchasiga nisbatan ichki yoki tashqi markaziy joylashgan xalqa tavsiya qilinadi. Shunga ko'ra yo'naltiruvchi apparatni ichidan yoki tashqarisidan boshqariluvchi apparat deyiladi.

Ichki joylashgan boshqaruvchi xalqa. (IV va II V turlari) kurakchalar o'qini joylashish diametri $D_0 \geq 4020 \text{ mm}$ bo'lgan katta gidroturbinalar uchun qo'llaniladi (2.19, a, c - rasm). $D_0 \geq 4020 \text{ mm}$ bo'lgan gidroturbinalar uchun tashqi joylashgan (I N va II N turlari) boshqaruvchi xalqani qo'llash maqsadga muvofiqdir (2.19, b, d - rasm).

Ichkaridan boshqariluvchi radial yo'naltiruvchi apparatning konstruksiyasi 2.18 - rasmda ko'rsatilgan.

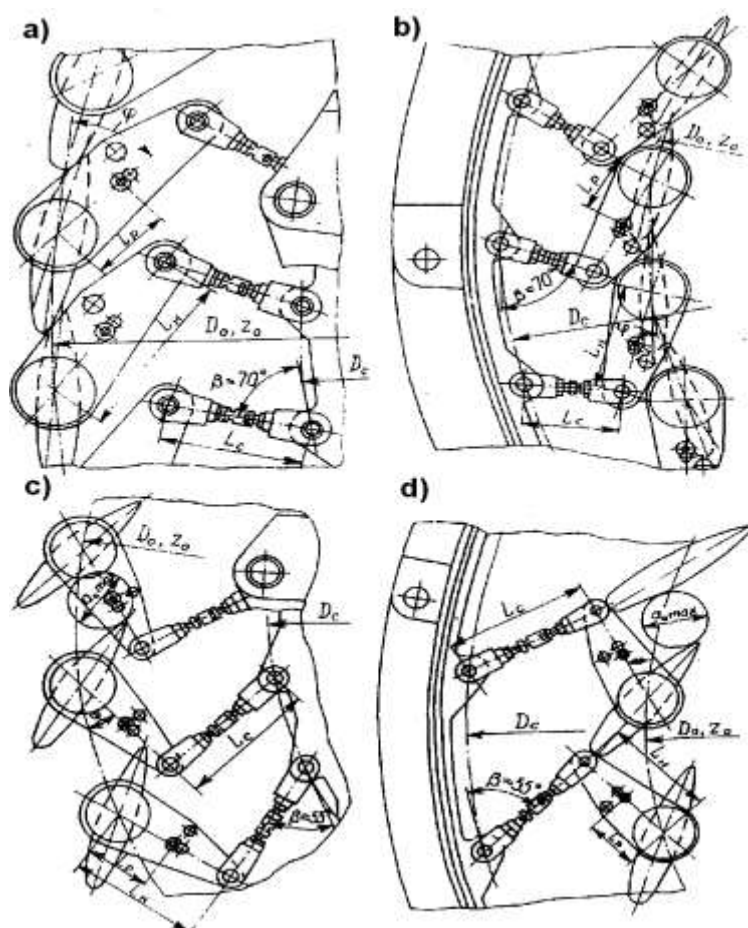
Servomotor 1 yordamida hosil qilingan kuchlanish, panja 2 orqali, 3 boshqaruvchi xalqaga uzatiladi va tiralgan 4 erda uni buralishga majburlaydi.

Boshqaruvchi xalqani buralishi, unga sharnir orqali ulangan sirg'alar 5, panjalar 6, nakladkalar 7, richaglar 8 va shponka 9 orqali yo'naltiruvchi kurakchalarni bir xil burchakka sinxron ravishda buralishini ta'minlaydi ikkita yonma-yon turgan kurakchalar orasida qattiq jismni kirib qolishidan, ularni sinib qolmasligi uchun har bir kurakchada saqlagich qurilma, kesiluvchi panja 10 ko'zda tutilgan.



**2.18-rasm. Yo'naltiruvchi apparat kurakcharini boshqa elementlar bilan
birikish sxemasi**

Yo'naltiruvchi apparat konstruksayasi, xaraqatlanuvchi detallardan tashqari bir qator xarakatlanmaydigan xalqali detallarni o'z ichiga oladi: yo'naltiruvchi apparatni yuqorigi halqasi II, pastki halqasi 12, turbina qapqog'i 13. Ular gidroturbinani suv o'tkazuvchi qismi chegarasini tashkil qiladi va yuqorida keltirilgan detallarni joylashadigan bazasi hisoblanadi (yo'naltiruvchi podshipnik, servomotorlar, suvli va moyli quvurlar va h.k.).



**Rasm 2.19. Burovchi xalqa bilan yo'naltiruvchi apparat mexanizmini
birikish sxemasi va parametrlari**

Umuman kurakchalarni pastki tayanch salfasi joylashgan pastqi halqa hamma vertikal gidroturbinalarni umumiy elementi hisoblanadi. U boltlar yoki shpilkalar bilan pastki halqaga mustahkamlanib turbinaning fundamentini yuqori qismi hisoblanadi. Ko'p xollarda yo'naltiruvchi apparatni pastki xalqasi betonda qotiriladi.

Yo'naltiruvchi apparatning yuqorigi halqasi konstruksiyasi va turbina qopqog'i umumiy komponovkaga (yig'ma holatiga), turbinani turiga va o'lchamiga bog'liq bo'ladi. RO' gidroturbinalarda bu detallar bitta konstruksiyaga bog'liq bo'ladi. BK gidroturbinalarda yuqorigi xalqani qopqog' bilan birlashishi katta bo'lmagan ($D_1 < 4,5 - 5,0 \text{ m}$) turbinalarda amalga oshiriladi.

Umuman YA yuqorigi halqasi qutichali qirkimga ega bo'lib ikkita silindrik devordan tashkil topgan va radial qovurg'alar bilan kuchaytirilgan,

kurakchalar yuqorigi va pastki sapfa podshipniklarini joylashtirish uchun yuqoridan va pastdan yopiq xalqali plitalarda teshikchalar qilingan. Ya yuqori xalqasi tashqaridan va ichkaridan stator va turbina qapqog'ini biriktirib turuvchi baquvvat flansi bor. Yani to'ldirib yozish KK 2 -8 sektordan tashkil topib boltlar bilan biriktiriladi; sektorlar soni turbina o'lchamiga bog'liq.

Turbina qapqog'i qutichali qirqimga ega, uni ichki qismi radial vertikal kovurg'alar sistemasi bilan mustahkamlangan va hosil qilingan bo'limlarda har xil qurilmalar joylashgan (quvurlar, moysovtgichlar va boshqalar). BK gidroturbinaning qapqog'i balandligi bo'yicha bir nechta belbog'lardan tashkil topib bir-biriga boltlar orqali qotirilgan.

Yo'naltiruvchi apparatni hamma ko'zg'almas detallar qismi payvandlanadi. Detallar elementini qalinligi konstruktiv ravishda tanlab olinadi. Ya yuqori xalqasi va turbina qapqog'ini mustahqamligini hisob yo'li bilan tekshiriladi.

2.6.1. Yo'naltiruvchi apparat kurakchalar qirqim

shaklini tanlash

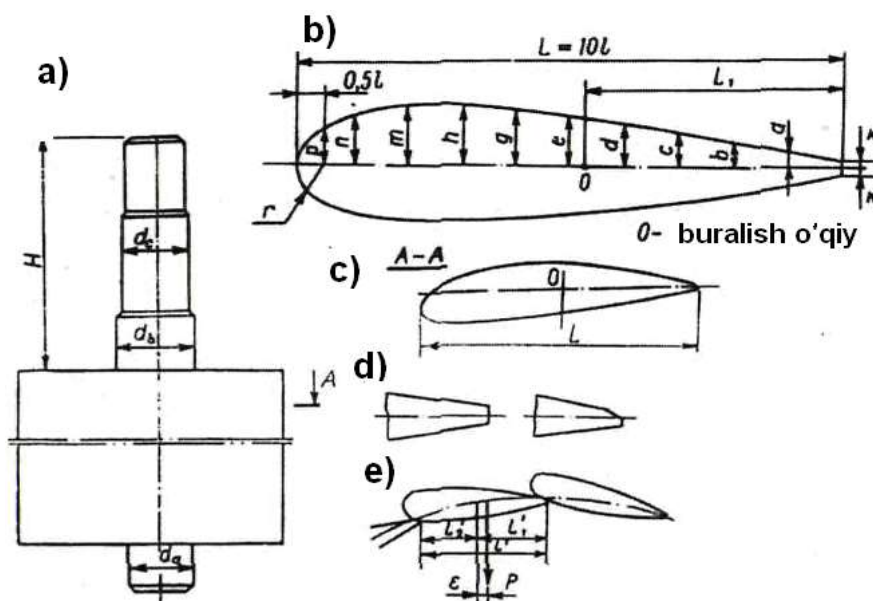
Ya kurakchalari konstruksiyasini quyma yoki payvandli-quyma yo'l bilan tayyorlanib, profil qismidan va doiraviy tayanch sapfadan iborat bo'ladi (2.20-rasm). Yuqorigi sapfa ikkita tayanch bo'yinga ega (diam. d_a , va d_v , d_s esa, diametri d_a bo'lgan pastki sapfadan uzunroq (2.20,a-rasm).

Kurakchani profil qismi qirqim shakli va unga nisbatan olingan o'lchamlari turbina FIK ga va Ya kuchlanuvchi xarakteristikasiga ta'sir qiladi [27]. Ya kurakchasi profili, suv o'tqazuvchi elementlari konstruksiyasini xisobga olgan holda, ya'ni turbina spiral kamerasi va iichi g'ildirakka qarab loyihalanishi kerak.

Hozirgi paytda reaktiv gidroturbinaning tszyurarligiga, turiga va turbina kameralarini nisbiy o'lchamlariga, shu bilan birga kerakli kuchlanish xarakteristikasiga qarab kurakchani ikki xil profilini qo'llashadi: simmetrik va asimmetrik (2.20, b va c-rasm).

Nisbatan metalli turbina kameralar va o'rab olish burchagi 240° ga teng bo'lgan beton turbina kameralari uchun simmetrik profilni kurakcha qo'llaniladi. Ular ishlab chiqarish nuqtai nazardan oddiy bo'lib, turbinani yuqori FIK bilan ta'minlaydi.

Tez yurarlik koeffitsienti katta RO' gidroturbinalarning suv o'tkazish qobiliyatini oshirish uchun toraytirilgan qirsimli metall spiral kameralarga assimetrik profilni qurakchalar ishlatiladi, shu bilan birga aksariyat kurakchalarni yopishga kerakli bo'lgan gidravlik momentni oshirib beradi. Bunday Ya o'z-o'zidan yopuvchi deyiladi, chunki avariya holatlarida kurakchalar suyuqlik tomonidan ta'sir qilayotgan gidravlik moment hisobiga yopilib qolishi mumkin. Kurakcha profilini chiqish eridagi qirrasi kesik va kesikmas bo'lishi mumkin (2.20, g-rasm). Kesiklik qirrani borligi gidravlik momentni ko'paytirib kurakchani yopishga yordam beradi.



Rasm 2.20 Yo'naltiruvchi apparat kurakchalari konstruksiyasi va profil ko'rinishi

Gidravlik moment kattaligiga kurakni yopiq holatida teng ta'sir qiluvchi bosim kuchi qo'yilgan nuqtani, uni burilish o'qiga nisbatan siljish masofasi-ekssentrisitet $\epsilon = 1/2(L_1 - L_2)$ ham ta'sir qiladi (2.20, d-rasm). Nisbiy ekssentrisitet $n = \epsilon / L_1 - L_2$ kattaligi 0,02- 0,05 oralig'ida qabul qilinadi.

Radial Ya profili o'lchamlarini tarmoq standarti (TST 24.023.14 – 75) orqali olish mumkin. U har xil nisbiy maksimal qalinlikda bo'lgan ikki guruhli profillarni (simmetrik va asimmetrik) qo'llashni nazarda tutadi.

Agar yopiq holatda bo'lgan yaga gidravlik moment ochishga yordam bersa, eksentrisitet musbat, agar yopiq holatda bo'lgan ya ga gidravlik moment yopishga yordam bermasa manfiy bo'ladi.

Agar kurs loyihasida qo'shimcha shartlar berilmagan bo'lsa, u holda ya simmetrik profilli kurakchani ishlatish mumkin. Simmetrik profilli har xil qalinlikdagi kurakchalar o'lchamini (2.20, b-rasmga qarang) 2.15 - jadval asosida tanlab olish mumkin. Haqiqiy gidroturbina kurakchasi profilining absolyut o'lchamlarini olish uchun ularni D_0 ga ko'paytirish kerak.

Jadval 2.15

Simmetrik profilli har xil qalinlikdagi kurakchalar o'lchamini tanlash

Belgilar	$H_{\max} \leq 40 \text{ m}$		$H_{\max} \geq 40 \text{ m}$	
	$D_0 = 7 \div 10 \text{ m}$	$D_0 \geq 10 \text{ m}$	$D_0 < 7 \text{ m}$	$D_0 > 7 \div 10 \text{ m}$
$\bar{L}$	0,13989	0,11985	0,16798	0,13989
$\bar{L}_1$	0,06556	0,05610	0,07867	0,06547
$\bar{r}$	0,00278	0,00243	0,00337	0,00278
$\bar{k}$	0,00110	0,00080	0,00110	0,00110
$\bar{a}$	0,00375	0,00360	0,00524	0,00458
$\bar{b}$	0,00599	0,0068	0,00930	0,00778
$\bar{c}$	0,00883	0,00843	0,01330	0,01097
$\bar{d}$	0,01049	0,01049	0,01648	0,01375
$\bar{e}$	0,01161	0,01161	0,01826	0,01514
$\bar{g}$	0,01170	0,01198	0,01845	0,01542
$\bar{h}$	0,01124	0,01124	0,01755	0,01458
$\bar{m}$	0,00964	0,00983	0,01508	0,01250
$\bar{n}$	0,00680	0,00721	0,01105	0,00917
$\bar{p}$	0,00459	0,00481	0,00740	0,00625

2.6.2. Yo'naltiruvchi apparatning kinematik sxemasini qurish

Kurakcha profilining o'lchami va formasi ya kinematik sxemasini qurgandan keyin topiladi. Bu sxemani qurishdan asosiy maqsad, ya ni maksimal ochilishini a_{0MAX} , boshqaruvchi halqani burilishini ta'minlovchi servomotor porshenining yurish yo'lini aniqlashdir. (a_{0MAX} kattaligi ekspluatasiya xarakteristikasini qurgandan keyin ma'lum bo'ladi). Servomotor porshenining yurish yo'lini aniqlashdan maqsad keyinchalik ya uchun servomotor turini tanlash va ularni konstruksiyasini ishlab chiqishda kerak bo'ladi.

Ya kinematik sxemasini qurish, burovchi mexanizmni oxirgi holatida nakladkalarini yoki qo'shni kurakcha-sergalarini bir-biriga tegib turmayotganligi va saqlagich palesni 10 qir qilish xolatlarini ham ko'rishga yordam beradi (2.18-rasmga qarang).

Jadval 2.16

Yo'naltiruvchi apparatning burovchi mexanizimi parametrlari

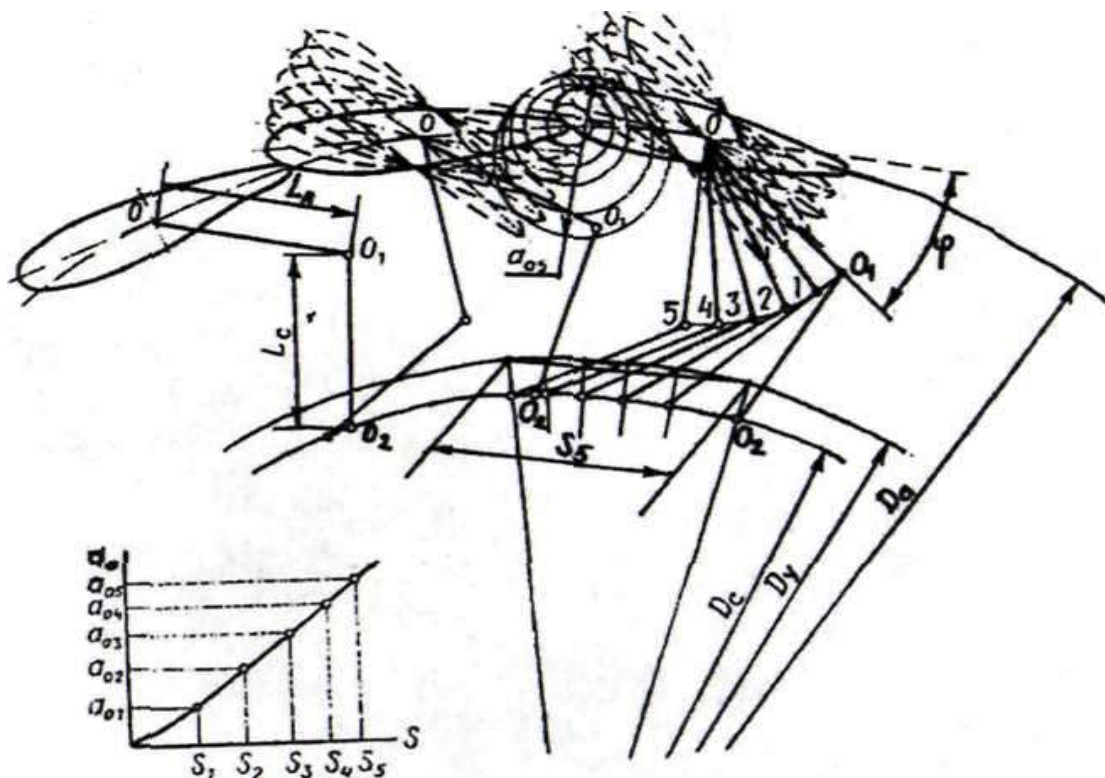
D_1, mm	Z_o	$\varphi, grad$	D_o, mm	L_n, mm	L_r, mm	L_s, mm	Yo'naltiruvchi apparat turi
2160			2910	240	130	312	
2280			3080	250	140	330	
2400			3240	270	145	340	
2540			3430	280	150	366	
2690			3630	300	160	383	
2850	20	30	3850	320	160	406	PN
3000			4050	330	165	432	
3180			4190	350	175	456	
3360			4540	370	185	486	
3760			5110	410	210	546	
4020			5480	440	220	483	
4260			2910	470	235	443	
4500			3100	500	250	470	
4800			3300	530	265	506	

D_1, mm	Z_o	$\varphi, grad$	D_o, mm	L_n, mm	L_r, mm	L_s, mm	Yo'naltiruvchi apparat turi
5100	20	36	3500	560	280	542	
5400			3700	600	300	574	
5700			3900	630	315	610	
6000			4150	660	330	621	
6360			4950	700	350	682	
6710			4600	740	370	719	1V
7200			4950	800	400	679	
7560			5200	830	415	717	
8040	24	36	5500	890	445	775	
8510			5850	940	470	812	
9000			6100	990	495	848	
9600			6600	1060	530	909	
10100			7000	1120	450	976	
10800	28	36	7400	1190	480	1037	
11400			7800	2160	500	1098	
12000			8300	1310	530	1113	

Ilova: Joylashtirish paytida boshqaruvchi halqa qulog'ini quyidagicha qabul qilish tavsiya qilinadi $D_o/D_s=0,95-1,1$ o'lchamlar berilgan. Boshqa variantlar uchun spravochnikdan foydalanish kerak. [30,31]

Kinematik sxemani qurish uchun quyidagi burovchi mexanizm detallari o'lchamlarini aniqlash kerak: L_r richag uzunligi, nakladka uzunligi va L_s serga uzunligi. Normallashtirilgan burash mexanizmini 2 ta sxemasi uchun (1 V va P H)(2.19,a,g-rasmga qarang) 2.16-jadvalda kerakli YA ning 2.21 - rasmda kinematik sxemasi qanday qurilishi ko'rsatilgan. Amalda kartondan tayyorlangan kurakcha profili shablonidan foydalanish qulay. Bu shablonni shunday yasash kerakki, kurakcha profili masshtabda 100 mm dan kam bo'lmasligi kerak. Qog'oz betiga D_o , D_s , va D_y diametrli doiralarni ham tanlangan masshtabda chiziladi. Bu aylanalarni markazi chizmani oxirida yoki undan tashqarisida

joylashishi mumkin. Kurakcha qadami ($t = P D_0 / Z_0$) va chizmadagi uchta kurakcha markazi aniqlanib, uchta shablonga igna o'tkazib, har birini 0 - nuqtaga (2.21-rasm qarang) qadaladi.



Rasm 2.21 Kurakchanning ochilish darajasini qurish sxemasi

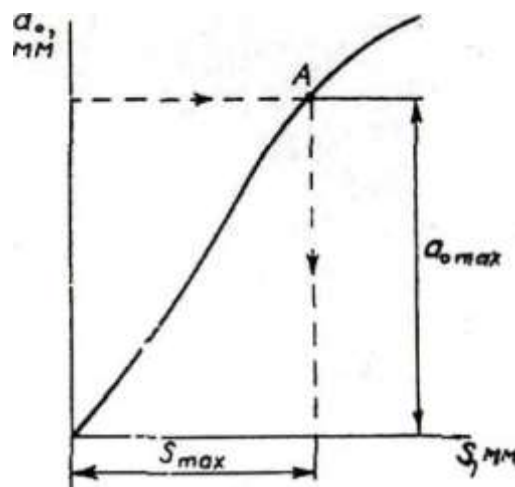
Keyinchalik esa ularni holati D_0 o'qiga nisbatan bir xil turishini kuzatish kerak. Undan keyin shablonni atrofida qalam yurg'izib kurakcha profili chizib olinadi. O' nuqta orqali D_0 doiraga urinma o'tkaziladi va undan γ burchakni o'lchab olib richagni va nakladkani o'q chiziqlari o'tkaziladi, bu chiziqlarda L_n uzunligi ajratib O_1 nuqta aniqlanadi, unga sirkul oyog'ini qo'yib serga uzunligini L_s , D_s diametrli doirada belgilab olib O_2 nuqtani hosil qilinadi. Uchta kurakchalar bilan shu xarakatlarni bajarib YA yopiq holdagi burovchi mexanizm elementlari holati olinadi. Oraliq nazorat qilinganda nakladka va sirg'a orasidagi burchak 90° dan birmuncha katta bo'lishi kerak.

Keyinchalik ikkala profil bilan ishlash mumkin.

0 nuqtaga sanchilgan ikkita qo'shni shablon-profilni navbat bilan ochilish tomonga bir xil burchakka burish kerak (taxminan 5° - 7° ga). Profilni har yangi holatini kontur chiziq bilan chizib olinadi, ularni ko'ndalang o'qi o'tkaziladi va

richagni nakladkasi bilan sirg'ani o'q chiziqlari chiziladi. Profil o'qlari bilan nakladka orasidagi burchak o'zgarmasligini esda saqlash kerak, chunki nakladka va sirg'a o'qlaridagi burchak o'zgarib turadi. Shunday qilib kurakchani har xil holati (ochilishi) uchun kerak bo'lgan O_2 nuqtaning joylashishini (sirg'ani boshqaruvchi halqa bilan birlashishi) topiladi. Qo'shni kurakchalarni har xil xolatiga to'g'ri kelgan a_0 ochilishni aniqlash uchun ular orasidagi chizib olingan doira konturi, Qo'shni kurakchani orasidagi minimal masofa bo'yicha qonturga tegishi kerak ("yorug'lik" masofasi bo'yicha). Eksploatasiya xarakteristikasidan aniqlangan (xaqiqiy turbina uchun) a_{0MAX} maqsimal ochilishdan a_0 bir-muncha katta qiymatgacha kurakchani burashni davom ettirish kerak. Keyinchalik D_s aylana bo'yicha kurakchani buralishidagi har xil O_2 markaziga mos bo'lgan D_4 diametr aylanasi topish kerak. Buning uchun umumiy markazdan O_2 nuqtaga nurlar o'tqaziladi. D_4 diametr bo'yicha O_2 nuqtani siljishi S servomotorlarni boshqaruvchi halqani burahda, shtokni yurish yo'lini ko'rsatadi.

Chizmadan a_0 va S mos kattaliklar o'lchab olinadi va qurish masshtabini hisobga olib, a_0 (S) bog'liqligi olinadi (2.22-rasm). Bu bog'liqlik, a_{0max} ta'minlash uchun servomotor porshenini maksimal yurish yo'li S_{MAX} aniqlashga yordam beradi. Buning uchun eksploatasiya xarakteristikasidan ma'lum bo'lgan a_0 o'kdagi a_{0max} kattalikni o'lchab qo'yib, A nuqtani topib, keyin esa S_{MAX} kattaligi aniqlanadi.



Rasm 2.22 a_{0max} ochilish darajasiini ta'minlashda servamotor porshenini maksimal yurish yo'li S_{MAX} ni aniqlash grafigi.

Ko'shni detallarni bir-biriga tegib kolmasligini aniqlash uchun naqladka, sirg'ani va kurakchaning yopiq holatidagi sxema tasviri quriladi.

2.6.3. Gidroturbinaning ishqalanuvchi elementlarini

loyihalash

YA konstruksiyasiga qo'yilgan asosiy talablarning biriga hamma tayanch joylarda va harakat qiluvchi qismlarda minimal va bir tekis (stabil) ishqalanishni ta'minlash kiradi. Tayanch va xarakatlanuvchi birikmalardagi ishqalanish, YA servomotorining diametriga va unda qo'llaniladigan moy bosim kattaligiga sezirlari darajada ta'sir ko'rsatadi.

Yo'naltiruvchi kuraklarni burishda suyuqdik tomonidan hosil qilingan gidravlik momentni (agar u xarakatga qarshi yo'nalgan bo'lsa) engibgina qolmasdan balki tayanch joylarda va xarakatlanuvchi birikmalarda ishqalanish momentini ham engish kerak bo'ladi. Servomotorlarni tortish kuchi, ya istalgan darajada ochilishida yuzaga keladigan gidravlik momentiga, ishqalanish momentiga va kurakchalarni ma'lum bir tezlik bilan buralishiga etarli bo'lishi kerak. Undan tashqari, servomotor ya yopiq holatida kurakchalarni bir-biri bilan jips turishini ta'minlash kerak.

Ya hamma xarakatlanuvchi qismlarni engil, siqilib qolmasdan avariyasiz va ishonchli ishlashini ta'minlash kerak. Ba'zi hollarda tayanch tugunlarda ishqalanish oshib ketishi hisobiga Ya yaxshi ishlamasligi mumkin. Shu munosabat bilan ishqalanishni kamaytirish masalasiga yaxshi ahamiyat berish kerak.

Ya konstruksiyasini ustida ishlashda, kurakcha sapfa tayanchida, kurakchalar richaglari tayanch yo'llarida, sirg'a paleslarida va boshqaruvchi halqa tayanchlarida minimal ishqalanishni ta'minlash kerak. Uni quyidagi yo'l bilan bajarish mumkin: kurakchani vertikal holatini yuqorigi va pastki sapfalarini TST 108.122.105-78 bo'yicha standartlashtirilgan podshipniklar bilan ta'minlanadi. Standart konstruksiya turini va o'lchamini, shunindex podshipniklarni tayyorlash bo'yicha texnik talablarni belgilaydi.

Yuqorigi sapfa uchun standart podshipniklarni ikki turini nazarda tutiladi: 1-turi d_v va d_s diametrlar uchun umumiy korpusli (2.23, b-rasm), 2-turi d_v va d_s diametrlar uchun alohida korpusli (2.23, a-rasm).

1-tur podshipniklar $D_0 < 4020$ mm RO' gidroturbinalar uchun va BK gidroturbinalarni hamma o'lchamlari uchun.

RO' katta gidroturbinalar uchun 2 - tur podshipniq tavsiya qilinadi, u o'z navbatida turbinani ekspluatatsiya qilayotganda podshipnikni o'rtacha d_e diametriga yo'l ochishi mumkin.

Kurakchani pastki sapfasiga, standart bo'yicha, podshipnikni bitta turi nazarda tutiladi, bu tur Ya pastki halqasiga. antifriksiyali qatlamli oboyma zichlangan bo'ladi.

YA apparat podshipniklarini loyhalashda kattaliklarni kelib chiqishi sapfani o'lchamlariga qarab bo'ladi.

BK va gidroturbinalarni normallashtirilgan Ya konstruksiyasi uchun sapfani asosiy o'lchamlarini (mm) dastlab 2.17 va 2.18 jadvaldan tanlab olish mumkin.

O'lchamlarni butunlay tanlab olish esa, qurakchani mustahkamligini hisoblab ko'rilgandan keyin olinadi.

Zamonaviy YA kurakchalarini umuman moylamasdan ishlashi, uni farqlovchi o'ziga xos xususiyatdir. Bunga sabab podshipnikni tayanch vtulkalari bronzadan emas balki polimer materialdan tayyorlansa bo'ladi. Bu materiallar yaxshi antifrikasion xususiyatga ega, katta solishtirma bosimga chidaydi va kam eyiladi.

Sapfa va tayanch vtulkalarni d_a va d_g diametrlari bo'yicha o'rnatish doirasida $H8/d8$ kattalikda zazor qoldiriladi.

Diametr bo'yicha sapfa va vtulka orasidagi zazor kattalashtirilgan bo'lib, u YA kurakchasini mustahkamligiga qarab tanlanadi.

YA kurakchalari richaglarda osma holatda kurakchani balandligi bo'yicha bolt 14 bilan boshqariladi(2.18-rasmga qara)

Richag bilan kurakcha orasidagi ishqalanishni kamaytirish uchun, richagni pastki tayanch tekisligiga antifriksion materialdan yig'ilgan maxsus

halqaga tayantiriladi (2.23-rasmga qara). Paleslar 6 hisobiga sharnirli birikkan sirg'a bilan nakladka va boshqaruvchi halqa orasidagi ishqalanishni kamaytirish uchun nakladka va boshqaruvchi halqa teshikcha vtulkasi zichlangan antifriksion materialdan qilinadi (2.18-rasmga qarang).

Normallashtirilgan YA uchun (paleslar diametri 45-125 mm) va vtulka uchun o'lcham kattaliklari [30] keltirilgan. Sharnirli bog'langan konstruksiyalarda vtulkalar ishdan chiqib qolganda uni tezdan almashtirish mumkin.

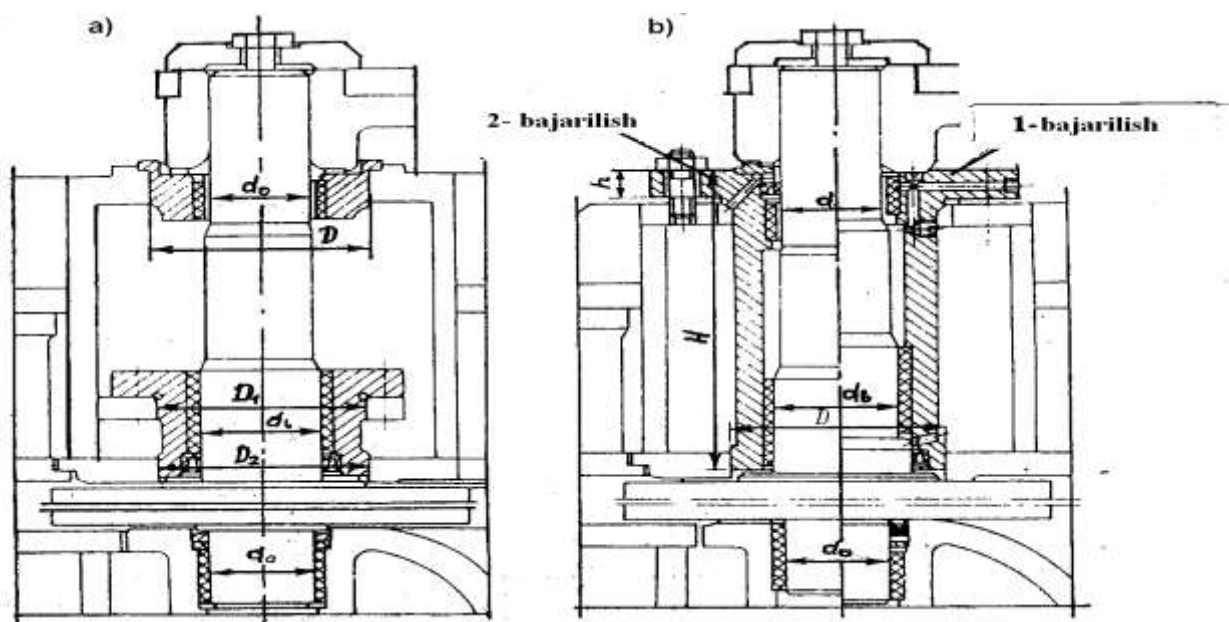
Palesni vtulkaga o'rnatish tirqishi (zazori).

Jadval 2.17

**Burama kurakli gidroturbinaning yo'naltiruvchi apparat konstruksiyasi
uchun sapfanning asosiy o'lchamlari**

D _i , mm	BK10				BK20				BK30				BK40				BK50			
	d _a	d _v	d _s	H	d _a	d _v	d _s	H	d _a	d _v	d _s	H	d _a	d _v	d _s	H	d _a	d _v	d _s	H
3600	110	130	120	640	110	130	120	640	120	140	130	696	130	150	140	742	140	160	150	796
4000	120	140	130	696	120	140	130	696	130	150	140	742	140	160	150	796	150	180	160	878
4500	130	150	140	742	130	150	140	742	140	160	150	796	150	180	160	878	160	200	180	970
5000	140	160	150	796	140	160	150	796	150	180	160	878	160	200	180	970	180	220	200	1060
5500	150	180	160	878	150	180	160	878	160	200	180	970	180	220	200	1060	200	240	220	1150
6000	160	200	180	970	160	200	180	970	180	220	200	1060	200	240	220	1150	220	260	240	1240
6500	160	200	180	970	180	220	200	1060	180	240	220	1150	200	240	220	1150	220	260	240	1240
7000	160	200	180	970	180	220	200	1060	200	240	220	1150	220	260	240	1240	240	280	260	1336
7500	180	200	200	1060	200	240	220	1150	220	260	240	1240	240	280	260	1336	260	300	280	1426
8000	180	220	200	1060	200	240	220	1150	220	260	240	1240	240	280	260	1336	260	300	280	1426
8500	200	240	220	1150	220	260	240	1240	240	280	260	1336	260	300	280	1426	280	330	300	1552
9000	200	240	220	1150	220	260	240	1240	240	280	260	1336	260	300	280	1426	280	330	300	1552

Boshqaruvchi xalqaning 4 tayanchini to'g'ri loyihalash asosiy ahamiyatga ega. U boshqaruvchi halqani YA kurakchalarini burashida (buralish o'qiga nisbatan) markaziy holatda ushlashni taminlaydi (2.18-rasmga qarang).



Rasm 2.23 Kurakcha o'kning turbina qopqog'i va pastki xalqa bilan birikishi.

Jadval 2.18

Radial – O'qli gidroturbinaning yo'altiruvchi apparat konstruksiyasi uchun sapfani asosiy o'lchamlari

D ₁ mm	RO'45				RO'75				RO'115			
	d _a	d _b	d _c	H	d _a	d _b	d _c	H	d _a	d _b	d _c	H
3600	140	160	150	796	150	180	160	878	160	200	180	970
4000	150	180	160	878	160	200	180	970	180	220	200	1060
4500	160	200	180	970	180	220	200	1060	200	240	220	1150
5000	180	220	200	1060	220	240	220	1150	220	260	240	1240
5500	200	240	220	1150	220	260	240	1240	240	280	260	1336
6000	220	260	240	1240	240	280	260	1336	260	300	280	1426
6500	240	280	260	1136	260	300	280	1426	280	330	300	1550
7000	240	280	260	1360	260	300	280	1426	280	330	300	1552
7500	260	300	280	1426	280	330	300	1552	300	360	330	1672
8000	260	300	280	1426	280	330	300	1552	300	360	330	1672
8500	280	330	300	1552	300	360	330	1672	330	390	360	1802
3600	180	220	200	1060	200	240	220	1150	220	260	240	1240
4000	200	240	220	1150	220	260	240	1240	240	280	250	1336
4500	220	260	240	1240	240	280	260	1336	260	300	280	1426

D ₁ mm	RO'45				RO'75				RO'115			
	d _a	d _b	d _c	H	d _a	d _b	d _c	H	d _a	d _b	d _c	H
5000	240	280	260	1336	260	300	280	1426	280	330	300	1552
5500	260	300	280	1426	280	330	300	1552	300	360	330	1672
6000	280	330	300	1552	300	360	330	1672	330	390	360	1802
6500	300	360	330	1672	330	390	360	1802	-	-	-	-
7000	300	360	330	1672	330	390	360	1802	-	-	-	-
7500	330	390	360	1802	360	420	390	1926	-	-	-	-
8000	330	390	360	1802	360	420	390	1926	-	-	-	-
8500	360	420	390	1926	390	450	420	2056	-	-	-	-

Zamonaviy gidroturbina konstruksiyalarida tayanch qismlar turbina qapqog'i bilan qilinadi va uni qopqoqning yuqorigi qismiga o'rnatiladi. Tayanch konstruksiyalar yo'naltiruvchi va boshqaruvchi halqaning tayanch podshipnigini biriktirishni o'ziga olishi kerak; undan tashqari yo'naltiruvchi podshipnik halqani radial tayanchni o'q yo'nalishida siljishini cheklaydi.

Boshqaruvchi halqani tayanchda minimal ishqalanishi uchun silindrik sirt bo'yicha bir xil taqsimlangan va boshqaruvchi halqani tayanch teqisligi tagida tayanchli vkladish o'rnatiladi. Tayanch vkladishlar antifriksion materialdan tayyorlanadi. Agarda vkladishlar bronzadan qilinsa, u holda tayanch tugunlarni moylash kerak (suyuq moy bilan) va tayanch konstruksiyasida moy uchun vanna o'rnatishni oldindan hisobga olish kerak.

Vkladishlarni epoksid kompozitsiyasi asosida polimerli materialdan qilinganidan foydalinsa, moylash kerak bo'lmaydi. U holda boshqaruvchi halqa tayanchini konstruksiyasi soddalashadi.

2.6.4. Zichlab turuvchi moslamalar

Yuqorida ta'kidlanganidek, YA konstruksiyasi yopiq holatda minimal suv o'tqazishi ta'minlashi qaraq, ya'ni turbinani ishlamayotgan paytida.

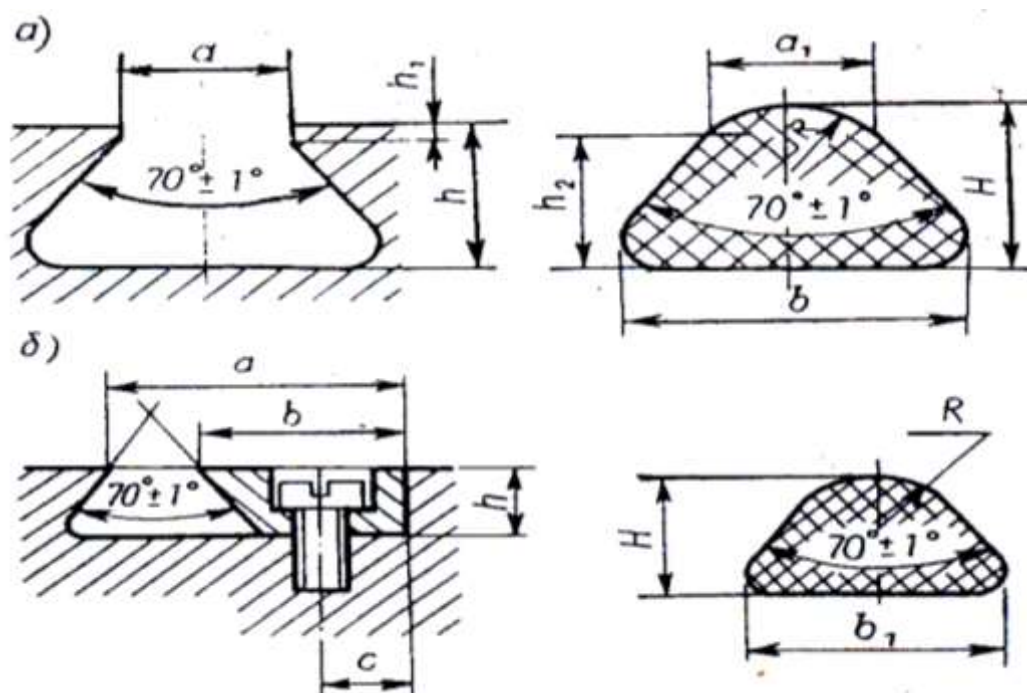
Hisoblar va natural tekshirishlar shuni ko'rsatdiki ishlamayotgan turbina uchun YA jips bo'lmasligi hisobiga va o'rta naporda (katta turbinalar uchun)

suvni o'tishi $1-2 \text{ M}^3/\text{S}$ tashkil qilishi kerak. Bu esa tarmoqni yuklanish cho'qqisini to'ldirishda ishlovchi GES larga iloji boricha kerak emas, chunki bu stansiyalarni agregati sutkaning ko'proq vaqtida zahirada turgani uchun ancha energiyani yo'qotishi mumkin.

YA qurakcha perosini pastki va yuqorigi qirralari, kurakchani chiqish qirrasini uzunligi bo'yicha asosan suv sizilib o'tadi.

Shu sababdan YA konstruksiyasiga mumkin bo'ladigan joylarga kurakchalarni yopiq holatida suvni oqib o'tish yo'lini bilish uchun maxsus qurilmalar kiritiladi, shu bilan birga YA pastki va yuqorigi halqalari bilan kurakcha perosini (qiska yon tomoni) tirqishlari loyihadagi kattaliqsan kamaytirish ko'zda tutiladi.

120 m dan past naporda ishlaydigan turbinalarda kurakcha perosini Qisqa, yon tomonidan suvni oqib o'tishini kamaytirish uchun maxsus profilli normallashtirilgan rezinali zichlab turuvchi moslama ishlatiladi (2.24, a-rasm) va u, YA yuqorigi va pastki halqasida qilingan trapesiyasimon yoriqqa o'rnatiladi.



Rasm 2.24. Zichlab turuvchi moslamalarni joylashtirish

**Yo'naltiruvchi apparat uchun zichlab turuvchi moslamalarni
normallashtirilgan o'lchamlari**

Shnurni raqami	Shnurli zichlab turuvchi moslamalar							
	Yoriq				Shnur			
	a	n	n_1	b	H	a	n_1	R
1	11	13	1,5	21	15	12	12	7,5
2	14	16	1,5	28	19	15	15	9,0
3	17	19	1,5	35	22	18	18	12
Shnurni raqami	Kurakchalarga tegib turadigan zichlovchi moslamalar							
	Yoriq				Shnur			
	a	b	c	n	b_1	H	R	B_{ant}
1	42	30	12	12	21	15	7,5	M10x18
2	50	35	15	15	28	19	9,0	M12x22
3	58	40	15	18	35	22	12,0	M12x22

Zichlab turuvchi moslamalar, diametr bo'yicha joylashgan qo'shni kurakchalarni bir-biriga tegib turadigan joyiga o'rnatiladi. 120 m yuqori bo'lgan naporlarda shnurli zichlab turuvchi moslamalar ishonchsiz bo'ladi, shu sababdan sizilib o'tishni kamaytirish uchun kurakcha perosini qisqa yon tomonidan tirqishini kichiklashtirishga to'g'ri keladi. Sizilib o'tishni kamaytirish uchun kurakcha perosini chiqish tomondagi qirrasini butun balandligi bo'yicha, kurakchalarni bir-biriga tegib turadigan erida, kurakchani profil qismida joylashgan yoriqqa maxsus profilli rezinka joylashti-riladi.

Qiya devorning bittasidagi yoriqqa o'rnatilgan rezinkaga qisib turuvchi planka o'rnatiladi (2.24, b-rasm).

YA uchui zichlab turuvchi moslamani normallashtirilgan o'lchamlari 19-jadvalda keltirilgan.

YA ba'zi-bir konstruksiyalarida kurakchalar orasida zichlab turuvchi moslamalarga rezinka shnltilmay, kurakchalarni bir-biriga tegib turadigan sirlarni yaxshi qilib silliqilanadi.

Turbina shaxtasiga kurakchalarni yuqoriga sapfasidan suvni sizilib o'tishga yo'l qo'ymaslik uchun kurakchani d_c diametri bo'yicha rezinali manjetni yuqorigi tayanch vtulka-dan yuqoriroq o'rnatiladi (2.23, b-rasmga qarang).

Agar suv tarkibida suzib yuruvchi qattik zarrachalar bo'lsa, u holda kurakchani podshipnikli tugunchalarni eyilishdan himoya qilish uchun B ko'rinishdagi rezinali manjetli zichlab turuvchi moslamani kurakcha profili tomoniga birdan o'rnatiladi, ya'ni kurakcha vtulkasini pastki va o'rtacha tayanch bo'yinidan oldin (2.23, a-rasmga qarang)

2.7. GIDROTURBINANING SO'RIB OLISH QUVURLARI VA ULARNING YASASH QISMLARI

So'rish quvuri gidroturbinaning suv o'tqazuvchi qismiga kiradi, ishchi g'ildirakdagi suvni olib ketishga va oqimni kinetik energiyasini tiklashga xizmat qiladi. Agar so'rib olish quvuri bo'lmasa ishchi g'ildirakdagi energiya yo'qoladi va turbina FIK kamayadi. So'rib olish quvuri o'rnatilsa, ishchi g'ildirakdan keyin hosil bo'lgan kinetik energiya, bosim energiyasiga aylanadi. Natijada ishchi g'ildirak tagida qo'shimcha siyraklanish hosil bo'ladi. Ayniqsa tez yuruvchi o'q yo'nalishda suyuqlik o'tqazuvchi gidroturbinalarda so'rib olish quvurlari, ishchi prosessida katta rol o'ynaydi, chunki ularning ishchi g'ildiragidan keyingi energiya oqim kinetik energiyasining to'la naporni 50 % tashkil qiladi.

2.7.1. So'rish quvurining turini tanlash va o'lchamlarini aniqlash

So'rish quvurlari turbinalarni ekspluatatsiya sifatiga sezilarli ta'sir qiladi [30, 31], shu sababdan ularning o'lcham va formalarini to'g'ri tanlash katta ahamiyatga ega. Hozirgi paytda katta vertikal turbinalar uchun qurilish davrida, iqtisodiy tejamlilikni ta'minlaydigan faqat egilgan so'rib olish quvuri ishlatiladi.

Gorizontal kapsulali gidroturbinalarda to'g'ri o'qiy so'rish quvurlari ishlatiladi.

2.25-rasmda to'g'ri o'kli egilgan so'rish quvurini tashkil qilgan qismlari (tirsak I, konus 2, chiqarish diffuzori 3 va gabarit o'lchamlari) keltirilgan. So'rish quvurini o'lchami va ko'rinishi tarmoq standarti - TCT 108.122.01-76 da aniqlanadi.

So'rish quvurining asosiy gabarit o'lchami h hisoblanadi va u , YA pastki halqasi tekisligidan tirsakni asosigacha bo'lgan oraliq masofasini ko'rsatadi. Agar h balandlik oshirilsa, turbinani ekspluatatsiya ko'rsatkichi oshadi, lekin GES qurilishiga ketadigan xarajat ham oshadi.

Tajribalar shuni ko'rsatadiki, so'rish quvurini formasidan qat'iy nazar h kamaytirilganda turbinani FIK kamayadi. FIK birdan kamayishi, keltirilgan suv sarfi katta bo'lgan turbinalarda sodir bo'ladi [30].

Turbinani o'tqazuvchanlik qobiliyatini kamaytirilganda so'rish quvurining balandligi kam ta'sir qiladi. Lekin quvurni balandliga ko'proq kamaytirilsa, natijada turbinani tug'unmas ishlashi oshadi, agregatni notinch ishlashga olib kelib, unga ishonchini kamaytiradi. Turg'inmas hol asosan turbinalarni optimal tartibli farqli ishlashida ko'rinadi. Buni esa turbinani tanlashda hisobga olish kerak.

Aytilgandan ko'rinib turibdiki, so'rish quvurini gabarit o'lchamlari, gidroagregatning ishonchli ishlashini inobatga olganda, texnik-iqtisodiy hisob asosida tanlab olinishi kerak. Ba'zi hollarda bunga o'xshagan hisoblarni bajarish qiyin bo'lsa (masalan, kurs loyihasida), u holda gidroturbinani ekspluatatsiya qilishda olingan tajribadan foydalanish kerak bo'ladi. U, BK gidroturbinalar uchun $h > 2,0D_1$, RO'- uchun $2.3D_1$, deb kabul qilishni ko'rsatadi.

Er osti GES larda so'rish quvurni enini kamaytirish hisobiga, uni balandligi $h > 3,5 D_1$, deb qabul qilinadi. Agar so'rish quvurining enini kamaytirish balandligini oshirilmasa, u holda turbinaning gidravlik sifatini birmuncha yomonlashishi va gidroagregatni ishonchli ishlashi pasayadi.

So'rish quvurini kolgan gabarit o'lchamlari (25-rasmga qarang) ni quyidagi nnsbatda qabul qilish tavsiya qilinadi:

BK gidroturbinalar uchun – $B=(2,2Q^{0,7})D_1$

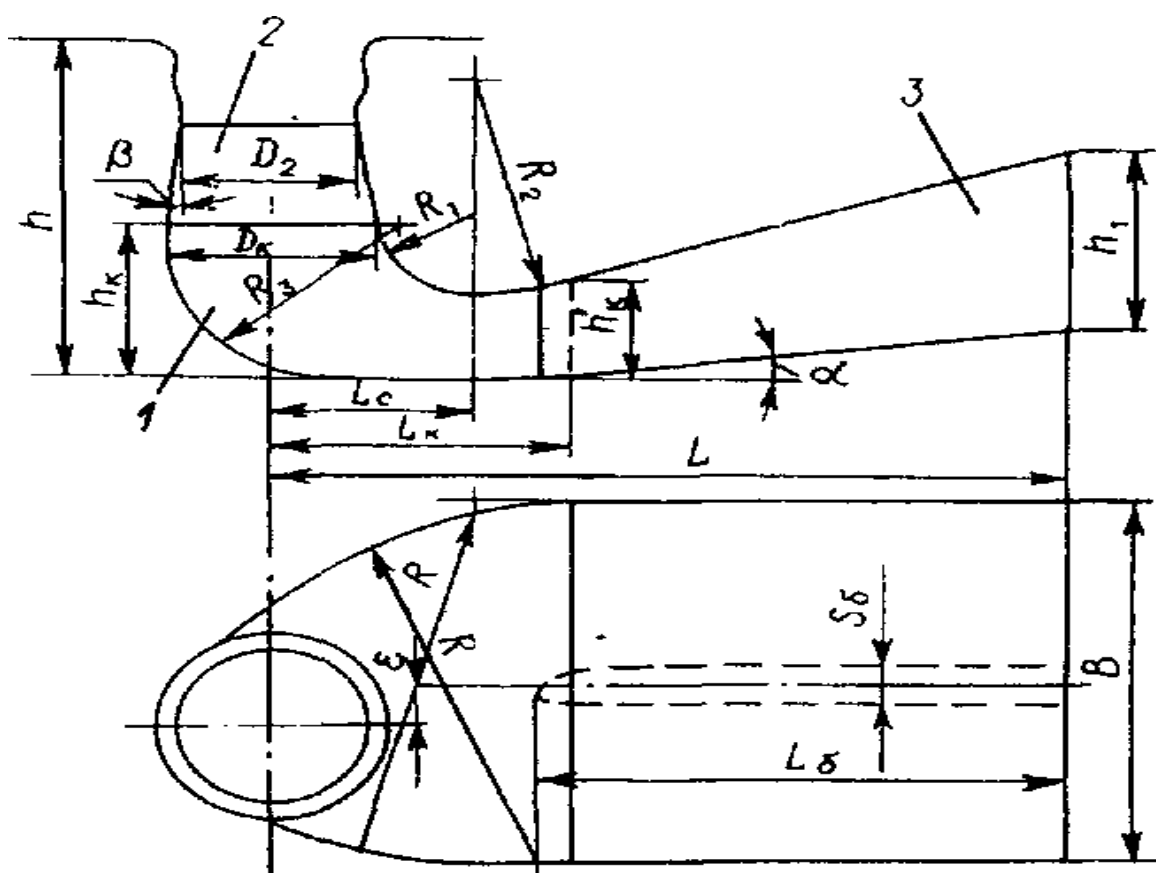
$$L=(4.0-4.5)D_1$$

RO' gidroturbinalar uchun – $B=(6-3.3)D_1$

$$L=(4.0-5.0)D_1$$

Agar B o'lcham 10 m oshsa, u holda diffuzorda qalinligi $S_b=(0,1-0,2)B$ bo'lgan vertikal ustunni qabul qilish tavsiya qilinadi.

So'rish quvurini diffuzorga kirishdagi diametr D_1 , BK gidroturbina ishchi g'ildiragining kamerasini o'lchami va RO' gidroturbina ishchi g'ildiragini pastki halqasini o'lchami bilan aniqlanadi.



Rasm 2.25. So'rish quvurini qurish o'lcham kattaliklari.

Diffuzorga kirishlagi tirsakni kengayadigan β burchagi quyidagicha: BK gidroturbinalar uchun $8-11^\circ$ $d_{VT}<0,45D_1$ bo'lganda, yuqorigi qiymatdan ($d_{VT}<0,45D_1$ da pastki qiymatdan) foydalaniladi; RO' gidroturbina uchun $7-9^\circ$; er osti kompanovkali RO' gidroturbinalar uchun $5-7^\circ$.

Egilgan so'rib olish quvurining tirsagini o'lchami va ko'rinish yuqorida keltirilgan tarmoq standartida berilgan. U to'rtida bir xil turdani tirsakni o'z ichiga oladi: BK GT uchun TU - 1 BK; RO' GT uchun TU -1RO' va TU - 2 RO'; er osti GES uchun TU-3 RO'.

Tirsak turini tanlash va uning o'lcham-larini 2.20-jadvaldan aniqlash tavsiya etiladi. So'rish quvurini diffuzordan chiqish joyida n'_1 o'lchamni kurs loyihasida BK GT uchun $1,17D_1$ va RO' $1,31D_1$ tanlash tavsiya etiladi. Bu nisbatlar doiraviy konusni ekvivalent $\alpha_{\text{ekv}}=10-14^\circ$ burchak kengayish qiymatini tavsiya qilish asosida olingan.

Qiya asosli diffuzorni chiqishidagi gorizonta tekislikka nisbatan qiyalik burchagi $6-12^\circ$ oraliqda olinadi. Sekin yuruvchi GT da esa, tez yuruvchi GT larga nisbatan burchak qiymati kattaroq olinadi.

Jadval 2. 20

Surish quvurining tirsak turlari va o'lchamlari

O'lchamlar	BK turbina	R'O turbina	
	TU – 1 BK	TU – 1 R'O	TU – 2 P
	$H_{\text{max}} \leq 80 \text{ m}$	$H_{\text{max}} \leq 170 \text{ m}$	$H_{\text{max}} \leq 170 \text{ m}$
$\bar{h} = \frac{h}{D_1}$	2,0	2,3	2,3
$\bar{D}_0 = \frac{D_k}{D_1}$	1,20;1,25;1,35;1,30; 1,40	1,15;1,20;1,30;1,40	0,90;0,95;1,00; 1,05
$\bar{\varepsilon} = \frac{\varepsilon}{D_1}$	0;0,20;0,30	0;0,1;0,2;	0;0,1;0,2
$\bar{B} = \frac{B}{D_1}$	2,22,27	2,53,3	2,53,3
$\bar{L} = \frac{L}{D_1}$	4,0	4,0	4,0
$\bar{h}_k = \frac{h_k}{D_k}$	0,87	1,18	1,40

O'lchamlar	BK turbina	R'O turbina	
	TU – 1 BK	TU – 1 R'O	TU – 2 P
	$H_{\max} \leq 80 \text{ m}$	$H_{\max} \leq 170 \text{ m}$	$H_{\max} \leq 170 \text{ m}$
$\bar{L}_k = \frac{L_k}{D_k}$	1,50	1,8	2,0
$\bar{R} = \frac{R}{D_k}$	2,14	2,44	2,49
$\bar{L}_c = \frac{L_c}{D_k}$	0,96	1,26	1,33
$\bar{R}_1 = \frac{R_1}{D_k}$	0,46	0,77	0,83
$\bar{R}_2 = \frac{R_2}{D_k}$	1,31	1,58	1,25
$\bar{R}_3 = \frac{R_3}{D_k}$	0,87	1,18	1,40
$\bar{h}_k^1 = \frac{h_k^1}{D_k}$	0,48	0,51	0,65
$\bar{h}_1 = \frac{h_1}{D_k}$	0,980,84	1,140,94	1,461,25
β_1 , gradus	911	79	79
α_1 , gradus	612	619	612
S_b/B_1	0,10,2	0,100,15	0,100,15
D_2/D_1	0,98	1,081,10	1,08

Er ostida qurilgan GES lar uchun bu burchak 20-30° ni tashkil qilishi mumkin.

So'rish quvurini o'lchamlarini aniqlab va bu o'lchamlar asosida uni chizgandan keyin quvurlardan chiqayotgan suvni tezlik energiyasi son kattaligi aniqlash kerak.

So'rish quvurini normal ishlashi uchun uning o'lchamlarini to'g'ri tanlashda solishtirma tezlik energiyasini quydagi oraliqda olish kerak:

BK GT larda naporni 5 m dan 80 m oraliqda o'zgarishi uchun

$$\frac{V^2_{HK}}{2g} \cdot 100 = 4 \div 0,65\% ;$$

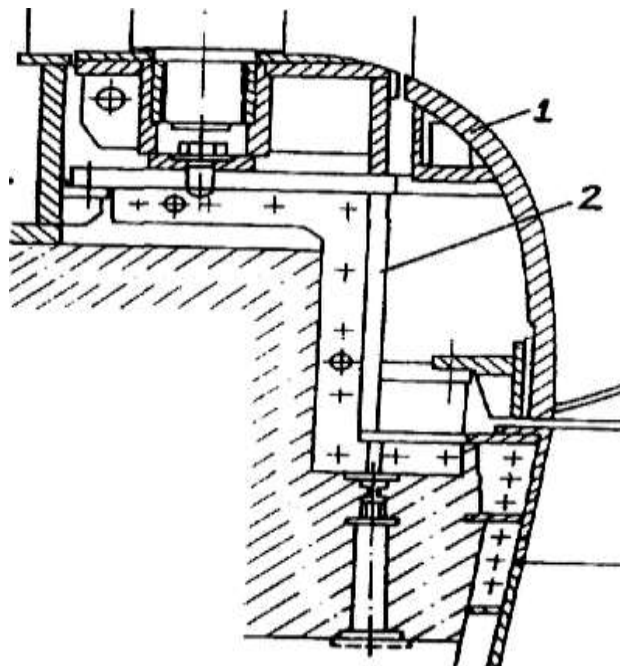
RO' GT larda naporni 30 m dan 500 m oraliqda o'zgarishi uchun

$$\frac{V^2_{HK}}{2g} \cdot 100 = 1,5 \div 0,02\% ;$$

2.7.2. Radial o'qli gidroturbinaning poydevor qismi

RO' GT poydevor qismiga fundamentdagi halqa, so'rish quvurini qoplamasi, GG shaxtasi va servomotor kiradi.

Fundamentln halka 2 (2.26-rasm) fundamentli boltlar bilanqotiriladi va asosiy betonga botiriladi. Halqa chegarasini to'g'ri burchakli chuqurlik tashkil etib. unga ishchi g'ildirak chambaragi o'rnatiladi. Fundamentli halqa stator vtulkasi bilan birlashtiriladi, unga YAning pastki halqasi va ishchi g'idirakni qo'zgalmas labirintli zichlab turuvchi moslamasi biriktiriladi.



Rasm 2.26. Fundamental halqani o'rnatish konstruksiyasi

Pastdan fundamentli halqa so'rish quvurini konus masi biriktiriladi. Pastdan fundamentli halqa so'rish quvurini konus qoplamasi flans bilan birlashtiriladi. Fundament halqasi transportika qilish sharoiti bo'yicha chiqarib

olinadigan vertikal bo'laklardan tayyorlanadi va o'lchamiga qarab bir necha qismlardan iborat bo'ladi. Halqa oddiy uglerodli po'latdan tayyorlanadi.

Gidroturbina shaxtasini, odatda metall bilan qoplanadi, qoplamani qilishdan maqsad fil'trasiya suvni turbina shaxtasiga o'tishdan saqlash hisoblanadi. Bir vaqtni o'zida u shaxtani betonlaganda opalubka bo'lib hizmat qiladi. Oblisovkadan tashkil topgan qismlarning soni, transportda tashish sharti bilan aniqlanadi. Montaj paytida qisimlarni payvandlash yo'li bilan birlashtiriladi. Qoplama markasi VSt 3SP bo'lgan taxtali metall prokatidan bajariladi. Diametri 6 m gacha bo'lgan shaxtalarda taxtali metallni Qalinligi 6 mm, 6 m dan yukorisiga 8 mm. Qoplama betonga plankalar 0,7-1 m² yuzaga bitta planka hisobida biriktiriladi, Shaxta qoplamasida, kerak bo'lgan paytda YA servomotorini o'rnatish uchun chuqurlik ko'zda tutiladi, shu bilan bir-boblar va yordamchi jihozlar uchun chuqurlik qilinadi.

Ishchi galdirakdan tushayotgan oqimning kinetik ener-giyasi, so'rish quvuri konusida potensial energiyaga aylanadi. GT nooptimal ish tartibida suv oqimi beqaror bo'ladi. Shu sababdan so'rish quvurini tepasida ishorasi o'zgaruvchan mahalliy pul'sasiyalanuvchi bosim yuzaga keladi, natijada u konus betoni devorini emirshi mumkin. Shu sababdan so'rish quvurining konusiga qoplama qilinadi. Konusning koplamasi (2.27-rasm) alohida belbog'lardan yasali balandligi 3 m oshmasligi kerak. Undan tashqari har bitta belbog', bir nechta sektorlardan tashkil topadi.

Sektorlar soni va konus belbog'lari qoplamasi uning dimetriga bog'liq bo'ladi va transportda tashish sharoitini hisobga olgan holda tanlanadi. Qoplamaning o'lchamlari 2.21-jadvalda berilgan. Konus qoplamasi fundamentli halqa bilan birlashtiriladi,. Qoplamani pastki qismi so'rish quvurining tirsagi kirish qismi bilan tutashadi.

Material sifatida markasi BT3цп3 bo'lgan taxtali metal prokatn ishlatiladn, agar suvda ko'p miqdorda qattik cho'kmaydigan zarrachalar bo'lsa, markasi 1X18H3Г3Д2 zanglamaydigan po'latdan qilingan maxsus taxtali prokat ishlatiladi. Konus qoplamasini beton bilan mustahkam bog'lanishi

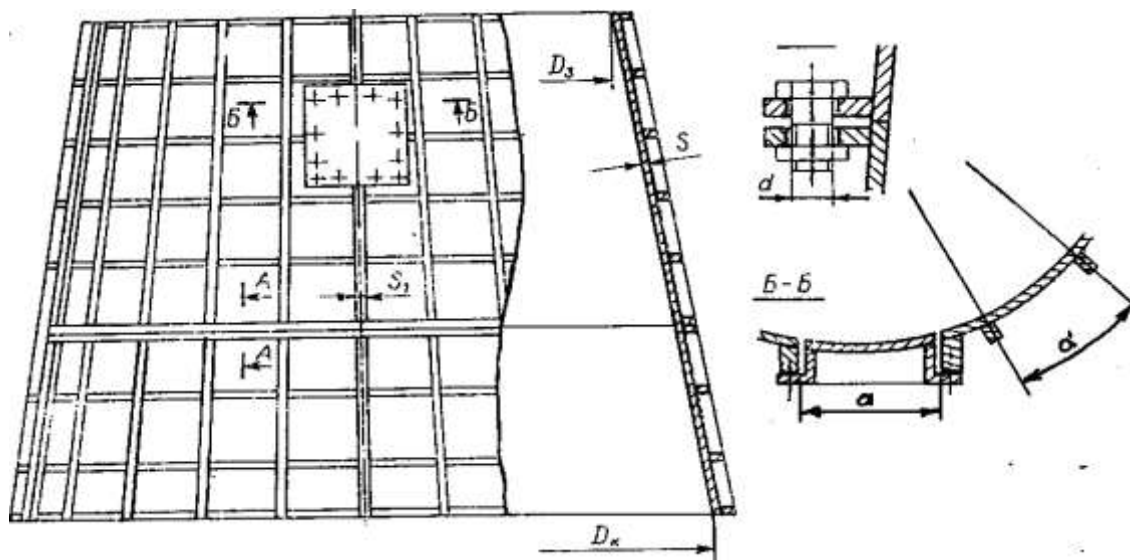
uchun unga ankerli plankalar payvand qilinadi. Montaj uchun domkratga, quloqchalarga o'hshagan moslamalar ko'zda tutiladi, keyin ular betonga botiriladi.

2.7.3. Burama kurakli gidroturbinaning poydevor qismlari

BK GT poydevor qismiga ishchi g'ildirak kamerasi, so'rish quvuri koplamasi, GT shaxtasi va servomotorlar kiradi.

Gidroturbina ipshash paytida ishchi g'ildirak kamerasiga siklik kuchlanshplar ta'sir qilib turadi, uni sirti kavitasiyali emirilishga moil. gau sababdan kamerani mustahkam metall konstruksiyasidan yasaladi.

$D_1 > 4 \text{ m}$ bo'lgan ishchi g'ildirak (2.28-rasm) odatda uchta belbog'dan tashkil topgan; tayanch halqa 1 yoki ishchi g'ildirak kamerasi 2 bilan birikkan YA pastki halqasi kamera 3 ni o'zi va fundament halqasi. Uncha katta bo'lmagan GTlarda tayanch halqa yoki YA pastki halqasi, ishchi g'ildirak kamerasi va fundament halqasi bir butun payvandlangan konstruksiyaga birlashtirilishi mumkin.

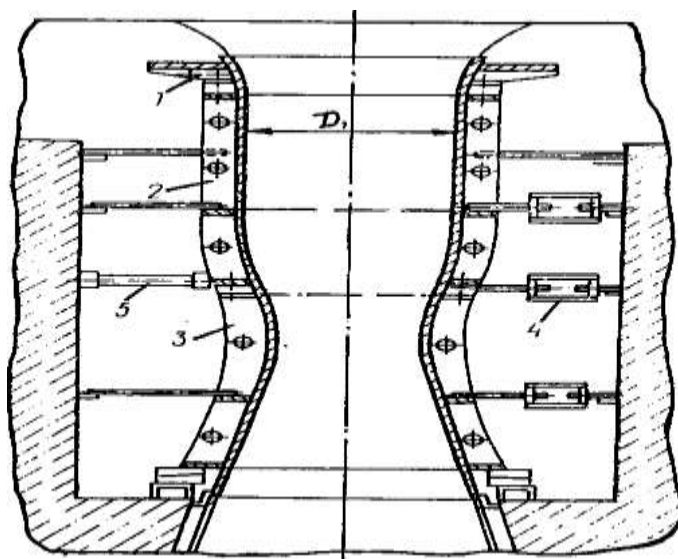


Rasm 2.27. So'rish quvuri qoplamasi sxemasi

Kamerani yukorigi belbog'i ishchi g'ildirak kurakchalarini burash o'qigacha silindrik formada yasaladi. Kameraning o'qini pastki tomoni sferik shaklga ega, keyinchalik fundament halqaga yoki so'rish quvuri konusiga o'tishi mumkin, Kamerani pastki belbog'i montaj paytida maxsus balkaga o'rnatiladi va ponalar yordamida chiqarib qo'yiladi.

Ishchi g'ildirak kamerasi telper 4 va domkrat 5 yordamida ishonchli qilib mahkamlanadi, keyin ularga beton quyiladi.

Kameraning har bir belbog'i alohida sektorlardan yoki gidroturbinaning o'lchamiga qarab bo'linmaydigan qilib tayyorlanadi. Zamonaviy turbinasozlikda kameralarni asosiy variantiga mexanik ishlov berilmagan konstruksiyalar kiradi. Bu variantda kamerani sferik qismi ikki qavatli po'latdan (St. 3 va kavitasiyadan saqlash uchun zanglamaydigan po'latdan) tayyorlanadi. Kamera devorini qalinligi naporga va o'lchamlarga qarab tanlanadi [31].



Rasm 2.28. Ishchi g'ildirak kamerasi qoplamasini yig'ish sxemasi

**Radial O'qli gidroturbinani poydevor qismidagi so'rish quvuri qoplamasi
o'lchamlari**

Ishchi g'ildirak diametri, <i>mm</i>	S	S ₁	a	d	α <i>gradus</i>	Anker plankasi qalinligi	Har bir belbog' sektorining soni
1	2	3	4	5	6	7	8
4000 gacha	10	10	550	M24	15	10	4
4000 dan 6000 gacha	10	10	650	M24	15	1	4
6000 dan 8000 gacha	12	12	650	M24	10	12	6
8000 ortiQ	14	14	650	M30	10	14	1

2.8. GIDROTURBINA ISHCHI G'ILDIRAGI

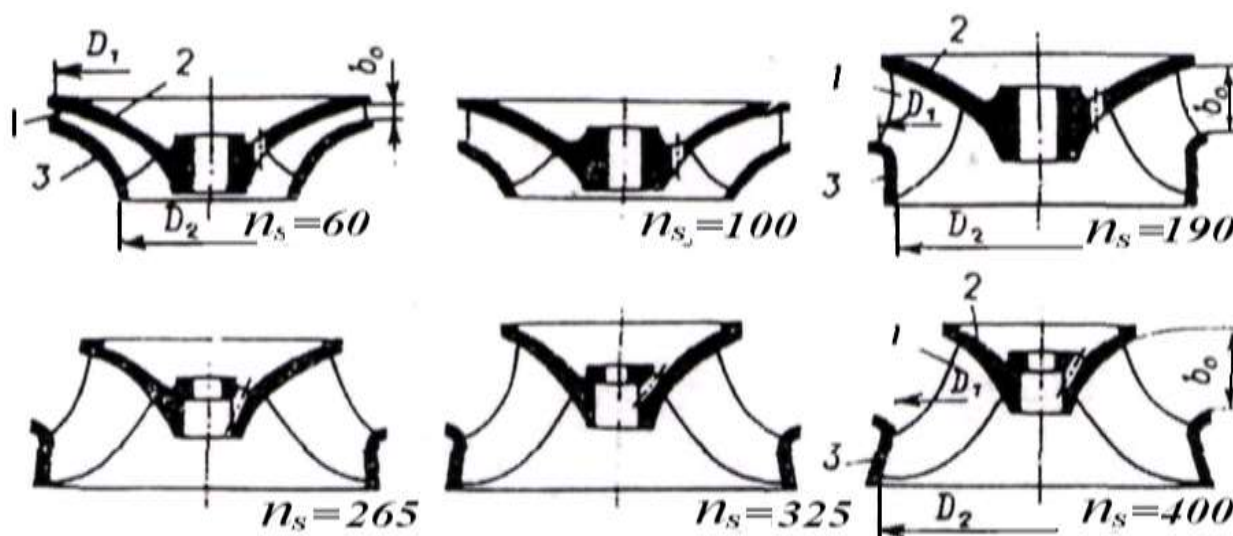
Ishchi g'ildirak gidroturbinaning asosiy organi hisoblanadi, unda suv oqimi mexanik energiyasi valning aylantiruvchi mexanik energiyasiga aylanadi. Oqim ishchi g'ildirak kurakchalari bilan o'zaro ta'sirida bo'lganda burovchi momentni hosil qiladi. Bu o'zaro ta'sir qilish, sezilarli darajada oqim energiyasidan va shu bilan birga, gidroturbinaning FIK dan foydalanish darajasini aniqlab beradi.

Har xil gidroturbinalar sistemasidagi ishchi g'ildiraklar konstruksiyasi va ularni suv oqib o'tadigan qism formalari bilan bir muncha farq qiladi.

2.8.1. Radial O'qli gidroturbinaning ishchi g'ildiragi

RO' ishchi g'ildirak turi, naporlarni va tezyurarlik koefitsient n_s ni keng diapazoni uchun ko'llaniladi. Ularniyu suv o'tqazuvchi formasi $n_s = 60-400$ oraliqda o'zgaruvchi tezyurarlik koefitsienti bilan aniqlanadi (2.29-rasm) Ishchi g'ildirak stupisa 2 dan iborat bo'lib, u orkali boltlar bilan val flansiga qotiriladi:

stupisaga ildizli qirqimlari birikkan va okimni murakkab yo'l bilan oqib o'tadigan kurakcha 1 reshetkasi profili; kurakchalarni oxirini birlashtirib turuvchi chambarak 3 birikkan har xil tez yurar g'ildiraklarda bu elementlar hamma RO' ishchi g'ildiraklar uchun umumiy hisoblanib. formasi bir xil bo'lmaydi. Kichik tezyurarlikda ($n_s = 60$) kurakchalarni kirish qirralari umuman vertikal tekislikda, chiqishnikiga qaraganda sezilarli katta diametrda joylashadi, ya'ni $D_1 \gg D_2$. Ishchi g'ildirakni chiqish teshigini nisbiy balandligi b_0/D_1 uncha katta emas. Kurakcha kirish qirrasidan chiqishigacha kanalni nisbiy kichkina kengligi bo'yicha cho'zilgan. Kurakchalar soni $Z_0 = 13 - 19$.



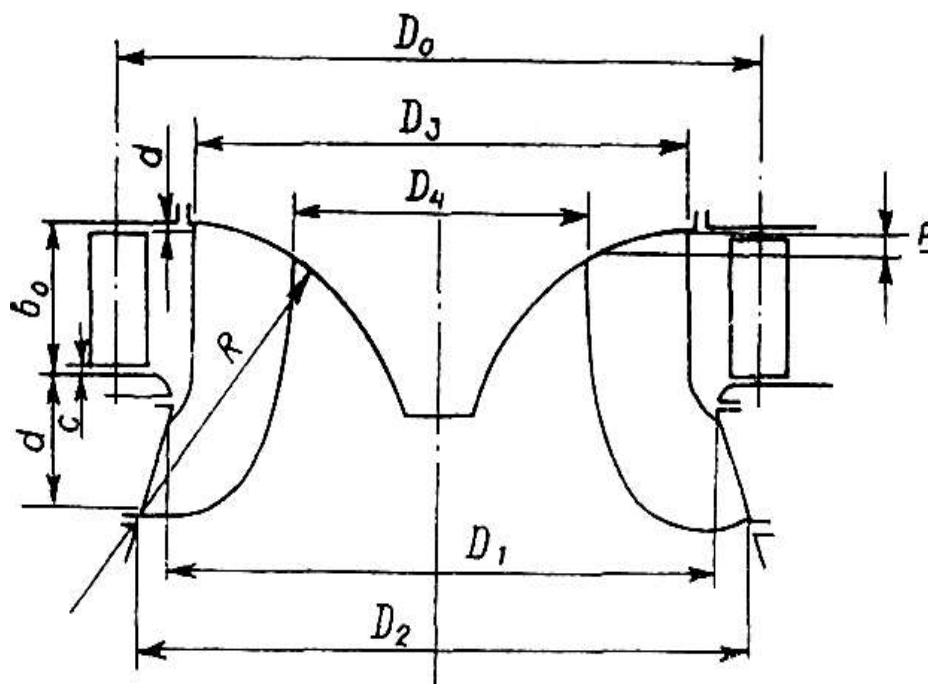
Rasm 2.29. n_s tez yurarlik koeffitsienti orqali ishchi g'ildirak turini tanlash

Katta tez yurarlik koeffitsientiga ega ($n_s = 400$) ishchi g'ildirakda stupisani profili va pastki chambaragi bir-biridan farq qiladi. Kurakchalarni kirish va chiqish qirralari bir-biriga nisbatan qiyali-egik joylashgan. Kurakchani kirish qirrasini diametri D_1 , D_2 dan kichik. n_s kichik ishchi g'ildirakni v_0/D_1 nisbati sezilarli katta. Kurakchalar soni $Z = 13-15$.

Kichik va katta tez yurarlik koeffitsientli ishchi g'ildiraklar turidan tashqari ko'p o'tish variantlari bor, lekin naporni kamayishi yoki oshishi, ishchi g'ildirakning geometrik parametrlarini umumiy xarakterini o'zgarishi qonuni ravishida qoladi. RO' turdagi gidroturbinaning ishchi g'ildiragini

kurakchalar soni BK nikiga qaraganda ko'p. Bu RO' g'ildirak kavitasiya sifatini oshiradi va shu sababdan kerakli chuqurlashtirishni kamaytiradi.

Ishchi g'ildirakning elementlari ko'rinishini bog'likligi - kurakchalar, stupitsa va pastki halqa tez yurarlikka qarab ishchi g'ildirakni har xil konstruksiyada bajarilishini talab qiladi [27,30]. 2.22 jadvalda turli RO' ishchi g'ildirakni D_1 ga bog'liq bo'lgan o'lchamlar nisbati berilgan (2.30-rasm).



Rasm 2.30. RO' gidroturbina ishchi g'ildiragini D_1 ga bog'liq bo'lgan o'lchamlar nisbati

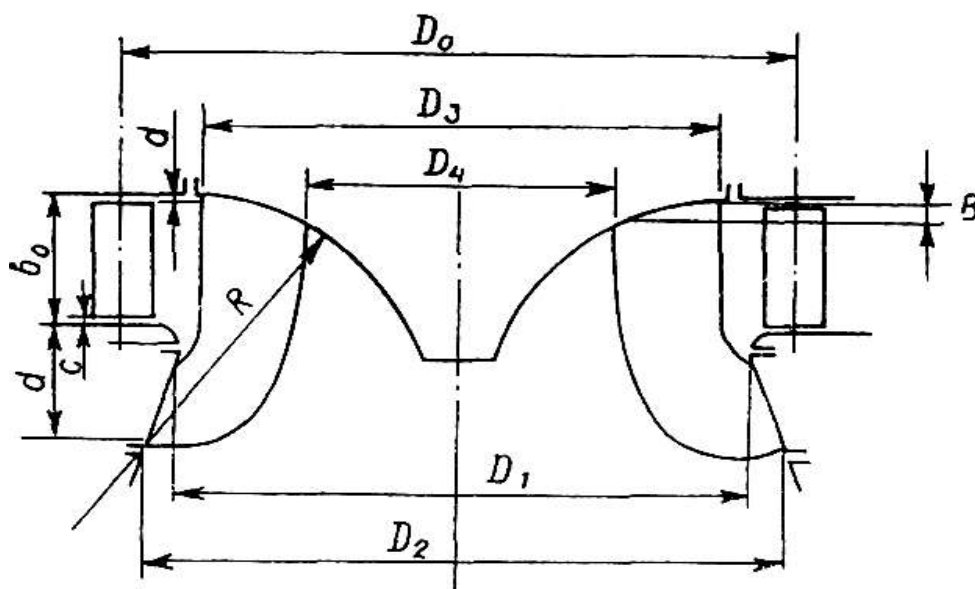
Zamonaviy katta RO' gidroturbinalarni ishchi g'ildiragi payvand yo'li bilan tayyorlanadi. Uncha katta bo'lmagan o'lchamda ular to'la quymali bo'lib, gupchak (stupitsa) va xalqaga mexanik ishlov beriladi, keyin esa suyuqlik sirg'anib o'tadigan joylari kerak darajada silliq qilinadi. Payvandli variantda aniq formasini va ishchi g'ildirak sirti elementlarining yaxshi sifatini olish mumkin. Shu bilan birga ularni mustahkamlik xossasiga ega bo'lgan materialdan tayyorlash mumkin. Kurakchalarni kavitatsiyali eroziyadan himoya qilish uchun ularni korroziyaga va kavitatsiyaga chidamli qoplamali uglerodli po'latdan yasash mumkin. Shtampovka yo'li bilan buklangan qalin taxtali prokatdan yoki quyma yo'l bilan tayyorlangan kurakchalar gupchakka (stupitsa) suyuq metalni

oqizish yo'li bilan yopishtirish mumkin. Bu usul gupchakga mexanik ishlov berishga xalaqit beradi va ularni aylanayotgan 1 va 2 halqadan iborat bo'lib, gupchak 3 va pastki halqa 4, gidroturbinani qopkog'iga va fundament halqaga, zichlab turuvchi moslama 5 qotirilib qo'yiladi. Zichlab turuvchi moslama, aylanuvchi va qo'zg'almas halqalar orasidagi kichik tir-qishda gidravlik qarshilikni hosil qilishga ishlaydi.

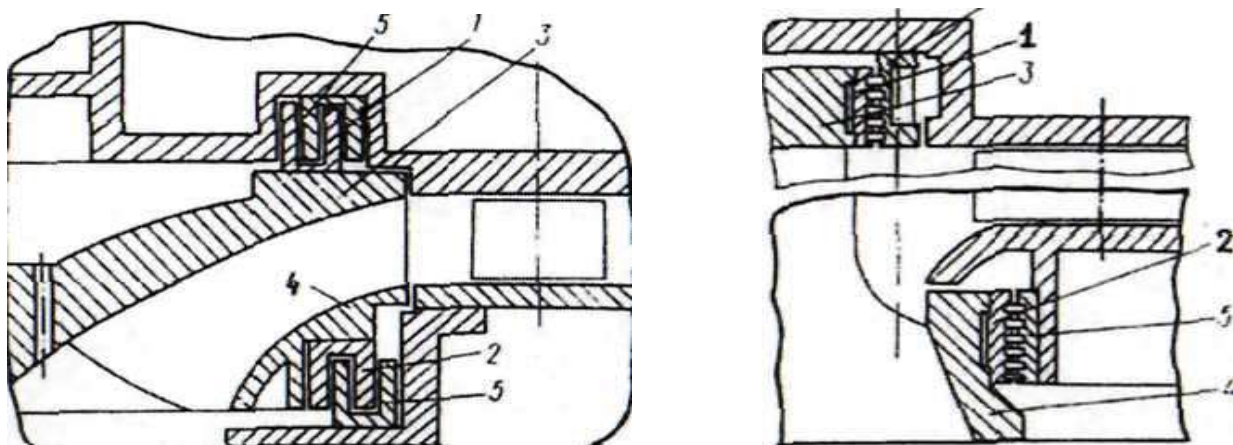
Jadval 2.22

Radial o'qli gidroturbinaning ishchi g'ildirak diametri D_1 ga bog'liq bo'lgan o'lchamlar nisbati

Ishchi g'ildirak o'lchamlari, <i>mm</i>	Ishchi g'ildirak turi								
	RO'45	RO'75	RO'115	RO'140	RO'170	RO'230	RO'Z10	RO'400	RO'500
D_2	1,10. 1,20	1,05. 1,15	1,00. 1,10	0,95. 1,05	0,90. 0,10	0,85. 0,95	0,75 0,85	0,67. 0,77	0,63 0,70
D_3	0,70 0,75	0,75. 0,80	0,85. 0,90	0,90 0,95	0,90 0,95	0,92. 0,98	0,95. 0,98	0,98. 1,00	1
D_4	0,30 0,35	0,35. 0,40	0,40. 0,45	0,45 0,50	0,47. 0,52	0,50 0,55	0,35. 0,40	0,40. 0,45	0,40. 0,45
R	0,25 0,35	0,40 0,45	0,40 0,45	0,40. 0,45	0,45 0,50	0,35. 0,45	0,35. 0,45	0,35. 0,45	0,35. 0,45
α	0,005 0,010	0,01 0,02	0,005. 0,010	0,005. 0,010	0,001 0,010	0. 0,002	0	0	0
b	0,130. 0,160	0,25. 0,155	0,120 0,150	0,120 0,145	0,15. 0,135	0,110. 0,130	0,105 0,120	0,095. 0,110	0,090 0,3100
r	0,060. 0,070	0,065 0,070	0,070. 0,075	0,070. 0,075	0,075. 0,080	0,080 0,090	0,095 0,110	0,120. 0,140	0,130. 0,150
c	0,030 0,050	0,02 0,02	0,02 0,02	0,020. 0,025	0,005 0,010	0,005. 0,010	0	0	0
d	0,19 0,22	0,18 0,22	0,18. 0,22	0,18 0,120	0,17. 0,19	0,16 0,18	0,15 0,17	0,13. 0,15	0,13 0,15



Rasm 2.30. RO' gidroturbina ishchi g'idsiragani D_1 ga bog'liq bo'lgan o'lchamlar nisbati



Rasm 2.31. Labirintli zichlab turuvchi moslamalarni o'rnatish joylari

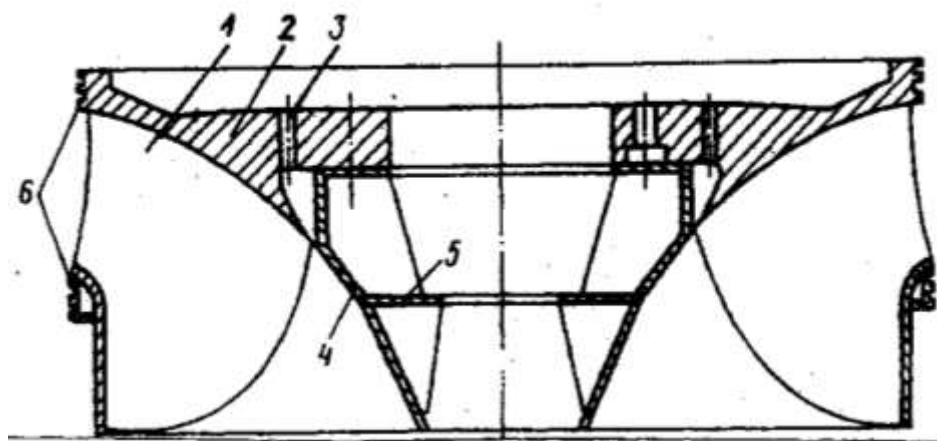
Tirqish kattaligi gidroturbinani ish jarayonida halqalarni bir-biriga tegib qolishiga yo'l ko'ymasligi kerak. Napor kattaligiga karab ular tirqishli, archasimon yoki taroqsimon qilib tayyorlanadi.

Agregatni podpyatnigiga o'q yo'nalishda ta'sir kilayotgan gidravlik kuchlanishni kamaytirish uchun ishchi g'ildirak gupchagida teshiklar qilinadi, bu

teshikchalar gupchak sirti bilan ishchi g'ildirak tagidagi kam bosimli bo'shliq bilan birlashtirib turadi.

Radial o'qli gidroturbinani noqulay tartibda ishlash paytida yuzaga keladigan pul'sasiya va kavitasiyani kamaytirish uchun ishchi g'ildirak tagiga havo qo'yish nazarda tutiladi.

32-rasmda nabori 175 m.dan 230 m.gacha oraliqda ishlaydigan radial-o'kli gidroturbina ishchi g'ildiragi ko'rsatilgan.



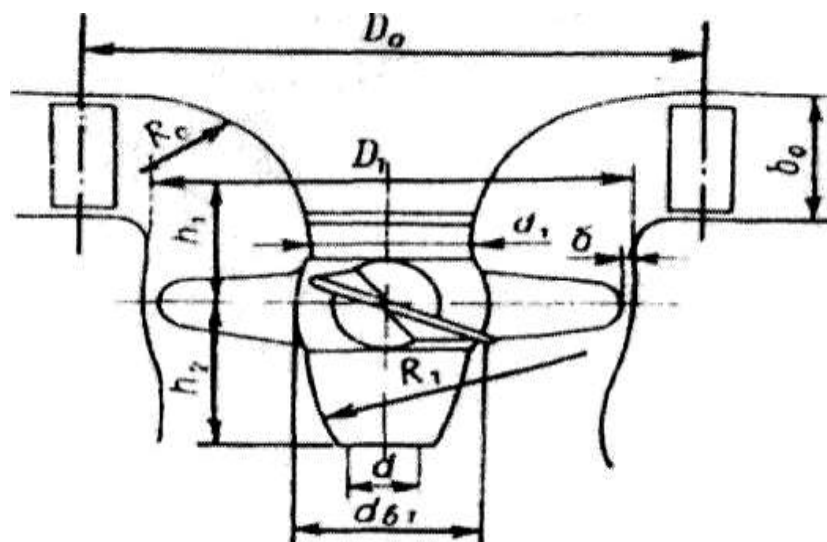
Rasm 2.32. $H=175-230$ m naporlar oralig'ida ishlovchi radial-o'qli gidroturbina konstruksiyasi

Yuqoridagi labirintli halqani ishchi g'ildirakka nisbatan markazlashtirish, gidroturbina qopqog'iga tiralib turgan maxsus radial joylashgan boltlar yordamida bajariladi.

RO' gidroturbinalar konstruksiyasi [27,31] da keng yoritilgan.

2.8.2. BK gidroturbina ishchi g'ildiragi

Burama kurakli ishchi g'ildirak yassi ishchi xarakteristikani ta'minlaydi va kurakchalari qotirilgan ishchi g'ildaraklar oldida o'z afzalligi bilan ajralib turadi. Udar o'q yo'nalishida ishlovchi va diagonal gidroturbinalarda keng qo'llaniladi.



Rasm 2.33. Burama kurakli gidroturbina ishchi g'ildiragini ga bog'liq bo'lgan o'lchamlar nisbati.

BK gidroturbinaning ishchi g'ildiragini asosiy elementlariga quyidagilar kiradi: vtulka, parraklar, kurakchalarni burovchi mexanizm detallari va silliq sirt (2.33-rasm).

Vtulka diametrini va ishchi g'ildirak kurakchalar sonini tanlash tez yurarlik koeffitsienti n_s ga bog'lik. Odatda, qancha napor katta bo'lsa, albatta, tez yurarlik past, shuningdek ishchi g'ildirak vtulkasini diametri va kurakchalar soni katta bo'ladi. BK gidroturbinani har xil turining D , ga nisbatan o'lchamlari 23 jadvalda berilgan. Vtulka nisbatni kamayishi ishchi g'ildirak massasini kamaytiradi, o'rtacha ekspluatatsiya FIK ni, tezyurarlikni va gidroturbinani kavitatsiya sifatini oshiradi.

Ishchi g'ildirak kurakchalarining burovchi mexanizmini burchak o'zgarishini ta'minlash uchun kurakchalardan oqimni yaxshi sirg'anib o'tish sharoitini ta'minlash va ishlovchi gidroturbinani hamma kurakchalarini kerakli aniq burilish burchagiga o'rnatishni talab qilinadi. Kurakchalarni yurutuvchi qurilmasi, kurakchalarga ta'sir qilayotgan gidravlik momenti ma'lum bir qismi burovchi mexanizm elementlaridagi ishqalanish kuchidan yuzaga kelgan momentni engishga qurbi etishi kerak. Burovchi mexanizm ishchi g'ildiragini chegaralangan bo'shlig'ida joylashishi va yuqori darajada ishonchli bo'lishi

kerak, chunki aggeratni to'la qismlarga ajratilgan holdagina uni ta'mirlash mumkin.

Ishchi g'ildirakda joylashgan servomotor orqali kurakchalar buraladi. Servomotorga bosim ostida gidroturbinani boshqaruvchi zolotnigidan quvurlar, moy kabul qilgich va shtanga orqali moy keladi. Shtanga valni markaziy teshigi orqali o'tadi. Uzatma mexanizm orqali servomotor ilgariylanma siljitib kurakchalarni buraydi.

Burovchi mehanizmni ko'p sonli har xil konstruktiv echimi bor [30].

Amalda zamonoviy gidroturbinasozlikda asosan krivoshipshi-richagli mexanizm ishlatiladi.

Qo'llaniladigan krivoshipli-richagli mexanizmli kurakchalarni burovchi mexanizm sxemasi har xil va asosan servomotor porshnini richag bilan birlashishi orqali farqlanadi.

Dastlab ishchi g'ildirak konstruksiyasi paydo bo'lgan, ularda servomotor porsheni shtok bilan krestovinaga bog'lanib, krivoshigshi-richagli mexanizm orqali kurakchalarni burishdan hosil bo'lgan kuchlanishni uzatadi. Keyinchalik krestovinasiz ishchi g'ildiraklarni bir necha turi ishlab chiqildi, ularda porshenning siljishi sirg'a (serga) orqali dastakka (richakka) uzatiladi.

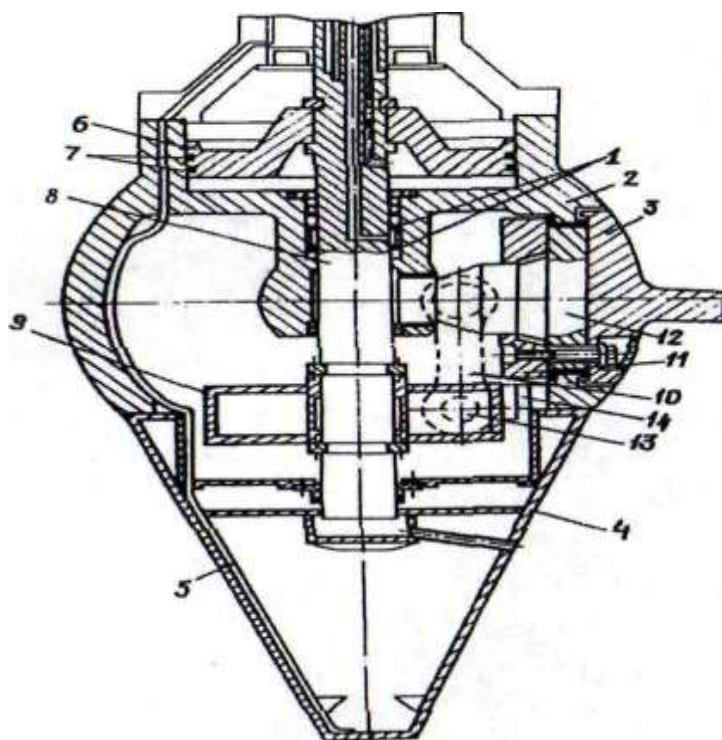
Krestovinasiz ishchi g'ildirak asosiy konstruksiyasiga quyidagilar kiradi: servomotor bo'shlig'idan burovchi mexanizm bo'shlig'ini ajratib turadigan stakanli konstruksiya; Qobig' ichidagi bo'shliqni uchta bo'shliqqa bo'lib turuvchi differensial porshen; kurakchalarni burovchi mexanizm bo'shlig'i servomotor bo'shlig'i hisoblanganda bosim ostidagi vtulka. Krestovinasiz ishchi g'ildirak konstruksiyasida burovchi mexanizmni sodalashishiga, massasini kamayishiga va ularni tayyorlashda og'irligini engillashtirishga qaramasdan, suvga moy o'tishi sababli ularning qo'llanishi chegaralangan.

Ba'zi bir krestovinali ishchi g'ildirak konstruksiyalarida vtulkali nisbatni keyinchalik kamaytirish uchun, shtok servamotorga moy berish

funksiyasidan ozod qilingan, sirg'ani krestovinaga birlashtiruvchi paleslar qonsolli ravishda o'rnatilgan.

Olti va undan ortiq kurakli ishchi g'ildiraklarda qiyali sirg'alar qo'llanilgani uchun kurakcha richagini elkasi uzayadi va shu bilan birga kurakchani burilish bo'yicha burovchi momentini oshiradi. Richagni uzayishi ishchi g'ildirak detallariga ta'sir qilayotgan kuchlanishini kamaytiradi va ishchi g'ildirak ichida joylashishiga yordam beradi, shu bilan birga kuchlanishni va ishqalanish momentini kamaytiradi, shu sababdan berilgan vtulka nisbati va kurakchalarni burilish burchagi uchun richag uzunligi iloji boricha maksimal darajada olinadi. Mana shu sabablarga ko'ra konsolli o'rnatilgan kurakchalar podshipniklari orasidagi masofani maksimal darajada oshirishga xarakat qilinadi.

34-rasmda vtulkalar nisbati 0,4 bo'lgan zamonaviy to'rtta burama kurakli ishchi g'ildirakni konstruksiyasi keltirilgan. Bunday g'ildirakni konstruktiv ahamiyati shundaki, unda kurakchalarni burovchi mexanizm zonasi maxsus zichlab turuvchi moslama 1 yordamida servamotor bo'shlig'idan ajratilgan bo'lib, u moy o'rniga suv bilan to'ldirilgan.



Rasm 2.34. Burama kurakli gidroturbina ishchi g'ildiragini konstruksiyasi.

Kurakchalar sapfasini vtulkasi antifriksion, epoksidli kompozitdan tayyorlangan. Burovchi mexanizmli oddiy, krestovinali tipli ikki tamonlama xarakat qiluvchi porshenni zichlab turuvchi moslamasi kup qatorli manjet yordamida tayyorlangan va kuchlanishdan engillashtirilgan.

Tayanch vtulka ishqalanuvchi sirti ham antifiriksion materialdan kilingan. Ishchi g'ildirak 2 quyma, 25 L po'latdan zavodda servomotor silindiri bilan birga tayyorlangan. Kurakcha 2 bir butun quyma zangta chidamli OOX12NZD po'latdan tayyorlanadi.

Hozirgi vaqtda sapfani tashki tayanch sistemasini konstruksiyasi farkli ravishda kurakcha sapfasi bilan qilinmasdan, balki flansda bajarilgan. Kurakcha flansi va korpus orasidagi tirkish tashki tomondan yokali rezinali manjet bilan zichlangan. Servomotor yuzasini (bo'shlig'ini) korpusning ichki bo'shlig'idan ajratib turadigan zichlab turuvchi moslamadan moyni o'tish extimolida, moy, o'tkazuvchi sillik sirt 4 ga okib tushadi, u erda maxsus qurilma 5 ga o'tkaziladi. Ishchi g'ildirakni suv bilan ta'sir qilib turadigan ichki yuzasi zanglamaydigan katlam bilan qoplanadi.

Kurakchalarni burovchi mexanizmi, cho'yandan yasalgan porshen 6, zichlab turuvchi moslama 7, bolg'alangan shtok 8, payvandlangan krestovina 9, sirg'a 10, richaglar 11, sapfa 12, paleslar 13 va ikkita yo'naltiruvchi shponka 14 bilan ta'minlangan. Mexanizm siljishini va to'g'ri holatini ta'minlab turuvchi shtokni to'rtta vtulka yo'naltirib turadi. Servomotorga keltiraladigan moy shtokni teshikchalaridan uni yuqorigi uchiga biriktirilgan shtangaga moy qabul qilg'ichdan keltiriladi. Porshen siljib shtokka va krestovina orqali sirg'aga, richakka va sapfaga ta'sir qilib kurakchalarni buraydi. Sirg'aning egilishida krestovinada hosil bo'lgan aylanma kuchlanishni yo'naltiruvchi shponka kabul kiladi.

Kurilayotgan ishchi g'ildirak kurakchalar flansini zichlab turuvchi moslama spesifik ahamiyatga ega, chunki uning korpusini ichki bo'shlig'i moy bilan to'lmagan. Kurakchalarni zichlab turuvchi moslamasi tashqaridan iflos narsani kirishiga qarshilik qiladi va bu bilan ular konstruksiyani birmuncha

soddalashtiradi. Sapfani ichki tayanchi orqali oqib turadigan moy yig'iladigan joyga suvni o'tmasligi uchun bo'shliq germitizasiya qilinadi.

Boshqa gidroturbinalarda, ya'ni BK ishchi g'ildirak bo'shlig'i moy bilan to'ldirilgan bo'lsa, unga tashqaridan (suv tomonidan) korpus ichiga suvni kirishi, ichkaridan tashqariga (suvga) moyni chiqishini yo'q qilish uchun I kurakcha flansini ishchi g'ildirak korpusi bilan tutashgan erida, zichlab turuvchi moslama o'rnatiladi. Kurakcha perosi tagida flans perimetri bo'yicha moyni o'tishi PB tomonidan unga siyraklashgan bosimni ta'siri natijasida juda intensiv bo'lishi mumkin. Flansni yuqori qismida, kurakcha perosi oldida tashqi tomondagi suvni bosimi korpus ichidagi bosimga qaraganda katta bo'lgani uchun ishchi g'ildirakni ichki qismiga suv o'tishi mumkin. Shu sababdan kurakchalar flansi ishchi g'ildirak kamerasi tomonidan ortiqcha va siyraklashgan bosim ta'sirida bo'ladi.

Hozirgi vaqtda manjetli zichlab turuvchi moslamalarni sifatli kokstruksiyasi yaratilgan bo'lib, u 36 - rasmda ko'rsatilgan. Keltirilgan konstruksiyadagi zichlab turuvchi moslamalar faqat manjetni geometrik formasi bilan farqlanadi.

Kurakcha flansi va korpus orasida aylana bo'ylab hosil qilingan ariqchaga (pazga) kompensasiya qiluvchi shnur 2 bo'lgan ichki manjet 1 va ularni yopib turuvchi flans 3 o'rnatiladi, ular boltlar 4 bilan korpus 6 ga qotiriladi. Manjetni ishonchli ishlashi uchun o'yilgan ariqcha sirtini $1,25 \text{ mm}$ bo'lishi kerak.

Zichlab turuvchi moslama tugunini ishonchli va uzoq ishlashi asosan uni kerakli materialining sifatiga va aniq tayyorlangan manjetga bog'liq. Ishchi g'ildirak kurakchalari bilan yig'ib bo'lgandan keyin, zichlab turuvchi moslama montaj qilinadi. Kurakchalarni qismlarga ajratmasdan zichlat turuvchi moslama tugunini yig'ish va qismlarga ajratish mumkin.

2.9. VERTIKAL GIDROTURBINANING VALI VA YO'NALTIRUVCHI PODSHIPNIGI

Gidroagregat vali konstruksiyasi (I yoki 2), yo'naltiruvchi podshipnik soni gidroagregatni kompanovkasiga va rotinga ta'sir qilayotgan kuchlanishga qarab aniqlanadi. Zamonaviy gidroagregatlar asosan ikkita

yo'naltiruvchi podshipniklarga ega; ya'ni gidroturbin ani yo'naltiruvchi podshipnigi va generatorni yo'naltiruvchi podshipniklardan iborat.

Vertikal gidroturbin ani yunaltiruvchi podshipnigi, generatorni yunaltiruvchi podshipnigi bilan gidroagregatning vertikal holatini taminlaydi, u ishlayotgan paytida rotor tomonidan yuzaga keladigan radial kuchlanishni o'ziga olib tinch va avariyasiz ishlashiga yordam beradi.

Zamonaviy gidroturbinalarda yo'naltiruvchi podshipniklar sirg'anuvchi podshipniklar ko'rinishida ikki xil bo'ladi: suvda va suyuq moyda moylanuvchan qilib tayyor-lanadi. Suv bilan moylanuvchi podshipniklar antifrik-siyali katlam orasida vulkanlashtirilgan rezinka ishlatiladi, moylanadigan podshipniklarni antifrik-siyali qatlami sifatida markasi B 16 yoki B 83 bo'lgan babit ishlatiladi.

Har bir aniq xolat uchun yo'naltiruvchi podshipnikni u yoki bu turini ko'llash masalasi alohida o'rganiladi va ko'riladi. Bu holda podshipnikni har bir turini yaxshi va yomon tomonini nazarda tutish kerak, shu bilan birga tarkibida qattik moddalarni ko'p yoki kamligiga qoraladi.

Suv bilan moylanuvchi rezinka katlamli yunaltiruvchi podshipniklarni asosiy yaxshi xislatlariga quyidagilar kiradi:

- podshipnik konstruksiyasini oddiyligi, va vazni engilligi, tannarxi uncha katta emasligi;
- ishqalanish koefitsienti kichikligi;
- agar toza suv ishlatilsa, tez eyilmasligi;
- ekspluatasiyada qulayligi va xarajat sarflarini pastligi;
- shovqinsiz ishlashi, urilishlarni va titrashlarni yutuvchanlik hususiyati;
- yuqori aylanish tezliklarida ishlash qobiliyati;
- ishchi g'ildirakni kichik konsol holatida boylashishi;
- babbritni tejash;
- dare suvini moy bilan ifloslanmasligi.

Podshipniklarni kamchiligiga quyidagilar kiradi:

- rezinkaning issiqliq o'tkazuvchanligi pastligi va natijada unda yo'l

qo'yilgan (343-353) K haroratni saqlash uchun to'xtovsiz suvga bo'lgan talabi;

- neft mahsulotlarini rezinkaga tegishi bilan uni shikastlanishi;
- val podshipnigi joylashgan zonani kam eyiluvchan va zangga chidamli material bilan qoplanishi kerakligi.

Moylanuvchi yunaltiruvchi podshipnikni asosiy yaxshi xislatlariga quyidagilar kiradi:

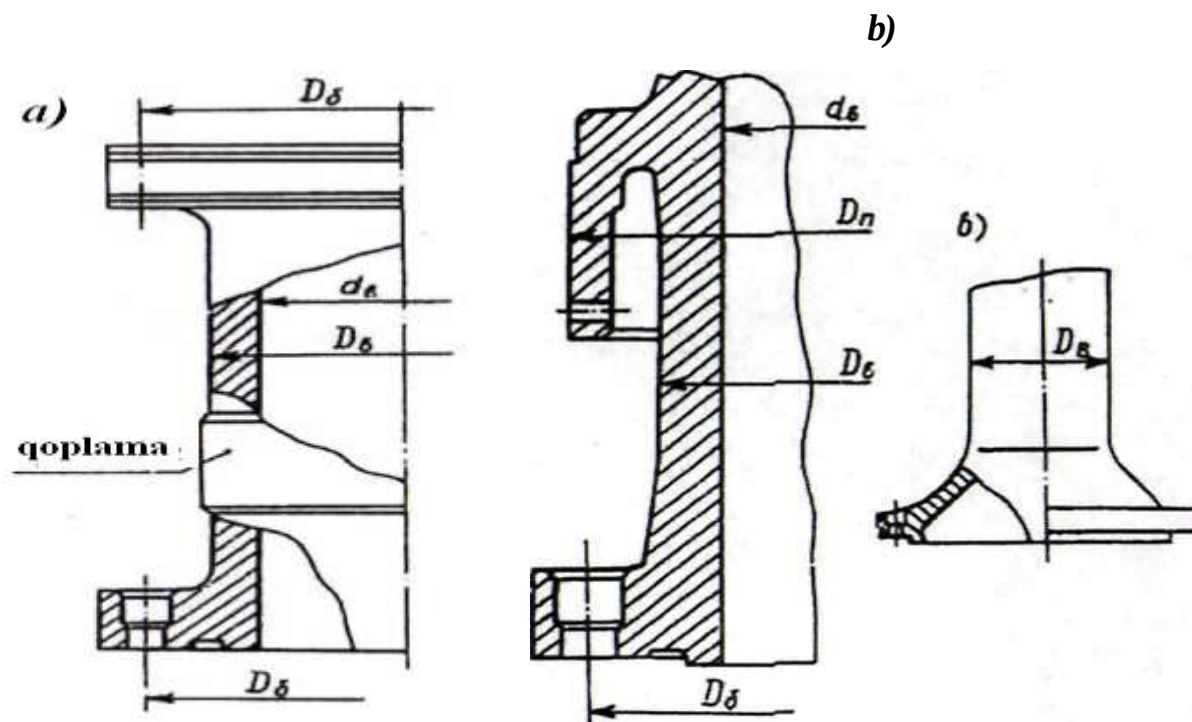
- ishqalanish koefitsienti kamligi;
- yukori aylanish tezliklarida ishlash qobiliyati;
- vkladishni tez eyilmasligi va valni kam eyilishi;
- har bir vkladishni kerakli aniqlikda va tezlikda ishqalanuvchi yuzasiga mexanik ishlov berish.

Bu podshipnikni kamchiligiga quyidagilar kiradi:

- podshipnik konstruksiyasi (suv bilan moylanuvchi podshipniklarga qaraganda) ancha murakkab;
- kam, noyob bo'lgan rangli - qalay metallni qo'llash;
- ekspluatatsiya sarfini kattaligi;
- urilish va tebranishlarni yutaolmasligi;
- podshipnik tagida joylashgan zichlab turuvchi moslamani mahkamlash va tamirlashni qiyinligi;
- ekspluatatsiya qiluvchi xodimlar tomonidan doimiy nazorat qilib turishga talabchanligi;
- moy sovutuvchi moslamaga talabligi;
- yunaltiruvchi podshipnik tagiga zichlab turuvchi moslamani joylashtirish xisobiga ishchi g'ildirakni konsoli joylashishini oshirishi.

Yo'naltiruvchi podshipnikni iloji boricha ishchi g'ildirakka yaqinroq qilib gidroturbina qopqog'iga o'rnatiladi. Shu sababdan ishlatilgan yo'naltiruvchi podshipnikni turi ham gidroturbina vali konstruksiyasini aniqlab beradi (2.36-rasm). Masalan, suyuq moy bilan moylanadigan podshipnik, gidroturbinaning vali konstruksiyasida, uni past tamonida joylashgan maxsus yo'naltiruvchi kamar

qilinadi. Bu kamarni diametri D_o , val diametri D_v dan bir muncha katta (2.36, b-rasm).



Rasm 2.36. Valni po'lat qoplama sxemasi

Gidroturbina yo'naltiruvchi podshipnigi solishtirma **bosimi** kataligi P (Pa) asosida loyihalanadi

$$R = R/D_v l$$

bu erda R - podshipnikdagi radial kuchlanish, N;

D_v - val diametri, m; l -podshipniq (qatlami) vkladishi balandligi, m.

Radial quchlanish R ni aniqlash, eng katta qiyinchilikni hosil qiladi.

Uni aniqlash har xil empirik hisoblash yo'lari [71 da keltirilgan, shulardan biri.]

$$P = 443,4 D_1 H b_0$$

bu erda D_1 - ishchi g'ildirak diametri, m;

H - turbina nabori, m;

b_0 - yo'naltiruvchi apparat balandligi, m.

Val diametri d , uni konstruksiya qilganda ma'lum bo'lgani uchun rezinkaga yo'l qo'yilgan solishtirma bosim kattaligi $[P] = 0,5 \text{ MPa}$ va markasi B 83 babit

uchun $[P]=4 \text{ MPa}$ [27] adabiyotdan ma'lum, u holda radial kuch P aniqlangandan keyin podshipnik vqladishi balandligi l engil aniqlanadi.

2.9.1. V a l l a r

Val gidroturbinaning eng ahamiyatli elementi xisoblanadi. Valning asosiy vazifasi burovchi momentni va o'q bo'yicha cho'zuvchi ko'chni ishchi g'ildirakdan generator valiga uzatish hisoblanadi. Val bitta flans bilan gidroturbina ishchi g'ildiragiga, ikkinchisi bilan generator rotorini gupchagiga yoki vali bilan birlashtiriladi.

Gidroturbinani komponentlariga qarab turbina ishchi g'ildiragi generator rotorini bilan bitta, ikkita va uchta val bilan birlashtirilishi mumkin. Ikki valli konstruktsiya qo'proq ishlatiladi.

Gidroturbina vali konstruktsiyasi quyidagi funksiyalarni bajarilishini ta'minlashi kerak:

- burama momentni uzatish;
- podpyatnikka o'qiy yo'nalishidagi kuchlanishni uzatish;
- ishchi g'ildirak va generator vali bilan birikishi mumkinligi;
- BK gidroturbina kurakchalarini boshqarish mumkinligi;
- ishchi g'ildirak tagiga havo keltirish (RO' gidroturbinalarda);
- yo'naltiruvchi podshipnikni normal ishlashi.

Keltirilgan talablarni hisobga olgan holda gidroturbinani vali ikki flansli ichi g'ovvak bo'lib, unitashqi sirtida suv bilan yog'lanadigan yo'naltiruvchi podshipnik joylashadigan erida silliq zanglamaydigan po'lat qoplangan (2.36, a-rasm) yoki moylanadigan yo'naltiruvchi podshipnik joylashgan zonada yo'naltiruvchi kamar (yupqa qalinlikda) qoplangan (36, b-rasm). BK gidroturbina valini g'ovvagi ishchi g'ildirakni kurakchalarini burovchi mexanizmlari uchun foydalaniladi: unda ishchi g'ildirak servamotorga moy kiltiruvchi va olib ketuvchi quvur (shtanga) joylashadi. RO' gidroturbinalarda valdagi teshik ishchi g'ildirakni notinch ish rejimida tebranishini kamaytirishga havo qo'yish uchun xizmat qiladi.

Gidroturbina valini xarakterli tomoniga ishchi g'ildirak bilan generatorga birlashtiruvchi flanslarni uning diametri D_o bo'yicha joylashgan boltlar borligi kiradi. Bu boltlarni o'rta qismi, rezba qismi diametriga qaraganda silliqqlangan, bir muncha yo'g'on bo'ladi. Boltni yo'g'onlashgan qismi bilan tishikcha orasidagi bo'shliqni qattaligi 0,02 - 0,04 mm bo'lib, flans bilan birlashadigan teshikchalar bilan birga ishlov beriladi. Bunday konstruktsiya flansli birlashama ishini absolyut ishonarli qiladi, u gidroturbinalarning flansli birikmalar asosida qabul qilingan [31].

Keyingi yillarda flansli yarim yopishtirilgan vtulkalar 3 konstruktsiyasi ishlab chiqilgan. Bu holda flans bilan birikadigan teshiklarga birgalikda ishlov berilmaydi. Bu konstruktsiyalar hozircha texnikada qo'llanilmayapti.

Ba'zi hollarda valni pastki flansi, BK gidroturbinaning ishchi g'ildirak servomotori silindri bilan birlashadigan joyida enliroq qilinadi (2.36, c-rasm). Bu hollarda o'q yo'nalishdagi kuchlanishni qabul qiluvchi-o'tuvchi boltlardan ular orasidan o'tuvchi burovchi momentni qabul qiladigan shponkalardan foydalaniladi.

Mustahkamlikka hisoblangan valni asosiy konstruktiv o'lchamlariga uning tashqi (D_v) va ichki (d_v) diametrlari kiradi. Zamonaviy gidroturbinalar valini bu va boshqa o'lchamlari normallashtirilgan [31,32] va quyidagi formula bilan aniqlanuvchi gidroturbina vali, burovchi momentga (M_B , $N \cdot m$) qarab tanlanadi.

$$M_B = 9740N/p \quad (2.34)$$

bu erda, N - turbina kuvvati, kVt;

p - aylanish chastotasi, ayl/min.

Jadval 2.24

Valni asosiy normallashtirilgan o'lchamlari, birlashtiruvchi boltlar soni

$M_B, 10^6 N \cdot m$	D_v, mm	d_v, mm		D_p, mm	D_b, mm	Z_b	Bolt
1,24..1,62	600	480,	450	900	830	12	M80x4
1,62..2,04	650	500,	480	950	880	16	M80x4
2,04..2,69	710	560,	545	1000	910	16	M80x4

$M_B, 10^6 \text{ N m}$	$D_v, \text{ mm}$	$d_v, \text{ mm}$		$D_p, \text{ mm}$	$D_b, \text{ mm}$	Z_b	Bolt
2,69.3,39	750	560,	530	1060	980	18	M80x4
3,12.4,12	800	630,	560	1120	1055	20	M80x4
3,53.4,51	850	670,	630	P80	1120	20	M85x4
4,30.5,35	900	710.	670	1220	1175	20	M90x4
5,04.6,23	950	750,	710	1320	1280	20	M95x4
5,69.7,42	1000	800,	750	1400	1350	20	M100x4
7,42.10,10	1120	925,	875	1500	1445	20	M110x4
9,83.12,49	1220	975,	925	1600	1595	20	M120x4
12,21.15,10	1320	1060,	1030	1700	1695	20	M130x4
14,41.17,74	1400	1150,	1120	1800	1800	20	M140x4
16,86.20,78	1500	1250,	1220	1900	1910	20	M150x4
20,58.27,25	1600	1320,	1250	2000	2030	20	M160x4
26,07.31,17	1700	1400,	1360	2180	2140	20	M170x4
29,60.36,46	1800	1500,	1450	2300	2280	20	M180x4
36,66.44,10	1900	1550,	1500	-	2390	20	M180x4
41,46.50,77	2000	1650,	1600	-	2515	20	M190x4
50,67.60,37	2120	1750,	1700	—	2690	24	M190x4
60,27.72,52	2240	1800,	1750	-	2760	24	M190x4

Val asosiy normallashtirilgan o'lchamlari, shu bilan birga flansdagi birlashtiruvchi boltlar soni va ularni o'lchamlari 2.24- jadvalda berilgan. Val uzunligi, standart bo'yicha berilgan aniq turbina uchun aniqlanadi. Payvandlangan val flansi va quvur materiali markasi 20 GS po'latdan, butun quymaligini markasi 20 GS po'latdan, markasi 20 GS yoki 40 bo'lgan po'latdan qilinadi. Valni hisobli qirqimida normal aylanish chastotasida yo'l qo'yilgan keltirilgan kuchlanish 120 MPa dan oshmasligi kerak.

Val qoplamasini qalinligi 10-15 mm 08x18N10T markali taxtali po'latdan tayyorlanadi va val ustiga elektrli zaklepka bilan qotiriladi. Valni flansli birikmalari boltini markasi 40X (M 120x4 gacha) va markasi 40XFA po'latdan, gaykasi-markasi 45 bo'lgan po'latdan tayyorlanadi. Flansli birlashmalar boltlarini taxminiy qotirish kuchlanishi 150 - 200 MPa chegarada bo'lishi kerak. Nominal aylanish chastotasida boltlarni maksimal keltirilgan kuchlanishi 220

MPa dan oshmasligi kerak. Gidroturbinaning aniq tayyorlanishiga qo'yilgan talablar maxsus adabiyot [25] da keltirilgan.

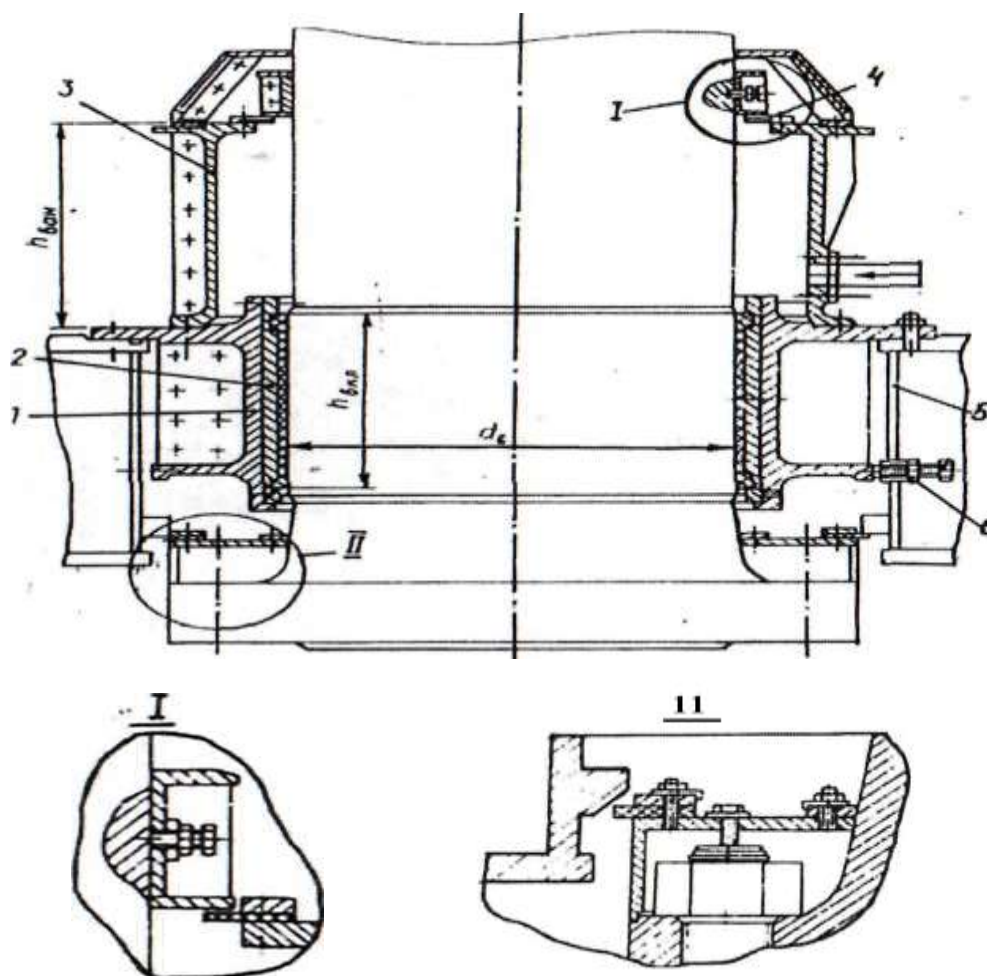
2.9.2. Suv bilan moylanadigan podshipniklar

Suv bilan moylanuvchi yo'naltiruvchi podshipniklar doiraviy yoki segmentli bo'lishi mumkin.

Doiraviy yo'naltiruvchi podshipnik konstruksiyasi 2.37-rasmda berilgan. Podshipnikni asosiy elementiga korpus I. rezinalashtirilgan vkladish 2, vanna 3 va zichlab turuvchi moslama 4 kiradi.

Podshipnik korpusi I har doim bo'laklarga bo'lingan bo'lib 2 - 6 qismlardan iborat va flansni yuqori tomoni bilan turbina qopqog'iga tiraladi. Val va vkladish orasidagi tirqishni sozlashda korpusni turbina valiga nisbatan holati ajratuvchi boltlar 5 bilan boshqariladi. Korpus holatini belgilab qo'yishda stoporli gayka 6 dan foydalaniladi. Korpusda rezinalashtirilgan vkladish (val diametriga qarab 6 - 14 dona bo'ladi) bir-biriga zich qilib o'rnatiladi.

Kurakchalari 16 ta bo'lgan yaxlit ishchi g'ildirak 1, o'ta qattiq zangalashga va kavitatsiyaga chidamli OOX12NZD markali po'latdan tayyorlangan. U gupchak 2 orqli burovchi momentni uzatuvchi va o'q yo'nalishdagi kuchlanishni qabul qiluvchi turbina o'qi, valga 20" bolt bilan qotiriladi. Gidroturbina kopqog'i tagidagi bosimni oldini olish va ishchi g'ildirakga ta'sir qilayotgan o'q yo'nalishidagi kuchlanishni kamaytirish uchun (podpyatnikka ham) gupchakda 20 ta teshikchalar 3 qilinadi. Ishchi g'ildirakka, mustahkam qovurg'ali konussimon, ikki bo'lagi bir-biriga payvand qilingan, suv sirg'anib o'tuvchi qobig'cha mustahkamlanadi. Suv sirg'anib o'tuvchi qobig'chani ichki qismiga oraliqdagi flans 5 payvand qilingan, u ishchi g'ildirak tagini yopib turuvchi tamirlash tayanchi hisoblanadi. Suv sirg'anib o'tuvchi qobig' ishchi g'ildirakdan chiqayotgan oqimning yo'nalishini silliq o'zgarishi va tebranib turuvchan bosimni kamaytirish uchun xizmat qiladi.



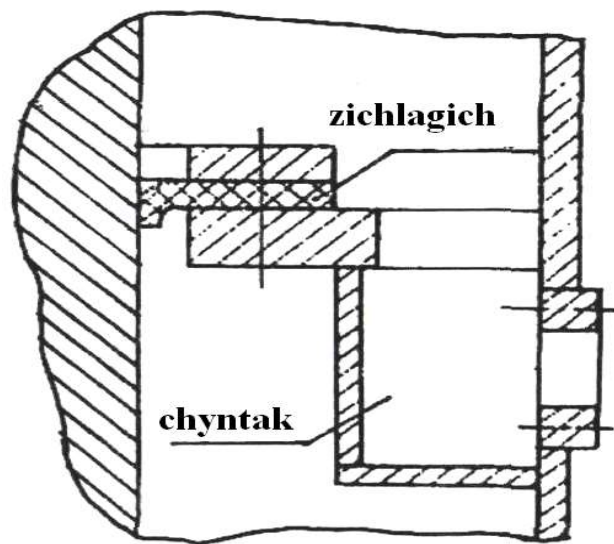
Rasm 2.37. Suv bilan moylanadigan podshipnik konstruksiyasi

Labirintli zichlab turuvchi moslamani 6 aylanuvchi elementlari gupchakka va ishchi g'ildirak halqasiga o'yib kiritilgan holda bo'ladi. Halqani labirintli zichlab turuvchi moslamasi ishchi g'ildirak pastki qismida joylashgan bo'lib, o'q yo'nalishdagi gidravlik kuchlanishni va halqa ta'sir qilayotganda noturg'in quchlanish darajasini kamaytiradi. Gidroturbinaga yig'ilgan labirintli zichlab turuvchi moslama tirqish o'lchami 2,5 - 2,9 mm oraliqda bo'ladi. Natijada uzliksiz halkaqi sirt hosil bo'ladi, uning ichida gidroturbina valini qoplamali qismi joylashadi. Podshipnik korpusiga vkladishlar boltlar bilan qotiriladi. Vkladishni rezinalashtirilgan qismini butun balandligi bo'yicha maxsus formada ariqchalar qilinadi, bu ariqcha, rezina sirti va aylanuvchi valni sirti orasidagi tirqishda (0,1-5-0,3 mm) moylashni va sovutishni taminlab turadi.

Podshipnikni vannasi 3 vkladish tepasidagi bo'shlikda joylashib, unga podshipnikni moylash va sovutish uchun suv keltiriladi. Vannani 2 - 6 qismdan iborat bo'lak-bo'lak qilib tayyorlanadi va podshipnik korpusiga boltlar bilan qotiriladi. Vannaga suvni spiral kameradan yoki texnik suv quvuridan keltiriladi. Vannaga suvni keltiruvchi quvur diametri $d_K = (2,5 - 3)\sqrt{D_v}$, bu erda D_v valning tashqi diametri, *mm*. D_v bo'yicha podshipnikni moylash uchun kerakli bo'lgan suv sarfi 0,004 - 0,02 m³/s tashkil qiladi,

Vannaning yuqori qismiga qirg'oq turidagi zichlab turuvchi moslama o'rnatilgan (2.37-rasm, tugun 1). U vannadan turbina shaxtasiga suvni okib tushmasligidan sakdash uchun qilingan. Zichlab turuvchi moslamani konstruksiyasi juda oddiy. Qalinligi 4-6 *mm* bo'lgan yassi qilingan rezinkali halqa uning asosi bo'lib hizmat qiladi va qisib turuvchi halqa va boltlar yordamida vannaning flansini tashqi diametri bo'yicha qotiriladi. Gidroturbina ishlayotgan paytida rezinkali halqaning ichki qismi vannadagi suv bosimi ostida ajraluvchi halq flansiga qisiladi, u turbina valiga maxsus o'rnatilgan bo'ladi. Zichlab turuvchi moslama vannadagi suvning bosimi 1,5 - 4 *MPa* va undan ortiq bo'lganda sifatli ishlaydi [31]. Suvning kam bosimida va kichik diametrli vallarda manjetli zichlab tiruvchi moslamalar turini ishlatish qulay (38-rasm). U, konstruksiyasi bo'yicha qirg'oqdagi zichlab tiruvchi moslamaga o'xshash bo'ladi, farqi rezinka formasini qirqimida, chunki bu hol uchun valda echiladigan halqani o'rnatilishiga hojat qolmaydi.

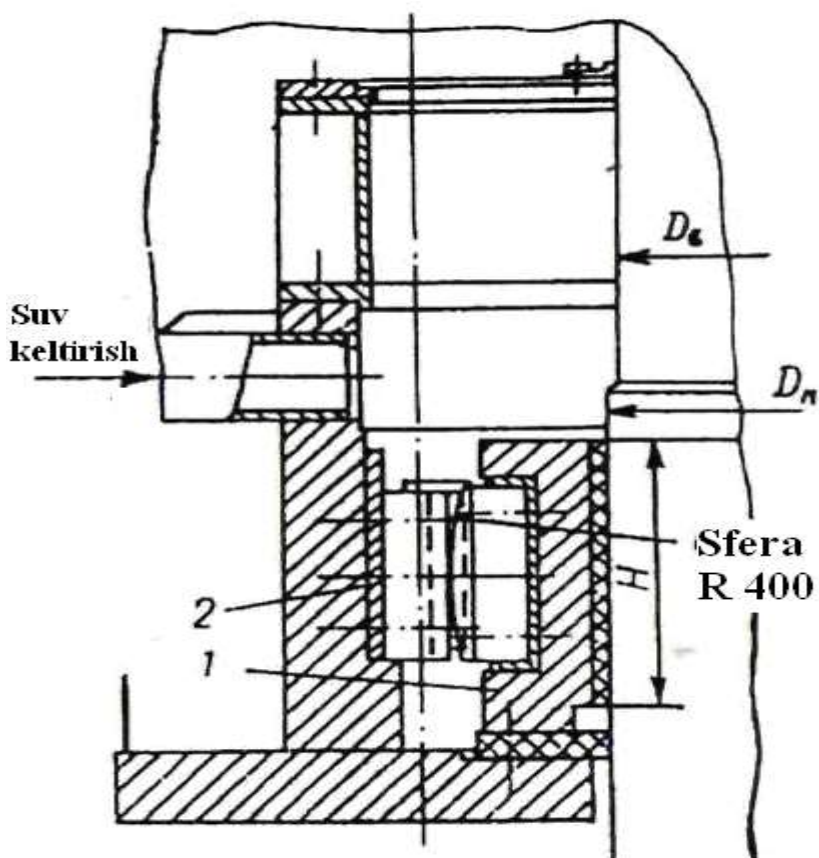
Zichlab tiruvchi moslamalardan sizib o'tgan suvni, konstruksiyalarda maxsus ko'zlangan cho'ntaklarga ulangan quvurlar orkali chiqarib tashlanadi (2.38-rasm qarang). Gidroturbinaning yo'naltiruvchi podshipnigi vannasiga qo'yilgan zichlab turuvchi moslamadan boshqa yopuvchi zichlab turuvchi moslama ko'zda tutiladi (2.37-rasm, tugun II). Ma'lum chukurlikda joylashgan turbinani to'xtatgan paytida (agar u pastki b'efdan pastroqda bo'lsa) pastki b'efdagi suv, turbina shaxtasini bosmasligi kerak. Ko'rilayotgan konstruksiyada bu zichlovchi moslamalar turbina valini flansi, himoyalangan kojuxga siqib turuvchi halqa bilan qotiriladi.



Rasm 2.38. Sizilib o'tgan suvlarni yig'uvchi cho'ntak

Gidroagregat rotorni tormozdan ko'targanda turbina qopqog'ida chiqib turgan flansga rezinka halqa tiraladi va turbina shaxtasiga suv kirmasligi uchun val bilan qapqoq orasidagi tirqishni to'sib qo'yadi, to'xtatilgan turbinani suvga botishidan ximoya qiluvchi, zichlab turuvchi moslamalarni boshqa konstruksiyasi, masalan, shlangali bulishi mumkin [31].

Suv bilan moylanuvchi vertikal gidroturbinani segmentli yunaltiruvchi podshipnigi konstruksiyasi 2.39-rasmda kursatilgan, Segmentlar 1, g'alkali kyapib tayyorlanganga qaraganda farkli ravishda valning atrofida uzuk-uzuk kilib urnatiladi. Val va segment orasidagi tirkishni tekshirib urnatilgandan keyin, xar biri aloxida ulchagich planka 2 yordamida yoki stoporli gaykalar [29] bilan maxkamlanadigan tayanch boltlar yordamida boshkariladi. Segmentli podshipniklar GESni ekspluatasiya kilganda uzini juda yaxshiligini va ularni tayyorlash texnologiyasi kulayligini kursatadi [27].



Rasm 2.39. Valni segmentli podshipnik konstruksiyasi

2.9.3. Moylanuvchi podshipniklar

Yuqorida aytilganidek, hozirgi vaqtda suyuq moy bilan moylanuvchi podshipniklar ishlatiladi. Quyuq, moy bilan moylanuvchi podshipniklarni hozirgi vaqtda ekologik maqsadda ishlatilishi taqiqlangan, chunki moy oqib o'tmaydigan podshipnik konstruksiyasi shu kungacha yaratilmagan.

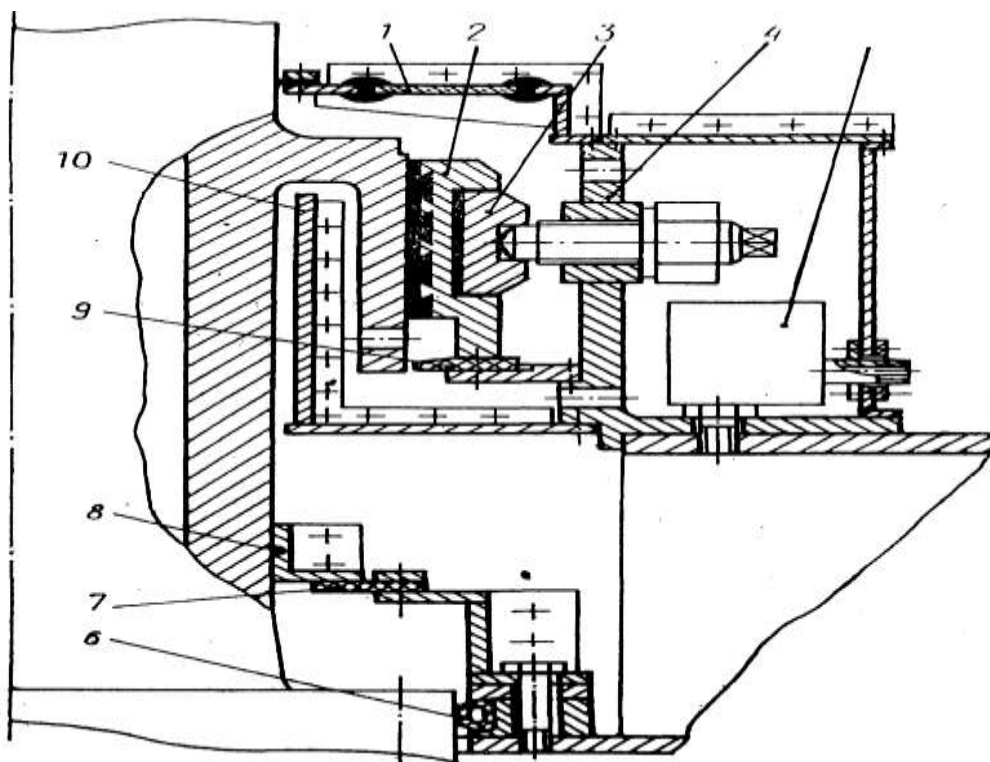
Hozirgi vaqtda o'z-o'zini moylovchi podshipniklar ko'p tarqalgan. Bunday podshipniklarni tarmoq standarti - TST (OST)108.129.14 - 81 va TST(OST) 108.129.16 - 81 da loyihxalash tavsiya qilingan. 2.40-rasmda o'z-o'zini moylovchi suyuq moyda ishlovchi gidroturbinani yo'naltiruvchi podshipnigini konstruksiyasi ko'rsatilgan, ular MDXH davlatida tayyorlangan bo'lib bir qator gidroturbinalarda qo'llaniladi.

Podshipnik korpusi 4, u bilan birlashtirilgan to'siq. 10 yordamida podshipnik moyi vannasi hosil qilingan. To'siqni val kamari tagida joylashishi hisobiga, u moy vannasiga cho'kkan. Kamerani pastki qismida ikki

tomoni ochiq radial teshiklar parmalangan bo'lib vannadagi moy ularni to'ldiradi. Tashqi tomondan kamarni yo'naltiruvchi podshipnik korpusi 4 bilan bog'liq. tayanch orqali segment 1 o'rab turadi (diametriga qarab 8-5-12 dona bo'ladi).

Val kamariga jips bulib turgan segment tomoniga babbit kuyilgan. Kichik tirkishlari bilan teshiklarni pastida va kamarni egallagan segment 2 tagida zichlab turuvchi xalka 9 joylashgan.

Turbina vali aylanishi bilan kamar teshiklarida joylashgan moy markazdan qochma kuch xisobiga segmentni va zichlab tiruvchi halqa 9 xisobiga yuzaga kelgan pastki tomondagi o'yiqli bo'shliqqa otiladi. Shu sababli oraliqda katta bosim yuzaga keladi. Bu bosim ta'sirida moy val kamari bilan segment orasidagi tirqishdan ko'tariladi va shu zaylda podshipnik yog'lanadi. Ish jarayonida qizigan moy tirqishdan o'z oqimi bilan podshipnik tashqarisida joylashgan kameraga oqib tushadi. Bu kamerada moy sovutgich 5 joylashgan. Sovutilgan moy teshiklar orqali korpusning pastki tomonidan yana podshipnik moy vannasiga tushadi.



Rasm 2.40. Moy bilan ishlaydigan podshipnik konstruksiyasi

Podshipnik ishlayotgan paytida babbritning xarorati nazorat qilib turiladi. U 338K dan oshmasligi kerak. Podshipnikni moylash uchun DavST 9972-74 bo'yicha Tp – 30 mineral moyi ishlatiladi. Gidroturbinani aylanuvchi va qo'zg'almas qismlari teshiklaridan, suv harakat qilayotgan tomondan, podshipnikga suvni kirishidan saqlash uchun podshipnik tagida zichlab turuvchi moslamalar 7 va 8 o'rnatiladi. Konstruktsiyasi bo'yicha ular suvda moylanuvchi podshipniklarni chekkasidagi zichlab turuvchi moslamalarga o'xshab ketadi. Gidroturbinani suv bosishidan saqlash uchun zichlab turuvchi moslama 6 xam o'rnatiladi. Bu zichlab turuvchi moslamalarning konstruksiyasi oldingi moslamalarga o'xshaydi. Podshipnikning tepasiga qopqoq 1 o'rnatilgan.

ADABIYOTLAR

1. Mirziyoev Sh.M. O'zbekistonni rivojlantirishning beshta ustuvor yo'nalishi bo'yicha "Harakatlar strategiyasi" T., O'zbekiston, 2017. "Gazeta.uz".
2. Павлов С.Я. О преподавании курса "Мелиоративные насосные станции". Моск.Гос.Унив.природообустр., Научные труды: "Вопросы повышения качества образования" Сб.матер. 3 межвузов.научно-техн.конфр. -М.: 2001, - 210 с.
3. Чебаевский В.Ф, и др. Насосы и насосные станции., -М.:, Агропромиздат, 1989, 416 с.
4. Latipov K.SH. Gidravlika, gidromashinalar, gidroyuritmalar. Toshkent.: «O'qituvchi», 1992 yil, 336 b.
5. Чебаевский В.Ф. и др. Проектирование насосных станций и испытание насосных установок. -М.: «Колос», 2000, 376 с.
6. Хансуваров К.И., Цейтлин В.Г. Техника измерения давления, расхода, количества и уровня жидкости, газа и пара. -М.:, Изд. Стандартов, 1990, -287 с.
7. Бабенко Ю.И., Коваленко Ю.В. Насосы. Учебн.пособие. Ростов на Дону, 2001. 104 с. (Ростовская гос. акад. с-х. машиностроения)
8. Кривченко Г.И. Гидравлические машины. Трубины и насосы. Учебн. для студентов гидротех. специальностей. М. "Энергия". 2001, 320 с. (Открытая русская электронная библиотека. ГПНТБ, Россия)
9. Anderson H.H. Centrifugal pumps. The trade and technical press Ltd. England, 2001, 314 p.
10. Wiess K. Experimentelle Untersuchungen fur Teillaststromung bei Kreiselpumpen. Diss. Darmstadt, 1995. 142 p.
11. Schroeder K. Werkstoffabtrag bei turbulenten Spaltstromungen in Pumpen. Diss.Darmstadt. 1996. 138 p.
12. Ломакин А.А. Центробежные и осевые насосы. -М. -Л. Машиностроение. 1966, 364 с.

13. Мамажонов М. Способ защиты уплотняющих элементов центробежных насосов. «Сельское хозяйство Узбекистана», 2002. №3. с. 23-24.
14. Karelin V.I. Novoderezkin R.A., Coj V., Mamajonov M., Cavitation Erosion in Centrifugal Pumps. Conference Hydro-Turbo, 2002. Brno.
15. Карелин В.Я. Изнашивание лопастных насосов. -М.: Машиностроение., 1983.168 с.
16. Ostermann K. Pumpentechnik in der Wasserversorgung. 2 uberarb und erw. Aufl. Koln. Muller. 1991. 112 p.
17. Некрасов Б.Б. и др. Задачник по гидравлике, гидромашинам и гидроприводу. – М., «Высшая школа». 1989, -192 с.
18. Шаммазов А.М. и др. Проектирование и эксплуатация насосных и компрессорных станций. Учеб. для вузов. -"Недра", Недра-Бизнесцентр, 2003,- 403 стр.
19. Мелиоративные системы и сооружения. Насосные станции. Норма проектирования: ВСН-33-2.2.12.-87. изд. офиц. Б.И. 1988., 93 с.
20. Насосы. Каталог - справочник, ВИГМ, М, -Л. 1960, 552 с.
21. Киселев И.И. и др. Крупные осевые и центробежные насосы. Спр. пособие. – М. "Машиностроение", 1977, 184 с.
22. Ярошенко О.В. Испытание насосов. Справочное пособие. -М. "Машиностроение", 1976, 225 с.
23. Кривченко Г.И. Гидравлические машины-М.; Энергия, 1983 г.
24. Барлит В.В. Гидравлические турбины.-Киев: Высшая школа, 1977.- 360 с.
25. Броновкий Г.А., Гольдфабр А.И., Фасулати Р.К. Технология гидротурбиностроения. Л.: Машиностроение, 1978.-192 с.
26. Бусырев А.И. Кавитационные и эрозионные испытания радиально-осевых гидротурбин: Учеб. Пособие. –Л.: ЛПИ, 1977.-39 с.
27. Ковалёв Н.Н. Гидротурбины. 2 изд.-Л.: Машиностроение, 1971.-573 с.

28. Михалев Б.Н. Гидрогенераторы: Пособие к курсовой работе. Л.: ЛПИ, 1968.

29. Конструкция и расчёт гидротурбин /С.А. Грановский, В.А. Малышев, В.М.Орго, Л.Г. Смоляров.-Л.: Машиностроение, 1974.-408 с.

30.Смирнов И.Н. Гидравлические турбины и насосы: Учеб. Пособие для энергетических и политехнических вузов. –М.: Высшая школа, 1969.-400 с.

31.Справочник по гидротурбинам /В.Б. Андреев, Г.А.Броновский, И.С.Веремеенко и др. Под общ. ред. Н.Н. Ковалёва.-Л.: Машиностроение, 1984.-496 с.

32. Пылаев Н.И., Эдель Ю.У. Кавитация в гидротурбинах.-Л.: Машиностроение, 1974.-25 с.

33. Mamajonov M, Muxamedov A.K., Uralov B.R., Majidov T.Şh. Sugorishni mexanizasiyalash. Nasos va nasos stansiyalari. O'quv qo'llanma. Toshkent. Voris-nashriyot. 2007. 160 v

M U N D A R I J A

KIRISH.	3
1. NASOSLAR VA NASOS QURILMALAR .	5
1.1.SUV XUJALIGIDA MASHINALI SUV KUTARISHNING AXAMIYATI .	5
1.1.1 Nasoslar xakida tushuncha. Nasoslar tasnifi .	7
1.1.2 Nasos dvigateli, nasos agregati, nasos kurilmasi, nasos stansiyasi va mashinali suv kutarish gidrotexnik uzeli tushunchasi .	7
1.1.3 Nasoslarning qo'llanish soxalari	8
1.1.4 Nasoslarning energetik kursatgichlari .	9
1.1.5 Nasoslarning tula bosimini aniqlash .	12
1.1.6 Geometrik, keltirilgan va vakuumetrik surish balandligi .	14
1.1.7 Nasosning xaydash balandligi .	18
1.1.8 Keltirilgan xaydash balandligi .	19
1.1.9 Nasoslarni markalash – tamgalash	19
1.2. PARRAKLI NASOSLAR	22
1.2.1 Parrakli nasoslar konstruksiyasi	22
1.2.1.1 Parrakli nasoslar klassifikatsiyasi	22
1.2.1.2 Markazdan qochma nasoslar	18
1.2.2 Konsolli markazdan qochma nasoslar	24
1.2.3 Ishchi gildiragiga ikki tomondan suyuqlik kiruvchi markazdan qochma nasoslar	27
1.2.4 Kup boskichli markazdan qochma seksiyali nasoslar	29
1.2.5 Fekal, kum va loyka suruvchi markazdan qochma nasoslar .	31
1.2.5.1 Fekal nasoslari	31
1.2.5.2 Qum nasoslari	32
1.2.5.3 Loyka nasoslari (Tuproq suruvchilar)	33
1.2.6 Suyuqlikka botirib ishlatiladigan markazdan qochma monoblok nasoslar	35

1.2.7 Quduqli markazdan qochma nasoslar .	37
1.2.7.1 Transmission vali quduqli nasoslar .	37
1.2.7.2 Elektrodvigatelli suvga chuktiriladigan quduqli nasoslar .	41
1.2.8 Yirik markazdan qochma vertikal nasoslar .	45
1.2.9 O'qiy nasoslar .	47
1.2.9.1 Parraklari kuzgolmas o'qiy nasoslar	52
1.2.9.2 Parraklari buraladigan o'qiy nasoslar	53
1.2.10 Chuktiriladigan monoblokli o'qiy nasoslar .	56
1.2.11 Diagonal nasoslar .	58
1.3 PARRAKLI NASOSLAR NAZARIYASI .	60
1.3.1 Markazdan qochma nasosni ishlashi	60
1.3.1.1 Bosimli kuvurdagi zadvijskaning yopik xolatida markazdan kochma nasosning ishlashi .	60
1.3.1.2. Bosimli kuvurdagi zadvijskaning ochik xolatida markazdan kochma nasosning ishlashi .	62
1.3.2. Markazdan qochma nasos ish gildiragiga suvning zarbsiz kirish va chikish shartlari	64
1.3.3. Markazdan qochma nasosning asosiy tenglamasi va nazariy bosim.	67
1.3.4 Markazdan qochma nasoslar ish gildiragi parraklarini urnatish burchagining bosimiga ta'siri	73
1.3.5 Markazdan qochma nasoslarning ish gildiragiga tushadigan o'qiy yuklanishlar va o'qiy zurikishlarni kamaytiruvchi kurilmalar .	75
1.3.6 O'qiy nasoslarning kiskacha nazariyasi	78
1.3.7 Nasosning nusxalashtirish va uxshashlik konunlari .	80
1.3.7.1 Uxshashlik formulalari	83
1.3.8 Tez yurish koeffisienti yoki solishtirma aylanishlar soni	85
1.3.9 Parrakli nasoslarda kavitasiya. Nasoslarni urnatish satxini aniqlash .	88
1.3.10 Chegaralangan surish balandligi	90
1.4 PARRAKLI NASOSLAR XARAKTERISTIKASI.	

NASOSLARNI KUVURLAR BILAN BIRGALIKDA ISHLASHI	91
1.4.1 Nasoslar xarakteristikasi .	91
1.4.1.1 Markazdan qochma nasoslarning xarakteristikasi .	91
1.4.1.2 O'qiy nasoslarning xarakteristikalari	95
1.4.2 Nazariy va xakikiy bosim xarakteristikalari .	97
1.4.3 Nasoslarni kuvurlar bilan birgalikda ishlshi	98
1.4.3.1 Ishchi nukta va ishchi oralik	98
1.4.4 Nasoslar ishini boshkarish .	100
1.4.4.1 Nasos kurilmasining ishini son jixatidan tartibga solish	100
1.4.4.2 Nasos kurilmasining ishini sifat jixatidan tartibga solish	104
1.4.5 Nasoslarning birgalikda ishlashi	106
1.4.5.1 Nasoslarning parallel ishlashi .	107
1.4.5.2 Nasoslarning ketma-ket ishlashi .	111
1.4.6 Nasoslarni sinash .	113
1.5. XAJMIY NASOSLAR .	119
1.5.1 Xajmiy nasoslar klassifikasiyasi, ishlash prinsipi	119
1.5.1.1 Porshenli nasoslar .	119
1.5.1.2 Rotorli nasoslar .	124
1.5.1.3 Suv xalkali vakuum nasoslar .	126
1.5.1.4 Qanotli nasoslar .	128
2.GIDROTURBINALAR	130
2.1.GIDROTURBINALARNI LOYIHALASH MAZMUNI VA BOSQICHLARI	130
2.2. BERILGAN SHARTGA ASOSAN GIDROTURBINANI TANLASH	132
2.2.1. Gidroturbinaning tizimi va ishchi g'ildirak turi .	132
2.2.2. Ishchi g'ildirak diametri.	137
2.2.3 Normal aylanish soni.	139

2.2.4. Tanlangan gidroturbina diametri va aylanish sonining to'g'riligini tekshirish .	141
2.2.5. Tezlashgan aylanishlar soni	143
2.2.6. O'qiy kuchlanishni hisoblash	144
2.2.7. So'rish balandligini hisoblash	147
2.3.GIDROTURBINANING EKSPLUATASIYA XARAKTERISTIKASI.	154
2.3.1. Gidroturbina foydali ish ko'effitsienti chiziqlarini qurish.	156
2.3.2 So'rish balandligi chizig'ini qurish.	159
2.3.3. Yo'naltiruvchi apparat kurakchalari ochilish kattaligini hisoblash.	160
2.3.4. Quvvatning chegaralovchi chizig'ini qurish	161
2.4. GIDROTURBINALARNING SPIRAL KAMERALARI.	162
2.4.1. Spiral kameralarni gidromexaniq hisoblash	166
2.4.2. Betonli spiral kamerani hisoblash	168
2.4.3. Metalli spiral kamerani hisoblash	171
2.4.4. Metall spiral kameraning tuzilishi	173
2.5. STATOR KONSTRUKSIYASI VA UNING ASOSIY O'LCHAMLAR	175
2.6. REAKTIV GIDROTURBINALARNING YO'NALTIRUVCHI APPARATI .	180
2.6.1. Yo'naltiruvchi apparat kurakchalar qirqim shaklini tanlash.	185
2.6.2. Yo'naltiruvchi apparatning kinematik sxemasini qurish.	188
2.6.3.Gidroturbinaning ishqalanuvchi elementlarini loyihalash.	192
2.6.4. Zichlab turuvchi moslamalar	196
2.7. GIDROTURBINANING SO'RIB OLISH QUVURLARI VA ULARNING YASASH QISMLARI.	199
2.7.1. So'rish quvurining turini tanlash va o'lchamlarini aniqlash.	199
2.7.2. Radial o'qli gidroturbinaning poydevor qismi	204
2.7.3. Burama kurakli gidroturbinaning poydevor qismlari.	206

2.8. GIDROTURBINA ISHCHI G'ILDIRAGI .	208
2.8.1. Radial o'qli gidroturbinaning ishchi g'ildiragi.	208
2.8.2. BK gidroturbina ishchi g'ildiragi	213
2.9. VERTIKAL GIDROTURBINANING VALI VA YO'NALTIRUVCHI PODSHIPNIGI.	218
2.9.1. Vallar.	222
2.9.2. Suv bilan moylanadigan podshipniklar.	225
2.9.3. Moylanuvchi podshipniklar	229
ADABIYOTLAR	232
MUNDARIJA	235

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. НАСОСЫ И НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ	5
1.1 ЗНАЧЕНИЕ МАШИННОГО ВОДОПОДЪЕМА В ВОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ	5
1.1.1 Насосы Классификация насосов	7
1.1.2 Понятия насосного двигателя, насосного агрегата, насосной установки, насосной станции и гидротехнического узла машинного водоподъёма	7
1.1.3 Области применения насосов	8
1.1.4 Энергетические параметры насосов	9
1.1.5 Определение полного напора насоса	12
1.1.6 Геометрическая, приведенная и вакуумметрическая высота всасывания	14
1.1.7 Высота нагнетания насосной установки	18
1.1.8 Приведенная высота нагнетания	19
1.1.9 Маркировка, номенклатура насосов	19
1.2 ЛОПАСТНЫЕ НАСОСЫ	22
1.2.1 Конструкции лопастных насосов	22
1.2.1.1 Классификация лопастных насосов	22
1.2.1.2 Центробежные насосы	18
1.2.2 Консольные центробежные насосы	24
1.2.3 Центробежные насосы с двусторонним подводом воды	27
1.2.4 Многоступенчатые (секционные) центробежные насосы	29
1.2.5 Специальные насосы	31
1.2.5.1 Фекальные насосы	31
1.2.5.2 Песковые насосы	32
1.2.5.3 Грунтовые насосы	33
1.2.6 Погружные моноблочные центробежные насосы	35

1.2.7 Скважинные центробежные насосы	37
1.2.7.1 Скважинные насосы с трансмиссионным валом	37
1.2.7.2 Погружные скважинные электронасосы	41
1.2.8 Вертикальные центробежные насосы	45
1.2.9 Осевые насосы	47
1.2.9.1 Осевые насосы с жестко-закрепленными лопастями	52
1.2.9.2 Осевые насосы с поворотными лопастями	53
1.2.10 Погружные моноблочные осевые насосы	56
1.2.11 Диагональные насосы	58
1.3 ТЕОРИЯ ЛОПАСТНЫХ НАСОСОВ	60
1.3.1 Работа центробежных насосов	60
1.3.1.1 Работа центробежного насоса при закрытой задвижке на напорном трубопроводе	60
1.3.1.2 Работа центробежного насоса при открытой задвижке на напорном трубопроводе	62
1.3.2 Условия безударного входа и выхода жидкости на рабочее колесо центробежного насоса	64
1.3.3 Основное уравнение центробежного насоса и теоретический напор	67
1.3.4 Влияние угла установки лопастей центробежного насоса на напор	73
1.3.5 Устройства для снижения осевых нагрузок в центробежных насосах	75
1.3.6 Краткая теория осевых насосов	78
1.3.7 Подобие насосов и законы подобия	80
1.3.7.1 Формулы подобия	83
1.3.8 Коэффициент быстроходности	85
1.3.9 Кавитация в насосах Определение отметки установки насоса	88
1.3.10 Допустимая высота всасывания	90

1.4 ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛОПАСТНЫХ НАСОСОВ	
СОВМЕСТНАЯ РАБОТА НАСОСОВ И ТРУБОПРОВОДОВ	91
1.4.1 Характеристики насосов	91
1.4.1.1 Характеристики центробежных насосов	91
1.4.1.2 Характеристики осевых насосов	95
1.4.2 Теоретические и действительные напорные характеристики	97
1.4.3 Совместная работа насоса и трубопровода	98
1.4.3.1 Рабочая точка и рабочий диапазон	98
1.4.4 Регулирование насосов	100
1.4.4.1 Методы количественного регулирования	100
1.4.4.2 Методы качественного регулирования	104
1.4.5 Совместная работа насосов	106
1.4.5.1 Параллельная работа насосов	107
1.4.5.2 Последовательная работа насосов	111
1.4.6 Испытания насосов	113
1.5 ОБЪЕМНЫЕ НАСОСЫ	119
1.5.1 Классификация насосов, принцип действия	119
1.5.1.1 Поршневые насосы	119
1.5.1.2 Роторные насосы	124
1.5.1.3 Вакуумные насосы	126
1.5.1.4 Крыльчатые насосы	128
2 ГИДРОТУРБИНЫ	130
2.1 ЭТАПЫ И СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ	
ГИДРОТУРБИН	130
2.2 ВЫБОР ГИДРОТУРБИН	132
2.2.1 Классификация гидротурбин	132
2.2.2 Диаметр рабочего колеса	137
2.2.3 Частота вращения турбины	139
2.2.4 Проверка правильности выбора турбин	141

2.2.5 Разгонная частота вращения	143
2.2.6 Расчет осевых нагрузок	144
2.2.7 Расчет высоты отсасывания	147
2.3 ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТУРБИН	154
2.3.1 Построение характеристики КПД турбины	156
2.3.2 Построение характеристики высоты отсасывания	159
2.3.3 Расчет величины отурытия направляющего аппарата	160
2.3.4 Построение линии ограничения мощности	161
2.4 ТУРБИННЫЕ КАМЕРЫ	162
2.4.1 Расчет турбинной камеры	166
2.4.2 Расчет бетонной спиральной камеры	168
2.4.3 Расчет металлической спиральной камеры	171
2.4.4 Конструкции металлической спиральной камеры	173
2.5 КОНСТРУКЦИИ СТАТОРА ТУРБИНЫ И ЕГО ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ	175
2.6 НАПРАВЛЯЮЩИЙ АППАРАТ РЕАКТИВНЫХ ГИДРОТУРБИН	180
2.6.1 Выбор формы лопастей направляющего аппарата	185
2.6.2 Построение кинематической схемы направляющего аппарата	188
2.6.3 Конструкция гидравлических фрикционных элементов	192
2.6.4 Уплотняющие устройства	196
2.7 ОТСАСЫВАЮЩИЕ ТРУБЫ ГИДРОТУРБИН	199
2.7.1 Выбор отсасывающих труб и определение размеров	199
2.7.2 Основания радиально-осевых турбин	204
2.7.3 Основания поворотно-лопастных турбин	206
2.8 РАБОЧИЕ КОЛЕСА РЕАКТИВНЫХ ТУРБИН	208
2.8.1 Рабочие колеса радиально-осевых турбин	208
2.8.2 Рабочие колеса поворотно-лопастных турбин	213
2.9 НАПРАВЛЯЮЩИЕ ПОДШИПНИКИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ	

ГИДРОТУРБИН	218
2.9.1 Валы	222
2.9.2 Подшипники на водяной смазке	225
2.9.3 Масляные подшипники	229
ЛИТЕРАТУРА	232
СОДЕРЖАНИЕ	235

INTRODUCTION	3
1. PUMPS AND PUMP STATIONS	5
1.1 VALUE OF MACHINE WATER LIFT IN WATER MANAGEMENT	5
1.1.1 Pumps Pump classification	7
1.1.2 The concepts of a pump motor, a pumping unit, a pumping unit, a pumping station and a hydraulic unit for machine lifting	7
1.1.3 Applications for pumps	8
1.1.4 Energy parameters of pumps	9
1.1.5 determination of the total pressure of the pump	12
1.1.6. Geometric, reduced and vacuum gauge suction heights	14
1.1.7 Pumping height	18
1.1.8 Reduced discharge height	19
1.1.9 Marking, nomenclature of pumps	19
1.2 VANE PUMPS	22
1.2.1 Vane Pump Designs	22
1.2.1.1 Classification of vane pumps	22
1.2.1.2 Centrifugal pumps	18
1.2.2 Console centrifugal pumps	24
1.2.3 Centrifugal pumps with two-way water supply	27
1.2.4 Multistage (sectional) centrifugal pumps	29
1.2.5 Special pumps	31
1.2.5.1 Fecal pumps	31
1.2.5.2 Sand pumps	32
1.2.5.3 Soil pumps	33
1.2.6 Submersible monoblock centrifugal pumps	35
1.2.7 Well centrifugal pumps	37
1.2.7.1 Transmission shaft well pumps	37

1.2.7.2 Submersible borehole electric pumps	41
1.2.8 Vertical Centrifugal Pumps	45
1.2.9 Axial pumps	47
1.2.9.1 Axial pumps with rigidly fixed vanes	52
1.2.9.2 Rotary vane axial pumps	53
1.2.10 Submersible monoblock axial pumps	56
1.2.11 Diagonal pumps	58
1.3 Vane Pump Theory	60
1.3.1 Operation of centrifugal pumps	60
1.3.1.1 Operation of a centrifugal pump with a closed valve on the pressure pipe	60
1.3.1.2 Operation of a centrifugal pump with an open valve on the pressure pipe	62
1.3.2 Conditions for shockless fluid inlet and outlet to the impeller of a centrifugal pump	64
1.3.3 The basic equation of a centrifugal pump and theoretical head	67
1.3.4 the Influence of the angle of installation of the centrifugal pump blades on the pressure	73
1.3.5 Devices to reduce axial loads in centrifugal pumps	75
1.3.6 Brief theory of axial pumps	78
1.3.7 Similarity of pumps and laws of similarity	80
1.3.7.1 Similarity Formulas	83
1.3.8 Speed factor	85
1.3.9 Cavitation in pumps Determination of the pump installation mark	88
1.3.10 Permissible suction height	90
1.4 CHARACTERISTICS OF VANE PUMPS JOINT OPERATION OF PUMPS AND PIPELINES	91

1.4.1 Pump specifications	91
1.4.1.1 Characteristics of centrifugal pumps	91
1.4.1.2 Characteristics of axial pumps	95
1.4.2 Theoretical and actual pressure characteristics	97
1.4.3 Joint operation of the pump and pipeline	98
1.4.3.1 Operating point and operating range	98
1.4.4 Pump regulation	100
1.4.4.1 Methods of quantitative regulation	100
1.4.4.2 Methods of quality regulation	104
1.4.5 Collaboration of pumps	106
1.4.5.1 Parallel operation of pumps	107
1.4.5.2 Pump sequential operation	111
1.4.6 Pump tests	113
1.5 VOLUME PUMPS	119
1.5.1 Classification of pumps, principle of operation	119
1.5.1.1 Piston Pumps	119
1.5.1.2 Rotary pumps	124
1.5.1.3 Vacuum pumps	126
1.5.1.4 Vane pumps	128
2 HYDRO TURBINES	130
2.1 STAGES AND CONTENTS OF DESIGNING HYDROTURBINES	130
2.2 SELECTION OF HYDROTURBINES	132
2.2.1 Classification of hydroturbines	132
2.2.2 Impeller diameter	137
2.2.3 Turbine speed	139
2.2.4 Verifying turbine selection	141
2.2.5 Acceleration speed	143
2.2.6 Calculation of axial loads	144
2.2.7 Calculation of the height of the suction	147

2.3 TURBINE OPERATING CHARACTERISTICS	154
2.3.1 the construction of the characteristics of the efficiency of the turbine	156
2.3.2 Construction characteristics of the suction height	159
2.3.3 Calculation of the oturing of the guide vane	160
2.3.4 Power limit line	161
2.4 TURBINE CAMERAS	162
2.4.1 Calculation of the turbine chamber	166
2.4.2 Calculation of concrete spiral chamber	168
2.4.3 Calculation of a metal spiral chamber	171
2.4.4 Designs of the metal spiral chamber	173
2.5 TURBINE STATOR DESIGNS AND ITS BASIC DIMENSIONS	175
2.6 GUIDANCE OF REACTIVE HYDROTURBINES	180
2.6.1 Selecting the shape of the blades of the guide vane	185
2.6.2 Construction of the kinematic diagram of the guide apparatus	188
2.6.3 Construction of hydraulic friction elements	192
2.6.4 Sealing devices	196
2.7 HYDROTURBINE SUCTION PIPES	199
2.7.1 Selection of suction pipes and sizing	199
2.7.2 Radial-axial turbine bases	204
2.7.3 Base rotary vane turbines	206
2.8 DRIVE TURBINE DRIVES	208
2.8.1 Impellers of radial-axis turbines	208
2.8.2 Impellers of rotary vane turbines	213
2.9 VERTICAL HYDROTURBINE GUIDE BEARINGS	218
2.9.1 Shafts	222
2.9.2 Water lubricated bearings	225
2.9.3 Oil bearings	229
LITERATURE	232
CONTENT	235