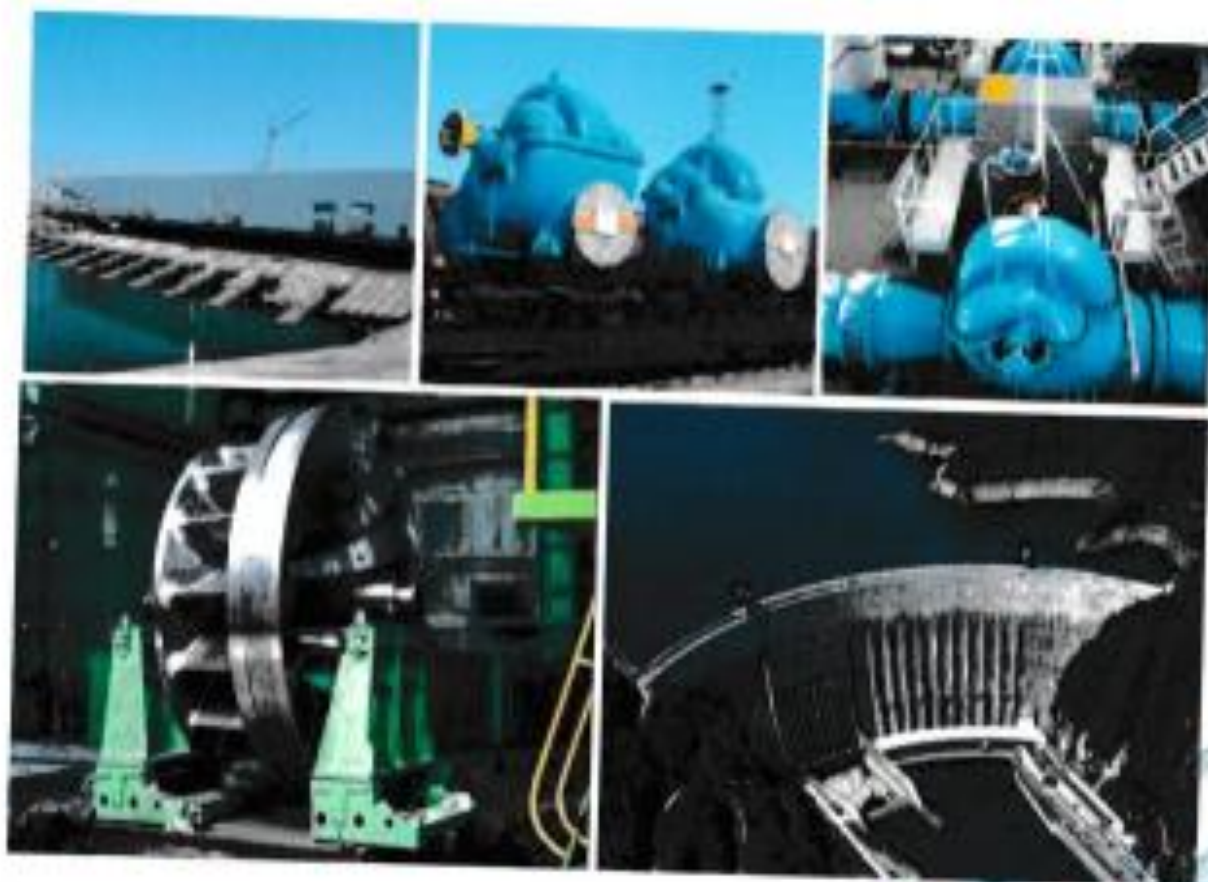


**M.M. Muxammadiev
B.R. Uralov
T.Sh. Majidov
E.K. Kan**

GIDROMASHINALAR



**TOSHKENT
2021**

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

TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XUJALIGINI
MEXANIZATSIYALASH MUXANDISLARI INSTITUTI

Muxammadiev M.M., Uralov B. R.,
Majidov T. Sh., Kan E.K

GIDROMASHINALAR

/ O'QUV QO'LLANMA /

Toshkent
2021

**TIQXMMIning 2019 y.31 oktyabr № 3- sonli bayonomasi qarori asosida
chop etishga tavsiya etilgan**

UDK 621.224.24

Gidromashinalar. / Muxammadiev M.M., Uralov B.R.,Majidov T.SH.,
Kan E.K.

o'quv qo'llanma Toshkent., 2019 y. 235 bet.

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 xisoblash va loyihalash asoslari, parametrlarini hisoblash, ularning xarakteristikalarini qurish tartibi va qoidalari to'g'risida nazariy va amaliy ma'lumotlar berilgan.

O'quv qo'llanma 5650100- Irrigatsiya tizimlarida gidroenergetika ob'ektlari, 5650700- Gidrotexnika inshootlari va nasos stansiyalaridan foydalanish, 5310100- Energetika (Gidroenergetika), 5140900 - Kasb ta'limi: - (Gidrotexnika inshootlari va nasos stansiyalaridan foydalanish), 5650300-Suv xo'jaligi va melioratsiya ishlarini mexanizatsiyalash ta'lim yo'nalishlari, 5A450402-Nasos stantsiyalari va qurilmalaridan foydalanish va tashxisi,5A450101 –GES qurilishi va ulardan foydalanish, 5A310101- GES va qayta tiklanish energiya manbalari va «Gidroenergetika» mutaxassisliklari o'quv rejalariga mos ravishda yozilgan bo'lib, shu yo'nalishdagi bakalavriatura va magistratura talabalari, hamda shu sohadagi mutaxassislar uchun tayyorlangan.

Taqrizchilar: T A Q I, «Gidrotexnika inshootlari, zamin va poydevorlar» kafedrası , t.f.d., prof. **Fayziev X.**

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

KIRISH

O'zbekistonda 4,3 mln.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 xarakteristikallari, 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-булим: NASOSLAR
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 – Кoxovka	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 foydalaniladi.

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'tarish gidrotexnik 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 – zadvijka, 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.

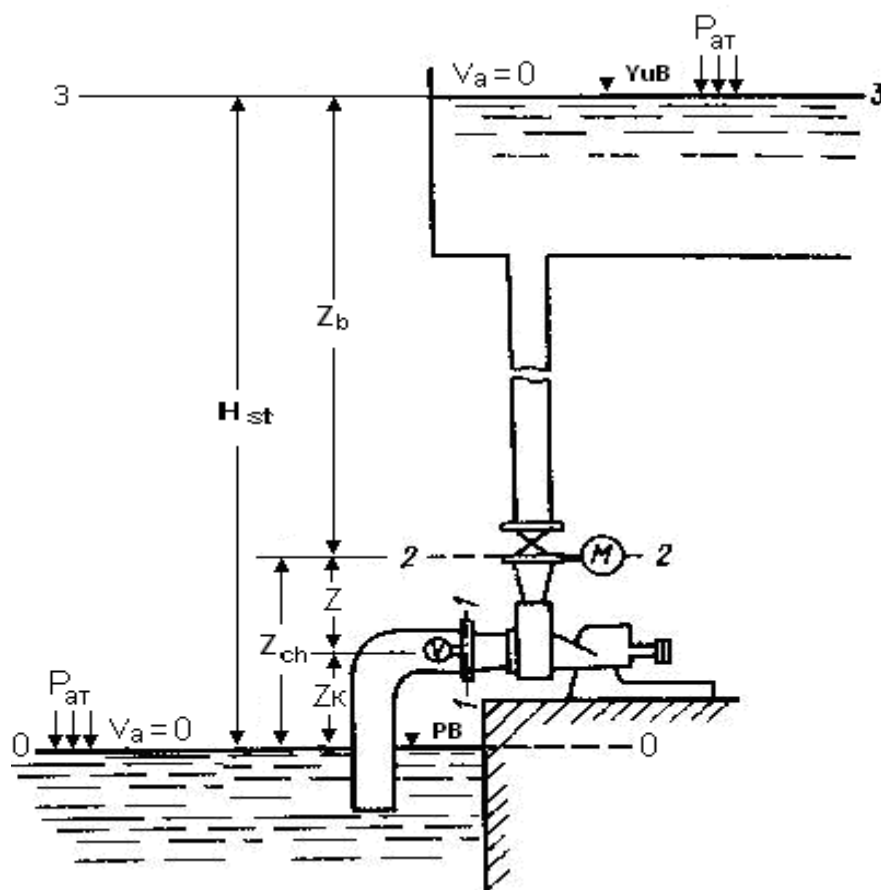
1.1.3. Nasoslarning qo'llanish sohalari

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.

$$P = E_{ch} + E_{\kappa} \quad (1.1)$$

$$E_{ch} = Z_{ch}^{2-2} + \frac{P_{ch}}{\gamma} + \frac{V_{ch}^2}{2g} \quad (1.2)$$

$$E_{\kappa} = Z_{\kappa}^{1-1} + \frac{P_{\kappa}}{\gamma} + \frac{V_{\kappa}^2}{2g} \quad (1.3)$$

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

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

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

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

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 ($V_{\text{ch}} = V_{\kappa}$) va bosim manometrik bosimga teng bo'ladi.

$$H = H_{\text{man}}. \quad (1.5)$$

Bu erda shartli belgilar:

$E_{\kappa}, E_{\text{ch}}$ – suyuqlikni nasosga kirishdagi va chiqishdagi solishtirma energiyasi;

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

$P_{\kappa}, P_{\text{ch}}$ – nasosga kirishdagi va chiqishdagi bosim, kg/m^2 ;

γ – suyuqlikning solishtirma og'irligi, kg/m^3 ;

$V_{\kappa}, V_{\text{ch}}$ – suyuqlikning nasosga kirishdagi va chiqishdagi tezligi, m/s ;

g – erkin tushish tezligi, m/s^2 ;

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

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

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

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

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 kg .

Bosimli patrulkadan o'tayotgan suyuqlikka nasosdan berilayotgan quvvat, yoki birlik vaqt ichida suyuqlik bajargan ishiga 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 = $75 \text{ kg } m/s$

1 kVt = $102 \text{ kg } m/s$

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

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

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

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

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.

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

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

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

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).

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

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 qilinayotgan 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 kesmlari 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.

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

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

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

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

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

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

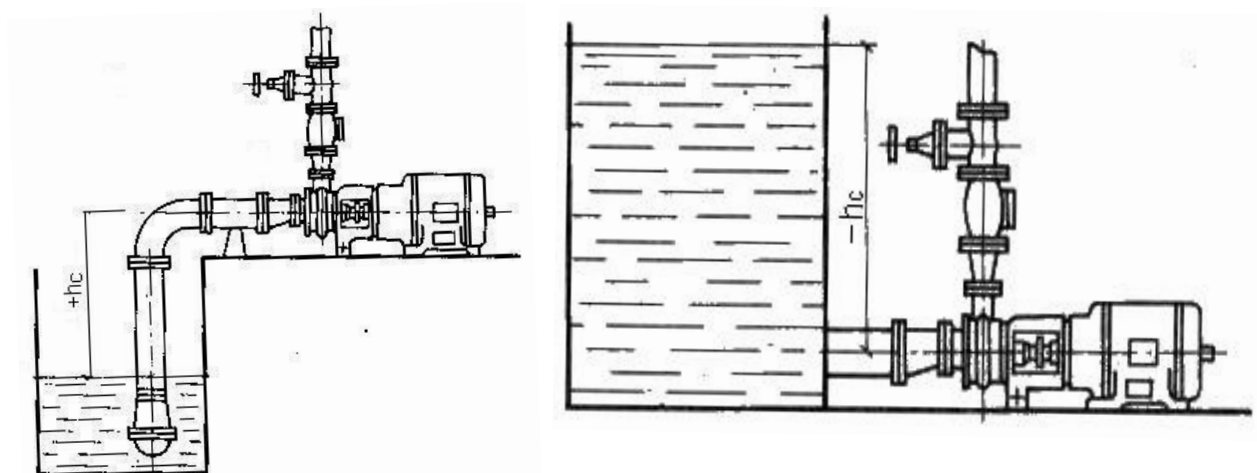
$$H = H_{geom} + \Sigma \Delta h \quad (1.18)$$

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.

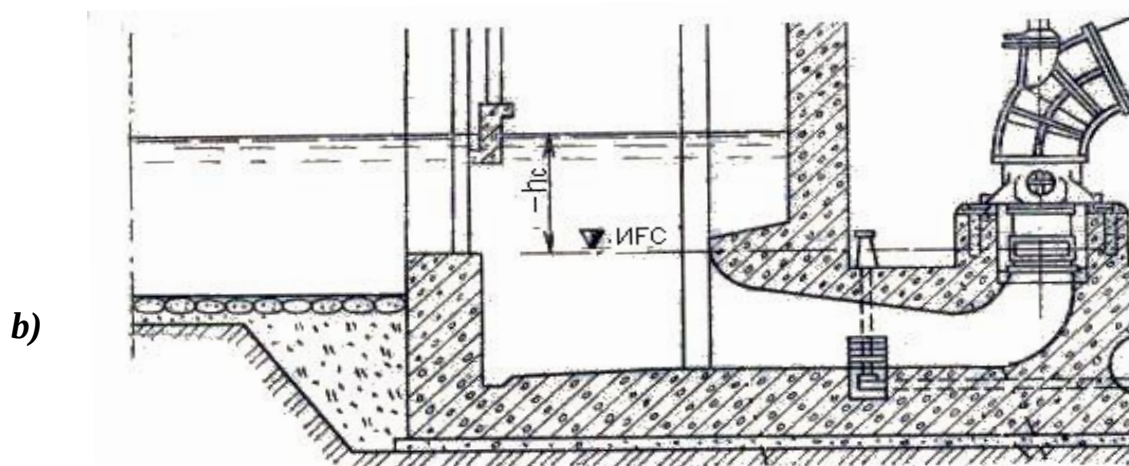
1.1.6. Geometrik, keltirilgan va vakuumetrik so'rish balandligi.

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

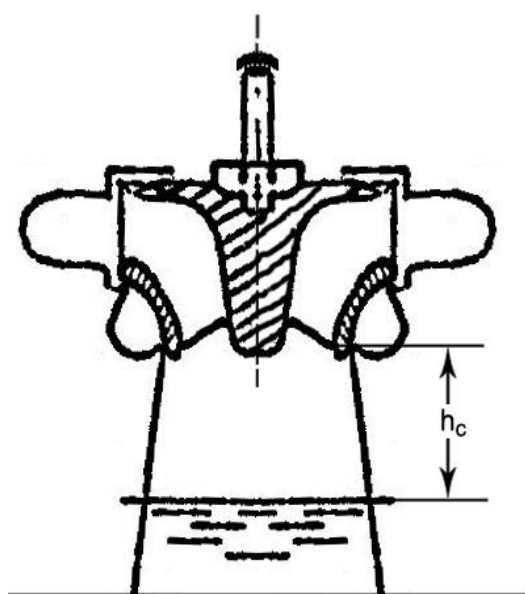
Nasos qurilmasining so'rish balandligi musbat yoki manfiy bo'lishi mumkin. agar manbadagi suv sathi ish g'ildiraklari markazidan pastda joylashgan bo'lsa, so'rish balandligi musbat (rasm 1.2 a, c, d), yuqorida joylashgan bo'lsa manfiy (rasm 1.2 a, b) bo'ladi.



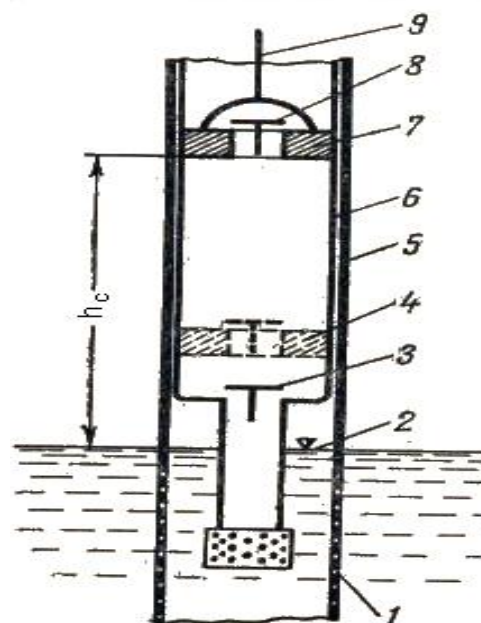
a)



b)



c)



d)

Rasm 1.2. Nasoslarning geometrik so'rish balandligi.
a-gorizontali; 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 balandligi (m).

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

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

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

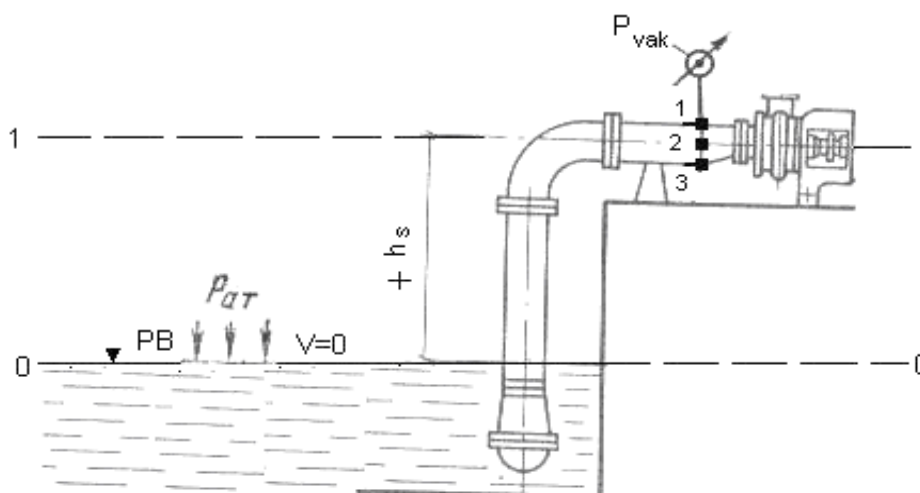
$$\frac{P_a - P_{vak}}{\gamma} = H_{vak} \quad (1.20)$$

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

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

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 ($h_b = R_0/\gamma$ -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.

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

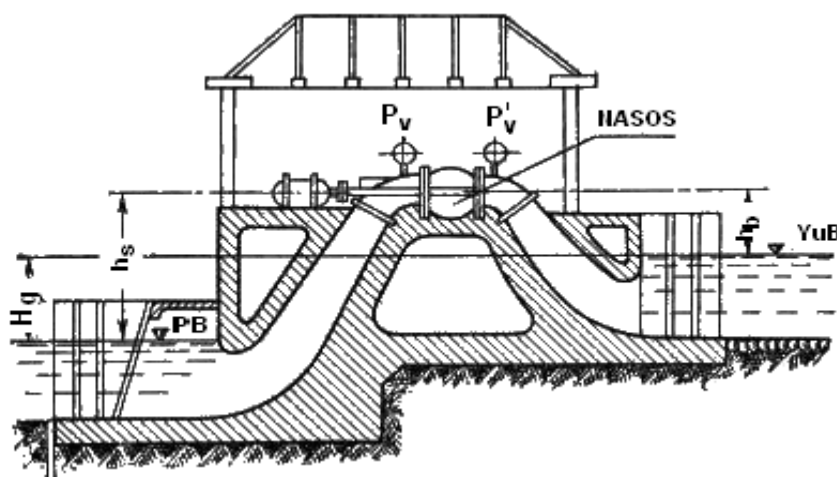
Nasos stansiyalari qurilishi amaliyotida, so'rish balandligi 3 m dan ko'p bo'lmasligi tavsiya qilinadi.

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.

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

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

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 koeffitsienti.

2К – 20/30	2 – kirish patrubkasining 25 marta kamaytirilgan diametri, mm; К –konsolli; 20 – nasosning suv sarfi, $m^3/soat$; 30 – nasosning bosimi, m .
6KM–45/30	6 – kirish patrubkasining 25 marta kamaytirilgan diametri; К – konsolli; М – monoblokli (ish g'ildiragi elektrodvigatel' valiga o'rnatilgan); 45 – nasosning suv sarfi, $m^3/soat$; 30 – nasosning bosimi, m
32В - 12	32 – kirish patrubkasining 25 marta kamaytirilgan diametri, mm; В – vertikal; 12 – 10 marta kamaytirilgan tez yurish koeffitsienti.
10 Д – 6	10 – kirish patrubkasining 25 marta kamaytirilgan diametri, mm; Д – (двусторонний) ikki tomonlama; 6 – 10 marta kamaytirilgan tez yurish koeffitsienti.
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 .
О 5 – 55	О – (осевой) – o'qiy; 5 – ish g'ildiragi namunasining tartib soni; 55 – ish g'ildiragining diametri, sm .
ОГ 6 – 25	О – (осевой) – o'qiy; Г – gorizonttal 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 .
К80-50-200	К – konsolli, 80–kirish quvurining diametri, mm . 50– chiqish quvurining diametri, mm . 200–ish g'ildiragi diametri, mm .

ЭПВ12-255-30	Э – электронасос; 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.
А50ГО–0.5/10	А –agregat; 50 – ish g'ildiragi diametri, sm; ГО – (горизонтально-осевой) gorizont-al-o'qiy; 0,5 – nasosning suv sarfi, m^3/s ; 10 – nasosning bosimi, m.
А40ГЦ–0.55/21	А – agregat; 40 –ish g'ildiragi diametri, sm; ГЦ – (горизонтально-центробежный) gorizont-al-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.
ЦНС 38-110	Ц – (центробежный) markazdan qochma; Н – nasos; С – seksiyali; 38 – nasosning suv sarfi, $m^3/soat$; 110 – nasosning bosimi, m.
ЦТВ10-100-80	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 – artesianli; Т– transmission valli; Н – nasos; 8 – quduqning 25 marta kichraytirilgan diametri, mm; 1 –ish g'ildiragining 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.

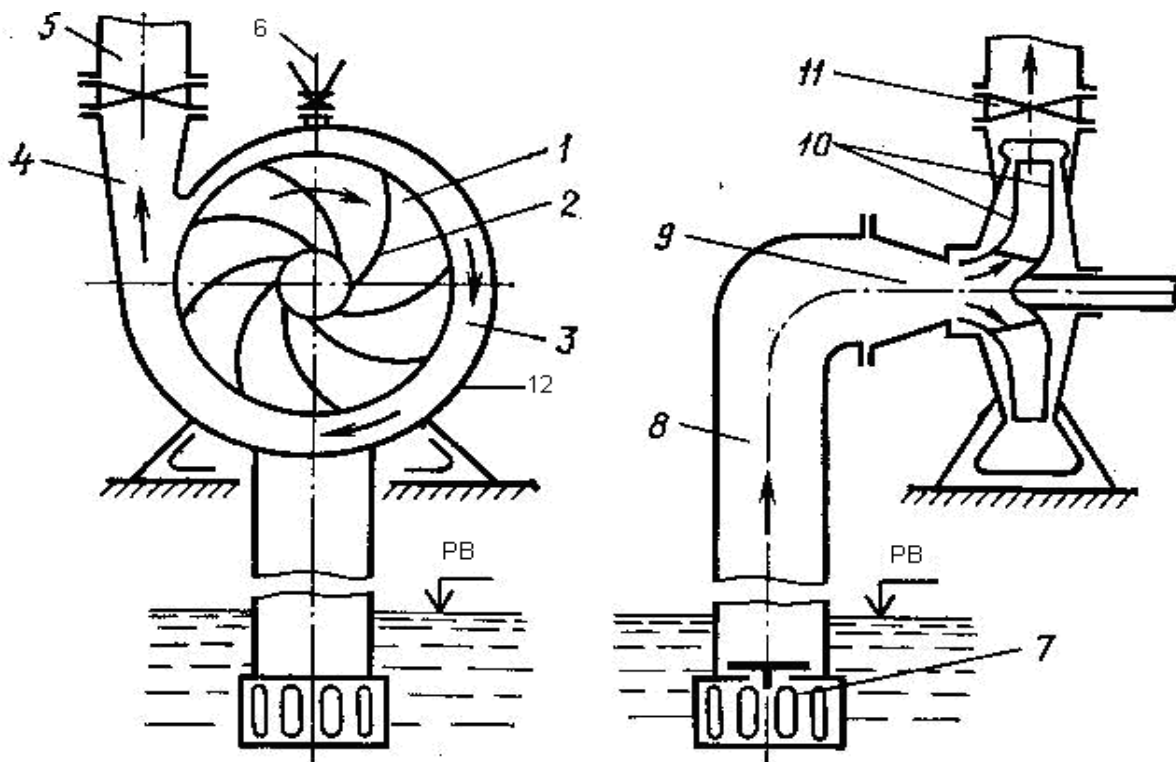
1.2.1. Parrakli nasoslar konstruksiyasi.

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.



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 patrulkasi; 10 – ish g'ildiragining diski; 11 – zadvijka; 12 – chig'anok (ulitka).

Markazdan qochma nasoslar klassifikatsiyasi esa 2 – sxemada keltirilgan.

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 ko'effitsient(F.I.K)- ining yuqoriligi, ixchamligi va ishonchli ishlashi bilan harakterlidir.

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

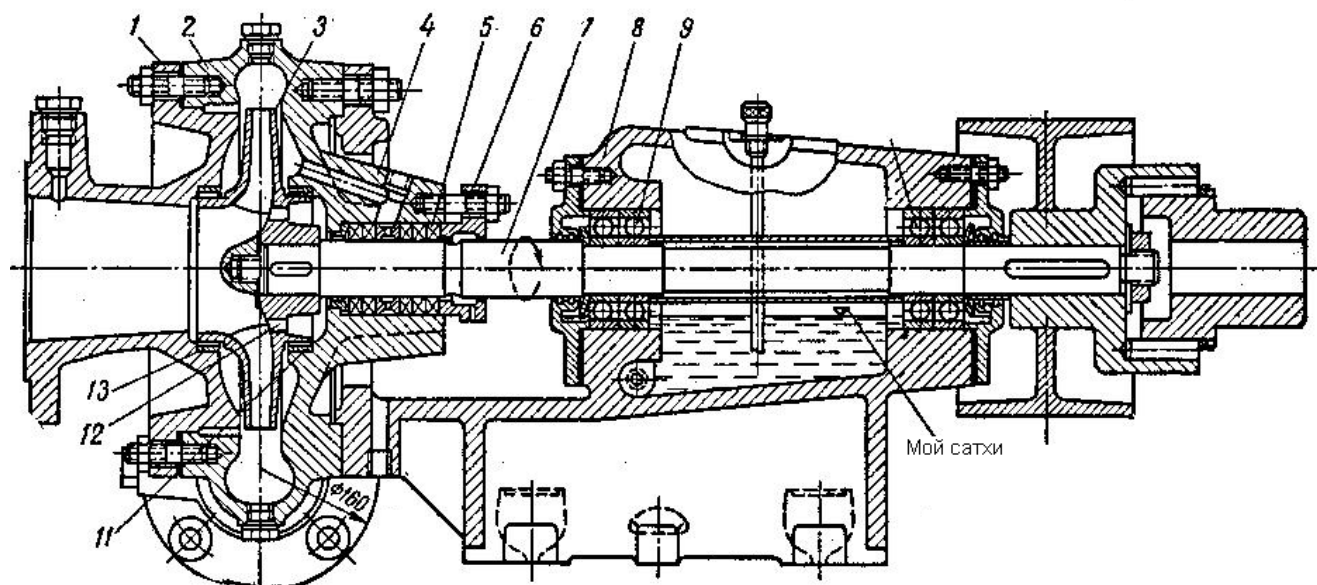
Quyida markazdan qochma nasos turlari bilan tanishamiz.

1.2.4 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 oraliqni 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'i zichlama. ; 7-val; 8-tayanch to'sini; 9,10-podshipnklar; 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, shuningdek, 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 $0^{\circ}C - 85^{\circ}C$, 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.

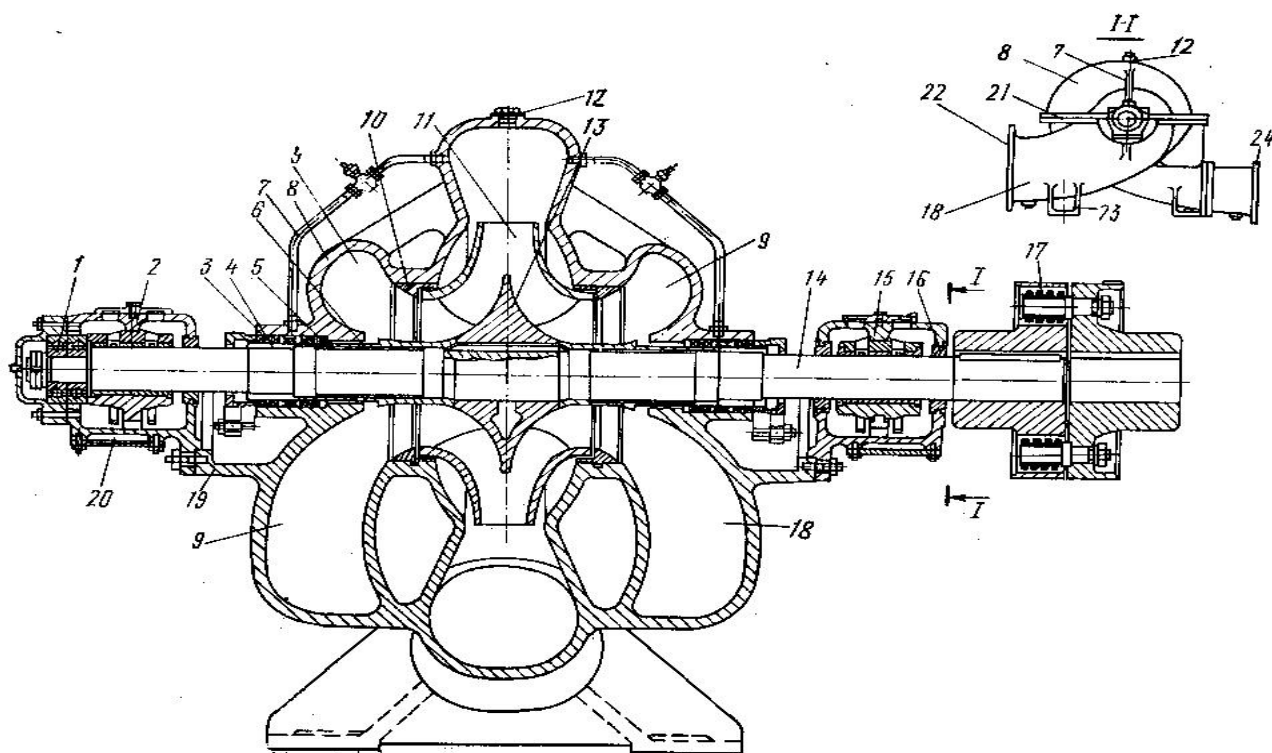
Ish g'ildiragiga ikki tomondan suyuqlik kiruvchi markazdan qochma nasoslar (Д-dvuxstoronniy), nisbatan toza suyuqliklarni ko'tarib berish uchun mo'ljallangan (Rasm 1.7). Ularning sarfi-40-12500 $m^3/soatni$, bosimi-8-130 m ni va foydali ish koefitsient(F.I.K.) $i=70-90$ foizni tashkil qilishi mumkin.

Ushbu turdagi nasoslarning valigi gorizontol 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 gorizontol 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 konsolli 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 gorizontal 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 gorizontal 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: Д 630 – 90 a; Д 1250 – 125 a; Д 1250 – 65; Д 630 – 90; Д 320 – 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.

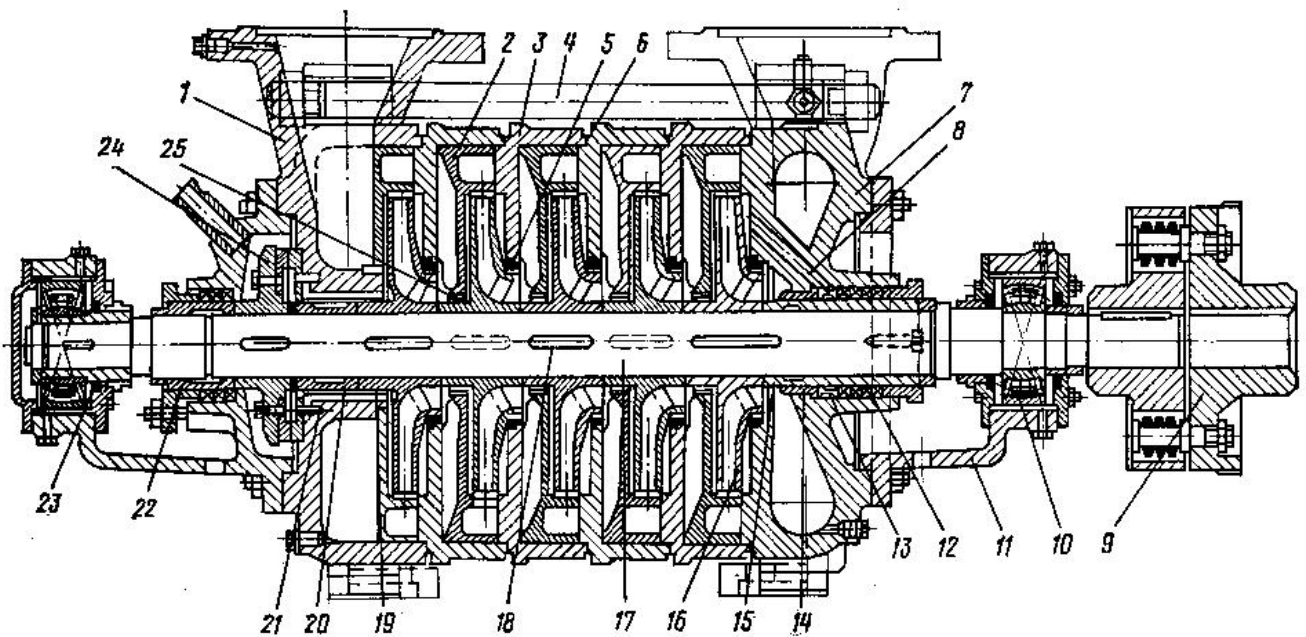
Ko'p bosqichli ЦНС (центробежный насос секционный – markazdan qochma seksiyali nasos) turidagi nasoslar, 0,1 massasi foizdan ko'p bo'lmagan va o'lchamlari 0,1 mm gacha bulgan mexanik aralashmali suyuqliklarni ko'tarib berishga mo'ljallangan. Ular bir necha seksiya (3-11) dan iborat bo'lib, ularga gorizontal 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 $m^3/soatni$ 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, ikkinci 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'riqishlarni 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 tovondan o'tgan suyuqlik maxsus quvurcha orqali gidravlik tig'izlashga yoki nasosning so'rish magistraliga uzatiladi yoki tashqariga tashlanadi.

ЦНС 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.



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'riqishlarni 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.

IHC turidagi nasoslarning qismlari cho'yandan, uglerodli va zanglamay-digan 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 qiyinla-shishi; nisbatan toza suyuqlikda ishlashi; F.I.K ining nisbatan pastligi.

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

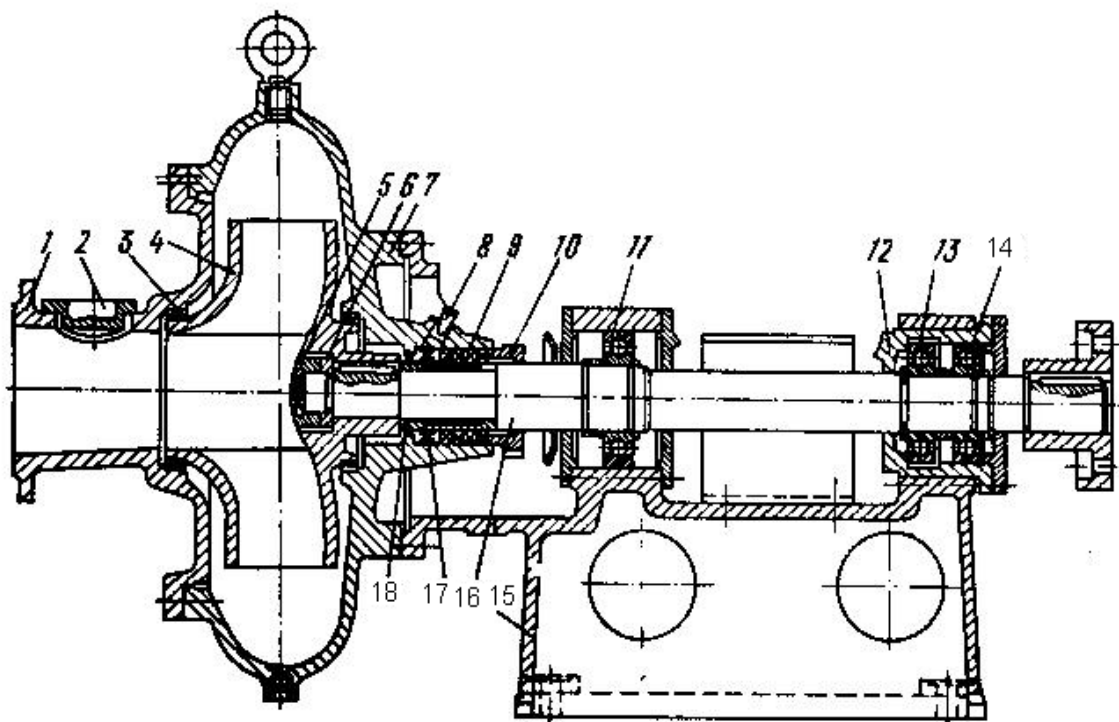
Ushbu turdagi nasoslar, yuqori bosim talab qiladigan ichimlik suvi bilan ta'minlash sohasida qo'llaniladi.

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

1.2.5.1. Fekal nasoslari

Bir bosqichli, konsolli, gorizontal va vertikal nasoslar, harorati 100⁰ C gacha bo'lgan fekal va boshqa ifloslangan quyuq suyuqliklarni haydash uchun

ishlatiladi. Kirish patrubkasi diametri 400 mm gacha bo'lgan bunday nasoslarning sarfi – $Q = 2-1000 \text{ l/s}$, bosimi – $H = 8-100 \text{ m}$ atrofida bo'ladi.



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.

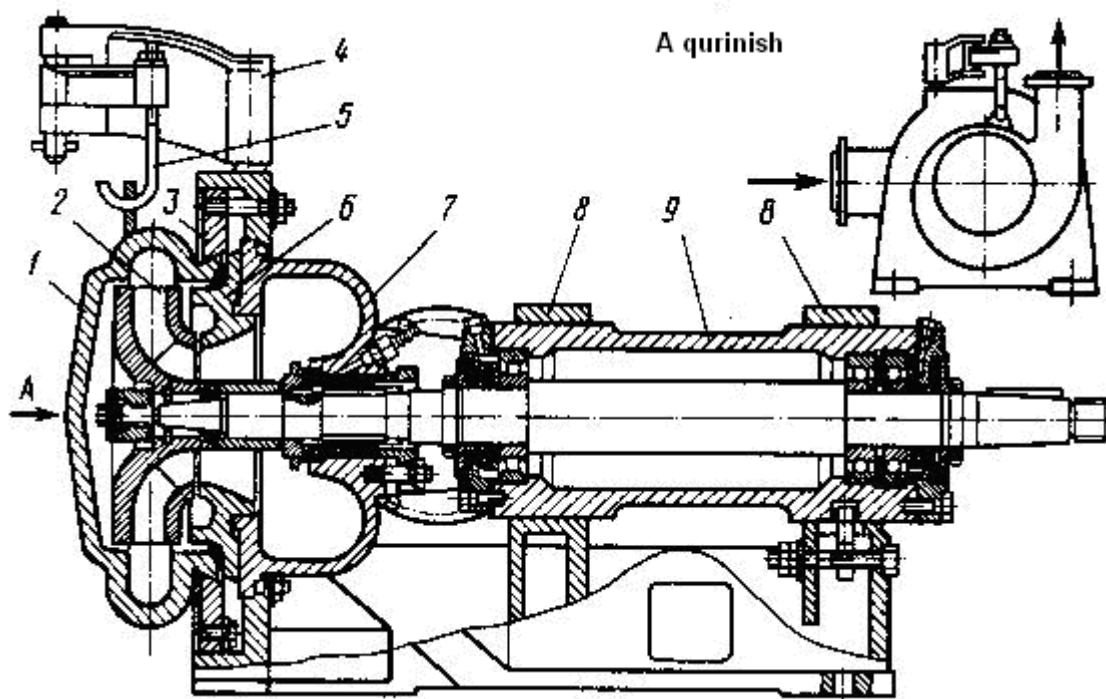
Kirish patrubkasi 400 mm dan katta bo'lgan nasoslar, alohida talab bo'yicha tayyorlanadi. Ishchi g'ildiraklari boshqa nasoslarnikiga qaraganda kengroq kanallarga ega. Nasosga kirishda va olib ketishda, kirish qismini va ishchi g'ildirakni tozalab turish uchun germetik qopqoqli lyuk o'rnatiladi. 1.9 -rasmda fekal nasosining konstruksiyasi keltirilgan.

1.2.5.2. Qum nasoslari.

Bir bosqichli, konsolli, gorizontal 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.

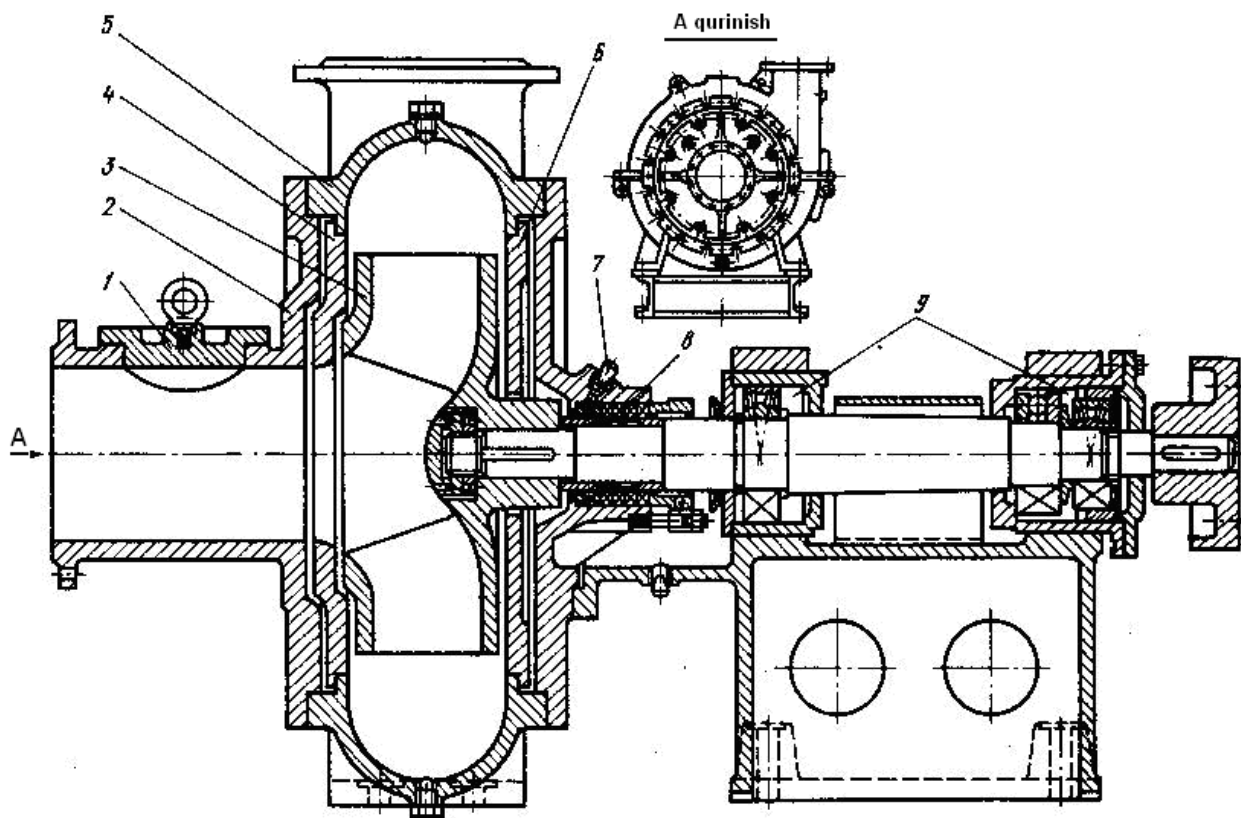
Spiralsimon olib ketgich -1, zirhli disk -6, halqasimon olib kelgich - 7-larning hammasi, ikkita yarim halqa va tortish shpilkalaridan iborat siqish xalqasi -3 yordamida korpusdagi kronshteynga mahkamlanadi. Buriladigan kronshteyn -4, ilgak -5 bilan birgalikda, spiralsimon olib ketgichni qismlarga ajratishda 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 hizmat 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 ТВ – 8; 5 Гр РВ – 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.

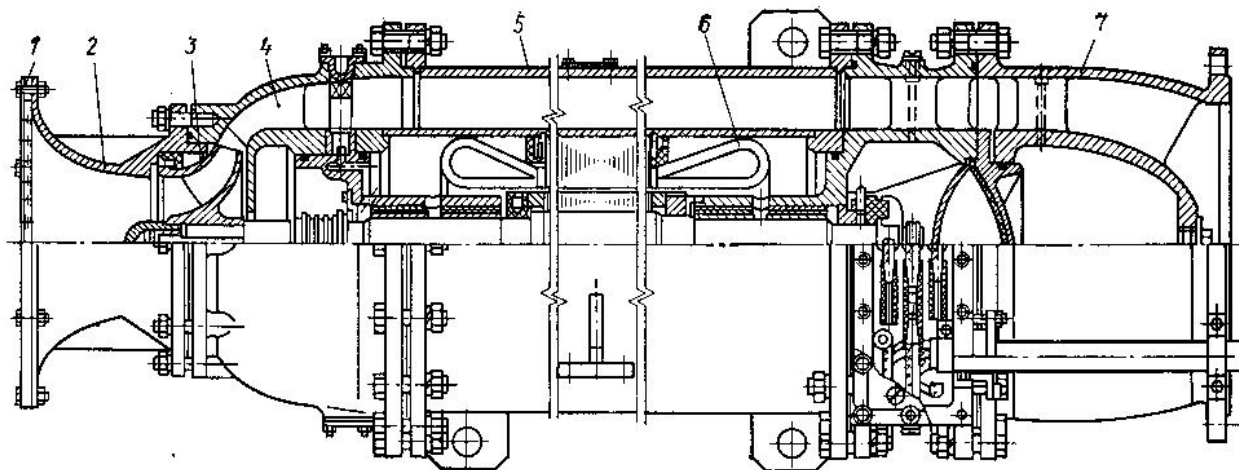
1–kirish patrubkasidagi kuzatish tirqishi; 2–korpus qopqog'i; 3 –ish g'ildiragi; 4, 6 – zirxli disklar; 5 –spiralsimon olib ketgichli korpus; 7 –gidrozatvorga toza suv uzatuvchi shtuser; 8 –sal'nik; 9 –podshipniklar;

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.

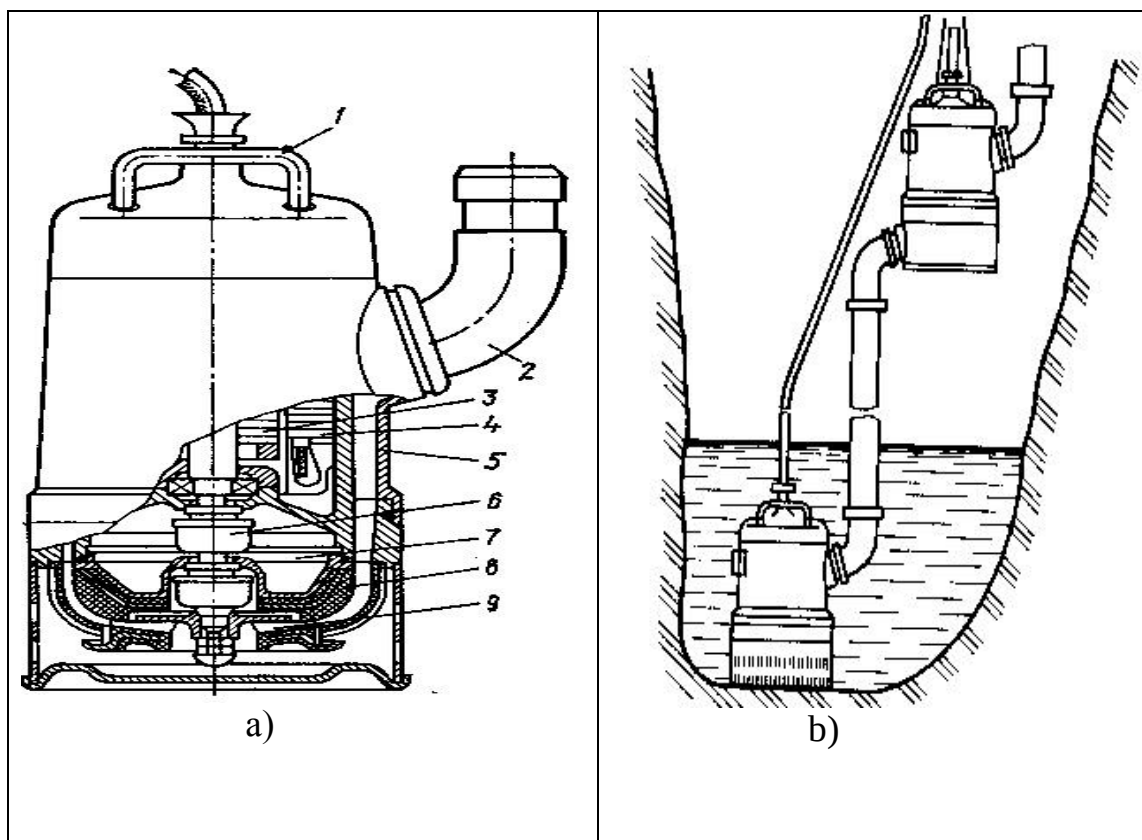
1.12 – rasmda suyuqlikka cho'ktirilib ishlatiladigan markazdan qochma monoblokli nasosning konstruksiyasi keltirilgan.



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'mirlashdagi 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; **Н** – nasos; **О** – (одноступенчатый) bir bosqichli; **М** – monoblokli. Bunday nasoslarda bosim $10 \dots 40 \text{ m}$ ni, nasos agregatining F.I.K. esa, $30 \dots 65$ foizni tashkil qiladi. 1.13 – rasmda **ГНOM** turidagi monoblokli nasosning konstruksiyasi va ularning ikki donasini ketma-ket ulab o'rnatish sxemasi keltirilgan. **ГНOM** nasosining silindrsimon korpusi alyuminiydan tayyorlangan. Ish gildiragiga suv uzatiladigan, korpusning pastki qismi yon yuzasiga, himoya to'r setkasi joylashtirilgan. **ГНOM** nasoslari, kotlovon va xandaklarning tubiga vertikal tarzda o'rnatiladi yoki troslarga osib qo'yiladi (Rasm 1.13 b). Ular manbadagi suv bilan, elektrodvigatel esa, nasos korpusining halqali kanali orqali ko'tarib burilayotgan suv bilan sovutiladi.



Rasm 1.13. GHOM turidagi cho'ktirib ishlatiladigan monoblokli nasosning konstruksiyasi (a) va ikkitasini ketma-ket o'rnatish 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 g'ildiragi.

1.2.7 Kuduqli 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, quduklarning 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: **ЎТБ**; **АТН**; **А**. Bu harflar va boshqa belgilarning mazmuni, birinchi bo'limning 1.9-paragrafida berilgan.

ЎТБ 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. **ЎТБ** nasoslarining quduqqa kiydiriladigan ichki diametriga nisbatan 25 marta kichraytirilgan va yaxlitlashtirilgan quyidagi o'lchamlari o'rnatilgan: 6, 10, 12, 14, 16, 20.

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

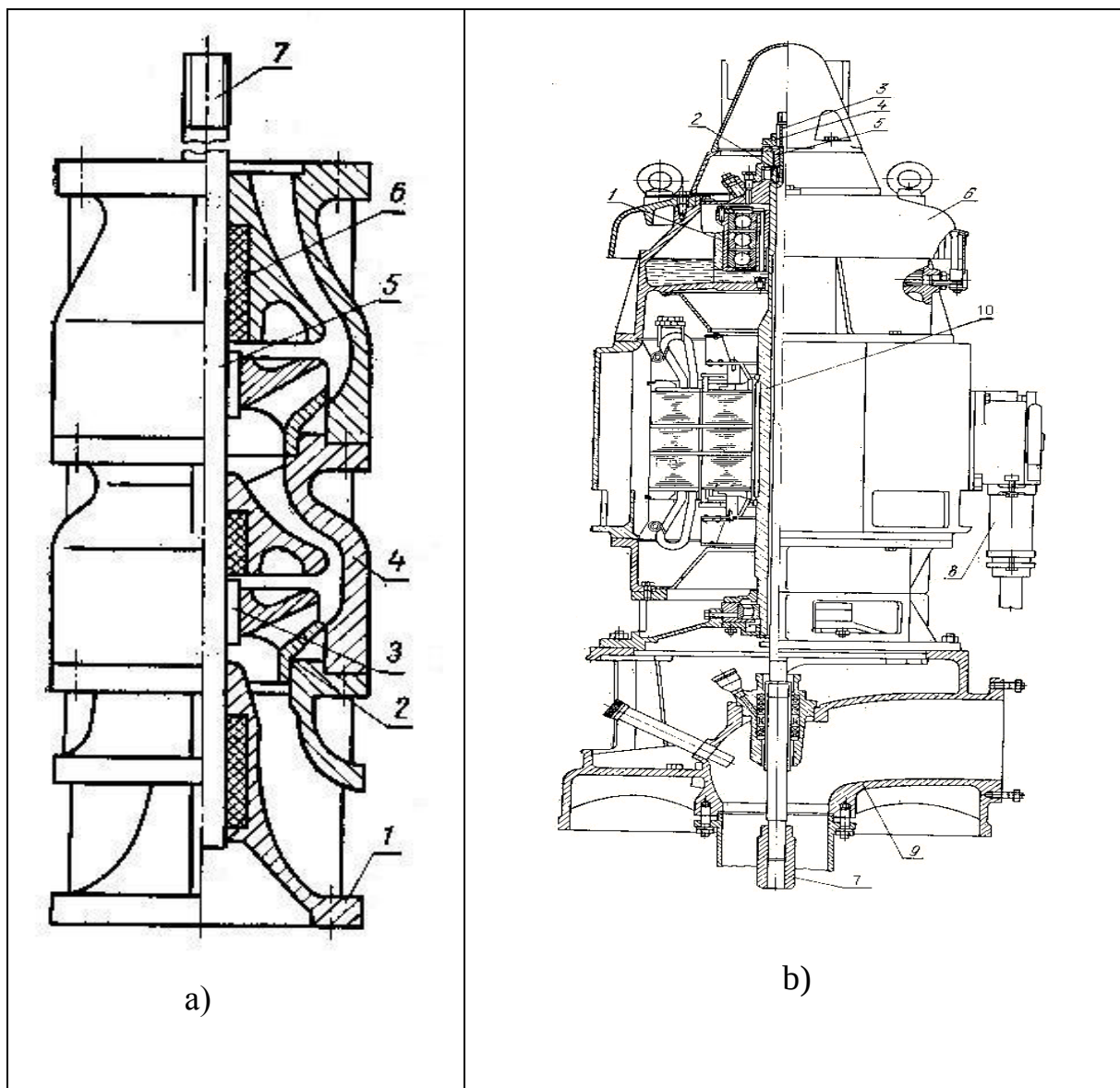
АТН va **А** markali nasoslar, temperaturasi 30°C va tarkibida 0,5 foiz mexanik aralashmalar bo'lgan suvlarni ko'tarib berishga mo'ljallangan. Ularning sarfi - $Q = 25-1250\text{ m}^3/\text{soatni}$, suv ko'tarish balandligi - $H = 25-150\text{ m}$ va FIK - $\eta = 60-70$ foizni tashkil qiladi.

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

А 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'riqishlarni, 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. **ЎТБ** nasoslarining ish g'ildiragi cho'yandan, yo'naltiruvchi apparati po'lat va cho'yandan, **А** va **АТН** turidagi nasoslarda esa, vali po'latdan, korpusining qismlari cho'yandan, podshipniklarining vkladishi rezinadan tayyorlanadi. Nasos va quvurlarining radial' podshipniklarini xo'llab turish (moylash), **ЎТБ** va **АТН** nasoslarida o'zlari ko'tarib berayotgan suv bilan, **А** turidagi nasoslarda esa, tindirilgan suv va 0,1 MPa miqdordagi ortiqcha bosim bilan amalga oshiriladi.

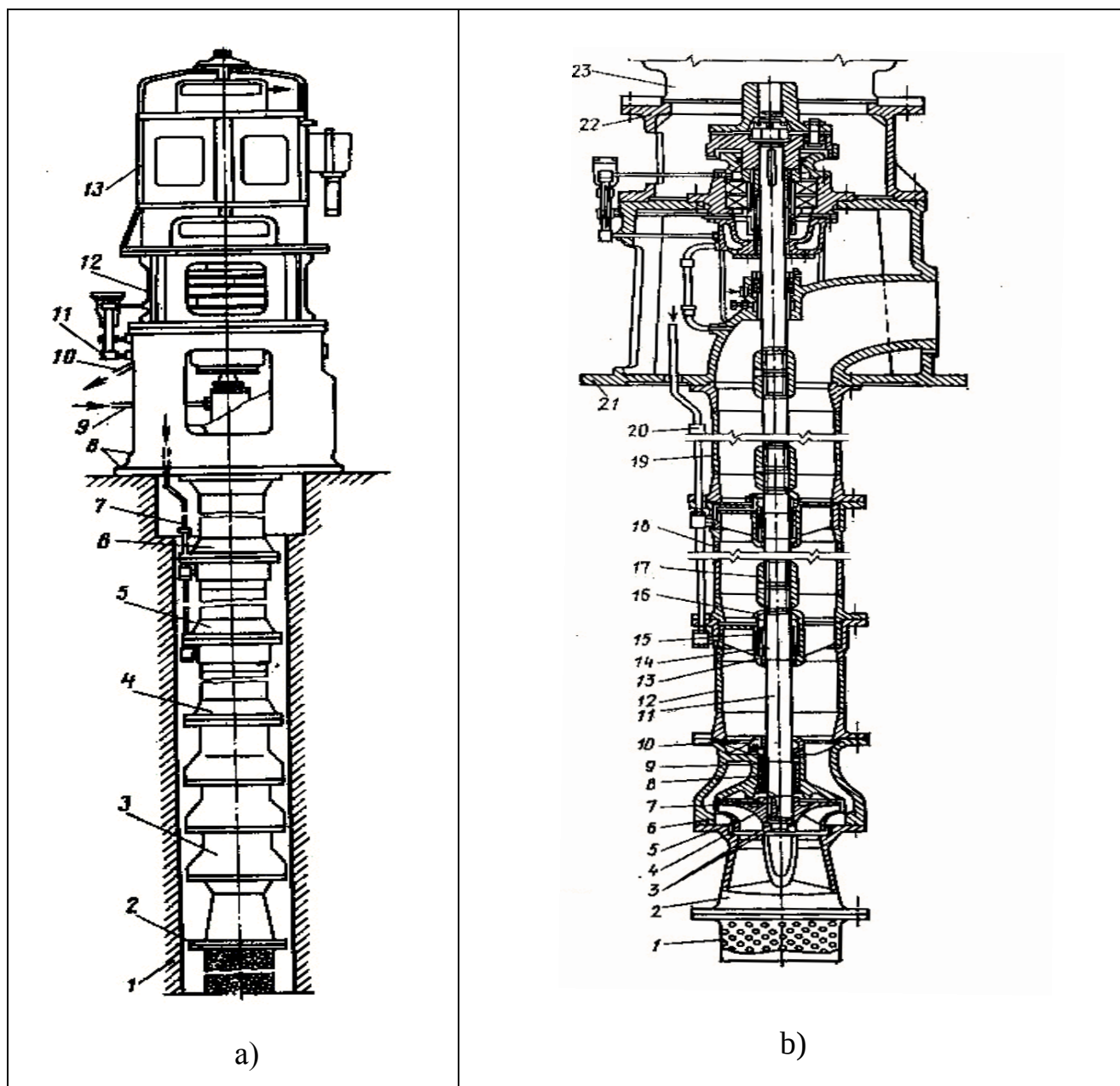
Nasoslarning bosimini aniqlashda, suv ko'tarish quvurlaridagi gidravlik qarshilik miqdori, nasosni tayyorlagan zavod bergan ma'lumotdan va nasoslar katalogidan olinadi. Nasoslarni suyuqlikka cho'ktirib ishlatish natijasida, so'rish liniyasiga teskari klapan o'rnatish zarurati qolmaydi. Suv qabul qilish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



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-elekr uzatuvchi kabelning kirish qismi; 9-tayanch staninasi va bosim tirsagi; 10-elektrodvigatelning g'ovak vali.



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 koʻrsatkichi; 12-motor ostidagi yoritgich; 13-elektrodvigatelʼ.

b - bir gʻildirakli 24 A-18×1 nasos-ning konstruksiyasi: 1-suv qabul qilish turi; 2-soʻrish patrulkasi; 3-gayka va kontur gayka; 4-himoya – zichlovchi halqa; 5-ish gʻildiragi; 6, 21-parakni yoʻnaltiruvchi apparatning va tayanch korpuslari; 7-shponka; 8, 14-vtulklar; 9, 15-vkladishlar; 10, 16- suv qarshiliksiz aylanib oʻtuvchi qismlar; 11, val, 12, 18, 19-suv koʻtarish quvuri seksiyalari, mos holda, oʻtuvchi, normal, utuvchi; 13-krestavina; 17-valning muftasi; 20-podshipniklar-ni hoʻllab turishi uchun toza suv olib kelish quvurchasi; 22- motor ostidagi yoritgich; 23-elektrodvigatelʼ.

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'rilmanni 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.

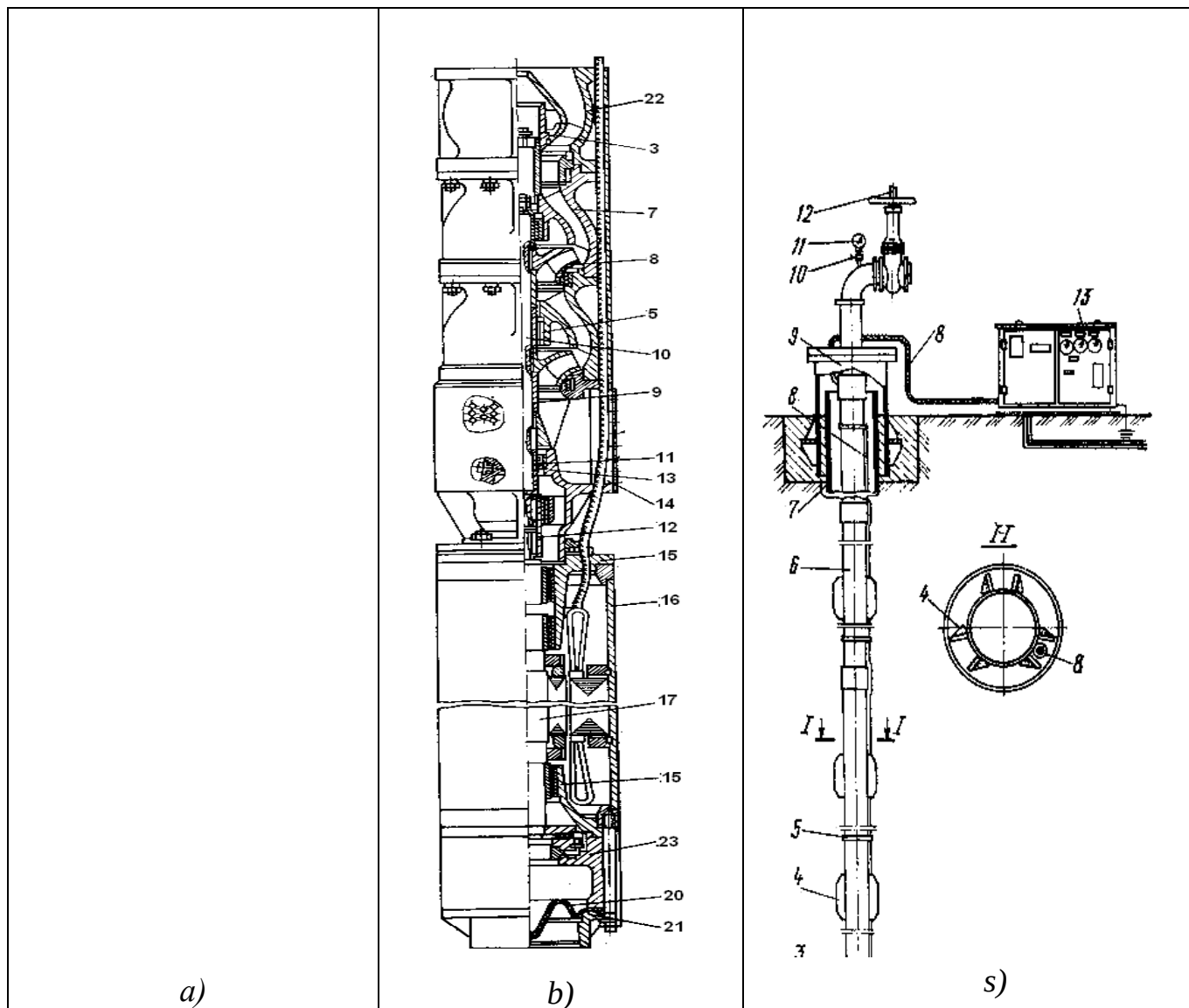
To'g'ri yig'ilganda va ekspluatatsiya qilinganda bu nasoslar, hajmiy nasoslar va erlift – suv –havo ko'targichlarga qaraganda bir kancha afzalliklarga ega.

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, **ЭЦБ** 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; **Ц** – (sentrobejny) markazdan qochma; **Б** – (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*).

ЭЦБ turdagi nasoslar, temperaturasi 25⁰ C gacha, 0,01 foiz mexanik aralashmali, umumiy mineralizatsiyasi 2000 *mg/l*, 550 *mg/l* dan kam xloridli va sul'fatli hamda 1,5 *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 **ЭЦБ** 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'riqlashlarni, dvigatelning tayanch podshipniklari yoki (mahkamlanmagan ish g'ildiraklarida) har bir bosqichning kurakli (yo'naltiruvchi) apparat oboymalari qabul qiladi.



Rasm 1.16. ЭЦВ турdagi nasoslarning konstruksiyasi va oʻrnatish sxemasi.

a, b – markazdan qochma va diagonal ish gʻildirakli: 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 gʻildiragi; 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.

v–ЭЦВ nasosini oʻrnatish sxemasi: 1-elektrodvigatelʼ; 2-nasos; 3-salt yurish datchigi; 4-markazlashtiruvchi yoritgich; 5-kabelni mahkamlash xomuti; 6, 7-suv koʻtarish 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.

Nasoslar, suv koʻtarish quvuriga maxsus patrubkalar orqali ulanadi. Bundan tashqari, suv koʻtarish quvuriga, shar shaklidagi yoki tarekali teskari klapanlar oʻrnatiladi. Klapanlar, agregatni bosim quvuridagi suv ustuni bosimidan hamda elektrodvigatelʼ toʻsatdan toʻxtab qolganda, yuqoridagi suvning suv koʻtarish

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

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

Elektrodvигatelni 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. Elektrodvигatel' (qisqa tutashuvli, rotorli asinxron) doimo nasosdan pastda joylashadi. Statorning cho'lg'amlaridan, elektr energiyasi uzatuvchi kabelga ulash uchun, 3 dona sim tashqariga chiqib turadi.

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

ЭИБ 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.

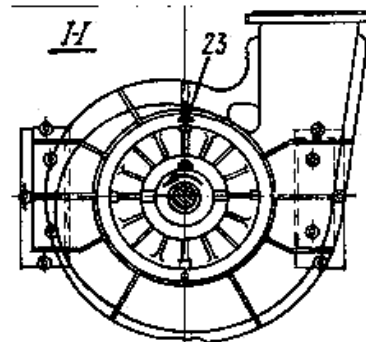
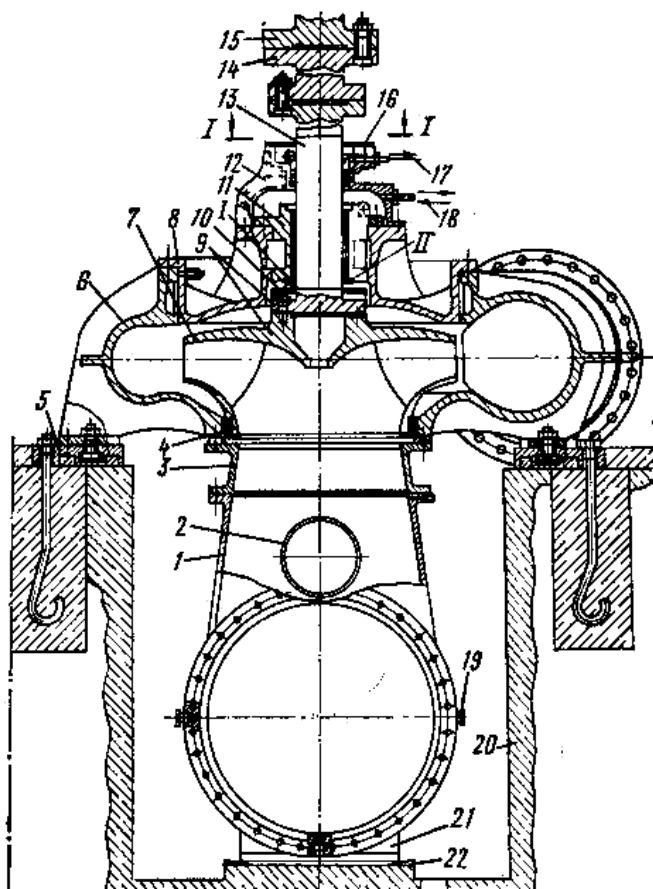
Ushbu nasoslarning yig'ma grafigi, turlari, texnik va ishchi xarakteristikalari ilovada, tang'aga oid belgilari esa birinchi bo'limda keltirilgan.

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 mexanik zarrachalar mavjud bo'lgan 35° 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 ekspluatatsiya 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'lgan markazdan qochma vertikal nasoslar qo'llanilmoqda.

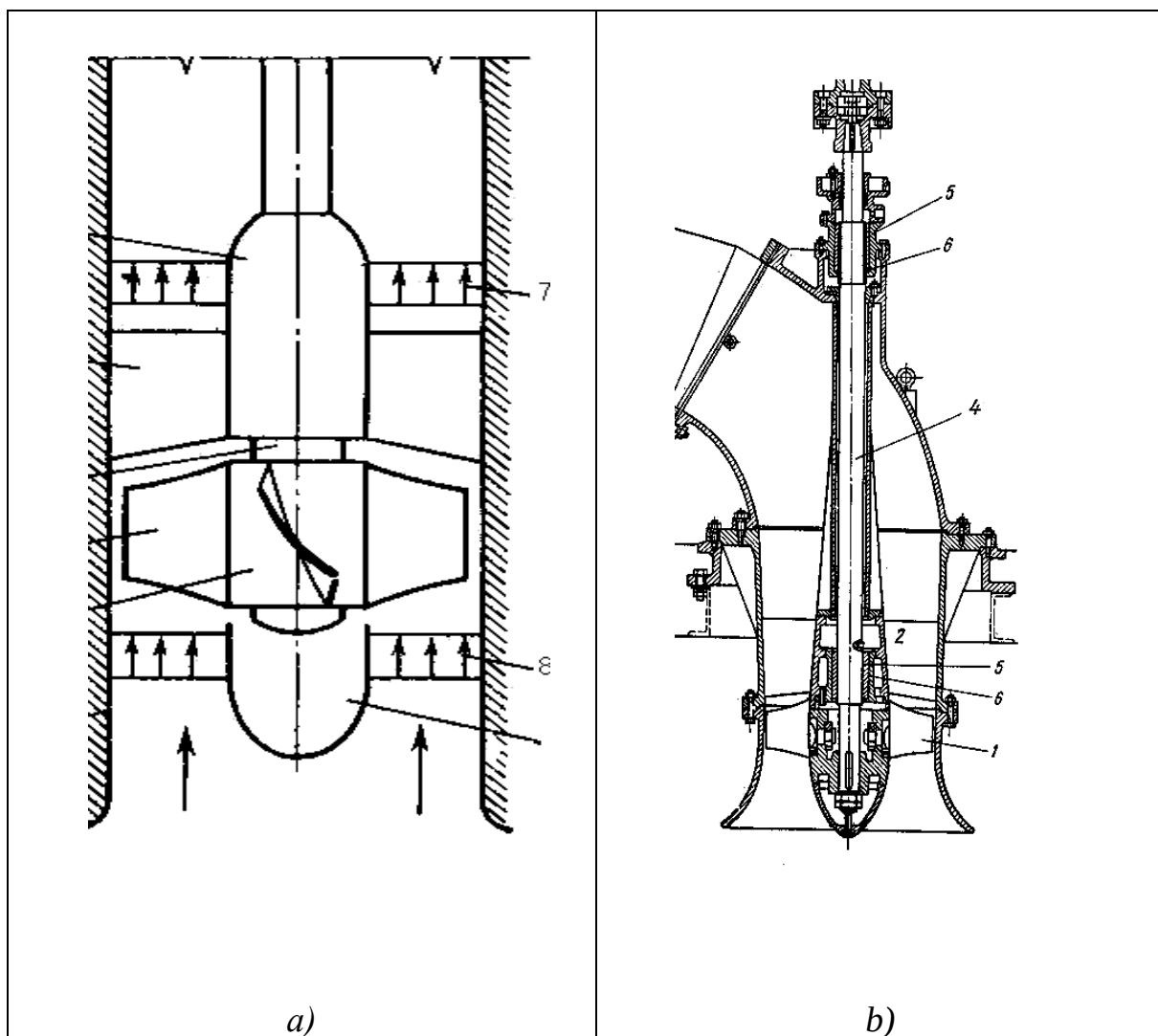
1.2.9 O'qiy nasoslar

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 ukiy 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 **OII** (osevoy с поворотными лопастями – parraklari, ish g'ildiragi vtulkasiga, O'z o'qi atrofida aylanib buraladigan qilib mahkamlangan).

Oddiy **O** turdagi nasoslar, 870 mm dan kichik diametrlar bilan tayyorlansa, **OII** 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 **OIIБ** va **OIIIБ** turlardagi monoblokli (dvigatel va nasos bir valga joylashtirilib, bir butun uzelni tashkil qiladi) variantlari ham tayyorlanadi. Bu erda: **O** - (osevoy) o'qiy; **II** – (pogrujnoj) cho'ktiriladigan; **Б** – (vodyanoy) suvga mo'ljallangan; **M** – 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 (**OB** va **OIIБ** turdagi) hamda gorizontall (**OГ** yoki **OIIIГ** turlari) bo'lishi mumkin.

Umumiy vazifalarini bajaruvchi **O** va **OII** 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.

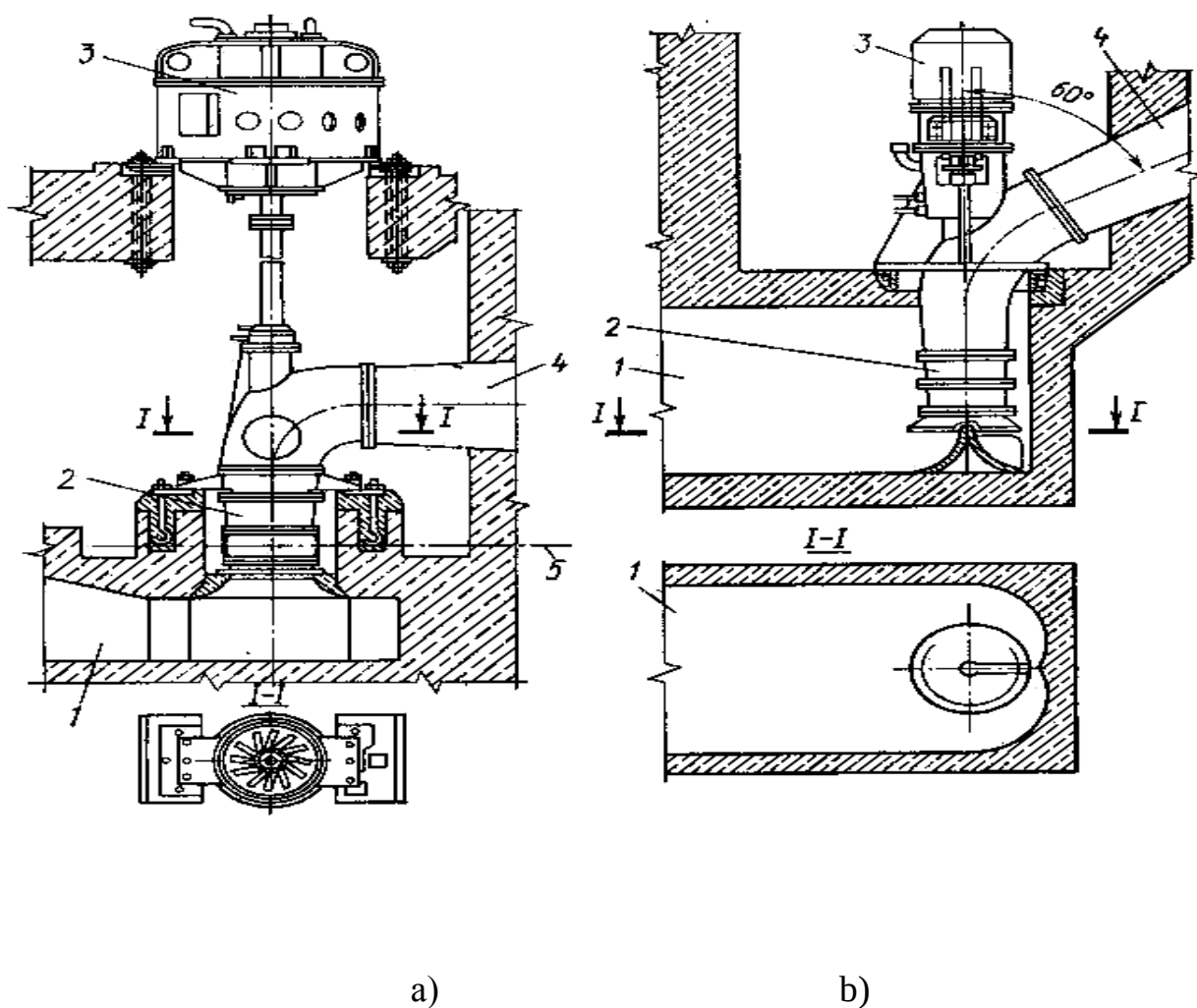


Rasm 1. 18. O'qiy nasoslarning sxemasi va konstruksiyasi.

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

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; **МВ** – 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. 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 –elektrdvigatel'; 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 kavitatsiya 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 xarakteristikalarni 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° 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 *l/s*; diametri 1450-1850 *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 qiladi. Valdan tushayotgan o'qiy zo'riqishlarni elektrodvigatelning tovonlari qabul qiladi. Yuqoridan qaraganda, elektrodvigatel' soat miliga teskari aylanadi.

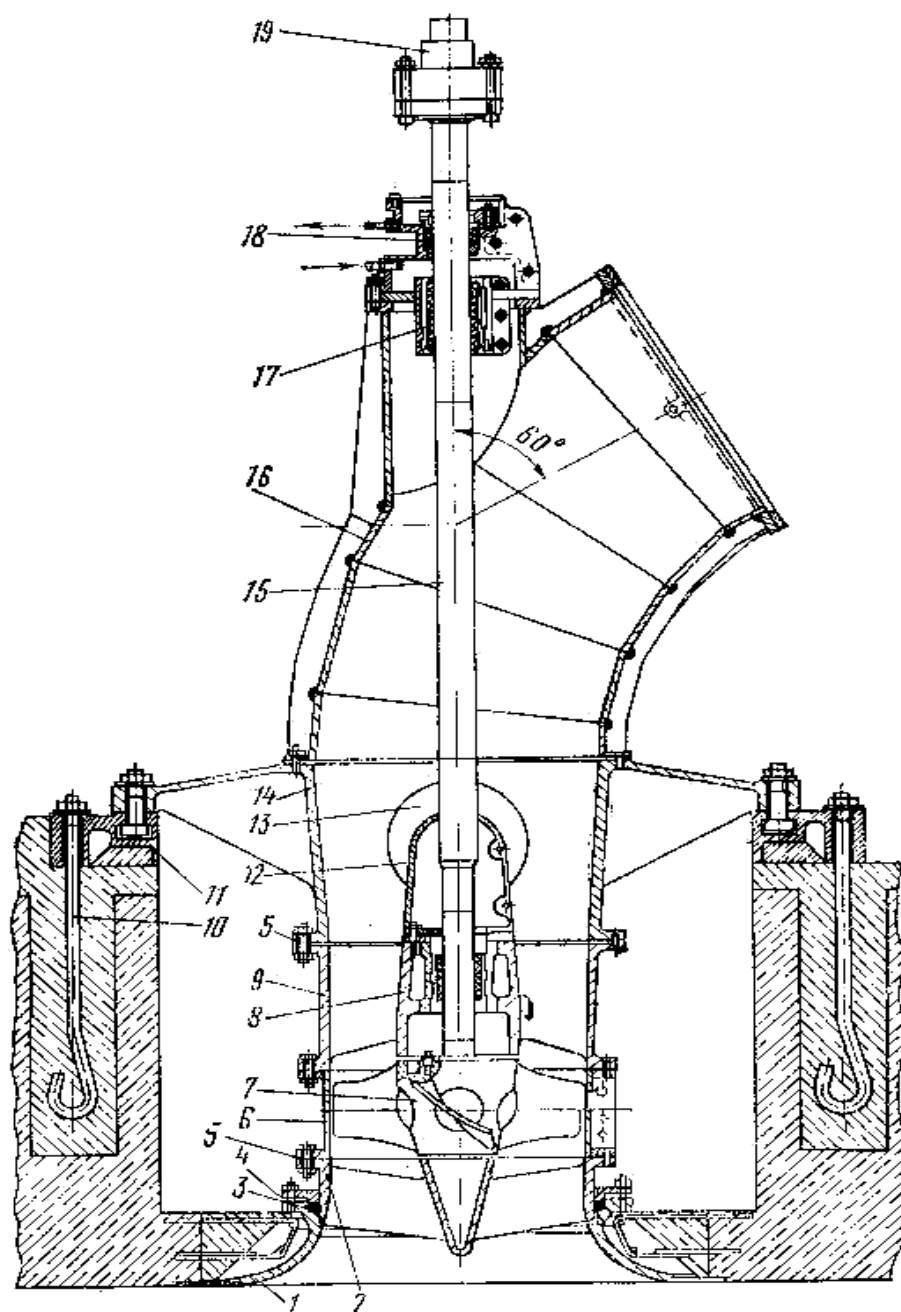
Hamdo'stlik mamlakatlari sanoatida, o'qiy vertikal nasoslarning monoblokli variantlari ishlab chiqariladi. Bu variantda, nasoslar – suvli kameraga, elektrodvigatel – quruq xonaga, ularni ulash uzeli esa, yuqoridagi xonaning poliga joylashtiriladi. O turdagi nasoslarning gorizontal qilib tayyorlanganlarini, 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.

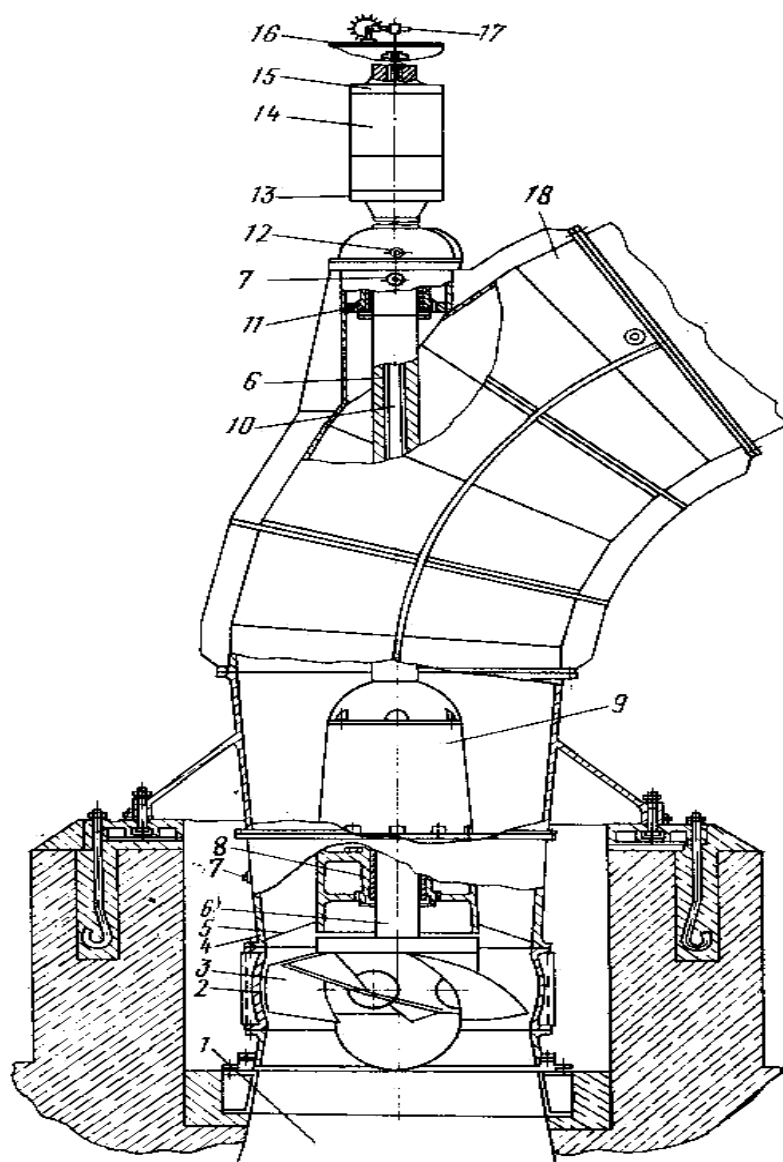
1.20 – rasmda, parraklari buraladigan elektr uzatmali o'qiy nasosning konstruksiyasi keltirilgan. Ish g'ildiragi diametri 1850 *mm* dan kichik bo'lgan **ОП** turdagi nasoslar, poydevor tumbasiga ikkala panjasi bilan, diametrlari 1850 *mm*.li ish g'ildirakli nasoslar – oraliq to'singa tayanch flanelari 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'riloqchi 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 ukiy nasosning konstruksiyasi.

1–tirsaksimon soʻrish quvuri; 2, 3–ish kamerasi va gʻildiragi; 4–korpus, toʻgʻrilovchi apparat bilan; 5–toʻgʻrilovchi apparatning parraklari; 6 –val; 7–podship-nikka toza suv olib kelish; 8, 11–yuqoridagi va pastgi podshipniklar; 9–suyri-simon oqib oʻtuvchi; 10 –shtok; 12 –drenaj suvini olib ketish; 13, 15–nasos vali va elektrodvigatelni ulovchi flanslar; 14, 16–elektrodvigatelning korpusi va qopqogʻi; 17 –silʼsin-datchik, 18 –tirsak;

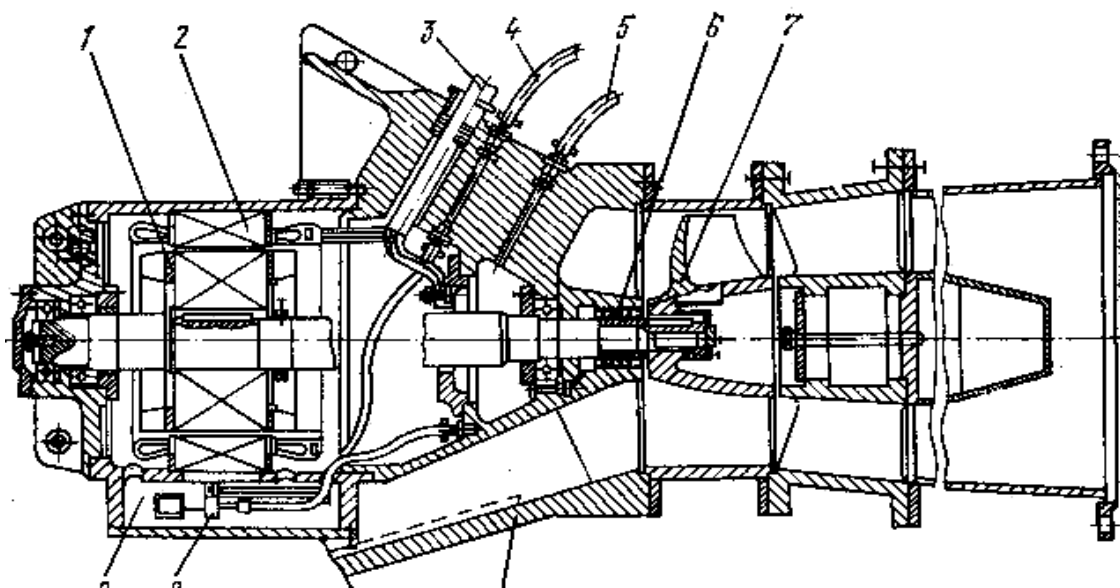
ОП turdagi nasoslar, **О** turdagi nasoslardan, katta oʻlchamlari va suyuqlik sarfi bilan farq qiladi. Parraklarni oʻrnatish burchagini, mos holda, nasosning xarakteristikalarini, ekspluatasiya qilish davrida, hattoki nasos agregatini toʻxtamasdan amalga oshirish mumkin. Ish gʻildiragi diametrlari 1100 mm gacha boʻlgan nasoslarga, kamerali va tirsakli konstruksiyalar orqali suv olib kelinadi. diametri katta ish gʻildirakli nasoslarga, suv uzatish uchun esa, faqatgina tirsakli konstruksiyalar qoʻllaniladi.

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

1.2.10. Cho'ktiriladigan monoblokli o'qiy nasoslar.

ОПБ va **ОМПБ** turdagi nasoslar, elektrodvigatel bilan bir butun agregatni tashkil qiladi. Bu erda: **О** – (osevoy) o'qiy, **М** –monoblokli, **П** - (pogrujnoy) cho'ktiriladigan, **В** – (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.

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

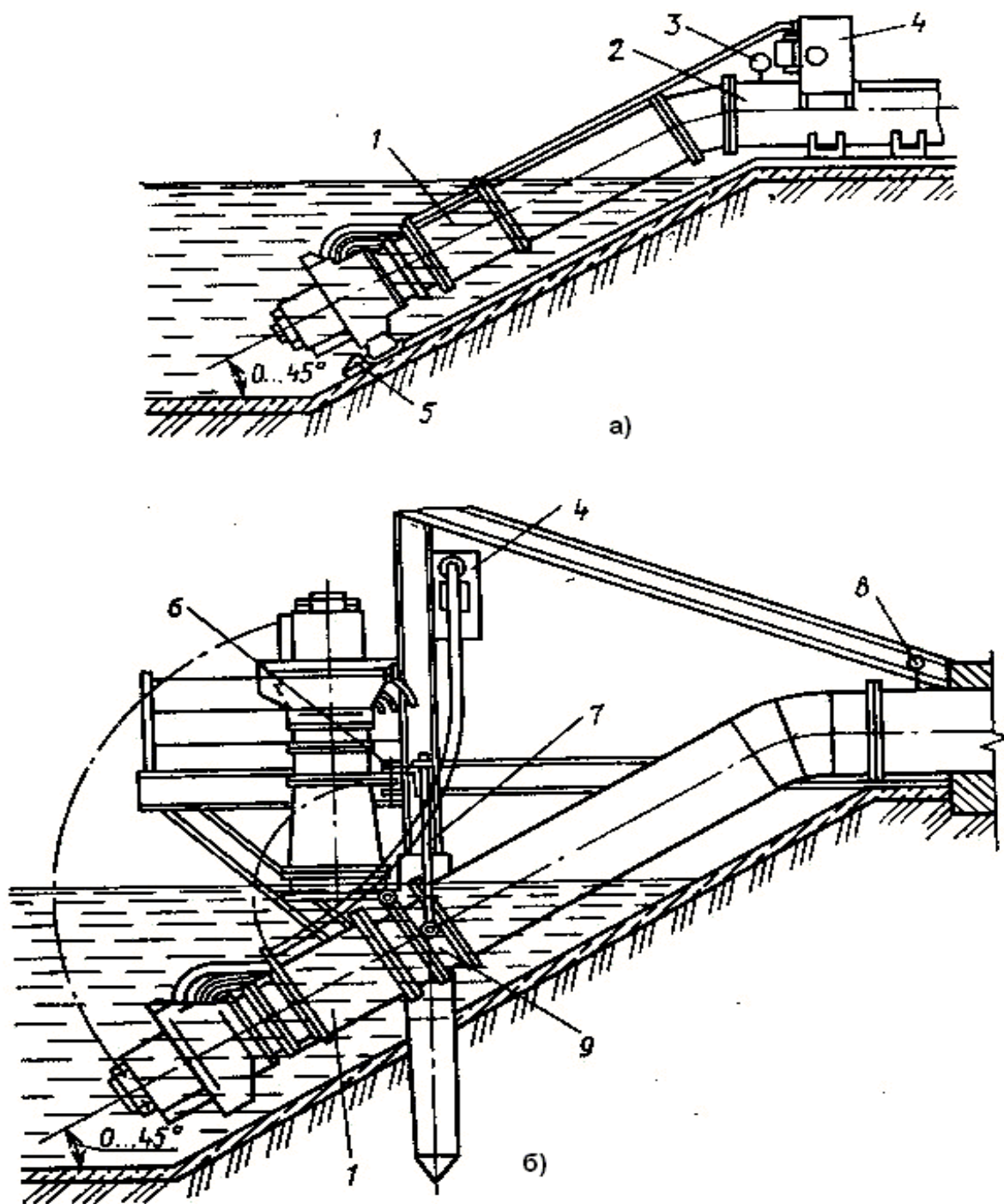


Rasm 1.22. ОПБ turdagi chuktiriladigan monoblokli ukiy nasosning konstruksiyasi.

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.

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

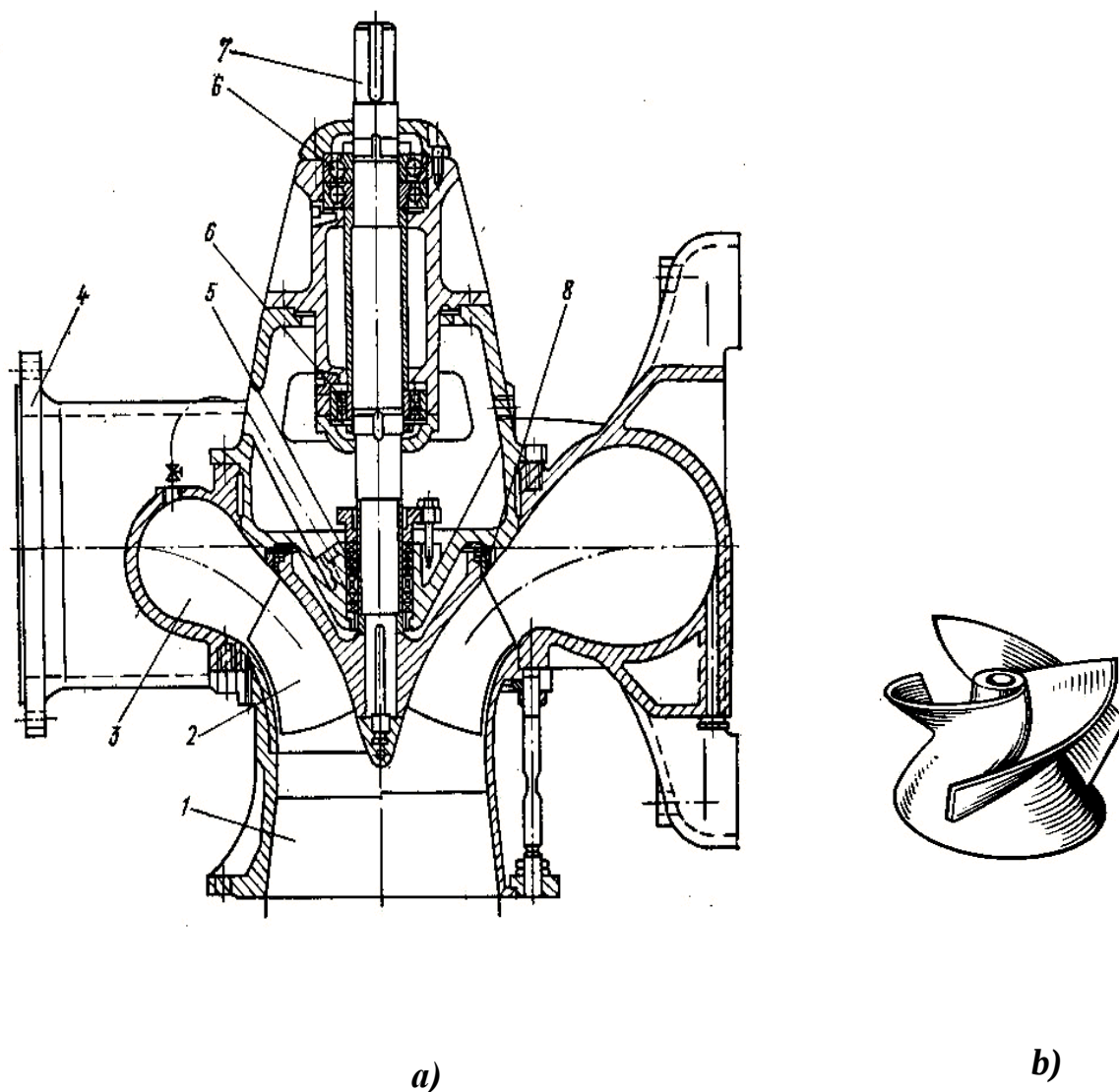


Rasm 1.23. OIB turdagi cho'ktiriladigan monoblokli o'qiy nasosni o'rnatish sxemalari.

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

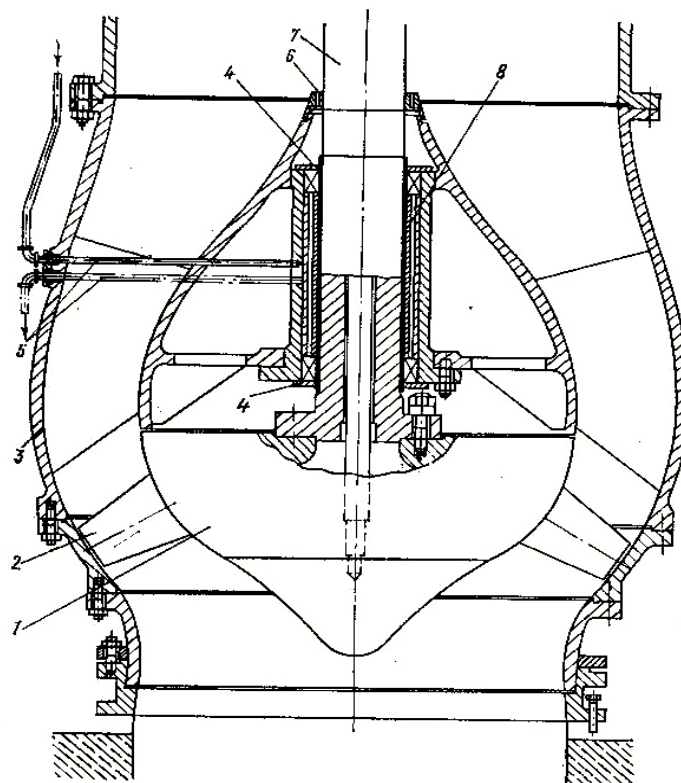
1.2.11. Diagonal nasoslar

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—so'rish va bosim patrulkalari; 2 —ish g'ildiragi; 3—spiralsimon olib ketgich; 5, 6 —gidravlik zichlagich bilan sal'nikli va podshipnik uzellari; 7 —val; 8 —himoya — zichlash xalkasi;



Rasm 1.25 Tugrilovchi apparatli diagonal nasosning konstruksiyasi.

1, 2 –ish g'ildiragining vtulkasi va parraklari; 3 –to'g'rilovchi 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 o'q yo'nalishi bo'yicha, so'rish quvuri patrulkasi - 1 orqali ish g'ildiragiga - 2 tomon harakatlanadi. Ish g'ildiragida suyuqlik, valning -1 aylanish o'qiga nisbatan ma'lum burchakka (90^0 dan kichik) buraladi va aylanish o'qiga nisbatan ma'lum burchakka (90^0 dan kichik) buraladi va spiralsimon olib ketichga - 3, so'ngra esa konussimon diffuzor orqali bosimli patrulkaga uzatiladi.

Diagonal nasoslarning ko'p qismlari konstruksiyasi, xuddi markazdan qochma va o'qiy nasoslarnikiga o'xshash. Ko'pincha ularning ish g'ildiragida, oldingi disk bo'lmaydi (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.

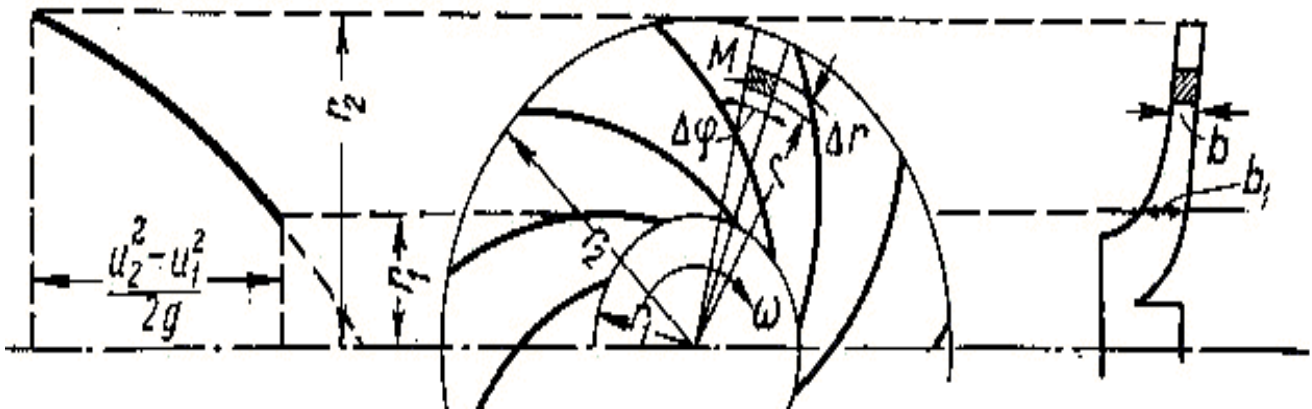
Diagonal nasoslar, past bosimli ($H < 20\text{ m}$) va urta bosimli ($H = 20 \dots 60\text{ m}$), bir boskichli (rasm 1.24, 1.25) va kup boskichli xamda gorizontal va vertikal kilib tayyorlanadi. Kup boskichli diagonal nasoslar rasmda kursatilgan.

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

Zadvijska 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.

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

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

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

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

$b\Delta r\Delta\varphi$ – kichikligi sababli hisobga olmaymiz.
Shunday qilib solishtirma bosim,

$$\Delta P = \frac{\Delta C}{\Delta f} = \frac{\frac{r\Delta r b\Delta\varphi\gamma}{g} r\omega_{\text{gyp}}^2}{br\Delta\varphi} = \frac{r\Delta r b\Delta\varphi\gamma}{gbr\Delta\varphi} r\omega_{\text{gyp}}^2 = \frac{\gamma\Delta r\omega_{\text{gyp}}^2}{g}; \quad (1.32)$$

to'la markazdan qochma kuch.

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

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.

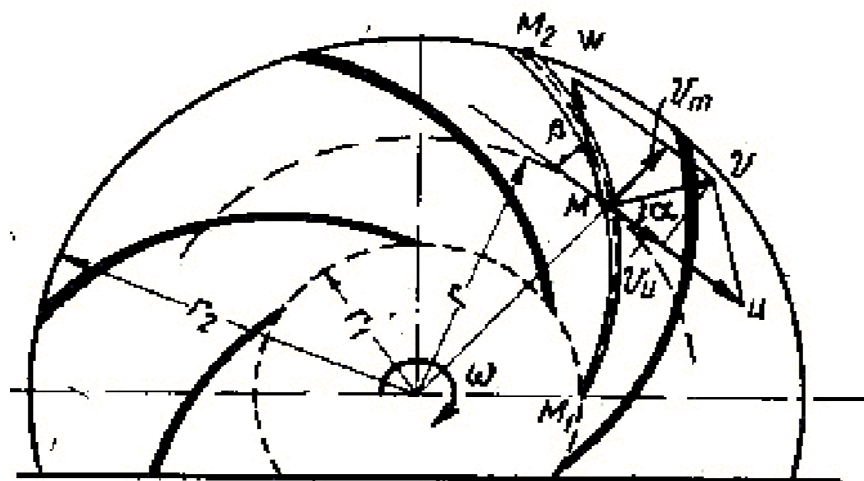
1.3.1.2. Bosimli quvurdagi zadvijkaning ochiq holatida markazdan qochma nasosning ishlashi

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 qiladi. (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.

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

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

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

MVU uchburchagidan,

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

$$U = V_u = W \cos \beta = V_u = V_m \cotg \beta \quad (1.39)$$

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

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.

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

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'chirilgan 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 qiluvchi tezliklari harakatining sxemalari.

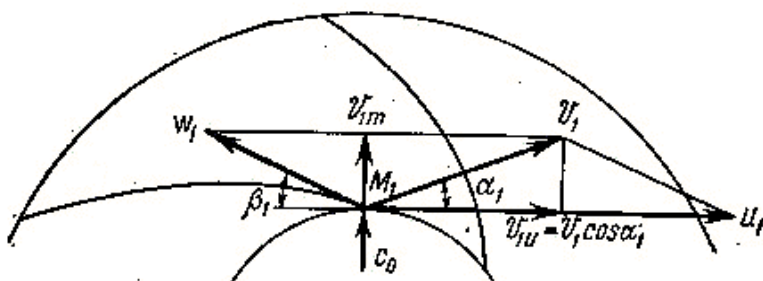
Tashqaridan turib kuzatganimizda (**M**) tomchini absolyut tezligi traektoriyasi **M₁ M₂** ni ko'rishimiz mumkin.

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.

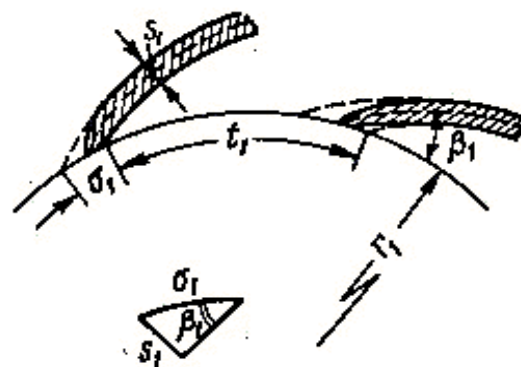
Gildirakka suvni zarbsiz kirishi.

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.

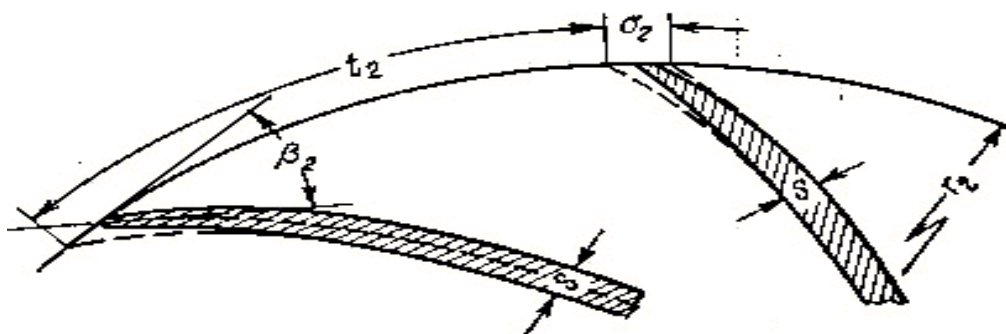
Shunday qilib zarbsiz chiqish shrtlari.

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

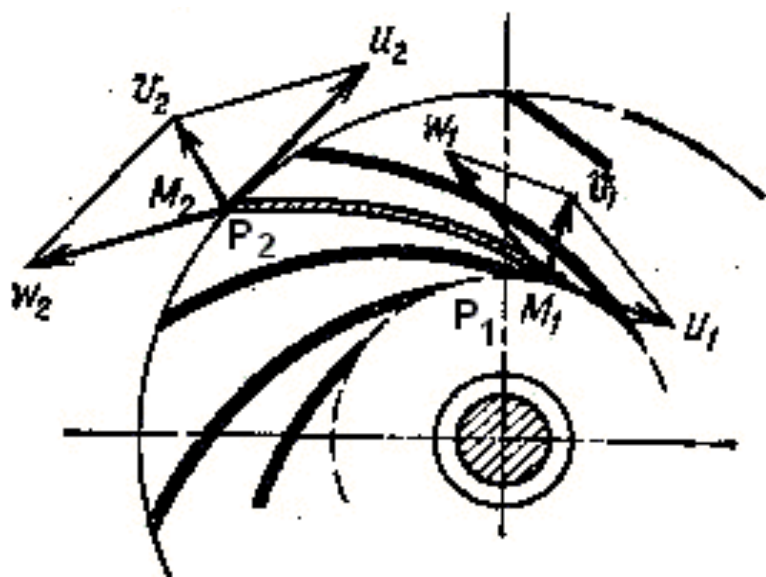
$$\Delta h_{chiq} = \frac{V_{2m}^2}{2g}$$



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. M_2 nuqtani M_1 ga nisbatan baland joylashganini hisobga olmasdan oddiy oqim nisbiy harakat uchun Bernulli tenglamasini yozamiz:

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

Bu erda:

$h_{m.k.}$ – suyuqlik tomchisining M_1 , M_2 yo'lda g'ildirak aylanishidan hosil bo'lgan markazdan qochma kuch tufayli olgan solishtirma energiyasi, (1.30) formulaga asosan.

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

Δh_{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).

M_0M_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_1M_2 oqim chizig'i uchun **1-1** va **2-2** kesimlari orqali **1-1** tekisligiga nisbatan Bernulli tenglamasini tuzamiz.

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

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

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

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

$\frac{P_2 - P_a}{\gamma}$ ni aniqlash uchun $\frac{P_2}{\gamma}$ va $\frac{P_a}{\gamma}$ 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:

$$H_{t_\infty} = W_1^2 = U_1^2 + V_1^2 - V_1 U_1 \cos \alpha_1 = \frac{U_2^2 - U_1^2}{2g} + \frac{W_1^2 - W_2^2}{2g} + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} \quad (1.57)$$

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,

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

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

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

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

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'liq 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.

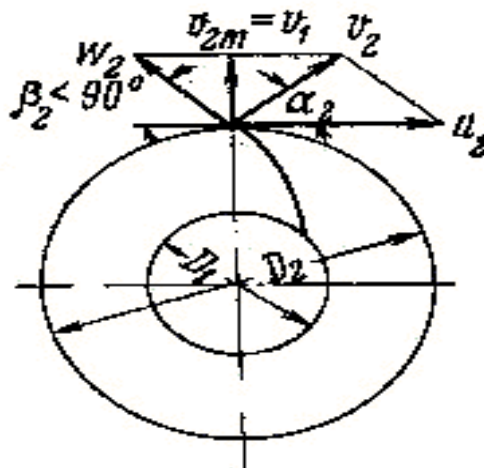
1. Parraklari orqaga qayirilgan ($\beta_2 < 90^\circ$)

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

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

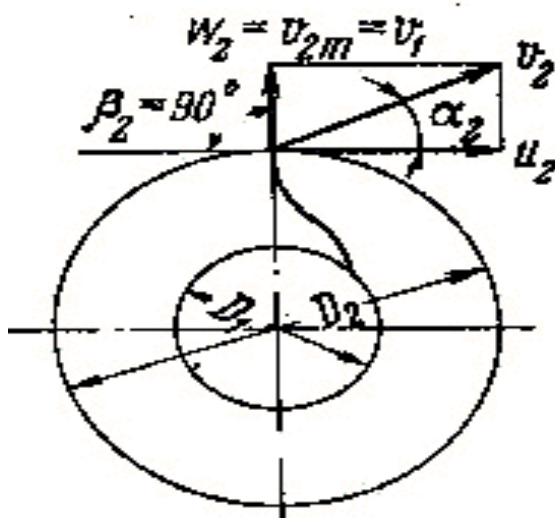
$$H_{t\infty} = \frac{U_2 V_{2u}}{g} = 0,7 \frac{U_2^2}{g} \quad (1.62)$$

nazariy bosim kamayadi.



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

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



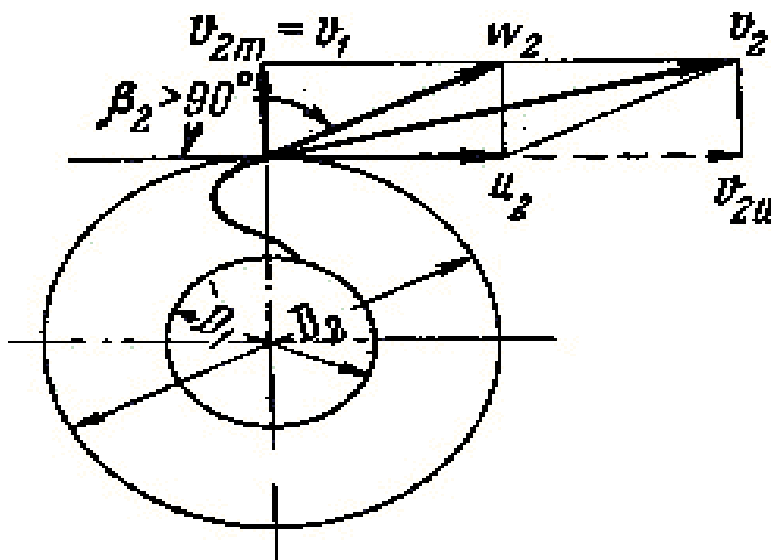
Rasm 1.34. b) Ish g'ildiragining radial chikishli parraklari shakli.

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

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

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,

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

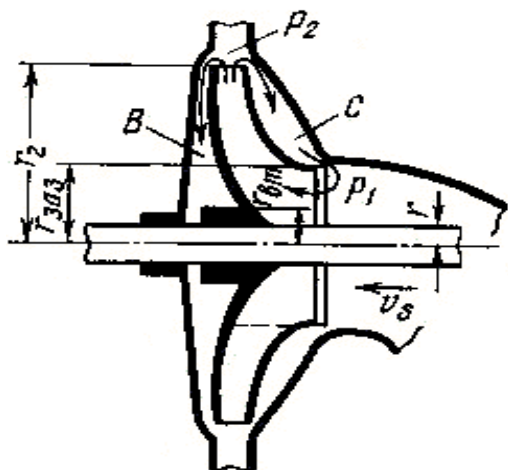
nazariy bosim ko'payadi.

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

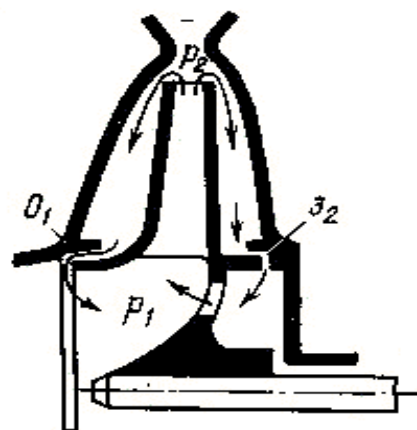
$$\alpha_1 = 90^\circ; \quad \beta_1 = 25 - 30^\circ; \quad \alpha_2 = 8-15^\circ; \quad \beta_2 = 25-50^\circ.$$

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

Ish g'ildiragiga tushadigan o'qiy zo'riqishlarni 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 bosimni 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 bosim 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'riqishlarni, 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 (M_{1m}) kirishdagi (V_o) va g'ildirakka zarbsiz kirishdagi absolyut harakat tezliklariga tengdir, ya'ni $V_{1m} = V_o = V_1$.

Ukiy 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 sirdagi 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.

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

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:

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

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

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

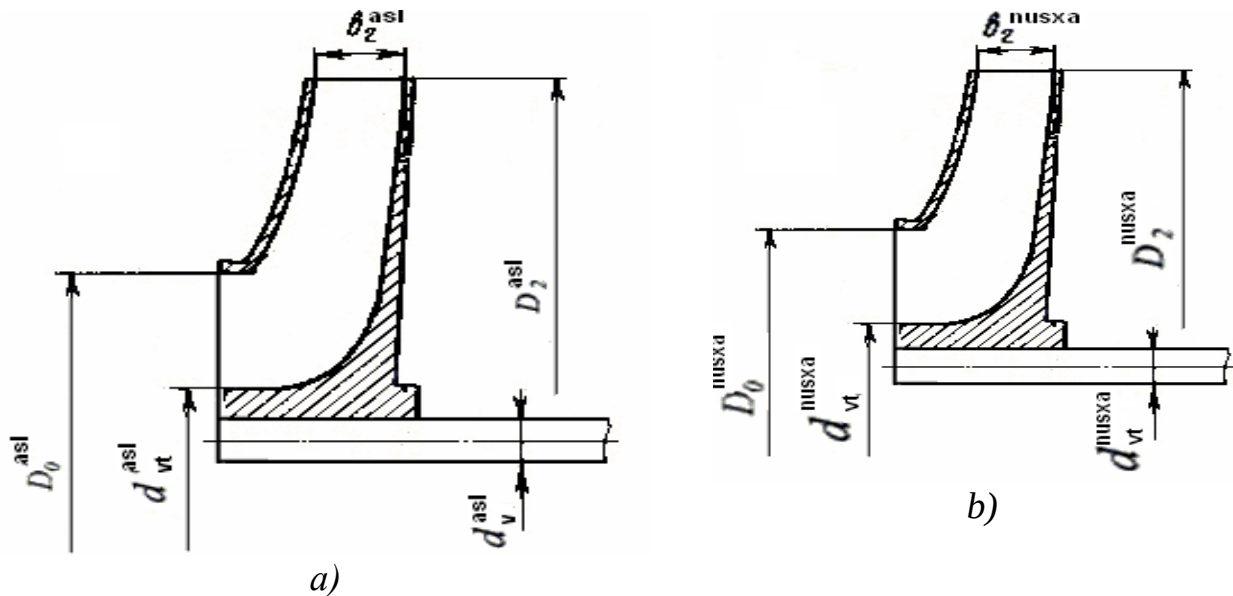
Nasoslarni nusxalashtirish, parrakli nasos nusxasining suv oqadigan qismidagi fizik jarayonni o'xshashligi asosida, nusxaga o'xshaydigan asl nasosdagi oqimga baho berish imkonini beradi. Nasoslar va ular ichidagi gidrodinamik hodisalarni nusxalashtirishda geometrik, kinematik va dinamik o'xshashliklar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

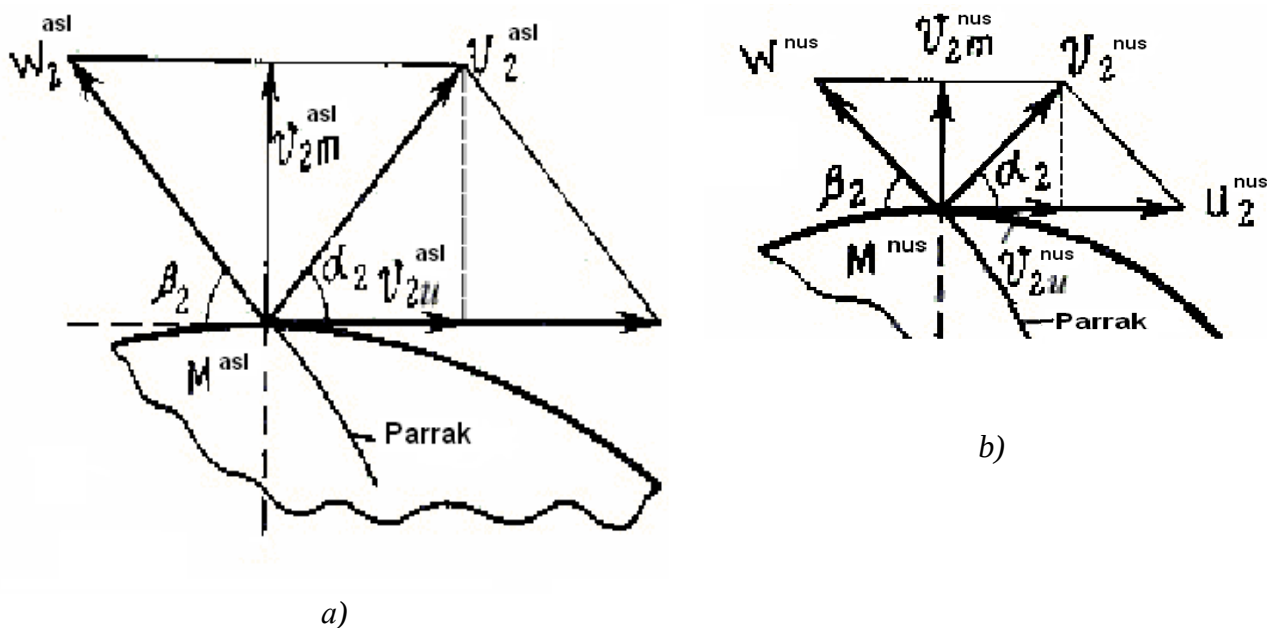
$$\text{Demak, } \frac{D_2^{asl}}{D_2^{nus}} = \frac{D_0^{asl}}{D_0^{nus}} = \frac{b_2^{asl}}{b_2^{nus}} = \frac{d_{vt}^{asl}}{d_{vt}^{nus}} = \frac{d_v^{asl}}{d_v^{nus}} = const \quad (1.70)$$

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).

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



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 mezonini 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 nasosning suv sarfi – $Q^{nus} = \pi D_2^{nus} b_2^{nus} \Psi V_{2m}^{nus} \cdot \eta_{haj}^{nus}.$

Bu erda: Ψ – parraklar tufayli yuzaning kamayish ko'effitsienti;

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

Suv sarflarining nisbati,

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

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

Bosim uchun:

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

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

Bosimlar nisbati,

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

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

Kuvvat uchun:

Asl nasos kuvvati – $N_{asl} = \frac{\gamma Q^{asl} H^{asl}}{102 \eta^{asl}};$

Nusxa nasos kuvvat – $N_{nus} = \frac{\gamma Q^{nus} H^{nus}}{102 \eta^{nus}}.$

Kuvvatlar nisbati,

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

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

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

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

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 –
$$\frac{N^{asl}}{N^{nus}} = \left(\frac{D_2^{asl}}{D_2^{nus}} \right)^5 \quad (1.80)$$

F.I.K. uchun o'xshashlik formulasi –
$$\eta^{asl} = \eta^{nus} \quad (1.81)$$

3-xolat. Ikki 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 –
$$\frac{Q^{asl}}{Q^{nus}} = \frac{n^{asl}}{n^{nus}} \quad (1.82)$$

Bosim uchun o'xshashlik formulasi –
$$\frac{H^{asl}}{H^{nus}} = \left(\frac{n^{asl}}{n^{nus}} \right)^2 \quad (1.83)$$

Quvvat uchun o'xshashlik formulasi –
$$\frac{N^{asl}}{N^{nus}} = \left(\frac{n^{asl}}{n^{nus}} \right)^3 \quad (1.84)$$

F.I.K. uchun o'xshashlik formulasi –
$$\eta^{asl} = \eta^{nus} \quad (1.85)$$

1.80, 1.82, 1.83 va **1.85** formulalari, yangi aylanishlar soniga qayta hisoblash formulalari deyiladi.

1.3.8 Tez yurish ko'effitsienti yoki solishtirma aylanishlar soni.

Parrakli nasoslarni bir – biri bilan solishtirish uchun tez yurish ko'effitsientidan foydalaniladi.

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

$$n_{nusxa} = n_s = n \sqrt{\frac{Q_{asl}}{Q_{nusxa}}} \cdot \sqrt[4]{\left(\frac{H_{nusxa}}{H_{asl}} \right)^3}; \quad (1.86)$$

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

$$n_s = \frac{3.65n\sqrt{Q}}{\sqrt[4]{H^3}} \quad (1.87)$$

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

$$n_s = \frac{n\sqrt{Q}}{\sqrt[4]{H^3}} \quad (1.88)$$

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 koeffitsienti miqdoriga qarab, nasoslar quyidagi guruhlariga bulinadi (markazdan qochma nasoslar klassifikatsiyasiga qarang).

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

3.13-rasmida parrakli nasoslar ish g’ildiraklarining tez yurish koeffitsienti va asosiy o’lchamlarining taqribiy nisbatlari ko’rsatilgan.

Rasm 1.39. Parrakli nasoslar ish g’ildiraklarining tez yurish koeffitsientlari va asosiy o’lchamlarining taqribiy nisbatlari.

Ish g’ildiraklari konstruksiyasining o’zgarishiga qarab, tez yurish koeffitsienti 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 koeffitsienti – 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 koeffitsienti – n_s shunchalik katta bo'ladi.

- O'xshash ish g'ildiraklari bir xil miqdordagi tez yurish koeffitsientiga ega bo'ladi, biroq bir xil miqdordagi tez yurish koeffitsientida ish g'ildiraklari o'xshash bo'lmasligi mumkin.

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

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

Bosim kuyidagi sabablarga kura pasayib ketishi mumkin:

- katta geometrik surish balandligi;
- surishi kuvurning 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 temperaturasi yuqoriligi;
- 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 $100^0 C$ 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 $t = 10 - 20^0 C$ ga va bu teperaturada suv bug'ining tarangligi (bosimi) $0,12 \dots 0,24 m$ 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'laganda 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 silliqlash, 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 kavitasiasiz ishlashi uchun sharoit yaratib berish kerak.

Nasoslarni kavitasiasiz 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 aniklanadi.

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

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 qochama nasoslarning xarakteristikalari

Ish g'ildiragi diametri va aylanishlar soni doimiy bo'lgan nasosning bosimi, quvvati, foydali ish koeffitsienti va mumkin bo'lgan vakummetrik 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).

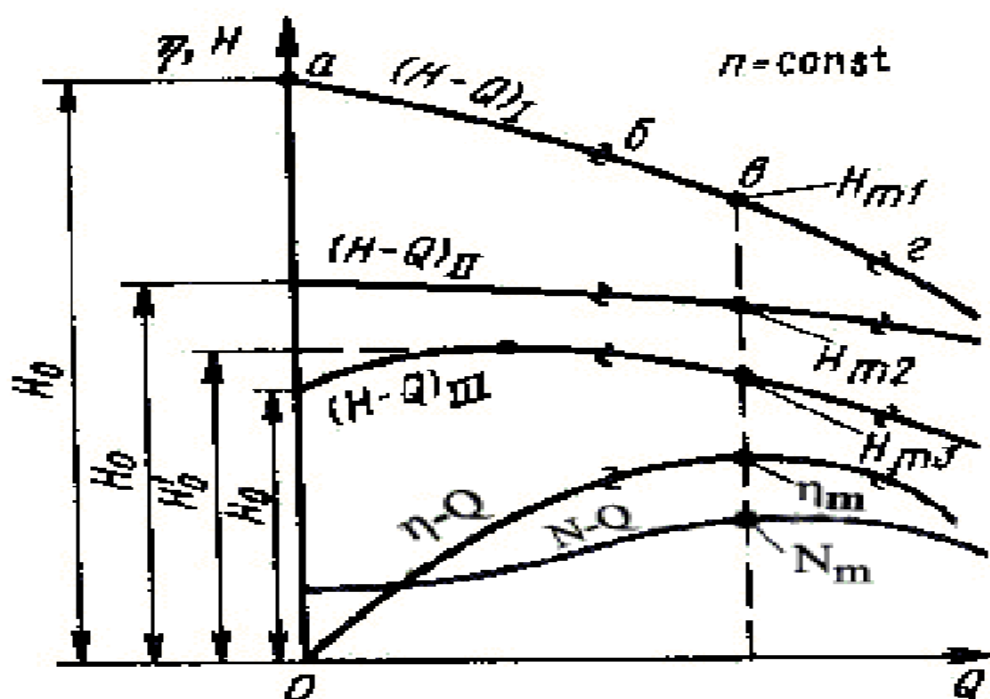
Rasm 1.40. markazdan qochma nasosning laboratoriyadagi sinovlar natijasida olingan bosim va energetik xarakteristikalar.

◦ – *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 – $(N - Q)_I$ 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'rtinchi 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.K.ning koʻtarilishida ishchi oraliqning boshlanishi; v – ishchi oraliqdagi maksimal miqdor; g – F.I.K.ning pasayishida ishchi oraliqning kamayish chegarasi; H_{m1} , H_{m2} , H_{m3} , va N_m – F.I.K.ning maksimal miqdoriga mos koʻrsatkichlar.

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

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

Bu erda: H_m – F.I.K.ning maksimum miqdoridagi bosim; $H_0 - Q = 0$ boʻlgandagi bosim; $(H - Q)_{III}$ xarakteristikasi uchun - $H_0 = H^1_0$.

Bosim xarakteristikalarining qiyaligi 8 – 12 % boʻlsa **nishab**, 25-30 % boʻlsa, **tik** hisoblanadi. Qiyalikning oʻrtacha miqdori 12 – 25 % normal qiyalik hisoblanadi. Bosim xarakteristikalarining turlari, nasoslarni ekspluatasiya qilish sharoitiga qarab tanlanadi (manbadagi suyuqlik sathining oʻzgarib turishi, suyuqlik sarfining doimiy boʻlishi va boshqalar). Bosim xarakteristikasining qiyaligiga, tez yurish koefitsienti – n_s sezilarli darajada bogʻliqdir.

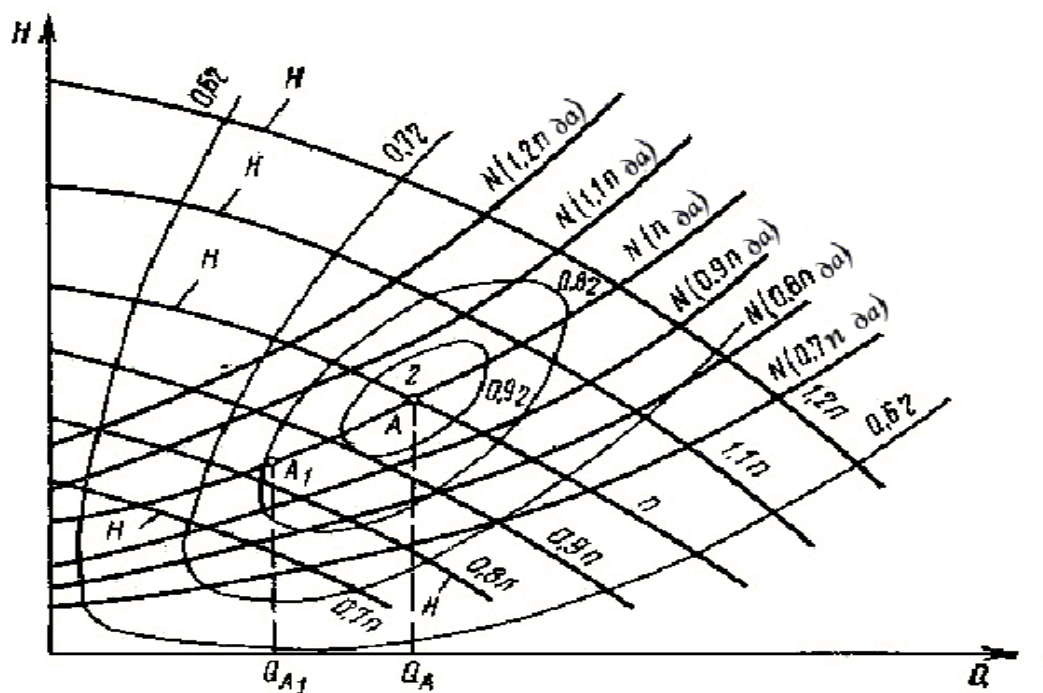
Quvvat xarakteristikalarining shakllari chiqish burchagiga – β_2 ham juda bogʻliqdir: $\beta_2 \geq 90^\circ$ boʻlsa, suyuqlik sarfining oshishi bilan quvvat ham koʻpayib boradi; $\beta_2 < 0^\circ$ boʻlganda esa, suyuqlik sarfining maʼlum miqdorida quvvat maksimum miqdorga erishadi, soʻngra kamayib boradi (Rasm 1.41).

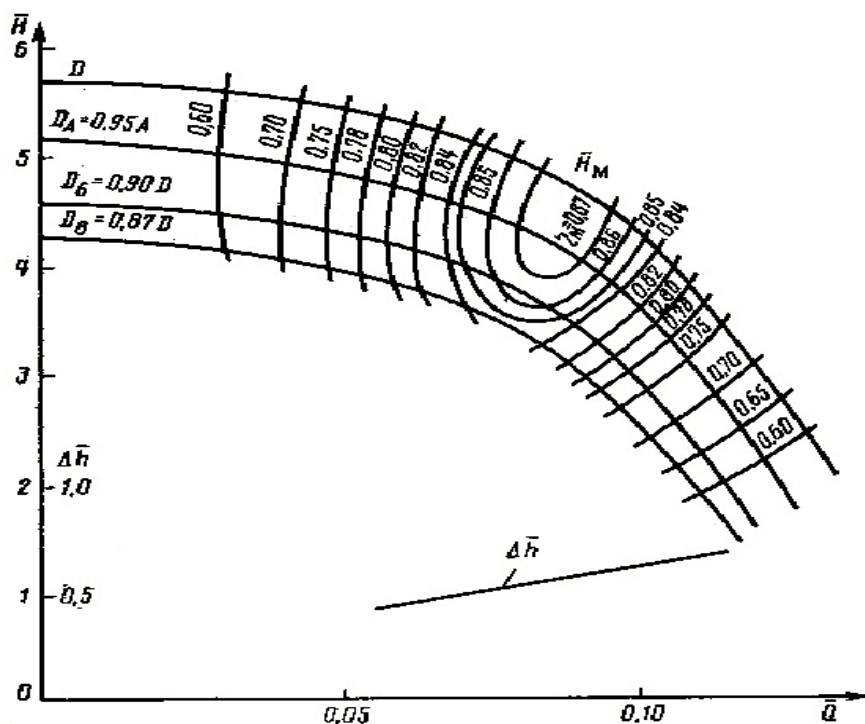
Quvvat xarakteristikalarining koʻrinish ham, tez yurish koefitsientiga bogʻliqdir. Tez yurish koefitsienti katta boʻlgan nasoslarda, uncha katta boʻlmagan

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 normal diametrli – D_2 , hamda $0,95D_2$; $0,9D_2$; va $0,87 D_2$ miqdorda yo'nilgan diametrli ish g'ildiraklarining o'lchov birliklarisiz xarakteristikalari keltirilgan.





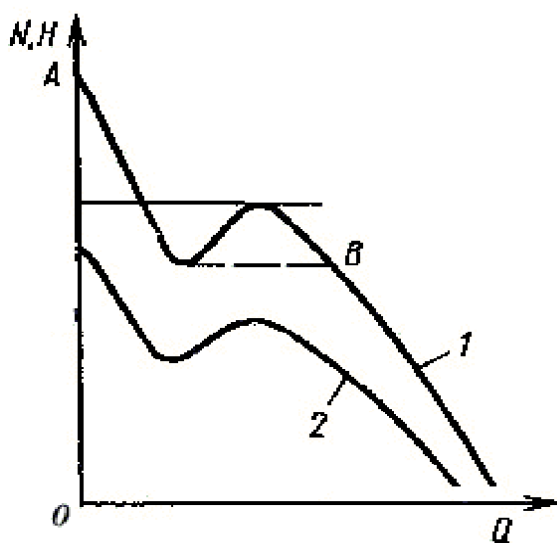
Rasm 1.43. Markazdan qochma nasosning o'lchov birliklarisiz xarakteristikallari.

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

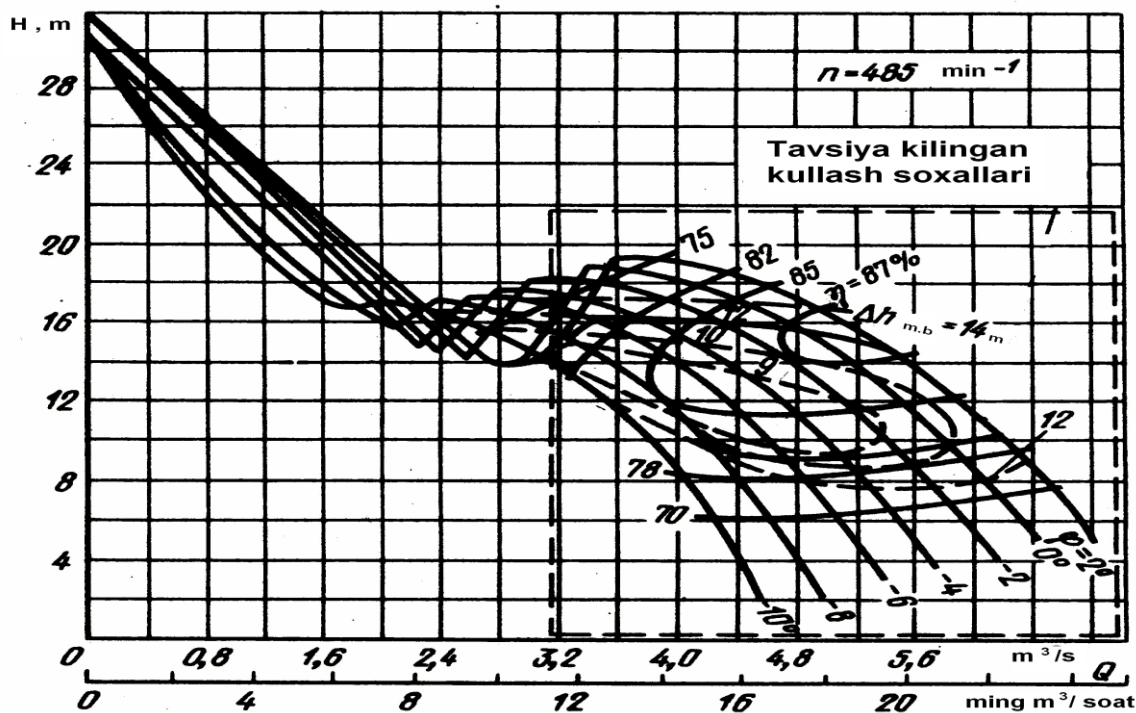
kuzatiladi. Bosim va quvvatning o'zgarib turishi, nasosning oz suv uzatish oraliq'iga to'g'ri keladi. Bu (A-B) oraliqda, nasos birday ishlamay, o'zgarib ishlab turadi. shuning uchun a-b oraliqni, nasosning **ishlamaydigan oraliq'i** deyiladi.

Berilgan sarf – Q va bosimga – H mos, aniq parametrlil 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.

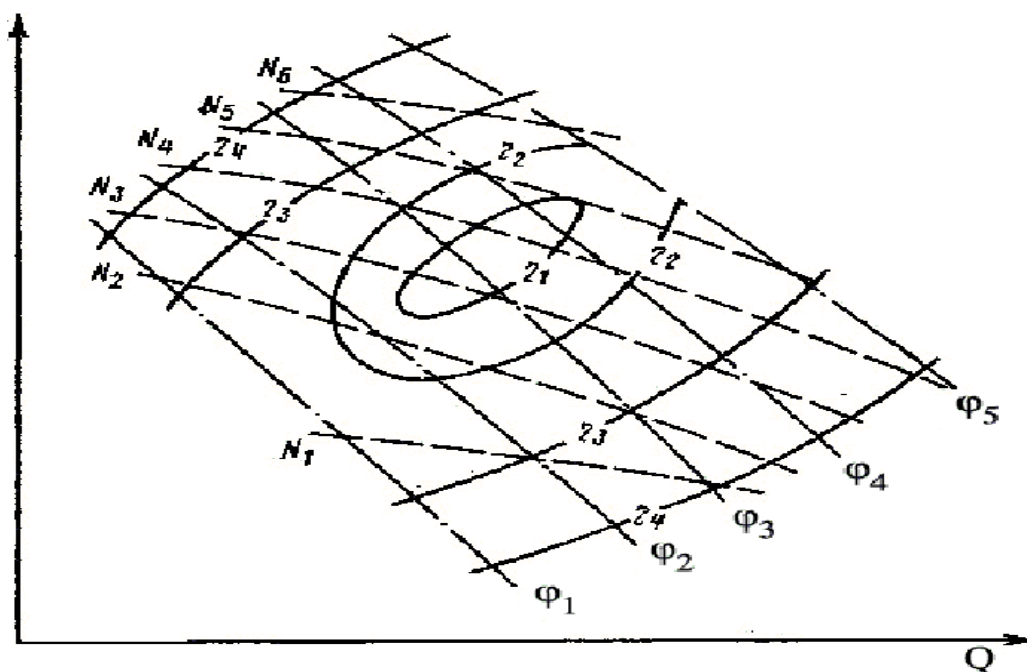


Rasm 1.44. O'qiy nasosning xarakteristikallari

O'qiy nasosning xarakteristikalarini 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_g^I , N_g^{II} , N_g^{III} va N_g^{IV} 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: H_{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.

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

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

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

- deb belgilab olamiz.

Unda 1.91 formula, (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 sistemasi 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 – $n = \text{const.}$ bo'lib, suyuqlik sarfi o'zgartiriladi.*
2. *Sifat jihatidan – aylanishlar soni, yoki ish g'ildiragining tashqi diametri ozgina o'zgartiriladi.*

1. 4.4.1 Nasos qurilmasining ishini son jihatidan tartibga solish

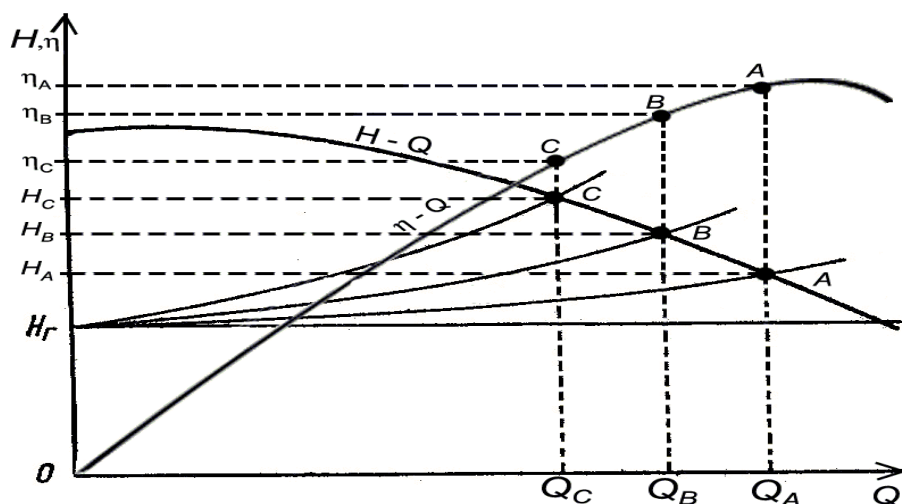
Zadvijkani yopish yo'li bilan nasos ishini tartibga solish;

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 zadvijkalar orqali amalga oshirilishi mumkin.



Rasm 1.50. Zadvijka bekitilib borganda nasos xarakteristikalari 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'shimacha quvurlar va undagi zadvijkalar orqali so'rish quvuriga o'tkaziladi yoki suv manbasiga qayta tashlab yuboriladi (1.51.).

Rasm 1.51. Ortiqcha suvni so'rish quvuri yoki pastki b'efga tashlab yuborish sxemasi.

Bu usul asosan, o'qiy nasoslarda qo'llaniladi. Chunki, o'qiy nasoslarda suv sarfi oshishi bilan, quvvat kamayib boradi. Markazdan qochma nasoslarda esa, suv sarfining ishchi oralig'idagi miqdorlarida, quvvat oshib boradi. Shuning uchun, bu usulni ularda qo'llash tavsiya qilinmaydi. So'rish quvuriga kelib qo'shilayotgan suv, nasosda yuz beradigan kavitasiya jarayonini kamaytirishi mumkin. Ammo, ko'shimcha quvurlar sistemasi va asbob-uskunalar qo'llanishi, nasos ko'tarib berayotgan suvning foydasiz aylanib turishi natijasida F.I.K. kamayib ketishi va boshqa qulaysizliklari uchun, bu usul ko'p qo'llanilmaydi.

- **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 kavitasiya 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 ekspluatatsiya 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.

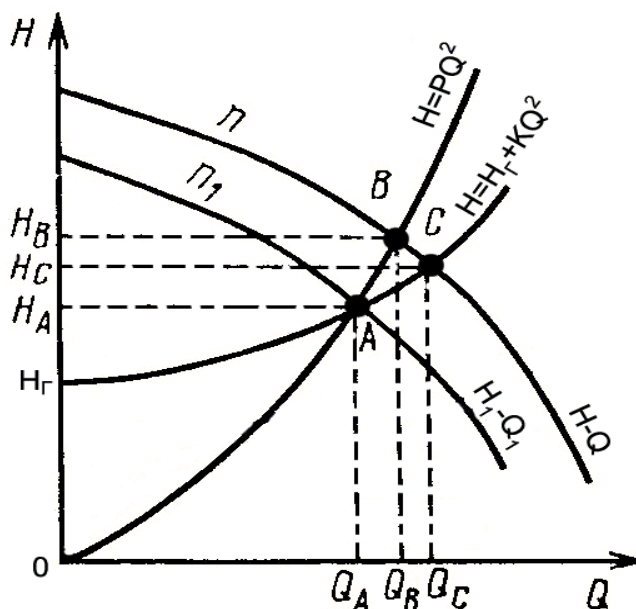
1. Aylanishlar soni o'zgarib turuvchi dvigatelga nasosni ulash orqali.
2. Aylanishlar sonini o'zgartirib beruvchi gidromufta va elektromagnit mufta bilan nasos va dvigatelni ulash orqali.
3. Nasosga ulangan dvigatelning aylanishlar sonini qo'shimacha qarshilik kiritish va uni reostat bilan o'zgartirib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

Aylanishlar soni o'zgarishi bilan nasosning suv sarfi va bosimli, ya'ni xarakteristikalar 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, koordinata boshi va "A" nuqtadan, $H = PQ^2$ 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:



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

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

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

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

“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'ildiraging qirqish o'lchamlarini quyidagi formulalar bilan topamiz:

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

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

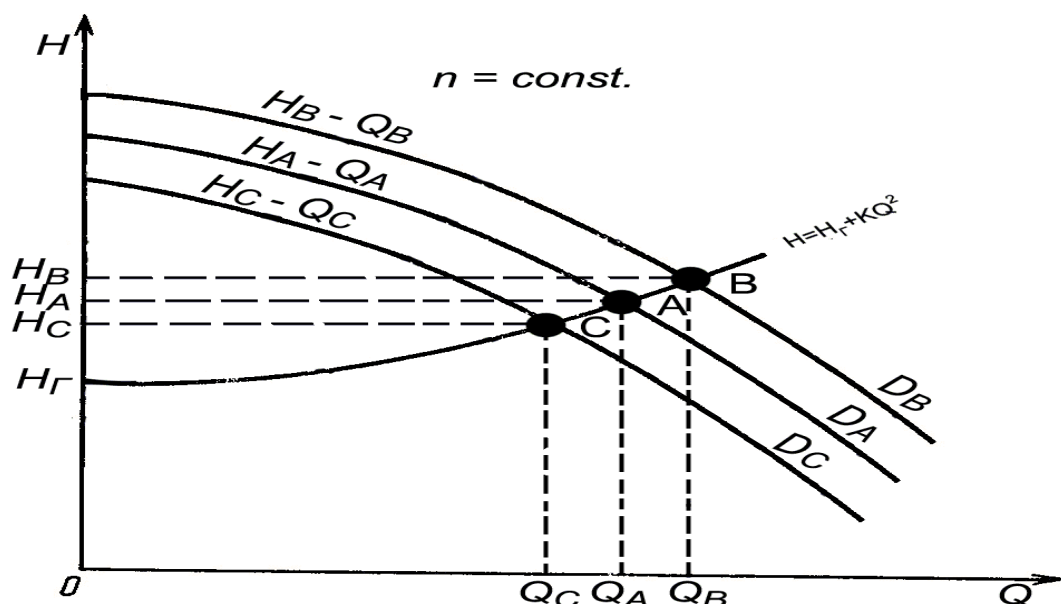
Ish g'ildiragi diametrining qirqimi kattaligi,

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

yo'l qo'yiladigan kesim kattaligi,

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

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**

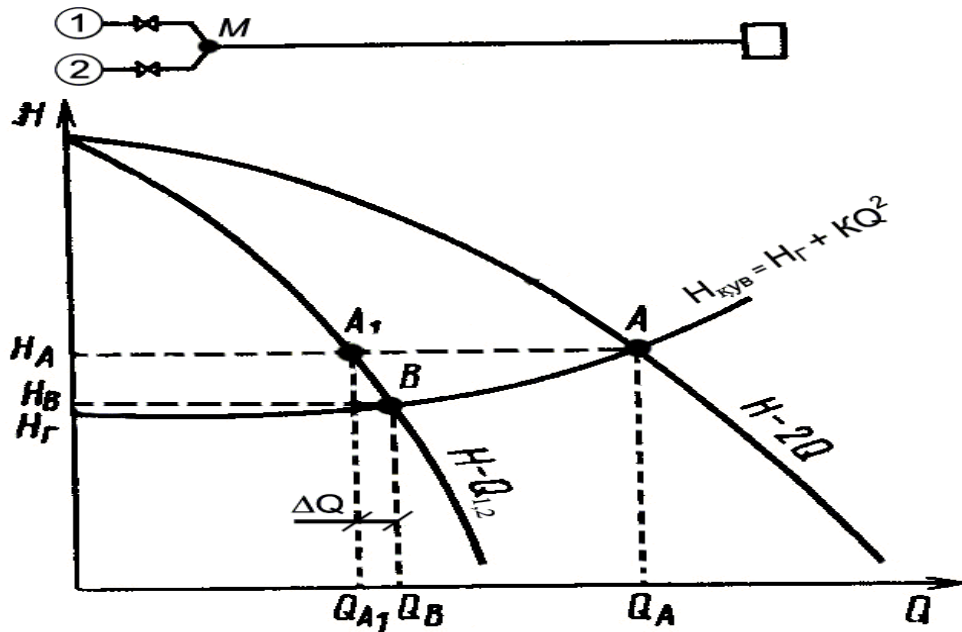
Bu holda, nasoslar-dan umumiy bosim quvurigacha bo'lgan masofa qisqa bo'lganligi sabab-li, ularda gidravlik qarshiliklar yo'q deb faraz qilamiz. Umumiy bosim quvuriga qo'shila-digan **m** nuqtada, ikkala nasos bosimi bir-biriga teng bo'ladi, ya'ni $N = N_1 = N_2$. Nazariy suv sarfi esa ikki barobar ko'payadi.

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

Parallel ulashning asosiy shartlari:

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

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



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.

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

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^I ; Q_A^{II} - 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 kuvurli 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 xarak-teristikali nasoslarning umumiy bosim xarakteris-tikasini qurish uchun, bitta nasosning har bir suv sarfiga mos bosimini ikki barobar kupaytirish kerak. Ketma – ket ishlayot-gan ikki nasosning ishchi nuqtasi, umumiy bosim xarakteristikasining qu-vurlar sistemasi xarakte-ristikasi bilan kesishgan nuqtasi bo'ladi. Bir xil xakteristikali 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.

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

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

1.4.6. Nasoslarni sinash

Nasoslarning xarakteristikalari – 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 qoidalari»ga asosan o'tkaziladigan sinovlarning bir qismi hisoblanadi. Bu davlat standarti, aylanuvchi ishchi qismli 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 xarakteristikalari.
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.

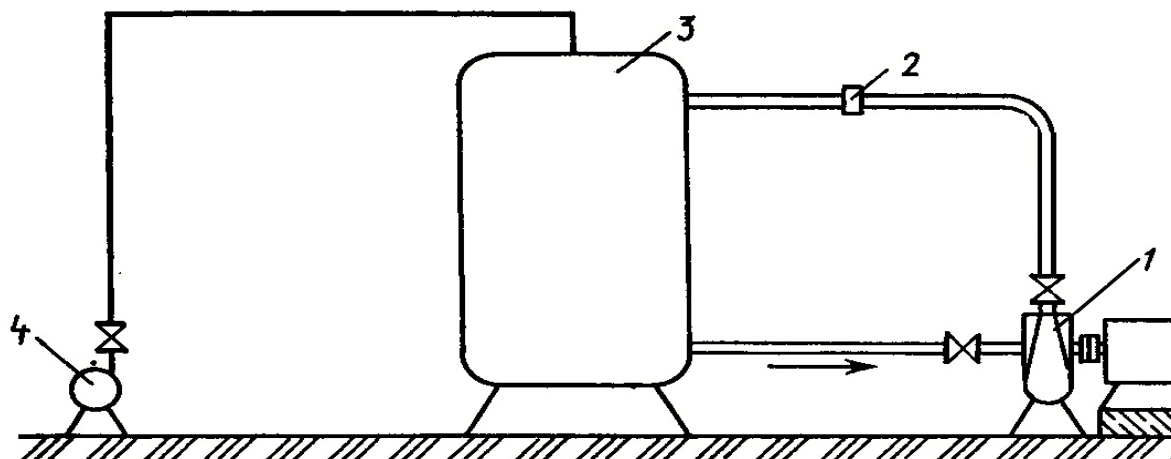
Namunaviy sinovlardan nasosni ishlab chiqarish texnologiyasi yoki konstruksiyasiga o'zgarishlar kiritilgan so'ng, tayyorlangan birinchi nasoslar o'tkaziladi.

Ishonchlilikni aniklash 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 ekspluatasiya 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 kavitasiya 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 koʻrilayotgan nasos; 2 – suv oʻlchagich; 3 – vakuum baki;
4 – vakuum nasos.

Rasm 1.62. Ochiq turdagi sinov qurilmasi.

1 – sinab koʻrilayotgan nasos; 2 – suv oʻlchagich; 3 – bosimli bak.

Ma'lumki, er osti suvlari hisob sathini bir xilda ushlab turish uchun drenaj quduqlaridan suv ko'tarib beruvchi ЭИБ 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.

Yuqoridagilarga asosan, O'zbekiston Respublikasi Qishlok va Suv xo'jaligi vazirligining qarori bilan, "Suv mash" zavodida, quduqlardan suv chiqarib beruvchi past bosimli maxsus ЭИБ10-160-15 markali elektronasos ishlab chiqarila boshladi. 1999 yili bunday nasoslarning dastlabki 10 donasi ishlab chiqarildi va ekspluatasiya (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 irrigasiya va meliorasiya institutida, uning **ishonchliligini aniqlash sinovlari** o'tkazildi. Bunday sinovlarning eng samarali turi, **nazorat ostida ekspluatasiya qilishdir**, ya'ni dala sharoitida va xaqiqiy dala tulik takror-

Rasm 1.63. ЭИБ 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.

lovchi laboratoriyadagi ochiq sinov qurilmasida (Rasm 1.4.24.), normal ekspluatasiya qilinayotgan nasoslarda bo'layotgan hamma o'zgarishlar va harakatlarni u to'xtab qolguncha sistematik ravishda kuzatib borishdir.

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, diafragmali 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 rezervuaga tushirilgan so'rish kuvuri bilan tutashadi va atmosfera bosimi ta'sirida suv bilan tuladi. Ish jarayonining ikkinchi yarmida, kamera surish kuvuridan ajratilgan va bosimli kuvur orkali yukoridagi rezervuar bilan tutashadi. Bu vaktida ishchi kamera hajmi kamaya boshlaydi va suyuqlik bosimli kuvur 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 hajmini 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 krivoshiqli mexanizmi yordamida vujudga keladi. Porshenning vertikal tekislikdan ogishiga yul kuymaslik uchun shtokni shatun bilan birtiruvchi sharnir ikki parallel tekislik orasida xarakatlanadi. Porshen ungga xarakatlanganida ish kamerasida siyraklanish – vakuum xosil buladi. Atmosfera bosimi ta'siri ostida suv kabul rezervuaridan surish kuvuri 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 kuvuriga sikib chikariladi. Porshenli nasoslar bilan suv bir tekis

uzatilmaydi. Surishning notekisligi nasosga ishiga salbiy ta'sir qiladi, chunki u nasosning surish kobilyatini cheklaydi. Bu xodisani oldini olish uchun surish va bosimli kuvurlarda 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 kislmlari yuk.

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

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

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

Ukuni joylashishi buyicha nasoslar gorizontal 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 kuvurga $V_i = Fn \cdot S$ suv xajmini xaydaydiyu bu vaktida nasosni ung ishchi kamerasiga K_v klapani orkali suv suriladi, bu vaktida klapan K_n yopik buladi. Porshen unga xarakatlanganida surish K_v klapani orkali, xaydashesa K_n orkali amalga oshiriladi, bunda nasos S yurishda $V_r = (Fn - f)S$ suv xajmini xaydaydi. Demak, ikki yurishda nasos suv xaydashi

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

Sekunddagi suv xaydashi

$$Q_t = \frac{(2Fn - f)Sn}{60} \quad \text{soatdagi} \quad Q_t = 60 (2Fn - f) Sn$$

Bu erda:

- F_n** – porshen yoki plunder kirkim yuzasi m^2 , $\frac{\pi D^2}{4}$;
- D** – porshen diametri m ;
- f** – porshen shtoki kirkim yuzasi, m^2 ;
- S** – porshen yuritish kriship shatunli nasos uchun;
- 2 z** – 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 .

Kuvurli kuduklarda oddiy vertikal shtangali porshenli nasoslar kullaniladi. Rasm 1.5.5. Nasos silind 2 dan, klapan surish kuvuridan, 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 K_v klapani orkali silndrga $F_n S$ xajmdagi suvni surib oladi va shu bilan birga bosimli kuvirga $F_n S$ xajmni xaydaydi, bunda K_n klapanli yopik buladi. Porshen tushirilganda K_v klapani yopiladi, ochilgan K_n klapani orkali esa $F_n S$ xajmi suv okadi va porshen tushirilganda silindr ichi suvga tuladi. Bu vaktida nasos bosimli kuvurga xali suv uzatmaydi. Kurib chikilgan nasos bir tomonlama xarakatlanuvchi nasoslar guruxiga kiradi va porshen yukoriga xarakatlanganda ishchi yurishni amalga oshiradi.

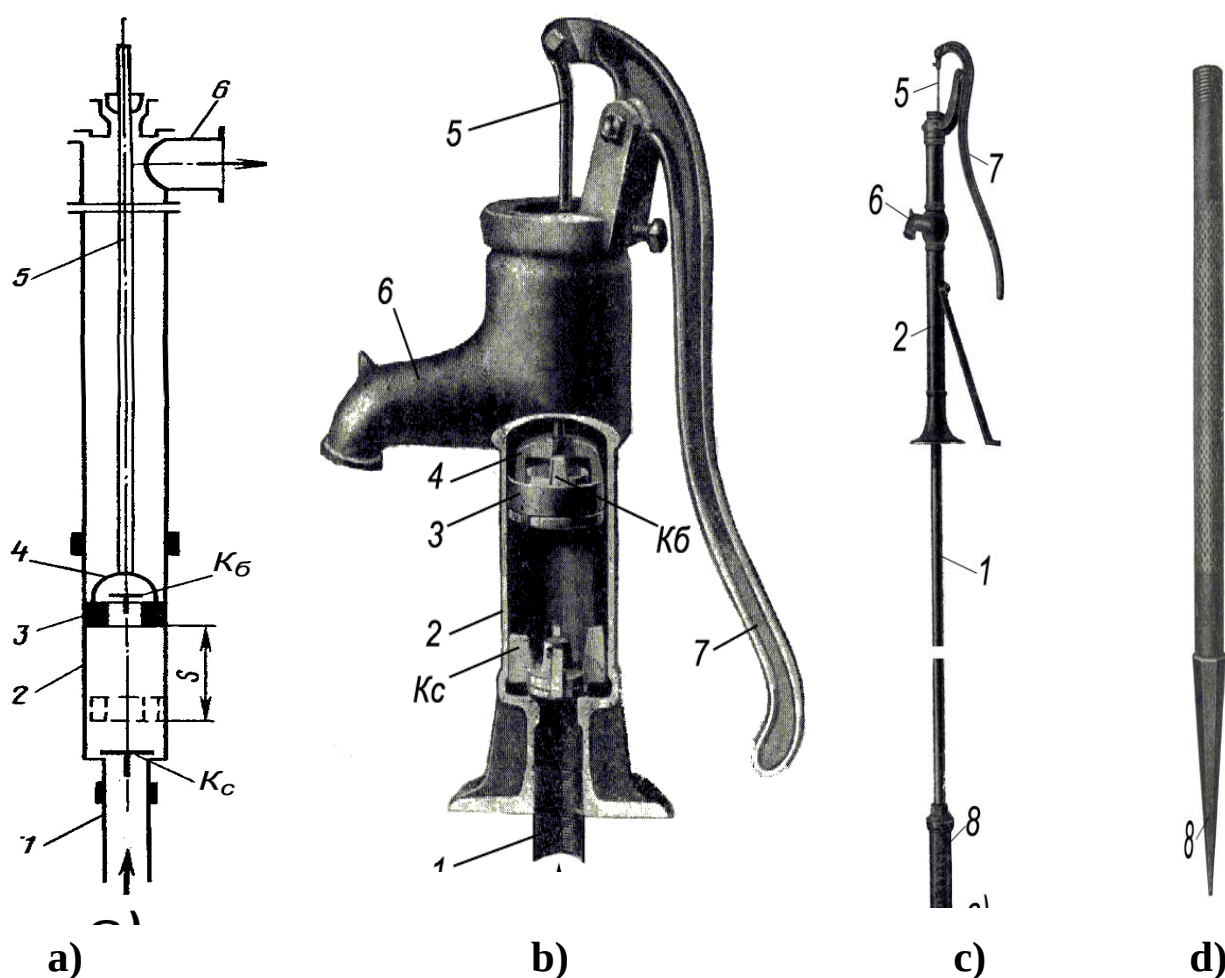
Bu nasos biroz soddalashgan konstruksiyada 2500 yil avval kadimgi greklarda chukur kuduklardan suv kutarishda xozir xam kullanilmokda Rasm 1.5.5 b da shtangali porshenli differsial nasos kursatilgan pastki kism rasmda kursatilgan bilan bir xil, yukori kismi esa plunjerga ega. Plunjer tufayli nasos, defferensial nasos prinsipida ishlaydi porshen kutarrilganda. Kuvurga uzatilgan xajm $(F_n - f)S$ ga, klapan K_v orkali surib olinayotgan suyuqlik xajmi $F_n S$ ga teng. Porshen tushiriganda plunjer bosimli kuvurga 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 kuvirsimon, 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 suyuqlik xususiyatiga karab porshenli nasoslar xar xil konstruksiyali buladi.

Ukuni joylashishi buyicha gorizontal va vertikal nasoslar buladi. Vertikal nasoslar aloxida fundamentlarga urnatiladi yoki shtangali 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 kuvuri; 2 – silindr; 3 – porshen; 4 – vilka; 5 – shtanga; 6 – bosim kuvuri; 7 – dastak; 8 – fil'tr.

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

Xozirgi vaktida, respublikamiz kishlok axolisi, er ostidan ichimlik suvini kutarib olish uchun yuz minglab shtangali porshenli nasoslardan foydalanilmokda. Ushbu porshenli nasoslar, kuvurli kuduklardagi suvni kutarib berganligi uchun,

chukur porshenli nasoslar deb xam ataladi. – rasmda shtangali porshenli nasos kurilmasining umumiy kurinishi (b va c), nasosning sxemasi (a) va fil'tri (d) tasvirlangan.

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

Kuvur orkali suv kutaradigan shtangali nasos kurilmasi kuyidagicha ishlaydi. Porshen yukoriga kutarilganda bosim klapani $-K_b$ bekiladi, surish klapanli – K_s ochiladi va bir vaktning uzida suv silindrga xamda bosimli kuvurga utadi. Porshen pastga xarakatlanganda surish klapani - K_s yopiladi, bosim klapani – K_b esa ochiladi va suyuklik porshen orkali uning yukorisidagi xajiga utadi. Bu vaktida bosimli kuvurga 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 kislari 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 biriiktirilgan. 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 suyuklik surish kamerasi 5 da tishlar orasida chukurchalar bilan egallanadi. Natijada tishlar chukurcha suyuklik katta tezlikda olib ketishini sababli surish kamerasida siyraklashish ruy beradi va surish teshigiga suyuklik keladi. Tishlar orasi chukurchasidagi siyuklik tishlar uzaro birikkan paytda xaydash kamerasiga sikib chikariladi va u erda bosim ortib suyuklik uzatiladi.

Rasm dan kurinib turibdiki tugri tishli shesternali shesternalarda, tishlar orasida suyuklik sikib keladi. Shestrenalarni aylanishi natijasida yonib kolgan 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 suyuklikni 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 $m^3/soat$ gacha suyuqlik xaydovchi va bosimi 0,4 dan 2,5 MPa gacha bulgan kinematik yopishkokligi 0,2 dan 100 sm^2/s va xarorati 250 $^{\circ}C$ 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 $^{\circ}C$ 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 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.

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

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

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

Sung xakikiysini

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

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, kolgan tomonlardan vtulka bilan uroksimon bushlik xosil kiluvchi suv xalkasi yuzaga keladi. Ish gildiragi

aylanganda uning birinchi yarim aylanish davomida (korpus ungismi) parraklar, vtulka va suv xalkasi oraligidagi ish kamerasi xajmi ortadi, bosim kamayadi, natijada surish kuvuri bushligidan surish derazasi orkali xavoni surish jarayoni ta'minlanadi. Ikkinchi yarim aylanish davomida (korpus chapismi) suv xalkasi, vtulkaga yakinlashadi, 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 kuvuri 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 kirkimidan utayotgan xajmga teng. Demak parraklar soni Z, ularning urtacha kalnligi S, eni v va gildirakni aylanish soni n da bu sarf ushbu kurinishni oladi.

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

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 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 xarakatli, 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 m³/mingacha, ikki xarakatli 150 m³/mingacha, maksimal vakuum 85 dan 95 % gacha. PMK ratasion xul turdagi Q 3,6 dan 27 m³/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 m³/min, PMK nasoslari PMK – Q kurinishda belgilanadi, bu erda Q – nasos xaydashi m³/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 tulmagan 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 rotor 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 ahamiyatli qismlaridir.

Gaz bilan birgalikda xaydalayotgan suvni ajratib olish uchun suv yiguvchi sigim urnatiladi, uning urta qismda okizuvchi kuvir pastda esa suvni tulik okizish uchun pukak bilan yopilgan teshik bor. Yukorida ikkita teshik mavjud: bittasi xaydovchi kuvirni va suv yiguvchini tutashtiruvchi kuvur 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 kuvurchasida urnatilishi mumkin.

1.5.1.4. Kanotli nasoslar

Kanotli nasoslarni xarakati porshenli nasosnikiga uxshash buladi. Kuzgalmas silindr korpusi devoriga zich tegib turgan kanotni kayta – burilma xarakatidan, surish kuviriga tegib turgan korpusda xajm oshadi va surilish vujudga keladi. Bir vaktning uzida surib olingan suyuqlikni korpusdan sikib chikarilishi natijasida xaydash paydo buladi. Kanotli nasoslarda kutariluvchi va otiluvchi klapanlarni urnatishga tugri keladi. Kanotli 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 qismida kuvurcha orkali surish, ung qismida esa klapan orkali suyuqlikni xaydash vujudga keladi. Kuvurcha diametrini 1,5 dyumda nasos xaydashi $Q = 90 \text{ l / min.}$ buladi. Nasoslar suyuqlikni 7 m balandlikka surishi va 30 – 40 m bosim xosil kilishi mumkin. Nasosning soniyadagi xaydashi formuladan aniklanadi.

$$Q = \eta_x 2\pi (R^2 - r^2) \epsilon \frac{\alpha^0 n}{360 \cdot 60} \circ \circ$$

Bu erda:

R – nasos silindrik korpusini ichki radiusi;

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

b – korpusning ichki eni;

α – kanot buriladigan burchak, asosan 90° ga yaqin qiymatga ega;

n – minutdagi ikki karra tebranish soni;

η_x – F.I.K. yaxshi ishlangan nasoslarda η_x=0,8 – 0,9.

Oddiy konstruksiyali kanotli nasoslar maxsus almashtiriladigan zichlagichlarga ega emas, shuning uchun bushliklar orasidagi zichlik kanot 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-булим.

2. GIDRAVLIK TURBINALAR

2.1 Gidravlik turbinalar to'g'risida umumiy ma'lumotlar

Ish g'ildiragining aylanishi natijasida suyuqlikning gidravlik energiyasini mexanik energiyaga aylantirib beruvchi dvigatelga (gidrodvigatelga) **gidravlik turbina** deyiladi. Gidravlik turbina, gidroelektr stansiyalariga (GESga) o'rnatish uchun mo'ljallangan bo'lib, elektr generatorlarini harakatga keltirish uchun xizmat qiladi.

Insoniyat tarixida gidravlik dvigatellar (turbinalar) doimo muhim ahamiyatga ega bo'lgan. Juda ko'p asrlar davomida ishlab chiqarishda, har xil suv mashinalari asosiy energiya manbasi bo'lib kelgan. Sungra issiqlik (keyinroq elektr) dvigatellarning rivojlanishi natijasida, ularni qo'llash doirasi chegaralanib borgan. Biroq arzon gidroresurslar (tezligi katta daryo oqimlari, sharsharalar yoki ko'p ostonali suv ob'ektlarida) bor bo'lgan barcha suv ob'ektlarida, suv dvigateli boshqalarga qaraganda afzalroq edi, chunki uning konstruksiyasi juda sodda, hech qanday yoqilg'i talab qilmaydi va boshqalarga nisbatan yuqori foydali ish koeffitsientiga ega.

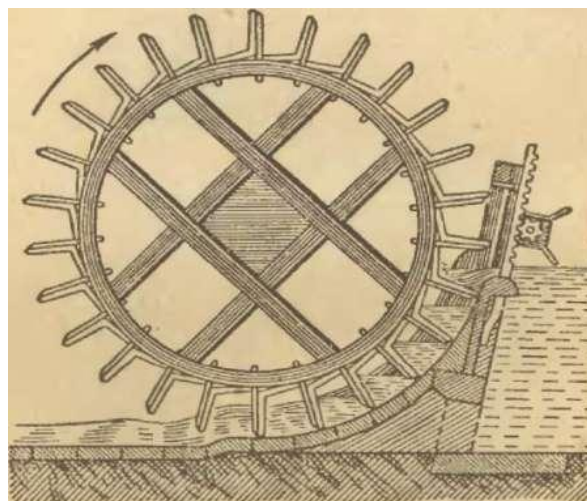
XIX asrning birinchi yarmida juda katta foydali ish koeffitsientiga ega bo'lgan suv turbinasining yaratilishi bilan, gidroenergetika qaytadan tug'ilgandek bo'ldi. Butun dunyoda elektrlashtirishning boshlanishi bilan, gidroelektrostansiyalarning qurilishi boshlanib ketdi, va ulardagi generatorlar har xil konstruksiyadagi qudratli turbinalar bilan aylantirila boshladi. Hozirgi davrda ham gidroturbinalar gardaniga dunyoda ishlab chiqariladigan elektroenergiyaning ko'pgina qismi to'g'ri keladi. SHuning uchun ham bu ajoyib qurilma, insoniyat tomonidan qilingan eng ulkan ixtirolar qatoriga kirish huquqiga egadir.

2.2 Rivojlanish tarixi. Suv g'ildiraklari.

Qadim zamonlardan odamlar dalalarga suv uzatuvchi, doni ezish uchun tegirmon toshini aylantiruvchi va boshqa moslamalarni harakatga keltiruvchi dvigatellar kuchiga ehtiyoj sezishardi. Qadimgi SHarq mamlakatlarida, Misrda,

Hindistonda, Xitoyda eramizgacha bo'lgan 3 minginchi yillarda ham, ushbu maqsadlar uchun hayvonlar va qullardan foydalanishgan. Sungra tirik dvigatellar o'rnini, bir valdagi ikki dona disk va ularni birlashtirib turuvchi parraklardan iborat suv g'ildiraklari egalladi. Daryodagi suv oqimining parraklarga bosim berishi natijasida suv g'ildiraklari aylanib, val orqali harakatni tegirmon toshlariga uzatilgan (1-rasm).

Birinchi suv g'ildiraklari suvni ko'tarish uchun Nil, Evfrat YAnszi daryolariga o'rnatilgan hamda ular qullar tomonidan harakatga keltirilgan. Sungra qadim greklar va rimliklar suv g'ildiraklarini nasoslar, tegirmonlar va yog' siqib chiqarish dvigatellarini harakatga keltirishda foydalanishgan. SHunday qilib, birinchi suv g'ildiraklaridan muskullar kuchidan foydalanib oddiy suv ko'tarish qurilmalari sifatida, va sungra har xil moslamalarni harakatga keltiruvchi dvigatel sifatida foydalanishgan. Asosan, suv g'ildiraklaridan tegirmonlarda donlarni yanchishda keng foydalanilgan.



2.2.1-rasm. Suv g'ildiraklari.

Eramizgacha bo'lgan juda ko'p asrlar davomida Xitoyda, Hindistonda, O'rta va Kichik Osiyo mamlakatlarida suv tegirmonlari bo'lgan. Rimlik yozuvchi Mark Vitruviy Polion eramizgacha bo'lgan 1- asrda, birinchi bo'lib suv g'ildiraklari to'g'risida ma'lumot bergan. Rimliklar Tibr daryosida langar tashlab suzib turuvchi tegirmonlardan, koloniyalardan olib kelingan donlarni yanchishda foydalanishgan.

Ular arablar singari to'g'onlar ham qurishgan, hosil bo'lgan bosim ostida suv g'ildiraklari taxta tilish moslamalarini harakatga keltirgan.

Asrlar o'tishi bilan suv g'ildiraklarining o'lchamlari va samaradorligi oshib borgan. Angliya va Fransiya XI-asrda, 250 odamga bir dona tegirmon to'g'ri kelgan. Bu asrda tegirmonlarni qo'llash sohasi kengayib bordi. Ulardan movut ishlab chiqarishda, pivo ichimligini qaynatishda, yog'ochlarni kesishda, nasoslar bilan suv tortishda, yog'-moy juvozxonalarni harakatga keltirishda foydalanila boshlagan. Suv g'ildiraklari va shamol tegirmonlari, XVII-asr oxirigacha insoniyat foydalanadigan asosiy dvigatel turlaridan bo'lib qolgan (2-rasm).



2.2.2-rasm. Suv tegirmonlari

Ulug' italyan olimi va rassomi Leonardo da Vinchi o'zining eskizlar kitobida, quyidagi bir necha suv g'ildiraklari va mexanizmlari hamda ularni qo'llash usullarining rasmlarini keltirgan: gidravlik arra-vertikal o'rnatilgan arrani hamda daraxt tanasi yotqizilgan aravachani harakatga keltiruvchi suv g'ildiragi; suv g'ildiragi bilan harakatga keltiriladigan Arximed vinti; pastgi idishdan suv olib yuqori idishga ko'tarib beradigan, idishlar o'rnatilgan suv g'ildiragi (charxpalak).

Gidrokuch qurilmalari Evropa mamlakatlari- Fransiya, Germaniya, SHvetsiya, Italiya, Ispaniya, Gretsiya va boshqalarda keng qo'llanila boshladi. Hidrokuch qurilmalarining eng mashhuriga misol qilib, 1682 yilda Sena daryosiga qurilgan

saroyga va saroy atrofidagi Parij-Versal, Trianon, Marli fontalariga suv uzatuvchi qurilmani ko'rsatish mumkin.

Bezon shahridan Port-Marli shahrigacha bo'lgan uchastkada Sena daryosi ikki irmoqqa bo'lingan. Ularning biriga 1,65 m bosim hosil qiluvchi to'g'on qurilgan. Suv omboridagi suv, har birining diametri 12 m bo'lgan, suv oqimi pastgi qismiga uriladigan 14 dona suv g'ildiraklariga uzatilgan. Ulardan 221 nasos harakatga keltirilib, suv 162,15 m umumiy balandlikka ko'tarilgan. Ko'tarilgan suv akvedukka uzatilib, akvedukdan saroyga va Versal, Trianon, Marli fontalariga uzatilgan. Qurilma kuniga 5000 m³ suv uzatib turgan va quvvati 92 kVtgacha etgan.

Suv g'ildiraklari. Hidravlik turbina suv g'ildiraklaridan kelib chiqqan. Suv tegirmoni, bizning davrimizgacha juda ko'p mamlakatlarda deyarli boshlang'ich ko'rinishda saqlangan qadimgi gidroenergetik qurilmaning yaqqol timsoli bo'la oladi.

Qadimgi suv g'ildiragi (eramizgacha bo'lgan 3500 yilda Mesopotamiyada kashf qilingan) *noriya* deb atalgan. Undan misrliklar va forslar dalalarni sug'orishda foydalanishgan. *Noriya* so'zi arabcha *naora* va ispancha *noria* so'zidan kelib chiqqan. Ushbu so'z ikkala tilda ham ustidan suv quyiladigan suv g'ildiragi ekanligini bildirgan (suvni yuqoriga ko'taruvchi).

Noriyaning vatani, Oront daryosi bo'yida joylashgan Xamu shahri hisoblanadi. Birinchi bo'lib noriyalar shu shaharda qurilgan va sungra boshqa mamlakatlarga tarqalgan. Noriyaning tuzilishi quyidagicha bo'lgan: suv g'ildiragiga kovshlar-idishlar mahkamlangan, ular daryo suviga botirilib to'ldirilgan, suvga to'ldirilgan idishlar suvning gidravlik energiyasi yordamida aylanayotgan g'ildiraklar yordamida yuqoriga ko'tarilib, sug'orish kanallarini to'ldirgan. Daryo suvining tez oqishi tufayli insonning yordamisiz suv g'ildiragi kechayu-kunduz tinimsiz aylanib turgan.

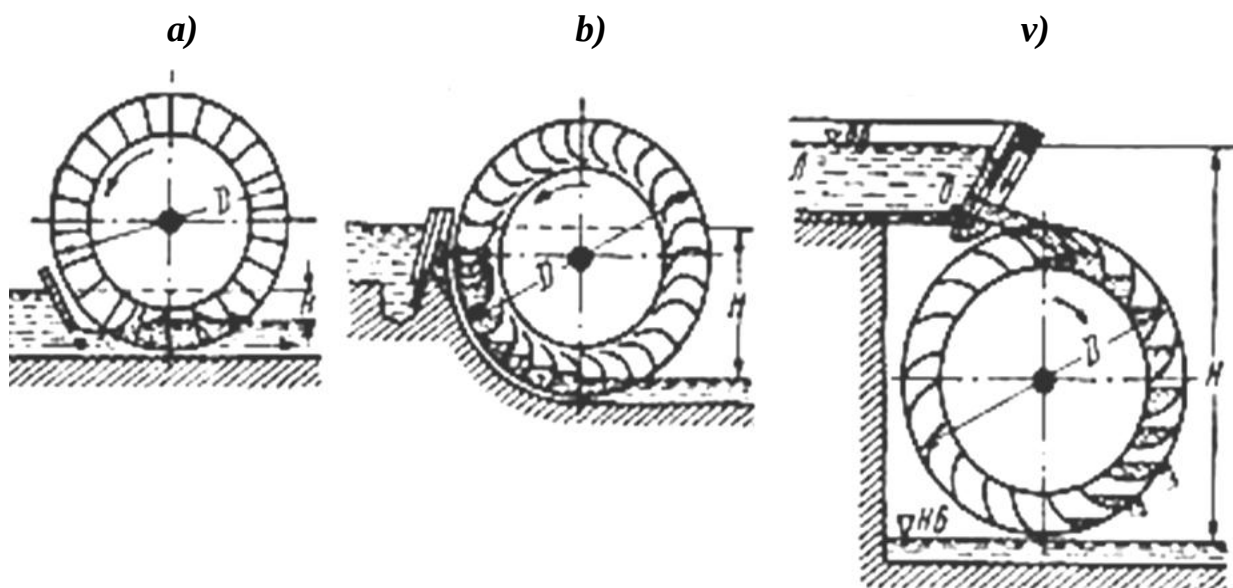
O'qining joylashishi bo'yicha suv g'ildiraklari gorizontallik va vertikalga (kurakchali, sharqiy, bolgarchalarga) bo'lingan. Gorizontallik o'qli suv g'ildiraklari eng ko'p tarqalgan. Konstruksiya bo'yicha ular *pastga suv uriladigan (yoki suv quyiladigan)*, *o'rtasiga suv uriladigan (o'rtasiga suv quyiladigan)* va *yuqorisiga suv uriladigan(yuqorisidan suv quyiladigan)*larga bo'linadi.

Pastiga suv uriladigan g'ildiraklar suv dvigatelining eng sodda turi hisoblanadi. Ular o'zlari uchun alohida kanallar yoki to'g'onlar qurilishini talab qilmaydi, ammo shu bilan birga eng kichik FIKga ega, chunki ularning ishlashi noqulay prinsipga asoslangan. Bu prinsip shunga asoslanganki, g'ildirak tagidan oqayotgan suv uning parraklariga urilib, g'ildirakni aylanishga majbur qiladi. Shunday qilib pastiga suv uriladigan g'ildiraklar, faqatgina suvning harakat kuchidan foydalanadi. Bu turdagi suv g'ildiraklari Markaziy Osiyo mamlakatlarida, suv ko'tarish qurilmasi sifatida keng qo'llanilgan. O'zbekistonda u «Charxpalak» deb atalgan. Bugungi kunda ham muhimligini va afzalliklarini yo'qotmagan bunday sodda konstruksiyadagi ishlab turgan suv ko'tarish qurilmalarini hali, ham respublikamizning kanallari va ariqlarida ko'rish mumkin.

Pastiga suv uriladigan g'ildiraklar kanallar, novlar qurishni talab qilmaydi, chunki ular erkin oqimli suv energiyasidan, ya'ni uning tabiiy holatdagi kinetik energiyasidan foydalangan. Bunday g'ildiraklar daryo va irmoqlarga bosim hosil qilish uchun to'g'on qurmasdan o'rnatilgan, ularga energiya uzatish daryodagi suv oqimining zarbi orqali amalga oshirilgan. Suv g'ildiraklarining mexanik kuchi, remenli (yoki tishli) uzatmalar yordamida va orqali mashinalarga uzatilgan. Pastiga suv uriladigan g'ildiraklar, 0,1-1,0 m bosim va 1,0 – 5,0 m³/s suv sarfida qo'llanilgan. Bunday g'ildiraklarning FIK 30 - 40 % atrofida bo'lgan.

Energetik nuqtai-nazaridan qaraganda samaraliroq suv g'ildiraklaridan biri, o'rtasiga suv uriladigan g'ildiraklar hisoblangan, chunki unda pastga tushayotgan suvning og'irligidan ham foydalanilgan. O'rtasiga suv uriladigan (*o'rtasiga suv quyiladigan*) g'ildiraklar, 1,5-5,0 m bosimda va 0,5 – 3,0 m³/s suv sarfida qo'llanilgan. Kovshlarga suv, ish g'ildiragining yarim balandligida yoki undan ham pastroqqa uzatiladi. FIK 0,5-0,6 gacha etadi.

Eng takomillashgan, eng yuqori FIK ga ega bo'lgan g'ildirak, yuqorisiga suv uriladigan (*yuqorisidan suv quyiladigan*) suv g'ildiragi hisoblanadi. Bu turdagi g'ildiraklar Ural va Oltoydagi zavodlarda keng qo'llanilgan. K.D. Frolov tomonidan tayyorlangan g'ildirakning diametri 16-19 m atrofida bo'lgan (1765-1787 yillar).



2.2.3-rasm. Suv g'ildiragining turlari: *a* – pastiga suv uriladigan; *b* – o'rtasiga suv uriladigan; *v* – yuqorisiga suv uriladigan suv g'ildiraklari.

Yuqorisiga suv uriladigan(yuqorisidan suv quyiladigan) suv g'ildiraklari, bosim 4-10 m va suv sarfi 0,5 - 1,5 m³/s bo'lganda qo'llanilgan. Olib keluvchi novdan g'ildirakning eng yuqori nuqtasiga olib kelayotgan suv, kovshga tushib uni to'ldiradi va og'irlik kuchi bilan suv g'ildiragini harakatga keltiradi. FIK 0,7-0,8 gacha etib boradi.

Bunday g'ildirakning tuzilishi ham juda sodda. 2.2.3-rasmdan ko'rinib turibdiki, katta g'ildirak yoki barabanning gardishi bo'ylab bir qancha kovshlar o'tqazilgan. Novdan kelayotgan suv yuqori kovshga quyiladi. Suv bilan to'ldirilgan kovsh og'irlashadi, pastga tushadi va o'zi bilan gardishni pastga torta boshlaydi. G'ildirak aylana boshlaydi. Pastga tushgan kovsh o'rniga boshqasi keladi va suvga to'ldiriladi hamda pastga tusha boshlaydi. Ikkinchi kovsh o'rniga uchinchisi va shu tariqa boshqalari kelib suvga to'ldirila boshlaydi. Suvga to'lgan kovshlar gardishning pastgi nuqtaga etganda ulardagi suvlar to'kiladi. Boshqa har qanday bir xil sharoitda, yuqorisiga suv uriladigan g'ildiraklarning quvvati pastiga suv uriladigan g'ildiraklarning quvvatida katta bo'ladi, ammo u g'ildiraklarning gabariti katta bo'lib, uncha katta bo'lmagan aylanishlar tezligiga ega. Bundan tashqari ularni samarali

ishlashi uchun talaygina suv bosimini hosil qilish, buning uchun esa qimmatbaho kanallar, to'g'onlar va boshqalarni qurish zarur edi.

Har qanday suv g'ildiragi, g'ildirak bilan birga aylanadigan valga o'rnatiladi va u orqali aylanma harakat, yana harakatga keltirilishi lozim bo'lgan mashinaga uzatiladi. Qadimda va o'rta asrlarda bunday dvigatellar ishlab chiqarishning har xil sohalarida keng qo'llanilgan, ularning yordamida bolg'alar, havo haydovchi temirchilik bosqonlari, nasoslar, yigiruv mashinalari va boshqa mexanizmlar harakatga keltirilgan.

Birinchi suv g'ildiraklari butunlay yog'ochdan tayyorlangan. Suv g'ildiragi 1 minutda 4-8 marta aylangan. Keyingi suv g'ildiraklari metallardan yasala boshlagan va ular tez aylanadigan bo'lgan (aylanishlar soni 1 minutda 12 martagacha).

Dunyodagi eng katta (o'rtasiga suv uriladigan) suv g'ildiragi Rossiyada, Narva shahridagi Krengolm manafakturasiga o'rnatilgan. Diametri 9,15 m bo'lgan suv g'ildiragining quvvati, 5,18 m bosimda va 4,0-4,5 ayl./min. aylanishlar sonida 450 ot kuchiga teng bo'lgan. Bu gidroenergetik qurilma 1874 yilgacha ekspluatatsiya qilingan.

XVIII asrning boshlarida bunday gidrokuch qurilmalari, ishlab chiqarishning barcha sohalarini, manafaktura, metallurgiyu va boshqalarni qamrab olgan. Bug' mashinalari ixtiro qilinguncha, suv energiyasi ishlab chiqarishni harakatga keltiruvchi asosiy kuch hisoblangan.

Suv g'ildiraklarining asosiy kamchiliklari:

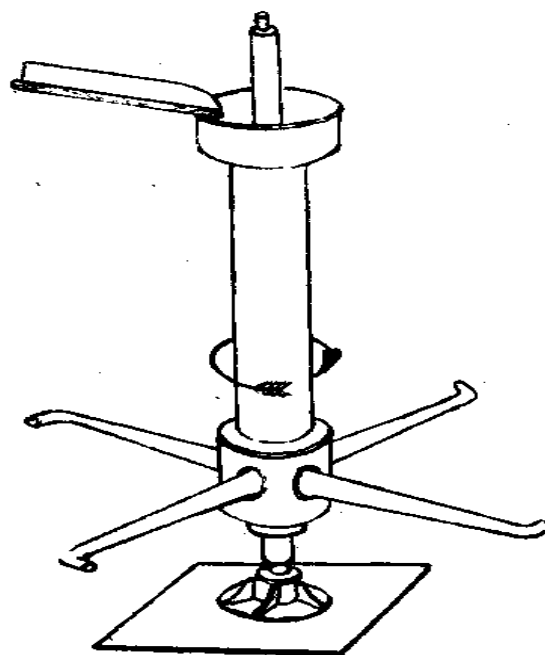
- ko'p joy oladigan, qupol;
- valining past aylanishi;
- past FIK.

Zamonaviy gidroturbinalarni rivojlanish tarixi. YUqorida keltirilgan kamchiliklarga qaramasdan suv qurilmalari shunday afzallikka ega edi (ushbu afzallik bilan juda tez rivojlangan bug' (issiqlik) energetikasi maqtana olmasdi), ya'ni ular qayta tiklanuvchi energiya turidan foydalanardi. SHuning uchun suv dvigatellarini rivojlanishi, ularning konstruksiyalarini takomillashtirish davom etdi.

1750 yilda Gettingen universitetida ishlovchi vengr olimi YAkob Segner, suv dvigateli to'g'risida butunlay yangi g'oyani ilgari surdi. Unga asosan suvning bosimi va og'irligi bilan birgalikda, suv oqimi hosil qiladigan reaksiya kuchidan ham foydalanish mumkinligi ko'rsatib berildi. Bungacha Segner g'ildiragining konstruksiyasi, matematik Daniilo Bernulli (1730 yil) tomonidan uning *"Hydrodynamika-Gidrodinamika" asarida aytib o'tilgan edi.*

Segner (Segner) YAnosh Androsh (1704-1777 yillar), venger matematigi va fizigi, peterburg Fanlar Akademiyasining chet ellik a'zosi (1754 yil), 1725 yildan boshlab Germaniyada ishlagan. Har xil ilmiy asboblarni konstruksiyasini ishlab chiqish va takomillashtirish bilan shug'ullangan, jumladan birinchi reaktiv gidravlik turbinani (1750 yilda-segner g'ildiragini) ixtiro qildi. Segner g'ildiragi-oqib chiqadigan suvning reaktiv harakatiga asoslangan asbob. Gorizontal tekislikda gardishsiz joylashgan g'ildirak bo'lib, parraklar o'rniga oxiri qayrilgan trubkalar bilan jihozlangan. Oxiri qayrilgan trubkalardan otilib chiqayotgan suvning reaktiv kuchi tufayli g'ildirak aylana boshlagan.

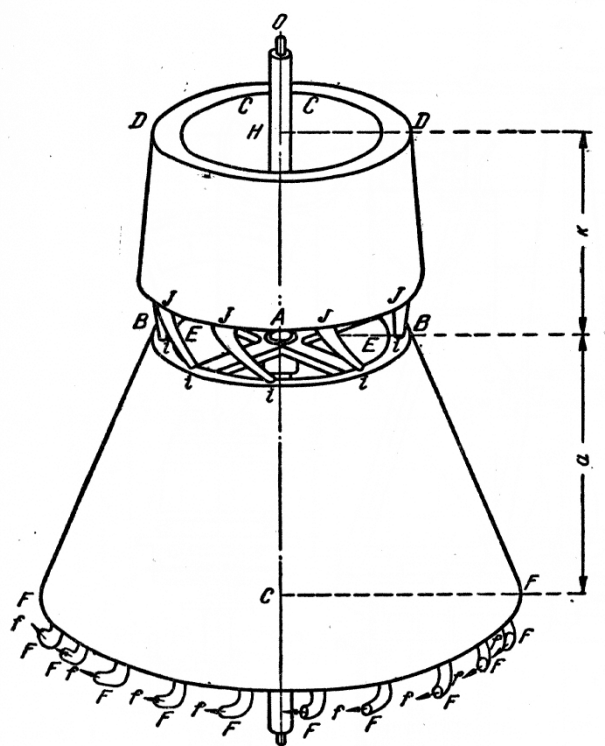
Bu qurilmaning harakatlanish prinsipi 4-rasmga asosan quyidagicha: suv yuqoridan idishga uzatiladi; idish pastiga u bilan bir o'q orqali ulangan, oxiri bir tomonga qayrilgan krest shaklidagi trubkalar joylashtirilgan. To'rt dona suv trubkalardan oqib chiqayotgan suvning reaksiya kuchi bir tomonga qarab ta'sir qiladi va g'ildirakni aylantira boshlaydi. Bu juda mohir va favqulodda topilma edi, ammo xuddi shu konstruksiyada u amaliyotda qo'llanmadi, biroq bir qancha injener va matematiklarda qiziqish o'yg'otdi.



2.2.4-rasm. Yakob Segner va uning ixtirosi («Segner g'ildiragi»)

Ulug' nemis matematigi L.Eyler, birinchilardan bo'lib o'zining bir necha maqolalarini Segner g'ildiragi tadqiqotlariga bag'ishlab, bu yangilikka o'z munosabatini bildirdi. Avvalo Eyler, Segner konstruksiyasidagi kamchiliklarni ko'rsatdi va g'ildirakning kichik FIK ratsional bo'lmagan energiya isrofining natijasi ekanligi ta'kidlab o'tdi. Sungra u bu isroflarni, agar yangi dvigatel g'oyasi to'liq amalga oshirilsa ancha kamaytirish mumkinligini to'g'risida yozdi. Ko'proq isroflar, avvalambor suvni g'ildirakka kirishida, suvning tezligi va yo'nalishini birdan o'zgarishidan kelib chiqadi (bu erda energiya zarbga sarflanadi). Ammo bu isroflarni g'ildirakka suvni shu aylanish yo'nalishi va aylanish tezligi bo'ylab uzatilsa kamaytirish mumkin. CHiqishda ham isroflar mavjud, chunki energiyaning bir qismi suvning chiqish tezligi bilan olib ketiladi. Umuman suv o'zining hamma tezligini g'ildirakka berishi kerak. Buning uchun Eyler, suv chiqaruvchi gorizonta trubkalarni, yuqoridan pastga ketadigan egri chiziqli trubkalar bilan almashtirishni taklif qildi. Unda suvni chiqarish uchun yonidan tirqish ochishga zaruriyat qolmasdi, chunki yopiq trubkaning pastdagi oxirini ochiq qoldirish mumkin edi. Kelajakda bu turdagi gidravlik mashina (asosan bu erda gap gidravlik turbina to'g'risida gap ketgan ammo o'sha vaqti bu nom - termin hali ishlatilmasdi) quyidagi ikki qismdan iborat

bo'lishini Eyler, oldindan aytib o'tgan edi: qimirlamaydigan yo'naltiruvchi moslama, bu moslama orqali o'tgan suv, mashinaning ishchi organi hisoblangan pastgi aylanuvchi g'ildirakka yo'naltiriladi. Aytib o'tilgan kamchiliklarga qaramasdan Eyler, Segnerning kashfiyotini juda yuqori baholadi va ziyraklik bilan Segner, kelajagi katta bo'lgan gidravlik dvigatellarning rivojlanishiga yangi yo'l ochganini ko'rsatib o'tdi.



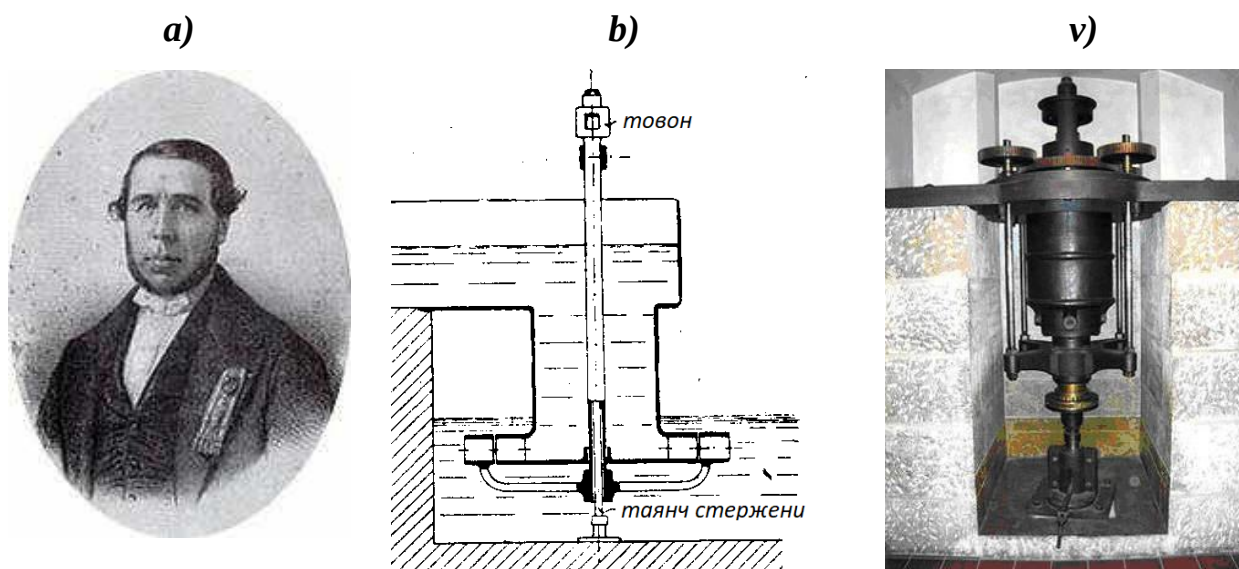
2.2.5-rasm. L.Eyler va uning qurilmasini chizmasi (turbina).

Gidravlik turbinalar suv g'ildiraklariga qaraganda ko'prok takomillashgan dvigatel hisoblanadi: birinchidan, ularni osongina kichik suv sarflari va katta bosimlarda qo'llash mumkin; va ikkinchidan, ular yuqori FIKni beradi. Birinchi gidroturbinalar mohiyati jihatidan takomillashtirilgan suv g'ildiraklari hisoblanib, faqatgina quyidagi elementlar qo'shilgan edi:

- yo'naltiruvchi moslama;
- turbinada suvni radial yoki o'qi bo'ylab harakati yo'nalishini tashkil qilish;
- suv energiyasining reaktiv aktiv qismlaridan foydalanish.

Birinchi boʻlib 1827 yilda suv gʻildiragiga yoʻnaltiruvchi moslamani professor Klod Byurden qoʻlladi. Oʻ birinchi boʻlib oʻzining mashinasini turbina (lotinchadan turbo – tez aylanish, «pildiroq») deb nomladi. SHundan sung turbina soʻzi kundalik soʻzga aylandi. Birinchi boʻlib amalda qoʻllash mumkin boʻlgan turbinani 1832 yilda Klod Byurdenni shogirdi Benua Furneyron yaratdi. Uning turbinasi ikkita konsentrik bir-biriga qarshi yotgan gʻildiraklardan tashkil topgan: ichki, qimirlamaydigan, yoʻnaltiruvchi moslamadan iborat; va tashqi, qayrilgan parraklar bilan-va ular turbinaning ishchi gʻildiragi hisoblangan.

Suv turbinaga balanddan quvur orqali uzatilgan va yoʻnaltiruvchi moslamaning parraklariga kelib tushgan. Bu parraklar suvni egri chiziq boʻylab harakatlanishga majbur etgan, natijada suv turbina gʻildiragining parraklariga zarbsiz, uning barcha ichki aylanasi boʻylab gorizontal holatda oqib kirgan, oʻzining barcha energiyasini gʻildirak parraklariga berib, sungra uning ichki aylanasi boʻylab bir xil oqib pastga tushgan. Turbina gʻildiragi mustahkam qilib, harakatni uzatuvchi vertikal val bilan ulangan. Furneyron turbinasining FIK 80% gacha etgan



2.2.6-rasm. Benua Furneyron va uning turbinasi:*a - Benua Furneyron; b - Furneyron turbinasining sxemasi; v-Furneyron turbinasi.*

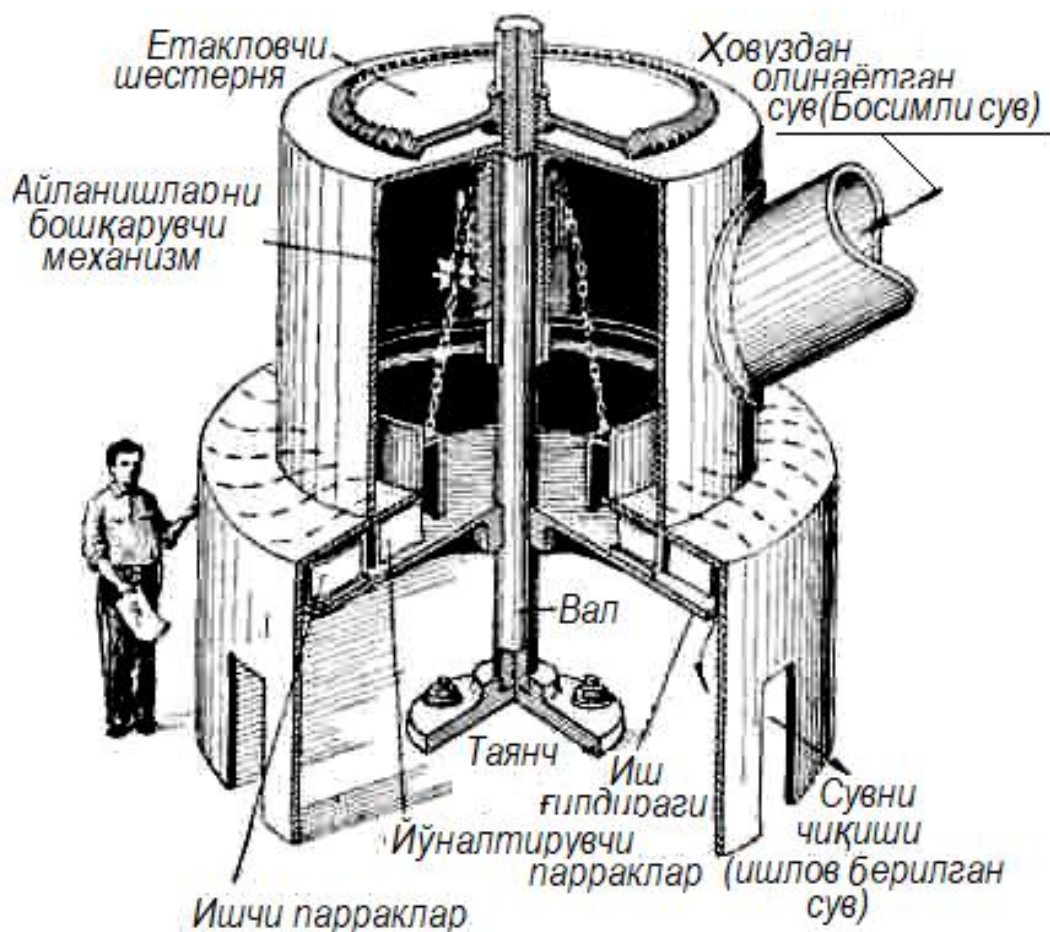
Furneyron tomonidan yaratilgan konstruksiya, keyingi turbinalar qurilishida muhim ahamiyatga ega edi. Ushbu ajoyib ixtiro to'g'risidagi ovoza, juda tez Evropa bo'ylab tarqaldi. Juda ko'p mamlakatlarning injener mutaxassislari bir necha yil mobaynida e'tiborsiz bo'lgan SHvarsvaldga, ishlab turgan Furneyron turbinasini, xuddi ulug' narsani ko'rishga kelgandek kelib turishdi. Tez orada turbinani butun dunyoda qura boshlashdi.

Furneyron o'zining ixtirosini "Xalq sanoatiga ko'maklashuvchi Parij jamiyati" tanloviga, etarli darajada quvvatli va amaliyotda qoniqarli ishlayotgan suv dvigatelini qurish bo'yicha tayyorladi. Furneyron turbinasi, tanlovning pul mukofati (6 000 frank) bilan taqdirlandi va 1883 yilda Fransiyaning Du shahridagi metallurgiya zavodiga quvvati 5,0 ot kuchlili mashina o'rnatildi. Reaktiv turbinaning diametri 30 sm va aylanish tezligi 1 minutda 200 martadan ortiq edi. SHu kundan boshlab "**turbina**" so'zi muomilaga kirdi.

Furneyron turbinasi ichki suv uzatiluvchi radial turbinalar turiga mansub edi. 1837 yili Furneyron turbinasi 110 m bosimda ishlab, quvvati 600 ot kuchiga etdi. 1855 yilga kelib Furneyron turbinasining quvvati 800 ot kuchigacha etdi.

"Gorizontal suv g'ildiragi" deb atalgan Ignatiy Safonovning gidroturbinasi 1837 yilda qurilgan edi. Turbina Alapaevsk cho'yan eritish va temir ishlari zavodidagi prokat stanogini harakatga keltirar edi. Katta quvvatli (35 ot kuchi) yangi suv dvigатели nisbatan uncha katta emasdi. Safonov turbinasining diametri ikki metrdan ortiqroq-bir necha barobar suv g'ildiragi diametridan kichikroq edi, ammo suv g'ildiragi bajaradigan ishni bajarar edi. Bundan tashqari turbina quvvatni va aylanishlar sonini aniq boshqarish imkoniyatiga ega bo'lib, suvni ancha kamroq sarf qilar edi.

1839 va 1841 yillarda Safonov Uralda yana ikkita turbina qurdi, ulardan biri Neyvo-SHaytan zavodida temir prokati, duxoba va kesish stanlarini harakatga keltirar edi. Safonovning birinchi turbinasi suvning foydali qismi energiyasidan xuddi yaxshi suv g'ildiragi foydalangandek foydalandi, uning FIK 53 % ga teng edi. Safonov tomonidan keyinroq qurilgan mashinalarning FIK 70-75 % ni tashkil qilgan.

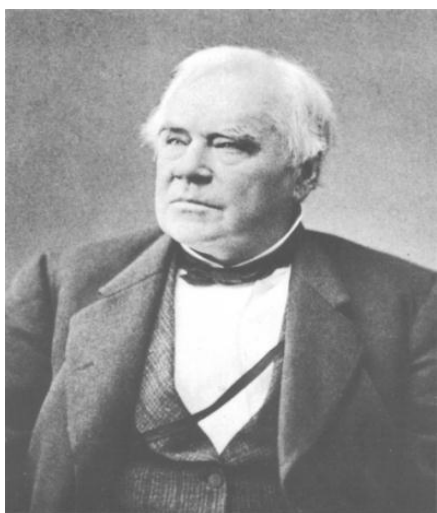


2.2.7-rasm. Safonov turbinasi (1837 yil)

1844 yilda Redtenbaxer o'zining "Turbina va ventilyatorlarning nazariyasi va tuzilishi" nomli kitobida turbinalar va bosim beruvchilar haqidagi barcha nazariya va tadqiqotlarni bir nazariyaga olib keldi. U nazariy jihatdan tashqi suv uzatishli radial turbinani yaratish mumkinligi isbotladi.

Bunday turbinalarni amerikalik injener Djeysms Frensis yaratdi va 1851 yilda Louell (Massachusetts shtati, AQSH) yaqinidagi kanallarda eksperimentlar o'tkazib ularni takomillashtirdi. SHuning uchun bu turbinalarni butun dunyoda Frensis turbinasi deb atashadi. SHu bilan birga Frensis faqatgina turbinani taklif qilmasdan balki, turbinani hisoblash tizimini taqdim etdi, xuddi shuningdek turbinalarni sinash bo'yicha kompleks tadqiqotlar o'tkazdi. Radial-o'qiy turbinalar odatda ish g'ildiragiga qattiq mahkamlangan katta diametrli parraklari bilan farq qiladi, ammo yo'naltiruvchi moslama ularda ham xuddi parraklari buraladigan turbinalarga o'xshash bo'ladi. Radial-o'qiy turbinalar eng eski turbinalar hisoblanadi ammo eng

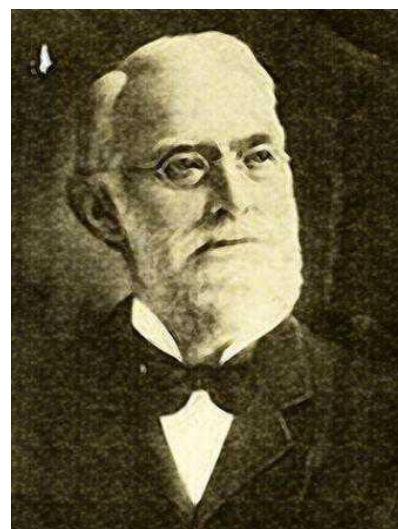
ko'p tarqalgan turbinalar turiga kiradi. Texnik oddiyligi (va mos holda arzonligi), juda keng diapozonli mumkin bo'lgan bosimi va suv sarfi, ularni lider sifatida tan olinishiga sabab bo'ldi. Dunyoning ulkan gidroelektrostansiyalarida mana shu turbinalar o'rnatilgan, turbinaning birlik quvvati bo'yicha rekord ularga tegishlidir. Frensis turbinasi bir necha marta takomillashtirildi, o'zining zamonaviy qiyofasiga 19 asrning oxirida nemis injeneri Fink tomonidan, yo'naltiruvchi apparatning buraladigan parraklari ixtiro qilingandan sung ega bo'ldi. Frensis turbinasi zamonaviy turdagi turbinalardan biriga aylanib bo'lgan edi. Frensis turbinasi Fink regulyatori bilan birgalikda uni elektrogeneratorga oraliq uzatuvchisiz (bir valga) ulash imkonini berdi va bu uni gidroenergetikaga keng tatbiq qilishni boshlanishi bo'ldi.



Djeysms Frensis



Viktor Kaplan



A. Pelton

2.2.8-rasm. Gidravlik turbinalarni ixtiro qilgan atoqli olim va tadqiqotchilar

Parraklari buraladigan turbinalar nisbatan yosh-ularga hali 100 yil to'lgani yo'q. 20 asrning boshlanishida dunyoda ikki xil turbinadan foydalanishgan: juda yuqori bosimli-kovshli va qolgan boshqa barcha holatlar uchun-radial-o'qiy. SHu vaqtning o'zida, katta bo'lmagan bosimlarga hisoblangan radial-o'qiy turbinalar, juda katta o'lchamlar va og'irlikka ega hamda mos holda narxi ham qimmat. Samaraliroq turbinalarni ixtiro qilish bo'yicha juda ko'p olimlar mashg'ul bo'ldilar, ammo muvaffaqiyat 1912 yili parraklari buriladigan turbinani patentlashtirgan avstriyalik

injener Viktor Kaplana nasib etdi. Ammo, texnologiyani o'rganish uchun yana 10 yil vaqt ketdi-bu turdagi birinchi turbina 1922 yilda GESga o'rnatildi. Butun dunyoda bu turdagi turbinani «Kaplan turbinasi» deb atashadi. Viktor Kaplan 1900 yilda Brno shahridagi nemis oliy texnika maktabida ishlaydi. 1913 yildan shu maktabning professori. Maktabda jihozlangan laboratoriya mavjud edi. Ushbu laboratoriyada Kaplan, gidravlik turbinalarining ishlashi bo'yicha nusxalarida tadqiqotlar o'tkazdi. Turbinalarning tezyurarligini oshirishga intilib, birinchilardan bo'lib parraklari buraladigan rekativ o'qiy turbinaning konstruksiyasini ishlab chiqarishni boshladi (1912 yildan boshlab) va unga 1920 yili patent oldi. Bunday turdagi turbinalarda yo'naltiruvchi moslamaga suvni radial uzatish va suvni yo'naltiruvchi moslama hamda ish g'ildiragi orasida katta oraliqda ish g'ildiragi bo'ylab o'qiy o'tishiga erishildi.

Konstruksiyasi jihatidan parraklari buraladigan turbinalar, radial-o'qiy turbinalardan katta farq qiladi. O'zining shakli bo'yicha ular kemalar vintni eslatadi. Burish mexanizmi ish g'ildiragi vtulkasida joylashgan va yog' bosimi ostida harakatga keltiriladi. Parraklarni optimal burchakka burish, bosim o'zgarganda, turbinani katta FIK ishlashiga imkon beradi. SHu vaqtning o'zida, parraklari buriladigan turbinalarda imkoniyat chegaralangan-yuqori bosimda ular kavitatsiyani rivojlanishi tufayli samaradorligini yo'qotadi. Maksimal amalga oshirilgan bosim 70-80 m ni tashkil qiladi.

Dunyodagi eng katta parraklari buraladigan turbinalardan biri, Leningrad metall zavodida tayyorlangan va Dunay daryosidagi serb-rumin GESi Jerdap-1 ga o'rnatilgan turbina hisoblanadi. Ularning quvvati 200 MVtni tashkil qiladi.

Bu turdagi turbinalardan dunyoda eng kattasi, Venesueladagi Karoni daryosidagi Tokoma GESiga o'rnatilgan. Ularning quvvati 235 MVtga teng (generatorni quvvati 216 MVt). Eng katta parraklari buraladigan turbinalar Saratov GESiga o'rnatilgan (ish g'ildiragi diametri 10,3 m)

Past bosimli qurilmalar uchun Kaplan gidravlik turbinalari, o'zining rivojlanish jarayonida 2 bosqichni bosib o'tdi. Ish g'ildiragidan suv o'tishini qiyinlashtiradigan har xil qismlarni yo'qotishga harakat qilib, V.Kaplan 1916 yildagi

patentida gardishsiz turbinani taklif qildi va unga kemalarni harakatga keltiradigan vint shaklini berdi. Yo'naltiruvchi moslamaning buraluvchi parraklari bilan tartibga solib olingan to'liq bosimda natijasida, ish g'ildiragining tezyurarlik koeffitsienti 1000 gacha va FIK 80-82 % gacha ko'tarildi. Ammo tajribalar, ish g'ildiragiga suv to'liq olib kelinmaganda FIK birdan pasayib ketishini ko'rsatdi. Buning natijasida ish g'ildiragining parraklari buraladigan turi taklif qilindi. SHuning uchun bugungi kungacha bu turdagi turbinani, parraklari buraladigan turbina deb atashadi.

V.Kaplan o'zining bu turdagi turbinasi uchun birinchi bo'lib, turbina va yo'naltiruvchi moslama parraklarini avtomatik tarzda burishni taklif qildi.

150-300 m dan yuqori bo'lgan bosimlar uchun turbinalar, yuqorida yozilganlarga nisbatan butunlay boshqacha. Ularda, suv oqimini hosil qilib ish g'ildiragiga uzatuvchi 1 donadan 6 donagacha aylana kesimidagi soplolar bo'ladi. Uzatiladigan suv sarfi, soplolarning o'tish kesimini yopish bilan tartibga solinadi. Ish g'ildiragi, o'qiy va radial-o'qiy turbinalardek suv ostida emas balki, ochiq havoda ishlaydi. YUqori tezlikdagi erkin suv oqimi, ikki kovsh shaklidagi ish g'ildiragi parraklariga uriladi. Kovshli turbinaning konstruksiyasi 1878 yili amerkalik injener A.Pelton tomonidan taklif qilinib, 1880 yilda patentlandi. A. Lester Pelton, Kaliforniyaning oltin konlaridagi ish g'ildiraklarini takomillashtirish davomida, Pelton g'ildiragi deb ataluvchi impulsli turbinani kashf qildi. Sopladan chiqayotgan suv oqimi, kovsh shaklidagi ish g'ildiragi parraklariga urilib, uni aylanishga majbur qiladi. Vertikal g'ildirak gorizontaal o'qqa mahkamlanadi va suvning kuchli bosimi ostida samarali ishlay boshlaydi. 1880yilda Pelton ixtirosini patenlashtirdi va uni San-Fransiskodagi «Pelton Uoter Uil kompani» kompaniyasiga sotdi.

Amerkalik injener A.Pelton, yangi konstruksiyadagi ish g'ildiragini yaratib, oqimli turbinani takomillashtirdi. Bu g'ildirakda, ilgari oqimli turbinaning tekis parraklari, u ixtiro qilgan, birgalikda birlashtirilgan ikkita qoshiq shaklidagi maxsus parraklar bilan almashtirildi. Shunday qilib parraklar ilgargidek tekis emas balki, o'rtasi o'tkir qirrali botiq botiq shakliga olib kelindi. Bunday tuzilishdagi parraklarda, suv oqimining juda kam qismi bekorga isrof bo'lib, suv oqimidan to'liq foydalanish imkonini berdi.

Manbadan kelayotgan suv Pelton turbinasiga quvurlar orqali uzatiladi. Suv ko'p bo'lgan joylarda quvur qalin, suv kam joylarda esa quvur yupqa qilib tayyorlandi. Suv uzatuvchi quvurning oxiri torytirilib uchli qilindi yoki suv oqimi katta kuch bilan otilib chiqadigan soplo o'rnatildi. Suv oqimi, o'tkir qirrali qoshiq shaklidagi g'ildirak parraklariga uriligandan sung ikkiga bo'linib, parraklarni oldinga itara boshlaydi va ish g'ildiragi aylana boshlaydi. Ishlatib bo'lingan olib ketish quvuri orqali pastga oqib tushadi.

Ish g'ildiragi parraklari va soplo bilan birgalikda yuqoridan cho'yan yoki temir g'ilof bilan berkitiladi. Kuchli bosimda Pelton turbinasi juda katta tezlikda, 1 minutda 1000 martagacha aylana boshlaydi. Qaerda kuchli bosim hosil qilish imkoni bo'lsa undan foydalanish juda qulay edi. Pelton turbinasining FIK juda yuqori bo'lib, 85% ga yaqinlashib qolgani sababli, undan foydalanish juda avj olib ketdi.

YUqorida keltirilgan olim va ixtirochilardan tashqari gidravlik turbinalarning rivojlanishiga Jerar, Suppinger, Fonten, Jonval, Sveyn, Ponsele va boshqalar katta hissa qo'shishdi.

XIX asrning ikkinchi yarmidan boshlab turbinalar ishlab chiqarish tez rivojlanib ketdi. Turbinalar ishlab chiqaruvchi juda ko'p firmalar tashkil qilindi. Bular - «Foyt» Avstriya va Germaniyada, «Esher Viss» va «Sharmn» Shveysariyada, «Riva» Italiyada, KMV va «Noxab» Shvetsiyada, «Allis-Chalmers» AQSHda, «Xitachi» va «Toshiba» Yaponiyada, «Neyrpik» Fransiyada. Rossiyada turbinalar ishlab chiqarish bilan OAO "Силовые машины" (ilgarigi LMZ, «Leningrad metall zavodi»), ZAO "МНТО ИНСТ" va Ukrainada PAO «Turboatom» (XTZ, «Xarkovturbina zavodi»).

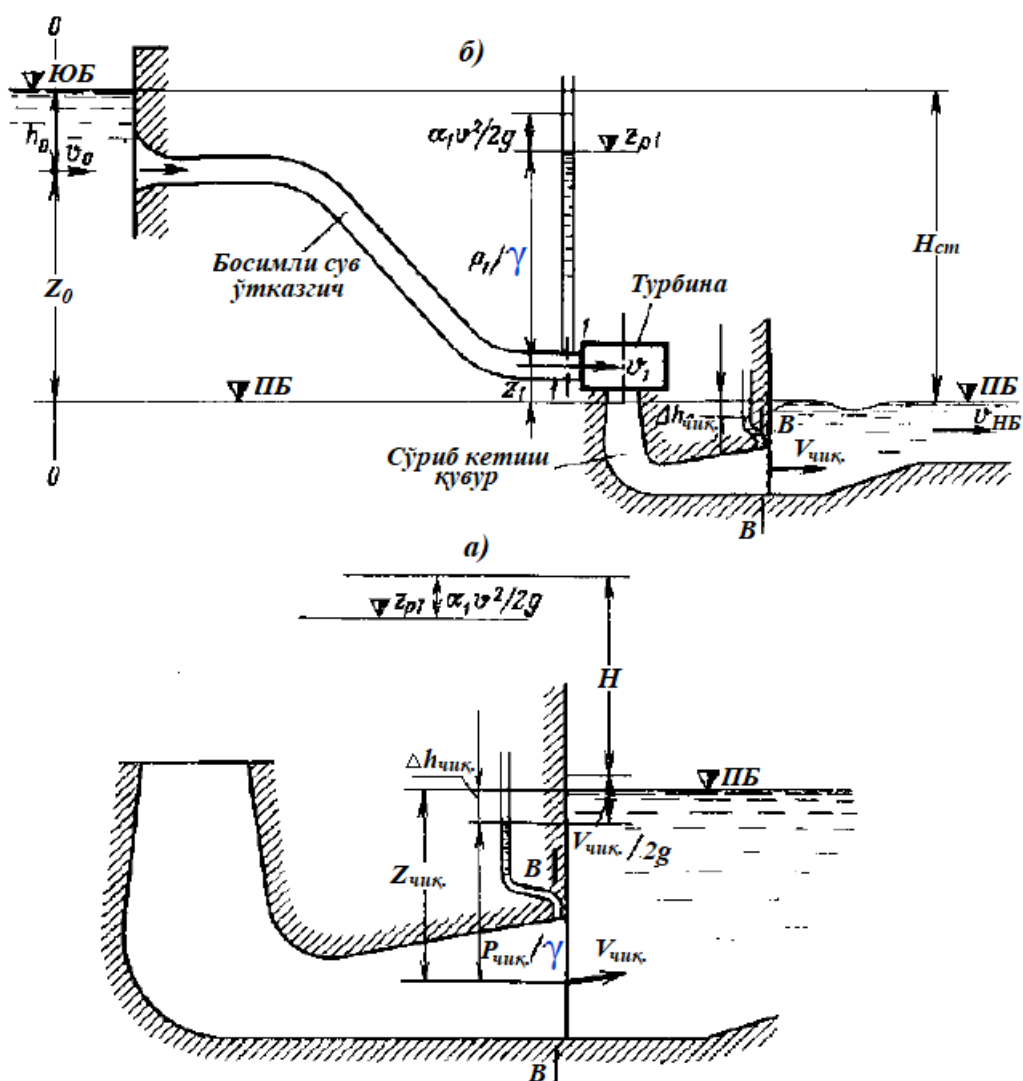
Zamonaviy turbinalar ishlab chiqarishning asosiy g'oyalari:

- ekspluatatsiya qilishning ishonchliligi va iqtisodiy samaradorligini oshirish;
- GESning energetik jihozlari va binolarining narxini kamaytirish maqsadida, kichik gabarit va kam og'irlikda, hisob quvvatni ta'minlab, gidroturbinalarning tezyurarliligini oshirish;
- hisobiy bo'lmagan bosim va yuklanishda ishlayotgan agregatlarning energetik xarakteristikalarini yaxshilash va o'rtacha ekspluatatsion FIKni oshirish;

- pastgi bef suv sathiga nisbatan turbinaning suv oqib o'tadigan qismining emirilishini kamaytirish va o'rnatish sathini pasaytirish maqsadida kavitatsion xarakteristikalarini yaxshilash, GES binosi bo'yicha qurilish ishlari narxini keskin kamaytirishga olib keladi.

2.3.TURBINANING ASOSIY PARAMETRLARI

Gidravlik turbinaning asosiy parametrlariga quyidagilar taaluqlidir: bosim-N; suv sarfi- Q; quvvat-N; FIK- η .



2.3.1-rasm. GESning suv oqib o'tadigan qismi

Turbinaning bosimi. Turbina bosimi- N , turbinaga 1-1 kirish kesimidagi solishtirma energiya- e_{kir} . bilan turbinadan 2-2 chiqish kesimidagi solishtirma energiyalar- e_{chiq} . farqiga teng

$$N = e_{kir} - e_{chiq} \cdot \dot{V} = \dot{a}_{\hat{a}\hat{o}} - \dot{a}_{\hat{a}\hat{u}\hat{o}}, \quad [m] \quad (1.1)$$

Ma'lumki, oqayotgan suyuqlik oqimining solishtirma energiyasi teng:

$$\dot{a} = \frac{\check{\delta}}{\rho g} + z + \frac{\alpha v_{\hat{n}\hat{o}}^2}{2g} = \dot{f} \quad (1.2)$$

Unda quvurga kirishdagi solishtirma energiya teng bo'ladi:

$$\dot{a}_{\hat{a}\hat{o}} = \frac{\check{\delta}_1}{\rho g} + z_1 + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} \quad (1.3)$$

Bu erda: v_1 -1-1 kesimdagi o'rtacha tezlik.

$\frac{\check{\delta}_1}{\rho g}$ ni topish uchun yuqori befdagi 0-0 kesim va pastgi bef sathiga nisbatan 1-1

kesim uchun Bernulli tenglamasini tuzamiz:

$$\frac{\check{\delta}_0}{\rho g} + z_0 + \frac{\alpha_0 v_0^2}{2g} = \frac{\check{\delta}_1}{\rho g} + z_1 + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} + h_{\hat{m}\hat{o}} \quad (1.4)$$

Gidravlik qarshiliklar- Δh , uzunlik bo'yicha va mahalliy qarshiliklar (kirishda, burilishda va boshqalarda) yig'indisidan iborat bo'ladi.

Chiqishdagi solishtirma energiya, V-V kesimdagi pezometrik sath - $\Delta h_{\hat{a}\hat{u}\hat{o}}$ va tezlik hosil qilgan bosimlar- $\frac{v_{\hat{a}\hat{u}\hat{o}}^2}{2g}$ yig'indisi sifatida aniqlanadi [Krivchenko]:

$$\dot{a}_{\hat{a}\hat{u}\hat{o}} = \Delta h_{\hat{a}\hat{u}\hat{o}} + \frac{v_{\hat{a}\hat{u}\hat{o}}^2}{2g} \quad (1.5)$$

Unda bosim quyidagi formula bilan ifoda qilinadi:

$$\boxed{\dot{I} = \dot{a}_{\hat{a}\hat{o}} - \dot{a}_{\hat{a}\hat{u}\hat{o}} = \dot{I}_{\hat{n}\hat{o}} - h_{\hat{u}\hat{o}} + \frac{\alpha_0 v_0^2}{2g} - \Delta h_{\hat{a}\hat{u}\hat{o}} - \frac{v_{\hat{a}\hat{u}\hat{o}}^2}{2g}} \quad (1.6)$$

Bu erda: $\dot{I}_{\hat{n}\hat{o}}$ -GESning statik bosimi, yuqori va pastgi beflar farqidan iborat bo'ladi: $\boxed{\dot{I}_{\hat{n}\hat{o}} = \nabla \phi_{\hat{A}\hat{A}} - \nabla \phi_{\hat{I}\hat{A}}}$

Agar chiqish kesimi qilib, turbinadan ma'lum uzoqlikdagi, pastgi befdagi kesim olinsa, unda $\dot{a}_{\hat{a}\hat{u}\hat{o}} = \frac{\alpha_{\hat{I}\hat{A}} v_{\hat{I}\hat{A}}^2}{2g}$, va formula quyidagi ko'rinishni oladi.

$$H = H_{cm} - h_{nom} + \frac{\alpha_0 v_0^2}{2g} - \frac{\alpha_{n\hat{o}} v_{n\hat{o}}^2}{2g} \quad (1.7)$$

Bunday bosim *netto bosim* deb ataladi.

$\frac{\alpha_0 v_0^2}{2g}$ va $\frac{\alpha_{\hat{I}\hat{A}} v_{\hat{I}\hat{A}}^2}{2g}$ juda kichik miqdor bo'lganligi uchun odatda ular amaliy hisob-kitoblarda hisobga olinmaydilar va quyidagi formuladan foydalaniladi.

$$\boxed{\dot{I} = \dot{I}_{\hat{n}\hat{o}} - h_{\hat{u}\hat{o}}} \quad (1.8)$$

2.3.2 Turbinaning quvvati. Turbinaning quvvati deb, birlik vaqt ichida turbinadan o'tgan suyuqlik bajargan ishga aytiladi. Bunda turbinaning oqib o'tayotgan suyuqlikdan olayotgan energiyasi teng bo'ladi:

$$N_{\epsilon} = \rho g Q H = \gamma Q H, [Vt] \quad (1.9)$$

Har xil yo‘qotishlardan (mexanik, gidravlik, hajmiy) tashqari bu quvvatning bir qismi, valga uzatilishi va boshqa energiya turiga aylantirilishi mumkin (generatora, mexanik uzatmalarda va boshqalarda). Bu quvvat *foydali quvvat* deb ataladi (yoki oddiy *turbina quvvati*) deb ataladi.

$$N_{\text{нол}} = N_{\text{мырб}} = \rho g Q H \eta = \gamma Q H \eta, \quad [Vt] \quad (1.10)$$

Bu formulada: Q-cuv sarfi, birlik vaqt ichida turbinadan o‘tgan suv hajmi (m^3/s , l/s);

η - turbinaning foydali ish koeffitsienti (FIK), turbinadan oqib o‘tayotgan suyuqlikni gidravlik energisini valning aylanish mexanik energiyasiga aylantirishda hosil bo‘ladigan har xil turdagi qarshiliklar tufayli isrof bo‘lgan bosimni hisobga oladi.

Zamonaviy gidroturbinalarning FIK ancha yuqori va 0,9—0,95 yoki 90—95% nitashkil qiladi.

2.4 Turbinalar klassifikatsiyasi.

Suqliklar mexanikasining asosiy qonunidan-Bernulli qonunidan- kelib chiqadiki, gidroturbinaning ish g‘ildiragiga kirishdagi solishtirma energiya quyidagilarni tashkil qiladi (-rasm):

$$E_{\text{куп}} = Z_{\text{куп}} + \frac{p_{\text{куп}}}{\rho g} + \frac{v_{\text{куп}}^2}{2g} \quad (1.12)$$

Ish g‘ildiragidan chiqishda esa –

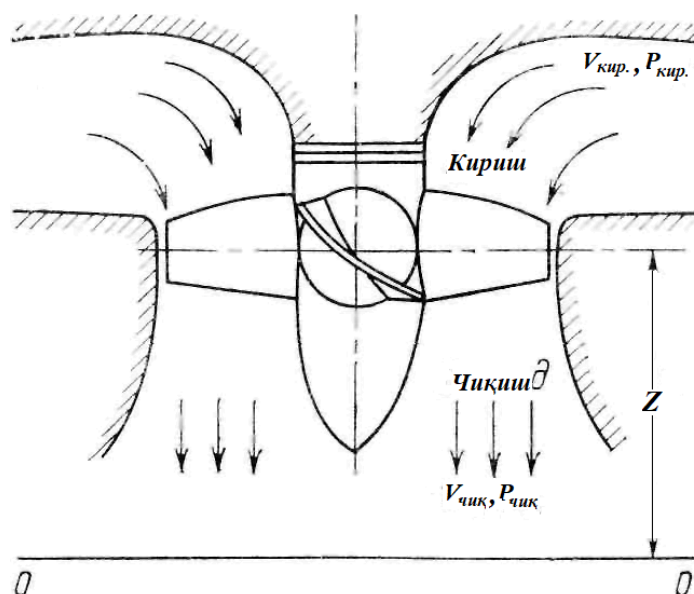
$$a_{\text{âûô}} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} \quad (1.13)$$

Bu erda: R_k va R_{ch} – gidroturbinaga kirishdagi va chiqishdagi bosim, Pa;

$\gamma = \rho g$ – suyuqlikning hajmiy og‘irligi, t/m^3 ;

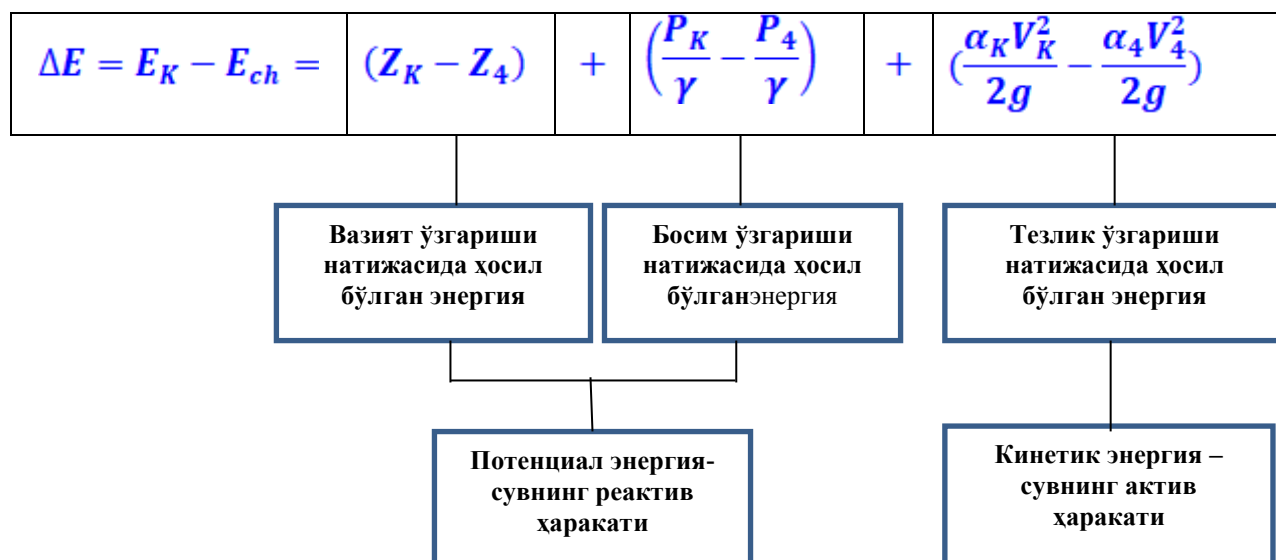
ρ – suyuqlikning zichligi, kg/m^3 ;

g —erkin tushishi tezlanishi, m/s^2 .



2.4.1-rasm. Hidroturbinaning ish g'ildiragida suyuqlikning harakatlanish sxemasi.

SHunday qilib, suyuqlikning gidravlik turbinaga berayotgan energiyasi (ΔE), uning ish g'ildiragiga kirishdagi (E_k) va undan chiqishdagi (E_{ch}) energiyalar farqiga teng (1-tenglama-sxema).



1-tenglama-sxema. Potensial va kinetik energiyaning tashkil qiluvchilari.

SHunday qilib, oqimning barcha energiyasi (-rasm), vaziyat o'zgarishi $(Z_{kir} - Z_{chiq.})$ va bosim o'zgarishi $(\frac{P_{kup} - P_{chik}}{\gamma})$ natijasida hosil bo'ladigan potensial energiya va kinetik energiyadan $(\frac{v_{kup}^2 - v_{chik}^2}{2g})$ tashkil topdi.

Bernulli tenglamasidagi uch bo'lakdan qaysi biri bosim hosil qilishda qatnashishiga nisbatan, gidroturbinalar bir necha turlarga bo'linadi. Qisman bo'lsa ham potensial energiyadan foydalanuvchi gidroturbinalarga reaktiv gidroturbinalar deyiladi. Bunday gidroturbinalarda $z_1 - z_2 + \left(\frac{P_1}{\gamma} - \frac{P_2}{\gamma}\right) > 0$, demak ish g'ildiragida energiya, ortiqcha bosim hisobiga o'zgaradi. Bundan tashqari, turbina ish g'ildiragida qisman oqimning kinetik energiyadan ham foydalaniladi.

Agar gidroturbina, oqimning faqat kinetik energiyasidan foydalansa, unda ular aktiv turbinalar deyiladi. Bunday turbinalarda $z_1 = z_2$; $r_1 = p_2$, ya'ni ish g'ildiragiga suv ortiqcha bosimlarsiz uzatiladi. YUqori FIKga erishish uchun ularda deyarli hamma bosim tezlikka aylantiriladi.

Gidroturbinaning quvvati tenglamaga asosan quyidagicha yozilishi mumkin:

$$N_T = 9.81 Q_T H_T \eta_T \quad (2.14)$$

Bu erda: Q_T – turbinaning suv sarfi; N_T – turbinaning bosimi; η_T – turbinaning FIK.

Bu formuladan shu narsa kelib chiqadiki, Q_t va N_t larni xilma xil miqdorlarida, bir necha yuz kilovatt dan bir necha ming kilovattgacha quvvatni kichik suv sarfi- Q_t va katta bosimda- N_t olish mumkin yoki teskarisi bo'lishi mumkin.

Amaliyotda turbinalarni *sinflarga*, *tizimlarga*, *turlarga* va *sinflarga* bo'lish qabul qilingan.

Reaktiv gidroturbinalar sinfi quyidagi tizimlarni birlashtiradi: *o'qiy*; *propellerli* va *parraklari buraladigan*; *diagonal* va *radial-o'qiy*.

Aktiv gidroturbinalar sinfiga cho'michli, *qiya oqimli* va *ikki karrali* turbinalar tizimi kiradi. Oxirgi ikki tizim (*qiya oqimli* va *ikki karrali*) cho'michli turbinalar kabi juda keng tarqalmagan. – rasmda gidravlik turbinalar klassifikatsiyasi keltirilgan

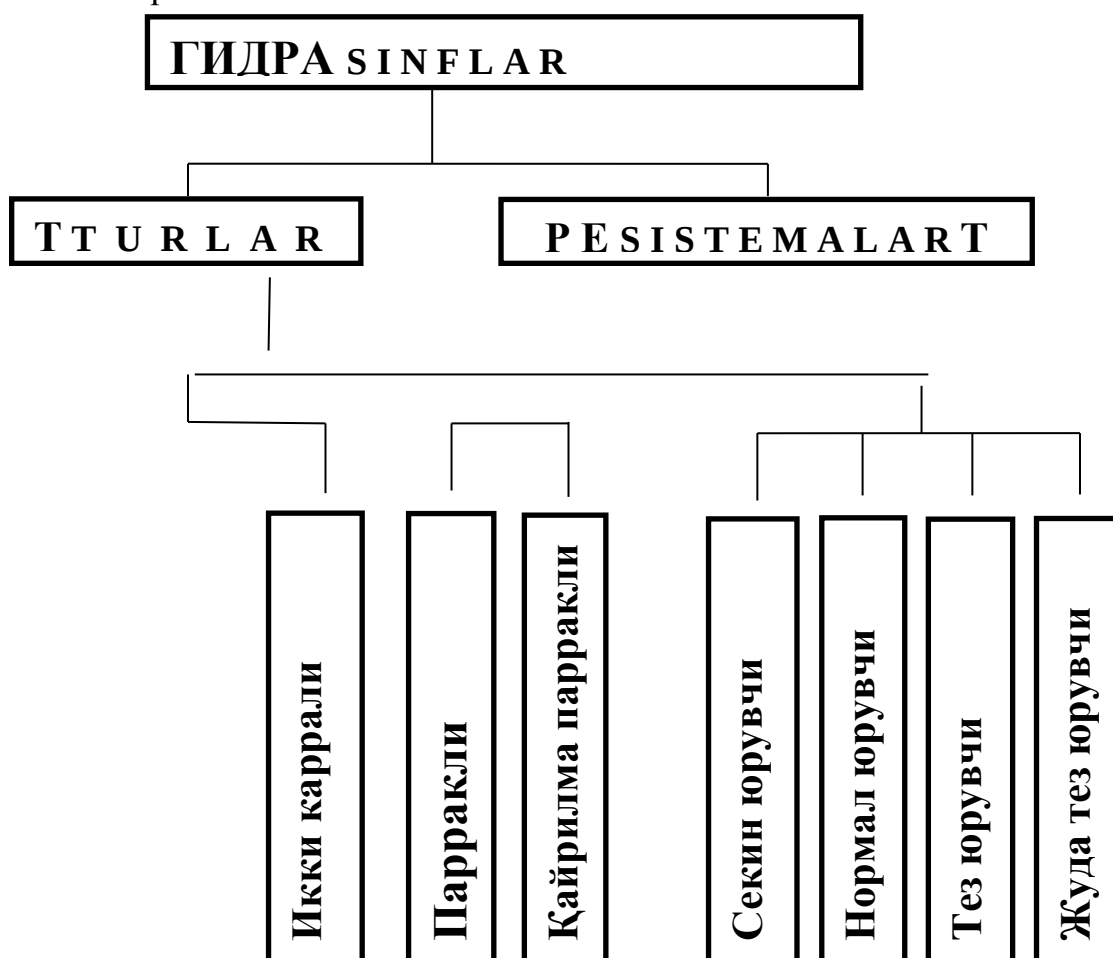
Gidroturbinaning suv oqadigan trakti uch elementdan iborat bo‘ladi: ish g‘ildiragi; ish g‘ildiragiga suv olib keluvchi qurilmalar; ish g‘ildiragidan suvni olib ketuvchi qurilmalar. Gidroturbinaning asosiy qismi ish g‘ildiragi hisoblanadi. Ish g‘ildirga parraklari bilan suv oqimining o‘zaro ta’siri hisobiga gidravlik energiya boshqa energiyaga aylantiriladi. SHuning uchun turbina turi, asosan ish g‘ildiragi shakli va suyuqlikni uning parraklari orasida harakatlanish shartlariga asosan aniqlanadi. Zamonaviy gidroenergetik qurilishda turbinalarning to‘rt turidan (tizimidan) keng foydalaniladi. Ularning har biri, bosim bo‘yicha -rasmda ko‘rsatilgandek qo‘llanish chegarasiga egadir (-rasm).

O‘q i y turbinalar uncha katta bo‘lmagan bosimda qo‘llaniladi—70 m gacha.

D i a g o n a l turbinalar 40 m dan 200 m gacha bosim oralig‘ida ishlashi belgilangan.

R a d i a l – o‘q i y turbinalar, bosimning 50 -700 m oralig‘ida qo‘llaniladi.

CH o‘ m i ch l i turbinalar, bosimning 400 -1700 m oralig‘ida va undan ortiq bosimlarda qo‘llaniladi.

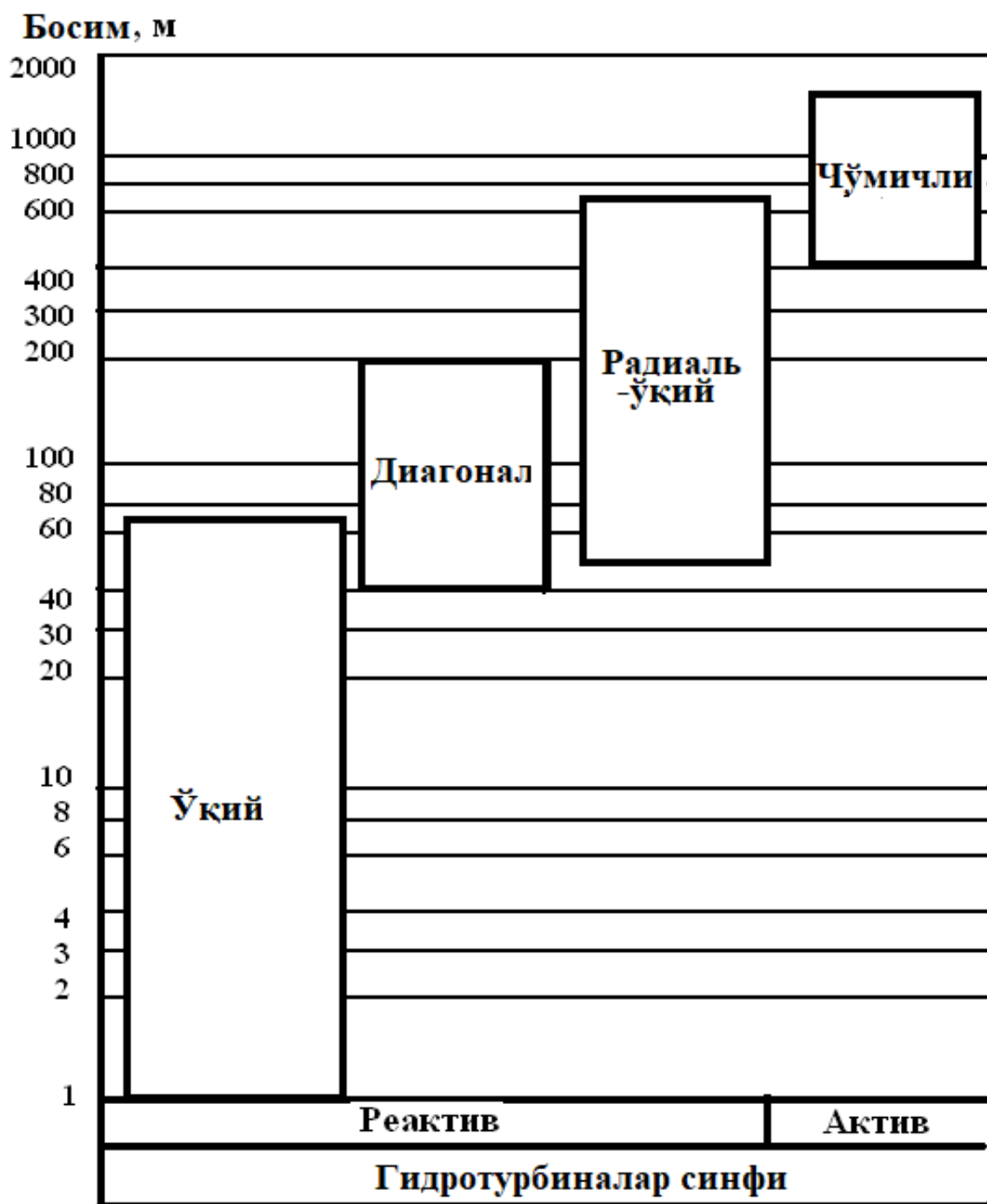


2.4.2-rasm. Gidravlik turbinalar klassifikatsiyasi.

Har xil turdagi gidroturbinalarni qo'llash chegarasi bir-birini qoplab ketadi. Masalan, 50-70 m bosimda ham o'qiy ham diagonal ham radial-o'qiy turbinalarni qo'llash mumkin. Eng yaxshi turbina turi, aniq sharoitni hisobga olgan holda, texnik-iqtisodiy solishtirish asosida tanlanadi.

Har bir tizim, geometrik o'xshash suv oqib o'tish qismiga va bir xil tezyurarlikka (1 m bosim ostida ishlayotgan turbina 1 ot kuchiga teng quvvat ishlab chiqargandagi aylanishlar soni) ega bo'lgan bir necha turlardan iborat bo'ladi, ammo ular o'lchamlari bilan bir-biridan farq qiladi. Geometrik o'xshash har xil o'lchamdagi gidroturbinalar seriyalarni tashkil qiladi.

Bundan tashqari hamma gidroturbinalar shartli ravishda kichik-, o'rta- va yuqori bosimlilarga bo'linadi. Past bosimli - $N_t < 25$ m, o'rta bosimli - $25 \leq N_t \leq 80$ m va yuqori bosimli - $N_t > 80$ m bosimlarda ishlaydigan gidroturbinalarga aytiladi.



2.4.2.1-rasm. Bosim bo'yicha har xil turdagi gidroturbinalarni qo'llash sohalari.

Gidroturbinalar xuddi shuningdek *kichik, o'rta va yiriklarga* bo'linadi.

Past bosimlarda ish g'ildiragi diametri $D_1 \leq 1,2$ m, katta bosimlarda $D_1 \leq 0,5$ m hamda quvvati 1000 kVt dan oshmagan turbinalar kichik turbinalarga taaluqlidir.

O'rta turbinalarga, past bosimda ish g'ildiragi diametri- $1,2\text{m} \leq D_1 \leq 2,5$ m, katta bosimda $0,5 \leq D_1 \leq 1,6$ m hamda quvvati $1000 \text{ kVt} \leq N_t \leq 15000 \text{ kVt}$ bo'lgan

gidroturbinalar kiradi.

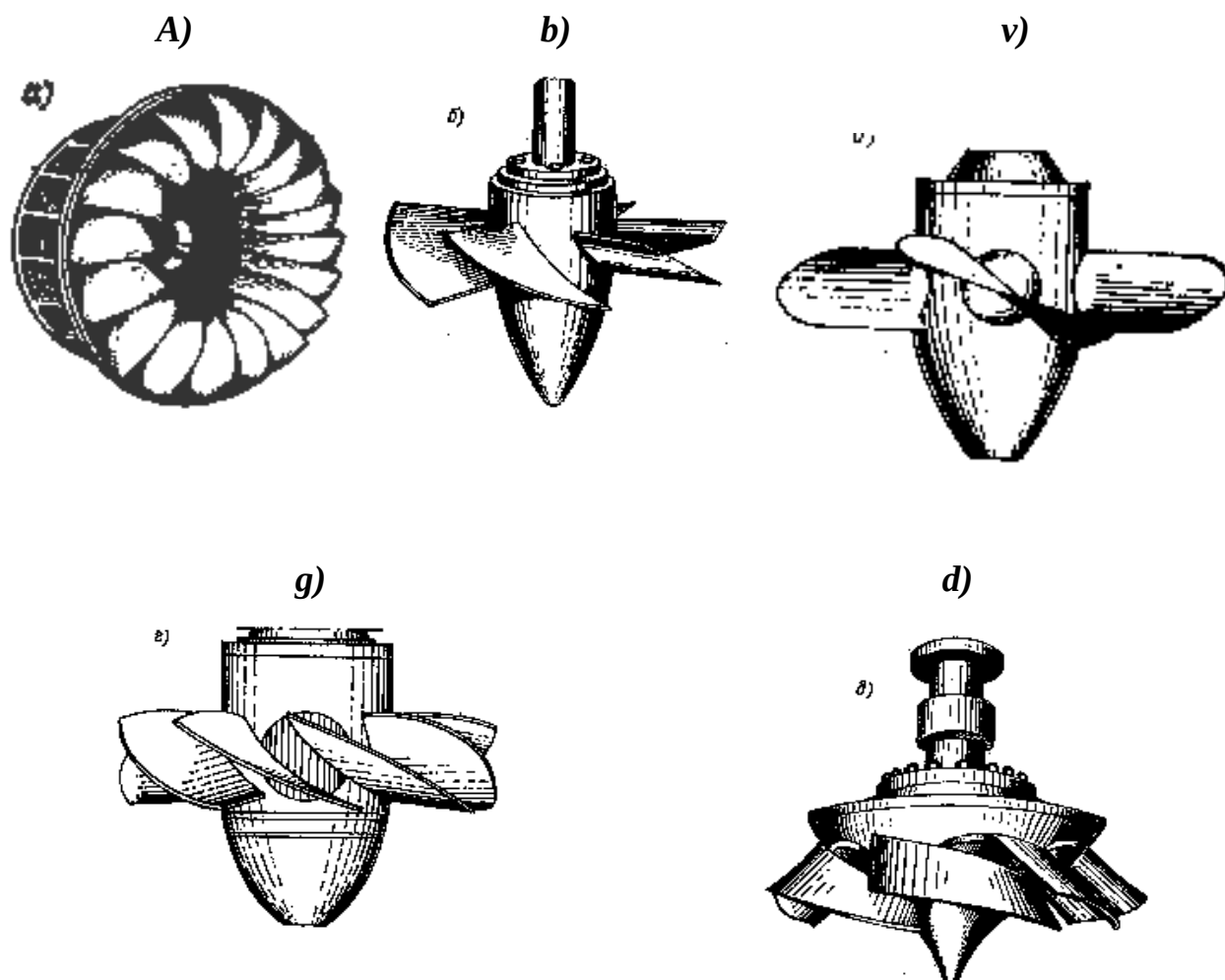
Yirik gidroturbinalar tarkibiga, ish g'ildiragi diametri - D_1 va quvvati - N_t o'rta gidroturbinalarnikidan katta bo'lgan turbinalar kiradi.

3.GIDRAVLIK TURBINALARNING KONSTRUKSIYALARI

3.1Reaktiv turbinalar.

3.2 O'qiy turbinalar: propellerli vaparraklari buriladigan

Reaktiv turbinalarga yuqorida ko'rsatilgandek quyidagilar kiradi: radial-o'qiy; propellerli; parraklari buraladigan (ikki qanotli ham kiradi); diogonalli. Ularning umumiy ko'rinishi 2.1.1-rasmda keltirilgan.



10-rasm. Reaktiv turbinalar ishchi g'ildiraklarining umumiy ko'rinishi:
a-radial-o'qiy; b-propellerli; v-parraklari buraladigan; g-ikki qanotli; d-diogonal

Reaktiv turbinalar uchun quyidagi asosiy belgilar xos.

1. Ish g'ildiragi to'liq suv ostida joylashadi, shuning uchun oqim ish g'ildiragining barcha parraklariga bir vaqtning o'zida energiya uzatadi.

2. Ish g'ildiragi oldida faqatgina suvning bir qism energiyasi kinetik energiya sifatida, qolgani potensial energiya, mos ravishda g'ildirakkacha va undan keyin bosimlar farqi sifatida namoyon bo'ladi.

3. Ortiqcha bosim- $p/\rho g$, ish g'ildiragining oqim oqib o'tadigan trakti bo'yicha nisbiy tezlikni oshishiga, ya'ni parraklarda reaktiv bosimni hosil qilishiga sarf bo'ladi,

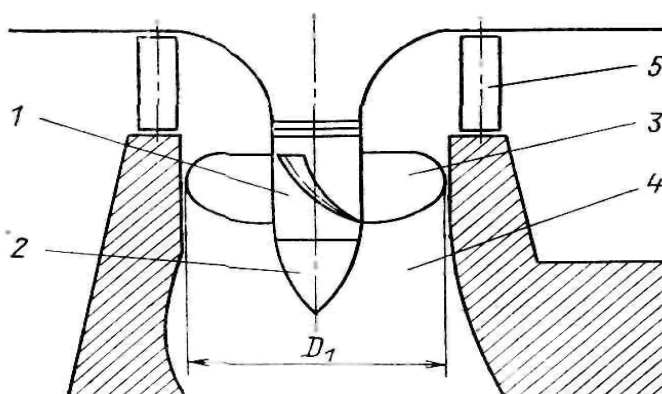
Parraklarni egriligi hisobiga oqim yo'nalishining o'zgarishi, oqimning aktiv bosimini hosil bo'lishiga olib keladi. SHunday qilib, oqimni ish g'ildiragi parraklariga ta'siri, nisbiy tezlikni oshishi natijasida hosil bo'ladigan reaktiv ta'sirdan hamda oqim yo'nalishining o'zgarishi natijasida hosil bo'ladigan aktiv bosimdan iborat bo'ladi

Propellerli gidroturbinalar (Pr). Propellerli gidroturbinalar-ning ish g'ildiragi (11-rasm), suyri shaklidagi obtekatelli korpusdan (vtulka-lardan) hamda φ -kengayish burchakda o'rnatilgan parraklardan tashkil topgan. 11-rasmdan ko'rinib turibdiki, ushbu ish g'ildiragi, radial-o'qiy gidroturbinalar ish g'ildiragidan gardishining yo'qligi, parraklarining kamligi va shakli (ushbu holatda u kemaning suzish vinti yoki propellerga o'xshaydi) bilan farq qiladi. Ish g'ildiragi parraklariga oqim faqatgina o'q bo'ylab uzatiladi, shuning uchun bunday gidroturbinalar **o'qiy turbinalar** ham deb ataladi.

Gidroturbinaning yo'naltiruvchi moslamasiga suv uzatish uchun turbina kamerasi xizmat qiladi. Ish g'ildiragini yo'naltiruvchi moslama perimetri bo'ylab bir xil suv bilan ta'minlash uchun turbina kamerasi, torayib boruvchi ko'ndalang qirqimda tayyorlanadi.

Ish g'ildiragining parraklari soni bosimga bog'liq bo'lib, 3 donadan 8 donagacha bo'lishi mumkin (bosim oshishi bilan parraklar soni ko'payib boradi). Parraklar vtulkaga o'rtacha holat sanalgan ($\varphi = 0$) doimiy burchak ostida $-\varphi = -10^\circ, -5^\circ, 0^\circ, +5^\circ, +10^\circ, +15^\circ, +20^\circ$ mahkamlangan. Odatda ish g'ildiragi diametri- $D_1 = 1,6$

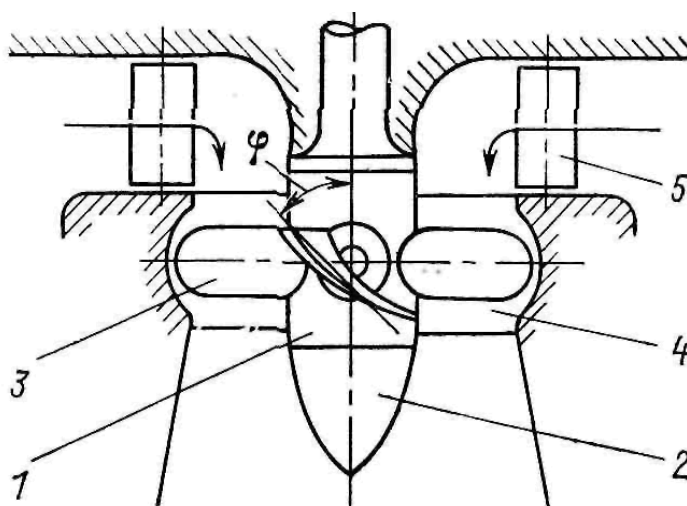
m ga teng bo'lgan gidroturbinalar to'xtatilganda, uning parraklari burchaklarini o'sha holatda qoldirish yoki boshqa burchakka qaytadan o'rnatish imkoniyati qarab chiqiladi. Konstruksiyasining oddiyligi va FIKning yuqoriligi propellerli turbinalarning asosiy afzalliklari hisoblanadi. YUklamaning o'zgarishi bilan FIK birdan o'zgarib ketishi, ularning muhim kamchiliklaridan hisoblanadi. YUqori miqdordagi FIK zonasi faqatgina juda kichik oraliqdagi quvvatlarda kuzatiladi. Mana shu kamchiligi uchun, propellerli gidroturbinalarni energiya defitsiti tizim-larida foydalanish samaradorligi tushib ketadi. Ammo, GESning asosiy vazifasi yuklamalar grafigining cho'qqisini yopish bo'lsa, ya'ni juda kam soatlarda GESning o'rnatilgan quvvatidan foydalanish kerak bo'lsa, bu kamchilik arziyas hisoblanadi. Ba'zan yirik GESlarda, FIKning maksimal miqdori diapazoni ko'proq cho'zilgan radial-o'qiy yoki parraklari buraladigan gidroturbinalar o'rniga propellerli gidroturbinalar o'rnatiladi.



3.1.2-rasm. Propellerli turbinaning ish g'ildiragi:

1-vtulka, 2-oqib o'tuvchi-obtekatel; 3-ish g'ildiragi parraklari; 4- ish g'ildiragi kamerasi; 5 – yo'naltiruvchi moslamalar.

Parraklari buriladigan gidroturbinalar (PL). Konstruksiyasining bajarilishi bo'yicha parraklari buraladigan gidroturbinalar (chet ellarda kuni Kaplan turbinasi deb atashadi) propellerli gidroturbinalardan farq qilmaydi. Ammo uning val o'qiga perpendikulyar joylashgan ish g'ildiragi parraklari, ish jarayonida o'z o'qi atrofida aylanib burchagini o'zgartirishi mumkin (2.1.3-rasm)



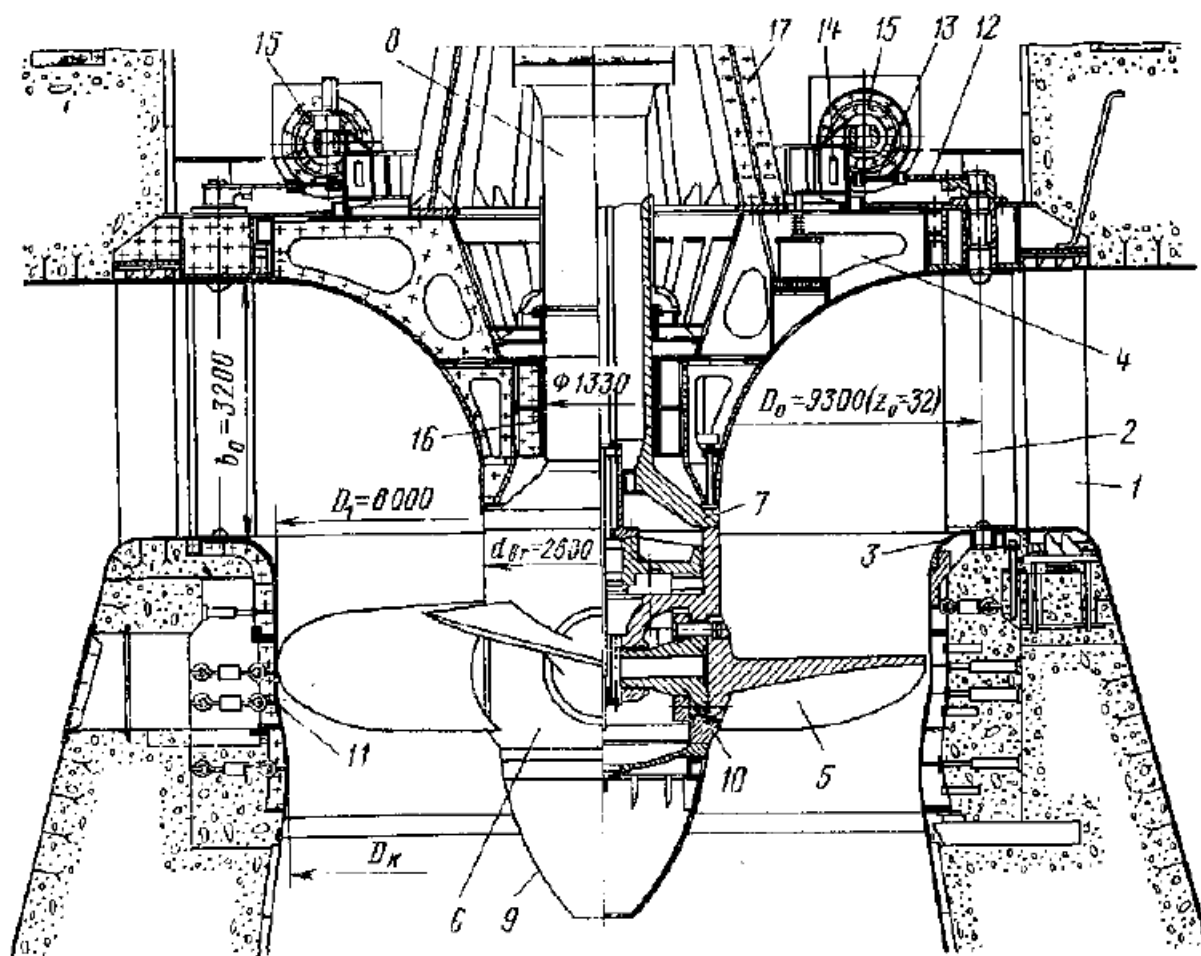
3.1.2-rasm. Parraklari buraladigan gidroturbinaning ish g'ildiragi Rabochee koleso povorotno-lopastnoy turbinı.

1-vtulka, 2-oqib o'tuvchi-obtekatel; 3-ish g'ildiragi parraklari; 4- ish g'ildiragi kamerasi; 5 – yo'naltiruvchi moslamalar.

Bunday gidroturbinaning ish g'ildiragiga uzatayotgan quvvati va FIK, berilgan bosimda, yo'naltiruvchi moslama parraklarini ochiqligi hamda vtulkaga nisbatan parraklarni burilish burchagi- φ ga bog'liq. Yo'naltiruvchi moslamaning har xil ochiqililigidagi, parraklarning o'rnatilish burchagini o'zgartirish orqali, ya'ni har xil quvvatlarda, gidroturbina eng katta FIKga ega bo'ladigan parraklarni o'rnatilish burchagini topish mumkin. Konstruksiyasi jihatidan parraklari buraladigan gidroturbina shunday tayyorlanganki, bir vaqtning o'zida, yo'naltiruvchi moslamaning parraklarini ochilish darajasini ham o'zgartirish orqali, uning ish g'ildiragi parraklarini avtomatik tarzda ma'lum (optimal) burchakka burish mumkin (shuning uchun nomi parraklari buraladigan deb atalgan).

Parraklari buraladigan gidroturbinalardan 3÷5 m dan 35÷45 m bosim-larda foydalanish mumkin. Oxirgi vaqtlarda bu gidroturbinalarni radial-o'qiy gidroturbinalardan birqancha afzilliklarini ko'rsatish uchun ularni 70÷75 m hattoki 90 m bosimlarda ham qo'llashga muvaffaqiyatsiz harakat qilishmoqda.

O'lehamlari jihatidan dunyoda eng katta parraklari buraladigan gidroturbinalar, Saratov GESiga o'rnatilgan (ish g'ildiragi diametri 10,3 m). Bu gidroturbinalar Xarkov turbina (hozirgi «Turboatom») zavodida tayyorlangan.

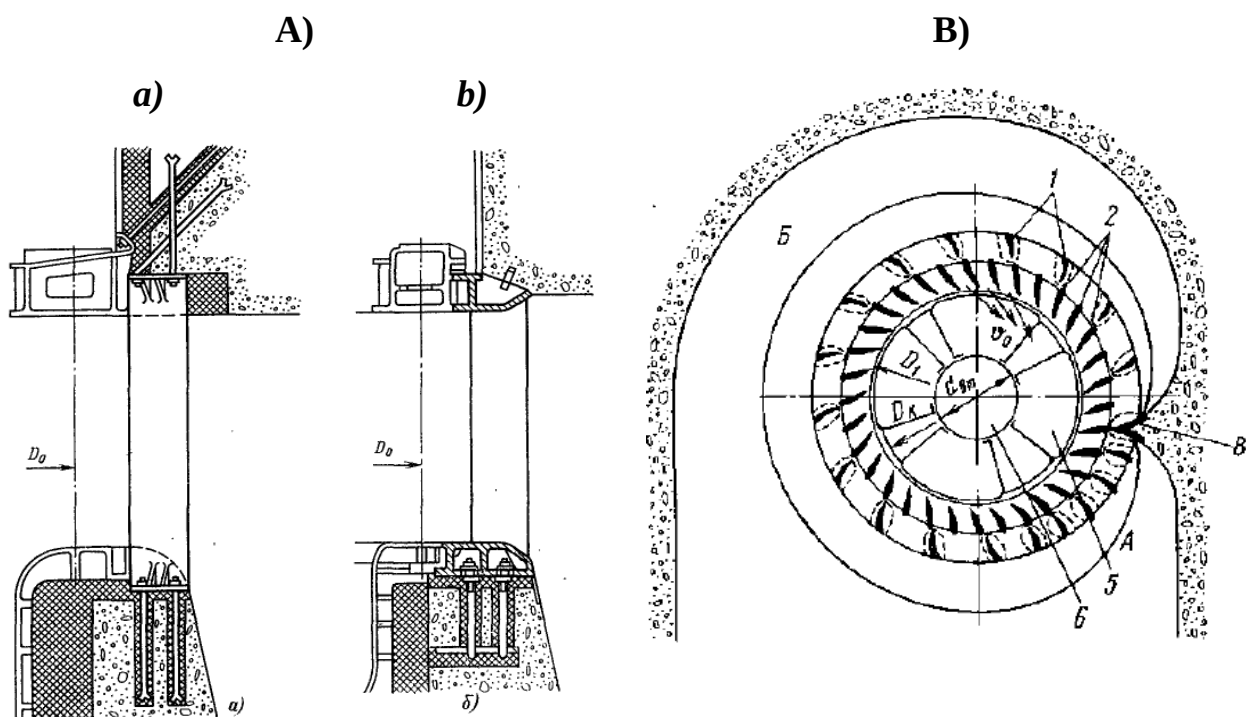


3.1.3-rasm. Parraklari buraladigan gidroturbinaning kesimi (KremenchugGESi, Rossiya):

1-stator kolonnasi; 2 – yo'naltiruvchi parraklar; 3 – pastgi gardish; 4 –turbinalar qopqog'i; 5 – ish g'ildiragi parraklari; 6 – vtulka; 7 –valning flanetsi; 8 – val; 9 – oqib o'tuvchi; 10 – kamera; 11 – suruluvchi segment; 12 –yo'naltiruvchi moslamaning dastagi; 13 – sirg'alar; 14 – tartibga soluvchi gardish; 15 – servomotorlar; 16 – podshipnik; 17 – generator podpyatnigining tayanch konstruksiyasi.

Gidroturbinaning olib keluvchi qismi turbina kamerasi, stator va yo‘naltiruvchi moslamadan tashkil topgan. Barcha reaktiv gidroturbinalarda bu elementlarning tuzilishida juda ko‘p umumiylik bor. Gidroturbinaning statori cho‘zilgan, o‘ng‘ay oqib o‘tadigan shakldagi ko‘ndalang kesimli bir qancha kolonnalardan tashkil topgan. (13Aa,b-rasm) Statorning asosiy vazifasi- turbina kamerasining yuqori va pastgi temir beton konuslari oralig‘iga konstruksiyalar, jihozlar va suv bosimi keltirib chiqaradigan og‘irliklar ta’sir qiladigan yuklarni-nagruzkalarni qabul qilishdan iborat.

Stator kolonnasi ankerlar yordamida har biri alohida, temir betonga mahkamlanishi (3.1.4 -rasm) yoki juda mustahkam va tebranmas bo‘lishi maqsadida, yuqori va pastgi aylana po‘lat belbog‘lar bilan birlashtirilishi mumkin (3.1.4 -rasm). Alohida kolonnalar, nisbatan kichik bosimlar (masalan, 3.1.4 -rasm)



3.1.4-rasm. Statorning konstruksiyasi (A) hamda parraklari qayriladigan gidroturbinaning ish g‘ildiragi va turbina kamerasi (B).

Va katta diametrlarda qo‘llaniladi, belbog‘li statorlar-kattaroq bosimlarda va albatta turbina kameralari po‘latdan tayyorlanganda yoki po‘lat bilan qoplanganda qo‘llaniladi. Stator kolonnalarining o‘rnatilish burchagi va profili, ularni oqim oqib o‘tganda yo‘qotishlar juda kam bo‘lishiga qarab tanlanadi. SHuning uchun beton

turbina kameralarda oqimni frontal uzatish zonasi (**A** zona, 13B-rasmda) kesimi, spiralning **B** zonasiga nisbatan ko'proq qayrilgan. Spiralning tishi deb ataluvchi spiralning eng oxirgi stator kolonnasi **V** hambir xil qilib tayyorlanadi.

Yo'naltiruvchi moslama, yo'naltiruvchi parraklarni burilishiga imkon yaratadigan pastgi gardishga-3 va turbina qopqog'iga-4 o'q (sapf) bilan mahkamlangan yo'naltiruvchi parraklardan-2 tashkil topgan. Yo'naltiruvchi moslama, ish g'ildiragi oldida oqimning zarur bo'lgan yo'nalishini hosil qiladi (v_0 tezligi 13B-rasmda ko'rsatilgan), xuddi shuningdek uning yordamida turbinadan chiqayotgan suv sarfi va quvvatni oshishi ham tartibga solinadi. Quvvatni oshishi, hamma yo'naltiruvchi parraklarni burish orqali, ya'ni *turbinani ochilishini* o'zgartirish orqali amalga oshiriladi. Turbinaning ochilishi-yonma-yon turgan parraklar orasidagi minimal masofa (a_0 — yo'naltiruvchi parraklar o'rtasidan o'tkazish mumkin bo'lgan silindrning maksimal diametri, 2.1.5a-rasmda ko'rsatilgan). To'liq yopilgan holatda ($a_0=0$), parraklarning oxiri jipslashadi va turbinaga suv uzatilishi to'xtaydi (2.1.5b-rasm).

Quyidagilar yo'naltiruvchi moslama parametrlarining o'ziga xos xususiyatlaridan hisoblanadi.

1. Yo'naltiruvchi parraklar soni - z_0 . Uncha katta bo'lmagan bosimda, yirik o'qiy turbinalarda ularning soni 32 donaga teng. (2.1.5 va 2.1.6-rasmlarda $z_0 = 32$ dona), kattaroq bosimlarda ularni 24 dona, ba'zi holatlarda esa 20 donadan o'rnatishadi.

2. Yo'naltiruvchi moslamaning balandligi - b_0 (2-5 rasmda $b_0 = 3,2$ m). ba'zi holatlarda turbina turiga to'liq baho beradigan o'lchamsiz miqdorlarni, ya'ni yo'naltiruvchi moslama balandligini diametrga nisbatini qo'llashadi. Nisbiy balandlik-

$$\overline{b_0} = \frac{b_0}{D_1}, \quad (2-1)$$

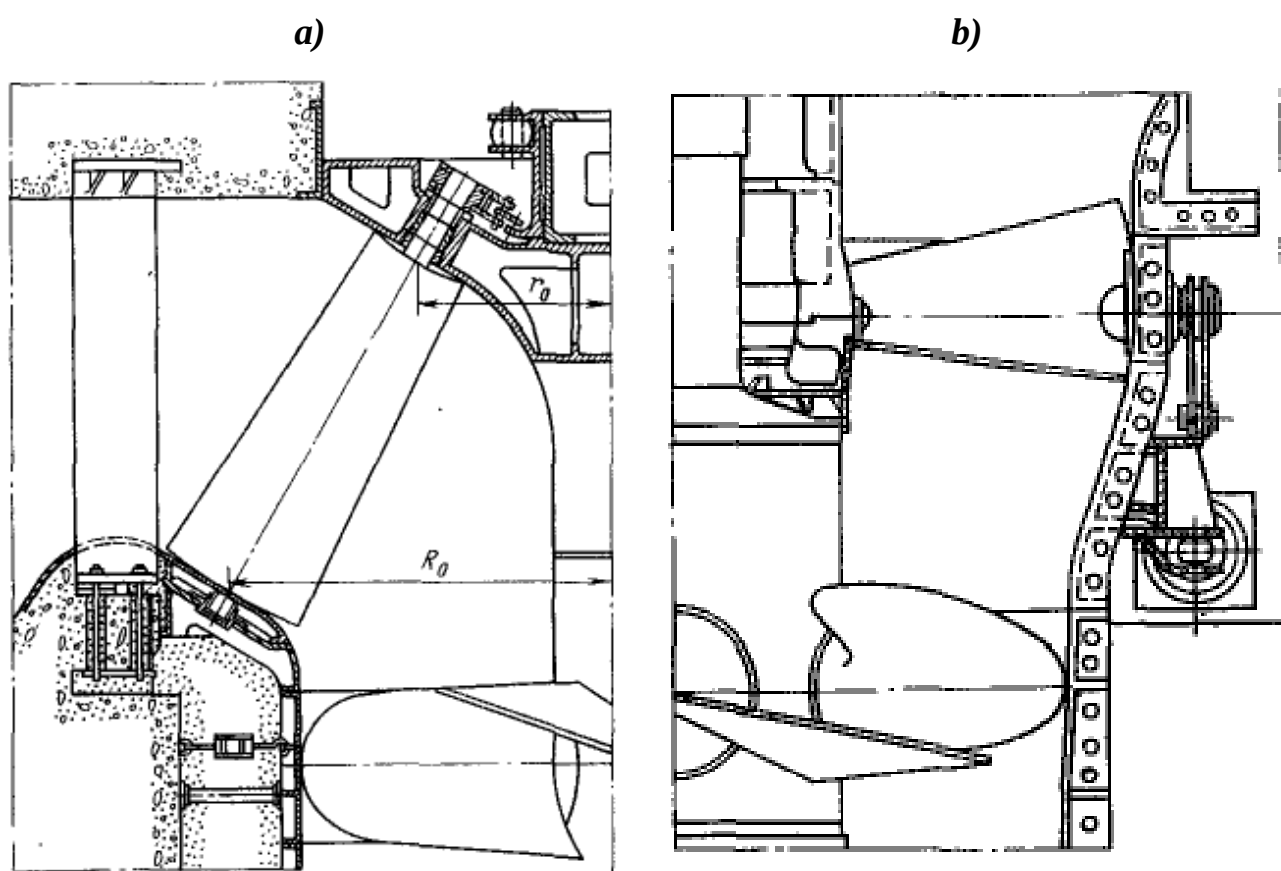
Bu erda: D_1 - turbina diametri (ushbu holatda $D_1 = 8,0$ m va $\overline{b_0} = 3,2/8,0 = 0,4$).

O'qiy turbinalarda $\overline{b_0}$, $0,45 \div 0,35$ oraliqda bo'ladi (kichik miqdorlar katta bosimlar uchun).

3. Yo‘naltiruvchi moslamaning burilish burchagi bo‘yicha diametri (ushbu holatda $D_0 = 9,3$ m). Yo‘naltiruvchi moslamaning nisbiy diametri -

$$\overline{D}_0 = \frac{D_0}{D_1} \quad (2-1)$$

Ushbu nisbat, ko‘rilayotgan turbina uchun $\overline{D}_0 = 9,3/8,0 = 1,16$ ga teng. Har xil turbinalar uchun $\overline{D}_0$ miqdorlar $1,16 \div 1,25$ oralig‘ida o‘zgarib turadi (uning miqdori, yo‘naltiruvchi parraklarining sonining kamayishi bilan ortib boradi).



3.1.5-rasm. Diagonal (konussimon) (a) va o‘qiy (b) yo‘naltiruvchi moslamalar.

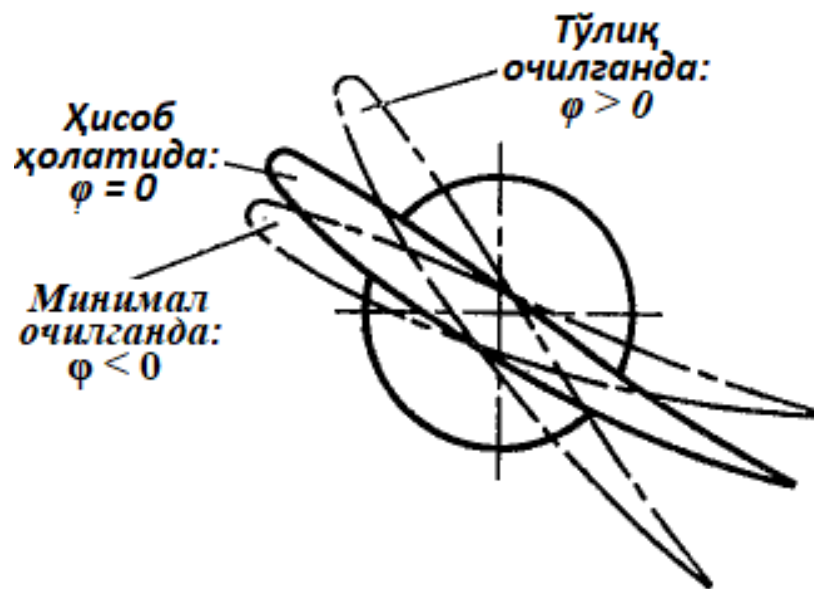
Yo‘naltiruvchi moslamaning turi, oqimning meridional yo‘nalishiga nisbatan aniqlanadi. SHuning uchun 2.1.5-rasmda ko‘rsatilgan yo‘naltiruvchi moslama *radialli*, 2.9-rasmdagi esa *diagonalli (konussimon)* va 2.9 b-rasmdagi esa *o‘qiy* deb ataladi.

Ish g'ildiragi. Yo'naltiruvchi moslamaning parraklaridan o'tib aylanma harakat –zakrutka olgan suv oqimi, ish g'ildiragiga kelib tushadi. Ish g'ildira-gining asosiy qismi (2.1.5 va 2.1.6-rasmlar) parraklar-5 va ular mahkamlanadigan vtulka-6 hisoblanadi.

Ish g'ildiragi boltlar yordamida valning-8 pastgi flanetsiga-7 ulangan. Vtulkaning chiqish oxiriga, oqimning uyurmaviy va pulsatsiyali harakatlari-dagi bosim isrofini kamaytiruvchi *oqib o'tuvchi*-9 mahkamlanadi. O'qiy turbinaning parraklari qanotlar-pera va flanetsdan tashkil topgan. Qanot aslida parrak-nisbatan kichik qalinlikdagi egri chiziqli yuza bo'lib, unda ish g'ildiragi orqali oqib o'tayotgan oqim bilan o'zaro kuch almashish amalga oshiriladi.

Flanets, parraklarni flans bo'yniga mahkamlash uchun xizmat qiladi, uning yordamida parrak vtulkaga mahkamlanadi (2.1.5-rasmdagi 10-pozitsiya). Ba'zi hollarda, parraklar bo'yin bilan bir butun qilib tayyorlanadi, ammo bu ularni tayyorlash texnologiyasini qiyinlashtirib va qimmatlashtirib yuboradi.

Parraklarning shakli: flanetsga yaqin joylashganlariildizsimon-kornevye kesimda-yo'g'onroq va tikroq, chetgi kesimlari-yupqaroq va qiyaroq. Bunday shakllar, suv oqimini parraklarni oqib o'tish gidravlikasi hamda mustahkamlik shartlariga bo'yicha aniqlangan. Parraklar qabul qiladigan yuklama juda katta, u parrakni barcha yuzasi bo'yicha taqsimlangan (masalan, 16 m bosimda ishlayotgan to'rt parrakli, ish g'ildiragi diametri 9 m bo'lgan turbinaning har bir parragiga, $1,8 \div 2,2$ MN yoki $180 \div 220$ tonna kuch to'g'ri keladi. SHunday qilib parrak, yuklamalar teng taqsimlangan konsol sifatida ishlaydi, moment esa ildiz kesimlarida juda katta bo'ladi, shuning uchun kesim, momentga qarshiligi mos qilib tayyorlanadi.



3.1.6-rasm. O'qiy turbina parraklarini buralishi.

Parraklari buraladigan turbina ish g'ildiraining asosiy xususiyatlari-dan biri, GES ishlab turgan vaqtda parraklar burish, ya'ni parraklarni o'rnatish burchagini o'zgartirishdan iboratdir. Parraklarni *hisob holati* deb, ularni dastlabki o'rnatish burchagi- φ ga aytiladi. Bu holatda- $\varphi=0$. O'rnatish burchagi tikligi oshirilganda- $\varphi > 0$, tikligi kamaytirilganda- $\varphi < 0$ (chet mamlakatlarda parraklar burchagini o'zgarish hisob holatini boshqacha qabul qilishadi, masalan, g'ildirakning aylanish o'qiga perpendikulyar bo'lgan tekislikka nisbatan)

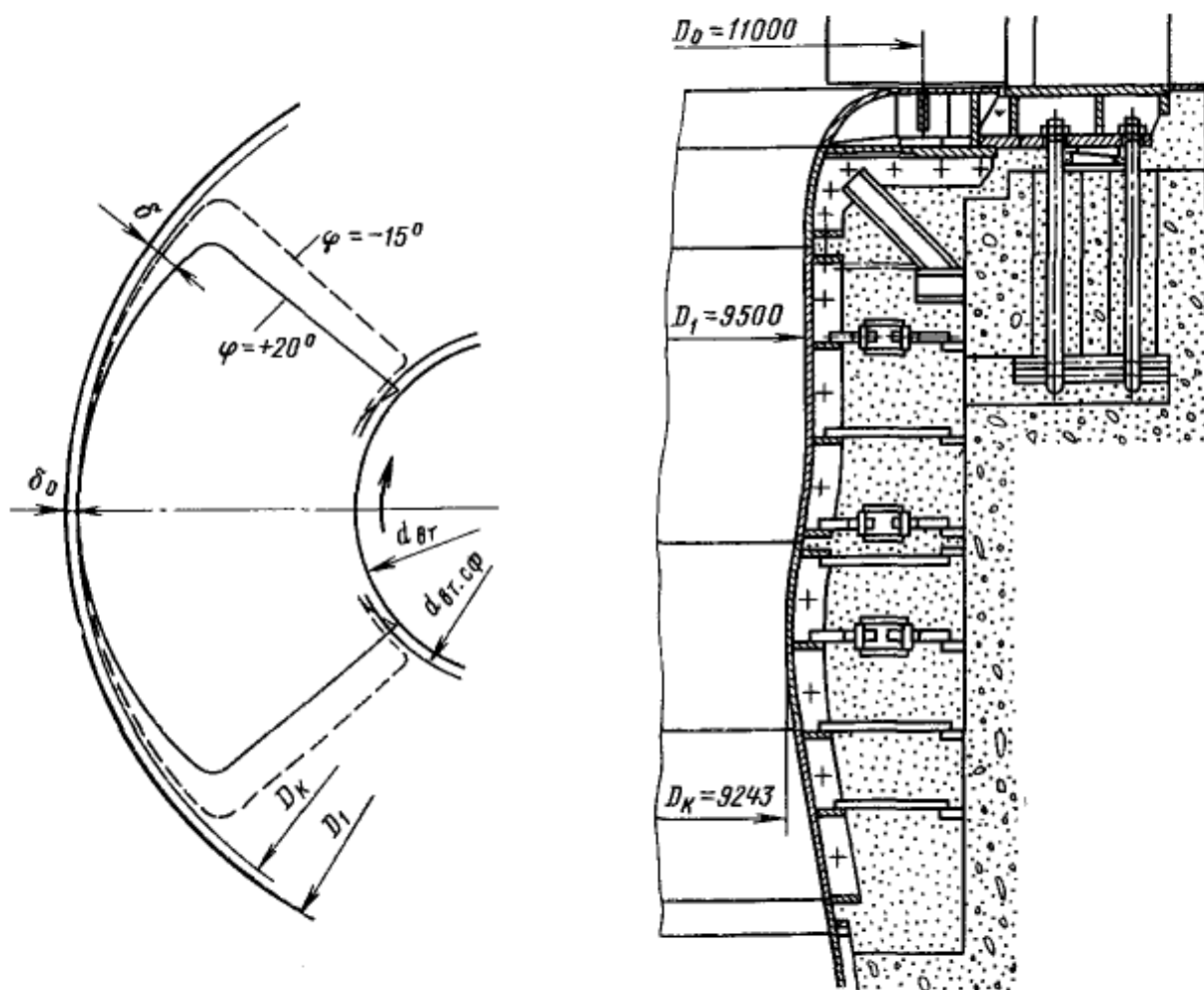
Turbina ish g'ildiragi parraklarining ochilish burchagi- φ , yo'naltiruvchi moslamaning ochilganligi- φ_0 va hisob bosimiga ($N (\varphi = f(a_0, N))$) nisbatan qat'iy talablar asosida o'rnatiladi. Bu bog'langanlik- $N (\varphi = f(a_0, N))$, *kombinatsiyaga asoslangan bog'langanlik* deyiladi, va u shunday o'rnatiladiki, barcha ishchi holatlarida turbinaning FIK eng yuqori miqdorlariga erishiladi. SHunday qilib, parraklari buraladigan turbinalarning quvvati ikki xil boshqariladi: *yo'naltiruvchi moslamaning ochilganligini o'zgartirish va ish g'ildiragi parraklarining o'rnatilish burchagini o'zgartirish* orqali. Bu usulda boshqarish, parraklari buraladigan turbinaga juda katta energetik afzalliklar beradi, ammo shu bilan birgalikda ularning konstruksiyasiga bir talay o'zgartirishlar kiritish, lozim bo'ladi, ayniqsa ish g'ildiragiga, chunki bu jarayon juda quvvatli parraklarni buradigan mexanizmni talab qiladi.

3.1.7-rasmdan ko‘rinib turibdiki, o‘qiy turbinalar bosimning juda katta oralig‘ida qo‘llaniladi, eng kichik bosimdan 50÷70 m gacha. Tabiiyki bosim o‘zgarishi bilan ish g‘ildiragining shakli ham o‘zgaradi. Bu o‘zgarish, parraklar soni va vtulkaning diametri- d_{vt} bilan yoki quyidagi nisbiy miqdor $\bar{d}_{\dot{\alpha}\dot{\alpha}} = \frac{d_{\dot{\alpha}\dot{\alpha}}}{D_1}$ bilan xarakterlanadi. Bosimning oshishi bilan parraklarning yuzasi ham oshib boradi. Avvalo parraklarning o‘lchamlari oshiriladi, sungra esa parraklarni soni ko‘paytiriladi. Bu o‘zgarishlar, parraklarni mahkamlash va ularni burish mexanizmini joylashtirish sharoitidan kelib chiqib, vtulka diametrini ham kattartirishga olib keladi. Vtulkaning nisbatan katta diametri, oqimning siqilishiga va natijada turbinaning ishlash sharoitini yomonlashuviga olib keladi. Yana shuni hisobga olish lozimki, vtulka va parraklar burilganda ularning oxiri orasidagi kichik tirqishni saqlash hamda vtulkadan siriqib oqadigan suvni kamaytirish uchun vtulkaning markaziy qismiga sferik shakl beriladi.

Turbinaning navbatdagi elementi-betonli ankerlar va tortqichlar bilan mahkamlangan, mustahkam po‘lat qoplamali ish g‘ildiragining kamerasidir (-rasm). Turbina kamerasining bunday mustahkamlanishini sababi shundaki, ish vaqtida kamera devorlari, suv bosimidan hosil bo‘ladigan titrashlar natijasida, kamera qoplamalarini emiradigan juda katta o‘zgarib turuvchi (pulsatsiyalanuvchi) yuklamalarni qabul qiladi

a)

b)



3.1.7-rasm. Ish g'ildiragi kamerasi

Parraklari buraladigan turbinalar uchun, ish g'ildiragi parraklarining oxiri bilan kamera orasidagi tirqish o'lchami juda katta ahamiyatga ega. Tirqish qancha kichik bo'lsa, siriqib oqadigan suv miqdori shuncha kam bo'ladi va FIK shuncha yuqori bo'ladi. Odatda yo'l qo'yiladigan tirqish $\delta = 0,001 D_1$ (diametr 9,5 m bo'lganda, tirqish kattaligi 10 mm atrofida) hisoblanadi. Parraklarni o'rnatilish burchagi o'zgartirilganda ham tirqish doimiy qolishi uchun, hildirakning ish g'ildiragi kamerasi shakli sferik bo'lishi kerak. Biroq bu holatda yig'ilgan ish g'ildiragini o'rnatishda qiyinchiliklar kelib chiqishi mumkin. SHuning uchun kameraning parraklarni burilish o'qidan yuqori qismi, silindr shaklida tayyorlanadi.

Kameraning pastgi, chiqish qismiga ham sferik shakl beriladi, ammo butun balandligi bo'yicha emas, balki, minimal chiqish diametri – bug'uzi $(0,98 \div 0,96) D_1$ dan kichik bo'lishi lozim. Kesim yuzasini ko'p siqish ham, turbina FIKni tushib

ketishiga sabab bo‘ladi. Kameraning bunday shaklida tirqish- δ_0 , faqatgina parraklarni burilish o‘qida doimiy bo‘lib qoladi (-rasm), uning oxirlarida, o‘rnatish burchagining- φ ko‘payishi bilan tirqish- δ_0 miqdori ko‘payib boradi, ayniqsa parraklarga kirish oxirida.

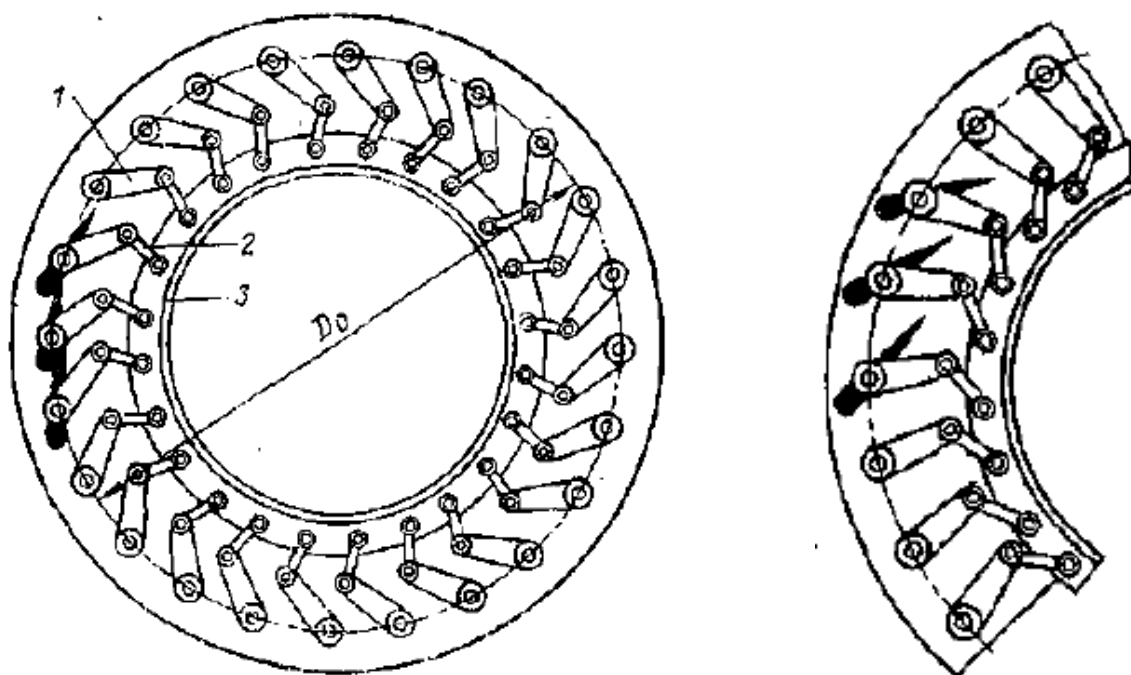
So‘rib ketish quvuri kengayib boruvchi diffuzor suv o‘tkazgichdan iborat bo‘lib, ish g‘ildiragidan o‘tgan suvni pastgi befga olib ketadi. O‘qiy turbinalarning so‘rib ketish quvuri katta o‘lchamli bo‘lganligi sababli, unga nisbatan GESning suv osti qismi o‘lchamlari aniqlanadi. So‘rib ketish quvuri turbinaning energetik ko‘rsatgichlariga sezilarli ta’sir qiladi. So‘rib ketish quvuri uzunligi bo‘ylab suvning tezligini kamayishi, ayniqsa, past bosimli turbinalarning FIK hamda quvvatni oshishiga olib keladi.

Yo‘naltiruvchi moslamani *harakatga keltiruvchi mexanizm*, turbina o‘tkazayotgan suv sarfi va ko‘payib borayotgan quvvatni o‘zgartirish uchun, yo‘naltiruvchi moslamaning parraklarini zarur bo‘lgan burchakka buradi.

Bu mexanizm har qanday ochilishlarda ($\alpha_0 = 0$ dan $\alpha_0 = \alpha_{maks}$ gacha) hamma parraklarni juda aniq qilib bir xil (α_0 ning bir xil miqdorlarida) o‘rnatilishini ta’minlashi lozim, va suvning bosimi ostida yo‘naltiruvchi moslama parraklarida yuzaga kelayotgan zo‘riqishni hamda sapfa va harakatga keltiruvchi mexanizmning boshqa tarkibiy qismlarida hosil bo‘ladigan ishqalanish kuchlarini engish uchun etarli quvvatga ega bo‘lishi kerak. Yo‘naltiruvchi moslamani harakatga keltiruvchi mexanizmning ko‘proq qo‘llanadigan sxemasi 2.1.8-rasmda ko‘rsatilgan. Turbina qopqog‘ining ustidan chiqib turuvchi yo‘naltiruvchi parraklar sapfasining yuqoridagi oxiriga dastaklar-1 o‘rnatilgan. Dastaklar sereglar-2 yordamida boshqaruvchi gardish-3 (2.1.7-rasm) bilan birlashtirilgan. Bu uch element, harakatga keltiruvchi mexanizmning asosiy qismlaridan hisoblanadi. Sereglar dastaklar va boshqarish gardishi bilan sharnirli qilib ulangan. 2.1.8a-rasmda harakatga keltirish mexanizmi to‘liq yopilgan holati ko‘rsatilgan. Agar boshqaruv

a)

b)



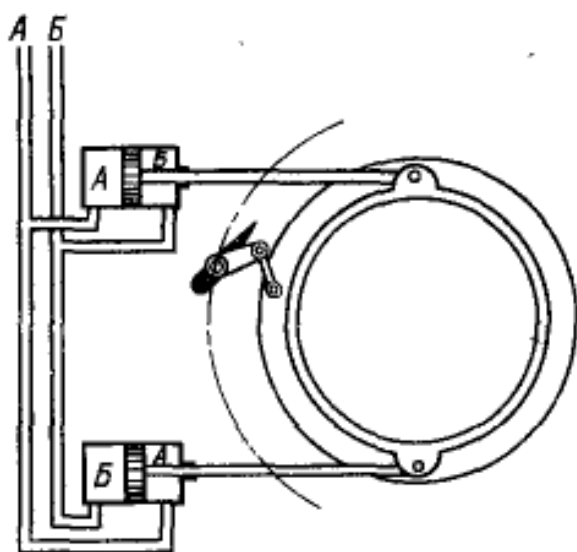
3.1.8-rasm. Yo'naltiruvchi parraklarni harakatga keltirish:

1- dastaklar; 2- sereg; 3- boshqaruv gardishi.

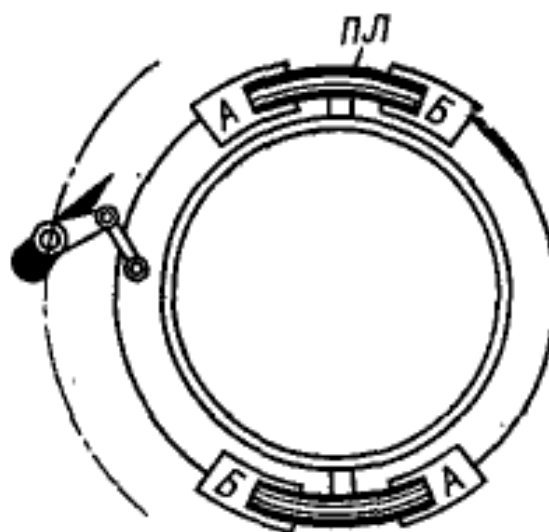
gardishi soat strelkasiga teskari buralsa, unda hamma dastaklar va ular bilan birga yo'naltiruvchi parraklar ham bir xil burchakka, ochilish tomonga qarab buraladi. 2.1.8b-rasmda harakatga keltirish mexanizmining to'liq ochilgan holati ko'rsatilgan. SHunday qilib, *turbinaning quvvatini o'zgartirish uchun boshqaruv gardishini burish kerak*. Yo'naltiruvchi parraklar yoki harakatga keltiruvchi mexanizmni, parraklarni yopishda ularning orasiga suv bilan kelib qolgan qandaydir qattiq jism tiqilib qolganda shikastlanishini oldini olish uchun ilgaridan, bo'shatilgan halqalar, boltlar va boshqalar tayyorlab qo'yiladi.

Yo'naltiruvchi moslamaning servomotorlari, boshqaruvchi gardishlarni siljitish uchun zarur bo'lgan juda katta o'zgarib turuvchi zo'riqlarga ega bo'lishi, va yana xuddi shu vaqtning o'zida, yo'naltiruvchi moslamani bir tekis va aniq ochilishini amalga oshirishga qodir bo'lishi kerak. Bunday xususiyatga, gidroturbinalarni boshqarishning barcha tizimlarda qo'llaniladigan va yuqori bosim ostida uzatiladigan yog' yordamida harakatga keladigan gidravlik servomotorlar ega bo'ladilar. Boshqaruvchi gardishlarni siljituvchi servomotorlarning odatdagi sxemasi 2.15-rasmda ko'rsatilgan. Bu rasmda, har biri boshqaruvchi gardishning tortish kuchi bilan ulangan silindr va porshendan tashkil

topgan ikkita servomotor ko'rsatilgan. 2.1.9-rasmda servomotorlar-15 va boshqaruv gardishlari-14 ko'rinib turibdi.



3.1.9-rasm. Silindrik servomotorlar bilan harakatga keltirish

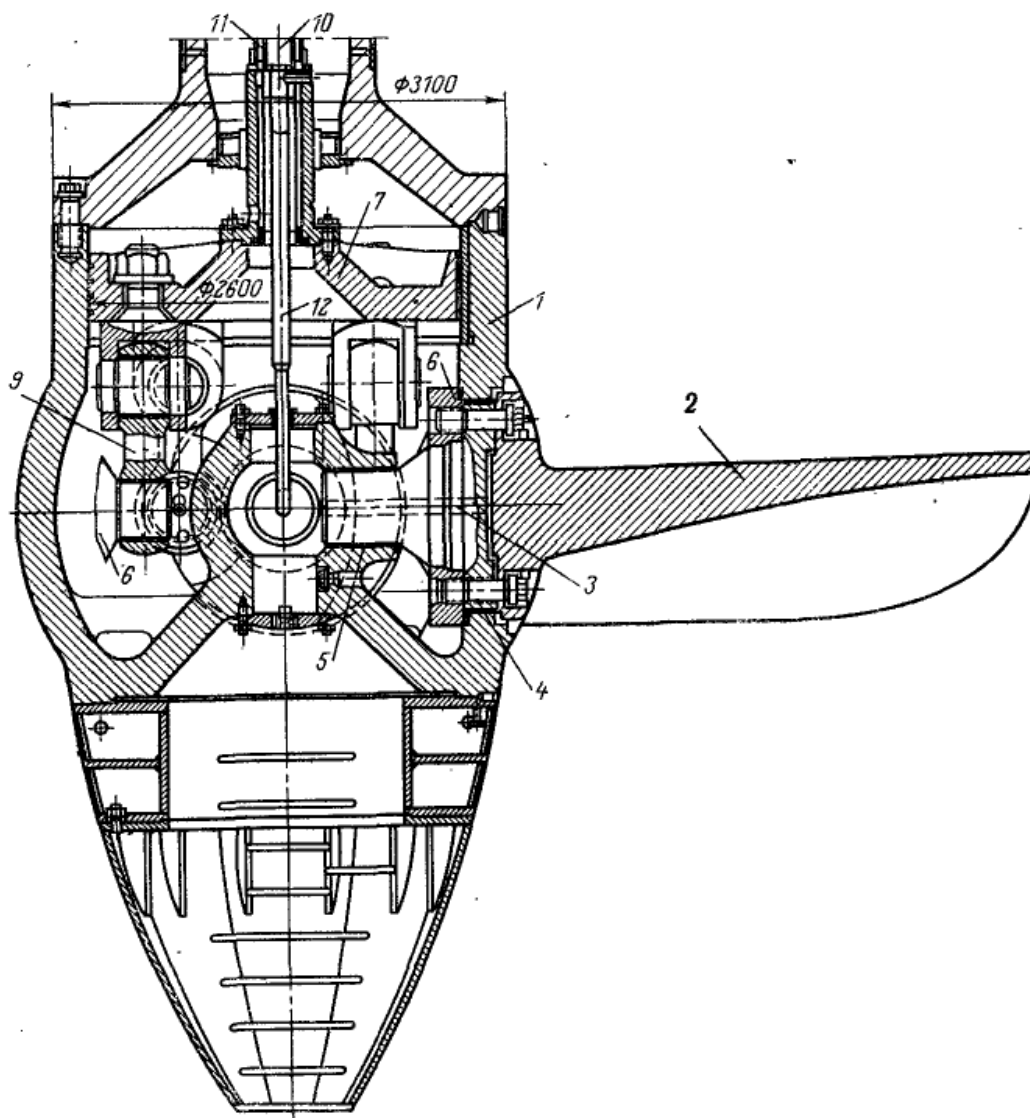


3.1.9-rasm. Torovli (s torovymi) servomotorlar bilan harakatga keltirish

Servomotorlar quyidagicha ishlaydi. Silindrning **A** bo'shlig'iga **A** quvur (u tarmoqlanib ketadi), **B** bo'shlig'iga **B** quvur ulangan. Agar **A** quvurga bosim ostida yog' olib kelinsa, **B** quvur esa to'kish bilan ulansa, unda servomotorning porsheni va shtoki harakatga kelib boshqaruv gardishini soat strelkasi bo'yicha buralishiga majbur qiladi va turbina yopiladi. Teskarisi, agar **B** quvurga bosim ostida yog' uzatilsa, **A** quvur to'kish bilan ulansa, unda boshqaruv gardishi teskari yo'nalishda burilib turbinani yopadi. Ba'zan har xil turdagi torovli servomotorlarni qo'llaydilar. Ularning prinsipal sxemasi 2.1.10 rasmda ko'rsatilgan, u shu bilan farq qiladiki, markazdan burilish o'qi bilan mos keladigan katta radius ostida chizilgan boshqaruv gardishining siljuvchi element *PL* tor shaklida yasalgan. Bu esa, boshqaruv gardishi bilan tutashganda oraliq zvenoni o'rnatishga zaruriyat qoldirmaydi (sharnirli tortgich va boshqalarni).

Ish g'ildiragi parraklarini burish mexanizmi, burchaklarni o'zgartirishni va parraklarni talab qilingan diapazonda – odatda 30-40° burchakda aniq o'rnatishni amalga oshirishi lozim (masalan, $\varphi = -15^\circ$ dan $\varphi = +20^\circ$ gacha). U sapfaning

tayanchlari va mexanizm zvenolarida suv bosimi, markazdan qochma va ishqalanish kuchlari tomonidan vujudga keladigan juda katta zo'riqlarni engib o'tadigan imkoniyatga qodir bo'lishi hamda ish g'ildiragi vtulkasidagi cheklangan joyga joylashishi va juda yuqori ishonchlilikka ega bo'lishi kerak, chunki ularni ta'mirlash uchun agregat to'liq qismlarga ajratilishi lozim. Parraklarni burish mexanizmining juda ko'p har xil sxemalari mavjud, ammo ularning hammasida, bosim ostida uzatiladigan yog' bilan siljiriladigan gidravlik servomotorlardan foydalaniladi,



3.1.10-rasm. Saratov GESi turbinasi ish g'ildiragining kesimi.

3.1.9-rasmda Saratov GESi turbinasi ish g'ildiragi parraklarini burish mexanizmi ($D_1=10,3$ m, napor 6,5—14,7 m, $z_1=4$, $\bar{d}_{a0}=0,35$) hamda turbina ish g'ildiragining vtulkasi bo'ylab kesim ko'rsatilgan. Parraklarni-2 quyilgan vtulka-1 korpusiga mahkamlash, sirpanish podshipniklaridagi-4,5 flansli sapfa-3 yordamida

amalga oshiriladi. Sergali-9 parraklar dastagi-6, sharnirlar yordamida diametri 2,6 m bo'lgan porshen-7 bilan ulangan. Bu porshen siljiganda hamma parraklarni bir xil burilishini ta'milaydi. YOg' quvur-10 orqali porshen ostidagi va quvur-11 orqali porshen ustidagi bo'shliqqa olib kelinadi. Porshenni aylanib ketishdan saqlash, silindr devoridagi silindrsimon shponka yordamida amalga oshiriladi. Ish g'ildiragi servomotorlari juda katta zo'riqlashlarni oshirishga qodir. Saratov GESi turbinalarida 4 MPa (40 kgs/sm²) bosimli yog'dan foydalaniladi va servomotor porsheni diametri 2,6 m bo'lganda (2.18-rasm) maksimal zo'riqlash 21,5 MN (2150 tkuch)ga teng. Biroq ish g'ildiragi servomotorining yurish tezligi uncha katta emas va u 0,3 m ni tashkil qiladi.

Turbina qopqog'i (2.5 va 2.12-rasmlardagi 4 pozitsiya) ish g'ildiragi ustidagi bo'shliqni bekitib turadi, yo'naltiruvchi moslama parraklaritsapfasining yuqori tayanchlarini joylashishiga xizmat qiladi va boshqaruv gardishining-14 tayanchi hisoblanadi hamda qopqoqda turbinaning yo'naltiruvchi podshipnigi-16 joylashadi. Ko'p hollarda turbina qopqog'iga podpyatnikning (2.5-rasmdagi 17 pozitsiya) nesumiykonstruksiya ham tayanib turadi. SHunday qilib turbina qopqog'i, juda katta yuklamalarni qabul qiluvchi muhim mas'uliyatli elementlardan hisoblanadi. Turbinarni ishonchli ishlashini ta'minlash uchun qopqoq faqatgina etarli mustahkamlikka ega bo'lmasdan balki, qattqlikka ham ega bo'lishi lozim.

3.3.DIAGONAL PARRAKLARI BURALADIGAN TURBINALAR

Diagonal turbina, parraklari turbinaning aylanish o'qi nisbatan o'tkir (45-60°) burchak ostida joylashgan, parraklari buraladigan turbinadan iboratdir. Parraklarni bunday joylashishi, ularning sonini (10-12 donagacha) ko'paytirishga hamda turbinani yuqoriroq bosimlarda qo'llashga imkonini beradi.

1932 yili amerikalik injener D. A. Bigs tomonidan diagonal turbinaga patent olingan. Bu turdagi turbinani ishlab chiqish va tatbiq qilishga angliya-lik injener T. Derias va sovet olimi V.S.Kvyatkovskiylar katta hissa qo'shganlar [<https://ru.wikipedia.org>].

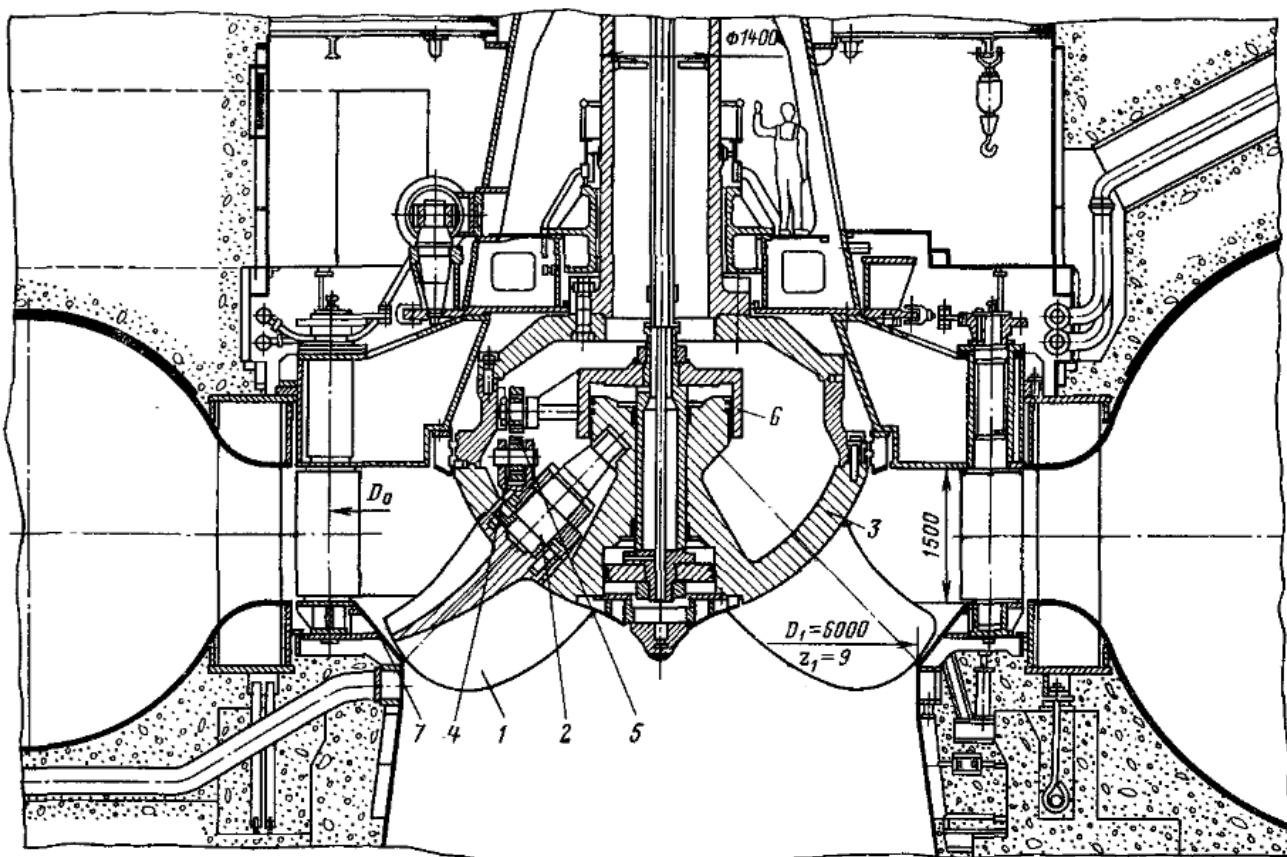
Diagonal turbinalar 30 m dan 200 m gacha bo'lgan bosimda qo'llaniladi. Ular past bosimda parraklari buraladigan klassik turbinalar bilan, yuqori bosimlarda esa, radial o'qiy turbinalar bilan raqobatlashadi. Radial o'qiy turbinalarga nisbatan diagonal turbinalar, birqancha yuqori FIKga ega, ammo konstruksiyasiga nisbatan murakkabroq va emirilishga moyilroqdir. Ish rejimi, bosimning va quvvatning katta tebranishi bilan xarakterlanuvchi GESlarda diagonal turbinalardan foydalanish samaraliroqdir. Xuddi shuningdek, belgilangan parrakli diagonal turbinalardan (propellerli turbinalarning varianti hisoblangan), kichik GESlarni qurishda ham foydalaniladi

Diagonal turbinalar O'zbekistondagi Andijon GESiga, Qozog'istondagi Buxtamir GESiga va Rossiyadagi Zey hamda Kolima GESlariga o'rnatilgan.

Diagonal turbinalarning statori, yo'naltiruvchi moslamasi va yo'naltiruvchi moslama parraklarini harakatga keltiruvchi mexanizmlari, xuddi o'qiy turbinalarga o'xshash.

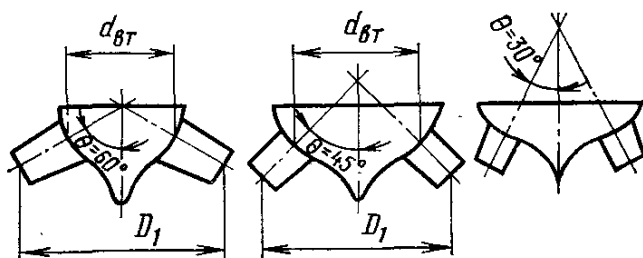
O'qiy turbinalardan asosiy farqi, ish g'ildiragi hamda ish g'ildiragi kamerasining shakli va konstruksiyasining har xilligidan iboratdir. Ish g'ildiragi parraklari-1 sapfa-2 bilan birga konus shaklidagi vtulkaga-3, ish g'ildiragining aylanish o'qiga nisbatan 45^0 burchak ostida mahkamlangan. Har bir sapfada sharli sharnir yordamida tortqichga-5 ulangan

dastak-4 mavjud. Dastak porshen servomotori-6 bilan siljiriladi va bir vaqtning o'zida barcha parraklar bir xil burchak ostida buriladi. Vtulkaning diametri anchagina katta, va $\overline{d_{BT}}$ parraklar soni 9-10 dona bo'lganda 0,50—0,65 ish g'ildiragi diametriga- D_1 teng, biroq bunday turbinalarning vtulkasi oqimni mahalliy siqilishga yo'l qo'ymaydi. Ish g'ildiragi kamerasi-7 sferik shaklga ega, bu esa kamera bilan parraklarni oxiri orasidagi tirqishni kichik ushlab turish imkonini beradi. Tirqish miqdori, diagonal turbinalarning energetik ko'rsatgichlariga sezilarli ta'sir qiladi. Uning miqdori, ish g'ildiragi diametrining- $D_1/1000$ nisbatidan katta bo'lmasligi, imkon bo'lsa undan ham kichikroq bo'lgani ma'qulroqdir.



3.3.1-rasm. Diagonal turbina ish g'ildiragining kesimi.

Diagonal turbinaning xarakterli diametri- D_1 , parraklarni burilish burchagini kamera o'qi bilan kesishishi bo'yicha aniqlanadi (2.3.1-rasm). Kamera bug'uzining nisbiy diametri $\bar{D}_{k6}$, 0,95—0,98 D_1 ni tashkil qiladi. SHuni qayd qilish lozimki, agar o'qiy turbinalarda D_1 ish g'ildiragining eng katta diametrini aniqlasa, diagonal turbinalarda diametr, parraklarni kirishdagi chetlari D_1 dan kattaroq.



3.3.1-rasm. Diagonal turbinalar ish g'ildiraklarining shakllari.

Diagonal turbinalar nisbatan yangi tizim hisoblangani uchun, hozircha ulardan maqsadli foydalanish chegarasi bo'yicha umumiy tushuncha yo'q [...]. Bu turbinalar faqatgina har xil parraklar soniga ega bo'lmasdan, har xil o'rnatish burchagiga- θ (2.3.1-rasm)

ham ega. Bosim ko'tarilishi bilan
burchak- θ kamayadi. Nisbatlar

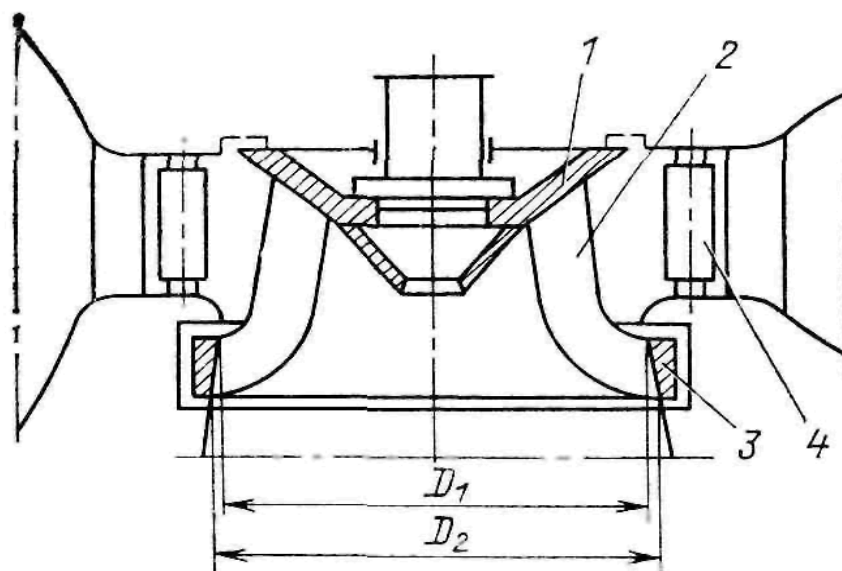
taxminan shunday: bosim - $40 \div 80$ m bo'lganda $\theta = 60^\circ$; bosim $60 \div 130$ m bo'lganda $\theta = 45^\circ$; bosim $120 \div 200$ m bo'lganda $\theta = 30^\circ$.

3.4 RADIAL-O'QIY TURBINALAR

Radial-o'qiy turbinalar (chet ellarda ularni Frensis turbinasi deb atashadi) eng eski turbinalardan, ammo eng ko'p tarqalgan turbinalardan hisoblanadi. Texnik jihatdan oddiyligi (mos holda arzonligi), bosim va suv sarfining juda katta diapazonida ishlashi, ularni jahonda tan olingan turbinalardan biriga aylantirdi. Jahondagi eng yirik GESlarga ushbu turbinalar o'rnatilgan, ularga, turbinaning birlik quvvati bo'yicha rekord taaluqlidir. Radial-o'qiy turbina (Frensis turbinasi) – reaktiv turbinadir. Bu turbinalarning xarakterli tomoni shundaki, suv ish g'ildiragiga kirishda avvalo radial tekislik bo'ylab xarakatlanadi, ish g'ildiragidan chiqqandan sung esa o'q bo'ylab xarakatlanadi. Bu turdagi turbinalardan bosim miqdori bo'yicha foydalanish sohasi 2.1-rasmda berilgan. Ulardan bosimning keng diapazonida: $30 \div 40$ metrdan $600 \div 700$ metrgacha foydalaniladi. Bunday katta diapazon, ish g'ildiragi va butun turbinaning konstruktiv xususiyati tufayli ta'minlanadi.

Radial-o'qiy turbinaning ish g'ildiragi, gupchak va gardish bo'ylab bir tekis taqsimlangan bir qancha fazoviy shakllarga ega bo'lgan murakkab parraklardan tashkil topgan (2.4.1 a va 2.4.2-rasmlar). Bu uch element bir-biri bilan juda mustahkam birlashtirilgan va bir butun konstruksiyani tashkil qiladi. Parraklar soni past bosimli turbinalarda 9 donadan, yuqori bosimli turbinalarda esa 21 donagacha bo'lishi mumkin. Ish g'ildiragi diametri qilib, parraklarni kirish chetlari maksimal diametri $-D_1$ qabul qilingan.

Gidroturbinaning ish g'ildiragi oldiga, undan o'tayotgan suv sarfini kerakli miqdorda o'zgartirishni hamda uning parraklaridan oqimni eng yaxshi oqib o'tishini ta'minlovchi va turbinaning FIK ko'taruvchi, aylanib turuvchi parraklar-yo'naltiruvchi moslama o'rnatiladi.



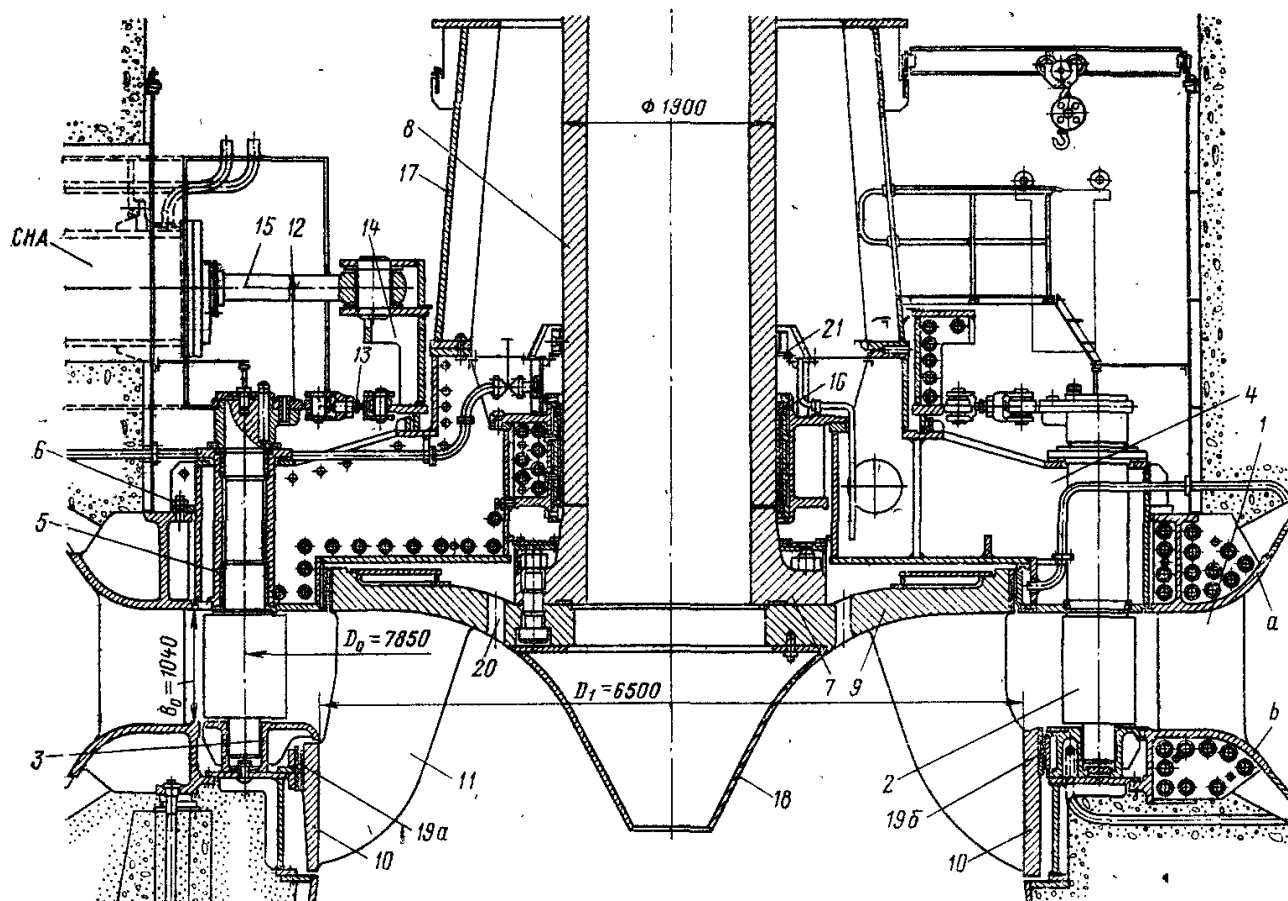
3.4.1-rasm. Radial-o‘qiy turbinaning ish g‘ildiragi

Yirik gidroturbinalarning ish g‘ildiragi parraklari, oqim chizig‘ining kesimi bo‘ylab oqib o‘tishga qulay shaklda bo‘ladi, bu esa ularni zarur mustahkamlikka ega bo‘lishi uchun qalinroq qilib tayyorlash imkonini beradi.

Foydalanilayotgan bosimni o‘zgarishi bilan radial-o‘qiy turbinalar ish g‘ildiragining shakli o‘zgaradi: chiqish diametrini kirish diametriga nisbati- D_2/D_1 kichik bo‘ladi. Masalan, Krasnoyarsk GESi uchun ($N \approx 100$ m) $D_2/D_1=1,13$, Ingura GESi uchun esa ($N = 270$ m) $D_2/D_1=0,68$.

Hozirgi vaqtda, birlik quvvati bo‘yicha ham (600—700 MVt), xuddi shuningdek o‘lchamlari bo‘yicha ham (ish g‘ildiragi diametri 9,5 m) radial-o‘qiy turdagi noyob turbinalar (Rossiya Federatsiyasidagi Krasnoyarsk, Sayano-Shushensk, AQSHdagi Grend Kul) yaratilgan.

Radial-o‘qiy turbinalarning qurilmasi va konstruksiyasini, LMZ (“Rossiyaning kuch mashinalari”) tomonidan Sayano-Shushensk GESi uchun tayyorlangan va quyidagi ko‘rsatgichlarga ega bo‘lgan variantlardan birining misolida batafsil ko‘rib chiqamiz (3.4.1-rasm): bosimlari 175—220 m, hisob quvvati - 650 MVt, bosim 206 m va balandroq bo‘lganda - 710 MVt, ish g‘ildiragi diametri - $D_1= 6,5$ m, aylanish chastotasi - $p = 136,4$ ayl./min.



3.4.2-rasm. Sayano-SHushensk GESining radial-o‘qiy turbinasi:

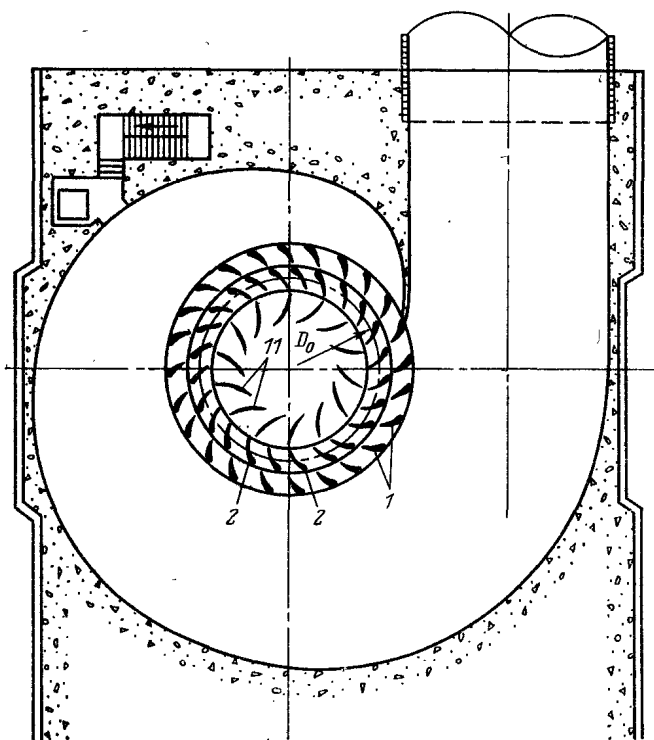
1-stator kolonnasi; a va v – statorning yuqori va pastgi belbog‘lari; 2 – yo‘naltiruvchi parraklar; 3-yo‘naltiruvchi moslamaning pastgi gardishi; 4- turbina qopqog‘i; 5-yo‘naltiruvchi parraklar yuqori saphasining tayanch stakanlari; 6 – statorning yuqori belbog‘iga mahkamlangan qopqoqlar ; 7 – valaning flanetsi; 8-val; 9 va 10 –ish g‘ildiragining yuqori va pastgi gardishlari; 11-ish g‘ildiragi

parraklari; 12-dastaklar; 13-sergi-sirg'alar; 14-boshqaruv halqasi; 15-servomotorning tortqichi; 16 – podshipnik; 17 – podpyatnik tayanchi; 18-oqib o'tuvchi; 19a i 19b – ish g'ildiragi gardishining zichlagichlari; 20 – engillashtirish tirqishlari; 21 – podshipnik kameralarini zichlash.

Radial-o'qiy turbinaning kirish qismi, xuddi boshqa reaktiv turbina turlarinikidek, po'lat qoplamali turbina spiral kamerasi, turbina spiral kamerasining qoplamasi payvandlangan baquvvat yuqori va pastgi **a** va **b** belbog'li stator kolonnalari-1 hamda turbinaning yo'naltiruvchi moslamasini tashkil qiluvchi yo'naltiruvchi parraklardan-2 iboratdir. Yo'naltiruvchi moslamada parraklar soni 24 donadan (20 dona ham bo'ladi) iboratdir. Yo'naltiruvchi parraklarning sapfalari, turbina qopqog'iga-4 mahkamlangan statorning pastgi **b** belbog'iga va stakanlarga-5 mahkamlangan halqa-3 ichidagi, vtulkali tayanchlarga egadir. Qopqoq, statorning yuqori belbog'iga boltlar-6 yordamida mahkamlanadi.

Spiral kameraning tishi bilan birgalikda, stator kolonnalarining soni, ushbu holat uchun, yo'naltiruvchi parraklar soniga teng bo'lib 24 donani tashkil qiladi, ammo ko'proq holatlarda stator kolonnalarining soni 2 marta kam bo'lishi mumkin.

Yo'naltiruvchi moslamani harakatga keltirish va parraklarni burish mexanizmi, o'qiy va diagonal turbinalarda qo'llaniladigan mexanizmga o'xshash bo'lib, yo'naltiruvchi parraklar sapfalarining yuqoridagi oxiriga mindirilgan dastaklar-12, sirg'alar-13 va boshqaruv gardishidan-14 iboratdir. Yo'naltiruvchi moslamaning ochilganligini-**a**_o o'zgartirish, boshqaruv gardishini burish orqali amalga oshiriladi. Boshqaruv gardishini burish, shtoklari-15 boshqaruv gardishi bilan ulangan ikki dona servomotorlar yordamida harakatga keltiriladi (3.15-rasmdagi sxemaga qarang).



3.4.3-rasm. Radial-o'qiy turbina.

**Yo'naltiruvchi moslamaning o'rta chizig'i
bo'ylab kesimi**

Oxirgi yillarda, ba'zan, har bir yo'naltiruvchi parrak uchun individual servomotorlar qo'llanmoqda. Bu usulda, boshqaruv nuqtalari sonini oshishi bilan bir qatorda, yirik turbinalardagi juda og'ir va qattiq qism hisoblangan boshqaruv gardishi olib tashlanadi hamda turbinaga qo'shimcha ekspluatatsion afzal-liklar beriladi. Ushbu holatda yo'naltiruvchi moslamaning xarakterli o'lchamlari quyidagi-larga teng: balandlik- $b_0 = 1,04$ m yoki $\bar{b}_0 = 0,16$, burilish o'qlari bo'yicha diametri- $D_0 = 7,85$ m yoki $\bar{D}_0 = 1,21$. Yo'naltiruvchi mosla-maning nisbiy balandligini o'qiy turbinalarga nisbatan

birmuncha kichraytirilishini, radial-o'qiy turbinalarda bosim birqancha kattaligi va egilishga ishlayotgan yo'naltiruvchi parraklarni, eguvchi momentini kamaytirish uchun ularni kichik oraliqlar bilan kaltaroq qilishga to'g'ri keladi deb tushuntirish mumkin. Bundan tashqari, bosim ko'payishi bilan xuddi shu quvvatda suv sarfi kamayadi, bu esa o'tish oraliqlarini kichraytirish imkonini beradi. Umuman $\bar{b}_0$ bosim oshishi bilan kamayadi. To'liq yopilganda siriqib oqayotgan suvni kamaytirish uchun yo'naltiruvchi moslamaning zichlash, chetgi oraliqlarni qisqartirish, parraklarni zich o'rnatish, rezinali yoki ishlov berilgan metall qistirmalarni (zanglamaydigan metallardan tayyorlangan) qo'llash, juda baland bosimlarda esa, chetgi orasiga siqilgan

havo haydash orqali oraliqlarni to'liq yopadigan trubkasimon rezinali zichlagichlarni qo'llash orqali amalga oshiriladi.



3.4.4 -rasm. Radial-o'qiy turbina ish g'ildiragining rasmi

Ish g'ildiragining rasmi, -rasmda keltirilgan. Ish g'ildiragining kesimi va konstruksiyasi 3.4.4-rasmda ko'rsatilgan. Yo'naltiruvchi moslama-dan o'tgan suv, yuqori-9 va pastgi-10 gardishlar hamda parraklardan-11 iborat ish g'ildiragiga kelib uriladi. Parraklar soni 16 donaga teng. Xuddi shu turdagi boshqa turbinalarda parraklar soni 14-19 donani tashkil qiladi. Parraklar va gardishlar bir butun mustahkam konstruksiyani tashkil qiladi. Ish g'ildiragi yuqori gardishi bilan birgalikda, ushbu

holatda, tashqi diametri 1,9 m ga teng bo'lgan qalin devorli quvur-valning-8 pastgi flansiga-7 mahkamlanadi.

Oqim uyurmalarini bartaraf qilish uchun yuqori gardishga oqib o'tuvchi konstruksiya mahkamlangan. Radial-o'qiy turbina shakli va ish g'ildiragi konstruksiyasi bilan, diagonal va parraklari buraladigan turbinalardan birmuncha farq qiladi: xususan, radial-o'qiy turbinalarning parraklari qo'zg'olmas qilib o'ratilgan, ularni o'rnatilish burchagini o'zgartirib bo'lmaydi (3.4.4-rasm). Radial-o'qiy turbinaning o'zida ham yuqorida qayd qilinganidek, ish g'ildiragining xarakterli diametri- D_1 qilib, parraklarni kirish chetlari maksimal diametri qabul qilingan. Ushbu holatda (3.4.2-rasm) $D_1 = 6,5$ m.ga teng.

Ish g'ildiragini zichlagichi. Turbina oqimda ishlab turganida ish g'ildiragi oldida bosim yuqori bo'ladi, g'ildirakdan keyin esa past bo'ladi, ba'zi holatlarda hattoki vakuum hosil bo'ladi. Bunga asosan, turbina ishlab turganida suvning bir qismi, aylanadigan va qimirlamaydiganelementlari orasidagi tirqishlardan foydasiz

oqib o'tadi, natijada uning FIK pasayib ketadi. Foydasiz oqib o'tadigan suv miqdorini kamaytirish uchun maxsus zichlagichlar qo'llaniladi. 3.4.2-rasmda, pastgi gardishga o'rnatilgan tirqishli zichlagichlar 19a va 19 b ko'rinib turibdi (bu rasmda ish g'ildiragi pastgi gardishi va uning zichlagichlarining ikki xil variantdagi konstruksiyalarini chap va o'ng tomondan ko'rinishlari ko'rsatilgan). Ularning asosiy vazifasi, aylanuvchi va qo'zg'olmas qismlar orasida kichik tirqish ($1,5 \div 2,5$ mm) hosil qilishdan iboratdir. Ba'zan qarshilik koeffitsientini oshirish uchun kengaytirilgan chuqurchalar (kanavki)-19a qilinadi. Juda katta bosimlarda labirintli zichlagichlarni qo'llashadi. Ish g'ildiragining yuqori gardishidagi zichlagichlar, yukni kamaytirish teshiklari bo'lganda kerak bo'ladi (3.4.4-rasm-dagi 20-pozitsiya). Ushbu tirqishlar, Ish g'ildiragining yuqori gardishi

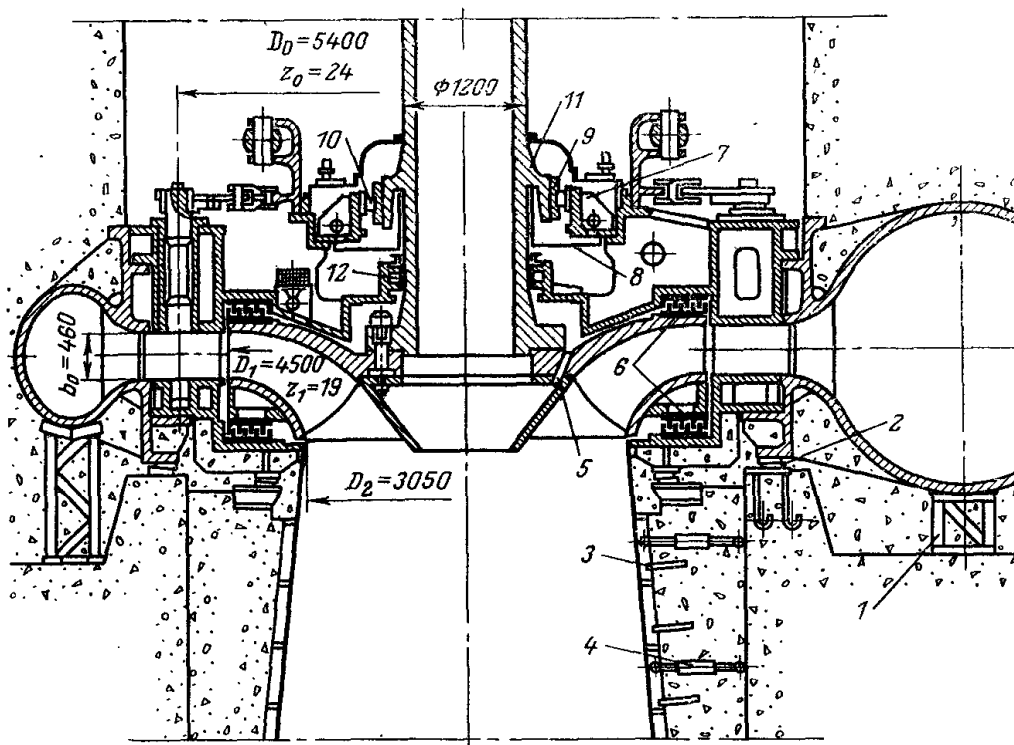
orasidagi bo'shliqni, g'ildirak ostidagi kamaygan bosim sohasi bilan birlash-tirib, podpyatnik qabul qiladigan, o'qiy zo'riqishlar natijasida hosil bo'ladi-gan gidrodinamik yuklamalarni kamaytiradi.

Radial-o'qiy turbinalarning ish g'ildiragi, bir butun yaxlit hisoblanadi. Bunday yaxlit ish g'ildiragini, uning eng katta diametri 4,75 m oshmagan holatda temir yo'llar bilan, undan katta bo'lsa suv yo'llari bilan olib kelinadi. Agar temir yo'llar bilan olib kelinish shart bo'lsa, unda ish g'ildiragi bo'laklarga bo'linadigan qilib tayyorlanadi va ular olib kelingandan sung joyida teriladi. Xuddi shuningdek, Bratsk GESining diametri - $D_1 = 5,5$ m bo'lgan ish g'ildiragi ikki qismdan iborat qilib zavodda tayyorlanib joyida ikki qism bir butun qilib payvandlandi, bu esa vaqt va qo'shimcha ishlov berishni talab qildi.

Turbina qopqog'i-4 mustahkam payvandlangan konstruksiya bo'lib, yo'naltiruvchi moslama va boshqaruv gardishi, suvning bosimi hamda podpyatnik tayanchlaridan-17 kelayotgan katta yuklamalarni qabul qiladi. Qopqoqqa turbinaning yo'naltiruvchi podshipnigi-16 hamda zichlash qurilmasi-21 mahkamlangan.

Ingura GESsi turbinalari (2.4.5-rasm) yuqori bosimli radial-o'qiy turbinalarning tipik misolidir. Ular XTGZ («Turboatom»)da ishlab chiqilgan va yaratilgan bo'lib, 325 m hisob bosimida 250 MVt atrofida quvvatga erishadi. Maksimal bosimi 404 m, aylanish chastotasi 250 ayl/min. Bu konstruksiya

yoʻnaltiruvchi moslamasining nisbiy balandligi ancha kichik ($\bar{b}_0 = 0,46/4,5 = 0,1$). Ish gʻildiragi shakli ham bu erda oʻzgargan. Turbina chiqish diametri- D_2 kirish diametridan- D_1 kichikroq. Ingura GESsi turbinalarining yana bir muhim farqi-ish gʻildiragining yuqori va pastgi gardishlarida, kuchaytirilgan toʻrt qirrali labirintlí zichlagichlarni-6 qoʻllanishidir.



3.4.5-rasm. Ingura GESining (Gruziya) radial-oʻqiy turbinasi

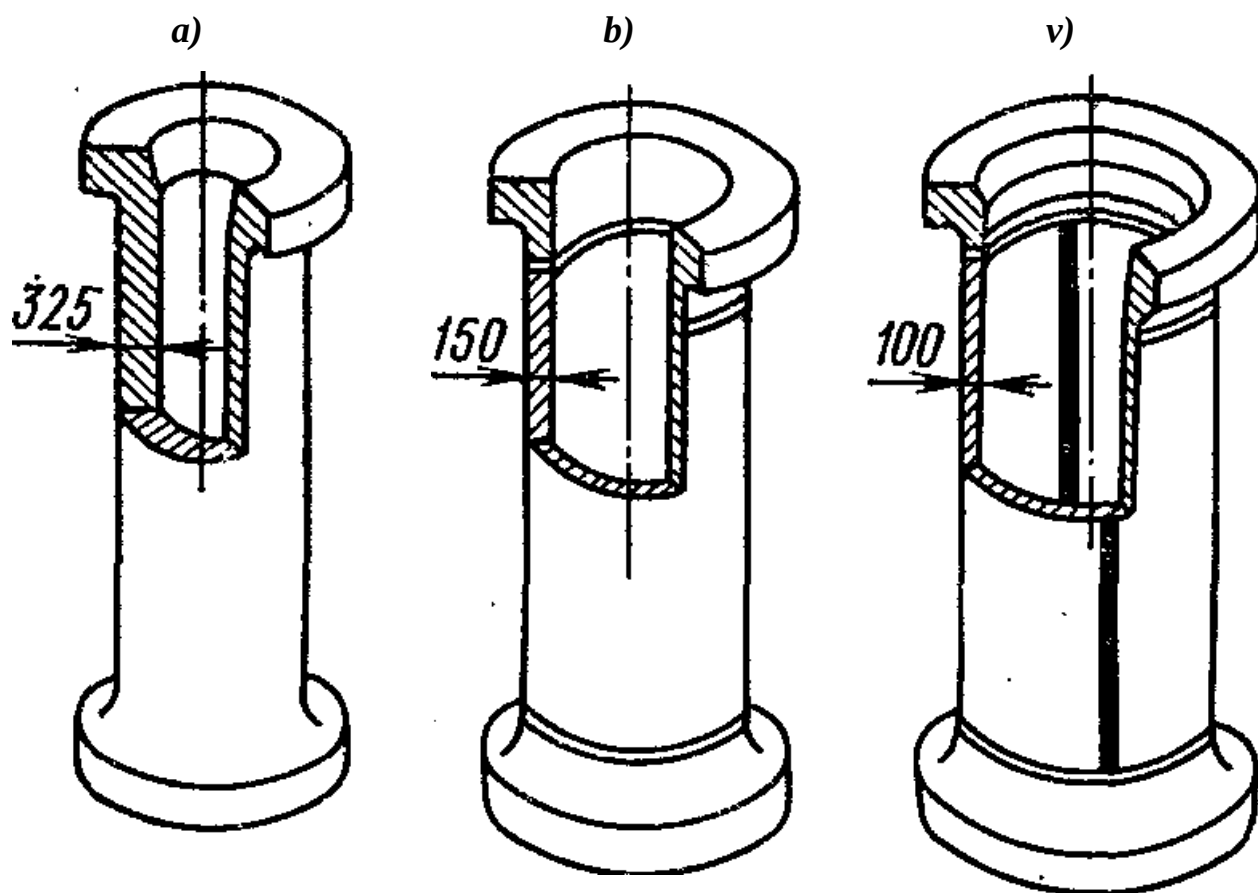
2.4.5-rasmda asosiy elementlaridan tashqari, beton ichida qoladigan quyidagi baʼzibir montajlovchi detallar ham koʻrsatilgan: ustunchalar-1; ponalar-2; ankerlar-3. Turbinaning baʼzibir montajlovchi detallari boshqa rasmlarda koʻrsatilgan.

3.5 Vertikal gidroturbinalarning vali va yoʻnaltiruvchi podshipniklari.

Vertikal turbinaning vali, ish gʻildiragidan generator rotoriga aylantiruvchi moment shaklida berilayotgan, aylanuvchi qismlarning (ish gʻildiragi, valning oʻzi) ogʻirligi bilan aniqlanadigan oʻqiy kuch shaklida berilayotgan hamda ish gʻildiragiga suv oqimidan gidrodinamik oʻqiy zoʻriqishlar shaklida berilayotgan yuklamalarni qabul qiladi. SHunday qilib, val asosan tortilishga va aylanib eshilishga ishlaydi. Gorizontál agrgeatlarda val yana qoʻshimcha egilish momenti yuklamasini ham qabul qiladi.

Vallar ulama ham bo'lishi mumkin: unda turbina vali va generator vali flanetslar bilan qattiq mahkamlanadi, katta uzunlikda esa, qo'shimcha oraliq ulamalar bilan mahkamlanadi.

Ba'zibir holatlarda agrregat yagona valga ega bo'ladi, bu esa agregatning umumiy balandligini kamayishiga olib keladi. Turbina vallari har doim ichi kavak qilib tayyorlanadi.



3.5.1-rasm. Vallarning konstruksiyalari

Vallar flaneslar bilan birga yaxlit qilib (3.5.1a-rasm) yoki yaxlit payvandlanib (3.5.1b-rasm) tayyorlanadi.

Birinchi keltirilgan ikki usul ko'proq tarqalgan, ammo yaxlit qilib tayyorlangan vallar nisbatan uncha katta bo'lmagan (1400 mm dan kichik) diametrlarda qo'llaniladi

Vertikal agregatlar valning taxminiy tashqi diametri- D_v quyidagi formula bilan aniqlanadi –

$$D_{\dot{A}} = (105 \div 115) \left(\frac{N}{n} \right)^{0.35}, \quad (3.5.1)$$

Bu erda: N-turbinaning maksimal quvvati, kVt; t-aylanish chastotasi, ayl/min.

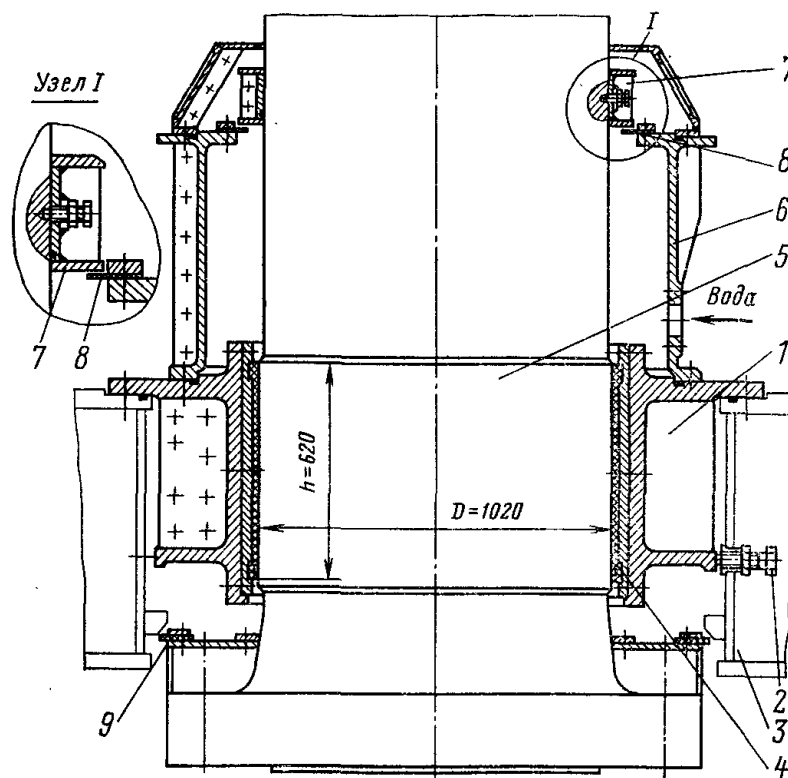
Vallarning ma'lum qoidaga keltirilgan diametrlari mavjud bo'lib, 600 mm dan 1000 mm bo'lgan vallar 50 mm oraliqda, katta miqdorlar uchun esa 100 mm oraliqda keltirilgan.

Turbina podshipniklari, agregatning aylanadigan qismlari tayanchlarning umumiy tizimi tarkibiga kiradi. Vertikal agregatlarda, turbina podshipniklari tomonidan yo'naltiriluvchi va qabul qilinuvchi radial yuklamalar, ish g'ildiragi oralig'ida oqimning nosimmetrik oqishi, xuddi shuningdek aylanuvchi qismlarning yaxshi balansirovka qilinmaganligi tufayli hosil bo'lishi mumkin. Valning konsol qismini kamaytirish maqsadida, turbina podshipnigini ish g'ildiragiga yaqinlashtirishga harakat qilishadi. Yo'naltiruvchi podshipnik turbinaning eng mas'ul qismi hisoblanadi va uni ishonchli ishlashini ta'minlash, agregatni to'xtovsiz ishlashining muhim omillardan hisoblanadi. Turbinalarda ikki xil podshipniklar qo'llaniladi: moy bilan yog'lanadigan va suv bilan ho'llanadigan. Suv bilan ho'llanadigan podshipniklar eng ko'p tarqalgan, ularda ishchi ikkilik, po'lat va rezinadan iboratdir.

Suv bilan ho'llanadigan podshipnikning asosiy qismlari (3.5.2-rasm): tirgak boltlari-2 bilan markazlashtiriladigan va turbina qopqog'iga-3 mahkamlanadigan podshipnik korpusi-1; vulkanizatsiya yordamida kesilgan va aylana bo'ylab egilgan po'lat plastinalar (segmentlar) - vkladishlardan-4 iboratdir. Rezinaning qalinligi 20 mm atrofida bo'lib, uning ishqalanadigan qismlari orasidagi tirqishlarga yaxshiroq suv kelishi uchun valga yopishib turgan yuzasida bo'ylama chuqurchalar qilinadi. Podshipnik joylashgan joydagi val, zanglamaydigan po'latdan tayyorlangan yopqich-5 bilan zanglashdan himoya qilinadi. Podshipnikka suv uzatish, podshipnik korpusiga mahkamlangan quvur yordamida yuqoridagi vanna-6 orqali amalga oshiriladi.

Eng mas'ul qismlaridan biri, vannani tig'izlash qurilmasi hisoblanadi. Bu erda XTGZ(«Turboatom») tomonidan ishlab chiqilgan, pastgi qismi zanglamaydigan po'latdan tayyorlangan valga kiydirilgan rezina gardish-7 va vannaning qopqog'iga

mahkamlangan egiluvchan rezinali gardishdan-8 tashkil topgan chetgi rezinali zichlagich (I-uzel) ko'rsatilgan. Suvning bosimi hisobiga rezinali gardish po'lat gardishga siqiladi va tirqishni zichlaydi. Bundan tashqari pastgi qismida, podshipnikni ta'mirlash vaqtida bekiladigan yana ta'mirlash zichlagichlari-9 ham hisobga olingan.



3.5.2-rasm. Suv bilan ho'llanib turadigan rezina vkladishli podshipnik.

Turbina pastgi bef sathiga nisbatan katta chuqurlikda o'rnatilgan bo'lsa, bu zichlagichlar juda muhim hisoblanadi. Suv bilan ho'llanadigan podshipniklarning asosiy afzalligi, ularning soddaligi, turbina ishlab turgan vaqtida ish g'ildiragi tomonidan tushayotgan suvdan himoya qilishni zarur emasligi, ishonchliligi va uzoq ishlashidir. Biroq ularning uzoq ishlashi, ho'llab turadigan suvni $0,15 \div 0,20$ MPa ($1,5 \div 2$ kgs/sm²) dan kam bo'lmagan bosim ostida to'xtovsiz uzatish hamda suvda abraziv loyqalarning bo'lmashligi (podshipnikka uzatilayotgan suvdagi qattiq loyqalarning miqdori 0,1 g/l dan oshmasligi) bilan ta'minlanadi. SHuni hisobga olish zarurki, podshipnikni ho'llab turish uchun uzatilayotgan suv, faqatgina val va vkladishlar orasida juda kichik ishqalanish ko'effitsientini hosil qilmasdan

(solishtirma bosim va aylanma tezlikka nisbatan $0,05 \div 0,005$), balki sovutish uchun ham xizmat qiladi, chunki rezina kam issiqlik o'tkazuvchi material bo'lganligi uchun bu juda muhimdir. SHuning uchun suv uzatish to'xtatilganda, vkladishlarning temperaturasi juda tez ko'tariladi, natijada ular tez ishdan chiqishi mumkin. Suv bilan ho'llab turish uchun toza suv bilan ta'minlash qiyin bo'lganda yoki boshqa holatlarda, hamda ekspluatatsiya shartlari va turbinaning konstruksiyasiga nisbatan, moy bilan yog'lab turiladigan podshipniklar qo'llaniladi.

3.6 Reaktiv turbinalarning olib keluvchi va olib ketuvchi elementlari.

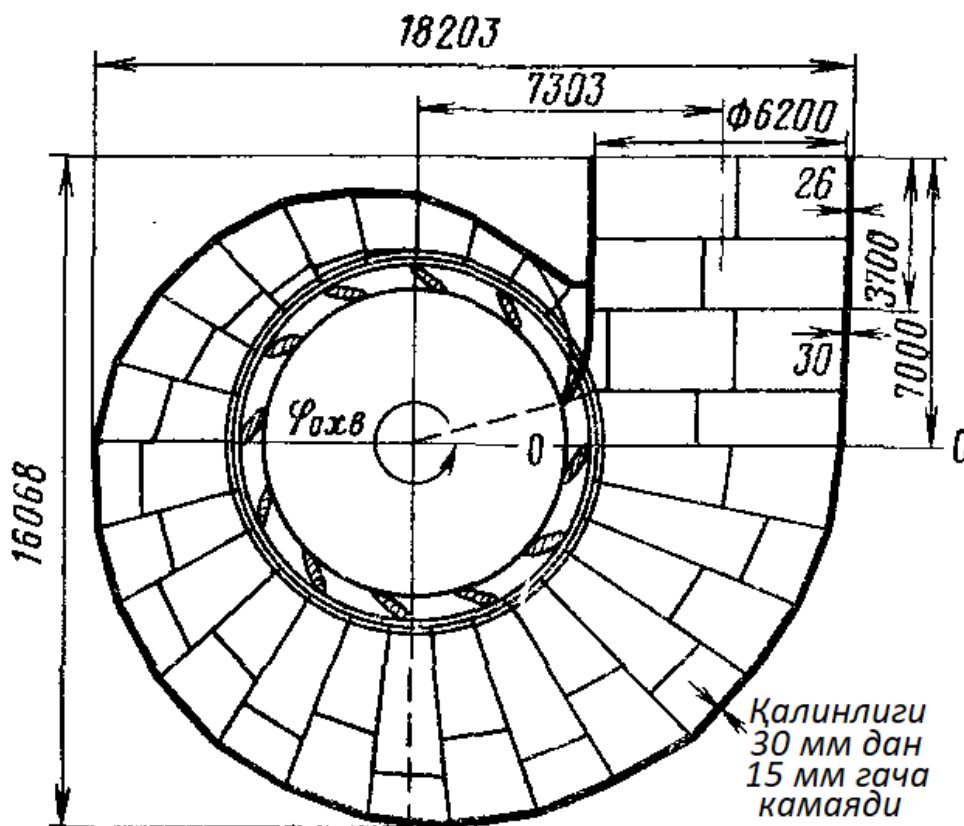
3.6.1 Turbina kameralari.

Turbina kameralari, reaktiv turbinalarning statorga va yo'naltiruvchi moslamasiga suv uzatish uchun xizmat qiladi. Turbina kameralariga quyidagi talablar qo'yiladi:

- ular yo'naltiruvchi moslamani barcha perimetri bo'ylab bir tekis ta'minlashi kerak.
- gidravlik yo'qotishlar kameraning o'zida, statorda va yo'naltiruvchi moslamaga oqimni kirishida minimal bo'lishi shart
- turbina kamerasining shakli va o'lchamlari, bino bloki kompanovkasi shartlariga mos kelishi va GESning bosimli suv o'tkazuvchilari bilan tutashi qulay bo'lishiga imkon berishi kerak.

Turbina kameralarining turlari. Yirik turbinalarda asosan ikki turdagi turbina kameralar qo'llaniladi: ***betonli (temirbetonli)***, odat bo'yicha trapetseidal shakldagi ko'ndalang kesimli va aylana shakldagi ko'ndalang kesimli ***metall (po'lat)*** turbina kameralari. Turbina kameralarining foydalanish sohalari har bir tur uchun asosan bosim bilan aniqlanadi. Beton kameralar 4 m dan 80 m gacha, metall kameralar 40 m dan 700 m gacha bo'lgan bosimlarda qo'llaniladi. Mayda tubinalar uchun ba'zan soddalashtirilgan turdagi turbina kameralari qo'llaniladi: ***ochiq, to'g'ri burchakli va kojuxli-g'ilofli.***

Turbina kameralarining konstruksiyalari. 3.6.1-rasmda diametri 5,5 m va 110 m bosimli radial-o'qiy turbinaning metall spiral kamerasi ko'rsatilgan. Kameraning kirish qirqimi, olib keluvchi suv o'tkazuvchining o'qiga perpendikulyar bo'lgan 0-0 tekislik hisoblanadi.



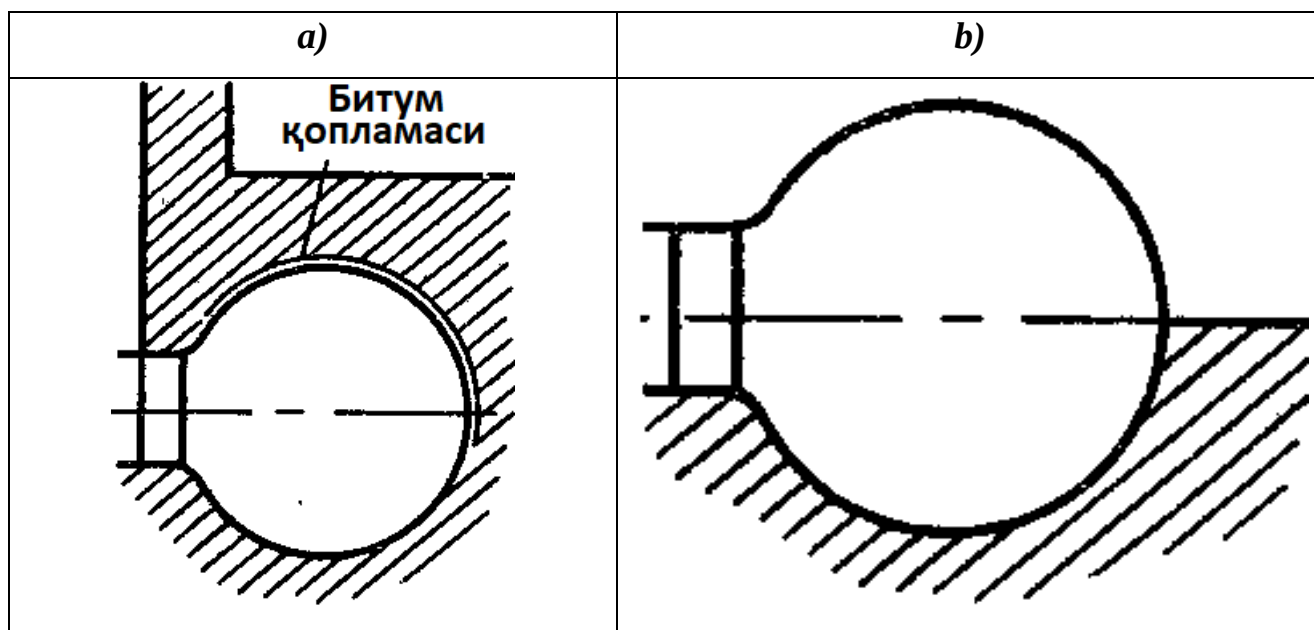
3.6.1-rasm. Materiali po'lat turbina kamerasi

Turbina kamerasining oxirgi kesimi, oxirgi stator kolonnasi-«spiral tishi»ning kirish qirradi bo'yicha aniqlanadi. Metall turbina spiral kamerasi stator bilan birgalikda, yo'naltiruvchi moslamani deyarli to'liq qamrab oladi. Bu qamrash, spiralni qamrash burchagi- $\varphi_{qam.}$ orqali ta'riflanadi. Metall spiral kameralarining qamrash burchagi- $\varphi_{qam.} = 340 \div 350^\circ$ ga teng. Ko'ndalang kesimi yuzasi aylana shaklida bo'lib, shu bilan birga kirishdan oxirigacha siljiganda suv sarfi kamayishi bilan kesim yuzasi va radiusi kamayib boradi.

Oxirgi qismida, taxminan oxirgi 90° da, kesim yuzasi aylana shaklidan elliptik shaklga o'tadi. Bu o'tishni shunday tushuntirish mumkinki, zarur bo'lgan maydon bu oraliqda shunchalik kichikki, aylana kesimni statorning tayanch gardishlari bilan tutashtirish mumkin bo'lmaydi.

Metall spiral kameralar payvandlangan konstruksiya bo‘lib valsovkalangan metall listlardan tayyorlanadi.

Listlar barcha perimetri bo‘ylab statorning yuqori va pastgi tayanch gardishlariga payvandlanadi. Yig‘ish va hamma spiral kamerani payvandlash joyida, yig‘ish vaqtida bajariladi, zavodlarda esa alohida listlar faqatgina bichiladi va valsovkalanadi. Agar turbina spiral kamerasi juda katta o‘lchamlarda bo‘lmasa (tashish shartlari bo‘yicha), unda spiral kamera zavodda quyiladi yoki payvandlangan konstruksiyada, ba’zi vaqtlarda stator bilan qo‘shilgan holda tayyorlanadi. Bu holatlarda kamera odatda ikki yoki to‘rt yig‘ish bloklari shaklida tayyorlanadi va ular joyida boltlar yoki payvandlab birlashtiriladi. Bunday kameralar yig‘ishga qulay, yuqori bosimlar uchun ishonchliroq, chunki zavodda tayyorlash texnologiyasi mukammalroqdir.



3.6.2-rasm. Metall turbina kameralarini o‘rnatish variantlari

Quyilgan yoki yaxlit payvand qilingan spiral kameralar, diametri 2,5 m gacha bo‘lgan turbinalarda qo‘llaniladi. Metall spiral kameraning qobig‘i, gidravlik zarbni hisobga olgan holda, yo‘naltiruvchi moslamani yopish vaqtida hosil bo‘ladigan suvning maksimal ichki bosimiga hisob qilinadi. Bu holatda betonga beriladigan yuklamani yo‘qotish kerak, buning uchun qobiqning yuqori

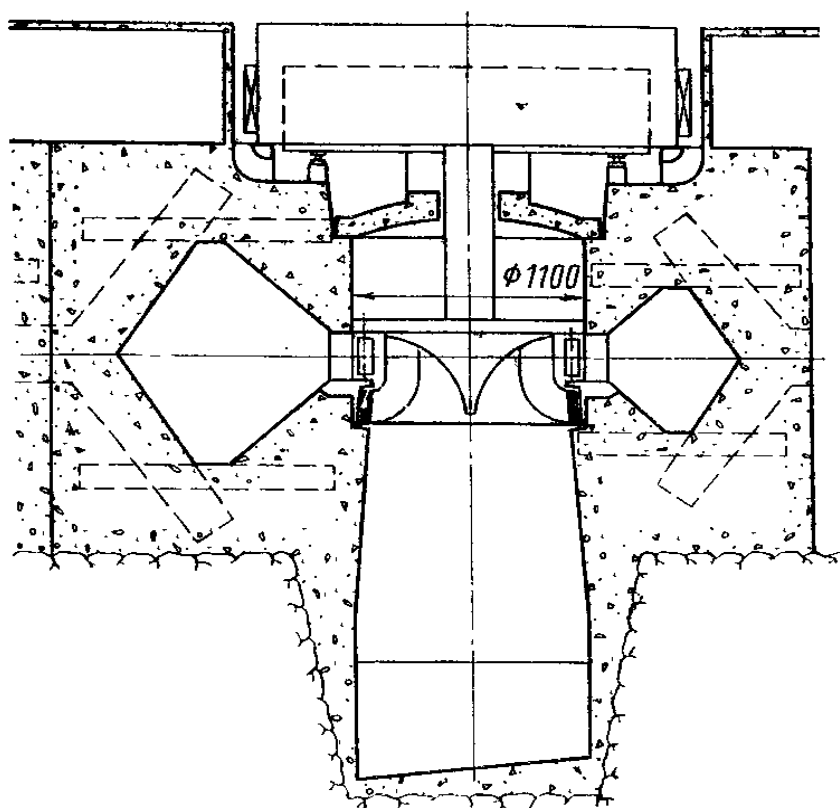
qismi yumshoq qistirma bilan qoplanadi (3.6.2a-rasm), masalan, bitum qatlami bilan yoki ochiq qoldiriladi (3.6.2b-rasm).

Qobig‘i maksimal ichki bosimni- r_{max} , qabul qiluvchi po‘lat spiral kameralarni qo‘llash chegarasi, legirovanlangan (maxsus ravishda nikel, xrom va boshqa har xil metallar qo‘shilgan) po‘latni hisobga olgan holda, quyidagi shart bo‘yicha qabul qilinadi- $\delta_{i\grave{a}e\grave{n}} D_{\grave{n}i} \leq 1100 \div 1300$;

Bu erda: r_{max} - MPa, gidravlik zarbni hisobga olgan holda;

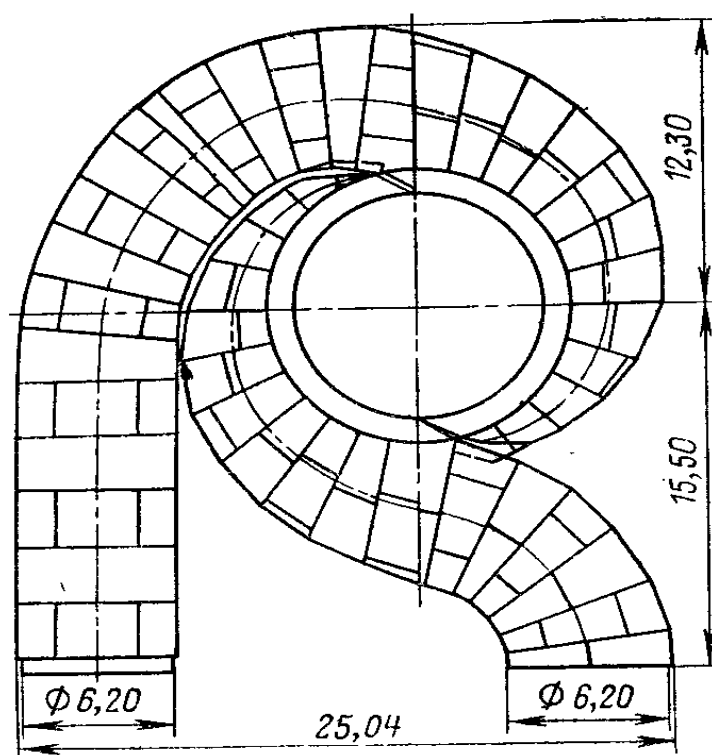
$D_{\grave{n}i}$ - spiralning kirish qismi kesimining diametri, sm.

Agar shart qondirilmasa, muhim qaror qabul qilishga to‘g‘ri keladi. Nurek GESi turbinasining po‘lat qobig‘i, bosimi 4 MPa teng bo‘lgan suvning faqatgina 1/3 qism bosimiga hisob qilingan, suvning 2/3 qism bosimi yuklamasini esa temirbeton tomonidan qabul qilinadi (baquvvat aylana armaturalar). Takliflar bor temirbetonga suvning barcha bosimi yuklamasini berib, qobiqni yupqa qilib tayyorlab undan faqatgina filtratsiyaga qarshi himoya vositasi sifatida foydalanishni yoki ilgari taranglashtirilgan temirbeton konstruksiyadan foydalanish to‘g‘risida takliflar berildi (3.6.3-rasm).



3.6.3-rasm. Ilgaridan taranglashtirilgan armaturali temir-beton kamera

SHunday qabul qilingan qarorlarning variantlaridan biri 2.6.3-rasmda ko'rsatilgan. Bu erda spiral kameraning ko'ndalang kesimi aylana emas, balki poligonal kesimlidir, bu esa ularni ilgaridan taranglashtirilgan armaturali yig'ma temir-beton elementlardan (punktir chiziqlar bilan ko'rsatilgan) yig'ish imkonini beradi. Quvvati 500÷750 MVt va undan ko'p bo'lgan yirik turbinalar uchun, ikki tomonlama suv uzatuvchi spiral kameralar qo'llaniladi. Diametri 7,5 m bo'lgan radial-o'qiy turbina uchun ishlab chiqilgan bunday spiral kameraning eskizi 4.7-rasmda ko'rsatilgan. Bu spiralning xususiyati shundaki, turbinaga suv ikkita quvur orqali uzatiladi va har biri tatorning yarmini o'rab oladigan yarim spiral bilan tutashadi. Har bir yarim spiralning kirish kesimi diametri, umumiy spiralga qaraganda deyarli 1,5 marta kichik bo'ladi, va mos holda po'lat listlarning zarur qalinligi kamayadi.

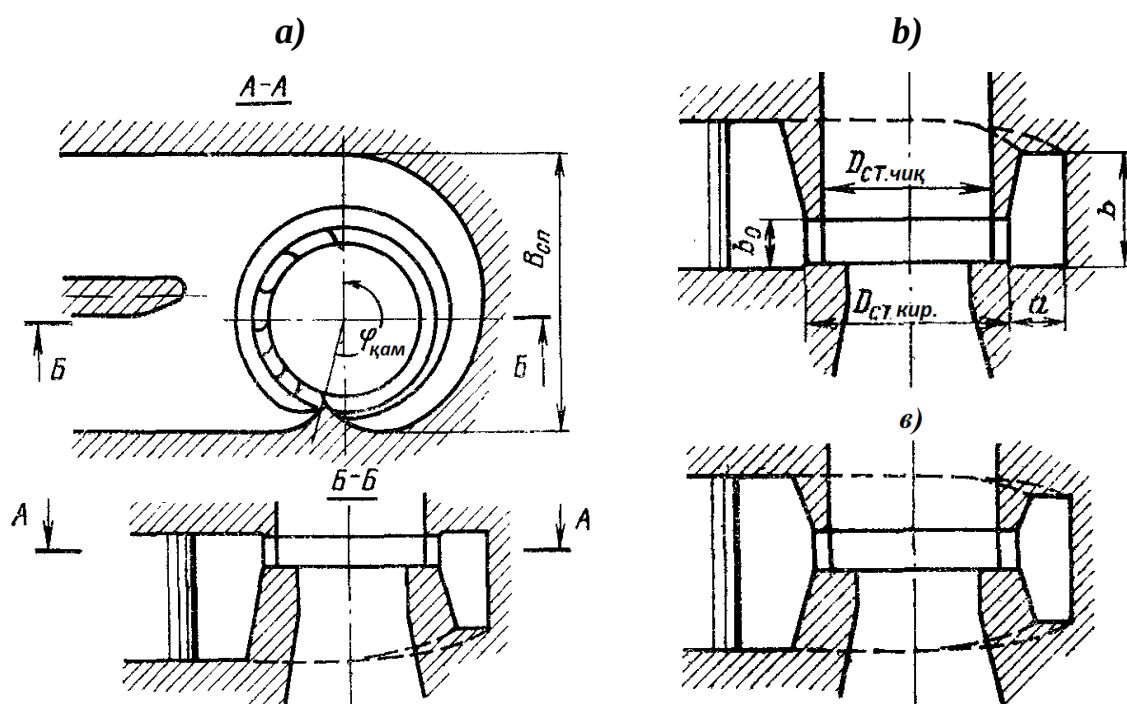


3.6.4-rasm. Ikki tomonlama suv uzatuvchi kamera

Beton turbina kameralari metall tubina kameralaridan faqatgina ko'ndalang kesimini shakli bilan emas, balki qamrash burchagi- φ_{qam} bilan ham farq qiladi. Beton turbina kameralari uchun qamrash burchagi- $\varphi_{qam} = 180 \div 270^\circ$ ni tashkil qiladi. 4.8-

rasmdan ko‘rinib turibdiki qamrash burchagi- φ_{qam} , turbinaning maksimal bosimiga- $N_{maks.}$ ham bog‘liqdir. Qamrash burchagining- φ_{qam} kichik miqdorlarini qabul qilish bo‘yicha alohida holatlar ham bo‘lgan. Masalan, Volga GESi beton turbinakameralarining qamrash burchagi- $\varphi_{qam}=135^\circ$ ga teng. Qamrash burchagining kichik bo‘lishi, turbina statorini GES binosi blokining o‘rtasiga joylashtirish lozimligiga nisbatan asoslangan. Beton kameralarning ko‘ndalang kesim yuzasi trapetsiya shaklida bo‘ladi, shu bilan birga balandligi- b odatda kengligiga- a nisbatan kattaroq bo‘ladi. Bunday kesim yuzasi, kameraning plandagi o‘lchamlarini kamaytirish, ayniqsa spiralning kengligini- $V_{sp.}$ kamaytirish maqsadida qilinadi.

Uch xil shakldagi beton kameralari qo‘llaniladi: o‘zgarmas sathli potolokli, pastga qarab rivojlangan (3.6.5a-rasm); o‘zgarmas sathli polli, yuqoriga qarab rivojlangan (3.6.5b-rasm); o‘zgaruvchan sathli potolokli va polli, ikki tavrli (3.6.5v-rasm). U yoki bu shakldagi beton kameralarni tanlash, GES binosi blokining samarali kompanovkalash shartlariga asosan aniqlanadi.



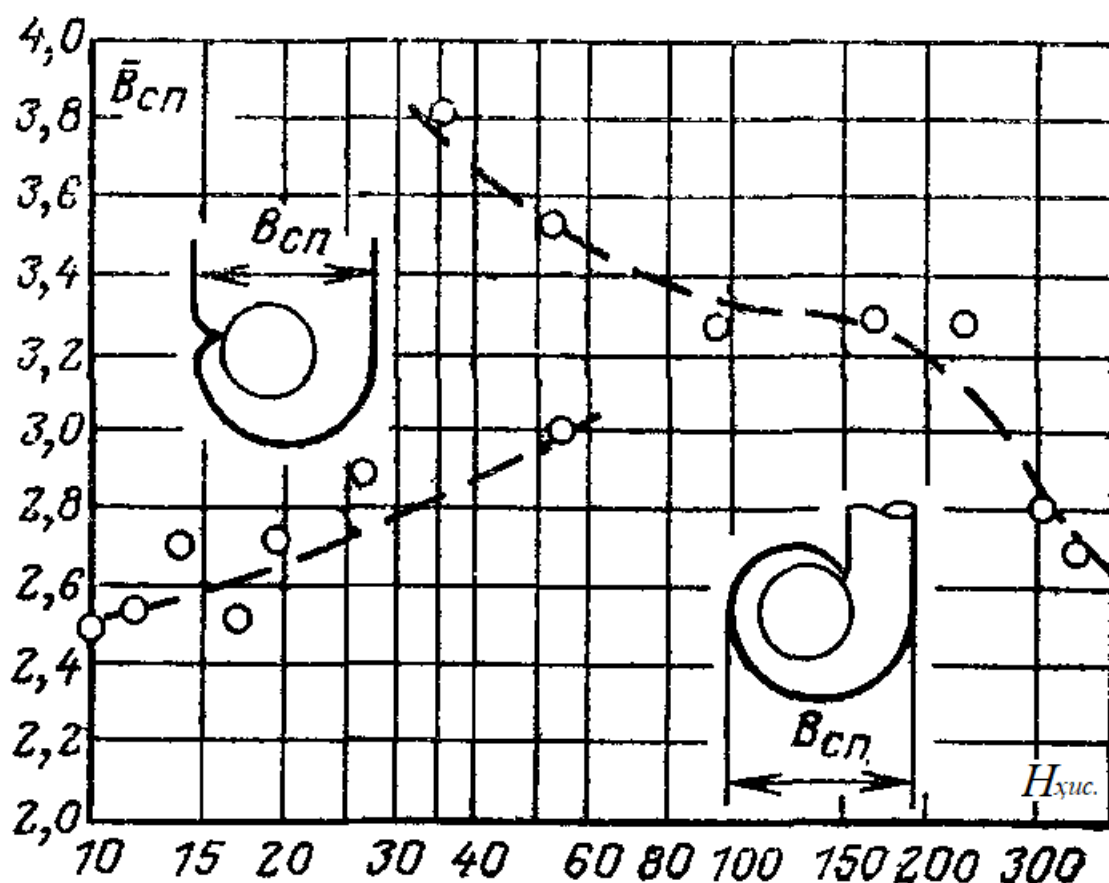
3.6.5-rasm. Beton turbina kameralari

Turbina kameralarining muhim xususiyatlaridan biri shundan iboratki, yo‘naltiruvchi moslama perimetrining katta qismi suvni to‘g‘ridan-to‘g‘ri olib keluvchi suv o‘tkazuvchi-quvurdan oladi ($\varphi_{qam}=180^\circ$ bo‘lganda -yarmi). 3.6.5-

rasmdan ko‘rinib turibdiki, bu erda stator va yo‘naltiruvchi moslamaning kuraklariga suv uztish qulay emas, chunki stator va yo‘naltiruvchi moslamaga kirishda suvning tezligi keskin o‘zgaradi. Yo‘naltiruvchi moslamaga oqimni kirish sharoitini yaxshilash maqsadida, spiralning o‘ng choragidagi tishi oldiga egri chiziqli kolonnalar qo‘yiladi, shu bilan birga kolonnalarning qadamini bu erda kichikroq qilishadi. Ba‘zan, past bosimli turbinalar uchun, to‘g‘ri burchakli turbina kameralarini qo‘llash imkoniyati masalasi ko‘riladi. Bosim 50 m dan ko‘proq bo‘lganda spiral kameralar, qalinligi 10÷16 mm bo‘lgan po‘lat listli qoplamalar bilan ta‘minlanadi. Bu qoplama asosan filtratsiyaga qarshi himoya vositasi sifatida xizmat qiladi, ammo konstruksiyani mustahkamlikka hisob qilinganda e‘tiborga olinadi. Qoplama betonga yaxshi ankerlangan bo‘lishi kerak. Hidroelektrostansiyalar loyiha qilinganda, GES binosi bloki kompanovkasi va qurilish konstruksiyalari bilan yaxshi bog‘lash maqsadida, turbina kameralarining shakli va o‘lchamlarini o‘zgartirish imkoniyatini qarab chiqish lozim. Eng muhim parametrlardan biri, turbina kamerasining kengligi - V_{sp} . hisoblanadi.

3.6.6-rasmda nisbiy miqdor - $\bar{B}_{cn} = \frac{B_{cn}}{D_1}$ ko‘rsatilgan.

Bu erda: D_1 – hisob bosimiga – $N_{his.}$ nisbatan ish g‘ildiragi diametri. SHu rasmning o‘zida ba‘zibir GESlarga to‘g‘ri keladigan nuqtalar berilgan. Rasmdan ko‘rinib turibdiki, nuqtalar bir-biridan, ayniqsa beton tubina kameralari uchun ancha uzoqroq joylashgan. Nuqtalarning bu tarqoqligi asosan, ko‘ndalang kesimi shaklining farqi bilan bog‘liq. *Turbina kameralarining shakli va gabaritlarini tanlash, gidravlik hisob orqali amalga oshiriladi.*



3.6.6- rasm. Turbina kamerasing kengligi

Modomiki turbina kamerasi to'g'ridan-to'g'ri stator gardishiga yonishib turar ekan, albatta uning nisbiy balandligi - $\bar{b}_0$ va kolonnalarning kirish - D_{kir} va chiqish - D_{chiq} chetlari diametrlarini joylashishi bilan ta'riflanadigan o'lchamlarini bilishimiz zarur (3.6.2 va 3.6.6-rasmlarga qarang).

Balandlik - $\bar{b}_0$, turbinaning gabarit chizmalarida beriladi va ularning turiga bog'liq bo'ladi. Statorning o'lchamlari uncha katta o'zgarmaydi.

Beton kamerali turbinalar uchun:

- $D_{kir} = 1,5 \div 1,55$ va $D_{chiq} = 1,3 \div 1,35$, $D_1 < 4,0$ m bo'lganda katta miqdorlarga teng bo'ladi.

Metall spiral kamerali turbinalar uchun:

- $D_{kir} = 1,55 \div 1,64$ va $D_{chiq} = 1,33 \div 1,37$, $D_1 < 3,2$ m bo'lganda katta miqdorlarga teng bo'ladi.

Bundan tashqari, 100 m dan ortiq bo'lgan bosimlar uchun ikkala diametr ham 0,03-0,07 ga ko'payadi.

Turbina kameralarini gidravlik hisoblash uchun boshlang'ich holat, *yo'naltiruvchi moslamaning perimetri va statorga suv sarfini bir tekis uzatilishi hisoblanadi.*

Bundan shu kelib chiqadiki, φ burchak bilan aniqlanadigan, spiralning berilgan kesimidan o'tadigan suv sarfi – Q_φ quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$Q_\varphi = Q \frac{\varphi}{360^\circ} \quad (3.6.2)$$

Bu erda: Q – turbinaning to'liq suv sarfi;

φ - spiral tishining oxiridan hisoblanadigan burchak.

Spiral kameraning kirish kesimidagi suv sarfi quyidagiga teng:

$$Q_{\text{kir.âõ}} = Q \frac{\varphi_{\text{îõâ}}}{360^\circ} \quad (3.6.3)$$

Spiral kameraning kesimi o'lchamlari, quyidagi ikki gipotezadan biri asosida aniqlanadi:

- berilgan oqim tezliklarining o'rtacha aylanma komponenti – $V_{u.o'rt.}$ miqdori bo'yicha;

- statorning chiqish diametrda - $D_{st.chiq}$ berilgan oqim tezligining yo'nalishi bo'yicha, ya'ni to'g'ridan-to'g'ri yo'naltiruvchi moslamaga kirish oldidan.

1. O'rtacha tezlik miqdoriga nisbatan hisoblash, o'rtacha tezlikning doimiyligi qonuniga asosan amalga oshiriladi –

$$V_{u.o'rt} = V_{\text{doim. o'rt. kir.}} = \text{const},$$

Bu erda: $V_{\text{doim. o'rt. kir.}}$ - spiralning kirish 0-0 kesimidagi o'rtacha tezlik (3.6.7 – rasm).

Kirish kesimidagi o'rtacha tezlik - $V_{\text{doim. o'rt. kir.}}$ miqdorini nisbatan kattaroq olish kerak, chunki bu turbina spiral kamerasi o'lchamlarini kichrayishiga olib keladi. Ammo shu vaqtning o'zida kirish qismidagi o'rtacha tezlik- $V_{\text{doim. o'rt. kir.}}$ haddan

tashqari ko‘paytirilsa, yo‘qotishlar sezilarli oshib boradi (FIK kamayadi) va turbinaning suv o‘tkazish qobiliyati kamayadi.

Spiralning uzunligi bo‘yicha o‘rtacha tezlikning o‘zgarishini bilgan holda, spiral kameraning mos meridian kesimi yuzasini topish mumkin.

$$F_{\varphi} = \frac{\varphi_{i\delta\hat{a}}}{v_{u\tilde{n}\delta}(\varphi)360} \quad (3.6.4)$$

SHu bilan birga $v_{u\tilde{n}\delta} = \text{const}$ bo‘lganda, $v_{u\tilde{n}\delta} \approx v_{\tilde{n}\tilde{i}.\hat{a}\delta}$ deb olishadi.

Dumaloq ko‘ndalang kesimli metall spiral kameraning gabaritlari juda sodda aniqlanadi: burchak φ ga har xil miqdorlar beriladi va har bir burchak uchun 4.3 formula bilan mos yuzalar va radiuslar hisoblanadi.

$$r_{\varphi} = \sqrt{\frac{F_{\varphi}}{\pi}}$$

Aylana kesimlari shunday chiziladiki, ular stator gardishlarining yuqori va pastiga taqalishi kerak.

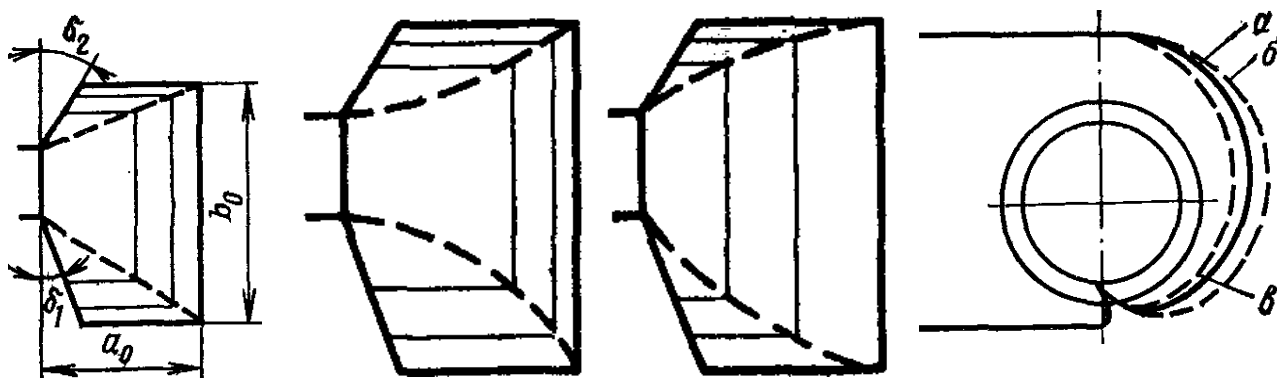
Beton spiral kameralar uchun avvalo $\varphi = \varphi_{\text{qam.}}$ va $v_{u\tilde{n}\delta} = v_{\tilde{n}\tilde{i}.\hat{a}\delta}$ deb qabul qilib qamrash burchagi - $\varphi_{\text{qam.}}$ aniqlanadi, spiralning zarur bo‘lgan kirish qismi qirqimining yuzasi – $F_{\text{sp.kir.}}$ hisoblanadi. GES binosi blokini kompanovkalash shartlariga asosan ko‘ndalang kesim yuzasi tanlanadi va kirish qirqimi quriladi.

Bunda quyidagi shartlar hisobga olinadi: $\frac{b_0}{a_0} \leq 2 \div 2.5$, $\delta_1 = 15^\circ$, $\delta_2 = 25 \div 30^\circ$ (3.6.7-rasm).

a)

b)

v)

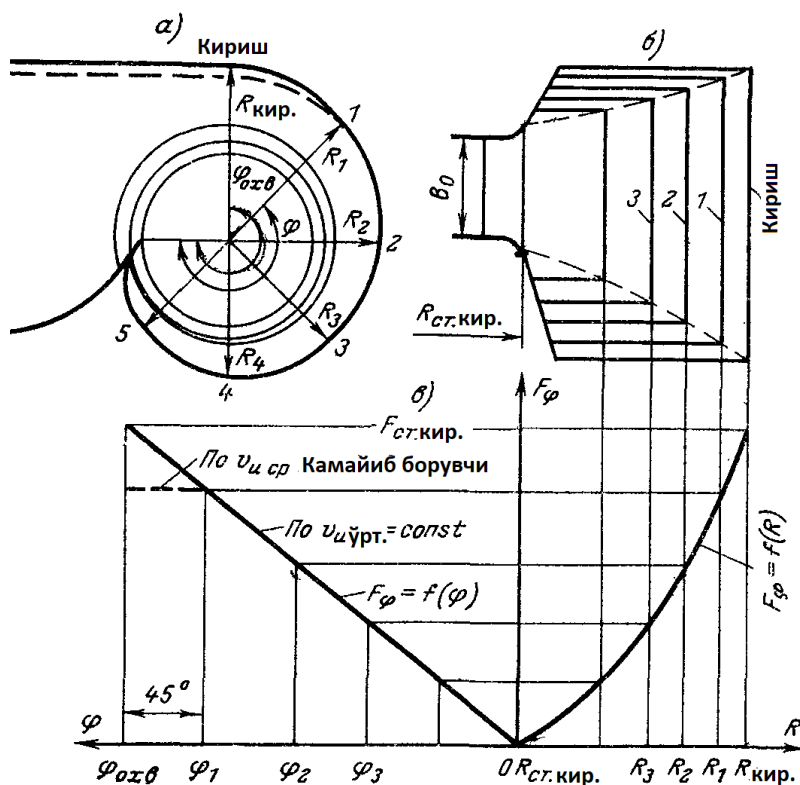


3.6.7-rasm. Beton kameralarning oraliq kesimlarini qurish.

Oraliq kesimlarni qurishni umumiy usulini qabul qilish kerak. U tik devorni potolok va tub bilan kesishish egri chiziqlarida beriladi. Uch variant bo'lishi mumkin (2.6.7-rasm): **a** –balandligi va kengligini bir xil kamaytirish; **b** – balandligini tezroq qisqartirish; **v** - kengligini tezroq qisqartirish. Planda **v** shakl torroq, **b** shakl eng keng. Ba'zida potolok yoki pol sathi spiral-larini o'zgarlas qilib saqlashadi.

Beton spiral kamerani qurishni 3.6.8-rasmda ko'rsatilganidek grafik usulda amalga oshirish qulay. Qamrash burchagining - φ_{qam} , ma'lum miqdorini berib va yuza

bo'yicha $F_{\tilde{n}\tilde{i}.â\tilde{o}} = \frac{Q\varphi_{i\tilde{o}\tilde{a}}}{v_{\tilde{n}\tilde{i}.â\tilde{o}}(\varphi)360}$ uni topib hamda GES binosi blokini



3.6.8-rasm. Beton spiral kameraning o'lchamlarini grafik usulda aniqlash.

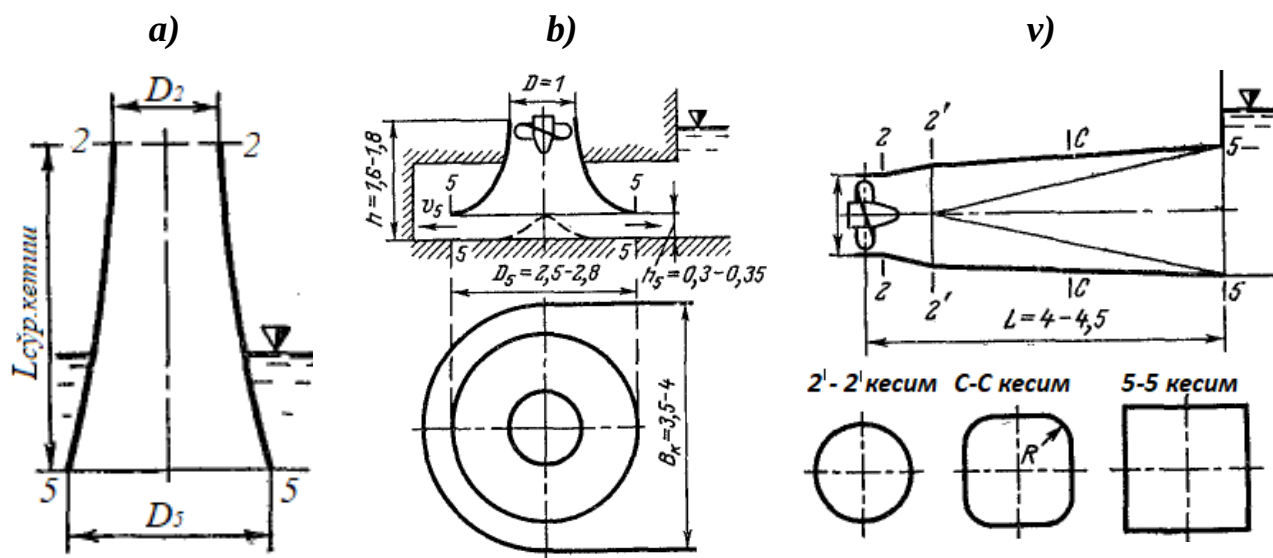
kompanovkalashni hisobga olib, kameraning shakli tanlanadi va yuza - $F_{\text{ñi.âö}}$, bo'yicha kirish kesimi o'lchamlari ham tanlanadi, statorning ma'lum o'lchamlari ($R_{\text{st.kir.}}$ va b_0) bo'yicha olingan kesim quriladi (kirish 3.6.8 *b* - rasmda) va, uzunlik bo'yicha uning o'zgarish qonuni tanlanib (punktir chiziqlar), bir necha oraliq kesimlar chiziladi (1, 2, 3, ...). Qirqim ostida ikkilangan grafik quriladi (3.6.8 *v* - rasm): $F_\varphi = f(R)$ va $F_\varphi = f(\varphi)$, 3-4 formula bo'yicha. Oraliq kesimlarga bu egri chiziqlarni qo'yib, $R_1, R_2 \dots$ i $\varphi_1, \varphi_2 \dots$, kabi planda spiralni qurish imkonini beradigan mos miqdorlar topiladi (3.4.8 *a* - rasm). Agar kirish qirqimi o'lchamlarini kamaytirish zarur bo'lsa, unda 45° yaqin burchakda tezlikni kamayish qonunini qo'llash mumkin (3.4.8 *a* - rasmda punktir chiziq bilan ko'rsatilgan).

3.7 So'rib ketish quvurlari.

Reaktiv turbinalarning ish g'ildiragidan o'tgan suv, so'rib ketish quvuriga tushiriladi va quvur orqali pastgi befga olib ketiladi. So'rib ketish quvuri turbinaning energetik xarakteristikalariga muhim ta'sir ko'rsatadi, ayniqsa past bosimlilarga. So'rib ketish quvuri ma'lum darajada GES binosi asosini o'rnatish sathini hamda binoning pastgi bloki o'lchamlarini aniqlaydi. SHu munosabat bilan so'rib ketish quvurining shakli va o'lchamlarini aniqlash masalasi, GESni loyihalashda juda muhim ahamiyatga egadir.

So'rib ketish quvurlarining turlari. Ularni ikki xil turga bo'lish mumkin: to'g'ri o'qliva egilgan.

To'g'ri o'qli so'rib ketish quvurlari. To'g'ri o'qli so'rib ketish quvurlarining eng sodda turi, to'g'ri o'qli konusli quvur (3.7.1 *a*-rasm) hisoblanadi. To'g'ri o'qli konusli so'rib ketish quvuri yaxshi energetik ko'rsatgichlarga ega, ammo uning zarur bo'lgan uzunligi - $L_{\text{co'r.ketish}}$ juda ko'p bo'lganligi sababli, yirik vertikal turbinalarni o'rnatishda uning asosini juda chuqur bo'lishiga va GESning narxini oshishiga olib keladi. SHu munosabat bilan hozirgi kunda, bunday so'rib ketish quvurlari faqat mayda

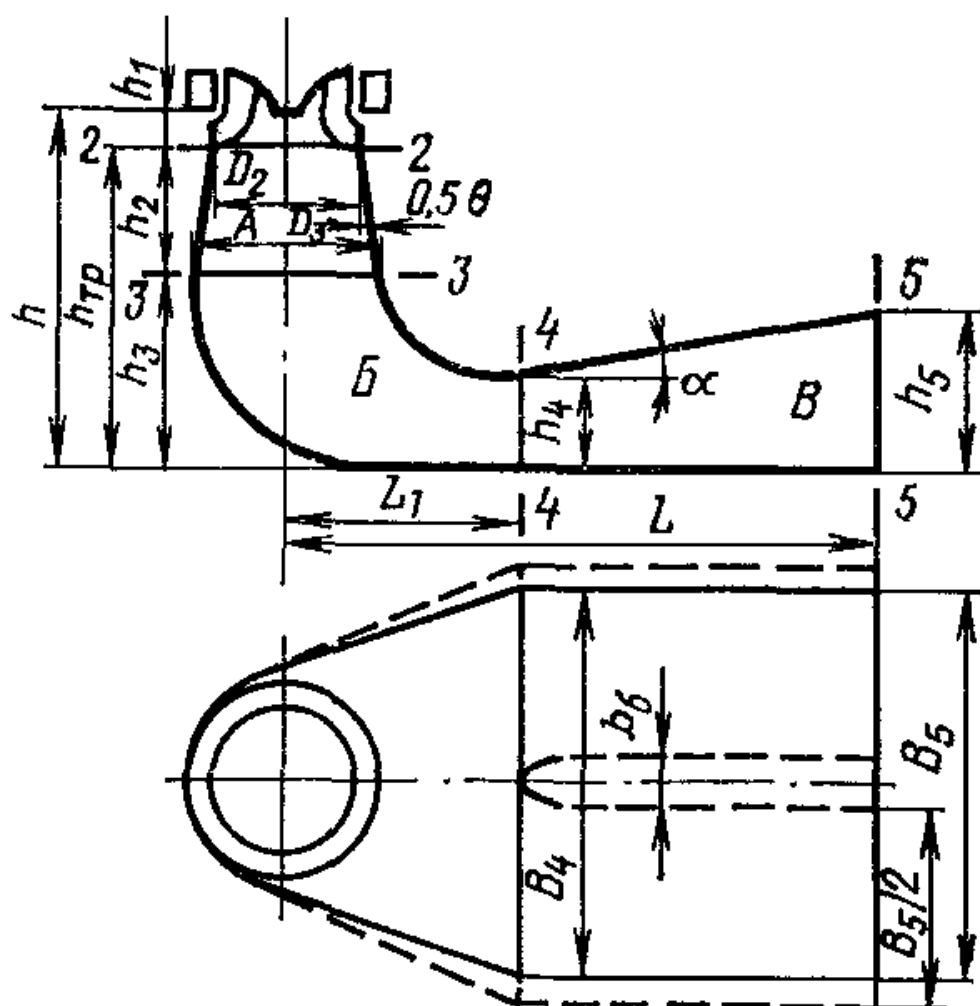


3.7.1-rasm. To'g'ri o'qli so'rib ketish quvuri

turbinalarda qo'llanilmoqda. To'g'ri o'qli so'rib ketish quvurlarining boshqa turlari 3.7.1-rasmda ko'rsatilgan. To'g'ri o'qli konussimon so'rib ketish quvurlarining samaradorligini birmuncha oshirish va uning uzunligini qisqartirish uchun uning tomonlarini egri chiziqli qilish kerak (2.7.1a- rasm). Bu g'oyani kelajakda rivojlanishi, chiqish kesimi 5-5, silindrsimon shaklga ega bo'lgan rastrubli so'rib ketish quvuri deb nomlanadigan quvurga olib keladi (2.7.1b-rasm). Ishlashini yaxshilash uchun markazda konoid qurish taklif qilinadi (punktir chiziq bilan ko'rsatilgan). Ammo hozircha bu quvurlar qo'llanilmayapti.

Gorizontall turbinlarda, asosan kapsulali agregatlarda (3.7.2-rasm) to'g'ri o'qli so'rib ketish quvurlari qo'llaniladi (3.7.1 v-rasm). 2-2 va 2¹-2¹ kesimlari orasida quvur aylanasiimon, undan chiqish kesimi 5-5 ga, kvadrat yoki to'rtburchak shaklidagi kesimga bir tekis ravon o'tiladi. Tajribalar shuni ko'rsatdiki, o'tishni katta uzunlikda bajarish lozim, bunda konus burchagi – θ , $14^0 \div 16^0$ katta bo'lmashligi kerak.

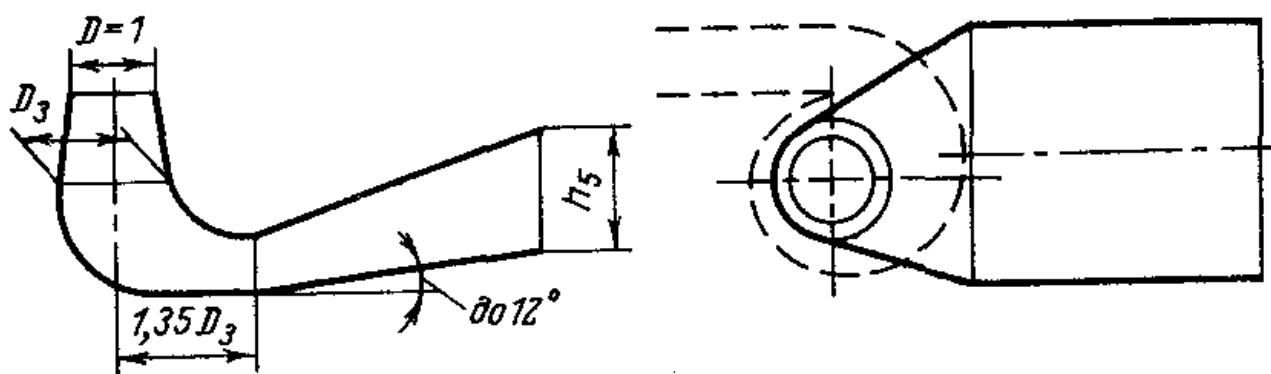
Egilgan so'rib ketish quvurlari amaliy jihatdan yirik vertikal turbinali barcha gidroelektrostansiyalarda qo'llaniladi. Bunda quvur (3.7.2-rasm) uch asosiy qismdan iborat bo'ladi: **A** - korpus; **B** - tirsak va **V** - olib ketuvchi diffuzor.



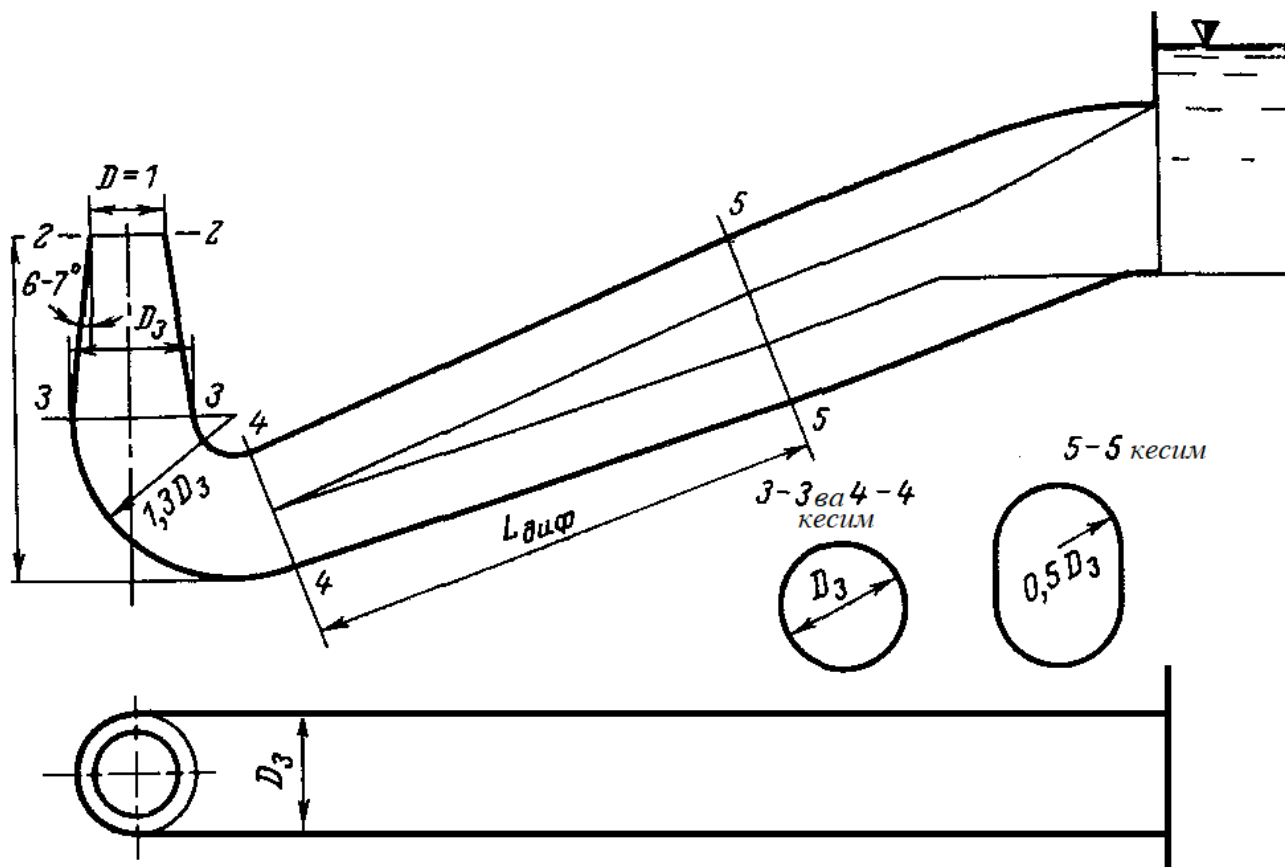
3.7.2-rasm. Egilgan so'rib ketish quvuri

Konus oralig'ida quvurning ko'ndalang kesimi aylana shaklida, sungra tirsakdan ular bir tekis to'g'ri burchakli kesimga kengligi juda tez ko'payib o'tadi va diffuzor qismida to'g'ri burchakli bo'lib saqlanadi, shu bilan birga kesim yuzasi balanlik hisobiga o'sib boradi (potolok α burchak ostida qiyalikka ega). Egilgan so'rib ketish quvurining eng xarakterli o'lchamlaridan biri yo'naltiruvchi moslamaning eng tagidan olinadigan balandligi – h (quvurning haqiqiy balanligi kichik va u konus - h_2 hamda tirsakning - h_3 balandliklari yig'indisidan iborat) va quvurning uzunligi L (haqiqatda bu quvurning gorizontal qismi) hisoblanadi.

a)



b)



3.7.3-rasm. Egilgan so'rib ketish quvurining turlari

Modomiki egilgan so'rib ketish quvurining tirsagi, to'g'ri o'qli quvurga nisbatan qo'shimcha gidravlik yo'qotishlar keltirib chiqarar ekan, ayniqsa tirsakning hamda diffuzor qismini shakli va o'lchamlarini puxta uylab tanlash talab qilinadi. Leningrad metall zavodi ishlab chiqaradigan egilgan so'rib ketish quvurining namunaviy tirsagi keng qo'llaniladi (OAO «Сilовые машины» (3.7.3-rasm). Tirsak planda simmetrik bo'lishi yoki olib ketuvchi diffuzorning o'rta chizig'i surilgan bo'lishi mumkin. So'rib ketish quvurining o'lchamlarini topishda

asosiy parametrlar: kirish diametri - D_2 va quvurning balandligi - h hisoblanadi. Ish g'ildiragining turi va uning o'lchamlari kirish diametriga nisbatan aniqlanadi. Energetik ko'rsatgichlari bo'yicha doimo balandroq quvur afzalroq hisoblanadi. Ammo shu bilan birga balandlik - h oshishi bilan ish hajmi va GESning narxi oshib boradi. SHuning uchun quvurning balandligi texnik-iqtisodiy mulohazalar orqali aniqlanadi. Keng qo'llaniladigan so'rib ketish quvurining turlari **3.7.4-rasmda** ko'rsatilgan. Simmetrik bo'lmagan so'rib ketish quvuri, GES binosi blokini kompanovkalash shartlariga binoan juda qulay hisoblanadi (spiral kameraning konturi punktir chiziq bilan ko'rsatilgan). Ish hajmini kamaytirish uchun ko'p holatlarda quvurning diffuzor qismi (12^0 gacha) qiya qilib tayyorlanadi. Bunda chiqish kesimining balandligi - hb saqlanib qoladi. Er osti va yarim er osti GESlarda quvur balandligini ko'payishi sezilarli qimmatlashuvga olib kelmaydi, shuning uchun bu stansiyalarda **3.7.3 b-rasmda** ko'rsatilgan. Bunga konusli qismining balandligi va ancha uzun, qiyaligi 30^0 gacha bo'lgan diffuzor hisobiga erishiladi. Tirsak o'zgarmas kesimli qilinadi va tor shakliga ega. Diffuzor oralig'ida aylana, konusli burchak bilan oval kesimga o'zgartiriladi (kengligi planda saqlab qolinadi).

3.8 Aktiv turbinalarning konstruksilari.

3.8.1 CHo'michli turbinalar.

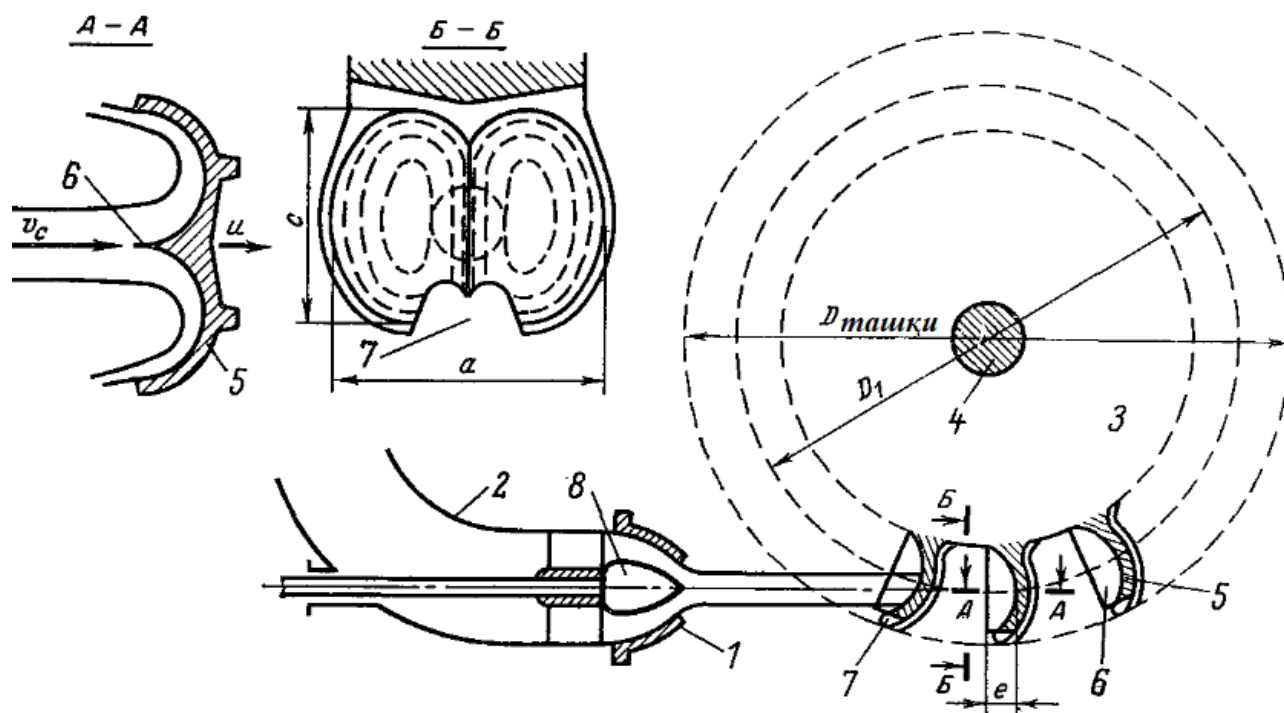
Aktiv gidroturbinalar. Eng ko'p tarqalgan aktiv turbinalar, cho'michli turbinalar hisoblanadi (chet ellarda ularni Pelton turbinasi deb atashadi). CHo'michli turbina, bosimning $300 \div 1770$ m oralig'ida, ish g'ildiragining diametri 7,5 m gacha bo'lganda foydalaniladi. CHo'michli turbinaning prinsipal sxemasi 3.8.1-rasmda keltirilgan.

Suv yuqori befdan quvurlar orqali diskka o'xshab tayyorlangan, turbinaning gorizontal yoki vertikal valga mahkamlangan va havoda erkin aylanadigan ish g'ildiragiga uzatiladi. Disk aylanasi bo'ylab cho'michga o'xshash parraklar (cho'michlar) joylashgan. CHo'michlar ichida gidravlik energiya mexanik energiyaga aylantiriladi (3.8.1-rasm).

Ish g'ildiragiga suvni uzatish, ichida tartibga soluvchi igna joylashgan soplo yordamida amalga oshiriladi. Quvur orqali soploga olib kelingan suvning hamma energiyasi (qarshiliklar tufayli yo'qotilgan bosimni olib tashlangandan sung), kinetik energiyaga aylantiriladi. Ish g'ildiragi va soplo, bektilgan g'ilof ichiga joylashtiriladi joylashtiriladi.

Cho'michli trbinalarda suv sarfi va quvvatni tartibga solish tartiga soluvchi soplo yordamida amalga oshiriladi

Cho'michli turbina elementlari konstruksiyasini batafsil ko'rib chiqamiz. Uning asosiy elementlari, quvur-2 orqali suv uzatiladigan soplo-1 va valga-4 o'rnatilgan ish g'ildiragi-3 hisoblanadi. Soplo va ish g'ildiragi suv

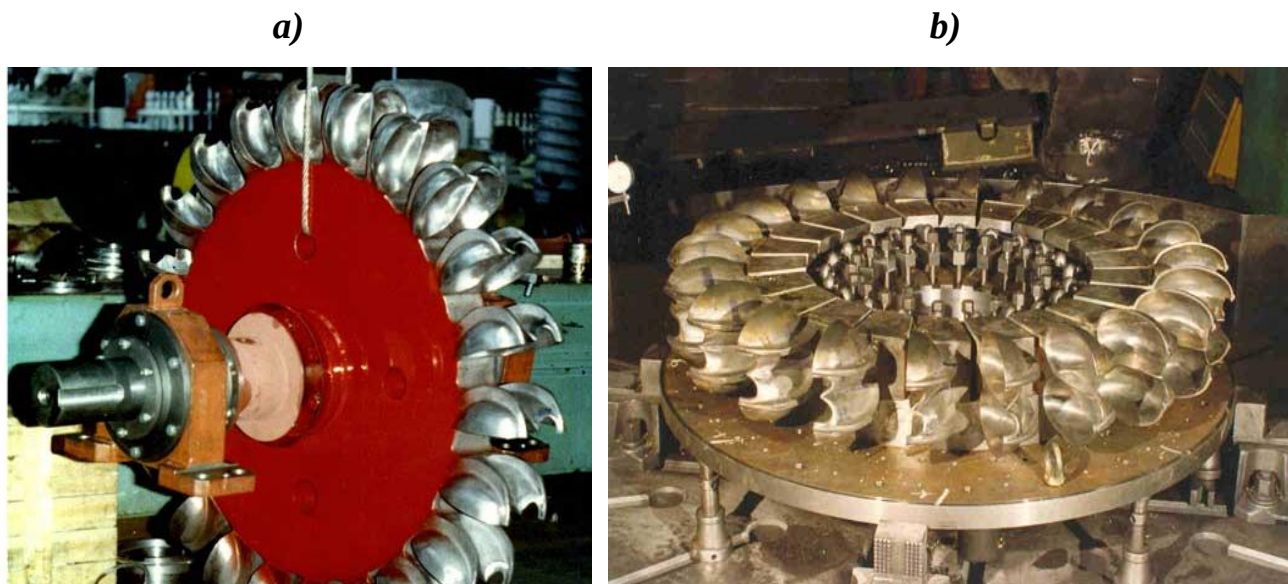


3.8.1-rasm. cho'michli turbinaning sxemasi.

sathidan yuqoriga o'rnatilgan, shuning uchun ish g'ildiragi havoda erkin aylanadi. Soplodan bosim - N ta'siri ostida tezlik - V_{oqim} bilan o'tilyotgan suv oqimi quyidagi tenglik bilan aniqlanadi

$$v_c = \varphi \sqrt{2gH}$$

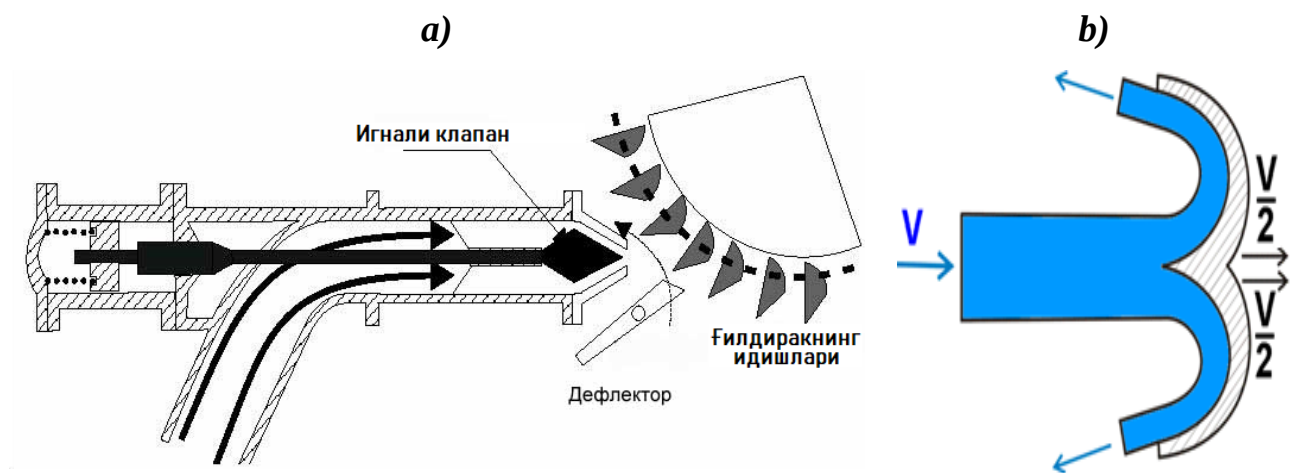
Tezlik koeffitsienti $\phi = 0,98 \div 0,99$ ga teng. Ma'lumki, cho'michli turbinalar katta bosimlarda qo'llangani uchun tezlik- V_{oqim} juda katta bo'ladi. SHunday qilib, bosim - $N = 600 \text{ m}$ bo'lganda $V_{oqim} = 105 \text{ m/s}$, bosim - $N = 1500 \text{ m}$ ga teng bo'lganda tezlik - $V_{oqim} = 165 \text{ m/s}$ ga teng bo'ladi.



3.8.2-rasm. Vertikal (a) va gorizontal (b) o'rnatilgan cho'michli turbinaning ish g'ildiraklari

Ish g'ildiragi-3 diskdan va shakli jihatidan cho'michga o'xshash (shuning uchun nomi «cho'michli») ishchi parraklardan-5 tashkil topgan. Parraklarning umumiy soni $12 \div 40$ dona. Har bir parrak kesuvchi-6 bilan ajratilgan ikkita egri chiziqli tekislikdan tashkil topgan (A-A kesim va B-B ko'rinish). Ish g'ildiragi shunday o'rnatiladiki kesuvchi, oqimning o'qiga to'g'ri kelishi kerak.

Ish g'ildiragi aylanish vaqtida parraklarning orqa tomoniga oqim urishini yo'qotish uchun parraklarda maxsus chok-7 qoldirish nazarda tutilgan. Parrakka suv oqimi kelib urilganda u kesuvchi bilan ikkita teng qismga bo'linadi, va har biri egri chiziqli yuzada oqib o'tadi. Suvning tezligi va yo'nalishini o'zgarishi hisobiga parraklarda bosim va ish g'ildiragi momenti hosil bo'ladi. Ish g'ildiragi momenti, ish g'ildiragini val bilan qo'shib aylantiradi. Modomiki suv parraklarga katta tezlikda oqib kirarkan, parraklarni aniqligiga, tozaligiga va ularning yuzasiga ishlov berilishiga juda yuqori talablar qo'yiladi.



3.8.3-rasm. tartibga soluvchi soplo (a) va suv oqimini cho‘mich kesuvchisi bilan bo‘lish sxemasi (b)

CHO‘michli turbinada quvvatni oshirii, suv sarfini o‘zgartirish orqali amalga oshiriladi. Buning uchun igna-8 xizmat qiladi. Ignani ishlashi 3.8.3-rasmda ko‘satilgan. Igna ichkariga tortilganda (3.8.3a-rasm) soplo to‘liq kesimi bilan ishlaydi va eng ko‘p suv sarfini o‘tkazadi. Ignani ilgariga surish bilan suv o‘tadigan kesim kichrayib boradi, oqimning diametri kichrayib boradi va mos holda o‘takazilayotgan suv sarfi kamayib boradi. Igna soploni to‘liq yopganda suv sarfi nolga teng bo‘ladi. Soplodan oqib chiqayotganda oqimni siqilish effekti hosil bo‘ladi, natijada oqimning diametri soploning diametridan kichik bo‘ladi. CHO‘michli turbina ish g‘ildiragi parraklarining o‘lchamlari odatda 3.8.2-rasm bo‘yicha quyidagilarni tashkil qiladi: $a = (2,8 \div 3,6) d_{oqim}$, $s = (2,5 \div 2,8) d_{oqim}$ $e = (0,9 \div 1,0) d_{oqim}$, (d_{oqim} – oqimning diametri). CHO‘michli turbinalarga suv, uzun bosimli suv o‘tkazuvchi quvurlar orqali uzatiladi. Sopla tez yopilib suv sarfi kamayganda hosil bo‘ladigan gidravlik zarb natijasida, suv o‘tkazuvchi quvurlarda qo‘shimcha yuklamalar hosil bo‘ladi. CHO‘michli turbinalarda soploni yopmasdan ya’ni suvni kamaytirmasdan turib quvvatni vaqtinchalik pasaytirish mumkin. Buning uchun suv oqimini cho‘michlardan boshqa tomonga burib qo‘yish kerak. Oqimga bunday ta’sir qilish, to‘g‘rida-to‘g‘ri soplodan keyin o‘rnatiladigan deflektor tomonidan amalga oshiriladi. Qurilma quyidagicha harakat qiladi. Turbina tomonidan ishlab chiqarilayotgan

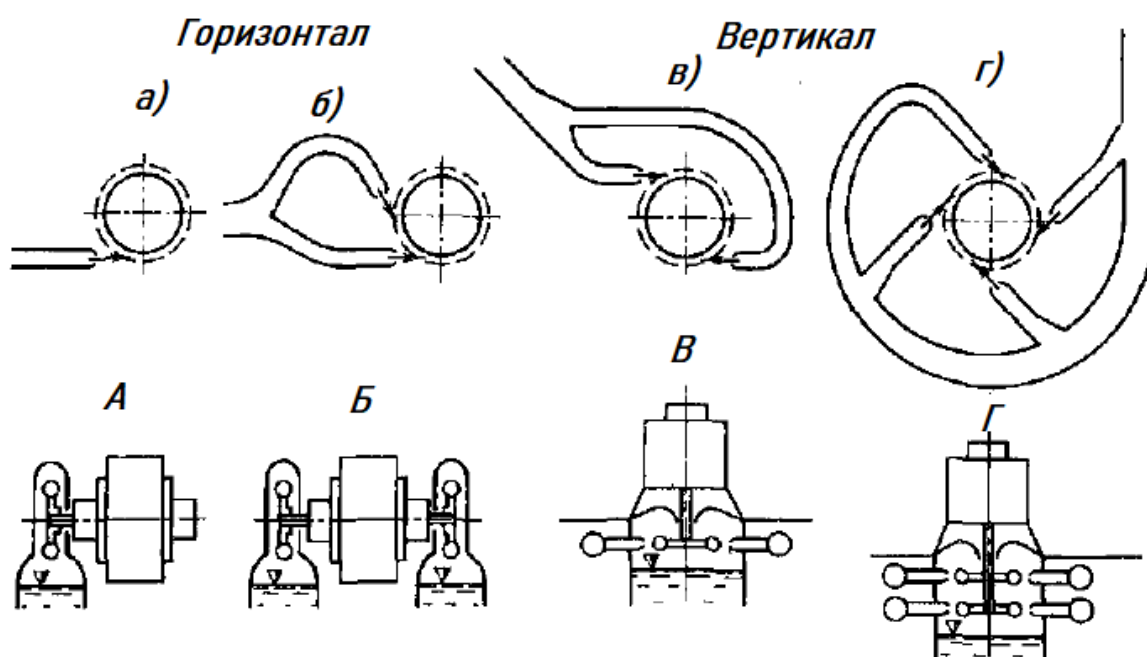
energiyani tezda kamaytirish lozim bo'lganda, deflektorni boshqaradigan servomotorga impul uzatiladi, va deflektor juda tez (2-3 sekunda) siljiriladi, bu esa lozim bo'lgan quvvatni kamayishiga olib keladi. Ammo suv sarfi miqdori o'zgarasdan qoladi. Bir vaqtning o'zida ignani yopishga ham impuls uzatiladi, amma igna sekin harakatlanadi va mos holda uzatilayotgan suv sarfi asta-sekin kamayadi, natijada katta gidravlik zarbni hosil bo'lishini oldi olinadi (ignani to'liq yopilish uchun ketadigan vaqt 20-40 sekundni tashkil qiladi). Ignani yopilishi bilan bir qatorda, deflektor suv oqimidan olinadi va tizim normal ish rejimiga olib kelinadi. Cho'michli turbinani yaratish bir qancha o'ziga xos qiyinchiliklar bilan bog'liq. Ulardan biri ish g'ildiragining konstruksiya, xususan parraklarni mahkamlash tizimidir. Eng osoni, har bir parrakni alohida tayyorlab sungra disk-gupchakka mahkamlashdir. Biroq cho'michli turbinalarda parraklar juda og'ir sharoitda ishlaydilar. Ish g'ildiragi parraklarining aylanish jarayonida suv oqimidan olayotgan yuklamasi amaliy jihatdan o'zgarasdan qoladigan reaktiv turbinalarga qaraganda cho'michli turbinalarda, parrak suv bosimi kuchi bilan maksimal yuklanadi, faqat parraklar suv oqimidan o'tgandan sung yuklamadan xalos bo'ladi. SHunday qilib parraklar o'zgaruvchan yuklama sharoitida ishlaydilar. Bu sharoitda ishlash, metallda charchash hodisasini keltirib chiqaradi, natijada mahkamlangan qismlarni liqillab va bo'shashib qolishiga olib keladi. Parraklarni boltlar, shpilkalar, ponalar qisib qo'yadigan gardishlar va boshqa echiladigan asboblarni bilan mahkamlashning juda ko'p turlari mavjud. Oxirgi vaqtlarda, echilmaydigan yaxlit quyiladigan va yaxlit payvandlanadigan ish g'ildiraklarini qo'llay boshlashdi, bu esa legirovanlangan po'latni quyish va payvandlash texnikasining taraqqiyotiga olib keldi. Misol sifatida yaxlit quyilgan cho'michli turbinaning ish g'ildiragi 3.8.4-rasmda ko'rsatilgan. Ba'zan bir guruh parraklar birgalikda yaxlit quyiladi va bunday holatlarda g'ildirak gardishi uch-olti qismdan iborat qilib yig'iladi.

Cho'michli turbinaning konstruktiv shakllari juda xilma-xildir, ular valining joylashishi hamda soplolar soni va ish g'ildiragini bir valdagi bo'lishiga nisbatan bir-biridan farqlanadi. Soplolar sonini ko'paytirish, turbinaning o'lchamlarini kamayishiga va quvvatli turbinalar uchun juda muhim bo'lgan aylanish chastotasini

ko‘payishiga olib keladi. Cho‘michli turbinalarning ko‘proq tarqalgan konstruktiv sxemalari 3.8.4-rasmda ko‘rsatilgan.

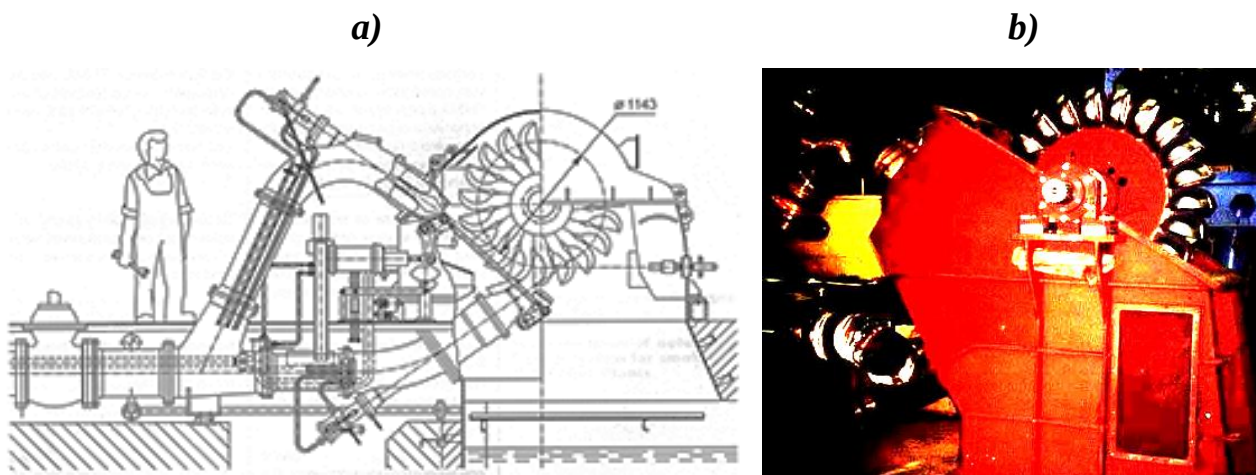
Valning holati bo‘yicha hamma turbinalar ikki guruhga bo‘linadi: gorizontaal va vertikal. Ish g‘ildiragiga oqimni uzatishning turli xillari bo‘lishi mumkin. Gorizontaal turbinalarda bir oqimni (a) uzatish sxemasidan hamda maxsus tarmoqlanish shaklini talab qiladigan, ikki oqimni (b) uzatish sxemasidan foydalaniladi. Vertikal turbinalarda, qamrab oladigan-spiral

suv o‘tkazuvchini tanlash bilan, turli sondagi oqim va burishlarni amalga oshirish oson bo‘ladi, masalan ikki (v), to‘rt (g), olti, ba‘zan esa ularning soni toq ham bo‘lishi mumkin. Turbina bir yoki ikki ish g‘ildirakli bo‘lishi mumkin. Gorizontaal agregatlarda, bir ish g‘ildirakli (A) va ikki ish g‘ildirakli (B) turbinalardan tez-tez foydalaniladi. Vertikal agregatlarda qoidaga asosan, bir ish g‘ildirakli turbinalar (V) o‘rnatilishi, ammo ikkita (G) ish g‘ildark turbinalar ham o‘rnatilishi mumkin.



3.8.4-rasm. Cho‘michli turbinalarning konstruktiv shakllari.

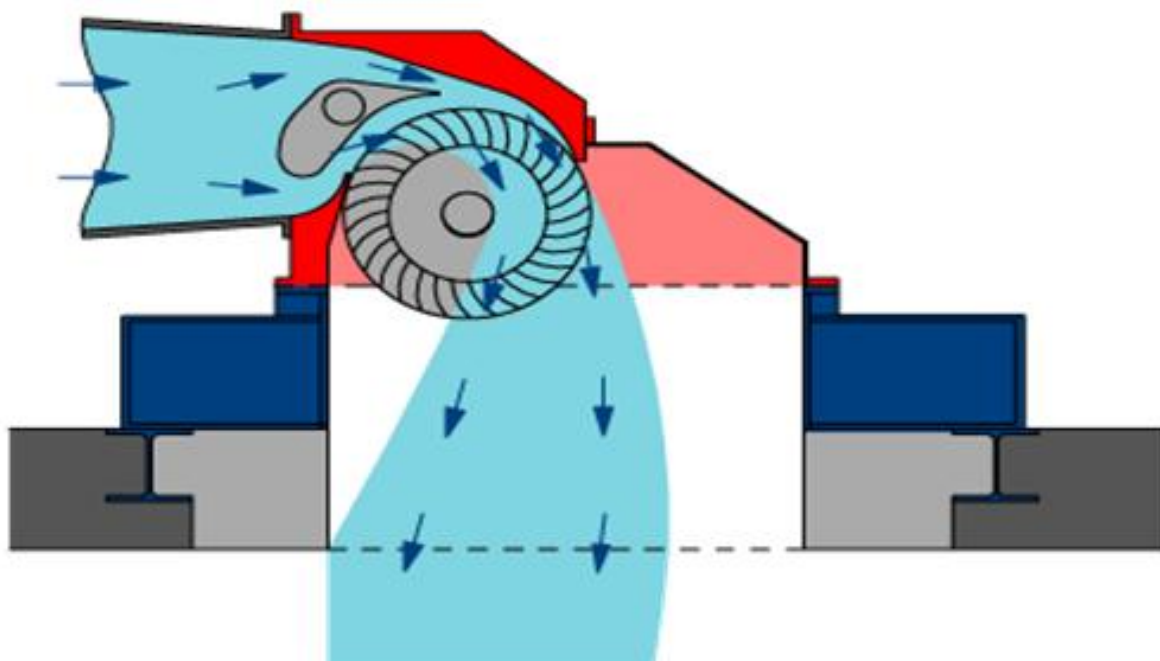
Hamdo‘stlik mamlakatlarida cho‘michli turbinalar juda oz. Eng katta turbina Tatevsk GES uchun Leningrad metall zavodida yaratilgan (quvvati 54,6 MVt).



3.8.5-rasm. Ikki soploli cho‘michli turbina.

3.9 Ikki karra harakatlanadigan va qiya oqimli turbinalar.

Ko‘pgina boshqa turbinalarga qaraganda ushbu turbinalarda suv oqimi, o‘q bo‘ylab yoki radial yo‘nalishda harakatlanadi. Ko‘ndalang oqimli turbinalarda suv, ko‘ndalang yo‘nalish bo‘ylab ikki marta parraklari orqali, avvalo o‘q yo‘nalishi bo‘ylab, sungra undan o‘tadi. SHuning uchun ushbu turdagi turbinani ba‘zan, ikki karrali turbina deb atashadi. Suv g‘ildiragi va ko‘ndalang oqimli turbinalar juda ko‘p o‘xshashlikka ega, asosan ularda suv oqimi g‘ildirakning chekkasidan o‘tadi. Turbina rotorining ichki qismiga tushgan suv, keyin, qarama-qarshi tomonga ketadi va parraklarga energiyaning qolgan qismini berib, tashqariga chiqadi. Turbina rotoridan bunday ikki karra o‘tish, turbinani qo‘shimcha energiya samaradorligi bilan ta‘minlaydi. Bundan tashqari, g‘ildirakdan chiqib ketayotgan suv, turbinani mayda axlatlar va har xil iflosliklardan tozalaydi. Ko‘ndalang oqimli turbina, nisbatan kichik tez yurishga ega, shuning uchun bunday turbinalar ko‘proq past bosimli, ammo katta suv sarfli manbalarga mo‘ljallangan.



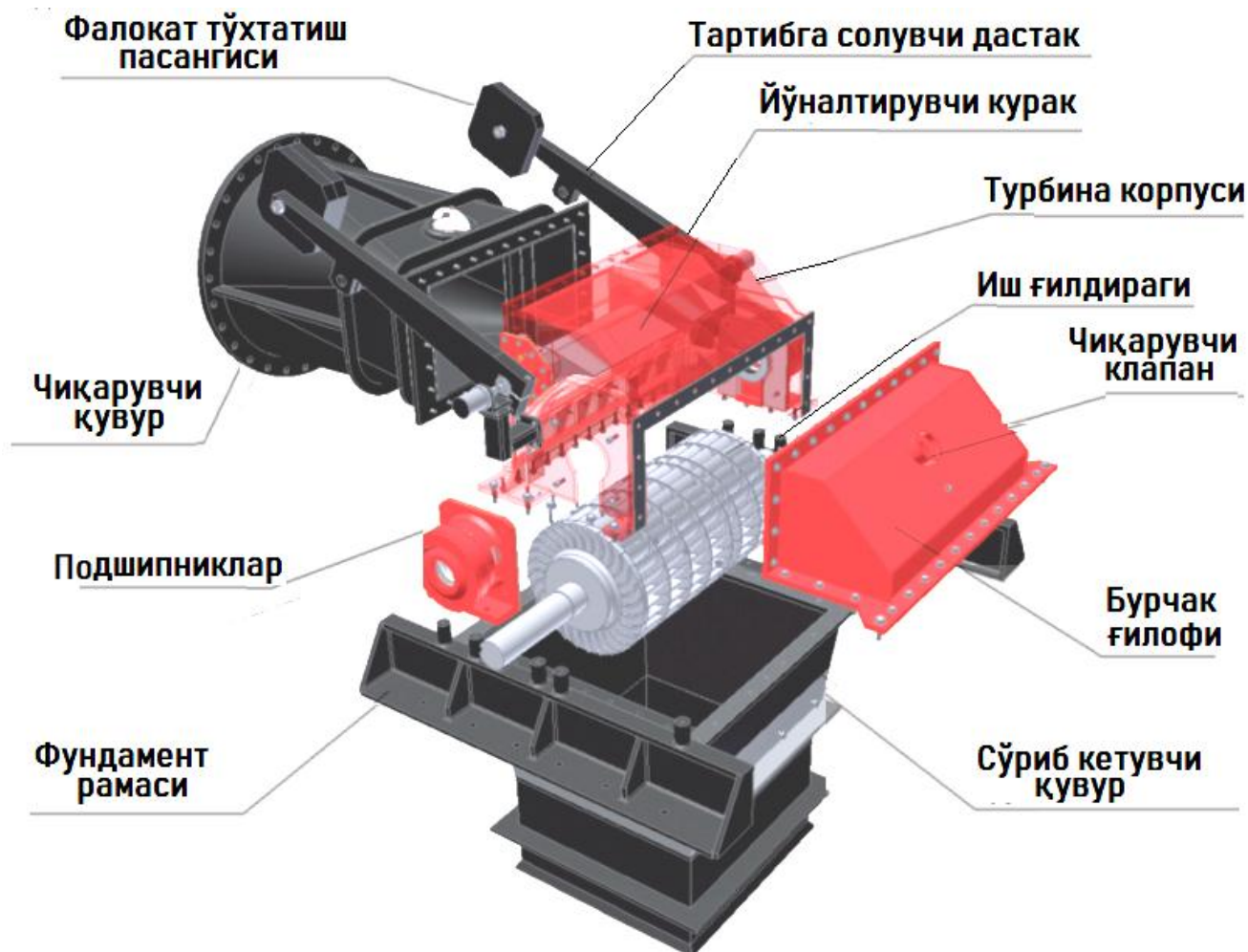
3.9.1-rasm. Ikki karrali turbinaning harakatlanish prinsipi va sxemasi.

Turbina, silindrik g'ildirak yoki gorizontal valli rotordan hamda unga mahkamlangan radial va tangensial joylashgan juda ko'p (37 lonagacha) parraklardan iboratdir. Hidrodinamik qarshilikni kamaytirish uchun tig'ning qirrasi o'tkirlangan. Parraklar uzunligi bo'yicha qirqilgan quvur segmentlari ko'rinishida tayyorlangan. Parraklar oxiri aylantiruvchi momentni valga uzatuvchi diskka payvandlangan va "olmaxon qafasini" eslatuvchi, sterjenlar o'rnida tog'orasimon parraklar qo'llangan karkasdan tashkil topgan. shuning uchun bu turdagi turbinani ba'zan, uch fazali dvigatel rotoriga qiyoslab, "qisqa tutashuvchi" turbina deb ham atashadi.

Turbina rotoriga suv oqimi odatda, to'g'ri burchak shakliga ega bo'lgan yo'naltiruvchi soplo orqali uzatiladi. Oqimning ko'ndalang kesimi, parrak yoki til shaklidagi tarmoq bilan tartibga solinadi. Suv uzatishning ikki sxemasidan birini qo'llaashga nisbatan rotorga, 45 yoki 120 gradus burchak ostida suv uzatiladi va natijada rotorning parraklari kinetik energiyani qabul qiladi. Turbinaga suv ko'ndalang oqim sifatida avvalo uning tashqi tomonidan ichkarisiga oqadi, bu holatda oqim parraklarga o'zining kinetik energiyasini ichki tomondan uzatadi.

Tartibga soluvchi qurilma suv oqimini, ikkita asosiy kattalik - suv oqimining borligi va zarur bo'lgan energiya asosida boshqaradi. Uzatish vaqti va 0 dan 100% gacha oraliqda turbinaga uzatilayotgan suv hajmi boshqaruvchi parametrlar hisoblanadi. Turbinaga suv, kesim yuzasi ikkita tilga o'xshash yo'naltiruvchi parraklar bilan o'zgartiriladigan, ikkita soplolar orqali uzatiladi. Bu holat, soplodan oqib chiqayotgan suv oqimining har qanday kenglikdagi ochiqqligida ham bir tekis o'zgarishini ta'minlaydi. Yo'naltiruvchi parraklar eng oxirgi holatida, turbinaga suv uzatuvchi klapan sifatida soplani butunlay bekitib qo'yadi. Ikkala yo'naltiruvchi parraklar qo'lda yoki avtomatik tarzda boshqariladigan dastaklar yordamida aylanishi mumkin.

Turbinaning geometriyasi (soplo-rotor-val), oqimning kinetik energiyasini qaytadan samarali aylanish energiyasiga aylantirishni ta'minlaydi. Suv parraklarga ikki marta ta'sir qiladi, ammo suv enegiyasining katta qismi kirishda, rotda suv kirgan vaqtda qayta aylantiriladi. Turbinadan suv chiqish vaqtida esa rotda, faqatgina quvvatning uchdan bir qismigina beriladi xolos.



3.9.2-rasm. Ikki karrali urbinaning konstruksiyasi

Ko'ndalang kesimli oqim turbinasiga, nisbatan sodda konstruksiyali bo'lganligi sababli, juda kam ekspluatatsiya xarajatlari sarflanadi. Ushbu turbinaning maksimal foydali ish koeffitsienti 80%ni tashkil qilib, Kaplana, Frensis va Peltona turbinalarinikiga qaraganda bir necha barobar kam hisoblanadi. Ammo ularga qaraganda ko'ndalang kesimli oqim turbinasi o'zgaruvchan yuklamada, bir tekis foydali ish koeffitsientiga ega bo'ladi. Ikkilangan rotor va turbina kamerasida, ko'ndalang kesimli oqim turbinasi 1/6 dan maksimumgacha o'zgaradigan yuklanish bilan yuklanganda o'z samaradorligini saqlab qoladi.

Uncha katta bo'lmagan narxli va yaxshi boshqarilishi tufayli, ko'ndalang kesimli oqim turbinasi, asosan quvvati ikki ming kVt dan va bosimi 200 m dan kichik bosimli mini va mikro GES energo bloklarida foydalaniladi.

Qisman yuklangandagi juda yaxshi samaradorligi sababli, ko'ndalang kesimli oqim turbinasi, avtomatik tarzda elektroenergiya ishlab chiqarish uchun juda mos keladi. Uning sodda konstruksiyasi boshqa turbinalarga qaraganda xizmat ko'rsatishni juda engil qiladi; faqatgina ikkita podshipnik va faqatgina uchta aylanuvchi detal talab qiladi. Turbinaning mexanik qismi juda sodda, shuning uchun uni ta'mirlashni mahalliy ustalar ham amalga oshirishlari mumkin.

Ko'ndalang kesimli oqim turbinasining yana bir afzallik tomoni, o'zini o'zi tozalashidir: rotordan chiqayotgan suv, markazdan qosma kuch bilan birgalikda ta'sir qilib, u erga tushgan barglarni, o'tlarni va boshqa kichik predmetlarni yuvib tashlaydi. Bu holat, ko'ndalang kesimli oqim turbinasining, ba'zan boshqa turdagi turbinalarda suv bilan olib kirilgan axlatlar bilan tiqilib qolganda yuz beradigan, samaradorligini kamayishi oldini oladi. SHuning uchun, ko'ndalang kesimli oqim turbinasining maksimal foydali ish ko'effitsienti boshqa tizimlarga qaraganda birmuncha kichik bo'lishiga qaramasdan, ish davrida u juda ishonchli hisoblanadi. odatda ko'ndalang kesimli oqim turbinasi rotorini maxsus tozalashga hojat yo'q, masalan, teskari oqim uzatish bilan, suv oqimi tezligi yoki aylanishlar sonini o'zgartirish bilan. Boshqa turdagi turbinalar axlat bilan juda oson tiqilib qoladi. SHuning uchun ularning o'rtacha elektr energiyasi ishlab chiqarishi, maksimal yuklanganda nominal foydali ish ko'effitsientiga ega bo'lishlariga qaramasdan, ko'ndalang kesimli oqim turbinasidan kichikroq.

Qiya oqimli turbinalar. Qiya oqimli turbinalar(Tyurgo turbinalari)-ning cho'michli turbinalardan farqi shundaki, suv oqimi ularning ish g'ildiragiga to'g'ri burchak ostida uzatilmaydi. SHuning uchun ularning cho'michlari geometriyasida ham o'zgarishlar bor. Qiya oqimli turbinaning g'ildiragi (u bilan birgalikda turbinaning o'zi ham), o'ng aylanishli yoki o'ng g'ildirak yoki turbina deb nomlanadi

Agar g'ildirakka soplo tomonidan qaralsa u soat strelkasi bo'ylab aylanadi, va chap teskari aylanganda. SHuning uchun qiya oqimli turbina juda katta aylanishli hisoblanadi.



3.9.3-rasm. Ikki karra harakatlanadigan turbinaning rotori



3.9.4-rasm. Qiya oqimli turbinaning ish g'ildiragi.

4. GIDRAVLIK TURBINALAR.

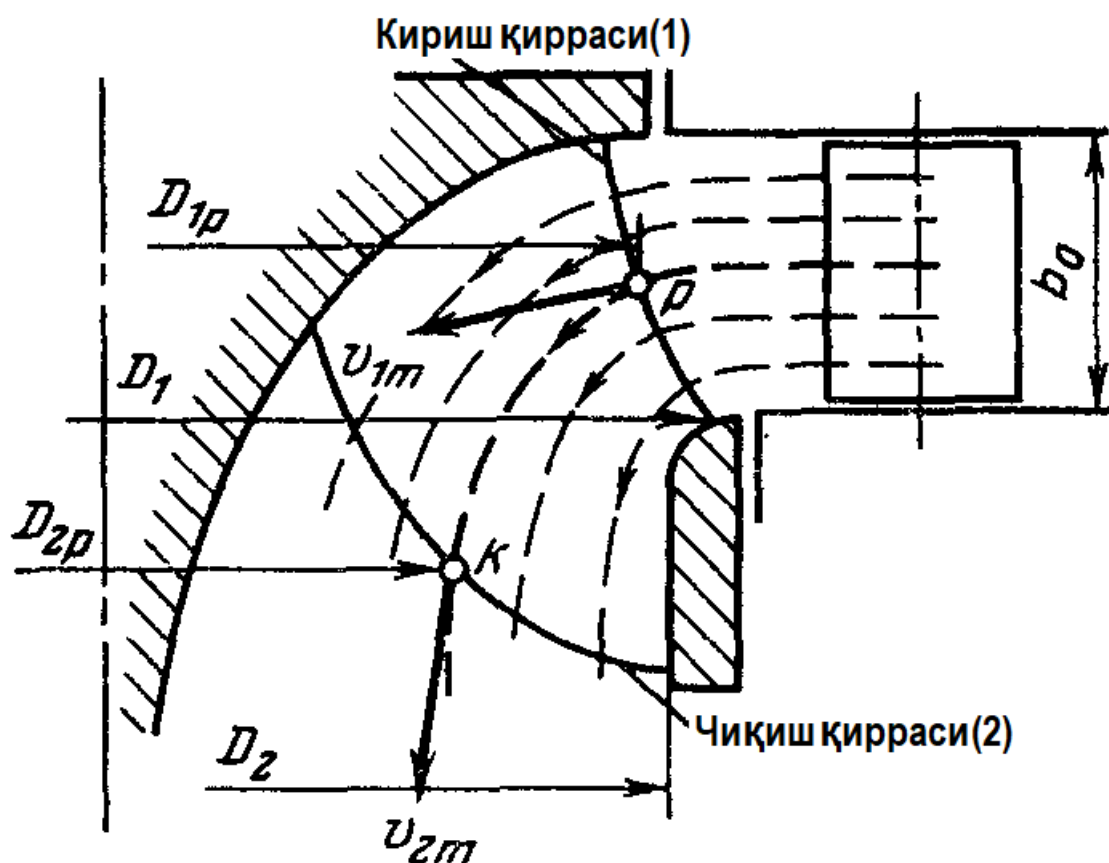
4.1 Reaktiv turbinalar ish g'ildiragidagi oqim kinematikasi

Suyuqlik energiyasini valni aylanma harakatga keltiruvchi mexanik energiyaga aylantirish, oqimning ish g'ildiragi parraklari bilan o'zaro ta'siri tufayli, aylanadigan panjara shaklini ifodalovchi ish g'ildiragida amalga oshiriladi. Ish g'ildiragidagi suyuqlik harakatini o'rganishda bu harakat, quyidagi ikki murakkab harakatdan iborat deb hisoblanadi: *nisbiy* va *ko'chiriluvchi*. Suyuqlikning nisbiy harakati, ishchi g'ildiragiga nisbatan harakat sifatida qaraladi. Ko'chiriluvchi harakat, ish g'ildiragining o'zi va uning parraklari harakatini aniqlaydi. Turbinalarda bu- doimo aylanishdir. Nisbiy va ko'chiriluvchi harakatlarning yig'indisi, absolyut harakat deb ataladi. Agar nisbiy harakat vektor tezligini $\mathbf{w}$ va ko'chiriluvchi harakat vektor tezligini $\mathbf{u}$ deb belgilasak, unda absolyut harakat vektor tezligi $\mathbf{v}$, vektorlar yig'indisiga sifatida aniqlanadi:

$$\mathbf{v} = \mathbf{u} + \mathbf{w} \quad (4-5)$$

Bundan kelib chiqadiki v , u va w orasidagi nisbatlar parallelogram yoki tezlik uchburchaklari bilan o'rnatiladi. Turbinalar konstruksiyasini ko'rib chiqish shuni ko'rsatadiki, har xil turbinalar uchun ishchi g'ildiragining shakli va bir xil turdagi turbinalar uchun bosimlar sezilarli darajada farq qiladi. SHu sababli, tezlik parallelogramini qurish imkonini beradigan har xil ish g'ildiraklarining geometrik xususiyatlarini aniqlaydigan umumiy prinsip(tomoyil)larni o'rnatish zarur. Umumiy holat sifatida radial-o'qiy turbinalarning ko'rib chiqamiz.

Turbinaning meridian kesimida (3.1-rasm) parraklarning kirish qirralaridagi 1 indeksi bilan belgilangan barcha nuqtalar va chiqish qirralaridagi 2 indeksi bilan belgilangan barcha nuqtalar bir joyga to'plangan? Yo'naltiruvchi moslamadan chiqayotgan oqimni maydoni va qatlamlarining balandligi bo'yicha bir necha bo'laklarga bo'lamiz (ushbu holatda ularning soni 6 dona) hamda g'ildirakdagi har bir qatlamni ham meridian tekislikka to'playmiz (olib chiqamiz). Olingan egri chiziqlar (nuqtali chiziqlar) bo'lib, bundan tashqari, bunday chiziqlarning har biri aylanish tekisligi oqim yuzasini ifodalaydi, ya'ni bu yuzalar harakatlanayotgan oqim yuzasi bilan kesishmaydi (harakat qatlamli deb hisoblanadi). SHunday qilib meridian tekislikdagi egri chiziqlar oqim yuzasi hisoblanadi. SHuhbasiz, ish g'ildiragidagi oqimning to'liq manzarasini o'rnatish uchun oqimning barcha meridian sirtlarida oqimchalarni hisobga olish zarur.



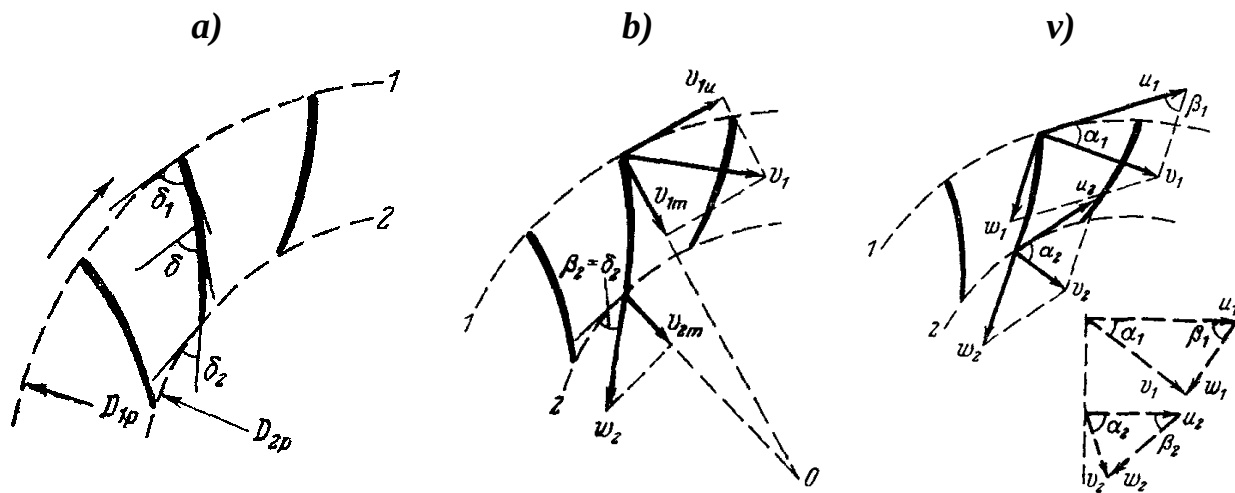
4.1-rasm. Radial-o'qiy turbinadagi oqim.

Ammo soddalashtirish uchun eng xarakterli, masalan o'rtacha $r-k$ egri chiziqni ajratib olib, va undan foydalanib oqim holatini tahlil qilish mumkin. Ish g'ildiragi parraklari kesimining o'rta tekislikdagi oqimchalarini ko'rib chiqamiz ($r-k$ egri chizig'i). Bular ba'zi fazoviy shakllar bo'ladi.

Fazoviy shakllarni tuzishni qulaylashtirish uchun ushbu kesimlar tekislikka olib chiqiladi va burchaklarning haqiqiy qiymatlari saqlab qolinadi (agar $r-k$ chiziq to'g'ri chiziqqa yaqin bo'lsa, unda uni aylantirish yo'li bilan konussimon yoki silindrik kesimga olib kelish, agar egri chiziqli bo'lsa, u holda tasvirlash mumkin). Ta'rif qilingan usuldan amalda foydalanish, aniq holatlar ko'rib chiqilgandan keyin ma'lum bo'ladi.

Radial-o'qiy turbina ish g'ildiragining kesimi 4.2-rasmda ko'rsatilgan. Bu erda D_{1p} va D_{2p} -parraklarning kirish-1 va chiqish-2 qirralarining hisob diametrlari (4.1-rasmdan ko'rinib turibdiki, bu diametrlar kirish- D_1 va chiqish- D_2 nominal diametrlaridan kichikdir).

Ushbu nuqtada ish g'ildiragi parraklarining yo'nalishi, suyuqlikning oqishi tomoniga va radiusga normal hamda g'ildirakning teskari aylanish tomoniga o'tkazilgan, parraklarning yon tomondan ko'rinishi o'rta chizig'i bilan o'rinma orasidagi δ burchak bilan aniqlanadi, Turbinaning ishlash



4.2-rasm Radial-o'qiy turbina ish g'ildiragidagi oqim kinematikasi

shartlari (rejimi) ikkita parametr bilan belgilanadi: suv sarfi- Q va ish g'ildiragining aylanish chastotasi- p . Ish g'ildiragining berilgan o'lchamlarida bular, tezlik parallelogramlarining komponentlarini aniqlash imkonini beradi. ko'chirilgan aylanma tezlik quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$u = \frac{\pi D n}{60} \quad (4.1)$$

Absolyut tezlik vektorining meridian tekislikka proeksiyasini-meridian tashkil etuvchisini- v_m taqriban quyidagi bog'lanish orqali topish mumkin

$$v_m = \frac{Q}{F_t} \quad (4.2)$$

Bu erda: F_t – yuzadagi oqimchalarga normal bo'lgan g'ildirakdagi oqim egallagan maydonning yig'indisi.

Boshqa zarur komponentlar ko'rib chiqilayotgan kesimga nisbatan olinadi. Masalan, radial-o'qiy turbinaning ish g'ildiragidagi 1-kirish kesimida- $F_1 = \pi D_{1p} b_p$, bu erda b_p — g'ildirakning kirish qismi balandligi.

Keyin

$$v_{1m} = \frac{Q}{\pi D_{1p} b_p} \quad (4.3)$$

Tezlikning aylanma tashkil qiluvchisi- v_{1u} , oqimning yo‘nlitiruvchi moslamadan chiqish shartlariga bog‘liq va quyidagiga teng bo‘ladi:

$$v_{1u} = v_{0u} \frac{D_{02}}{D_{1p}} \quad (4.4)$$

Ish g‘ildiragidan chiqishdagi absolyut tezlik, vektorlar yig‘indisidan iborat bo‘ladi (4.2b-rasm).

$$\mathbf{v}_1 = \mathbf{v}_{1m} + \mathbf{v}_{1u} \quad (4.5)$$

Absolyut tezlikni- v_1 aniqlab hamda $u_1 = \frac{\pi D_{1p} n}{60}$ ni hisobga olib, tezliklar parallelogramini qurish va $\mathbf{w}$ ni aniqlash mumkin (3.2v-rasm).

Kirishdagi tezlik parallelogramining shakli $\mathbf{u}_1$ va $\mathbf{v}_1$, tezliklar orasidagi α_1 burchakka hamda $\mathbf{i}_1$ va $\mathbf{w}_1$. tezliklar orasidagi β_1 burchakka bog‘liqdir. Ba’zida parallelogram o‘rniga tezlik uchburchaklarini qurishadi (punktir chiziqlar bilan ko‘rsatilgan). Ish g‘ildiragining chiqish 2-kesimida:

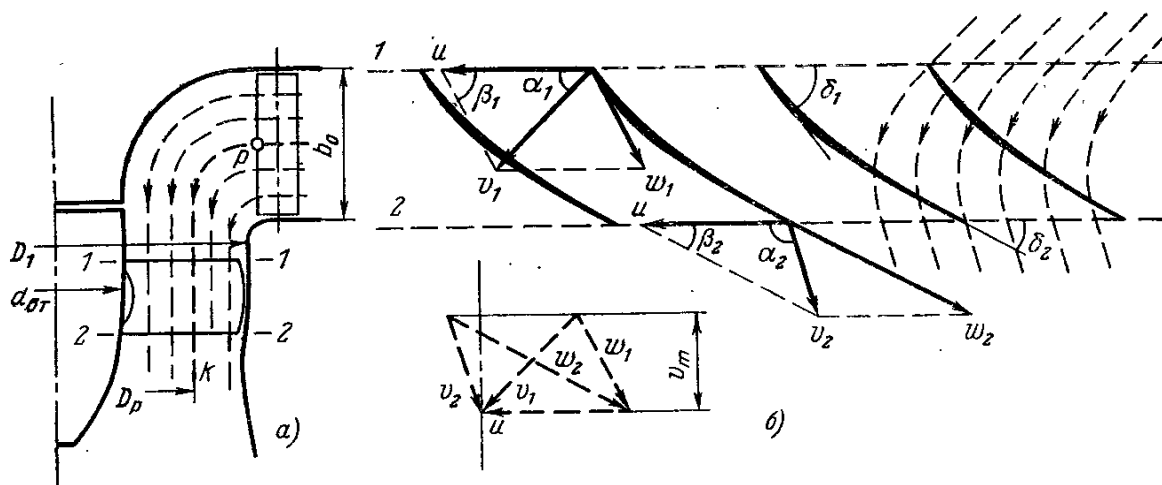
$$u_2 = \frac{\pi D_{2p} n}{60} \quad \text{va} \quad v_{2m} = \frac{Q}{F_2}$$

Bundan tashqari, ish g‘ildiragi parraklarining panjarasi juda qalin bo‘lganligi sababli nisbiy tezlik, parraklarga urinma bo‘lib yo‘nalgan, ya’ni $\beta_2 = \delta_2$ yoki

$\varpi_2 = \frac{v_{2n}}{\sin \delta_2}$. taxmin qilishimiz mumkin. 4.5 formulaga asosan $\mathbf{u}_2$ va $\mathbf{w}_2$ aniq bo‘lgandan

sung 3.2v-rasmda ko‘rsatilgandek parallelogram quriladi va $\mathbf{v}_2$ topiladi. CHiqish parallelogramining shakli, α_2 va β_2 burchaklar bilan aniqlanadi. Tezlik uchburchaklari punktir chiziqlar bilan ko‘rsatilgan. Tezlik uchburchaklarini faqatgina kirish va chiqish kesimlari uchungina emas balki, oraliq kesimlar uchun ham qurish mumkin. Ushbu uchburchaklar v_i tezlikka mos vektorlarni aniqlaydilar va ular bo‘ylab ish g‘ildiragidagi suyuqlikning absolyut harakati traektoriyalarini o‘tkazish mumkin. Bunday traektoriyalar-ning ko‘rinishi 4.2-rasmda keltirilgan. Quyidagi juda muhim

xulosaga e'tibor berish kerak, absolyut harakat- v traektoriyasining shakli, tezlikning miqdoriga bog'liq emas, faqatgina uning yo'nalishi bilan aniqlanadi.



4.3 rasm O'qiy turbinadagi oqim

O'qiy turbinalarda ish g'ildiragidagi oqimchalarning yuzasi silindrik sirtga yaqin (4.3-rasm), ya'ni hisob diametrini maydon bo'yicha o'rtacha hisoblash mumkin- $D_{1h}=D_{2h}=D_h$,

$$D_p = \sqrt{0,5(D_1^2 + d_{ao}^2)}$$

Ish g'ildiragi silindrik kesimining yoyilgani 3.3b-rasmida ko'rsatilgan.

Buning xususiyati shundaki, $u_1=u_2=u=\pi D_r n/60$ va $v_{1m}=v_{2m}=v_m=\frac{4Q}{\pi(D_1^2 - d_{ao}^2)}$. Kirish qirralaridagi-1 tezlik vektorlar yig'indisi sifatida aniqlanadi, bundan tashqari, v_{1u} 3.9-formula orqali topiladi. Absolyut tezlik- v_2 bo'yicha quriladi. Natijada olingan parallelogramlar 3.3b-rasmida ko'rsatilgan. Kirish va chiqish qirralaridagi tezlik uchburchaklari birga qo'shilgan (punktir chiziqlar bilan ko'rsatilgan), chunki ular bir xil asosga- u va balandlikka- v_m ega. Xuddu shu erning o'ng tomonida punktir chiziqlar bilan ish g'ildiragidagi suyuqlikning absolyut tezlik traektoriyalari ko'rsatilgan.

4.2 TURBINALARNING ASOSIY ENERGETIK TENGLAMALARI

Ish g'ildiragidagi oqimning kuch va energetik ko'rsatgichlarini aniqlash uchun harakat miqdori momenti qonuni qo'llaymiz. Umumiy holat sifatida 4.2.1-rasmida, meridian kesimi ko'rsatilgan radial-o'qiy turbinaning ish g'ildiragini ko'rib

chiqamiz. Kirish qirralari-1 oldidan va chiqish qirralari-ning-2 ortidan o'tadigan chegaralovchi (nazorat) sirtlarni ajratamiz, xuddi shuningdek, ish g'ildiragining hamma parraklarini o'z ichiga oladigan yuqori va pastgi gardishlar hajmini ham ajratamiz.

Ajratilgan hajm ichida o'rtacha barqaror oqim uchun $\mathbf{v}_u r$ vaqt bo'yicha o'zgarmaydi va shuning uchund $(\mathbf{v}_u r)$, $\mathbf{v}_{1u} \mathbf{r}_1 - \mathbf{v}_{2u} \mathbf{r}_2$ larning farqiga teng. Ish g'ildiragidan $d\mathbf{t}$ vaqt orasida oqib o'tadigan suyuqlikning massasi – $m = \rho Q d\mathbf{t}$ ga teng.

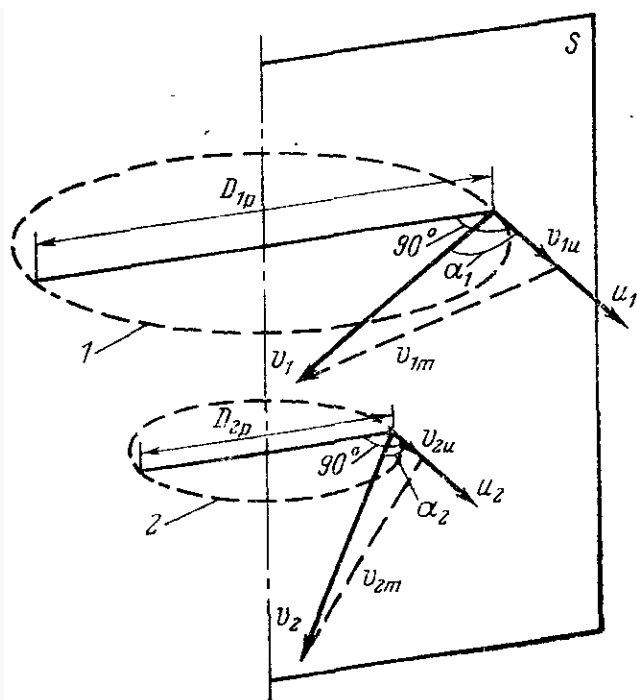
$$\text{Unda, } \frac{d(m\mathbf{v}_u r)}{dt} = \rho Q (v_{2u} r_2 - v_{1u} r_1) = \sum M_0 \quad (4.2.1)$$

Aylanish o'qiga nisbatan, ajratilgan suyuqlik hajmiga ta'sir qiluvchi tashqi kuchlar- $\sum \mathbf{M}_0$ momentlarining yig'indisi quyidagicha aniqlanadi.

Kuch bosimidan hosil bo'ladigan moment, aylanish yuzalari-1 va 2 hamda gardishlar yuzasida nolga teng. Og'irlik kuchi ham moment bermaydi, chunki ular qo'yiladigan markaz, o'q bilan mos keladi. Faqatgina chegaralovchi sirtlarda ishqalanish kuchi va parraklarda bosim kuchi hamda suyuqlikning ishqalanish kuchi qoladi. Ikkala guruh kuchlar o'qqa nisbatan moment beradi, lekin birinchisini kichik bo'lganligi sababli hisobga olmasa ham bo'ladi. Faqatgina ish g'ildiragining parraklari tomonidan suyuqlikka ta'sir qiluvchi moment– $\mathbf{M}$ qoladi. Parraklarda suyuqlik bilan hosil qiladigan, axtarilayotgan moment– $\mathbf{M}$ ga teng bo'ladi.

(4.2.1) ifodadan quyidagini olamiz –

$$I = \rho Q (0,5 D_{1p} V_1 \cos \alpha_1 - 0,5 D_{2p} V_2 \cos \alpha_2)$$



4.2.1- rasm. Ish g'ildiragi parraklari kirish va chiqish chetlaridagi tezliklar.

Yoki uni almashtirib - $\pi D_{1p} v_1 \cos \alpha_1 = \tilde{A}_1$ va $\pi D_{2p} v_2 \cos \alpha_2 = \tilde{A}_2$

Kirish va chiqishda o'rtacha aylanishlar farqi orqali ifodalangan ish g'ildiragi momentini olamiz:

$$\dot{I} = \frac{\rho Q}{2\pi} (\tilde{A}_1 - \tilde{A}_2)$$

Olingan shakldan ko'rinib turibdiki, qachon ish g'ildiragi o'zining parraklari ta'siri bilan oqimning aylanishini o'zgartirsa ish g'ildiragida aylantiruvchi moment hosil bo'ladi. Agar $v \cos \alpha$ aylanma tezlik-iyo'nalishiga mos kelsa G belgisi musbat qabul qilinadi.

Momentni aniqlab va ish g'ildiragiga aylanma tezlikni berib, ular oshirayotgan quvvatni aniqlash mumkin.

$$N_{\delta.\hat{e}} = \dot{I} \omega \quad (4.2.2)$$

Bu formulada M — v N-m da, ω - 1/s da, $N_{\delta,\epsilon}$ — Vt da. SHu bilan birga ma'lumki, turbinaning quvvati (1.19) formula bilan ifodalanadi. Bu quyidagi tenglikni tuzish imkonini beradi.

$$\dot{I} \omega = \rho g Q H \eta_{\tilde{A}} \quad (4.2.3)$$

Bu erda: N -turbinaning bosimi; $\eta_{\tilde{A}}$ — gidravlik F.I.K.

Bu formulaga 4.2.2 bo'yicha M ni qo'yib va aylanma tezliklar- $\omega 0,5D_{1P} = u_1$ va $\omega 0,5D_{2P} = u_2$ ekanligini hisobga olib, quyidagini olamiz:

$$H \eta_{\tilde{A}} = \frac{1}{g} (u_1 v_1 \cos \alpha_1 - u_2 v_2 \cos \alpha_2) \quad (4.2.4)$$

yoki

$$H \eta_{\tilde{A}} = \frac{\omega}{g * 2\pi} (\tilde{A}_1 - \tilde{A}_2) \quad (4.2.5)$$

4.2.4 va 4.2.5 formulalar *turbinaning asosiy tenglamasini* yoki Eyler tenglamasini tashkil qiladi. Formulaning chap qismi- $H \eta_{\tilde{A}}$, ish g'ildiragi-ning parraklar tizimi orqali o'tgan, 1N og'irlikdagi suyuqlikdan ish g'ildiragi olgan energiyadir (joulda). O'ng qismi, ish g'ildiragiga oqimning kirishdagi va undan chiqishdagi kinematik parametrlarni o'z ichiga oladi. SHunday qilib *asosiy tenglama, turbinadagi energetik va kinematik parametrlar orasidagi bog'lanishlarni ko'rsatadi*. 3.20 shaklidagi Eyler tenglamasidan quyidagi muhim xulosalarni qilish mumkin

1. CHiqishdagi oqimning aylanishi- $G_2 = 0$ yoki juda kichik bo'lganda, ish rejimining eng maqbul F.I.K. normal chiqish shartlariga yaqin bo'ladi.

2. Oqimning aylanishi, turbina ish g'ildiragidan suv o'tish jarayonida kamayishi lozim.

5. TURBINA ISHCHI REJIMLARINING O'XSHASHLIK QONUNLARI

Turbina turi, uni suv oqib o'tuvchi qismining shakli (gemetriyasi) bilan aniqlanadi. Boshqa so'z bilan aytganda, *ushbu turdagi barcha turbinalar geometrik*

o'xshash suv oqib o'tuvchi qismga ega. Qabul qilingan aniqlashga asosan, ikkita bir xil turdagi ammo har xil o'lchamdagi turbina quyidagi shartlarni qoniqtiradi:

- ulardagi barcha mos burchaklari bir-biriga teng,

$$\delta_{11} = \delta_{12}, \delta_{21} = \delta_{22}, \delta_{i1} = \delta_{i2}; \quad (5.1)$$

- barcha mos o'lchamlarning nisbati doimiy,

$$\frac{D_{11}}{D_{12}} = \frac{D_{21}}{D_{22}} = \frac{b_{01}}{b_{02}} = \dots; \quad (5.2)$$

Agar ikkita bir turdagi turbinaning suv oqib o'tadigan traktidagi har qanday nuqtada, tezlik parallelogramlari yoki uchburchaklarining geometrik o'xshashliklari saqlanib qolsa, ularning rejimlari o'xshash bo'ladi

SHuning uchun rejimlar o'xshash bo'lganda:

- barcha mos tezliklarning yo'nalishi bir xil bo'lishi shart, ya'ni barcha mos burchaklar bir-biriga teng,

$$\alpha_{11} = \alpha_{12}, \alpha_{21} = \alpha_{22}, \beta_{11} = \beta_{12} \dots \quad (5.3)$$

shuning uchun o'xshash rejimlar izogonal deb ataladi;

- barcha mos tezliklarning nisbati doimiy bo'lishi shart,

$$\frac{v_{11}}{v_{12}} = \frac{u_{11}}{u_{12}} = \frac{w_{11}}{w_{12}} = \frac{v_{21}}{v_{22}} = \dots \quad (5.4)$$

$$\text{va } \cos \alpha_{11} = \cos \alpha_{12}, \quad \cos \alpha_{21} = \cos \alpha_{22}$$

Qonuniyatning keltirilgan ta'riflariga asosan, bir turdagi turbinalar parametrlari orasidagi nisbatni ularning o'xshash ish rejimlari sharoitida o'rnatamiz. Bir turdagi, ammo har xil D_1 va D_2 o'lchamdagi ikkita turbinani qarab chiqamiz. Yo'naltiruvchi moslama hamda ish g'ildiragi parraklarining ochiqlik burchaklari bir-biriga teng: $\alpha_{01} = \alpha_{02}$ i $\varphi_1 = \varphi_2$.

Ikkala turbinada ham ish rejimlari o'xshash bo'lishi uchun, ularning aylanishlar chastotalari n_1 va n_2 , suv sarflari- Q_1 va Q_2 hamda quvvatlari- N_1 va N_2 qanday bo'lishlarini o'rnatish zarur.

Eng avvalo, geometrik (5.1),(5.2)va kinematik(5.3), (5.4)nisbatlardan foydalanamiz. (5.5) ga asosan,

$$\frac{u_{11}}{u_{12}} = \frac{\pi D_1 n_1}{\pi D_2 n_2} = \frac{D_1 n_1}{D_2 n_2} \quad (5.5)$$

$$\frac{v_{1m1}}{v_{1m2}} = \frac{Q_1}{\pi D_1 b_{01}} * \frac{\pi D_2 b_{02}}{Q_2} \quad (5.6)$$

Geometrik o'xshashlik shartlaridan $\frac{b_{01}}{b_{02}} = \frac{D_1}{D_2}$ ga ega bo'lamiz, keyin,

$$\frac{v_{1m1}}{v_{1m2}} = \frac{Q_1 D_2^2}{Q_2 D_1^2} \quad (5.7)$$

SHunday qilib, $\frac{u_{11}}{u_{12}} = \frac{v_{1m1}}{v_{1m2}}$, keyin

$$\frac{D_1 n_1}{D_2 n_2} = \frac{Q_1 D_2^2}{Q_2 D_1^2} \quad \text{yoki} \quad \frac{Q_1}{n_1 D_1^3} = \frac{Q_2}{n_2 D_2^3}$$

Ushbu natijalarni umumlashtirib, turbina ishlash rejimining kinematik o'xshashlik (saqlanishi) shartlarini yozamiz -

$$\boxed{\frac{Q}{n D^3} = const} \quad (5.8)$$

Bu turbinalar har xil N_1 va N_2 bosimlarda ishlayotganliklari va quyidagi η_{g1} va η_{g2} gidravlik F.I.K. ga ega ekanligini hisobga olib, endi energetik nisbatdan foydalanamiz.

Har bir turbina uchun Eyler formulasini (5.8) shaklida yozamiz,

$$gH_1\eta_{\tilde{A}1} = u_{11}v_{11} \cos \alpha_{11} - u_{21}v_{21} \cos \alpha_{21} \quad (5.9)$$

$$gH_2\eta_{\tilde{A}2} = u_{12}v_{12} \cos \alpha_{12} - u_{22}v_{22} \cos \alpha_{22} \quad (5.10)$$

O'xshashlik shartlari va (5.10) formuladan kelib chiqadiki,

$$\alpha_{11} = \alpha_{12}, \alpha_{21} = \alpha_{22} \text{ va } \frac{u_{11}}{u_{12}} = \frac{v_{11}}{v_{12}} = \frac{u_{21}}{u_{22}} = \frac{v_{21}}{v_{22}} = \frac{D_1 n_1}{D_2 n_2}$$

$$\text{yoki } \cos \alpha_{11} = \cos \alpha_{12} \text{ va } \cos \alpha_{21} = \cos \alpha_{22}$$

shuning uchun,

$$u_{12} = u_{11} \frac{D_2 n_2}{D_1 n_1}; \quad u_{12} = v_{11} \frac{D_2 n_2}{D_1 n_1}; \quad u_{22} = u_{21} \frac{D_2 n_2}{D_1 n_1}; \quad u_{22} = v_{21} \frac{D_2 n_2}{D_1 n_1};$$

Olingan nisbatlarni (4.11) formulaning o'ng qismiga qo'yamiz

$$gH_2\eta_{\tilde{A}2} = \left(\frac{D_2 n_2}{D_1 n_1} \right)^2 (u_{11}v_{11} \cos \alpha_{11} - u_{21}v_{21} \cos \alpha_{21}) \quad (5.11'')$$

(5.11)ni(5.11'')ga bo'lib, quyidagi ifodani olamiz

$$\frac{H_1\eta_{\tilde{A}1}}{H_2\eta_{\tilde{A}2}} = \left(\frac{D_1 n_1}{D_2 n_2} \right)^2$$

Bu erdan aylanish chastotalari orasidagi nisbat aniqlanadi -

$$\boxed{\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1} \sqrt{\frac{H_1}{H_2}} \sqrt{\frac{\eta_{\tilde{A}1}}{\eta_{\tilde{A}2}}}} \quad (5.12)$$

Topilgan $\frac{n_1}{n_2}$ nisbatni kinematik o'xshashlik shartlariga (5.13) qo'yib,

$$\frac{Q_1}{n_1 D_1^3} = \frac{Q_2}{n_2 D_2^3}$$

suv sarflari nisbatini olamiz

$$\boxed{\frac{Q_1}{Q_2} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 \sqrt{\frac{H_1}{H_2}} \sqrt{\frac{\eta_{\tilde{A}1}}{\eta_{\tilde{A}2}}}} \quad (5.14)$$

Quvvat uchun formulalarni qo'yib, quvvatlar nisbatini olamiz,

$$\boxed{\frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 \frac{H_1}{H_2} \sqrt{\frac{H_1}{H_2}} \sqrt{\frac{\eta_{\tilde{A}1}}{\eta_{\tilde{A}2}}} \frac{\eta_1}{\eta_2}} \quad (5.15)$$

(5.12) va (5.13), xuddi shuningdek (5.15) formulalar, o'xshashlik qonunlari (formulalari) deb ataladi hamda juda keng qo'llaniladi. Hidravlik F.I.K. juda kam

o'zgarganligi sababli, soddalashtirish uchun $\frac{\eta_{\tilde{A}1}}{\eta_{\tilde{A}2}} = 1$ deb qabul qilingandan sung

o'xshashlik formulalari quyidagi ko'rinishga keladilar.

$$\boxed{\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1} \sqrt{\frac{H_1}{H_2}}}$$

$$\boxed{\frac{Q_1}{Q_2} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 \sqrt{\frac{H_1}{H_2}}}$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^2 \frac{H_1}{H_2} \sqrt{\frac{H_1}{H_2}} \frac{\eta_1}{\eta_2}$$

5.1 Turbinaning keltirilgan parametrlari

O'xshashlik formulalari (5.12) - (5.15) ko'rsatadiki, turbinalar har xil o'lchamlarda ishlab chiqarilishi hamda bosimning, aylanish astotasining, suv sarfi va quvvatning juda keng oralig'ida ishlashlari mumkin. SHu sababli, ushbu turdagi turbinaning xarakteristikallari uchun qandaydir umumiy standartlar shartlarga mos keltirilgan ko'rsatgichlar kerak, masalan bosim va diametr bo'yicha. Turbinaning qayta hisoblangan ko'rsatgichlarini $N = 1 \text{ m}$ bosimga va $D = 1 \text{ m}$ diametrga berish qabul qilingan. Bu parametrlar *keltirilgan (birlamchi) parametrlar deb ataladi hamda keltirilgan*

aylanishlar chastotasi- n_1^1 va keltirilgan suv sarfi- Q_1^1 deb belgilanadi.

F.I.K. o'zgarishini hisobga olmasdan (5.13) va (5.14) qayta hisoblash formulalaridan foydalanib, turbinaning berilgan parametrlari n , H va D bo'yicha quyidagilarni olamiz:

$$\frac{n_1^1}{n} = \frac{D}{1} \sqrt{\frac{H}{1}}, \text{ bundan } \boxed{n_1^1 = \frac{nD}{\sqrt{H}}} \quad (5.1.1)$$

$$\frac{Q_1^1}{Q} = \left(\frac{1}{D} \right)^2 \sqrt{\frac{1}{H}}, \text{ bundan } \boxed{Q_1^1 = \frac{Q}{D^2 \sqrt{H}}} \quad (5.1.2)$$

Keltirilgan parametrlar- n_1^1 va Q_1^1 ning miqdorlari o'xshash rejimlarda o'zgarmasdan qoladi. Odatda ularni nusxa modellarda o'tkazilgan sinovlar-ning ko'rsatgichlari bo'yicha aniqlaydilar. Keltirilgan parametrlar bo'yicha naturadagi turbinaning

parametrlarini hisoblaganda, aniq hisoblar bajarish uchun gidravlik F.I.K. $\frac{\eta_{\Gamma 1}}{\eta_{\Gamma 2}}$

nisbatlari ham hisobga olinadi. Ko'rsatilganlarni hisobga olib, berilgan kattaliklar N va D uchun (5.1.1) va (5.1.2) formulalar bilan quyidagilarni aniqlaymiz:

$$n = \frac{n_1^1 \sqrt{H}}{D} \sqrt{\frac{\eta_{\tilde{A}.O}}{\eta_{\tilde{A}.I}}}$$

$$Q = Q_1^1 D^2 \sqrt{H} \sqrt{\frac{\eta_{\Gamma.T}}{\eta_{\Gamma.M}}}$$

Keltirilgan (birlamchi) parametrlar turbinalar xarakteristikalari uchun juda keng foydalaniladi.

5.2 Tezyurarlik koeffitsienti

Tezyurarlik koeffitsienti- n_s , son jihatidan ushbu turdagi turbina-ning aylanish chastotasiga teng bo'lib u, $N = 1 \text{ m}$ bosimda 1 ot kuchi (1 ot kuchi = 0,736 kVt) miqdorida energiya ishlab chiqaradi.

Agar turbinaning aylanish chastotasi- n , bosimi- N va quvvati- N ma'lum bo'lsa, tezyurarlik koeffitsienti miqdorini topamiz. (4.2.1) ga asosan –

$$\frac{n_s}{n} = \frac{D}{D_s} \sqrt{\frac{1}{H}}$$

Bu erda: D_s — 1 ot kuchi quvvatga ena bo'lgan turbinaning diametri.

F.I.K. o'zgarishini hisobga olmaganda (5.2.1') bo'yicha

$$\frac{1}{N_{J.C}} = \left(\frac{D}{D_s} \right)^2 \frac{1}{H} \sqrt{\frac{1}{H}}$$

Birinchi tenglamani kvadratga ko'taramiz

$$\left(\frac{n_s}{n}\right)^2 = \left(\frac{D}{D_s}\right)^2 \frac{1}{H}$$

va ikkinchi hamda uchinchi tenglamani ko'paytiramiz. Bu D_s ni chiqarib tashlash imkonini beradi. Keyin –

$$\left(\frac{n_s}{n}\right)^2 \frac{1}{N_{\ddot{E}, \tilde{N}}} = \frac{1}{H^2} \sqrt{\frac{1}{f}}$$

Bu erdan tezyurarlik ko'effitsientini aniqlash formulasini olamiz.

$$n_s = \frac{n}{H} \sqrt{\frac{N_{\ddot{E}, \tilde{N}}}{\sqrt{f}}} \quad (5.2.2)$$

Agar quvvat kVt larda berilgan bo'lsa, ot kuchi- $N_{l.s} = 1,36N_{kVt}$ ga teng.

Turbinaning tezyurarlik ko'effitsienti- n_s hamda keltirilgan birlik parametrlari n_1^1 va Q_1^1 o'rtasidagi bog'lanishni topish mumkin.

F.I.K. o'zgarishini hisobga olmay suv sarfini- Q_1^1 orqali ifoda qilib, (5.2.3) bo'yicha olamiz:

$$N = 9.81Q_1^1 D^2 \sqrt{H} H \eta$$

Quvvatni- N (ot kuchida) va aylanish chastotasini (5.2.4)ga qo'yib (5.2.5) bo'yicha quyidagilarni olamiz:

$$n_s = \frac{n_1^1 \sqrt{H}}{DH} \sqrt{\frac{1.36 * 9.81 Q_1^1 D^2 \sqrt{H} H \eta}{\sqrt{H}}}$$

bu erdan oxirgi natija

$$\boxed{n_s = 3.65 n_1^1 \sqrt{Q_1^1 \eta}} \quad (5.2.6)$$

Tezyurarlik ko'effitsientini odatda maksimal quvvat rejimi uchun aniqlanadi. U turbinaning xususiyatlarini, ish g'ildiragi shaklini, ya'ni turbinaning turi va ko'rnishini to'liq xarakterlaydi. Har xil turdagi turbinalar uchun tezyurarlik

koeffitsienti quyidagicha o'zgaradi: o'qiy parraklari buraladigan- $n_s=1000\div450$; diagonal parraklari buraladigan-
 $n_s=500\div250$; radial-o'qiy- $n_s=300\div80$; cho'michli- $n_s=50\div10$. Tezyurarlik koeffitsienti- n_s qancha kam bo'lsa, turbinalar sekin yuruvchi hisoblanadi va ularning bosimlar sohasi baland bo'ladi.

6. GIDRAVLIK TURBINALARNING XARAKTERISTIKALARI

6.1 Xarakteristikalarining turlari

Gidroelektrostansiyalarni loyihalash jarayonida, turbina turini tanlashda va uning asosiy parametrlarini, o'lchamlarini, aylanish chastotasi-ni, F.I.K.ni, turbinani o'rnatish sathi va boshqa faktorlarni aniqlashda, xuddi shuningdek, ekspluatatsiya qilish jarayonida jihozlardan foydalanish-ning eng maqsadga muvofiq shartlarini belgilash uchun, turbinaning xususiyatlari to'g'risida to'liq ma'lumotga ega bo'lish kerak. Bu ma'lumotlar, turbinaning barcha kerakli ko'rsatgichlarini aniqlovchi, uning har xil sharoitlarda ishlashini, aniqrog'i har xil rejimlari uchun xarakteristikalar shaklida taqdim etiladi. Turbinaning ish jarayoni, uning ishchi ko'rsatgichlarini quyidagi ikki xil omil bilan aniqlanishini ko'rsatib turibdi:

- *geometrik omil*, suv oqib o'tadigan qismining shakli (turbina turi), o'lchamlari (D_1 diametr) va yo'naltiruvchi moslamaning yoki ignaning ochilganligi-a (ikki marta tartibga solinadigan parraklari buraladigan turbinalar uchun), bundan tashqari yana ish g'ildiragi parraklarini o'rnatish burchagini- φ qayd qilish;

- *kinematik*, turbinaning ish rejimini xarakterlovchi. Kinematik xarakteristikalar tarkibiga ikkita mustaqil o'zgaruvchilar, p va Q kiradi. Ish rejimlarini o'xshashlik shartlarini(5.1.1) bo'yicha ifodalab, quyidagini olamiz:

$$\frac{nD}{\sqrt{H\eta_A}} = \text{const} \quad (6.1.1)$$

SHunday qilib berilgan **F.I.K.** va **Q** uchun rejimni aniqlovchi o'zgaruvchilar **n** va **H** bo'ladi. Turbinalar uchun odatda bosim o'rnatiladi, suv sarfi esa aniqlanadi.

Ushbu turdagi turbina ishining barcha ko'rsatgichlarini umumiy ko'rinishda quyidagi funksional nisbatlar bilan ifoda etish mumkin:

$$\left. \begin{aligned} Q &= f_Q(D, a_0, H, n) \\ N &= f_N(D, a_0, H, n) \\ \eta &= f_\eta(D, a_0, H, n) \\ &\dots\dots\dots \end{aligned} \right\} \quad (6.1.2)$$

Parraklari buraladigan turbinalar uchun bu nisbatlar yanada murakkabroqdir, chunki ular qo'shimcha mustaqil o'zgaruvchi-ish g'ildiragi parraklarini o'rnatish burchagi- φ ni o'z ichiga oladi.

$$\left. \begin{aligned} Q &= f_Q(D, a_0, \varphi, H, n) \\ N &= f_N(D, a_0, \varphi, H, n) \\ \eta &= f_\eta(D, a_0, \varphi, H, n) \\ &\dots\dots\dots \end{aligned} \right\} \quad (6.1.3)$$

Aniq ifodalar (6.1.2) yoki (6.1.3) *turbinalarning xarakteristikalar* deb ataladi va ular odatda grafik shaklida taqdim etiladi. Xarakteristikalar tizimida (6.1.2), o'zgaruvchilarni mustaqil va funksiyalarga bo'linishi shartli hisoblanadi va ularni har doim o'rinlarini almashtirish mumkin. Masalan, ochiqliklik- a_0 o'rniga mustaqil o'zgaruvchi sifatida- Q bo'lishi mumkin va unda quyidagiga ega bo'lamiz: $N = f_N(\mathbf{D}, \mathbf{Q}, N, \mathbf{p})$, lekin keyin ochilganlik ham $a_0 = f_a(\mathbf{D}, \mathbf{Q}, N, \mathbf{p})$ funksiya bo'lib qoladi. *Mustaqil o'zgaruvchilarning soni juda aniq: bir marta tartibga solinuvchi turbinalar (radial-o'qiy, propellerli, cho'michli) uchun ular to'rttadir, ikki marta tartibga solinuvchi turbinalar (parraklari buraladigan) uchun ular besh donadan iboratdir.*

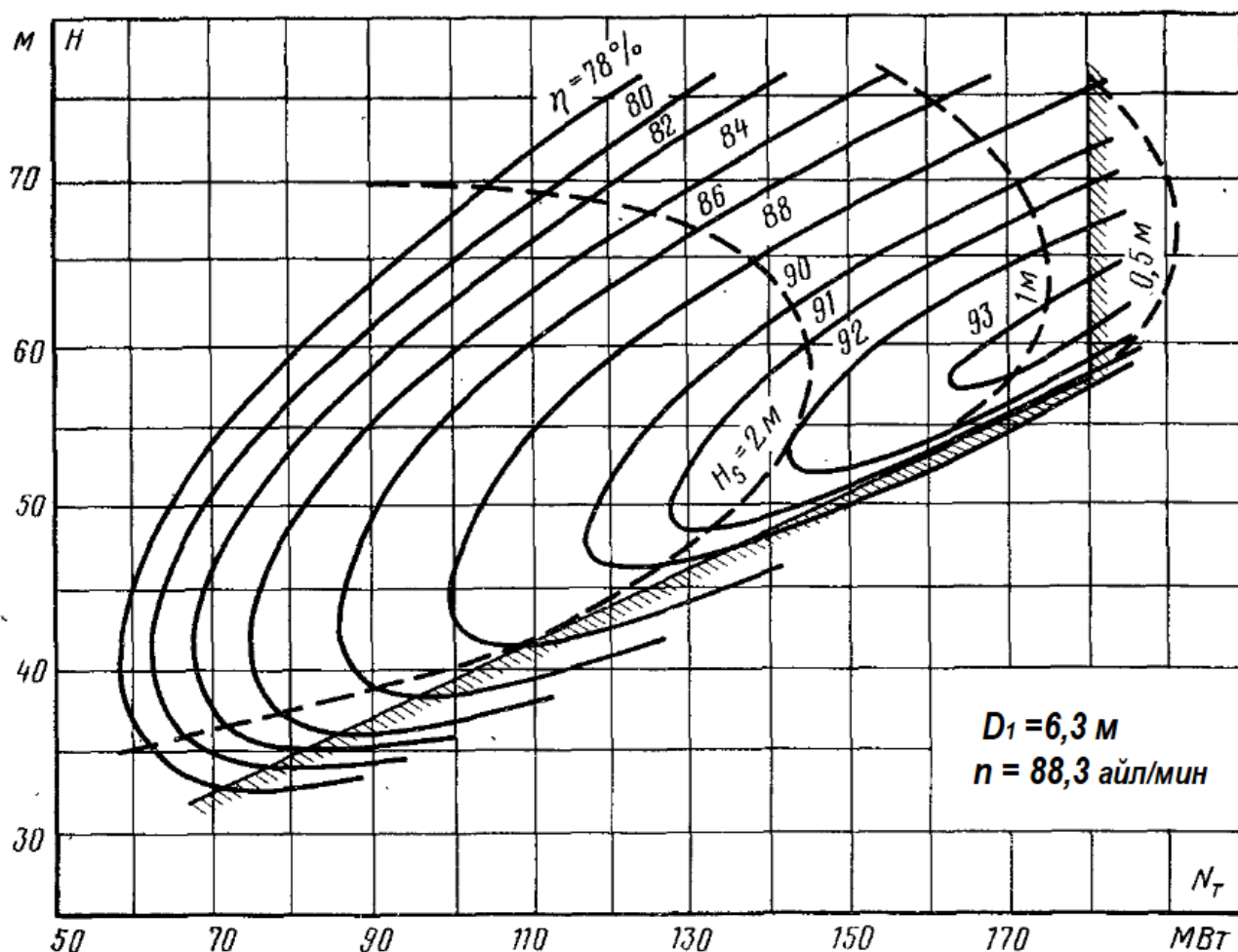
To'rt mustaqil o'zgaruvchilar funksiyasini grafik ko'rinishda qurish mumkin emas. SHu sababli, mustaqil o'zgaruvchilarni bir qismining, doimiy parametrlar bilan almashtirilgan xarakteristikalar quriladi. Xarakteristikalarining ikki shaklidan foydalaniladi: *universal va chiziqli*.

Universal xarakteristikalar ikkita aniqlovchi parametrlardan tashkil topib, ushbu ko'rsatgichni ikkita mustaqil o'zgaruvchiga bog'lik ekanligini ko'rsatadi.

Universal xarakteristikalarning bir necha turlari mavjud bo'lib, ularga nom o'zgaruvchilar bo'yicha beriladi. Masalan, *bosim-quvvat universal xarakteristikasi*, berilgan D va n (parametrlar)da N , N koordinatlarida quriladi (bosim, turbinaning quvvati). Uni ko'pincha ekspluatatsiya qilish xarakteristikasi deb atashadi, chunki normal ekspluatatsiya sharoitida turbinaning aylanish chastotasi qat'ian doimiy ushlab turiladi. **Bosim-quvvat xarakteristikasi** quyidagicha ifoda etilishi mumkin.

$$\left. \begin{aligned} \eta &= f_{\eta}(H, N) \\ H_s &= f_{H_s}(N, H) \end{aligned} \right\} D_1 = \text{const bo'lganda, } n = \text{const}$$

SHunday xarakteristikalardan biri, $D_1 = 6,3$ m va $p = 88,3$ ayl./min. bo'lgan radial-o'qiy turbina uchun 6-1 rasmda ko'rsatilgan. Xarakteristikalar maydonida F.I.K.- η va ruxsat etilgan so'rib ketish balandligi- N sizochiziq-lari o'tkazilgan. SHunday qilib, har qanday ishlash sharoiti uchun ushbu ko'rsatgichlarning miqdorini aniqlash mumkin. Masalan, pri $N = 60$ m va $N = 150$ MVt bo'lganda $\eta = 91,5\%$ va $H_s = 1,8$ m ga teng.

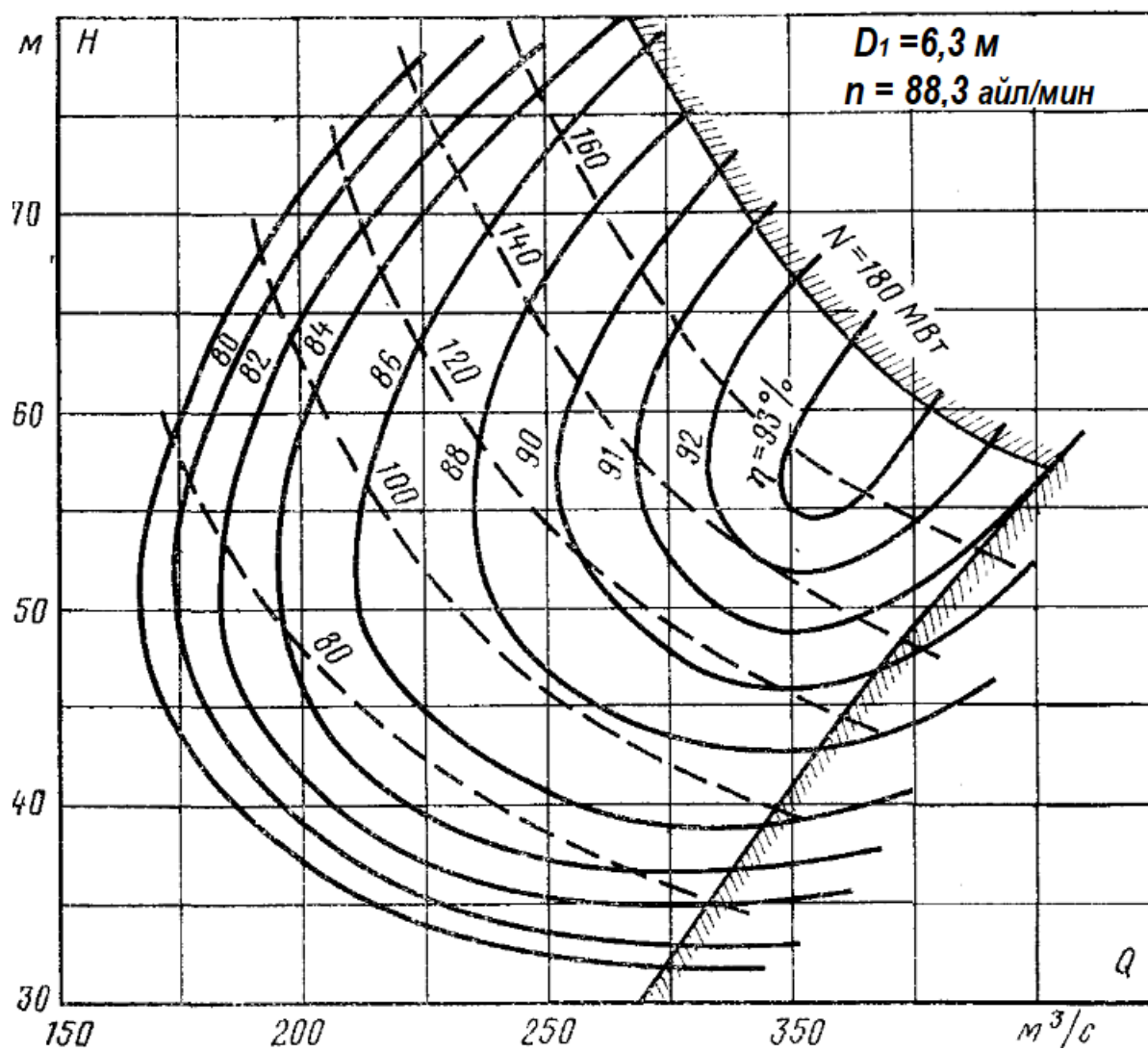


6.1.1- rasm. Radial-o'qiy turbinaning bosim-quvvat universal xarakteristikasi

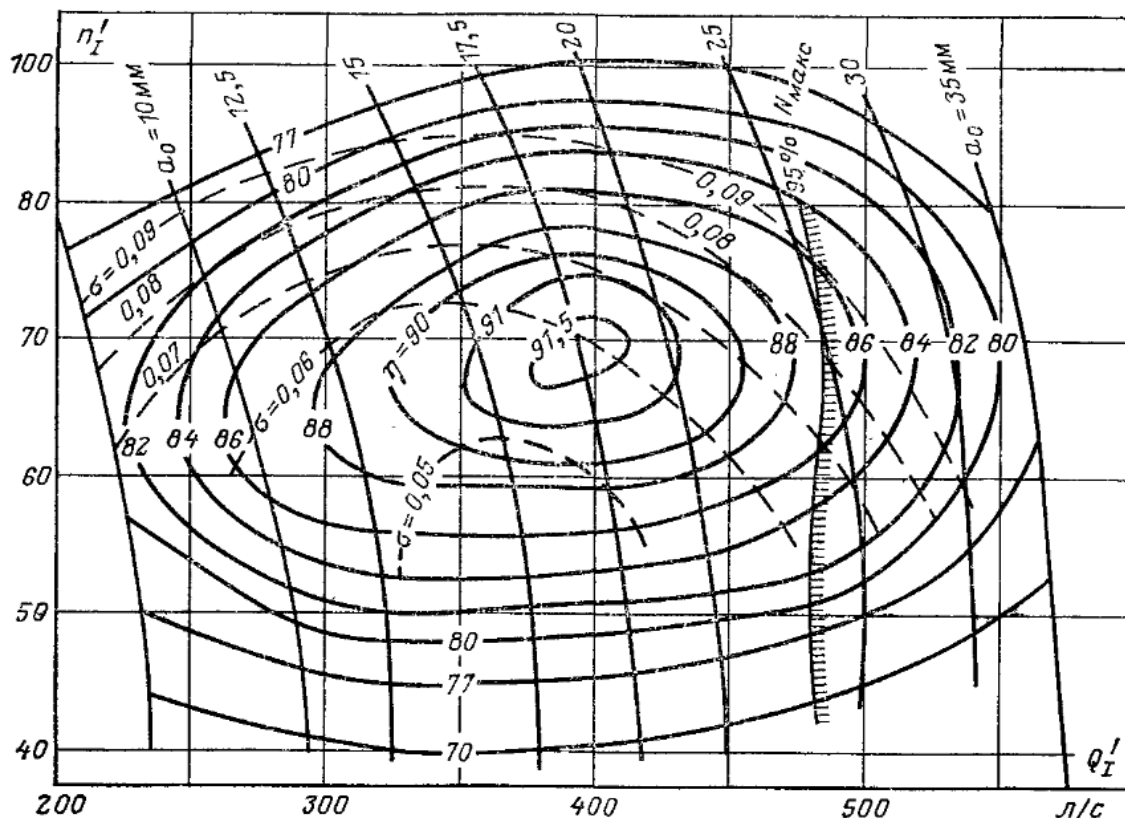
Bosim-suv sarfi xarakteristikasi $D_1 = \text{const}$ va $p = \text{const}$ (6.1.1-rasm) bo'lganda quriladi. Bu erda F.I.K.- η va quvvatning- N izochizqlari berilgan. Xarakteristikalarda chegaralovchi chiziqlar ko'rsatilgan (shtrix chiziqlar bilan). Pastgi chiziqlar yo'naltiruvchi moslamaning masimal ochilganligiga, yuqoridagilari esa gegeratorning nominal quvvatiga mos keladi.

Bosh universal xarakteristika. Ma'lum turdagi turbinaning xususiyat-lari ko'rsatgichi sifatida, D_1 va N larning doimiy miqdorlarida quriladigan aylanma-suv sarfi xarakteristikasidan keng foydalaniladi. Modomiki, bu xarakteristika odatda ushbu turdagi turbinaning umumiy xususiyatlarini aniqlar ekan, uni keltirilgan parametrlarda $D_1 = 1 \text{ m}$ va $N = 1 \text{ m}$ bo'lgan holat uchun qurishadi. Uni radial-o'qiy turbina uchun ko'rinishi 6.3-rasmda ko'rsatilgan. O'qlar bo'ylab o'zgaruvchilar Q_1^1 va n_1^1 qo'yilgan. Xarakteristikalariga gidravlik F.I.K.ning- η , kavitatsiya koefitsientining- σ hamda yo'naltiruvchi moslamaning ochilganligi- a_0 izochizqlari o'tkazilgan.

Bosh universal xarakteristika nusxalarni sinash ma'lumotlari asosida quriladi va unda ko'rsatilgan barcha miqdorlar (η , σ , a_0 va boshqalar) nusxa uchun berilgan. SHu sababli, xarakteristikada doimo modelning o'lchamlari (diametri) ko'rsatiladi hamda turbina kamerasi va so'rib ketish quvuri bilan birgalikdagi uning gabarit chizmalari keltiriladi. Xarakteristikaning muhim nuqtasi, F.I.K.ning absolyut masimumiga to'g'ri keladigan uning optimal rejimi hisoblanadi. Bosh universal xarakteristikada tez-tez yana, 5 foizli (**95% N_{maks}**) zahira quvvati chizig'i ko'rsatiladi. Bu chiziqning o'ngrog'ida quvvatni faqatgina 5 % ga ko'paytirish mumkin va odatda bu sohaga kirish tavsiya qilinmaydi. Bosh universal xarakteristika ushbu turdagi turbinaning xususiyatlarini to'liq yoritadi va qayta hisoblash formulalaridan foydalanib, barcha talab qilingan ko'rsatgichlarni aniqlash mumkin hamda u bo'ylab berilgan ushbu turdagi turbina uchun har qanday boshqa xarakteristikalarni qurish mumkin.



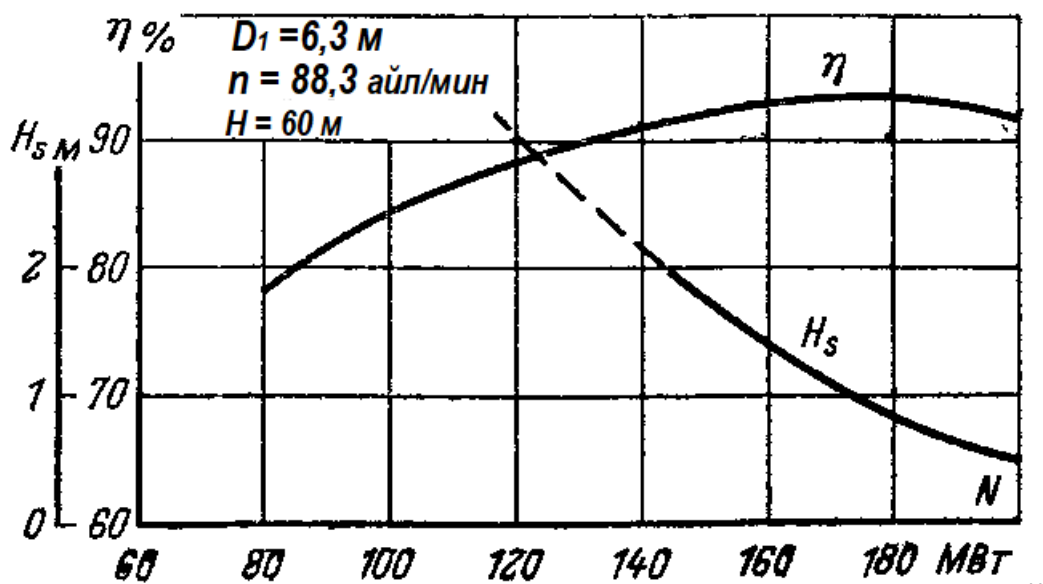
6.1.2- rasm. Bosim-sarf universal xarakteristikasi



6.1.3- rasm. Radial-o‘qiy turbinaning bosh universal xarakteristikasi.

CHiziqli xarakteristikalar bir o‘zgaruvchiga nisbatan quriladi va shu bo‘yicha o‘z nomini olgan. Bunday holda, uchta parametr doimiy deb qabul qilinadi. Masalan, *chiziqli quvvat* xarakteristikasi turbina ko‘rsatgichlarini uning quvvati bilan bog‘liqligini ko‘rsatadi: $D_1=\text{const}$, $n=\text{const}$, $H=\text{const}$ bo‘lganda $\eta = f_\eta(N)$.

Shunday xarakteristika **6.1.4**-rasmda ko‘rsatilgan. Ushbu chiziqli xarakteristika $N = 60 \text{ m}$ bo‘lganda, **6.1.1**-rasmda ko‘rsatilgan universal bosim-quvvat xarakteristikasi kesimini o‘zida aks ettiradi.



6.1.4- rasm.Chiziqli quvvat xarakteristikasi.

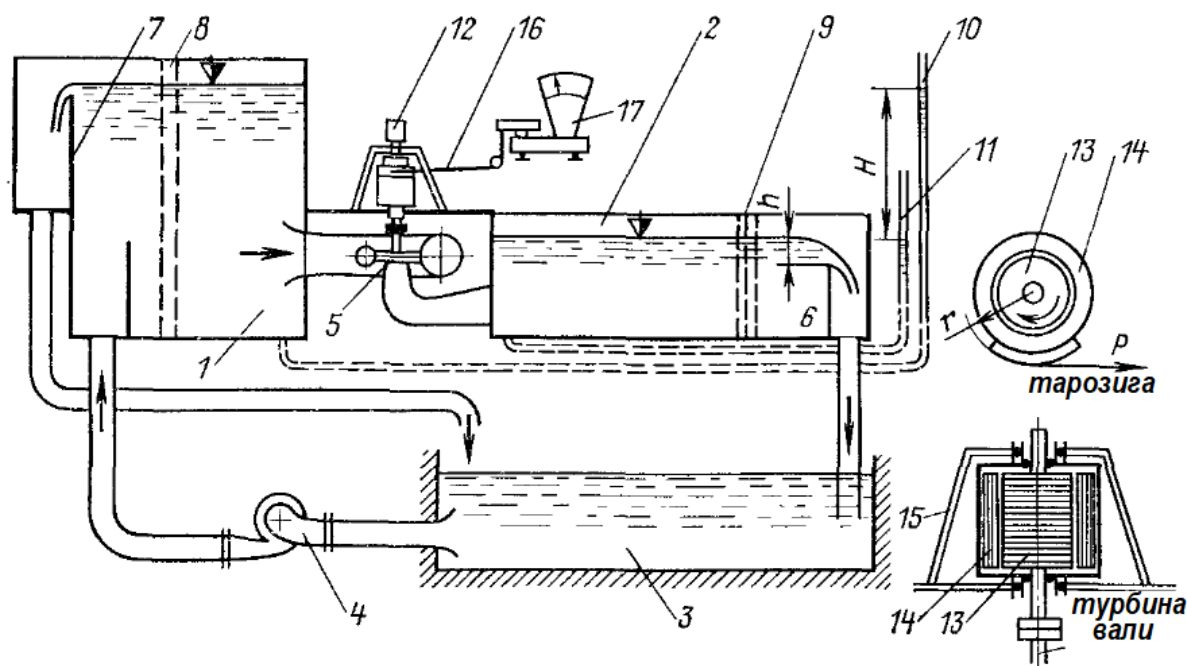
Chiziqli xarakteristikalarining boshqa turlari:

- aylanma - $D = \text{const}$, $a_0 = \text{const}$, $H = \text{const}$ bo'lganda, $N = f_N(n)$;
- bosimli - $D = \text{const}$, $a_0 = \text{const}$, $n = \text{const}$ bo'lganda, $N = f_N(H)$.

Har qanday chiziqli xarakteristika, universal xarakteristikaning ba'zi kesimlarini aks ettiradi. Chiziqli xarakteristika universal xarakteristikalardek, turbinaning xususiyatlarini to'liq aks ettirmaydi, ammo ular sodda va aniq. SHuning uchun ulardan, har xil turdagi va ko'rinishdagi boshqa turbinalarning xususiyatlari bilan solishtirishda tez-tez foydalaniladi. Turbinalarning gidromexanik hisobi usullari to'xtovsiz takomillash-tirilayotganligiga qaramasdan, ularning keng diapazondagi ish rejimini yorituvchi zarur va to'liq hamda ishonchli xarakteristikalarini faqatgina eksperimental yo'l bilan olish mumkin. Turbinalarni loyihalashda hisob yo'li bilan odatda, suv oqib o'tuvchi trakt shaklining bir necha varianti ko'rib chiqiladi, ammo ularning yakuniy baholash, tajriba stendlarida o'tkazilgan nusxalarni sinash ma'lumotlariga asosan ishlab chiqiladi. Ushbu sinovlar natijasida (nusxaning) xarakteristikalar beriladi va ular bo'yicha natura sharoiti uchun ekspluatatsiya qilish va boshqa xarakteristikalar quriladi.

Ikki turdagi stendlar mavjud: **energetik**, ularda kavitatsiyasiz ishlash sharoitida turbina ishining hamma ko'rsatgichlari aniqlanadi hamda **kavitatsion** - kavitatsion ko'rsatgichlarni aniqlash uchun foydalaniladi. Energetik stendlar diametrlari 250 dan

460 (800) mm gacha bo'lgan turbina nusxalarini, kavitatsion stendlarda esa diametri - 250÷460 mm bo'lgan turbina nusxalari sinab ko'riladi.



6.1.5-rasm. Energetik sinovlar uchun tayyorlangan stendning sxemasi.

Energetik stend (6.1.5-rasm) yuqori-1 va pastgi-2 beflardagi baklardan, suv sig'imidani-3 va nasosdan-4 tashkil topgan.

Baklar o'rtasiga turbina nusxasi-5 montaj qilingan. Bundan tashqari, turbina spiral kamerasi va so'rib ketish quvurining geometrik o'xshashligini saqlab turish tavsiya qilinadi. Nusxa turbina ishlab turganda, suv birinchi bakdan-1 turbinaga-5 va turbinadan-5 ikkinchi bakka-2 oqib o'tadi. Ikkinchi bakdagi suv tushirgichda-6 suv sarfi o'lchanadi. Qoidaga asosan suv o'lchagich hajmiy yoki og'irlik usulida kalibrovkalanishi kerak. Suv tushirgichdan o'tgan suv keyingi idishga-3 tashlanadi va idishdan-3 nasos-4 yordamida yuqoridagi bakka-1 ko'tarib beriladi. SHunday qilib, tizimda suvning aylanishi amalga oshiriladi. Yuqoridagi bakda-1 suv sathini doimiy ushlab turish maqsadida bakda-1 suv tushirgich o'rnatilgan, nasosdan uzatilayotgan ortiqcha suv ushbu suv tushirgich orqali pastdagi idishga-3 tashlab yuboriladi. Suv oqimini tinchlantirish va tekislash uchun 8 va 9 panjaralar xizmat qiladi. Energetik stendlardagi bosim odatda 2÷6 m ni tashkil qiladi. Stendda o'tkazilgan sinovlarda quyidagi asosiy kattaliklar o'lchanadi: suv tushirgichdagi suvning balandligiga- h asosan suv sarfi- Q ; 10 va 11 pezometrlarning ko'rsatgichlari orqali aniqlanadigan

bosim- N (spiral kameraga kirguncha bo'lgan masofadagi gidravlik yo'qotishlar qo'shimcha hisoblanishi mumkin); aylanish chastotasi (elektrotaxeometr yoki hisoblagich bilan aniqlanadi) va turbina ishlab chiqarayotgan quvvat- N_B . Ishlab chiqarilgan quvvatni- N_B o'lchash ko'proq qiyinchilik tug'diradi. Ushbu maqsad uchun har xil tormozlar tizimi, ko'p holatlarda elektr tormozlari qo'llaniladi. Tormozning-15 rotori nusxa turbinaning vali bilan ulanadi, stator-14 esa ramadagi podshipniklarga mahkamlanadi. Rotor aylanganda o'zaro ta'sir qiluvchi magnit kuchlari (mexanik tormozlarda-ishqalanish kuchi) yordamida statorni ham o'zi bilan birga aylantira boshlaydi, ammo u og'irlikka-17 chiqarib ulangan sim-16 orqali ushlab turiladi. Simni tortilish kuchi- R va radius- r ni hisobga olib, turbina hosil qiladigan moment- $Mv=R$ aniqlanadi, aylanish chastotasi bo'yicha esa quvvat- $N_B(kVt)$ topiladi:

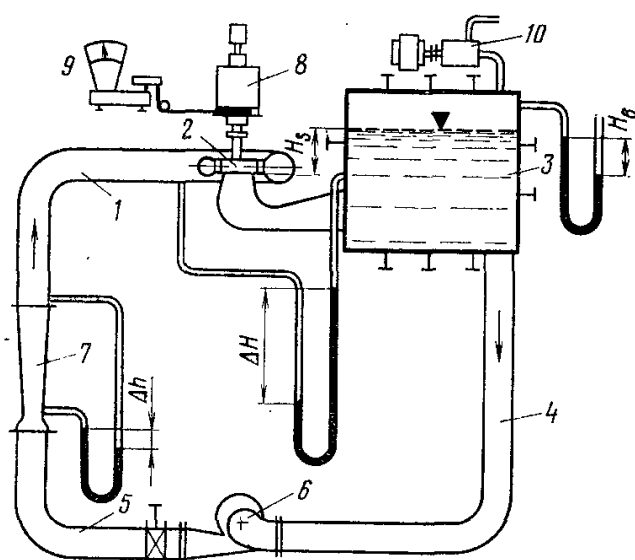
$$N_B = \frac{M * n}{9550} \quad (6.1.1)$$

Nusxaning foydali harakat koeffitsienti, eksperimental ma'lumotlar bo'yicha hisoblanadi

$$\eta_M = \frac{N_B}{9.81QH} \quad (6.1.2)$$

Sinovlar quyidagicha o'tkaziladi. Yo'naltiruvchi moslamaning ochilganli-gi o'rnatiladi va tormoz yordamida o'zgartiriladigan har xil aylanishlar chastotasida bir necha nuqtalar olinadi.

O'lchangan miqdorlar bo'yicha (6.1.1) va (6.1.2) formulalar yordamida keltirilgan parametrlar n_I^I va Q_I^I hisoblanadi va har xil ochilganlik- a_0 uchun $\eta_m = f_\eta(n_I^I, Q_I^I)$ miqdorlarning jadvali tuziladi. Bu miqdorlar bo'yicha Bosh universal xarakteristika quriladi. Energetik sinovlarda F.I.K., suv sarfi va quvvatdan tashqari aylanish chastotasining tezlashishi, ish g'ildiragidagi o'qiy kuchlanishlar, ish g'ildiragi parraklaridagi va yo'naltiruvchi moslama parraklaridagi kuchlanishlar va boshqa miqdorlar o'lchanadi.



6.1.6-rasm. Kavitatsion stend

Kavitatsiya stendi - olib keluvchi quvur-1, turbina nusxasi-2, qisman suvga to'ldirilgan pastgi befning yopiq baki-3, aylantiruvchi quvurlar-4 va 5 hamda nasosdan-6 tashkil topgan. Stend yopiq bo'lib, pastgi befndagi sathni ushlab turish uchun o'zgarmas suv hajmida ishlaydi.

Sinovlar vaqtida quyidagi o'lchash ishari olib boriladi: Venturi suv o'lchagichi yordamida suv sarfi- Q (differensial monometrlardagi sathlar farqi bo'yicha- Δh), bosimi- N

(sathlar farqi- ΔN va quvurda-1 tezlik hosil qilgan bosimlar yig'indisiga teng), quvvat- N_B (tormoz-8 va yuklar-9 yordamida), bakdagi-3 erkin yuza ustidagi (vakuummetr). Zarur bo'lgan vakuum miqdori, maxsus vakuum nasos-10 bilan hosil qilinadi. Sinovlar davrida nasosda-6 kavitatsiya hosil bo'lmasligi uchun u, bakdan-3 10÷15 sm pastga o'rnatiladi. Stend ishlab turganda suvning isishi kuzatiladi, ayniqsa uzatilayotgan suv nasos yonidagi zadviyka bilan boshqarilganda suvning qizishi jadallashadi. Suvning temperaturasini bir xil miqdorda ushlab turish uchun sovutuvchi burama quvur(zmееvik)lardan foydalaniladi, ba'zibir holatlarda vodoprovod tizimidan bakka-3 toza suv uzatiladi va bir vaqtning o'zida bosim liniyasidan-5 isigan suv tashlab yuboriladi. Qoidaga asosan, bosimi 20÷30 m bo'lgan kavitatsiya stendlaridan foydalaniladi, biroq ishonchliroq ma'lumotlar olish uchun ayniqsa yuqori bosimli turbinalar uchun 150-200 m va undan yuqori bosimlarda tajriba o'tkazish mumkin bo'lgan stendlar yaratilgan.

Sinovlar o'tkazish tartibi quyidagicha. Qandaydir ishchi rejimi o'rnatiladi (yo'naltiruvchi moslamalarning ochilganligi- α_0 , bosim- N va aylanishlar chastotasi- n) va sungra qurilmaning kavitatsiya koeffitsientini- σ_u kamaytirish uchun, bosqichma-bosqich bakdagi-3 vakuumni ko'paytirib suv sarfi- Q , quvvat- N , F.I.K.- η aniqlanadi. O'tkazilgan sinovlar bo'yicha olingan ma'lumotlar grafik shakliga olib kelinadi va

va undan kavitatsiya koeffitsientining- σ kritik miqdori topiladi. Shunday qilib, ko'p ish rejimlari uchun kavitatsiya koeffitsientining kritik miqdori aniqlanadi va ular izochiziqlar shaklida Bosh universal xarakteristikaga o'tkaziladi.

6.2. Parametrarni nusxadan dala sharoitiga qayta hisoblash

Keltirilgan xarakteristikalar n_1^1 va Q_1^1 bo'yicha qurilgan Bosh universal xarakteristika, ushbu turdagi turbinaning xususiyati hisoblanib, nusxa turbinaning xarakteristikalari hisoblanadi. Hidroelektrostansiya-larni loyihalashda, turbinani tanlash uchun zarur bo'lgan haqiqiy (natura) xarakteristikalar Bosh universal xarakteristikadagi xarakteristikalarni qayta hisoblash orqali olinadi. Qayta hisoblash natijasida olingan xarakteristikalarning yuqori ishonchliligi va aniqligini ta'minlash uchun avvalambor nusxa va haqiqiy turbinalarning suv oqib o'tadigan barcha elementlarning geometrik o'xshashligini qat'iy ta'minlash kerak. Turbinaning suv oqib o'tadigan qismini aniqlovchi o'lchamlari, nusxa turbina diametrining- D_N asl turbina diametriga- D_A nisbati shaklida qayta hisoblanadi. SHu maqsadda doimo, Bosh universal xarakteristikalarda nusxa turbinaning suv oqib o'tadigan qismining asosiy o'lchamlari ko'rsatiladi.

Nusxa bo'yicha turbinaning ochilganligi- a_0 quyidagi formula orqali hisoblanadi.

$$a_{OT} = a_0 \frac{D_T}{D_M} \quad (6.2.1)$$

O'xshash rejimlar uchun ushbu shartlar bo'yicha aylanishlar chastotasi- p va suv sarfini- Q qayta hisoblash (6.1.1) va (6.1.2), turbinaning quvvati- N esa (6.2.1) formula bo'yicha hisoblanadi. Biroq ba'zibir ko'rsatgichlar haqiqiy turbinalar sharoitiga o'tkazilganda o'zgarishini hisobga olish zarur, o'zgarishning eng katta miqdori F.I.K. ga taaluqli bo'ladi. SHu munosabat bilan turbinalardagi yo'qotishlar strukturasi va ularni nusxadan haqiqiy turbinaga o'tishdagi o'zgarishlarni qarab chiqamiz

Turbinadagi yo‘qotishlar va balans xarakteristikalari. Turbinada isrof bo‘ladigan barcha energiyalarni uch turdagi isrofgarchiliklarning yig‘indisi sifatida ko‘rsatish mumkin: *gidravlik, mexanik va hajmiy*.

Gidravlik yo‘qotishlar, turbinadan suv sarfining oqib o‘tishi hisobiga hosil bo‘ladi. Ushbu yo‘qotishlarni ikkiga bo‘lish mumkin:

- suyuqlikni devorlarga ishqalanishi natijasida hosil bo‘ladigan yo‘qotishlar-***h_{ISHQ}***. (suv o‘tkazuvchi quvurlarning uzunligi bo‘yicha isrof bo‘ladigan bosimga o‘xshash);

- girdobli yo‘qotishlar (mahalliy yo‘qotishlarga o‘xshash).

Girdobli yo‘qotishlar tarkibiga parraklarning panjarasiga kirishdagi, ish g‘ildiragidan chiqishdagi va chiqishdagi yo‘qotishlar kiradi.

Mexanik yo‘qotishlar turbinaning ish g‘ildiragi va valining aylanishi bilan bog‘liq ishqalanishlar natijasida hosil bo‘ladi. Bu turdagi yo‘qotishlarga podshipnik va zichlagichlardagi-***N_{ishq}***. yo‘qotishlar, aylanadigan qismlarni suyuqlik bilan ishqalanishi natijasida hosil bo‘ladigan ***diskdagi*** masalan, ish g‘ildiragining gardishi va korpus (qapqoq) orasidagi tirqishlardagi yo‘qotishlar kiradi. Diskli ishqalanishlarda yo‘qotiladigan quvvat-***N_{disk}*** quyidagi formula bilan aniqlanadi

$$N_{\text{диск}} = Pn^3 D^5 \quad (6.2.2).$$

Bu erda: ***R*** — ***n*** va ***D*** ga bog‘liq koeffitsient.

Hajmiy yo‘qotishlarni ish g‘ildiragini chetlab o‘tib, yuqori bosim sohasidan past bosim sohasiga oqib o‘tadigan turbinadagi ichki suv oqimlari keltirib chiqaradi. Hajmiy yo‘qotishlarni kamaytirish uchun radial-o‘qiy turbinalarda tirqishli va labirintli zichlagichlar qo‘llaniladi, o‘qiy va diagonal turbinalarda, parraklar va ish g‘ildiragi kamerasi orasidagi oraliq kamaytiriladi. Har bir turdagi quvvat yo‘qotishlarini bosim isrofi shaklida ko‘rsatish mumkin. Masalan, agar gidravlik yo‘qotishlarda isrof bo‘ladigan quvvatni-***N_g = 9,81Qh_g*** shaklida yozsak, unda

$$h_r = \frac{N_r}{9.81Q} \quad (6.2.3).$$

Bu erda: ***Q*** – turbinaga uzatilayotgan to‘liq suv sarfi.

Xuddi shu taxlitda mexanik yo‘qotishlar- h_{mex} va boshqalarni topish mumkin. Nisbiy yo‘qotishlarni turbina bosimiga- N olingan nisbati, ko‘rsatishga qulayroqdir. Masalan, $1-h_g = h_g/H$ dan gidravlik F.I.K. -

$$h_{\Gamma} = 1 - \frac{h_{\Gamma}}{H} \quad (6.2.4).$$

Xuddi shuningdek, gidravlik yo‘qotishlarni ham alohida tashkil qiluvchilarga bo‘lish mumkin: suv uzatuvchi trakt va ish g‘ildiragida- $h_{t.ish\ g'il.}$; so‘rib ketuvchi quvurdagi yo‘qotishlar- $h_{s.quv.}$; chiqishdagi yo‘qotishlar- $h_{chiq.}$, ya’ni

$$h_g = h_{t.ish\ g'il.} + h_{s.quv.} + h_{chiq.} \quad (6.2.5).$$

SHunga o‘xshash mexanik yo‘qotishlar quyidagi ifoda bilan aniqlanadi

$$h_{mex} = \frac{N_{mex}}{9.81Q} \quad (6.2.6).$$

Bu erda: N_{mex} - mexanik yo‘qotishlarga sarf bo‘ladigan quvvat;

Q - turbinaning suv sarfi.

Hajmiy yo‘qotishlar quyidagi ifoda bilan aniqlanadi.

$$N_{x.y.k.} = 9,81q_{x.y.}H = 9,81Qh_{x.y.} \quad (6.2.7).$$

Bu erda: $N_{h.y.q.}$ = hajmiy yo‘qotishlarga mos quvvat;

$q_{h.y.}$ - hajmiy yo‘qotish (oqib o‘tish sarfi);

N – turbinaning bosimi.

Bu erdan olamiz:

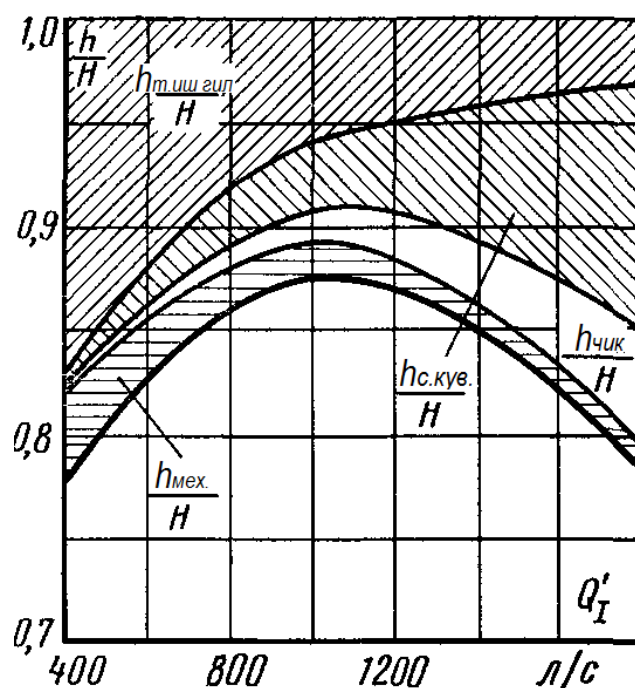
$$h_{x.y.} = \frac{q_{x.y.}}{Q} H \quad (6.2.8).$$

YUqoridigalardan kelib chiqqan holda F.I.K.ni quyidagi ifoda bilan aniqlash mumkin

$$\eta = 1 - \frac{1}{H} (h_{t.ish\ g'il.} + h_{s.quv.} + h_{chiq.} + h_{mex} + h_{x.y.}) \quad (6.2.9).$$

Har xil rejimlar uchun turbinadagi yo‘qotishlarning o‘zgarishi va tarkibi to‘g‘risidagi to‘liqroq tasavvurni *balans xarakteristikasi* beradi. Misol tariqasida

6.2.1-rasmda parraklari buraladigan turbina nusxasining balans xarakteristikasi ko'rsatilgan ($n_1^I = 130$ ayl/min, 6.2.2-rasmda). Undan ko'rinib turibdiki, mexanik yo'qotishlar nisbatan ko'p emas, 0,02 atrofida va ish rejimiga juda ham kam bog'liq. Asosiy yo'qotishlar gidravlik yo'qotishlar hisoblanadi, (bu erga hajmiy yo'qotishlar ham kiradi, chunki ularni ajratishni imkoni yo'q), ammo ularning nisbati turlari sezilarli darajada rejimga bog'liq



6.2.1-rasm. Parraklari buraladigan turbinaning balans xarakteristikasi

Gidravlik F.I.K.ni nusxadan natura (asl) sharoitiga qayta hisoblash.

Turbinadagi barcha gidravlik yo'qotishlarni quyidagi shaklda tasavvur qilamiz,

$$h_A = \zeta_o \frac{v^2}{2g}$$

bundan tashqari, yo'qotish koeffitsienti- ξ tegishli bo'lgan tezlik- v , traktning har qanday kesimida bo'lishi mumkin. Turbinadagi oqim nihoyatda murakkab va hozirgacha ulardagi gidravlik yo'qotishlarning shakllanishi to'g'risida to'liq tasavvur yo'q. SHuning uchun ba'zibir soddalashtirishlarni kiritishga to'g'ri keladi. Yo'qotishlar koeffitsientini ikki qismdan iborat deb qabul qilish mumkin: $\xi_Y = \xi_{mahal.} + \xi_{ishq.}$

Bu erda: $\xi_{mahal.}$ - joydagi qarshilik koeffitsientiga o'xshash, yo'qotish koeffitsienti; $\xi_{ishq.}$ - «uzunligi bo'yicha» oqib o'tiladigan yuzalarni ishqalanishga ketadiga yo'qotishlar.

Nusxadagi ishqalanish bo'yicha yo'qotishlarni, umumiy gidravlik yo'qotishlarning bir qismi deb faraz qilamiz:

$$h_{ishq.nus.} = \Sigma h_{gid.yo'q.nus.}$$

Agar nusxaning gidravlik F.I.K. $h_{g.nus.}$ bo'lsa, unda nisbiy yo'qotishlar quyidagilarni tashkil qiladi:

a) mahalliy (girdobli) –

$$\frac{h_{mahall.nus.}}{H} = (1 - \varepsilon) \frac{h_{gid.yo'q.nus.}}{H} = (1 - \varepsilon)(1 - h_{gid.yo'q.nus.})$$

b) ishqalanishga –

$$\frac{h_{ishq.nus.}}{H} = \varepsilon \frac{h_{gid.yo'q.nus.}}{H} = \varepsilon(1 - h_{gid.yo'q.nus.})$$

Nusxa va natura(asl)ning kinematik koeffitsientlari teng bo'lganda - $v_{nus.} = v_{nat.}$, nusxadan naturaga gidravlik F.I.K.ni (aniqrog'i, yo'qotishlarni) qayta hisoblash formulasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$1 - \eta_{\Gamma} = (1 - \eta_{\Gamma.H}) \left[1 - \varepsilon + \varepsilon^5 \sqrt{\frac{D_H}{D}} \sqrt[10]{\frac{H_H}{H}} \right] \quad (6.2.10)$$

yoki nusxadan naturaga gidravlik F.I.K.ga tuzatishlar quyidagini tashkil qiladi-

$$\Delta \eta_{\Gamma} = \eta_{\Gamma} - \eta_{\Gamma.H},$$

$$\Delta \eta_{\Gamma} = (1 - \eta_{\Gamma.H}) \varepsilon \left(1 - \sqrt[5]{\frac{D_H}{D}} \sqrt[10]{\frac{H_H}{H}} \right) \quad (6.2.11)$$

Shuni nazarda tutish lozimki, (6.2.10) va (6.2.11) formulalar bir qator farazlar asosida olingan, shuning uchun ulardan foydalanganda tajriba ma'lumotlarini hisobga olish zarur:

a) ishchi rejim zonasida parraklari buraladigan turbinalar uchun - $\varepsilon = 0,75$; radial-o'qiy turbinalar uchun

$$Q_i^1 \leq Q_{\text{IOOH}}^1 \quad \text{bo'lganda,} \quad \varepsilon = 0,25 + 0,5 \frac{Q_i^1}{Q_{\text{IOOH}}^1}$$

$$Q_i^1 \geq Q_{\text{IOOH}}^1 \quad \text{bo'lganda} \quad \varepsilon = 0,75$$

b) dastlabki hisoblar uchun $\varepsilon = 0,75$ bo'lganda, $\Delta\eta_G$ miqdorini saqlagan holda barcha rejimlar uchun $\Delta\eta_G$ ni faqat optimal rejim uchun aniqlash mumkin: $\eta_G = \eta_{G.H} + \Delta\eta_G$.

v) naturadagi cho'michli turbina uchun F.I.K. qayta hisoblanmaydi, nusxada qandaybo'lsa shunday qabul qilinadi.

6.3 Turbinalarni xarakteristikalari bo'yicha solishtirish

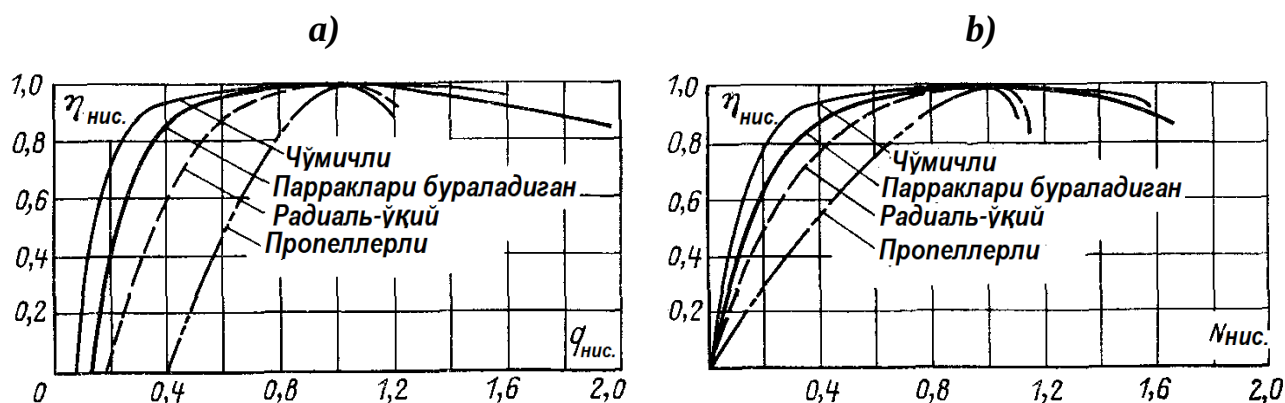
Gidroelektrostansiyalardagi turbinalarning ishlash sharoiti doimiy ravishda saqlanmaydi. Suvning oqib kelishi va energotizimning yuklamasiga nisbatan quvvat keng diapazonda o'zgaradi. Suv omborining to'ldirilishiga, pastgi befning sathiga va suv o'tkazuvchi quvurlardagi yo'qotishlarga nisbatan ba'zan bosim sezilarli darajada o'zgaradi. SHu munosabat bilan ushbu o'zgarishlar, har xil turdagi va ko'rinishdagi turbinalarning ishlashiga qanday ta'sir ko'rsatishini bilish juda muhimdir.

Nisbiy ko'rsatkichlar. Har xil turdagi turbinalarning xususiyatlarini solishtirish uchun o'lchov birligisiz koordinatalarda quriladigan nisbiy xarakteristikalardan foydalanish juda qulaydir. SHu bilan birga odatda, asos sifatida F.I.K. kattaroq yana qandaydir rejim tanlanadi va barcha miqdorlar shu asosga nisbatan aniqlanadilar (0 indeksi bilan):

$$\eta_{\text{muc.}} = \frac{\eta}{\eta_0}; \quad q_{\text{muc.}} = \frac{Q}{Q_0}; \quad N_{\text{muc.}} = \frac{N}{N_0};$$

Bunday sharoitda, har xil turbinalarning har qanday xarakteristikalari 1,1 koordinataga ega bo'lgan umumiy nuqtadan o'tadi, ya'ni birlashtiriladi. Bu esa ularning xususiyatlari to'g'risida aniq tasavvurga ega bo'lish imkonini beradi. 6.3.1-rasmda nisbiy sarf va quvvat xarakteristika-lari berilgan. 6.3.2-rasmdan ko'rinib

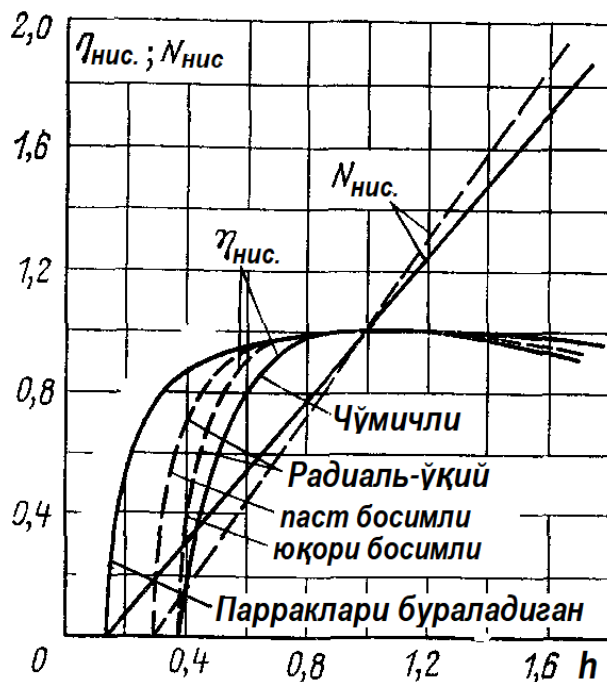
turibdiki, eng yaxshi ko'rsatgichlarga parraklari buraladigan va cho'michli turbinalar ega ekan. Agar F.I.K. miqdori-
ni 10 % gacha pasaytirib ishchi diapazonni chegaralab qo'ysak, unda bu turbinalarda sarf- q_{nis} . $0,3 \div 0,45$ dan $1,8 \div 2,0$ gacha va quvvat- N_{nis} . 0,25 dan 1,6 gacha o'zgarib turadi. $\eta_{nis} = 0$ bo'lganda q_{nis} . o'qi bilan kesishgan nuqtasi salt yurish sarfini- $q_{s,yur}$. beradi va u $q_{s,yur} = 0,07 \div 0,12$ (7—12%) ga teng bo'ladi.



6.3.1-rasm. Turbinalarning nisbiy sarf (a) va quvvat (b) xarakteristikalar

YOmon ko'rsatgichlarni radial-o'qiy turbinalar beradi, ulardagi yuklama o'zgartirilganda, ya'ni yuklama optimumdan ham yuqori ko'tarilsa F.I.K. juda tez pasayib ketadi va salt yurish sarfi- $q_{s,yur}$. **0,15—0,2** ni tashkil qiladi. Ushbu turbinalarda ish diapazoni ancha kichik va quvvat- N_{nis} . bo'yicha **0,5—0,6** dan **1,05—1,10** gachani tashkil qiladi.

Turbinalarning belgilangan xususiyatlari katta amaliy ahamiyatga ega. Haqiqatdan ham agar GESning ishlash shartlariga ko'ra turbinaning quvvati keng diapazonda o'zgarishi shart bo'lsa, parraklari buraladigan turbinalarni



6.3.2 -rasm. Turbinalarning nisbiy bosim xarakteristikasi.

oʻrnatish afzalroq (oʻqiy yoki diagonal), chunki ular bu sharoitlarda radial-oʻqiy turbinalarga qaraganda F.I.K.ni oz kamaytiradi, natijada GES ishlab chiqaradigan energiyani koʻpayishiga olib keladi. Bu bilan, parraklari buraladigan turbinalarni balandroq bosimlarda oʻrnatishga harakat qilinadi. Xuddi shu vaqtning oʻzida, agar oz oʻzgaradigan yuklamada ishlash imkoni boʻlsa, oddiyroq radial-oʻqiy hattoki propellerli turbinalarni ham oʻrnatish maqsadga muvofiq boʻladi. Turbinaning ishla-shiga bosim oʻzgarishi taʼsirini,

oʻzgarmas aylanish chastotasi uchun qurilgan nisbiy bosim xarakteristikalari boʻyicha kuzatish mumkin (6.3.2-rasm). Absissa oʻqi boʻyicha nisbiy bosim- $h=H/H_0$, miqdorlari qoʻyilgan, bu erda H_0 – berilgan sharoitlarda maksimal F.I.K. ga mos bosim. Bu xarakteristikalar, bosimni hisob bosimidan juda yuqoriga koʻtarilishi bilan hamma turbinalarda F.I.K. ozgina kamayishini, ammo bosimni kamayib borishi ayniqsa, maʼlum chegaraga etganda F.I.K. juda tez nolgacha kamayib ketshini koʻrsatadi. Eng yaxshi koʻrsatgichlar parraklari buraladigan turbinalarga taaluqlidir.

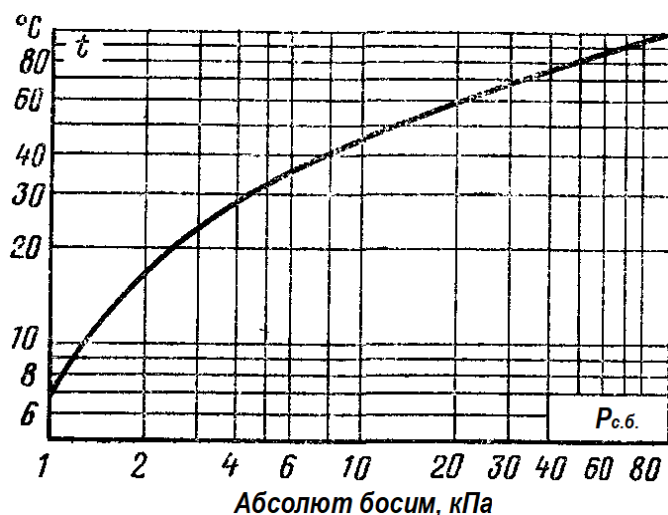
7. GIDROTURBINALARDA KAVITATSIYA

7.1 KAVITATSIYA HODISASI

Soʻrib ketish quvuri bilan ishlaydigan turbinalar ish sharoitini koʻrib chiqish, ularning ish gʻildiragi ostida past bosim hosil boʻlishini koʻrsatdi. Bundan tashqari, ish gʻildiragi parraklarini oqib oʻtishda ularning orqa tomonida qoʻshimcha bosimni kamayishi kuzatiladi. SHunday qilib, gidromashi-nalarning suv oqib oʻtadigan baʼzi qismlarida bosim juda ham past boʻlishi mumkin (kuchli vakuum). Bu sharoitlar oʻzining xususiyatlarigak ega va ular **kavitatsiyaga** olib kelishi mumkin. Past

bosimda suyuqliklarning harakatini aniqlovchi asosiy omillardan biri, suyuqlikni uzilishga mustahkamligi hisoblanadi. SHunday qilib sinov ma'lumotlari ko'ra, qattiq va gazsimon aralashmalarsiz toza suv **0,2—0,3 MPa (2—3 kgs/sm²)** cho'zilishga, ayrim sharoitlarda esa **10—25 MPa(100—250 kgs/sm²)** cho'zilishga bardosh beradi. Suvning uzilishga nazariy mustahkamligi yanada kattaroqdir. Biroq oddiy suvning uzilishga mustahkamligi miqdori, suyuqlik haroritiga bog'liq bo'lgan

to'yingan bug' bosimi- $r_{s.b.}$ bilan aniqlanadi(7.1.1-rasm.)

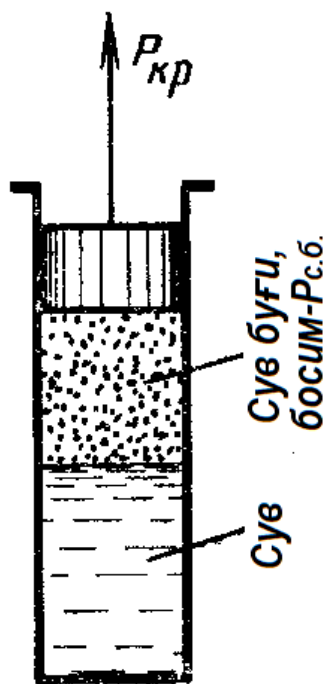


7.1.1-rasm. To'yingan suv bug'i bosimining temperaturaga bog'liqligi

Suv manbalaridagi suvda hattoki vodoprovoddagi suvda ham ko'p miqdorda juda kichik, qattiq va gazsimon aralashmalar mavjud bo'lib ular kuchsiz nuqta-yadrolarni ifodalaydi. YAdrolarni hosil bo'lishi, suvda erigan havoni hosil bo'lishiga sharoit yaratadi.

Suyuqlik bosimi, to'yingan bug' bosimidan pastga tushib ketganda yadro chegarasida suyuqlik, jadal gazsimon-bug' (qaynash) holatga o'ta boshlaydi va uzluksizlikda mahalliy uzilish-ichi asosan suv

bug'i bilan to'lgan kavak-kaverna hosil bo'ladi. Bo'shliq hosil bo'lgandan sung, suyuqlikda bosimni kamayishi kuzatilmaydi, chunki uning o'rni bo'shliq hajmining tez kattalashuvi bilan to'ldiriladi. Bosim ko'tarilishi bilan bo'shlik yopiladi va bug' bir lahzada kondensatsiyalanadi. —rasmdan ko'rinib turibdiki, 100°S haroratda to'yingan suv bug'i bosimi atmosfera bosimiga teng va bu qaynash nuqtasini aniqlaydi. Dengiz sathidan 2200 m balanddagi sathda atmosfera bosimi 80 kPa ga teng va suv 93°S qaynaydi Agar atmosfera bosimini 2 kPa gacha pasaytirsak, suv 20°S haroratda ham qaynashi mumkin.



**7.1.2-rasm. Suv
uzluk-sizligining
statik uzilishi.**

Suvni uzilish shartini tajribada tekshirib ko'ramiz. Porshenli silindrni suvga to'ldiramizki, porshen ostidagi bo'shliqda birorta ham havo po'fakchalari hosil bo'lmasligi kerak (6.1.2-rasm). Porshenni yuqoriga R kuch bilan tortamiz. Avvalo u qarshilik ko'rsatadi va uni ma'lum darajada siljishi yuz bermaydi. Ammo R kuchi kritik kuchdan - $R_{kr} = F(r_{atm} - R_{s,b})$ oshib ketsa (bu erda r_{atm} - atmosfera bosimi, F - porshen yuzasining maydoni), porshen ko'tarila boshlaydi, porshen bilan suyuqlik orasida asosan suv bug'i bilan to'lgan $R_{s,b}$ bosimli bo'shliq hosil bo'ladi (ris. , b). Bu holatda bo'shliq bor ekan, porshen necha marta ko'tarilib tushishiga qaramasdan bosim uning ostida o'zgarishsiz qoladi va suv bug'i bosimiga - $R_{s,b}$ teng bo'ladi. Bu suyuqlik o'zluksizligining statik uzilishidir. Agar oqimda kichik bosimli sohalar bo'lsa, unda bo'shliqlar hosil bo'lishi mumkin va bu

sohadan olib o'tiladigan butun davr mobaynida saqlanib qolishi mumkin. Bunday bo'shliqlarning hayoti ikki davrdan iborat bo'ladi: hosil bo'lishi va o'sishi-asosan bu davr bosim tushib ketadigan (vakuum oshib boradigan) va bosim ko'tarilishi bilan bo'shliqlarni yopilishi kuzatiladigan sohadir.

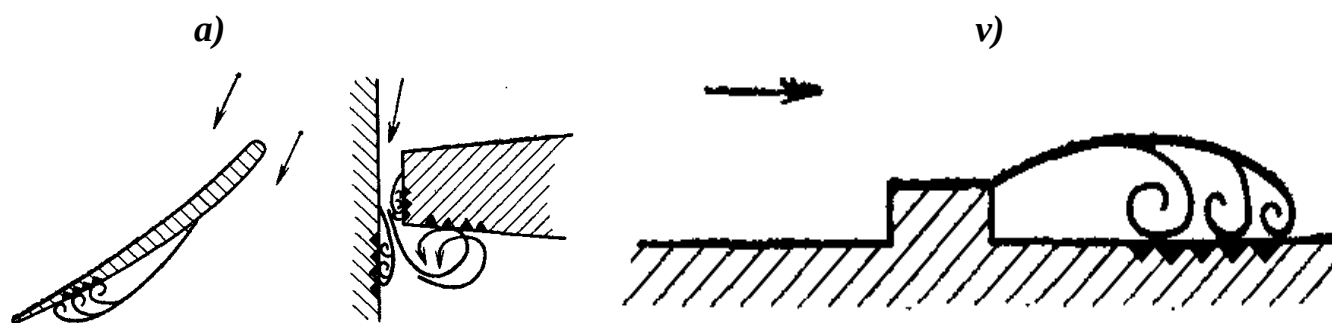
Ushbu sharoitlarda bo'shliqlar katta o'lchamlarga ega bo'lishi mumkin va ular yopilgan nuqtada (markazda) g'oyat katta solishtirma bosim hosil bo'ladi. *Turbulent oqimda suyuqlik uzluksizligi uzulishining hosil bo'lishi – bo'shliq kavitatsiya nomi bilan ataladi.*

Kavitatsiya gidromashinalarga quyidagicha ta'sir qiladi.

1. Etarli darajada rivojlangan kavitatsiyada, F.I.K.ni tushib ketishiga va suv sarfini kamayishiga olib keluvchi gidravlik yo'qotishlar oshib boradi.
2. Gidromashinada kavitatsiya hosil bo'lganda xarakterli kuchli shovqin hosil bo'ldadi va kuchli vibratsiya yuzaga keladi.
3. Kavitatsiya sharoitida ishlayotgan gidromashinalarning bo'shliqlar

yopilgan nuqtalarida ancha tez yuzalar emiriladi.

Kavitatsion emirilish (eroziya) asosan, kavitatsiyani hosil qiluvchi oqimni mikrogidravlik zarblar shaklida ta'sir qiluvchi mexanik ta'siri ostida, oqib o'tadigan yoki uning yaqinidagi yuzada bo'shliqlarni yopilishidan hosil bo'ladi. Ta'sir qiluvchi kuchlarning o'ziga xos xususiyati shundaki, bu zarblarning chastotasi juda yuqori. Bunday holda metallarda charchash hodisasi namoyon bo'ladi. Emirilish uvalanish, ayrim kristallarni urib chiqarish shaklida davom etadi va tekis metall yuza o'rnida unqir-chunqir yuza hosil bo'ladi. Emirilishning jadalligi ba'zan juda yuqori bo'lib, bir yilda 10-40 mm gacha etishi mumkin. Bu holat, gidromashinalarni ekspluatatsiyasi qilish xarajatlarini ko'payishiga, tez-tez ta'mirlash ishlarini olib borilishiga, ishchi qismlarni almashtirilishiga olib keladi. Xuddi shuningdek, parraklarni va boshqa suv oqib o'tadigan qismlarni buzulishi, F.I.K.ni qo'shimcha kamayishiga olib keladi. Kavitatsiya jarayonida ko'rib chiqilgan mexanik ta'sirlardan tashqari ximiyaviy va elektr hodisalar ham yuz beradi. Ushbu qo'shimcha omillarning roli hali to'liq o'rganilmagan, shuhbasiz ular kavitatsiya eroziyasi intensivligining oshishiga ma'lum darajada hissa qo'shadi.

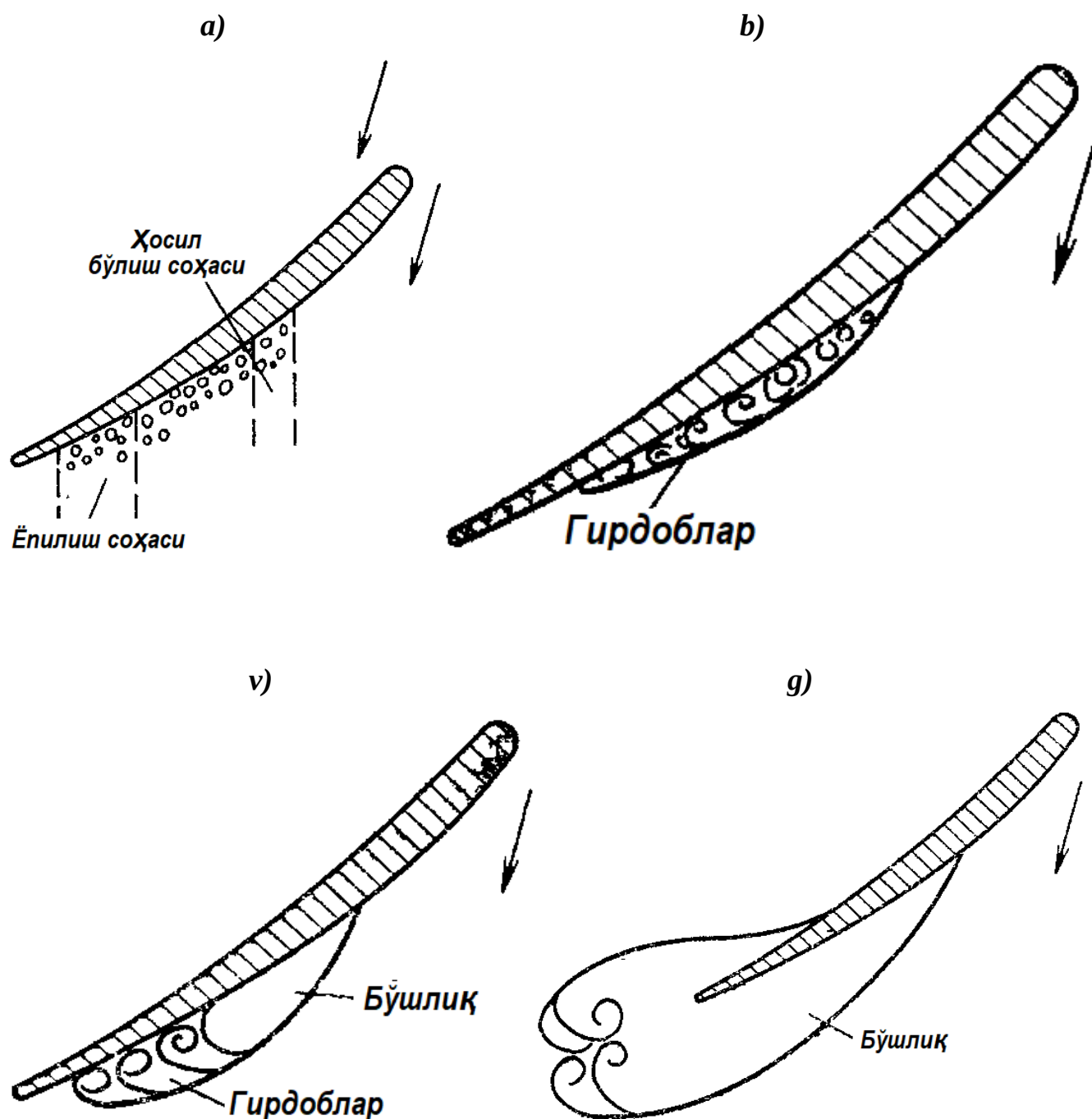


7.1.3-rasm. Gidromashinalardagi kavitatsiya turlari

Gidravlik mashinalardagi kavitatsiyaning xarakterli ko'rinishlari (7.1.3-rasm) quyidagilardan iborat: **a - yon tomondan (profilli)**, parraklarni oqib o'tishda pastroq bosimli sohalarda hosil bo'ladigan; **b –tirqishli**, bosimni katta farqida suyuqlikni tirqishlardan oqib o'tishida, masalan ish g'ildiragi parraklar va kamera orasidan; **v-mahalliy**, g'adir-budurliklar – alohida qirralar, biqinlar va boshqalarni, masalan boltlarning boshini oqib o'tishda kelib chiqadigan. Asosan

profilli kavitatsiya, 7.1.3-rasmda ko'rsatilgandek, har xil shaklli yoki rivojlanish bosqichli bo'lishi mumkin.

7.1.4- rasmda ko'rsatilgan: **a-kavitatsiyaning po'fakchali shakli**, bu shakldi uzluksizlikning uzilishi, alohida harakatlanayotgan po'fakchalar-bo'shlik shaklida yuz beradi; **b-zonal yoki pardali** oqimdagi pulsatsiyalanadigan girdoblar bilan to'lgan,uzluksiz borligi bilan xarakterlanadi;**v-yulib-yirtib olinadigan**,kavernada suyuqlik



7.1.4-rasm. Parraklardagi kavitatsiyaning bosqichlari.

bilan to'ldirilmagan bo'shliq bo'lganda; ***g-superkavitatsiya***, bu turda bo'shliq shunchalik rivojlanganki, u parraklar profilidan tashqarda yopiladi. Ushbu shakllarning har biri o'ziga xos xususiyatlarga ega. Kavitatsiyaning po'fakchali va zonal shakli, intensiv ravishda akustik (shovqin) va erozion ta'sir etish orqali o'zini ko'rsatadi, ammo nisbatan oqimning gidrodinamik xarakteristikalariga kam ta'sir ko'rsatadi. SHuning bilan bir qatorda, yulib-yirtib oladigan va bundan ham ko'proq superkavitatsiya, gidromashinalarning suv sarfi, quvvati va F.I.K. ga ta'sir qiladigan oqimning gidrodinamik ko'rsatgichlarini sezilarli darajada o'zgartiradi.

Gidroturbinalarning kavitatsiyasiz ishlash sharti (kavitatsiyaning jarayoning bo'lmazligi sharti):

$$R_{ai} > R_{s.b.}$$

ya'ni, turbinaning oqim oqib o'tadigan har qanday nuqtasidagi absolyut bosim, suyuqlikning bug' bilan to'yingan bosimidan katta bo'lishi kerak.

7.2 KAVITATSIYA KOEFFITSIENTI. MUMKIN BO'LGAN SO'RIB KETISH BALANDLIGI

Kavitatsiyani (7.1.4) shaklida bo'lmazlik sharti umumiy hisoblanadi, ammo undan foydalanish uchun, turbinaning suv oqib o'tadigan traktidagi barcha nuqtalarda bosimni qanday taqsimlanganligini bilish shart. Bunday ma'lumotlar qoidaga asosan yo'qligi sababli, nisbiy ko'rsatgichlardan foydalaniladi. Ish g'ildiragining ba'zi nuqtasidagi (7.2.1-rasm) absolyut bosimni quyidagi nisbatda ko'rsatish mumkin

$$R_{as} > R_{a2} - \Delta R_{2-s}$$

Bu erda: R_{a2} – 2-2 kesimdagi absolyut bosim;

ΔR_{2-s} – 2-2 kesimga nisbatan nuqtadagi bosimni qo'shimcha pasayishi.

So‘rib ketish quvuridagi yo‘qotishlar quyidagiga teng: $h_{c.ky\theta} = \zeta_{c.ky\theta} \frac{v^2}{2g}$ Unda

$$\frac{p_{a2}}{\rho g} = \frac{p_{amm}}{\rho g} - H_s - \left(\frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} - \frac{\alpha_5 v_5^2}{2g} - \zeta_{c.ky\theta} \frac{v^2}{2g} \right) \quad (6.2.1)$$

$\left(\frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} - \frac{\alpha_5 v_5^2}{2g} - \zeta_{c.ky\theta} \frac{v^2}{2g} \right)$ - ifoda so‘rib ketish quvuri hosil qiladigan bosimni

o‘rtacha kamayishi.

$$\left(\frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} - \frac{\alpha_5 v_5^2}{2g} - \zeta_{c.ky\theta} \frac{v^2}{2g} \right) = \Delta h_{o\theta\theta} = \sigma_{c.ky\theta} H \quad (7.2.2)$$

Buni hisobga olish bilan

$$\frac{p_{a2}}{\rho g} = \frac{p_{amm}}{\rho g} - H_s - \sigma_{c.ky\theta} H \quad (7.2.3)$$

Yoki s nuqtasi uchun:

$$\frac{p_{ac}}{\rho g} = \frac{p_{amm}}{\rho g} - H_s - \sigma_c H \quad (7.2.4)$$

SHunday qilib, turbinada kavitatsiyani bo‘lmasligi uchun so‘rib ketish balandligini- H_s chegaralash lozim.

Dengiz sathiga nisbatan absolyut bosim atmosfera bosimiga bog‘liq va u taxminan quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\frac{p_{amm}}{\rho g} = 10,3 - \frac{\nabla}{900} \quad (7.2.5)$$

Bu erda: Δ -absolyut sath (pastgi bef minimal sathi uchun hisoblanadi). Sovuq

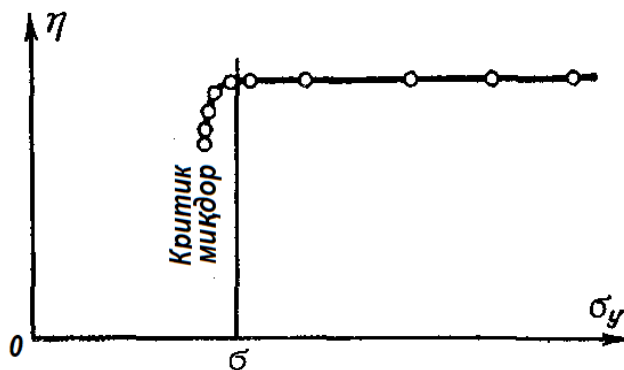
suv uchun $\frac{p_{c.\delta..}}{\rho g} = 0,3M$ qabul qilish mumkin. Unda formula (7.2.5) quyidagi

ko‘rinishga keladi

$$H_s \leq 10 - \frac{\nabla}{900} - \sigma_{\text{гвс}} \cdot H \quad (7.2.6)$$

GESlarni loyihalashda, mumkin bo'lgan so'rib ketish balandligi miqdorini hamda turbinani o'rnatish sathini aniqlashda (6.2.6) formuladan keng foydalaniladi.

Koeffitsient kavitatsiyani aniqlash, nusxa qurilmada eksperimental yo'l amalga oshiriladi.

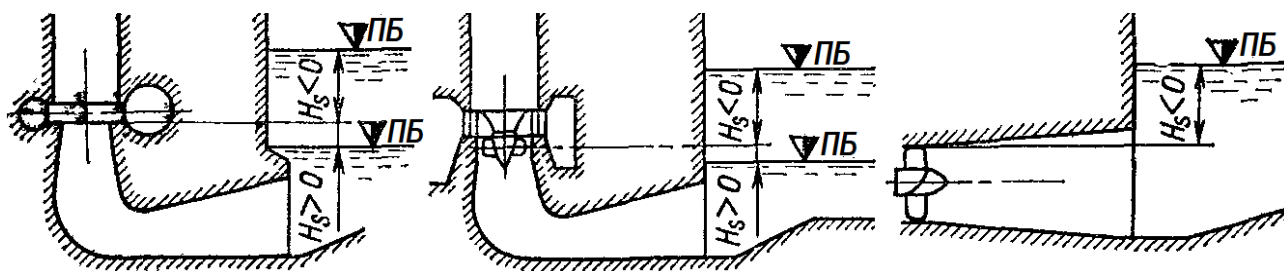


7.2.1-rasm.Kavitatsion sinovlarning natijalari.

Nusxa qurilma o'zgarmas bosim ostida ishlaydi va uning rejimi o'zgarmasdan qoladi, faqatgina qurilmaning o'rnatish koeffitsienti- σ_{nus} . O'zgaradi. Masalan, pastgi befdagi bosimni- $R_{p.b.}$ o'zgarishi hisobiga kamayadi (pastgi bef ustida havoni siyraklashishi hosil qilinadi). Sinovlar natijasida olingan turbina F.I.K.ning

miqdorlaridan foydalanib, 7.2.1-rasmda ko'rsatilgan $\eta = f(\sigma_{\text{nus}})$ grafigini quramiz. Grafikdan ko'rinib turibdiki, qurilma o'rnatish koeffitsienti - σ_{nus} , bir muncha vaqtgacha o'zining miqdorini saqlab turadi, sungra birdan pastga tusha boshlaydi.

Ishlash rejimi saqlanganligi sababli, faqatgina kavitatsiya koeffitsienti o'zgaradi, bu esa kavitatsion buzulishni hosil bo'layotganini hamda turbinada kavitatsion hodisani rivojlanayotganini ko'rsatadi. Buzulishda qurilmaning o'rnatish koeffitsienti- σ_{nus} , to'g'ridan-to'g'ri kavitatsiyaning kritik koeffitsientini o'zida aks ettiradi. So'rib ketish balandligini- H_s hisoblashlarda, turbinaning hisob kavitatsiya koeffitsienti- σ_{tur} , zahira koeffitsientini- k_{σ} kiritish orqalikavitatsiyaning kritik koeffitsientini aniqlaydilar: zahira koeffitsient- $k = 1,1 \div 1,2$ ga teng qilib qabul qilinadi. Har xil turbinalar uchun ajratish turlari-rasmda keltirilgan.



7.2.2-rasm. Har xil turbinalar uchun so‘rib ketish balandligi

Vertikal radial-o‘qiy va diagonal turbinalarda so‘rib ketish balandligi- H_s yo‘naltiruvchi moslamaning pastgi chetidan hisoblanadi (ko‘pincha so‘rib ketish balandligi, yo‘naltiruvchi moslamaning o‘rta chizig‘idan hisoblanadi);vertikal o‘qiy turbinalarda-ish g‘ildiragi parraklarining bo‘rilish burchagidan hisoblanadi. gorizontal turbinalarda so‘rib ketish balandligi- H_s , ish g‘ildiragining yuqori nuqtasidan hisoblanadi. Turbinaning kavitatsiya koeffitsienti, turbinaning turiga va ish rejimiga hamda uning tezyurarlik koeffitsientiga- n_s bog‘liq bo‘ladi.

8.GIDRAVLIK TURBINALARNI TANLASH

Turbinalarning nomenklaturasi, foydalanish uchun tavsiya qilinadigan qator turdagi turbinalarning bosimiga nisbatan (suv oqib o‘tadigan qismining shakli) ularning quyidagi asosiy: nisbiy o‘lchamlari; keltirilgan aylanish chastotasi- n_1^1 , keltirilgan suv sarfi- Q_1^1 va kavitatsiya koeffitsienti- σ ko‘rsatgichlarini ko‘rsatish bilan aniqlanadi. Hozirgi vaqtda o‘qiy parraklari buraladigan, radial-o‘qiy va diagonal turbinalarning nomenklaturasidan foydalaniladi. Nomenklatura gidroelektrostansiyalarni loyihalashda turbina tanlash uchun asos bo‘lib xizmat qiladi.

Xalqaro va mamlakatimizdagi tavsiyalarga asosan [1—21], energetik jihozlarni standartlashtirish turbinalarning turi va tizimini o‘rnatadi hamda ulardan bosim bo‘yicha foydalanish sohasini va ularning energetik, mexanik va geometrik parametrlari to‘g‘risida tushuncha beradi. Turbina turi, parrakli tizimda qo‘llanishi

mumkin bo'lgan maksimal bosim bilan aniqlanadi. Har xil tizim va turdagi gidroturbinalardan foydalanish sohasi:

- bosim bo'yicha amaldagi jadvaldan foydalanib tanlash lozim

8.1-jadval

Turbina turlari va ularni bosim bo'yicha qo'llash zonolari

Gidroturbinalar tizimi	Gidroturbinalar turi	Foydalaniladigan bosimlar oralig'i, m	
		Eng katta	Eng kichik
1	2	3	4
	PL 10	10	4
1	2	3	4
Parraklari buraluvchi	PL 15	15	5
	PL 20	20	15
	PL 30	30	20
	PL 40	40	30
	PL 50	50	40
	PL 60	60	50
	PL 70	70	60
	PL 80	80	70
Radial-o'qiy	RO 45	45	30
	RO 75	75	45
	RO 115	115	75
	RO 140	140	115
	RO 170	170	140
	RO 230	230	170
	RO 310	310	230
	RO 400	400	310
	RO 500	500	400
Diagonal	PLD 50	50	40
	PLD 60	60	50

	PLD 70	70	60
	PLD 90	90	70
	PLD 115	115	90
	PLD 140	140	115
	PLD 170	170	140

Hozirgi vaqtda turbinalarni qisqa markalash qabul qilingan, bundan tashqari markalar to‘rt ko‘rsatgichni o‘z ichiga oladi.

1. *Turbinaning ko‘rinishi (tizimi)* quyidagi harflar bilan belgilanadi: PL- parraklari buraladigan o‘qiy; D yoki PLD —parraklari buraladigan diagonal; PLK — parraklari buraladigan kapsulli; RO— radial-o‘qiy; Pr — propellerli o‘qiy; PrD — propellerli diagonal; K — cho‘michli.

2. *Turbina turi* asosan bosim bilan aniqlanadi. Bir xil bosim uchun, suv oqib o‘tadigan qismi bir-biridan farq qiladigan bir necha turbina turlari to‘g‘ri kelishi mumkin. Har bir turiga uning markasini ko‘rsatuvchi o‘zining tartib raqami tayinlanadi (ba’zan kasr shaklida: sur’tda maksimal bosim, maxrajda esa turi).

3. *Joylashtirish* valning holati bilan aniqlanadi va vertikal (V) yoki gorizonta(G) bo‘lishi mumkin.

4. *Turbinaning nominal diametri- D_1 , sm.* (PL va D-turbinalaari uchun ish g‘ildiragi kamerasi bilan, RO-turbinasi uchun ish g‘ilragi parraklarining kirishqirralari bo‘ylab aniqlanadi.

Diagonal turbinalarda ish g‘ildiragi parraklarining egilish burchagi- θ ham beriladi, cho‘michli turbinalarda esa, soplone diametri va cho‘michlarga kelib uriladigan oqimlar soni ko‘rsatiladi.

Turbinalarni shartli belgilashga (markalashga) misollar:

PL20/811-V-800 — parraklari buraladigan o‘qiy, 20 m maksimal bosimga, suv oqib o‘tadigan qismining (ish g‘ildiragi) 811-sonli, vertikal, $D_1= 800$ sm.

$\ddot{A} \frac{120}{45 - 2556} - \hat{A} - 600$ - parraklari buraladigan diagonal, maksimal bosim-120

m, $\theta = 45^\circ$, turi 2556-tartib raqamli, vertikal, nominal diametri- $D_1 = 6,0$ m. (ko‘pincha D 120/2556-V-45⁰-600 belgilanadi).

PLK 15/548-G-600 — o‘qiy, parraklari buraladigan, kapsulli, maksimal bosim 15 m, joylashtirish-gorizontol, diametr- 6,0 m.

RO 115/810-V-500 — radial-o‘qiy, maksimal bosim 115 m, suv oqib o‘tadigan qismi (ish g‘ildiragi shakli) 810 tartib raqamli, vertikal, $D_1 = 5,0$ m.

MHDturbinalarni o‘lchamlari bo‘yicha ikki guruhga bo‘lish qabul qilingan: yirik (PL –parraklari buraladigan- $D_1 > 2,8$ mva RO-radial-o‘qiy turbinalar uchun- $D_1 > 1,8$ m); kichik va o‘rtacha (D_1 ko‘rsatilgan miqdorlardan kichik).

O‘qiy va radial-o‘qiy turbinalar uchun tavsiya qilinadigan diametrlar (D_1 , sm) qatori:

PL (parraklari buraladigan) turbinlar-60, 80, 100, 120, 160, 180, 190, 200, 212, 224, 236, 250, 265, 280, 300, 315, 335, 355, 375, 400, 425, 450, 475, 500, 530, 560, 600, 630, 670, 710, 750, 800, 850, 900, 1000, 1060;

RO (radial-o‘qiy) turbinalar-35, 46, 50, 60, 71, 84, 100, 125, 140, 160, 180, 190, 200, 212, 224, 236, 250, 265, 280, 300, 315, 335, 355, 375, 400, 425, 450, 475, 500, 530, 560, 600, 630, 670, 710, 750, 800, 850.

Yuqori bosimlar uchun chegaraviy diametrlar 8.2-jadvalga mos ravishda cheklanadi.

8.2-jadval

Yuqori bosimlar uchun turbinalarning chegaraviy diametri.

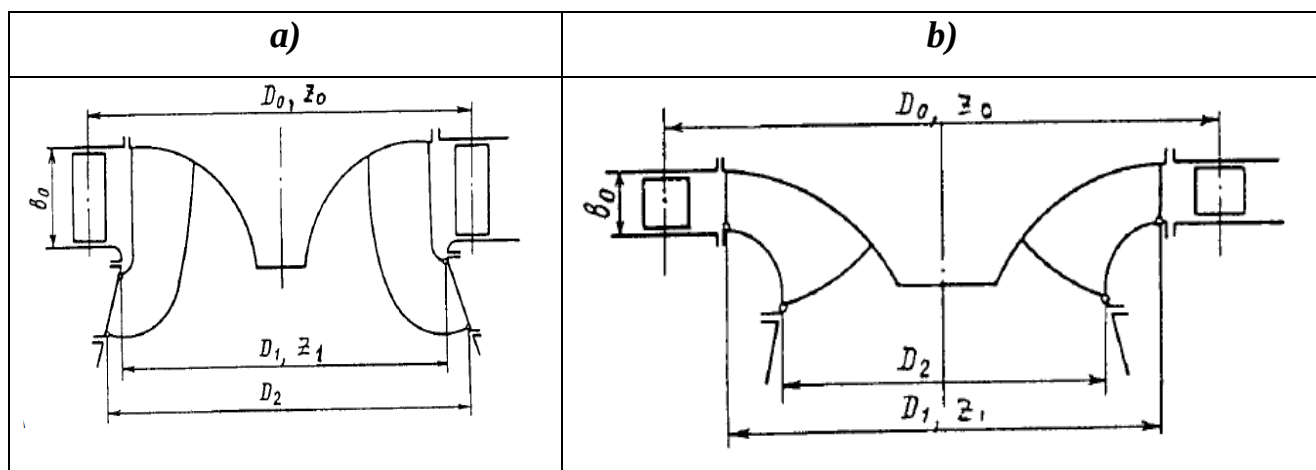
N_{maks} , m	>200	>300	>400
$D_{1\text{maks}}$, sm	850	600	500

Turbinalar diametridan tashqari yana quvvati bilan xarakterlanadi. $N < 15000$ **kVt** bo‘lgan turbinalar, o‘rtacha va kichik turbinalarga taaluqlidir.

Shunday qilib, diametri 180 sm, yuqori bosimlarda ishlab chiqaradigan quvati

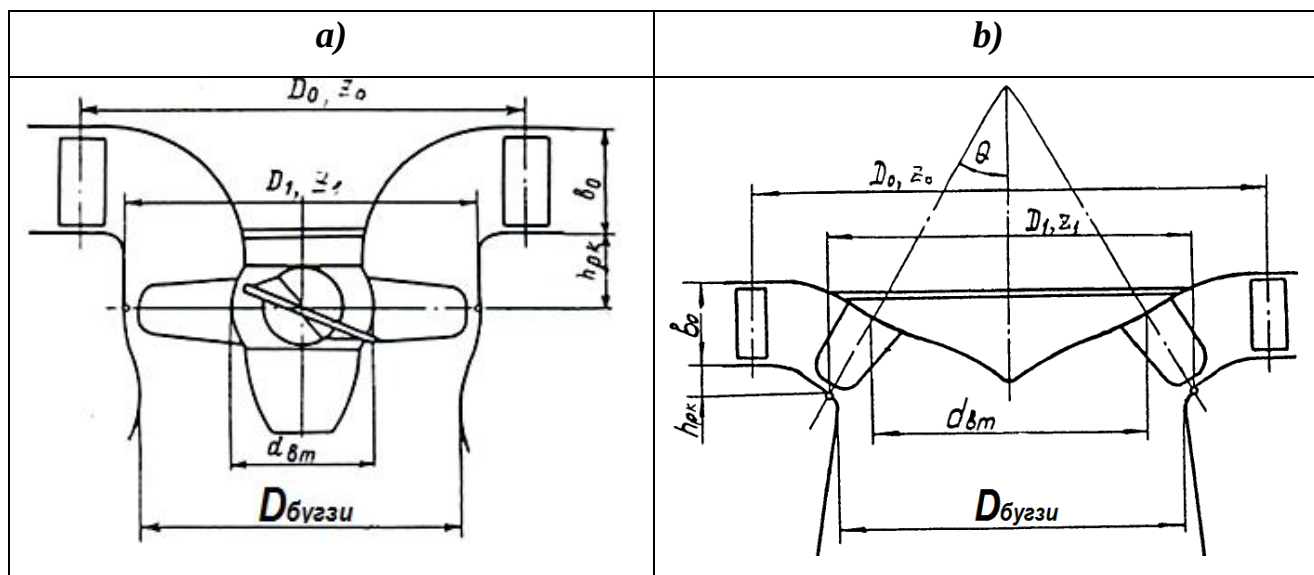
20 000 kVt bo'lgan turbinalar yirik turbinalarga taaluqlidir. Radial-o'qiy, parraklari buraladigan va diagonal turbinalarning bosim bo'yicha qo'llanish sohalari jadvalda ko'rsatilgan. Hammasi bo'lib, to'qqiz turdagi parraklari buraladigan, to'qqiz turdagi radial-o'qiy va etti turdagi diagonal turbinalar keltirilgan. Nomenklaturadagi turbinalarning Bosh universal xarakteristiklari va boshqa ko'rsatgichlari, tarmoq standartida keltirilgan. Har bir turdagi turbina suv oqib o'tadigan traktining shakli, Bosh universal va boshqa xarakteristiklari bilan aniqlanadi. Biroq asosiy ko'rsatgichlar sifatida quyidagi muhimroq asosiy o'lchamlar va xarakterli parametrlarni ajratish mumkin: keltirilgan aylanishlar soni- n_1^1 , va suv sarfini- Q_1^1 , xuddi shuningdek kavitatsiya koeffitsientini- σ . Bu ma'lumotlar turbina turini to'liq xarakterlab, gidroelektrostansiyalarni loyihalashdaularni tanlashni bazasi bo'lib xizmat qilishlari mumkin. Quyida ular har xil ko'rinishdagi turbinalar uchun qarab chiqilmoqda. SHuni hisobga olish kerakki,

Ko'rsatilgandek bir miqdordagi bosim uchun turbinalarning har xil turdagi suv oqib o'tadigan qismi to'g'ri kelishi mumkin, shunda jadvalda keltirilgan ko'rsatgichlar, nomenklaturda keltirilganlardan bir muncha chetga



8.1-rasm. Radial-o'qiy turbinaning xarakterli geometrik o'lchamlari:

a - tez yuruvchi; b - sekin yuruvchi



8.2-rasm. Turbinalarning xarakterli geometrik o'lchamlari:

a - o'qiy parraklari buraladigan; b - diagonal

O'qiy gidroturbinalarning asosiy parametrlari

8.3-jadval

Parametrlar	Gidroturbinaning turlari								
	PL 10	PL 15	PL 20	PL 30	PL 40	PL 50	PL 60	PL 70	PL 80
Ish g'ildiragidagi parraklar soni, z_1	3÷4	3÷4	4	4÷6	5÷6	7÷8	7÷8	8	8
Ish g'ildiragi korpusi-ning diametri, d_{vt}	0,35	0,35	0,37	0,40	0,44	0,47	0,51	0,55	0,60
Yo'naltiruvchi moslama-ning balandligi, b_0	0,450	0,420	0,400	0,375	0,375	0,375	0,350	0,350	0,350
Turbina kamerasining o'lchamlari: - kengligi, V_{sp} - qamrash burchagi	3,1÷2,9	2,65÷2,85	2,9÷2,65	2,7÷2,9	2,9÷2,6	2,9÷2,7	3,0÷2,9	3,2÷3,8	4,0÷3,4
			180÷210		210÷225		240÷345		
So'rib ketish quvuri-ning o'lchamlari: - balandligi, $h_{s.k.}$ - uzunligi, $L_{s.k.}$ - kengligi, $V_{s.k.}$	2,7	2,6	2,4	2,9	2,7	2,3	2,7	2,3	2,3
	4,5	4,5	4,0	4,5	4,5	5,0	5,0	5,6	4,5
	2,5	2,5	2,6	2,8	2,6	2,9	2,9	2,8	2,6
Keltirilgan optimal	165÷185	150÷165	138÷150	125÷135	115÷126	110÷120	105÷116	102÷110	100÷105

ay-lanish chastotasi- $n_{1\text{m}0}^1$, min^{-1}									
Keltirilgan optimal suv sarfi- $Q_{1\text{m}0}^1$, m^3/s	1,25÷1,45	1,125÷1,3 5	1,05÷1,25	1,00÷1,20	1,00÷1,2	0,95÷1,15	0,9÷1,05	0,85÷1,00	0,80÷0,95
Kavitatsiya shartlari bo'yicha maksimal suv sarfi- $Q_{1\text{m}0}^1$, m^3/s	2,30÷2,5	2,10÷2,35	1,80÷2,25	1,45÷2,00	1,25÷1,2	1,15÷1,50	1,05÷1,3	0,95÷1,20	0,90÷1,10
Kavitatsiya koefitsienti- σ	1,50	1,10÷1,40	0,95÷0,35	0,90÷0,30	0,7÷0,25	0,60÷0,20	0,55÷0,2	0,55÷1,15	0,45÷0,15

Radial-o'qiy gidroturbinalarning asosiy parametrlari

8.4-jadval

Parametrlar	Gidroturbinaning turlari									
	RO 45	RO 75	RO 115	RO 140	RO 170	RO 230	RO 310	RO 400	RO 500	RO 600
Yo'naltiruvchi mos- lamaning nisbiy balandligi, b_0	0,35	0,30	0,25	0,25	0,20	0,16	0,12	0,10	0,08	0,06

Turbina kamerasi- ning o'lchamlari:	4,0	3,7	3,5	3,5	3,1	3,1	3,2	2,7	2,7	2,7
- kengligi, V_{sp}	1.4	1.3	1.4	1.4	0.93	0.95	1.0	0.7	0.7	0.7
- chiqishdagi diametri, d_{sp}										
So'rib ketish quvuri-ning o'lchamlari:	2,6	3.0	2,6	2,6	2,4	2,7	3,0	3,2	3,2	3,5
- balandligi, $h_{s.k.}$	5,0	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
- uzunligi, $L_{s.k.}$	2,8	3,1	3,0	3,0	2,6	2,7	2,9	1,51	1,5	1,5
- kengligi, V_{sp}										
Keltirilgan	80÷90	75÷83	68÷77	66÷74	64÷72	62÷68	60÷66	60÷65	58÷65	56÷65

opti-mal aylanish chastotasi- $n_{1\text{m}0}^1, \text{min}^{-1}$										
Keltirilgan opti-mal suv sarfi- $Q_{1\text{m}0}^1, \text{m}^3/\text{s}$	1,15÷1,3 0	1,00÷1,1 5	0,85÷1,0 0	0,75÷0,9 0	0,55÷0,7 0	0,40÷0,5 5	0,30÷0,4 0	0,20÷0,3 0	0,18÷0,2 5	0,15÷0,2 0
5% zahira quvvati chizig‘idagi maksimal suv sarfi- $Q_{1\text{m}0}^1$, m^3/s	1,35÷1,5 5	1,15÷1,4 0	0,95÷1,1 5	0,85÷1,0 0	0,70÷0,8 5	0,50÷0,6 5	0,35÷0,5 0	0,30÷0,3 7	0,25÷0,3 0	0,20÷0,2 6
$Q_{1\text{m}0}^1$ - $Q_{1\text{D}}^1$ bo‘lganda kavi-tatsiya koeffitsient, σ	0,15÷0,2 4	0,13÷0,2 1	0,10÷0,1 7	0,09÷0,1 5	0,07÷0,1 3	0,05÷0,0 9	0,04÷0,0 7	0,04÷0,0 7	0,04÷0,0 7	0,04÷0,0 7

Diagonal gidroturbinalarning turbinalarning asosiy parametrlari

8.5-jadval

Parametrlar	Gidroturbinaning turlari						
	PLD50-V	PLD60-V	PLD70-V	PLD90-V	PLD115-V	PLD140-V	PLD170-V
1	2	3	4	5	6	7	8
Parraklarining qayrilish burchagi- θ , grad	60		45				30
Ish g'ildiragining parraklari soni, z_1	7÷8	7÷8	8÷9	9÷10	9÷10	9÷11	10÷12
Ish g'ildiragi korpusining diametri- d_{vt}	0,50	0,53	0,55	0,60	0,65	0,70	0,76
Ish g'ildiragi bug'zining diametri, $D_{bug'}$	1,01÷0,99		1,00÷0,98				0,98÷0,97
Yo'naltiruvchi moslama doirasi diametri, D_o	1,25÷1,30		1,32÷1,35				1,38÷1,42
Yo'naltiruvchi moslamaning nisbiy balandligi, b_0	0,375	0,350	0,350	0,320	0,280	0,250	0,230
Ish g'ildiragini joylashishi balandligi, $\bar{h}_{\partial e}$	0,14÷0,18	0,10÷0,15	0,08÷0,09	0,14÷0,18	0,10÷0,15	0,08÷0,09	0,14÷0,18

Turbina kamerasining o'lchamlari: - kengligi, V_{sp} - chiqishdagi diametri, d_{sp}	4,0÷4,2	2,9÷3,1	4,0÷4,2	3,6÷4,0	3,7÷3,8	3,7÷3,8	4,0÷4,2
	1,4÷1,5	-	1,4÷1,5	1,3÷1,4	1,25÷1,3	1,25÷1,3	1,3÷1,4
So'rib ketish quvurining o'lchamlari: - balandligi, $h_{s,k}$ - uzunligi, $L_{s,k}$ - kengligi, V_{sp}	2,3÷2,5	2,3÷2,5	2,3÷2,5	2,4÷4,1	4,0÷4,2	4,0÷4,2	2,3÷2,5
	4,5÷5,0	4,5÷5,0	4,5÷5,0	4,5÷8,0	7,0÷8,0	7,0÷8,5	4,0÷4,5
	2,5÷2,6	2,9÷3,0	2,5÷3,0	2,5÷1,6	1,6÷1,7	1,6÷1,7	2,2÷2,5
Keltirilgan optimal aylanish chastotasi- $n_{1\hat{m}0}^1$, min^{-1}	105÷115	100÷115	100÷110	85÷89	83÷91	82÷87	77÷85

1	2	3	4	5	6	7	8
Keltirilgan optimal suv sarfi- $Q_{1\text{нò}}^1, \text{m}^3/\text{s}$	0,90÷1,15	0,90÷1,10	0,85÷1,05	0,80÷1,00	0,76÷0,90	0,72÷0,85	0,55÷0,65
Kavitatsiya shartlari bo'yicha maksimal suv sarfi- $Q_{1\text{аò}}^1, \text{m}^3/\text{s}$	1,25÷1,50	1,20÷1,40	1,10÷1,30	1,00÷1,20	0,85÷1,05	0,75÷0,95	0,70÷0,80
$Q_{1\text{нò}}^1 - Q_{1\text{D}}^1$ bo'lganda kavitatsiya koeffitsienti, σ	0,33÷0,52	0,30÷0,50	0,28÷0,40	0,26÷0,38	0,22÷0,30	0,18÷0,26	0,16÷0,20

Gorizontalkapsulaliturbinalarning asosiy parametrlari

8.6-jadval

Parametrlar	Gidroturbinaning turlari				
	PL 7-GK	PL 10-GK	PL 15-GK	PL 20-GK	PL 25-GK
Ish g'ildiragidagi parraklar soni, z_1	3÷4	3÷4	4	4	4-5
Ish g'ildiragi korpusining nisbiy o'lchamlari, $\bar{d}_{\text{аò}}$	0,35	0,35	0,36	0,37	0,40
Yo'naltiruvchi moslamaning nisbiy balandligi, b_0	0,40	0,40	0,40	0,375	0,375
Turbina o'qiga nisbatan yo'naltiruvchi moslama parraklari aylanish o'qining qiyalik burchagi- α , grad	60÷65	60÷65	60÷65	60	60
Kapsulaning nisbiy diametri, $\bar{D}_{\text{e}}$	1,1÷1,15	1,15÷1,2	1,15÷1,2	1,2	1,2

Keltirilgan optimal aylanish chastotasi- $n_{1\text{н}0}^1$, min^{-1}	150÷190	145÷180	140÷170	135÷165	135÷160
Keltirilgan optimal suv sarfi- $Q_{1\text{н}0}^1$, m^3/s	1800÷2000	1700÷1900	1600÷1800	1500÷1750	1450÷1700
Kavitatsiya shartlari bo'yicha maksimal suv sarfi- $Q_{1\text{н}0}^1$, m^3/s	3200÷3500	2800÷3250	2400÷3000	2000÷2750	1700÷2500
Gidroturbinaning tezyurarlik koeffitsienti- n_s ayl/min	920÷1230	850÷1140	750÷1020	660÷920	610÷850
$Q_{1\text{н}0}^1$ bo'lganda kavitatsiya koeffitsienti, σ	2,2÷3,0	1,9÷2,4	1,5÷2,1	1,2÷1,8	1,0÷1,6

Eslatma:

1. *Gidroturbinalarning barcha turlari uchun ish g'ildiragi kamerasi bug'zining nisbiy diametri - $\bar{D}_{\text{агд} \text{е}} = 0,97-0,985$, ish g'ildiraklari va yo'naltiruvchi moslamalar orasidagi nisbiy masofa- $\bar{L}_0 = 0,7-0,85$.*
2. *Ko'rsatilgan qiymatlardan $\bar{d}_{\text{а}0}$ ning ruxsat etilgan og'ishi $\pm 5\%$ dan oshmasligi kerak.*

chiqishi mumkin. Hidromashinalarning asosiy energetik, mexanik, kavitatsion va geometrik parametrlarini tanlashda, 7.1-7.6-jadvallarda keltirilgan tavsiyanomalarga amal qilish lozim, chunki ularda xarakterli o'lchamlari o'lchovsiz kattaliklarda, turbina ishchi g'ildiragi nominal diametriga nisbatan keltirilgan, ya'ni

-

$$\overline{D_0} = \frac{D_0}{D_1}, \quad \overline{b_0} = \frac{b_0}{D_1} \text{ va yana shunga o'xshash}$$

O'qiy, radial-o'qiy, diagonal turbinalarning asosiy aniqlovchi parametrlari 7.3-jadvalda keltirilgan. O'qiy turbinalarning muhimroq o'lchamlari 7.2-rasmda ko'rsatilgan.

8.1 Reaktiv turbinalarni keltirilgan parametrlar bo'yicha tanlash

GESni loyihalashda turbina turini tanlash uchun quyidagi birlamchi ma'lumotlar zarur:

N_h - hisob bosimi;

N_{maks} - maksimal bosim;

N_{min} - minimal bosim;

N_r – turbinaning talab qilinadigan hisob bosimi.

Turbinani hisoblash (tanlash) tartibi:

1. Turbina turini maksimal bosim bo'yicha tanlash- N_{maks} ;
2. Turbinaning hisob suv sarfini berilgan quvvat bo'yicha aniqlash- N_r :

$$Q_D = \frac{N_D}{9,81 \overline{f}_D \eta} \quad (8.1.1)$$

Odatda FIKni parraklari buraladigan turbinalar uchun- $\eta=0,87 \div 0,9$, radial-o'qiy turbinalar uchun esa- $\eta=0,90 \div 0,92$ miqdorda qabul qilinadi.

3. Ish g'ildiraging nominal diametrini aniqlash. Keltirish formulalaridan foydalanib, parraklar tizimi diametri quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$D_1 = \sqrt{\frac{Q_p}{Q'_{1P} \sqrt{H_p}}} \text{ yoki } D_1 = \sqrt{\frac{N_p}{9.81 Q'_{1P} n H_p \sqrt{H_p}}}, \text{ m} \quad (8.1.2)$$

Q'_{1P} - universal xarakteristikadan aniqlanadigan suv sarfining hisob miqdori,

Radial-o'qiy turbinalar uchun Q'_{1P}, n'_{1P} bo'lganda optimum xarakteristi-kadan o'tuvchi quvvatni chegaralash chizig'idan qabul qilinadi (5 % zahira quvvati chizig'i) ($0,95 N_{i\hat{a}\hat{e}\hat{n}}$)).

Parraklari buraladigan (PL) uchun $Q'_{1P} \approx (1,5 \div 1,6) Q'_{1\tilde{I}\tilde{O}}$, optimum xarakteristikaga to'g'ri keladi. Olingan miqdor standartga mos qilib yaxlitlanadi.

4. Gidroagregat rotorining sinxron aylanish chastotasi hisoblanadi:

$$n = \frac{n'_{1P} \sqrt{H_p}}{D_1} \quad (8.1.3)$$

Radial-o'qiy turbinalar uchun hisob keltirilgan aylanishlar soni - n'_{1P} , optimal aylanishlar chastotasiga $n'_{1\tilde{I}\tilde{O}}$ yaqin olinadi, parraklari buraladigan va diagonal turbinalar uchun esa $n'_{1P} > n'_{1\tilde{I}\tilde{O}}$ qabul qilinadi. Bu shu bilan bog'liqki, turbina katta vaqt oralig'ida $N > N_R$ bosimda ishlaydi va unda xuddi shu aylanishlar chastotasida- n keltirilgan aylanishlar chastotasi n'_1 kamayib ketadi va turbinaning optimum xarakteristikasi zonasiga tushadi. Odatda n'_{1P} , optimum xarakteristikadan 2-3 ayl/min ko'proq olinadi.

Aylanishlar chastotasining- n olingan miqdorlari, ma'lumotnomada berilganlarga asosan, sinxron aylanishlar chastotasiga- $n_{\tilde{N}}$ yaqin qilib yaxlitlanadi.

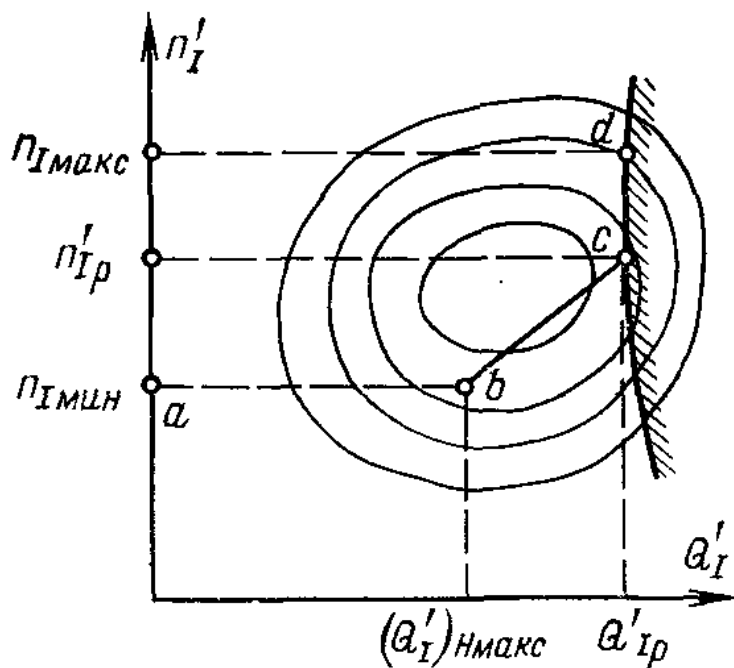
8.1.1-jadval

Sinxron aylanish chastotasi

Generatorning polyuslar soni	$n_{\tilde{N}}$	Generatorning polyuslar soni	$n_{\tilde{N}}$	Generatorning polyuslar soni	$n_{\tilde{N}}$
8	750	44	136,4	88	68,2

10	600	48	125,0	90	66,7
12	500	52	115,4	92	65,2
14	428,6	56	107,1	96	62,5
16	375,0	60	100,0	100	60,0
18	333,3	64	93,8	102	58,8
20	300,0	66	90,9	104	57,4
24	250,0	68	88,2	108	55,6
26	230,8	70	85,7	110	54,6
28	214,3	72	83,3	112	53,6
30	200,0	76	78,9	114	52,6
32	187,5	78	76,9	116	51,8
36	166,7	80	75,0	120	50,0
40	150,0	84	71,4	128	46,9

5. Tanlangan gidroturbinaning kafolatlangan ish rejimi diapazonini aniqlash. Turbinalarni ekspluatatsiya qilish, o'zgarishi mumkin bo'lgan suv sarfi va bosim chegarasida imkoniyati boricha yuqori energetik va ekspluatatsion parametrlarda o'tishi kerak. Gidroagregatning kafolatlangan va ishonchli ekspluatatsiya qilish zonasini aniqlash uchun, har xil bosimlar uchun- N_{ishchi} , N_{maks} va N_{min} . xarakterli rejimlarni hisoblash zarur.



$$n'_{1\delta} = \frac{nD}{\sqrt{H_p}}$$

$$n'_{1\delta i} = \frac{nD}{\sqrt{H_{\delta i}}}$$

$$n'_{1\delta \hat{n}} = \frac{nD}{\sqrt{H_{\delta \hat{n}}}}$$

8.1.1-rasm. Gidroturbinalarning kafolatlangan ish rejimi oralig'ini aniqlash

Turbina tanlashda, yuqori F.I.K. sohasi iloji boricha butunlay zona ichkarisida joylashishi kerak.

6. Mumkin bo'lgan so'rib ketish balandligi quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$H_s \leq H_0 - \frac{\nabla YHB_{\min}}{900} - h_{c.b.b.} - (\sigma_T H + 1.5)$$

Bu erda: $N_0 = 10,33$ m – dengiz sathiga nisbatan barometrik bosim;

∇ - GESga suv olib keluvchi manbadagi minimal suv sathi (pastgi befdagi minimal suv sathi);

$h_{s.b.b}$ – bug' hosil bo'lish bosimi (suyuqlik bug'ining bosimi);

σ_T – kavitatsiya koefitsientining miqdori (turbining universal xarakteristikasida joylashgan);

1,5 – kavitatsiya koefitsienti miqdorida masshtab faktorini hisobga oluvchi faktor – gidroturbining parraklar tizimini tayyorlashdagi xatolik, m.

Agar $N = 10,30 \text{ m}$ va $h_{c.6.6} = \frac{P_{nc.6.6}}{\gamma} \approx 0,3M$, unda

$$H_s \leq 10 - \frac{\nabla \acute{O} \acute{I} \acute{A}_{\grave{i} \acute{e} \acute{i}}}{900} - (\sigma_T H + 1,5)$$

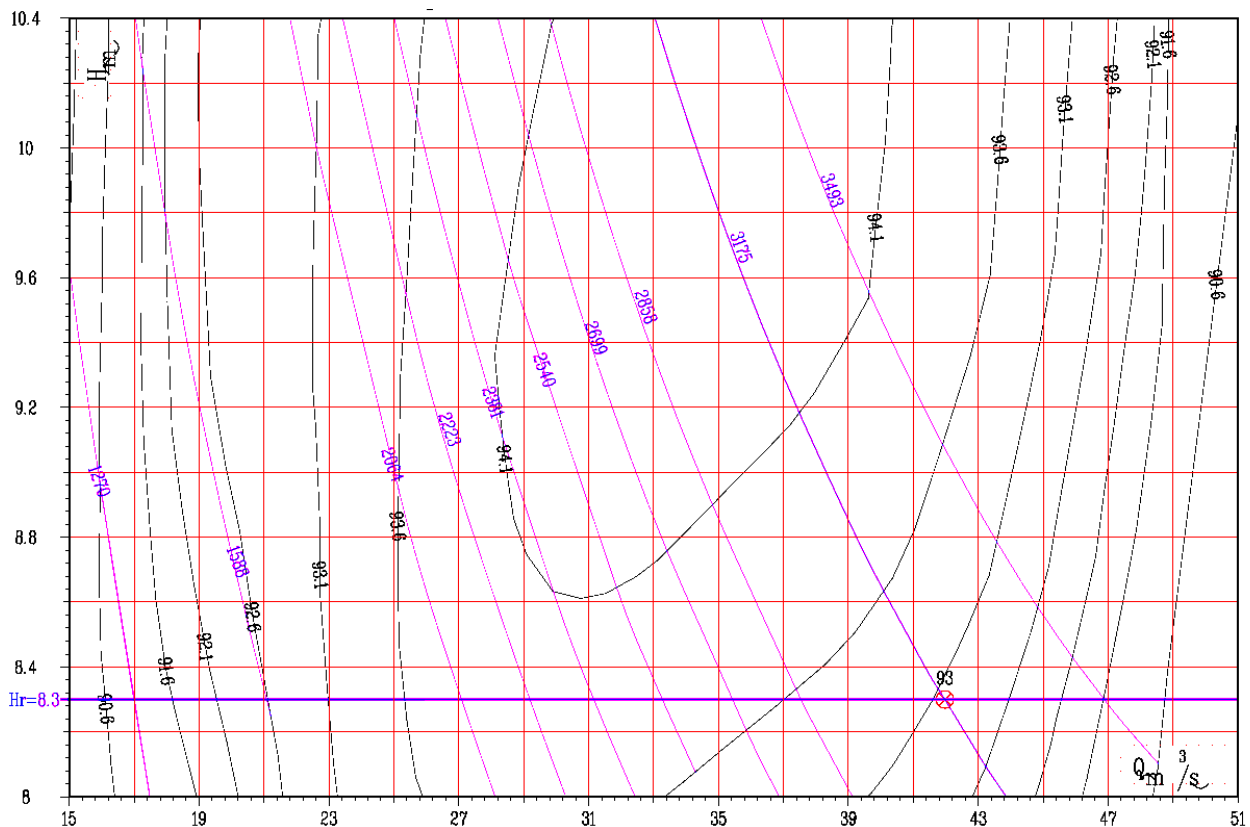
Ish g'ildiragining sathi, gidroagregatni barcha ish rejimlarida ishonchli ekspluatatsiya qilish shartlariga asosan nisbatan tanlanadi

$$\nabla \acute{D} \acute{E} = \nabla \acute{O} \acute{I} \acute{A}_{\grave{i} \acute{e} \acute{i}} - \acute{I}_s$$

7. Turbinaning asosiy o'lchamlari, jadvallarda keltirilgan nisbiy o'lchamlar asosida va ushbu turdagi turbinaning chizmalarida keltirilgan ish g'ildiragi diametri miqdori bo'yicha aniqlanadi.

8. Turbinaning massasi taqribiy formulalar yoki o'xshash turbinalarga nisbatan aniqlanadi.

8.2 Xitoy gidroturbinalari xaqida malumotlar.



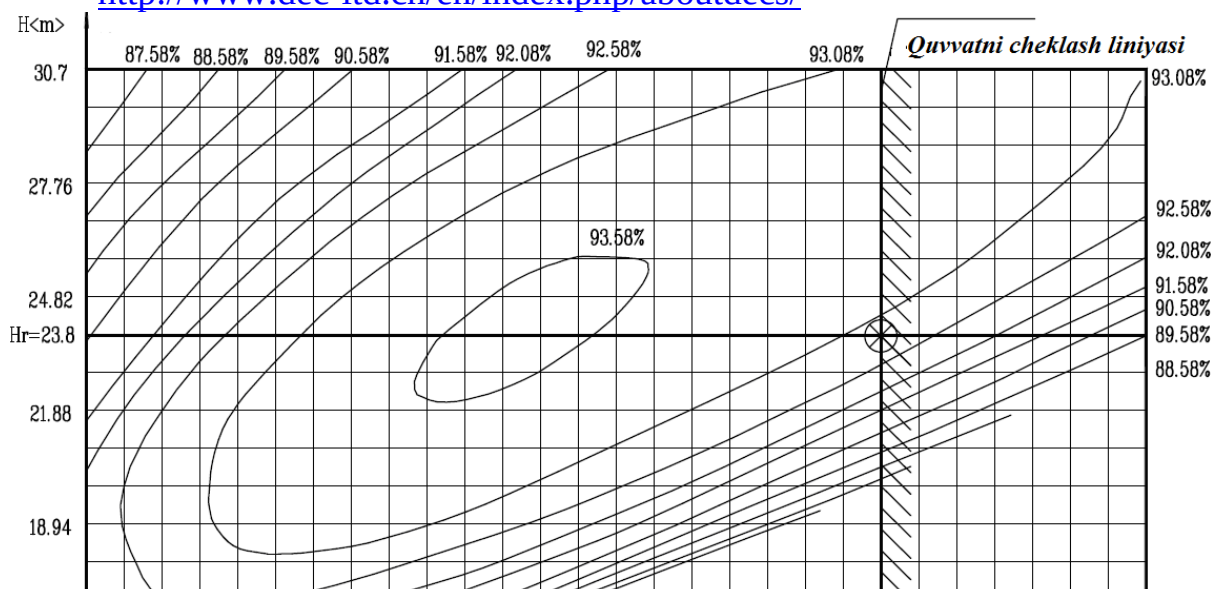
8.2.1 – rasm. DONGFANG ELEKTR XALQARO KORPORATSIYASI (XXR) tomonidan ishlab chiqarilgan ZSD471 turbinasi uchun bosim va oqimning universal xarakteristikasi.

8.2.1 – rasmda Katta Farg'ona kanali (KFK-1) gidroelektr stantsiyasida o'rnatilgan ZSD471 turbinasining (diametri $D_1 = 2800$ mm, aylanish tezligi $n = 150 \text{ min}^{-1}$) nabori (ishchi bosimi) va suv sarfi (oqim xarakteristikalari) keltirilgan. Xarakterli bosim chizig'ining hisobiy nabori ($H_h = 8.3$ m) xarakteristikada chizilgan va unga tegishli bo'lgan parametrlari – foydali ish koeffitsienti $\eta = 93\%$ va quvvati $N = 3175$ kVt ish nuqtasi ko'rsatilgan.

Dongfang Electric Corporation (DEC) Xitoyning iqtisodiyoti va milliy xavfsizligida hal qiluvchi o'ringa ega 53 ta eng yirik davlat korxonalaridan biridir. DEC qarorgohi Chengdu shahrida joylashgan. 50 yil davomida DEC butun Xitoyning sanoat darajasini namoyish etadigan yetakchi davlat korxonasiga aylandi. Faoliyatning asosiy yo'nalishlari elektr energiyasi ishlab chiqaruvchi uskunalar ishlab chiqarish, elektr stantsiyalarini qurish, elektr stantsiyalariga xizmat ko'rsatish, elektron boshqaruv uskunolari, atrof-muhit va energiya tejaydigan uskunalar ishlab chiqarish. DEC 6 ta filialga to'liq egalik qiladi, shuningdek 100 dan ortiq korxona bilan alohida aloqaga ega. Mahalliy bozorda DEC issiqlik elektr stantsiyalari uchun uskunalar ishlab chiqarishda uchinchi va gidroelektr stantsiyalar uchun uskunalar ishlab chiqarish bozorida beshdan ikkisini egallaydi. Dongfang Turbine Co. Ltd sho'ba korxonasi (DTC) quvvati 1 dan 770 MVt gacha bo'lgan gidravlik turbinalarni ishlab chiqaradi.

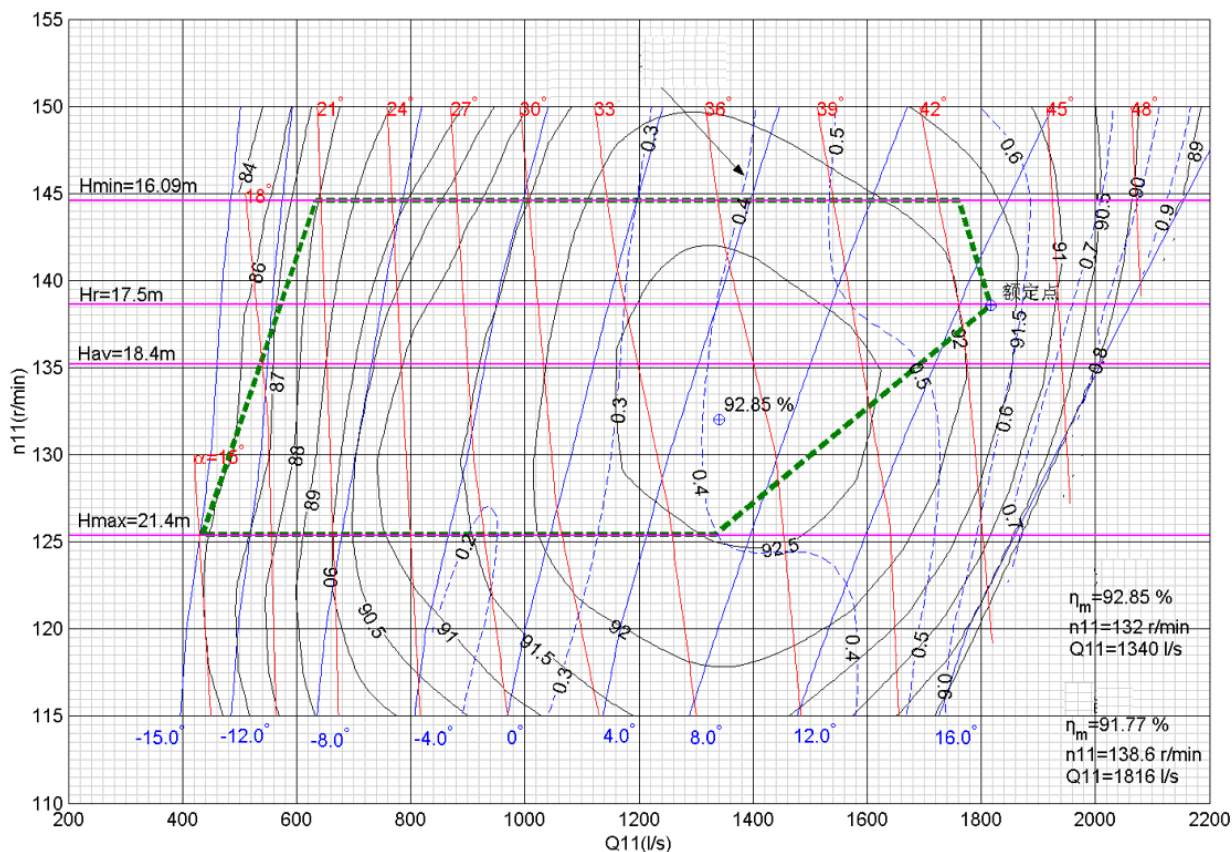
(<https://www.oborudunion.ru/company/4240518>)

<http://www.dec-ltd.cn/en/index.php/aboutdecs/>



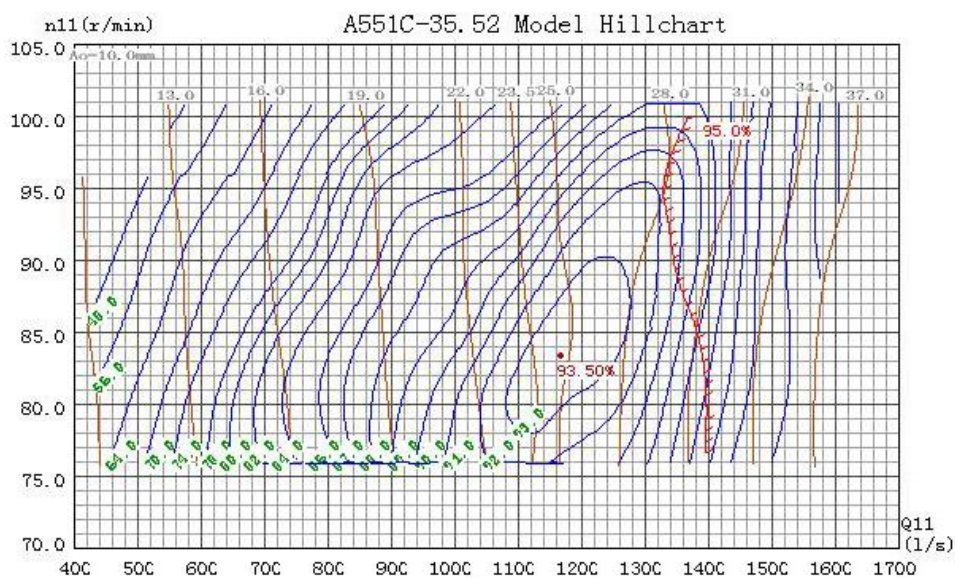
8.2.2 - rasm. DONGFANG ELEKTR XALQARO KORPORATSIYASI (XXR) tomonidan ishlab chiqarilgan ZZA315 turbinasining bosim-quvvatining ishchi tavsifi

8.2.2 – rasmda Tuyabug'uz GESida o'rnatilgan ZZA315 turbinasining (diametri $D_1=2200$ mm, aylanish chastotasi $n=250$ min⁻¹) ish bosimi va oqim xarakteristikalari tavsiflangan. Xarakterli bosim chizig'i ($H_h=23,8$ m) xarakteristikada chizilgan va parametrlari – foydali ish koeffitsienti $\eta=92.9\%$ va quvvati $N = 5962$ kVt bo'lgan ish nuqtasi ko'rsatilgan.



8.2.3-rasm. DONGFANG ELEKTR XALQARO KORPORATSIYASI (XXR) tomonidan ishlab chiqarilgan D 471 turbinasining asosiy universal xarakteristikasi (AUX)

8.2.3 – rasmdagi D 471 turbinasining asosiy universal xarakteristikalari (diametri $D_{mod}=350$ mm, aylanish tezligi $n=100$ min⁻¹) berilgan, ushbu model boshidagi maksimal ($H_{max}=21.4$ m), minimal ($H_{min}=16.09$ m) va hisobiy ($H_h=17,5$ m) bosimlari va optimal parametrlari – foydali ish koeffitsienti $\eta = 92.85\%$, keltirilgan aylanish chastotasi $n_1^I = 132$ min⁻¹ va suv sarfi $Q_1^I = 1340$ l/s bo'lgan ish nuqtasini hisobga olgan holda qurilgan ishchi diapazonlarga nisbatan qo'llaniladi.

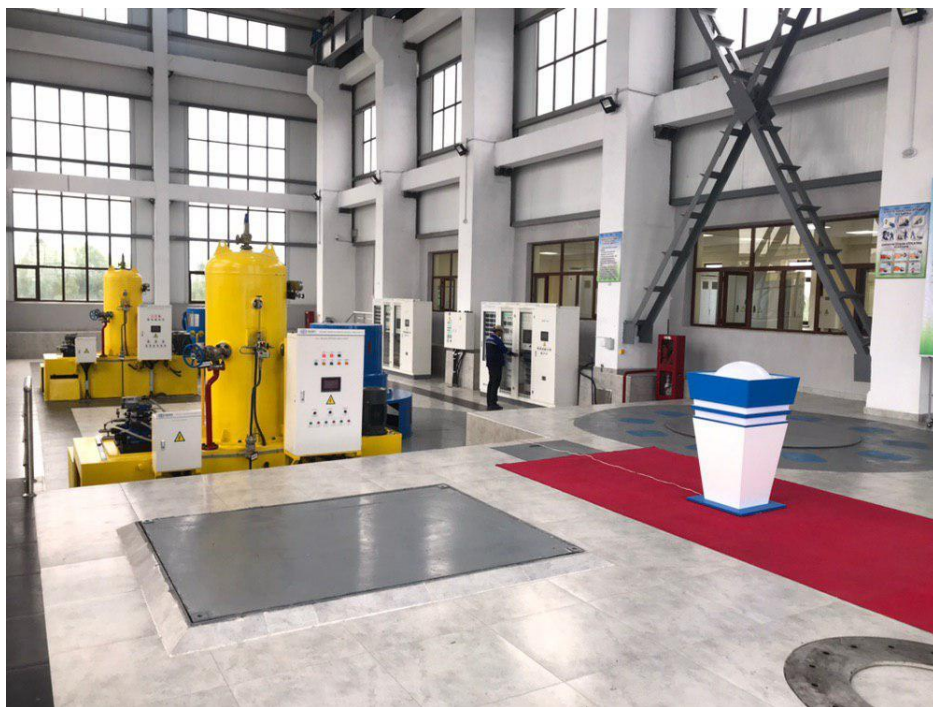


8.2.4 – rasm. DONGFANG ELEKTR XALQARO KORPORATSIYASI (XXR) tomonidan ishlab chiqarilgan A551C-35.52 turbinasining asosiy universal xarakteristikasi (AUX).

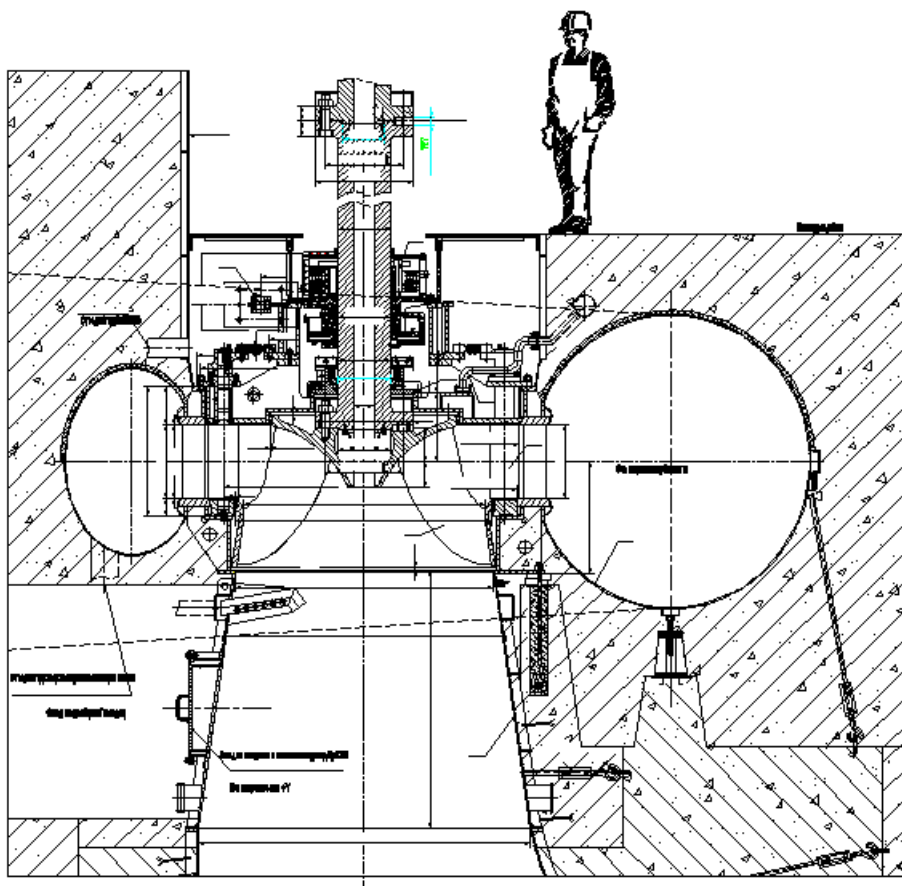
8.2.4 – rasmda A551C-35.52 turbinasining asosiy universal xarakteristikasi ko'rsatilgan. Bunday turbina Kadiriyl GESni modernizatsiya qilish jarayonida o'rnatiladi.



8.2.5-rasm. Mashina zalida burama kurakli turbinani o'rnatish



8.2.6-rasm. GES mashina zali.



8.2.7-rasm. DONGFANG ELECTRIC INTERNATIONAL CORPORATION (XXR) tomonidan ishlab chiqarilgan radial aksenel turbina.

GLOSSARIY

«A»

- Avankamera -- Nasos kameralarini suv olib keluvchi kanal bilan birlashtiruvchi, kanalning kengayib va chuqurlashib boruvchi qismi.
- Aktiv gidravlik turbina -- Oqimning kinetik energiyasidan foydalanuvchi gidravlik turbina
- Agregat bloki (turbina bloki)** - Turbina va generator xonasini o'z ichiga olgan, (unda agregat barcha uskunalari bilan joylashgan) GES binosining bir kismi.
- Aylanishlar soni** - Nasos valini aylanish tezligi, ayl/min

«B»

- Bief: yuqori yoki pastgi bief** - Daryo, kanal yoki suv omboridagi oqim bo'ylab dimlash inshootiga tiralgan yuqori oqimi (yuqori b'ef) sathi yoki quyi oqim (pastki b'ef) sathi
- Bosh suv olish inshooti** - Suv manбайдan nasos stansiyaga yoki GESga suv olishni ta'minlaydigan inshoot
- Bosim:**
- bug'ga aylanish
 - vakuummetrik
 - manometrik
 - atmosfera
- Bino karkasi** - Bir – biri bilan qattiq mahkamlangan yopma ustun va balkalar (temir beton yoki metall)
- Bino tom yopmasi** - Yig'ma yopma temir beton plitalariga to'shalgan qatlamli yopma.
- Bosimli quvur** - Nasosdan chiqayotgan suvni, bosimli

	hovuzga barqaror uzatishni ta'minlaydigan quvur.
Boshqarish pulti	- Nasos stansiyasini boshqarish uchun maxsus jixozlangan xona
Bosimli isrofi	- Suyuqliklarni oqim bo'ylab mahalliy va uzunlik bo'yicha har xil qarshiliklarni (to'siqlarni) engib o'tish uchun sarflangan energiya(bosim)ning bir qismi
	<u>«V»</u>
Val(gorizontal yoki vertikal):	Gorizontal yoki vertikal o'rnatilga hamda kuch manbasi ta'sirida tayanchlarda aylanuvchi va aylanma harakatni qabul qiluvchi manbaga uzatuvchi sterjen:
- nasos vali	elektrodvigateldan olayotgan aylanma harakatni nasos ish g'ildiragiga uzatuvchi sterjen;
- gidroturbina vali	<u>- gidroturbina ish g'ildiragidan olayotgan aylanma harakatni generatorga uzatuvchi serjen.</u>
Vakuum	Atmosfera bosimidan kichik bo'lgan havo bosimi.
Vattmetr	Elektr toki quvvatini o'lchash asbobi.
Vtulka	O'qiy nasos parraklari maxkamlanadigan kalta metall quvur.
Vakuum buzish klapani	Sifonli suv chiqargich quvurning yuqori qismiga o'rnatiladigan, nasos agregati birdan o'chib qolganda mashina kanalidagi suvni orqaga qaytmaligi uchun sifonga havo kiritadigan moslama.

	<u>«G»</u>
GESning agregati	Gidrogenerator va uni harakatga keltiruvchi gidroturbinalar yig'indisi yoki suv energiyasini elektr energiyasiga aylantiruvchi agregat
Gidravlik turbinaning so'rib olish balandligi	Gidravlik turbinaning o'rnatish sathi bilan pastgi bev suv sathlari orasidagi masofa
Gidravlik mashina	Ishi suyuqlik (suv) bilan bog'langan mashina
Gidravlik turbina:	Suvning kinetik va potensial energiyasini mexanik energiyaga aylantiruvchi gidravlik dvigatel
- vertikal	- vertikal valli gidravlik turbina;
- gorizontal	- gorizontal valli gidravlik turbina.
Gidroagregat	Gidroturbina va gidrogenerator majmuasi
Gidroakkumulyasion elektrostansiya	Quyi befdan yuqori befga ko'tarilgan suvda ishlovchi gidroelektrostansiya.
Gidravlik taran	Suyuqlikning gidravlik zarb energiyasidan foydalanib suv ko'taruvchi gidravlik mashina
Gidroelektrostansiya (GES)	Suv energiyasini elektr energiyasiga aylantirishga muljallangan inshootlar, uskunalar va jihozlar majmui
Gidroenergetika	Suv energiyasidan foydalanish bilan shugullanuvchi fan va texnika soxasi
Gidroenergetik inshootlar	Asosan, suv energiyasidan foydalanishga muljallangan gidrotexnika inshootlari.
Gidromodul	1 ga sug'oriladigan maydonga 1 sek. da uzatiladigan suv sarfi, l/s.ga
Grafik:	Argument- X va ordinata- U bilan chegaralangan tekislik:

		birligiga bog'liq energiya-lar farqi:
-hisob		Gidravlik turbinaning nominal quvvat ishlab chiqarayotgandagi eng kichik bosimi;
-maksimal		Turbinani ekspluatatsiya qilish va uzoq vaqt ishonchli ishlashi ta'minlash uchun ruxsat berilgan eng katta bosim;
-minimal		Turbinani ekspluatatsiya qilish va uzoq vaqt ishonchli ishlashi ta'minlash uchun ruxsat berilgan eng kichik bosim.
Gidravlik turbinani yo'naltiruvchi moslamasining ochiqqligi	turbina	Gidravlik turbinani yo'naltiruvchi moslamasining yopiq holatidan qo'shni parraklari orasidagi eng kichik masofa yoki parraklarni burilish burchagi
Gidravlik turbinani o'rnatish sathi		Vertikal gidravlik turbinani yo'naltiruvchi moslama-sining va gorizontal gidravlik turbinani o'qining o'rta tekisligi sathi.
Gidravlik turbinaning so'rib ketish quvuri		Suvni ish g'ildiragidan olib ketish uchun mo'ljallangan va oqimning kinetik energiyasini tiklaydigan, reaktiv gidravlik turbinaning suv oqib o'tadigan qismi elementi
Gidravlik turbinaning keltirilgan suv sarfi	turbinaning	Ish g'ildiragi diametri 1 m va 1 m bosimda ishlayogan gidravlik turbinaning suv sarfi
Gidravlik turbinaning keltirilgan aylanishlar chastotasi	turbinaning	Ish g'ildiragi diametri 1 m va 1 m bosimda ishlayogan gidravlik turbinaning aylanishlar chastotasi
Gidravlik turbinaning keltirilgan quvvati	turbinaning	Ish g'ildiragi diametri 1 m va 1 m bosimda ishlayogan gidravlik turbinaning quvvati
Gidralik turbinaning ish g'ildiragi	ish	Oqim energiyasini mexanik energiyaga aylantiruvchi gidravlik turbinaning ishchi

	qismi.
Gidravlik turbinaning spiral kamerasi	Yo'naltiruvchi moslamaga suv olib kelishga mo'ljallangan, bir qismi spiral shakliga ega bo'lgan gidravlik turbinaning suv oqib o'tadigan qismi elementi.
Gidravlik turbinaning statori	Gidravlik turbinaning suv o'tadigan qismini ko'tarib turuvchi profillangan kolonna
Gidravlik turbina spiral kamerasining qamrash burchagi	Gidravlik turbina spiral kamerasining spiral qismini chegaralagan meridian tekisliklar orasidagi burchak
Gidravlik turbinaning universal xarakteristikasi	F.I.K., kavitatsiyaning kritik koeffitsienti, yo'naltiruvchi moslamaning ochiqligi va gidravlik turbina ish g'ildiragi parraklarning o'rnatilish burchaklarining keltirilgan suv sarfi hamda aylanish chastotasi orasidagi bog'lanishni aniqlovchi izochiziqlar yig'indisi.
Gidravlik turbinaning ekspluatatsion xarakteristikasi	F.I.K va mumkin bo'lgan so'rib ketish balandligining gidravlik turbinaning bosim va quvvatiga nisbatan bog'lanishni aniqlovchi izochiziqlar yig'indisi.

«D»

Diagonal gidravlik turbina	Ish g'ildiragida suv konus sirtiga yaqin tekislikda harakatlanayotgan gidravlik turbina
-----------------------------------	---

«E»

EFK (erdan foydalanish koeffitsienti)	Sug'orish maydoni nettoni xo'jalikning umumiy maydoniga nisbati
--	---

«I»

Ishchi g'ildirak parragi:

Suyuqlikka energiya uzatuvchi, va silindrik sirtga ega bo'lgan turbinaning asosiy qismi:

- qattiq maxkamlangan

-vtulkaga ma'lum burchak qiyaligida maxkamlangan parraklar;

- parraklari buriluvchan

-vtulkaga o'z o'qi atrofida aylanadigan qilib o'rnatilgan hamda turbinaning hisob suv sarfi va bosimini o'zgartira oladigan parraklar.

Ishchi g'ildirak o'qi belgisi

Ishchi g'ildirak aylanish markazidan o'tgan gorizontall tekislik sathi.

Ishchi nuqta

Maksimal F.I.K.da nasosning optimal suv sarfi va bosimiga to'g'ri keluvchi nasos xarakteristikasidagi nuqta

Ishchi g'ildirak

Suyuqlikka mexanik energiyani uzatuvchi, parraklari egilgan g'ildirak

«K»

Keltirilgan xarajatlar

Me'yoriy qoplash muddatidagi kapital qo'yilma va yillik ekspluatatsion xarajatlar yig'indisi

Kapital qo'yilma

GES yoki nasos stansiyasining qurilish xarajatlari

Kavitatsiya xavfi

Normal atmosfera bosimidan kam bosim miqdori

Kapsulali gidravlik turbina

Pryamotochnaya gidravlicheskaya
turbina, valyayumayasya privodom
generatora, zaklyuchennogo v kapsulu,
obtekaemuyu vodo

«Q»

Quvvat:

- nasos

Bir birlik vaqt ichida bajarilgan ish, kVt:

-nasos foydali quvvatining iste'mol quvvatiga nisbati;

- elektrodvigatel

-nasosga elektrodvigateldan uzatilayotgan foydali va iste'mol quvvatlari;

- foydali

-nasosning suv sarfi 0-nolga teng bo'lganda elektrdvgateldan uzatilayotgan quvvat;

- sarflangan (valdagi)

-nasos agregatidagi energiya isroflarini hisobga olib nasosga uzatilayotgan quvvat;

- nasos stansiya

-nasos stansiyasidagi ishchi va zaxira nasoslarga ajratilgan quvvatlar yig'indisi.

Quvurlar chizig'i soni

Quvurlar soni

Quvur:

Suyuqlik va gazlarni o'tkazuvchi aylana shaklidagi material:

- so'rish

Pastki b'efdagi suvni nasosning kirish patrubkasiga uzatadi;

- bosimli

Nasosning chiqish patrubkasidan chiqayotgan suvni yuqori b'efdagi bosimli basseyniga uzatadi.

Qoplash muddati

Kapital qo'yilmalarni qoplash muddati

Quvurlarning

ochiq Quvurlar yotqiziladigan beton konstruksiya

tayanchlari:

- ankerli

Yotqiziladigan quvurlarni maxkam ushlab turadigan beton konstruksiya

- oraliq

Ko'ndalang zo'riqlashlarni qabul qiladigan ankerli tayanchlar o'rtasiga o'rnatiladigan beton konstruksiya.

«M»

Mashinali suv ko'tarish

Nasos (gidravlik mashina) yordamida pastki sathdan yuqori sathga suv ko'tarish

Mashinali sug'orish

- Sug'orish belgisiga suvni nasos bilan ko'tarishni ta'minlaydigan inshootlar tarkibi
- Atmosfera bosimidan ortiqcha bosimni o'lchaydigan asbob

gidrotexnik bo'g'ini

Manometr

Mashinali kanal

Nasos bilan suv uzatilayotgan kanal

Montaj maydoni

Asosiy agregatlarni yig'ish, qismlarga ajratish, ta'mirlash ishlari bajariladigan nasos stansiyasi binosining qismi.

«N»

Nasos:

Dvigateldan energiya oluvchi va uni suyuqlikning gidravlik energiyasiga aylantiruvchi gidravlik mashina:

- dinamik

-nasosda suyuqlikni harakati kamerada kuch ta'sirida ro'y beradi;

- parrakli

-energiyani o'zgarishi, suv oqimi va ishchi g'ildirak parraklarining birgalikdagi harakati natijasida ro'y beradi;

- hajmiy

-suyuqlik, kamera hajmining o'zgarishi hisobidan harakatga keladi;

- markazdan qochma

-suyuqlik, ishchi g'ildirakning aylanishidan hosil bo'lgan markazdan qochma kuch xisobidan harakatga keladi;

- o'qiy

-suyuqlik, ishchi g'ildirak parragini oqib o'tishidan hosil bo'lgan ko'tarish kuchi hisobidan o'qiy yo'nalishda harakatga keladi;

- diogonal

-suyuqlik, ishchi g'ildirak parragini oqib

	o'tishidan hosil bo'lgan ko'tarish kuchi hisobidan diogonal yo'nalishda harakatga keladi;
- porshenli	-suyuqlik, kamerada porshenning ilgarilanma-qaytma harakati tufayli harakatga keladi;
- shesternali	-suyuqlik, kamerada tishli g'ildiraklarning aylanma harakati tufayli harakatga keladi;
- erlift	-suv va havo aralashmasining hajmiy og'irliklari farqi hisobidan suv yuqoriga ko'tariladi;
- oqimli	-suyuqlik oqimi kinetik energiyasidan foydalanib, kamerada vakuum hosil qilinadi va unga boshqa suyuqlik suriladi.
- vakuum	-aralashgan oqim ortiqcha bosimga ega kamerada, havoni boshqa joyga o'tkazishga yordam qiladigan ekssentrik joylashgan g'ildirakli nasos;
- vertikal	-vertikal o'rnatilgan;
- gorizontal	-gorizontal o'rnatilgan;
- markazdan qochma konsol	-gorizontal valning oxirida joylashgan bir tomonlama suv kiruvchi ishchi g'ildirak;
- markazdan qochma ikki tomonlama suv kiruvchi markazdan qochma ko'p pog'onali	-ikki tomonlama suv kiruvchi ishchi g'ildirak; -bir tomonlama suv kiruvchi, bir nechta ishchi g'ildirak;
markazdan qochma vertikal	-vertikal valning oxirida joylashgan bir tomonlama suv kiruvchi ishchi g'ildirak;
- o'qiy propellerli	- parraklari qattiq mahkamlangan propeller

o‘qiy parraklari buriluvchan	ko‘rinishidagi ishchi g‘ildirak; -parraklari o‘z o‘qi atrofida buraluvchi propeller ko‘rinishidagi ishchi g‘ildirak;
<u>Nasos agregati:</u>	<u>Nasos dvigateli va uni harakatga keltiruvchi dizel yoki elektrodvigatellar yig‘indisi yoki energiyani suv energiyasiga aylantiruvchi agregat</u>
<u>-ishchi nasos agregati</u>	<u>- zarur suv sarfini uzatuvchi asosiy agregat;</u>
<u>-zaxira nasos agregati</u>	<u>- falokat yuz berganda yoki asosiy agregat ta‘mirlanayotganda qo‘llanuvchi, zaxira agregat;</u>
Nasosning so‘rish balandligi: - musbat - manfiy	Nasosning ish g‘ildiragi markazidan pastgi bef minimal suv sathigacha bo‘lgan masofa: - nasos ish g‘ildiragi markazi pastgi bef minimal suv sathidan pastda joylashganda; <u>- nasos ish g‘ildiragi markazi pastgi bef minimal suv sathidan yuqorida joylashganda.</u>
Nasos qismlari	Nasos qismlari tarkibi
Nasos stansiya binosi: - chuqurlashtirilmagan	- asosiy va yordamchi jixozlar joylashgan bino: - musbat so‘rish balandlikka ega bo‘lgan, gorizontal markazdan qochma nasoslar va elektrodvigatellar joylashgan, er ustiga qurilgan bino;
- chuqurlashtirilgan	- manfiy so‘rish balandlikka ega bo‘lgan, markazdan qochma gorizontal nasoslar va elektrodvigatellar o‘rnatilgan, er osti va er ostidan iborat bo‘lgan bino;

- blokli	- manfiy so‘rish balandlikka ega bo‘lgan, er osti qismiga vertikal markazdan qochma yoki o‘qiy nasoslar o‘rnatilgan hamda er usti qismiga elektrodvigatellar o‘rnatilgan bino;
- kamerali	- manfiy so‘rish balandlikka ega bo‘lgan, er osti qismiga suv sarfi $2 \text{ m}^3/\text{s}$ gacha bo‘lgan o‘qiy nasoslar o‘rnatilgan hamda er usti qismiga elektrodvigatellar o‘rnatilgan bino.
Nasosni sinash	- Nasosning xarakteristikalari bosim, quvvat, F.I.K. va kavitatsiya ehtiyotini sarfga bog‘lanishini olish maqsadida nusxa yoki asl nasoslarda o‘tkaziladigan sinovlar
Nasoslar	kavitatsiyasi Suyuqlikning mavjud haroratida bosim, bug‘
-	hosil bo‘lish darajasigacha pasayganda, nasosning ichida suv bug‘i bilan to‘lgan bo‘shliqlarning hosil bo‘lish jarayoni
Nasos korpusi	- Korpus spiral yoki tirsak ko‘rinishida bajarilgan bo‘lib, ishchi g‘ildirakdan suvni bosimli quvurgacha uzatishga xizmat qiladi
Nasos katalogi	Nasosning ma‘lum sarfi, bosimi va quvvatiga to‘g‘ri keluvchi nasoslar tarkibi. Nasos va elektrodvigatel turi, uning o‘lchamlari va sxemasini tanlash uchun xizmat qiladi
Nasosning bosimi:	- Nasosning kirish va chiqishlaridagi energiya o‘zgarishining farqi:
- geometrik	-yuqori va quyi b‘ef minimal sathlari farqi;
- manometrik	Yuqori va quyi b‘ef sathlari farqi hamda jihoz va inshootlarda isrof bo‘lgan bosimlar yig‘indisi.
Nasos agregati	- Nasos va dvigatel (elektr yoki dizel)

	yig'indisi.
Nasos stansiyasi:	- Iste'molchiga suv uzatishni ta'minlaydigan gidrotexnik inshootlar va jihozlar kompleksi.
- statsionar	-doimiy o'rnatilgan-ko'chmas;
- ko'chma	-turli nuqtalarga ko'chirilib o'rnatiladigan;
-suzib turuvchi	- suv sathi juda katta miqdorda (4-50 m va katta) o'zgaradigan suv manbalariga o'rnatiladigan;
- sug'orish	-sug'orishga suv uzatadigan;
- zax qochirish	-er osti suvlari sathini pasaytiruvchi;
- qishloq xo'jaligi suv ta'minoti	-qishloq xo'jaligini suv bilan ta'minlash uchun suv uzatadigan;
-yopiq sug'orish tarmog'i uchun	-yopiq sug'orish tarmog'iga suv uzatadigan.
Nasos kameralari	Suvni nasosga keltirishni va nasosni mustaqil ishlashini ta'minlaydi
Nasos markasi	Maksimal F.I.K. dagi nasos turi, sarfi, bosimi va geometrik o'lchamlarini ko'rsatuvchi nasos belgisi
NS jihozlari:	Asosiy va yordamchi:
- asosiy	-asosiy nasoslar va dvigatellar;
- yordamchi	-asosiy jihozlarni normal ishlashini ta'minlaydigan jihozlar majmuasi;
	nasos stansiyasining normal, falokatsiz ish rejimida ishlashini ta'minlovchi quyidagi jihozlar majmuasi: mexanik jihozlar; texnik suv bilan ta'minlash tizimi; drenaj va suv chiqarib tashlash tizimi; yog' bilan ta'minlash tizimi; pnevmatik tizim; vakuum tizimi; yong'inga qarshi tizim; xo'jalik-ichimlik suvi

	bilan ta'minlash tizimi; kanalizatsiya tizimi; shamollatish va isitish tizimi; nazorat-o'lchov asboblari tizimi.
- yuk ko'tarish	-jihzlarni, ularni qismlarini va boshqalarni ko'tarish—ushirish va ko'chirish uchun foydalaniladigan mexanizm.
- mexanik	-zatvorlar, panjaralar, zadvijskalar va boshqalar
Nasos stansiyalari inshootlar bug'uni	Suvni manbadan olib, uni nasos stansiyasigacha uzatishni hamda yuqoriga ko'tarib iste'molchiga etkazib berishni ta'minlovchi gidrotexnik inshootlar, mexanik, gidromexanik va elektrotexnik jihozlar yig'indisi.
Nasos stansiyasi uzatayotgan suv hajmi	Nasos stansiyasi bilan ma'lum bir davrda (soat, kun, oy, yil, ko'p yil) uzatayotgan suv miqdori
Nasoslarni parallel ulash	Umumiy bosimli quvuriga parallel suv uzatuvchi ikkita (yoki ko'proq) nasos agregatlari
Nasoslarni ketma-ket	Umumiy bosimli quvuriga ketma-ket suv uzatuvchi ikkita (yoki ko'proq) nasos agregatlari
Nasosni boshqarish:	Nasos qurilmasi(stansiyasi)ning suv sarfi va bosimini o'zgartirish:
- sonli	Nasos va quvurlar konstruksiyasini o'zgartirmasdan ularning xarakteristikalarini o'zgartirish
- sifatli	Nasos va quvurlar konstruksiyasini o'zgartirish orqali ularning

xarakteristikalarini o'zgartirish

Nasos agregatining sarfi

Birlik vaqt ichida nasos agregati uzatayotgan suv hajmi

Nasos stansiyasining sarfi

Birlik vaqt ichida nasos stansiyasidagi barcha nasos agregatlari bilan uzatilayotgan suv hajmi

Nasos stansiyasining iste'mol elektroenergiyasi

Yil davomida nasos stansiyasini ishlashi uchun zarur elektroenergiya

Nasos ishchi g'ildiragini qirqish

Nasos ishchi g'ildiragi diametrini kichraytirish

Nasos va nasos stansiyasining ko'rsatkichlari

Nasos va nasos stansiyasining ishini xarakterlaydi-gan qiymatlar

«P»

Pátrubka:

Nasoslarning suyuqlik va gazlarni olib kelish va olib ketish qismlariga ulangan kalta quvur:

- so'rish patrubkasi

- so'rish quvuridan nasos ishchi g'ildiragiga suvni barqaror keltirishni ta'minlaydigan nasos bilan bir butun dumaloq qirqimdagi kalta quvur;

- bosim patrubkasi

-nasos ish g'ildiragidan chiqayotgan suvni bosim quvuriga barqaror uzatilishini ta'minlaydigan nasos bilan bir butun dumaloq qirqimdagi kalta quvur.

Porshen (plunjer)

Suyuqlikni silindrdan haydaydigan harakatdagi sterjen

Podshipnik

- Valni aylanishiga ko'makchi tayanch

Parraklari buriladigan -gidravlik turbina

Ish g'ildiragi parraklari o'z o'qi atrofida buraladigan o'qiy yoki diagonal gidravlik

turbina.

Propellerli gidravlik turbina **Ish g'ildiragi parraklar qo'zg'olmas qilib mahkamlangan o'qiy yoki diagonal gidravlik turbina.**

«R»

Radial-o'qiy gidravlik turbinasi **Ish g'ildiragida suv egri chiziqli aylanuvchan yuza bo'ylab harakatlanib, oqim yo'nalishini radial yo'nalishdan o'qiy yo'nalishga o'zgartiradigan gidravlik turbina**

«S»

Suv ta'minoti armaturasi **Suv ta'minoti tormog'i va inshootlarida yopish, sozlash va aralashtirish moslamalari**

Suv energiyasi: Suv oqimining potensial va kinetik energiyalar yig'indisi:

- potensial

- suvning tinch turgan holatidagi energiyasi.

- kinetik

- suvning harakatdagi energiyasi.

Suv o'lchagich

Suv mikdorini o'lchaydigan asbob

Suv ko'tarish balandligi:

Nasos stansiya yuqori va pastki b'ef suv sathlari farqi, metrda:

- geometrik

- suv olish manbasidagi minimal suv sathidan mashina kanalidagi suv sathigacha bo'lgan masofa;

- manometrik

- geometrik suv ko'tarish balandligi va nasos qurilmasi barcha jihozlaridagi bosim yo'qotishlari yig'indisi.

Suv tashlagich

Suvni tashlash amalga oshiriladigan inshoot.
Suv sarfini o'lchash uchun ham foydalansa bo'ladi.

Suv olish inshooti:

Suv manbasidan (daryo, kanal va boshqalar) suv olishni ta'minlaydigan gidrotexnik inshoot:

- nasos stansiyasi binosi bilan qo'shilgan

- nasos stansiyasi binosi bilan bir butun qilib qurilgan suv olish inshooti;

- nasos stansiyasi binosidan ajratilgan

- alohida kanal yoki quvur bilan nasos stansiyasidan ajratilgan suv olish inshooti;

- o'zandagi

- daryo yoki kanal o'zanida joylashgan suv olish inshooti;

- qirg'oqdagi

- daryo yoki kanal qirg'og'ida joylashgan suv olish inshooti.

Suv chiqargich:

Bosimli quvurdan chiqayotgan suvni qabul qiluvchi gidrotexnik inshoot

- tambali

Klapanli, droselli yoki tez tushuvchi tamba bilan jixozlangan va bosimli quvurdan chiqayotgan suvni qabul qiluvchi gidrotexnik inshoot

- sifonli

Sifon ko'rinishida bajarilgan, bosimli quvurdan chiqayotgan suvni qabul qiluvchi gidrotexnik inshoot.

- oqib tushuvchi rezervuar suv tashlamali

Vertikal devorli sig'imga bosimli quvurdan suv chiqarib, u orqali suv tushuruvchi inshoot.

Suv keltiruvchi inshoot

Nasos stansiyasiga suv keltiruvchi inshoot (ochiq kanal, quvur)

Suv xo'jalik hisobi

Nasos stansiyasi xisob suv sarfini, bosimini, nasolar sonini va bitta nasos suv sarfini

	aniqlovchi hisoblar
So‘rish quvuri	Nasos ish g‘ildiragiga suv uzatuvchi quvur
Suv quyish teshigi	Nasosga suv quyish va nasosdan havo so‘rib olish amalga oshiriladigan nasos korpusidagi teshik
Sifon	Bosim quvuridan bosimli basseynga suv uzatuvchi egilgan quvur
	<u>«T»</u>
Tezyurarlik koeffitsienti	Bosim 1 m va quvvat 1 ot kuchida suv sarfi 75 l/s ga teng bo‘lgandagi nasos ishchi g‘ildiragi aylanish chastotasi
To‘g‘ri oqimli gidravlik turbina	<u>Suv o‘q bo‘ylab uzatiladigan va olib ketiladigan o‘qiy gidravlik turbina.</u>
	<u>«O‘»</u>
O‘rnatilgan quvvati	Gidroenergetik ob’ektlardagi barcha agregatlar quvvatlarining yig‘indisi
	<u>«F»</u>
F.I.K.:	Foydali ish ulushini inobatga oluvchi koeffitsient:
- nasos	-suv uzatuvchi nasos quvvatini elektrodvigatel quvvatiga nisbati;
- dvigatel	-foydali quvvatni, sarflangan quvvatga nisbati;
- nasos stansiya	-nasos, dvigatel, uzatma va tashqi tarmoq F.I.K.larining ko‘paytmasi;
- dvigatel	-foydali quvvatni, sarflangan quvvatga nisbati
- nasos stansiya	-nasos, dvigatel, uzatma va tashqi tarmoq

- F.I.K.larining ko‘paytmasi;
- mashinali sug‘orish -suv manbasidan, nasos stansiyagacha masofada bosim yo‘qotilishi ulushini inobatga oluvchi koeffitsient;
 - qulay nasos -maksimal nasos F.I.K. va unga to‘g‘ri keladigan nasosning suv sarfi va bosimi.

«H»

Harorat – kompensatori Quvurni bo‘ylama va ko‘ndalang deformatsiyasini qabul qiluvchi moslama

«CH»

Cho‘michli gidravlik turbina **Ish g‘ildiragi parraklari cho‘mich shakliga ega, aktiv gidravlik turbina.**

«E»

Ekspluatatsion xarajatlar Yil davomida energetik ob’ektlarni ish holatida saqlash uchun sarflanadigan xarajatlar

ADABIYOTLAR

1. O‘zbekistonda qayta tiklanadigan energetikani rivojlantirish istiqbollari. YUNDP, Toshkent, 2007. – 92 bet.
2. Venikov V.A., Putyatn E.V. Vvedenie v spetsialnost. Moskva, 1982. – 304 s.
3. Badalov A.S., Zenkova V.A., Uralov B.R. Gidroelektrostansiyalar. TIMI, Toshkent, 2008. – 152 bet.
4. V.A.Zenkova, T.SH.Majidov, N.I.Goroshkova. Metodicheskie ukazaniya po vypolneniyu laboratornoy raboty “Isprytanie kovshevoy turbiny” po dissipline “Gidroelektrostansii” dlya spetsialnosti f-k GTS. Tashkent 1998. 10 s.
5. V.YU.Karnitskiy, A.YA. Reznik. Metodicheskie ukazaniya k vypolneniyu laboratornoy raboty po teme «Gidravlicheskie turbiny». Tula. Tul’skiy gosudarstvennyy universitet, 2009g. 12 s.
6. G.I.Krivchenko. Gidravlicheskie mashiny. Turbiny i nasosy. Uchebn. posobie. M.”Energiya”, 2001 g., 320 s.
7. Karelin V.YA., Minaev A.V. Nasosy i nasosnyye stansii. M.; Stroyizdat, 1986.
8. Laboratornyy kurs gidravliki, nasosov i gidroperedach. M., «Mashinostroenie», 1974.
9. Majidov T.SH., Zenkova V.A., Goroshkova N.I. CHumichli turbinani sinash. Uslubiy kullanma. Toshkent, 2000. – 16 bet.
10. M.M. Muxammadiev va boshqalar. Gidroturbinalar. Toshkent, 2006. – 152 bet.
11. Mamajonov M., Hakimov A., Majidov T., Uralov B., Kan E.K. Nasoslar va nasos stansiyalari, O‘quv kullanma –T., 2009 y. .
12. Mamajonov M., Hakimov A., Majidov T., Uralov B., Nasoslar va nasos stansiyalaridan amaliy mashg‘ulotlar. O‘quv kullanma–Andijon. 2005y.
13. Metodicheskoe ukazaniya po vypolneniyu uprajneniya na temu: «Sovmestnaya rabota dvux lopastnykh nasosov pri parallelnom soedinenii». –

Sostaviteli: Pereverzev S.K., Goroshkova N.I., Teplova G.S. – Tashkent: TIIIMSX, 1986.

14. P.S.Neporojniy, V.I.Obrezkov, Vvedenie v spetsialnost: gidroelektroenergetika. Moskva, 1990. – 352 s.

15. Proektirovanie nasosnykh stansiy i ispytanie nasosnykh ustanovok. / Pod red. D.t.n. CHEbaevskogo V.F. – M.; Kolos, 1982.

16. V.M.Potapov, I.E.Tkachenko, O.L.Yushmanov “Ispolzovanie vodnoy energii”, M., Kolos 1972.340 s.

17. Рычагов V.V., Florinskiy M.M. Nasosy i nasosnyye stansii. M.; Kolos, 1982.

18. V.F.CHEbaevskiy, K.P.Vishnevskiy, N.N.Nakladov. Proektirovanie nasosnykh stansiy i ispytanie nasosnykh ustanovok. (uchebniki i ucheb. posobiya dlya vysshix uchebnykh zavedeniy). M. «Kolos», 2000 g.

19. O.V. YAremento. Ispytaniya nasosov. Spravochnoe posobie. M. «Mashinostroenie», 1976.

20. Badalov A.S., Uralov B.R., Zenkova V.A., SHaazizov F.SH. Gidroelektrostansiyalar. O’quv qo’llanma, - T., TIMI, 2009 y.

21. Muxammadiev M.M.,Uralov B.R., Mamajonov.,Majidov N.Sh., Nizamov O.H., Badalov A.S., Kan E.K. Gidromashinalar.O’quv qo’llanma, - T., TIMI, 2011 y.

22. Nizamov O.X. Gidroelektrostasiyalar/ o’quv qo’llanma.-Toshkent, “VNESHINVESTROM”, 2014.-196 bet.

23. M.Mamajonov, B.Uralov,A.Hakimov,T.Majidov,E.Kan. Nasoslar va nasos stansiyalari. O’quv qo’llanma,Toshkent, TIMI, 2010,242 b.

24. Brennen C. Hydrodynamics of Pumps, United Kingdom, Cambridge University. - 288 p.

25. Gidroelektrostansii maloy moshnosti. Pod red. V.V. Elistratova. – Sankt- Peterburg, SPbGPU, 2005.- 431 s.

26. German Ardul Munoz-Hernandez, Sa’ad Petrous Mansoor/Modelling and Controlling Hydropower Plants/Springer, London UK, 2015, 286 r.

27. Martin Kaltschmit, Andreas Wiese/Renewable Energy/ Technology, Economics and Environment, Plants/Springer, London UK, 2015, -564 r.

28. Sanks M.C., Tchobanoglous G., Bosserman B.E., G.M.Jones. Pumping Station Design, Second Editon, 2010 by, Butterworth-Heinemann. -1067 p.

29. www.es-elektro.ru

30. www.pump.com

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	6
1.1.2 Nasos dvigateli, nasos agregati, nasos kurilmasi, nasos stansiyasi va mashinali suv kutarish gidrotexnik uzeli tushunchasi	7
1.1.3 Nasoslarning kullanish soxalari	7
1.1.4 Nasoslarning energetik kursatgichlari	8
1.1.5 Nasoslarning tula bosimini aniklash	10
1.1.6 Geometrik, keltirilgan va vakuumetrik surish balandligi	11
1.1.7 Nasosning xaydash balandligi	14
1.1.8 Keltirilgan xaydash balandligi	15
1.1.9 Nasoslarni markalash – tamgalash	15
1.2. PARRAKLI NASOSLAR	18
1.2.1 Parrakli nasoslar konstruksiyasi	18
1.2.1.1 Parrakli nasoslar klassifikasiyasi	18
1.2.1.2 Markazdan kochma nasoslar	18
1.2.2 Konsolli markazdan kochma nasoslar	19
1.2.3 Ishchi gildiragiga ikki tomondan suyuqlik kiruvchi markazdan kochma nasoslar	21
1.2.4 Kup boskichli markazdan kochma seksiyali nasoslar	23
1.2.5 Fekal, kum va loyka suruvchi markazdan kochma nasoslar	25
1.2.5.1 Fekal nasoslari	25
1.2.5.2 Kum nasoslari	26
1.2.5.3 Loyka nasoslari (Tuproq suruvchilar)	26
1.2.6 Suyuklikka botirib ishlatiladigan markazdan kochma monoblok nasoslar ..	27
1.2.7 Kudukli markazdan kochma nasoslar	29
1.2.7.1 Transmission vali kudukli nasoslar	29
1.2.7.2 Elektrodvigatelli suvga chuktiriladigan kudukli nasoslar	33
1.2.8 Yirik markazdan kochma vertikal nasoslar	36
1.2.9 Ukiy nasoslar	38
1.2.9.1 Parraklari kuzgolmas ukiy nasoslar	41
1.2.9.2 Parraklari buraladigan ukiy nasoslar	42
1.2.10 Chuktiriladigan monoblokli ukiy nasoslar	45
1.2.11 Diagonal nasoslar	47
1.3 PARRAKLI NASOSLAR NAZARIYASI	49
1.3.1 Markazdan kochma nasosni ishlashi	49
1.3.1.1 Bosimli kuvurdagi zadvijkaning yopik xolatida markazdan kochma nasosning ishlashi	49
1.3.1.2. Bosimli kuvurdagi zadvijkaning ochik xolatida markazdan kochma nasosning ishlashi	50
1.3.2. Markazdan kochma nasos ish gildiragiga suvning zarbsiz kirish va chikish shartlari	52

1.3.3. Markazdan kochma nasosning asosiy tenglamasi va nazariy bosim.....	54
1.3.4 Markazdan kochma nasoslar ish gildiragi parraklarini urnatish burchagining bosimiga ta'siri.....	59
1.3.5 Markazdan kochma nasoslarning ish gildiragiga tushadigan ukiy yuklanishlar va ukiy zurikishlarni kamaytiruvchi kurilmalar	61
1.3.6 Ukiy nasoslarning kiskacha nazariyasi	63
1.3.7 Nasosning nusxalashtirish va uxshashlik konunlari	65
1.3.7.1 Uxshashlik formulalari	67
1.3.8 Tez yurish koeffisienti yoki solishtirma aylanishlar soni.....	70
1.3.9 Parrakli nasoslarda kavitasiya. Nasoslarni urnatish satxini aniklash	72
1.3.10 Chegaralangan surish balandligi	73
1.4 PARRAKLI NASOSLAR XARAKTERISTIKASI.	
NASOSLARNI KUVURLAR BILAN BIRGALIKDA ISHLASHI	75
1.4.1 Nasoslar xarakteristikasi	75
1.4.1.1 Markazdan kochma nasoslarning xarakteristikasi	75
1.4.1.2 Ukiy nasoslarning xarakteristikalari	78
1.4.2 Nazariy va hakikiy bosim xarakteristikalari	81
1.4.3 Nasoslarni kuvurlar bilan birgalikda ishlshi	81
1.4.3.1 Ishchi nukta va ishchi oralik	81
1.4.4 Nasoslar ishini boshkarish	83
1.4.4.1 Nasos kurulmasining ishini son jixatidan tartibga solish	83
1.4.4.2 Nasos kurulmasining ishini sifat jixatidan tartibga solish	86
1.4.5 Nasoslarning birgalikda ishlashi	88
1.4.5.1 Nasoslarning parallel ishlashi	88
1.4.5.2 Nasoslarning ketma-ket ishlashi	91
1.4.6 Nasoslarni sinash	93
1.5. XAJMIY NASOSLAR	98
1.5.1 Xajmiy nasoslar klassifikatsiyasi, ishlash prinsipi	98
1.5.1.1 Porshenli nasoslar	98
1.5.1.2 Rotorli nasoslar	102
1.5.1.3 Suv xalkali vakuum nasoslar	104
1.5.1.4 Kanotli nasoslar	105
2-булим: GIDROTURBINALAR	106
2. Gidravlik turbinalar	106
2.1 Gidravlik turbinalar to'g'risida umumiy ma'lumotlar.....	106
2.2 Gidravlik turbinalarning rivojlanish tarixi. Suv g'ildiraklari.....	106
2.3 Turbinaning asosiy ko'rsatgichlari.....	123
2.4 Turbinalar klassifikatsiyasi. Turbinalarning turlari va ulardan foydalanish sohalari.....	126
3. Gidravlik turbinalarning konstruksiyalari	132
3.1 Reaktiv turbinalar.....	132
3.2 O'qiy turbinalar: propellerli va parraklari qayriladigan.....	132
3.3 Diagonal turbinalar.....	148
3.4 Reaktiv turbinalarning yo'naltiruvchi moslamalari.....	151
3.5 Vertikal gidroturbinalarning vali va yo'naltiruvchi podshipnitklari.....	158

3.6 Reaktiv turbinalarning olib keluvchi va olib ketuvchi elementlari.....	162
3.6.1 Turbina kameralari. So‘rib ketish quvurlari.....	162
3.7 So‘rib ketish quvurlari.....	173
3.8 Aktiv turbinalarning konstruksiyalari.....	177
3.8.1 Cho‘michli turbinalar.....	177
3.9 Ikki karrali va qiya oqimli turbinalar.....	183
4. Gidravlik turbinalarning asosiy nazariyalari	189
4.1 Reaktiv turbinalar ish g‘ildiragidagi oqim kinematikasi.....	189
4.2 Turbinalarning asosiy energetik tenglamalari.....	194
5.Turbina ishchi rejimlarining o‘xshashlik qonunlari	197
5.1 Turbinaning keltirilgan parametrlari.....	202
5.2 Tezyurarlik koeffitsienti.....	203
6 .Gidravlik turbinalarning xarakteristikalari	205
6.1 Xarakteristikalarning turlari.....	205
6.2.Parametrarni nusxadan dala sharoitiga qayta hisoblash.....	215
6.3Turbinalarni xarakteristikalari bo‘yicha solishtirish.....	220
7. Gidroturbinalarda kavitatsiya	222
7.1 Kavitatsiya hodisasi.....	222
7.2 Kavitatsiya koeffitsienti. mumkin bo‘lgan so‘rib ketish balandligi.....	227
8. Gidravlik turbinalarni tanlash	230
8.1 Reaktiv turbinalarni keltirilgan parametrlar bo‘yicha tanlash.....	244
8.2 Xitoy gidroturbinalari xaqida malumotlar	248
ГЛОССАРИЙ	249
ADABIYOTLAR	268
MUNDARIJA	270

**Muxammadiev M.M., Uralov B. R., Majidov T.Sh.,
Kan E.K.**

GIDROMASHINALAR

(o'quv qo'llanma)

Muharrir :

Texnick muharrir: Shaazizov F.Sh.