

Nizamov O.X., Maxkamov S.X.

GIDROMASHINALAR VA GIDROELEKTROSTANSIYA LAR



Nizamov O.X., Maxkamov S.X.

GIDROMASHINALAR VA GIDROELEKTROSTANSIYALAR

Darslik ikkita kitobdan iborat

Kitob I

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Oliy o'quv yuritlararo ilmiy-uslubiy birlashmasi faoliyatini
muvofiqlashtiruvchi Kengashi tomonidan darslik sifatida
tavsiya etilgan

Toshkent -2019

UDK 621.224.24

KBK 31.57.

N57

Taqrizchilar:

Glovatskiy O.Ya.- texnika fanlari doktori, professor;
Fayziev X.- TAQI, texnika fanlari doktori, professor.

Toshkent arxitektura va qurilish instituti “Gidrotexnik inshootlari zamin va poydevorlar” kafedrası

Mualliflar:

Nizamov O.X., Maxkamov S.X.
Gidromashinalar va gidroelektrostansiyalar.

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi Oliy o'quv yuritlararo ilmiy-uslubiy birlashmasi faoliyatini muvofiqlashtiruvchi Kengashi tomonidan darslik sifatida tavsiya etilgan

Gidromashinalar va gidroelektrostansiyalar. Oliy o'quv yurtlari talabalari uchun darslik.
T.: 2019y. 287 bet.

Darslikda «Gidromashinalar va gidroelektrostansiyalar», «Gidromashinalar», «Gidroelektrostansiyalar» fanlari dasturlariga mos bo'lib, unda gidromashinalarning (turbinalar va nasoslar) asosiy elementlari, vazifasi, turlari, markirovkasi, konstruksiyalari va ularni hisoblash, gidroelektrostansiyalar va ularning kompanovkalari, loyihalash asoslari, parametrlarini hisoblash, ularning xarakteristikalarini qurish tartibi va qoidalari to'g'risida nazariy va amaliy ma'lumotlar berilgan.

Darslik amaldagi o'quv dasturi asosida yozilgan bo'lib, oliy o'quv yurtlarining 5580700 – Gidrotexnik inshootlarni qurish (daryo inshootlarini qurish va gidroelektrostansiyalar), 565010- Irrigatsiya tarmoqlari suv energiyasidan foydalanish, 5650700- Gidrotexnika inshootlari va nasos stansiyalaridan foydalanish, 5310100-Energetika (Gidroenergetika), 5310200-Elektroenergetika (tarmoqlar bo'yicha), 5650300-Suv xo'jaligi va melioratsiya ishlarini mexanizatsiyalash ta'lim yo'nalishlari, 5A650102-GES binosi va inshootlari va 5A650705-Nasos stansiyalari va qurilmalarini ishlatish, 5A650101 – O'rta va kichik GES larni qurish va ekspluatatsiya qilish va «Gidroenergetika» mutaxassisliklari o'quv rejalariga mos ravishda yozilgan bo'lib, shu yo'nalishdagi bakalavriatura va magistratura talabalari, hamda shu sohadagi mutaxassislar uchun tayyorlangan.

1. BO'LIM

KIRISH

Insoniyat tarixiga nazar solib shuni ta'kidlash mumkinki, madaniy rivojlanish boshlanishidan inson birinchi marta tabiat kuchlarini engish va ularni o'zining talabiga muvofiq ishlatishga, qo'l kuchlarini, oldin uy hayvonlari kuchlariga, so'ngra mexanik dvigatellarga almashtirish to'g'risida bosh qotirganligiga guvoh bo'lamiz.

Balanddan tushib suv g'ildiragini aylantirayotgan suv energiyasidan qadim zamonlardan tegirmon toshlarini aylantirishda va boshqa maqsadlarda qo'llanilgan.

Birinchi ana shunday mexanik dvigatel suv g'ildiragi bo'lib, oqar suv kuchidan foydalanib harakatga kelgan.

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. Masalan, Nil daryosining suv sathi tushib ketganda misrliklar idishlarda bir – biriga uzatib suvni yuqoriga ko'targanlar.

Bizga etib kelgan tarixiy hujjatlarga asosan bundan 3000 yil muqaddam madaniyati ilgari Xitoy, Hindiston, Misr, Suriya va Falastmda suv g'ildiraklari sug'orish kanallariga suv ko'tarib berishda va tegirmon toshlarini harakatga keltirishda qo'llanilgan. Usha zamonlarda shunday charxpalaklarni dehqonchilik rivojlangan boshqa hududlarda, jumladan qadimgi O'zbekistonda ham uchratish mumkin bo'lgan.

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 charxpalaklarni dehqonchilik rivojlangan boshqa hududlarda, jumladan qadimgi O'zbekistonda ham uchratish mumkin bo'lgan. Bunday oddiy moslamalar hozirgi kunda ham ishlatilmoqda.

Eramizning IX – X asrlarida Amudaryo havzasida suv g'ildiraklari yordamida suvni haydab berish tufayli kanallar uzunligining qisqarishi hisobiga suvni 30 – 40 % tejash imkoni bo'lgan.

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.

Respublikamiz qishloq xo'jaligida, sanoatida, qurilishlarida, energetika, aholi suv ta'minoti va kanalizatsiya tizimlarida va boshqa sohalarida ko'p sonli nasos qurilmalari ishlab turibdi. Jumladan, qishloq xo'jaligida foydalaniladigan erlarning 55 foizdan ortig'i 1604 nasos stansiyalari yordamida sug'oriladi. Nasos stansiyalariga o'rnatilgan asosiy va yordamchi gidromexanik, energetik uskunalari va jihozlar ishlash resursi tugaganligiga qaramay 35-40 yildan buyon ishlatib kelinayotganligi sababli ularning foydalanish xarajatlari yilda-yilga ortib bormoqda [13].

Respublikamizda bozor iqtisodiyoti islohotlarini chuqurlashtirish jarayonida qishloq xo'jalik mahsulotlari etishtirish, uni sifatini oshirish, ilg'or tajribalar va yangi sug'orish texnikalarini qo'llash, er va suv resurslaridan oqilona va unumli foydalanish muhim strategik ahamiyatga ega bo'lgan yo'nalish hisoblanadi [41]. Shuning uchun nasos qurilmalari va stansiyalarini loyihalash, qurish va samarali foydalanish hozirgi kunning eng dolzarb masalalaridan biri bo'lib kelmoqda. Yuqoridagi masalalarni echish puxta nazariy bilim va amaliy ko'nikmalarga ega bo'lgan bakalavr va magistrning zamon talabiga javob beradigan o'zbek tilidagi o'quv qo'llanmalar va darsliklar bilan qurollantirishni taqozo etadi [36].

XVIII asr gidroenergetik qurilmalarning rivojlanish davri hisoblanadi. Bu davrda suv dvigatellari metallurgiya, shisha chiqarishda, tekstil sanoatida va boshqalarda keng qo'llanilgan. Faqatgina O'rol (Rossiya) XVIII asr o'rtalarida 150 ta zavod gidroqurilmalar yordamida faoliyat ko'rsatgan.

Taniqli olimlardan D. Bernulli, YA. Segner va L. Eylerlar yangi turdagi suv g'ildiraklarining nazariyasini ishlab chiqdilar. Shundan so'ng olimlar tomonidan

yangi turdagi gidrokuch qurilmalarining juda ko'p konstruksiyalari ishlab chiqildi va ular gidravlik turbinalar deb atala boshladi. Gidravlik turbinalar, gidrokuch qurilmalari-suv g'ildiraklariga nisbatan ixchamligi va quvvatliroqligi bilan ajralib turardi.

Birinchi reaktiv gidravlik turbina, 1837 yili rus gidrotexnigi I.E Safonov tomonidan tayyorlandi. Uning FIK 53 % ga, keyinchalik qurilgan ushbu turdagi turbinaning FIK 70 % ga etkazildi. 1881 yili Pelton aktiv (cho'michli) turbinaning konstruksiyasini ishlab chiqdi. Ammo bu turbinalar ham o'zlari hosil qilgan mexanik energiyani iste'molchilarga uzatar edi. Hali gidravlik energiyani mexanik energiyaga so'ngra elektr energiyaga aylantirib iste'molchiga uzatish ishlab chiqilmagan.

Mexanik energiyaga talabning yanada oshishi suv dvigatellarini takomillashtirishni talab qilib, gidroqurilmalarning shu davrdagi ikki kamchiligini: uncha katta bo'lmagan quvvat ishlab berish va suv manbaiga (kanal, daryo) bog'liqligi masalasini xal qilishni ko'rsatdi.

Bug' dvigatellarining ixtiro qilinishi va ularning sanoatda keng qo'llanishi suv dvigatellarining imkoniyatini birmuncha cheklab qo'ydi. Shu davrda suv energiyasidan foydalanish borasidagi ishlar sekinlashib, uning keymchalik shiddat bilan rivojlanishiga ikki omil sabab bo'ldi:

1. Gidravlik turbinalarning ixtiro qilinishi
2. Elektr energiyasini uzoq masofalarga uzatish imkoniyati yaratilganidir.

Gidravlik turbinalarning ixtiro qilinishi natijasida sanoatda yangi yo'nalish gidroenergetika yuzaga keldi. Elektrotexnikaning rivojlanishi bu davrda kuchlanishni, quvvatni uzoq masofaga elektr uzatish liniyalarida etkazish masalalari ustida ishlar olib borildi.

MDH mamalakatlarida gidroenergetika rivoji XX asrning 20 – yillarigacha past darajada bo'ldi. Masalan Rossiyada bu davrda elektrostansiyalar umumiy quvvati 1,1 mln. kVt atrofida bo'lgan, O'rta Osiyoda esa paxta zavodlariga energiya berishga mo'ljallangan eng katta Gindukush GESi 1350 kVt quvvatga ega edi.

1920 yil GOELRO rejasi tuzilishi bilan gidroenergetika rivojlanishiga davlat ahamiyati berildi. Bunda qurilishi mo'ljallangan 30 ta elektrostansiyadan 10 tasi GES lar bo'lib, umumiy quvvati 640000 kVt ni tashkil qilishi, ya'ni ular ishlab chiqaradigan elektr energiyasi 38% ga etishi kerak edi. Shu reja asosida O'zbekistonda 1926 yilda quvvati 4 MVt bo'lgan Buzsuv GESi qurildi.

Hozirgi davrda gidroenergetik qurilma(GEQ)larni takomillashuvi o'zining yuqori darajasiga ko'tarilgan, ular har qanday suv oqimiga, naporiga, suv sarfiga mos holda qo'llanilishi mumkin. Zamonaviy GEQlar quvvati bir necha mln. kVt etib borishi, jihozlari esa yuqori FIK ga ega bo'lishi mumkin. Misol qilib, Sayano-Shushensk (N=640÷7200 MVt), Kranoyarsk (N=6000 MVt), Nurek (N=3000 MVt), Chorvoq (N=620 MVt), Itaypu (Braziliya) (N=12600 MVT) GESlarini, shuningdek dunyoda eng yirik bo'lgan YAnsi daryosidagi "Uch jar" dagi GES bo'lib, uning har bir generatorini quvvati 700 MVt bo'lgan 32 agregatli GESni, Qarshi nasos stansiyalar kaskadi (N=450 MVt), Kaxovka nasos stansiyasi (N= 168 MVt) kabi yirik inshootlarni ko'rsatish mumkin.

MDHda gidroagregatlarni yaratuvchi jahonda mashhur Sankt Peterburg shahridagi «Leningrad metall zavodi», Xarkovdagi «Turboatom», Uraldagi «Elektromash» va h.q. zavodlari mavjud.

So'nggi yillarda mamlakatimizda, eng avvalo, iqtisodiyotning barcha tarmoqlarini jadal rivojlantirish, investitsiyaviy jozibadorlik va ishbilarmonlik faolligini oshirish, ishlab chiqarish va xizmat ko'rsatish sohaslarini kengaytirishiga qaratilgan keng ko'lamli islohotlar amalga oshirilmoqda.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 2 maydagi PQ-2947-sonli qarori bilan tasdiqlangan 2017-2021 yillarda gidroenergetikani yanada rivojlantirish chora-tadbirlari dasturiga muvofiq 42 ta yangi gidro elektro stansiyalar qurilishi va umumiy quvvati 1900 MVtni tashkil qilgan 32 ta amal qilayotgan GESlarni zamonaviylashtirish rejalashtirilgan.

Hozirgi kunda respublikamizda gidroenergetik qurilmalarni loyihalash, qurish va ulardan foydalanish samaradorligini oshirishning quyidagi asosiy masalalari mavjud.

1. Suv resurslaridan energetik va kompleks foydalanishning optimal sxemalarini ilmiy – asosda ishlab chiqish, suv xo'jalik, energetik va territorial – ishlab chikarish komplekslarida gidroenergetik qurilma (GEQ) larning rolini oshirish.

2. Umumiy elektroenergetika tarmog'ida ishlayotgan GES va NS samaradorligini yanada oshirishning yangi uslublarini ishlab chiqish, GAESlardan umumiy elektroenergetika tarmog'ida foydalanishning ilmiy asoslangan loyihalarini ishlab chiqish.

3. Gidroenergetik ob'ektlarning (GES, NS, GAES) ekologik ta'siri va iqtisodiy samaradorligini xar bir mintaq uchun hisoblash va asoslash.

4. Gidroenergetik qurilmalarning va boshka tipdagi elektr stansiyalari (quyosh, shamol ES, IES, AES) ning birgalikdagi (kombinatsiyalashgan) ish rejimlarini va iqtisodiy samaradorligini o'rganish.

5. Kichik GES lardan foydalanish bo'yicha tavsiyalarni ishlab chiqish, yangi kichik GESlar konstruksiyalari va loyihalarini yaratish, ularning texnik-iktisodiy samaradorligini oshirish.

Darslikda GES va NS ob'ektlarini loyihalash, qurish va ekspluatatsiya qilish, gidravlik turbinalar va nasoslar to'g'risida ma'lumotlar, asosiy ishchi ko'rsatkichlari, ularning nazariyasi, turlari va xarakteristikalari, gidroenergetik va sug'orish tizimidagi gidroelektrostansiyalar va nasos stansiyalarining agregatlarini tanlash, gidrotexnik qurilmalarini loyihalash hamda GES va nasos stansiyalarining ekspluatatsion va texnik-iqtisodiy hisoblarini bajarish uslublari keltirilgan.

Mazkur darslikdan "Gidrotexnik inshootlarni qurish (daryo inshootlarini qurish va gidroelektrostansiyalar)" yo'nalishida "Gidromashinalar va gidroelektrostansiyalar", "Gidrotexnika inshootlari va nasos stansiyalaridan foydalanish" Energetika (Gidroenergetika) yo'nalishida "Gidromashinalar", "Gidroelektrostansiyalar" fanlardan o'qitiladigan oliy o'quv yurti mutaxassisliklarining talabalari, magistrlar va aspirantlar, ushbu yo'nalishlarda faoliyat ko'rsatayotgan mutaxassislar, suv xo'jaligi xodimlari, o'rta maxsus o'quv yurtlari o'qituvchilari ham foydalanishlari mumkin.

1. 1-bob. GIDROMASHINALAR

1-1. Gidravlik turbinalar.

1.1-1. Turbining asosiy kattaliklarini tansifi.

Turbinalar. Turbinada suv oqimining energiyasi valning mexanik energiyasiga aylanib gidrogenerator rotorni buraydi, natijada mexanik energiya elektr energiyaga aylanadi. Berilgan napor va yuklamada yuqori f.i.k. ni ta'minlovchi energetik va kavitatsiya kursatkichlari bilan ishlash sharoitiga qarab turbinani turi aniqlanadi.

Tabiiy sharoitni turli tumanligidan GESdagi napor birnecha metrdan 1000 va undan yuqori, gidroagregatning birlik quvvati 700 MVt va undan yuqori bo'ladi.

Ishlash jarayoniga qarab turbinalar ikki sinfi farqlanadi (1.1-1-rasm):

a) **a k t i v**, unda oqimning faqat kinetik energiyasi foydalaniladi, suv ishchi g'ildirakka oqimcha ko'rinishda yuboriladi (1.1-1, a-rasm);

b) **reaktiv**, kinetik energiyani hamda potensial energiyani boshqa turga aylantiradi, ishchi g'ildirak suyuqlik oqimi ichida xarakat qiladi.

Reaktiv turbinalar ishchi g'ildiragi suv oqimining xarakat qilishiga qarab tizimlarga bo'linadi (1.1-1, b- rasmda strelkalar bilan ko'rsatilgan). Har bir tizim asosiy qo'shimcha ko'rinishlari bilan xarakterlanadi.

Reaktiv turbinalarni asosiy ko'rinishlariga qarab uchta tizimi farqlanadi (1.1-1-jadval): **o'qiy, diagonal va radial-o'qli**.

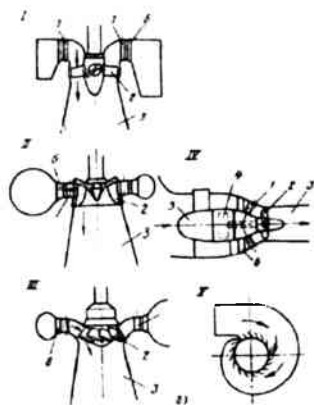
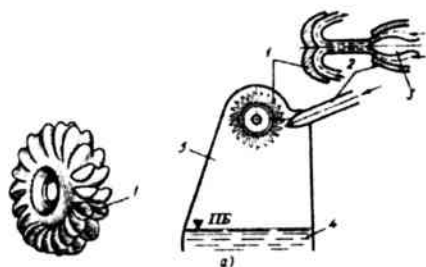
O'qiy turbina tizimi ikkita qo'shimcha ko'rinishi farqlanadi:

- a) propellerli va vertikal hurama-kurakli;
- b) gorizontal kapsulali.

Radial-o'qli turbinaning tizimini farqlanishi quyidagicha:

- a) vertikal;
- b) gorizontal.

Har bir tizim birnecha turini (seriyasini) o'z ichiga oladi, suv o'tkazuvchi qismning geometrik o'xshashligi va bir xil nisbiy gidravlik yo'qotish bilan xarakterlanadi.



1.1-1-rasm. Har xil sinfli turbinalar:

a – aktiv turbinakning cho‘michli turi:

1 — ishchi g‘ildirak; 2 — soplo; 3 — boshqaruvchi igna;

4 — olib ketuvchi kanal; 5 — qobug‘; *b* — reaktiv

turbinaning har xil turi: 1 — o‘qiy burama-kurakli;

II - radial-o‘qli; III- diagonal; IV – gorizontalkapsulali

V - turbina spiral kamerasiga suvni keltirish tizimi

Aktiv turbinalardan jahon gidroenergetikasida faqat bitta cho‘michli turbinalar tizimi qo‘llaniladi (1.1-1,a-rasm).

1.1-1-jadval

Turbinaning asosiy tasnifi

Sinflar	Turбина tizimlari		Zamonoviy turбина turi nomenklaturasi*	Napor, m		Ishchi g‘ildirak diametri (texnik imkoniyati bo‘yicha, m)
	Asosiy farqi	Qo‘shimcha farqi		1989 y. o‘zlashtirilgan	Texnik imkoniyat	
Reaktiv	O‘qiy	Gorizontalkapsulali	BK GK 7 BK GK 10 BK GK 15 BK GK 20 BK GK 25	3-20	25	3,55-10
		Propellerli va vertikal burama-kurakli	BK 10 BK 15 BK 20 BK 30 BK 40 BK 50 BK 60 BK 70 BK 80	3-90	95	1.8-12

	Diagonal	buranaku-rakli va propellerli vertikal	BKD 50 BKD 70 BKD 90 BKD 115 BKD 140 BKD 170	40-135	170	1,8 - 9
	Radial-o'qli	Radial-o'qli vertikal	RO· 45 RO· 75 RO· 115 RO· 140 RO· 170 RO· 230 RO· 310 RO· 400 RO· 500 RO· 600	30-700	800	1,25-10
Aktiv	Cho'-michli	Vertikal	K400, K600, K1000 K1500	250-1170	2000	1.12-5.5

*Chegaraviy napor belgisi, m.

1.1-2-jadval

Dunyoning yirik turbinalarini asosiy kattaliklari

GESni no'ni, mamlakat	Turbina quvvati, MVt	Hisobiy napor, m	Turbina sarfi, m ³ /s	Aylanish chastotasi, ayl/min	Ishchi g'ildirak diametri, m
Burama-kurakli turbinalar					
Sobardino, Braziliya ¹	178	27.2	650	75	9.5
Djerdap-Temir eshiklar ¹ , YUGoslaviya-Rumyniya	178	27.2	725	71.5	9.5
Gech Jouba XHR	170	27	705	72,75	9,5
Salto Grande, Argentina ¹	138	25.3	236	75	8.5
Saratov, Rossiya	62	14.7	744	50	10.3
Parrakli turbinalar					
Roki-Rich, AQSh	130	28	550	90	7.2
Kettl Repids, Kanada	106	30	385	88	7.36
Diagonal turbinalar					
Zevsk, Rossiya	220	97	302	136	6
Ayaurc, Shvetsiya	91.2	46	160	166.7	4.5
Gorizontal kapsulali turbinalar					
Tadami, Yaponiya	65	20.7	375	100	6.7
Rok Aylend, AQSh	54	12	480	85.7	7.5
Saratov, Rossiya	47	14.7	520	75	7.5
Djenpeg, Kanada ¹	29	7.3	298	62	7.2
Radial-o'qli turbinalar					
Grand Kuli IV, AQSh	826	86.5	880	85.7	9.93

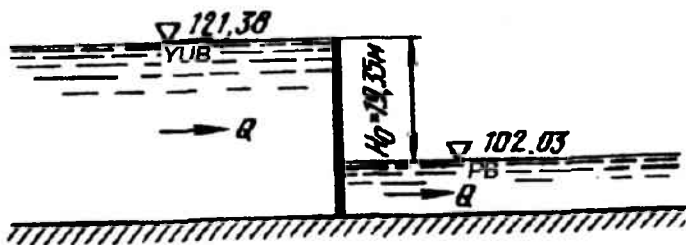
Itaypu, Braziliya	711	108	689	90,9	8,5
Guri, Venesuela	730	136	530	112,5	7,17
Sayano-Shushensk, Rossiya	720	194	360	142	6,77
Kabora Basa, Mozambik	485	103,5	405	128,6	6,6
Cho'kichli turbinalar					
Si-Sima, Norvegiya	350	885	40,5	333	5,1
Zils, Avstriya	265	1260	23	500	5,5
Lang Sima, Norvegiya	260	1065	28	428	5,1
Aurland-1, Norvegiya	243	855	32	375	3,08
Proje, Fransiya	234	1330	20	500	2,85

¹ Rossiyada tayyorlangan

1.2.GES SXEMASI VA UNDA NAPORNI HOSIL QILISH, TURBINALARNING ASOSIY PARAMETRLARI

1.2.1.GES sxemasi va unda naporni hosil qilish.

Geometrik yoki statik napor yuqori byef satx belgisi ∇Y_{uB} va pastki byef satxi belgisi ∇P_B farqiga teng. Quyidagi 1.2.1-1-rasm bo'yicha statik



1.2.1-1-rasm. Mujassamlangan napor sxemasi

napor bo'lad i $H_0 = \nabla Y_{uB} - \nabla P_B = 121,38 - 102,03 = 19,35M.$

Suvni energetik hisoblashda GESning napori

$$H = H_0 - h_{B-C} = \nabla Y_{uB} - \nabla P_B - h_{B-C} \quad (1.2.1-1)$$

bu erda h_{B-C} - suv qabul qilgichdan ($B-B$ kesimdan) turbina kamerasigacha ($C-C$ qirgimgacha) suvning xarakatida yo'qotilgan napor bo'lib, u turbina suv o'tkazichiga kirishda, chiqindi ushlovchi panjaradagi mahalliy qarshilikni va

quvurning ichida suvni ishqalanishida yo'qotilgan naporlardan tashkil topgan. Bu yo'qotilgan napor umumiy napor H_0 ning 2-5% ni tashkil qiladi.

Foydali ish koeffitsientini aniq hisoblash talab qilinganda suv oqimining kinetik energiyasi ham hisoblanadi. 1.2.1-2-rasmda gidroelektrostansiyaning naporini aniqlash ko'rsatilgan. Suv oqimining **t o' l a n a p o r i** kirish kesim $B-B$ va oxirgi kesim $K-K$ solishtirma energiyalarining farqi orqali aniqlanadi.

To'la napor H_b -brutto napori, yoki aniqrog'i turbina bloki napori deyiladi.

Napor brutto H_b son jixatidan metrda hisoblanib, u suv oqimining ko'rilayotgan kesimlarni og'irlik birligida olingan solishtirma energiyalarning farqiga teng

$$H_b = E_B - E_K \quad (1.2.1-2)$$

Har bir kesimdagi suv oqimining solishtirma energiyasi, m.

$$E = Z + \frac{P}{\gamma} + \frac{\alpha V^2}{2g} \quad (1.2.1-3)$$

bu erda Z - ko'rilayotgan tirik kesim yuzasining og'irlik markazini taqqoslovchi 0-0 tekislikka nisbatan joylashgan balandligi, m; p - ortiqcha bosim, Pa; γ -suvning solishtirma og'irligi, N/m^3 ; $\frac{P}{\gamma}$ - pezometrik balandik bo'lib, suv sirtidan suyukning og'irlik markazigacha bo'lgan masofa, m; V -ko'rilayotgan tirik kesimdagi suvning o'rtacha tezligi, m/s; α -Karilos koeffitsienti, oqim tezligini kesim yuzasi bo'yicha kinetik energiyani o'rtacha tezlik bilan hisoblangandagi koeffitsient. Energetik nuqtai nazardan:

solishtirma energiyani og'irlik birligiga nisbatan olganda Z - holat solishtirma potensial energiyasi bilan o'lchanadi;

$\frac{P}{\gamma}$ - bosimning solishtirma potensial energiyasi;

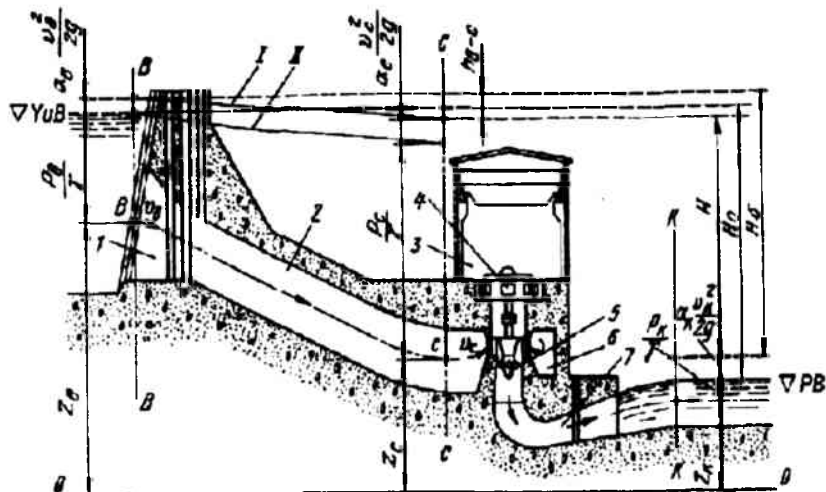
$\frac{\alpha V^2}{2g}$ - solishtirma kinetik energiya.

Turbinaning ishchi naporini, bu turbina kamerasing C-C kesimdagi oqimni solishtirma energiyasi bilan pastki byef ning eng yuqori belgisidan o'tgan K-K kesimdagi solishtirma energiyalar farqiga teng

$$H = E_C - E_K ,$$

$Z + \frac{P}{\gamma} = \nabla$ yig'indisi suv satxi belgisini beradi. Suv qabul qilgich oldidagi suvning

tezligi uncha katta bo'lmagani uchun uni hisobga olmasak, u holda (1.2.1-3)



1.2.1-2-rasm. Hidroelektrostansiyaning naporini aniqlash:

1-energiya chizig'i; 11-pezometrik chiziq; 1) suv qabul qilgich; 2) turbina suv o'tkazgichi; 3) GES binosi; 4) generator; 5) turbina; 6) spiral kamera; 7) so'rish quvuri.

tenglamadagi energiyani ma'lum kesimlarga tadbiq qilib quyidagini yozishimiz mumkin

$$H = \nabla B - \nabla K - h_{B-C} - \frac{\alpha_K V_K^2}{2g} \quad (1.2.1-4)$$

Shunday qilib, turbina qurilmasini naporini taxminan yuqori byef va pastki byef suv satxi belgilarini farqidan turbina spiral kamerasiga kirishgacha bo'lgan yo'qotilgan napor h_{B-C} dan pastki byefdagi oqimning kinetik energiyasini ayirmasiga teng.

Gidroelektrostansiyada elektr energiya ishlab chiqishda **suv sarfi Q** dan foydalaniladi, m³/s, u suv oqimini suv omboriga yoki GESning yuqori byefiga kelishiga, suv omboridagi suvning zaxirasiga va berilgan vaqt ichida energetik tizimning elektr energiyaga bo'lgan talabiga bog'liq.

Agar suv resurslaridan kompleks foydalanilganda GESning suv sarfi yuqori byefdan sug'orishga, suv ta'minotiga, kemalarni shlyuzdan o'tkazishda va GESning pastki byefida suv istimolchilarni rejimiga bog'liq bo'ladi. Gidroelektrostansiyalarning maksimal suv sarfi deb hamma turbinalarni hisobiy naporda o'tkazuvchanlik qobiliyatiga aytiladi.

Quvvat N deb, vaqt birligida bajarilgan ishga aytiladi. Quvvat vatda (Vt), kilovatda (kVt), megavatda (MVt), gigavatda (GVt) va teravatda (TVt) o'lchanadi.

Agar napor H , m, suv sarfi Q , m³/s, bo'lsa, u holda bir sekunda bajarilgan ish yoki suv oqimining potensial quvvati bo'ladi, N_0 ,

$$N_0 = \rho g Q H = \gamma Q H = 9810 Q H$$

bu erda ρ - suvning zichligi, kg/m³; g - jismning erkin tushish tezligi, m/s²; γ - bir metr kub suvning solishtirma og'irligi, H / m³.

Agar quvvat kilovatda o'lchansa, oqimning quvvati bo'ladi $N_0 = 9.81 Q H$.

Turbina validagi quvvat

$$N_T = N_0 \eta_T \text{ yoki } N_T = 9.81 Q H \eta_T \quad (1.2.1-5)$$

bu erda η_T - turbinaning foydali ish koeffitsienti (FIK).

Foydali ish koeffitsienti kattaligi turbinaning konstruksiyasi, o'lchamlari va yuklama o'zgariganda o'zgaradi.

Ishchi g'ildirak diametri 1 metrgacha bo'lgan turbinalarni eng katta FIK 0,91; diametri 9-10 m bo'lgan yirik turbinalarniki 0,95-0,96 ga etishi mumkin.

Generatorni chiqish chulg'amidagi gidroagregatning elektrik quvvati N_{ga} , turbina quvvatidan generatorda yo'qotilgan quvvat hisobiga kam bo'ladi:

$$N_{ga} = N_T \eta_{gen} = 9.81 Q H \eta_T \eta_{gen}, \quad (1.2.1-6)$$

bu erda η_{gen} - generatorning FIK; $\eta_{ga} = \eta_T \eta_{gen}$ - gidroagregat FIK.

5. MVt dan yuqori bo'lgan generatorlar uchun FIK 0,95- 0,96 teng. 500 MVt va undan yuqori quvvatli generatorlar uchun FIK 0,985 dan oshishi mumkin.

$a = 9.81\eta_{ga}$ deb belgilab, taxminiy yaqinlashgan hisoblar uchun quyidagi formulani olamiz

$$N_{ga} = aQH, \quad (1.2.1-7)$$

YUklama optimaldan chetlashganda turbina va generatorning FIKni pasayishim hisobga olganda o'ta baquvvat agregatlar uchun $a = 8,8-9,1$, yirik agregatlar uchun 8,4-8,7 va uncha katta bo'lmagan agregatlar uchun 8,0-8,2 deb qabul qilinadi. Nasos agregatlar uchun va nasos-turbina (qaytalanib ishlovchi gidromashina ham nasos ham turbina) bo'lib ishlaganda elektrodvigatelning istimol qiluvchi quvvati teng bo'ladi

$$N_n = \frac{9.81QH}{\eta_n \eta_d}, \quad (1.2.1-8)$$

bu erda H_n –nasos napori.

Nasos –turbina nasos rejimida ishlagan eng katta FIK (η_n) 0,925-0,93 ni tashkil qiladi, eng katta quvvatli nasos elektrodvigatellarda esa (η_d) 0,98 dan oshib ketishi mumkin.

O'rtacha quvvatli nasos agregatlari uchun $\eta_n = 0.89$, $\eta_d = 0.95-0.97$ bo'lib $N_n = 11.3QH$, kVt quvvatni beradi. Optimal yuklamadan chetlashganda nasosni FIKi birdan kamayadi.

Energiya quvvat bilan vaqtni ko'paytmasiga teng $\mathcal{O} = N \cdot t$,

t-vaqt, sekunda yoki soatda. SI sistemasida elektr energiya djoulida o'lchanadi va ularning ko'paytmasi $1Dj = 1H \cdot m = 117 \cdot sek$.

Energetikada energiya kilovatt-soatda o'lchanadi. Unda $1kVt \cdot s = 3600kJ$.

Suv omborida to'plangan V, m^3 li o'rtacha suv hajmida, H, m naporda quyidagi energiya miqdorini olish mumkin

$$\mathcal{O} = 9.8WH\eta_{ca}, \text{ kDj}, \quad \text{yoki } \mathcal{O} = \frac{VH\eta_{ca}}{367}, \text{ kVt-s.} \quad (1.2.1-9)$$

Agar V - gidroelektrostansiyada foydalanilyotgan daryoning yillik suv oqimini xajmi bo'lsa, H -uning o'rtacha napor bo'lsa, u holda E GESning yillik ishlab chiqaradigan energiyasini beradi. Agar V -suv omborida yig'ilgan xajm bo'lib, o'rtacha H napordan foydalansa, u holda E suv omborida yig'ilgan energiyaning zaxirasini yoki shu suv xajmining energetik ekvivalentini bildiradi.

Agar V - nasos stansiyaning yillik chiqargan suv xajmi bo'lsa, u holda

$$\mathfrak{E} = \frac{VHN_n}{367\eta_{ca}} \quad (1.2.1-10)$$

Nasos stansiyaning, shaxsiy energiya istimoli hisobga olinmaganda, yillik elektr energiya istimoli, kVt. soatda o'lchanadi.

Gidroelektrostansiya H naporda va η_{ca} FIKda 1 kVt. soat energiyani ishlab chiqarish uchun ketadigan suv hajmi

$$q = \frac{V}{\mathfrak{E}} = \frac{367}{H\eta_{ca}}, \quad (1.2.1-11)$$

Nasos stansiyada $1m^3$ suv xajmini ko'tarib berish uchun, kVt. soatda, energiyaning sarfi

$$\epsilon = \frac{\mathfrak{E}}{V} = \frac{H_n}{367\eta_{ca}}, \quad (1.2.1-12)$$

Nazorat uchun savollar

1. Geometrik yoki statik napor nima?
2. To'la napor yoki napor brutto nima?
3. Qanday solishtirma energiyalarni bilasiz?
4. Suv sarfi deb nimaga aytiladi?
5. Quvvat nima?

1.3. RADIAL –O‘QLI TURBINANING KONSTRUKTIV TUZILISHI (DJEYMIS FRENSIS TURBINASI)

MDH davlatlarida Frensis turbinasi radial -o‘qli (RO‘) deb yuritiladi. Chunki bunday turbinaning ishchi g‘ildiragiga suv oqimi radius bo‘yicha kirib o‘q yo‘nalishida chiqib ketadi. 1847-1849 yillari AQShda ishlagan ingliz fizigi Djeymis Frensis RO‘ turbinaning konstruktitsiyasini yangiladi va turbina ishchi g‘ildiragi atrofi (prereferiya) bo‘yicha joylashgan yo‘naltiruvchi apparat (YA) bilan suyuqlikni markazga qarab yo‘naltirdi. Bu loyiha juda qulay bo‘lgani uchun, u shu kungacha ko‘p GESlarda qo‘llanib kelimmoqda.

RO‘ turbinaning asosiy qismlari va ularning vazifalari. Ular quyidagilar(1.3-1-rasm):

1.*Spiral kamera* turbinaga yo‘naltiruvchi apparat yordamida suyuqlik yo‘naltirib beradi.

2.*Turbinaning statori*. Spiral kameradan suvni chiqishidan oldin stator kolonnalari o‘rnatiladi, u, agregatning yuqori qismida joylashgan jihozlar yuklamasini, GES binosi og‘irligini va shuningdek ishchi g‘ildirakda yuzaga keladigan gidravlik bosimni gidrostansiya poydevoriga uzatadi.

3.Reaktiv turbinalarning *yo‘naltiruvchi apparati* (YA) ishchi g‘ildirakka *suvni keltirib berish* va turbinadan o‘tayotgan suv *sarfini boshqarib turish* orqali quvvatni o‘zgartiradi ($N = 9,81QH\eta$) hamda ishchi g‘ildirakka kelayotgan suvni *to‘xtatib qo‘yish* uchun hizmat qiladi. Yo‘naltiruvchi apparat quyidagi qismlardan tashkil topgan:

- a) yuqorigi halqa;
- b) pastki halqa;
- v) buraluvchi kurakchalar mexanizmdan.

YA kurakchalar soni $Z=16-24$ Kichikroq naporli katta diametrlil turbinalarda $Z=32$ bo‘ladi.

4. *Ishchi g‘ildirak* (IG‘) - uning kurakchalari suv oqimi bilan o‘zoro ta’sirda bo‘lib, gidravlik energiyani mexanik energiyaga aylantirib beradi. IG‘ uchta asosiy qismdan tashkil topgan:

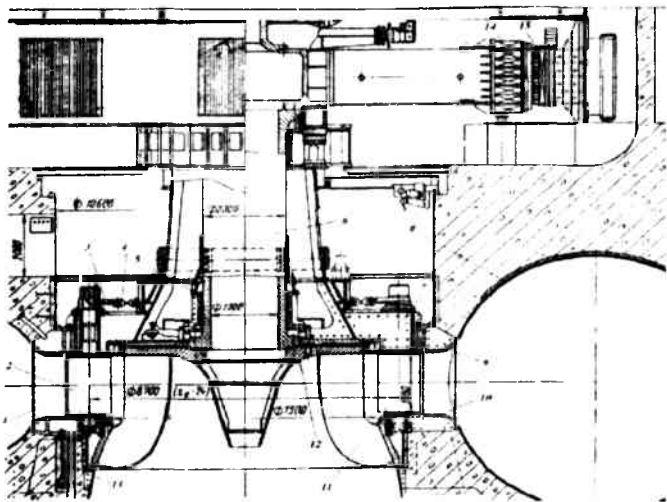
a) ichki halqadan (stupitsadan);

b) tashqi halqadan;

v) kurakchalardan.

5. **Turbina vali** - u vertikal yoki gorizontaal etib bajarilishi mumkin. Val turbina ishchi g'ildiragida hosil bo'lgan burama momentni generator rotoriga uzatib beradi.

6. **Yo'naltiruvchi podshibnik (YP)** vertikal turbinalarda agregat valini to'g'ri vertikal holda ushlab turish uchun xizmat qiladi. Aylanayotgan rotor katta burovchi momentga ega. Balansi yo'qolgan rotorda ma'lum miqdorda inersiya kuchlari yuzaga keladi.



1.3-1-rasm. Radial-o'qli turbinali agregat: 1-stator; 2-yo'naltiruvchi apparat kuragi; 3-richag; 4-serga; 5-yo'naltiruvchi podshibnik; 6-turbina vali; 7-turbina qopqog'i; 8-spiral kamera; 9-yuqorigi halqa; 10-pastki halqa; 11-ishchi g'ildirak kurakchalari; 12-ishchi g'ildirak; 13-so'ruvchi quvur; 14-rotor; 16-generator statori

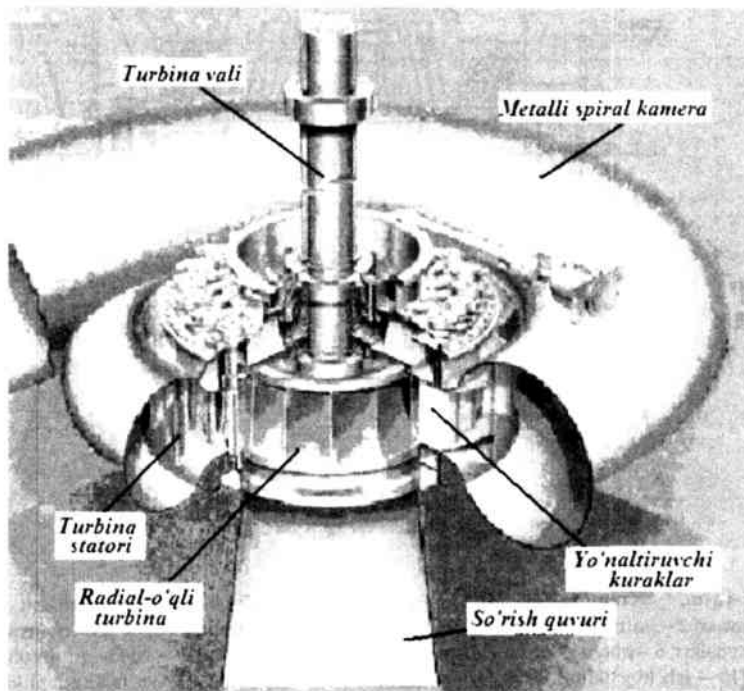
YP oqimni ishchi g'ildirakka nosimmetrik ta'sir qilishi va generator rotorining magnit maydonini bir tomonlama ta'sir qilishi hamda rotorga yonbosh kuchlar ta'sir qilishidan yuzaga kelgan kuchlanishlarni va og'irlik yukini ishonchli va uzoq qabul qilib turadi.

Yirik turbinalarda sirpanuvchan podshibniklar o'rnatilib, ular moyda yoki suvda moylanishi mumkin.

7. Turbina qopqog'i. Turbina qopqog'i turbinaning suvda harakat qiluvchi qismini quruq shaxtadan ajratib turadi. Turbina qopqog'ida yo'naltiruvchi apparat kurakchalarini burovchi yo'naltiruvchi halqa joylashgan. Qopqoqga yo'naltiruvchi podshibnik tiralib turadi. Qopqoq statorning kalonnalarini yuqori halqasi bilan birikkan.

8. So'ruvchi quvur. Reaktiv turbinalarni so'ruvchi quvur ishchi g'ildirakda ishlatilgan suvni pastki byef ga eng kam yo'qotishlar bilan uzatadi, ishchi g'ildirakdan chiqqan suvning kinetik energiyasi katta zaxiraga ega bo'lganligi uchun undan ma'lum miqdorda foydalanish mumkin.

1.3-2-rasmda o'rta naporli, radial-o'qli agregat keltirilgan



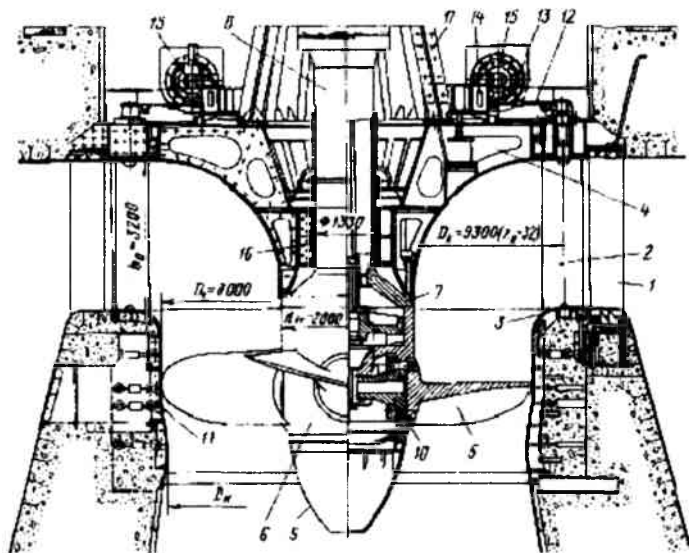
1.3-2-rasm. O'rta naporli radial-o'qli turbina

1.4. BURAMA KURAKLI O'QIY TURBINA

1913 yili chex professori Viktor Kaplan tomonidan burama kurakli (BK) o'qiy turbinaning ikki tomonlama boshqarish tizimini tavsiya qilindi. Bu tizim turbinaning energetik ko'rsatkichini yaxshilashga imkon yaratdi va 1917 yili Kaplan ixtirosi uchun patent oldi.

O'qiy turbinalarda suv suv oqimini turbina kurakchalariga o'q yo'nalishida tasir qiladi. BK turbinaning asosiy qismlari va ularning vazifalari quyidagilar (1.4-1, 1.4-2 va 1.4-3-rasmlarga qara):

- 1) spiral kamera;
- 2) stator;
- 3) yo'naltiruvchi apparatning tuzilishi va ishlashi radial o'qliynikiga o'hshaydi;



1.4-1-rasm. Kremenchug GESining burama-kurakli turbinasini qirgimi: 1 – stator kolonnasi; 2 – yo'naltiruvchi kuraklar; 3 – pastki xalqa; 4 – turbina qopqog'i; 5 – ishchi g'ildirak kurakchalari; 6 – ishchi g'ildirak korpusi; 7 – val flanetsi; 8 – val; 9 – ishchi g'ildirakni sirpangich sirti; 10 – ishchi g'ildirak kamerasi; 11 – siljiydigan segment; 12 – yo'naltiruvchi kurakchalarni richagi; 13 – sirg'a; 14 – boshqaruvchi xalqa; 15 – servomotorlar; 16 – podshibnik; 17 – generator podpyatnigini tayanch konstruksiyasi.

4) BK ishchi g'ildiragi quyidagicha tuzilgan:

a) ishchi g'ildirak korpusi;

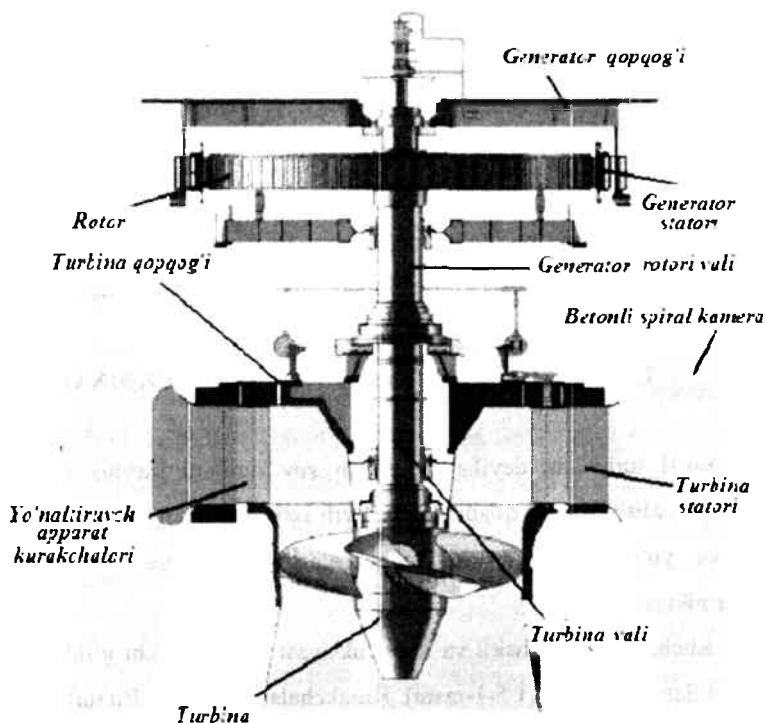
b) ishchi g'ildirak kurakchalari, ularning soni $Z=4-8$;

5) so'ruvchi quvur;

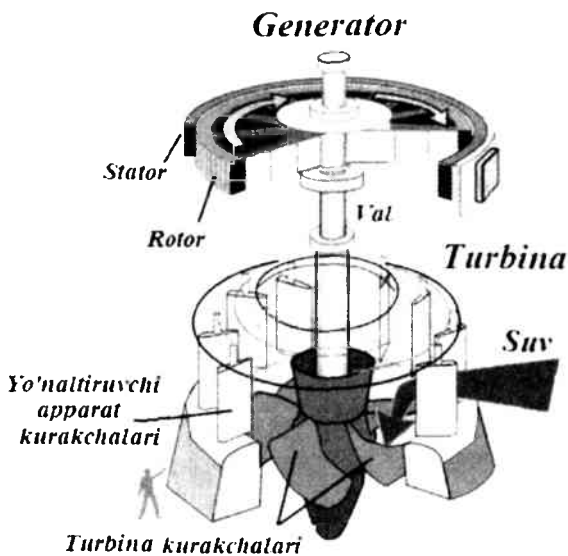
6) turbina vali, uning ichida moy taqsimlaydigan shtanga joylashib, ishchi g'ildirak korpusi ichida joylashgan servomotorni yuqori yoki pastki bo'shlig'iga moy yuboradi. Porshen harakat qilib, shtok orqali krestovmaga, sergaga va kurakcha sapfasiga tasir qiladi. Porshen pastka qarab harakat qilganda kurakchalar ochiladi, yuqoriga harakat qilganda-yopiladi.

7) yo'naltiruvchi podshibnik;

8) turbina qopqog'i.



1.4-2-rasm. Kichik naporli vertikal gidroagregat



1.4-3-rasm. Vertikal gidroagregat konstruksiyasi

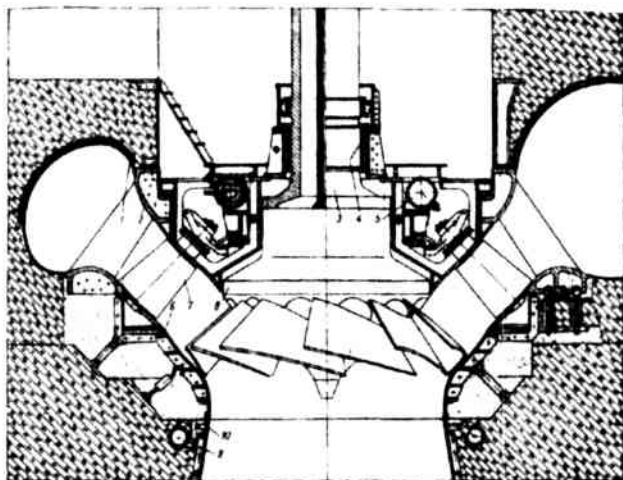
Nazorat savollari:

1. Turbinalar qanday sinflar bo'linishini tushintiring.
2. Reaktiv turbinalar nechta tizimga bo'linadi?
3. Radial-o'qli turbinaning konstruktiv tuzilishiga nimalar kiradi?

1.5. DIAGONAL BURAMA KURAKLI TURBINALAR

Diagonal turbinada deyilishiga sabab suv oqimini turbina kurakchalariga diagonal yo'nalishida tasir qiladi. U 1902 yili ixtiro qilingan. Stator, yo'naltiruvchi apparat va yo'naltiruvchi apparat kurakchalarini burash mexanizmi, xuddi o'qiy turbinalarinikiga o'xshaydi.

U, ishchi g'ildirak shakli va konstruksiyasi hamda ishchi g'ildirak kamerasi tuzilishi bilan farq qiladi (1.5-1-rasm). Kurakchalar soni 9-10. Bu turbinalar birgina kurakchalar soni bilan farqlanmay, balki ularni har hil θ burchak ostida joylashishi bilan farqlanadi. Napor oshishi bilan burchak θ ham o'zgaradi. Masalan. $H=40-80$ m. da $\theta=60^{\circ}$, $H=60-130$ m, da $\theta=45^{\circ}$, $H=120-200$ m, da $\theta=30^{\circ}$.



1.5-1-rasm. Buxtarma GESining diagonal turbinasini qirqimi:

1-siral kamera; 2-turbina stator; 3-turbina vali; 4-yoʻnaltiruvchi podshubnik; 5-torli servomotor; 6-poy-devor qismi; 7-yoʻnaltiruvchi apparat; 8-ishchi gʻildirak; 9-havo kollektori; 10-soʻruvchi quvur

1.6. CHOʻMICHLI TURBINA

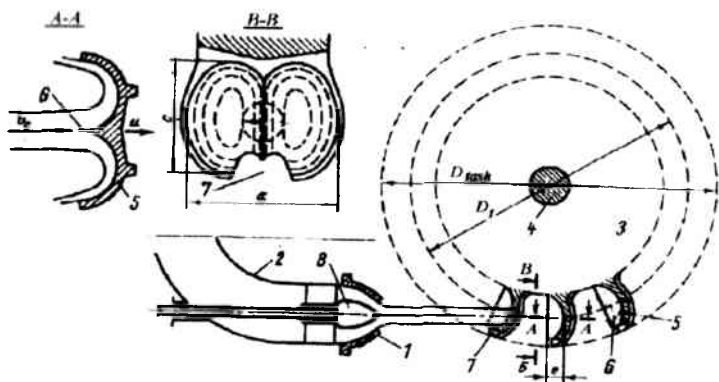
Choʻmichli turbina aktiv turbina sinfiga kiradi va ishlash prinsipi boʻyicha reaktiv turbinalardan farq qiladi. Bunday turbinalar napor $H=300-1770$ m va undan yuqori naporgacha ($H=2000$ m) ishlaydi.

Choʻmichli turbinani asosiy elementi 1-soplo boʻlib, unga 2-quvur orqali suv keltiriladi va 3-ishchi gʻildirak, 4-valga oʻrnatilgan. Soplo bilan ishchi gʻildirak suv satxidan yuqori oʻrnatilgan boʻlib, ishchi gʻildirak havoda aylanadi (1.6-1-rasm).

Soplodan suv oqimi H napor taʼsiri ostida V_s tezlik bilan oʻtib chiqadi va u quyidagi formuladan aniqlanadi

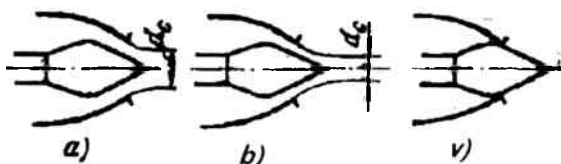
$$V_s = \varphi \sqrt{2gH} \quad (1.6-1)$$

Tezlik koeffitsienti $\varphi=0,98-0,99$ teng. Suvning naporiga qarab tezlik V_s oʻzgaradi, yaʼni $H=600$ m, da $V_s=105$ m/c, $H=1500$ m, da esa $V_s=165$ m/c.



1.6-1-rasm. Cho'michli turbinani sxemasi

Ishchi g'ildirak 3, cho'michga o'xshagan ishchi kurakchalar 5 diskga biriktirilgan. Kurakchalarning umumiy soni 12-40. Har bir kurakcha ikkita egri chiziqli sirtidan tashkil topgan (ikkita cho'mini birlashtirib qo'yganday) bo'lib, ular 6 pichoq bilan ajatilgan (A-A qirqim va B-B ko'rinish). Ishchi g'ildirak shunday o'rnatilganki, uning pichog'i oqim o'qi bilan mos tushgan. G'ildirak aylangan paytida suv oqimi kurakchalar orqasidan urmaslik uchun, kurakchada maxsus kesilgan joy 7 qilingan.



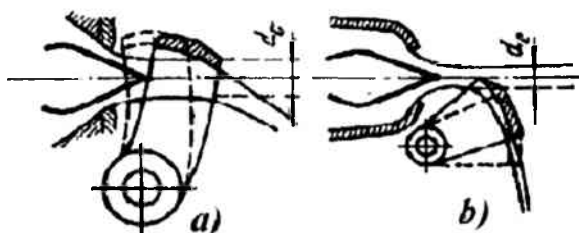
1.6-2-rasm. Suv sarfini igna bilan boshqarish

Oqim kurakchaga urilganda, u pichoq yordamida ikkiga bo'linadi va suvning har bir bo'lagi egri sirtidan sirpanib o'tadi, natijada suvning tezligiga va uning yo'nalishiga qarab kurakchalarda bosim hosil bo'lib, valda aylanayotgan ishchi g'ildirakda burovchi moment yuzaga keladi va val bilan birga aylanadi. Suv ishchi g'ildirak kurakchalariga katta tezlik bilan urilgan sababli uning sirti juda ham silliq qilib bajarilgan bo'lishi kerak. Cho'michli turbinaning quvvatini boshqarish, suv sarfini igna 8 orqali o'zgartirish bilan erishiladi (1.6-1-rasm). Agar igna soplani

ichiga tortilgan bo'lsa (1.6-2,a-rasm) unda u to'la kesim bilan ishlaydi (oqim diametri d_0 eng katta bo'ladi). Igna soplani chiqish teshigiga yaqinlashgan sari oqim diametri d_c kamayib, o'tkaziladigan sarif miqdori (1.6-2,b,v-rasmlar) kamayadi.

Cho'michli turbinaga suv uzun naporli quvurlar orqali keltiriladi. Agar soplalar tez yopilsa gidravlik zarb yuzaga kelishi mumkin. Cho'michli turbina quvvatini vaqtincha kamaytirish soplarni yopmasdan, suv sarifi o'zgartirilmasdan amalga oshirish mumkin. Buning uchun oqimni kurakdan boshqa tomonga burash kerak. Oqimga bunday ta'sir qilish deflektor yordamida bajarish mumkin. Deflektor suv oqimini boshqa yo'nalishga (1.6-3.a-rasm) burovchi yoki qirquvchi (1.6-3,b-rasm) qilib bajariladi.

Oqimni burab yuboruvchi qurilma, suv oqimini hammasini yo'nalishini o'zgartiradi, kesuvchi esa uning yurishiga qarab oqimning bir qismini yoki hammasini yo'nalishini o'zgartiradi.



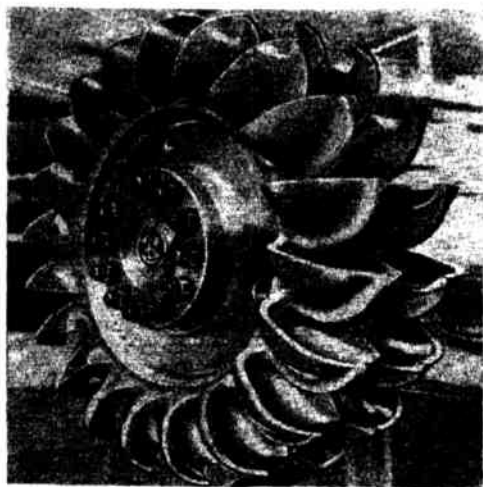
1.6-3-rasm. Deflektorni ishlashi

Qurilma quyidagicha ishlaydi. Qachon turbinadagi quvvatni tez kamaytirish talab qilinsa, deflektor boshqaruvchi servomotorga impuls beradi va tez (2-3s) surilib, quvvatni kerakli kattaligicha kamaytiradi. Shu paytda suv sarfi kamaymaydi. Bir vaqtni o'zida ignani yopish uchun impuls beriladi, lekin u sekin harakat qilganidan suv sarfi ham sekin o'zgaradi va katta gidravlik zarbni kelib chiqishini oldini oladi (ignani to'la yopish uchun yurish yo'liga ketgan vaqti 20-40s). Ignani yopilishiga qarab deflektor oqimdan chiqariladi va tizim normal ishlashga o'tadi.

Cho'michli turbinalar kurakchalari yig'ma yoki ishchi g'ildirak bilan quyma (1.6-4-rasm) qilib tayyorlanishi mumkin.

Cho'michli turbinani yaratish bir qator qiyinchiliklar bilan bog'liq. Ulardan biri ishchi g'ildirakni konstruksiyasi hisoblanadi va unga kurakchalarni qotirish tizimi kiradi.

Kurakchalarni alohida tayyorlab, uni disk-stupitsaga qotirish oson. Lekin cho'michli turbinalarning kurakchalari og'ir sharoitda ishlaydi. Ularning reaktiv turbinalardan farqi shundaki, reaktiv turbinalarning kurakchalari oqimdan olgan yuklamasi butun ish jarayonida o'zgarmaydi, cho'michli turbinaniki esa aylanish davrida ishchi g'ildirakka qotirilgan kurakchalariga suv oqimi kelib urilganda maksimal bosimni oladi, keyin yuklamadan tushadi. Shunday qilib kurakchalar o'zgaruvchan yuklamada ishlaydi, bu metalda charchashni yuzaga keltiradi va qimirlashga, qotirgichlarni bo'shasbiga olib keladi.



1.6-4-rasm. Quyma cho'michli turbinaning ishchi g'ildiragi

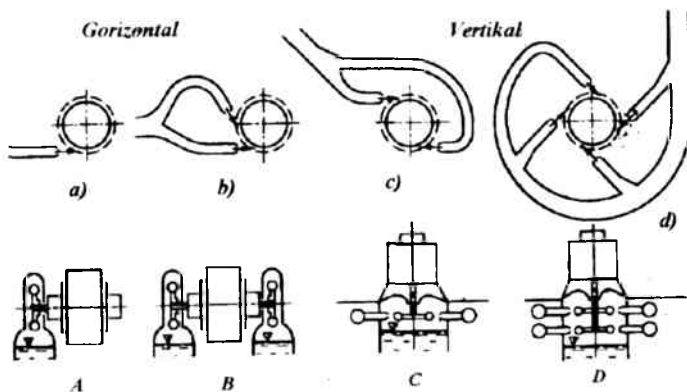
Oxirgi paytda ajralmaydigan bir butun quyma va payvandli ishchi g'ildiraklar ishlatilmoqda (1.6-4-rasm).

1.7. CHO'MICHLI TURBINANING KONSTRUKTIV SHAKLI

Cho'michli turbinaning shakli ko'p darajada soplalarning soniga bog'liq. Ularning sonini oshishi bilan ishchi g'ildirak diametri kamayadi va aylanish chastotasi oshadi. Valning holatiga qarab hamma turbinalar ikki guruhga bo'linadi: gorizontaal va vertikal. Gorizontaal turbinalarga suv oqimini bitta (1.7-1,a-rasm), ikkita (1.7-1,b-rasm) soplo bilan yo'naltiriladi. Vertikal turbinalarda suv oqimini uzatuvchi soplolari ikkita (1.7-1,c-rasm), to'rtta (1.7-1,d-rasm), oltita, bazida toq sonli bo'lishi mumkin.

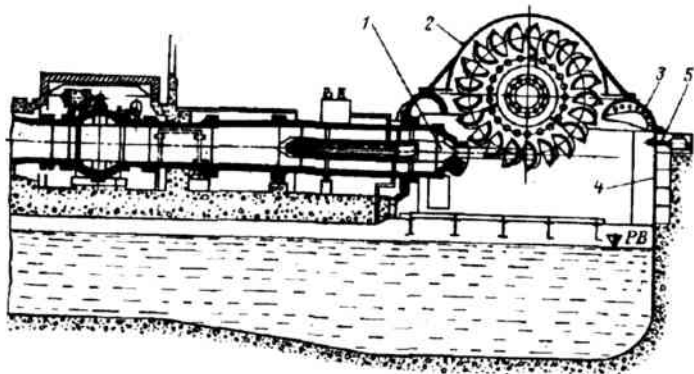
Turbina bitta yoki ikkita ishchi g'ildirakli bo'lishi mumkin. Gorizontaal agregatli turbinalarda bitta (A) va ikkita (B) ishchi g'ildirakdan foydalanishi ko'p xollarda uchraydi. Vertikal turbinalarda odatda bitta (C), ba'zilarida ikkita (D) ishchi g'ildirakdan foydalanish mumkin.

Rossiyaning Leningrad metall zavodida (LMZ) tayyorlangan eng yirik vertikal agregat, oltita soplali, quvvati 54,6 Mvt, napori 576-538 m. aylanish chastotasi 500 ayl/min bo'lgan cho'michli turbina Tatevskiy GESda o'rnatilgan.



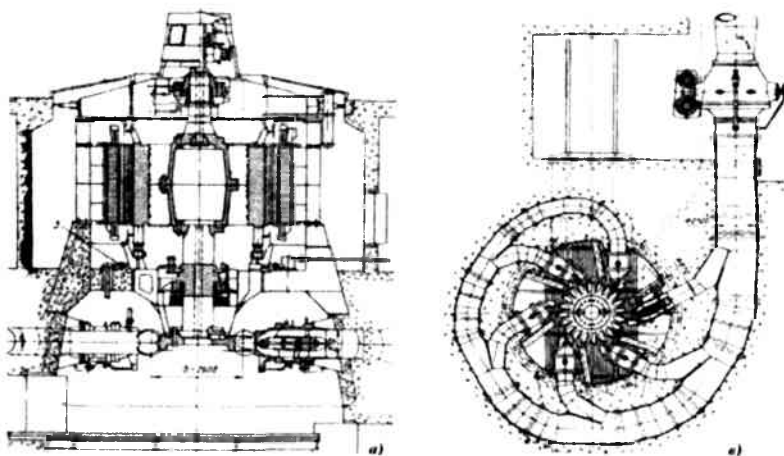
1.7-1-rasm.Cho'michli turbinaning konstruktiv sxemalari

1.7-2-rasmda gorizontaal valli cho'michli turbinali quvvati 110 Mvt ($H=721\text{m}$, $D_1=3.5\text{m}$, $n=300\text{ ayl.min}$, $H_s=0.31\text{m}$, ikkita ishchi g'ildirakli) bo'lgan Italiyadagi Chimego GES ko'rsatilgan, uning quvvati 110Mvt. Unda suv to'g'ri o'qli quvur orqali soploga keltiriladi.

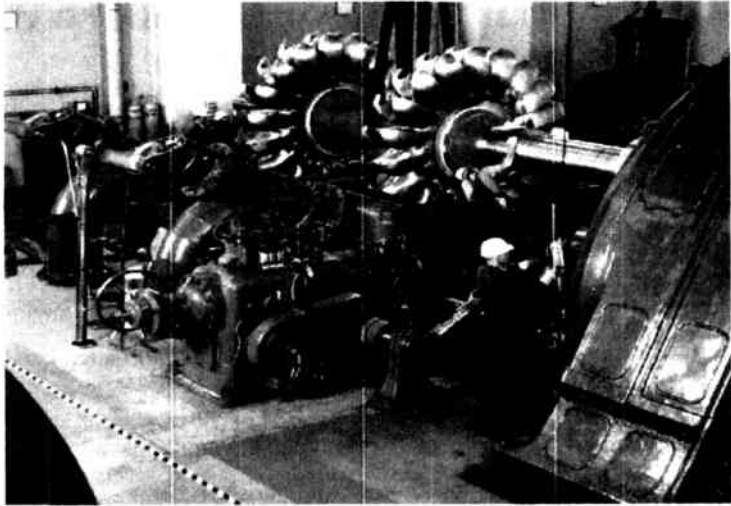


1.7-2-rasm. Cho'michli turbinali Chimego GESi:
 1-igna; 2-kojux; 3-qaytargich; 4- po'lot shit; 5-kichik tormozlovchi soplo

Boshqaruvchi 1 ignani harakatga keltiruvchi servomotr mexanizmi kapsula ichida joylashgan va uning sirtidan suv sirpanib o'tadi. Bunday konstruksiya keltiriladigan oqimning yo'qolishni kamaytiradi, asosan uning zichligini va turg'unligini oshiradi, turbinaning FIKini ko'payshiga yordam beradi. Ignani boshqaruvchi kapsulali yuritma bugungi kunda keng qo'llanmoqda. U Tateviy GESida ham qo'llangan.



1.7-3-rasm. Vertikal agregatli cho'michli turbinali Sestrimo GESi (Bulgariya)



1.7-4-rasm. Gorizonttal agregatli cho'michli turbina

1.7-3-rasmda Bolgariyada qurilgan zamonaviy vertikal agregatli cho'michli turbinali Sestrimo GESi keltirilgan.

Nazorat savollari:

1. Burama kurakli turbina bilan diagonal turbinani farqi nimada?
2. Cho'michli turbinaning quvvati qanday boshqariladi?
3. Cho'michli turbinaning konstruktiv tuzilishini tushintiring.
4. O'zbekiston respublikasi xududidagi GESlarda qanday turdagi turbinalar ko'p qo'llaniladi?

2-bob. REAKTIV TURBINALAR YO'NALTIRUVCHI APPARATIDA SUV OQIMINING SHAKILLANISHI.

2. Turbinaning ishchi jarayonining asosiy nazariyasi

2.1. Turbina ishchi g'ildirakdan o'tayotgan suyuqlikning harakati

Absolyut va nisbiy harakat to'g'risida tushincha. Tezlik uchburchaklari. Hamma reaktiv turbinalarda ishchi g'ildirakka keladigan suyuqlik oqimi yo'naltiruvchi apparat orqali shakillanadi va u aylana bo'yicha kurakchalardan iborat bo'lgan panjarani tashkil qiladi.

Asosiy maqsad turbina orqali o'tayotgan suyuqlikning absolyut va nisbiy harakatini o'rganish va tezlik uchburchaklarini qurish.

Gidrodinamik xossasiga ko'ra, turbinaning o'tkazuvchanlik qobiliyati Q , aylanish chastotasi n va f.i.k. η bilan xarakterlanib qolmay, balki suyuqlikning oqim tezligi v kattaligi va uning yo'nalishi bilan aniqlanadi. Ular o'z navbatda turbinaning suv bilan ta'sir qiladigan qismini shakli va elementlarining o'lchami hamda ishchi nabori H ga bog'liq.

Biz ishchi g'ildirak kurakchalarini bir tekislikka yoyib, unda suv oqimining harakatini kuzatamiz. Yo'naltiruvchi apparatdan kelayotgan bitta oqimchaning tezlik vektori V_0 . Ishchi g'ildirakdagi suyuqlikning harakati murakkab bo'lib, u ikkita harakatdan tashkil topgan: nisbiy va aylanma.

Ishchi g'ildirakda ixtiyoriy joyni belgilaymiz:

u -aylanma (ko'chma) tezlik;

w -oqimning nisbiy tezligi;

v -oqimning absolyut tezligi.

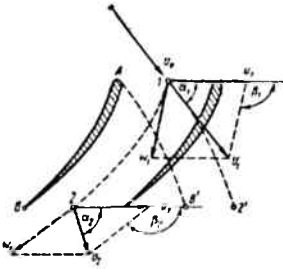
Indekslar quyidagicha nomlanadi:

0-buzilmagan oqimning ishchi g'ildirak kanaliga kirishdagi joy;

1-ishchi g'ildirak kurakchalari kanaliga suyuqlikni kirish joyi;

2-ishchi g'ildirak kurakchalari kanalidan suyuqlikni chiqish joyi.

Aylanma tezlik ishchi g'ildiraning ixtiyoriy nuqasidagi r radius orqali aniqlanadi va uning aylanish n soniga bog'liq. U, $u = r\omega$ teng va berilgan radiusga urinma bo'yicha yo'nalgan. Oqimning nisbiy tezligi kurakchanning formasi orqali aniqlanadi va ishchi g'ildirakdan suvni o'tishiga qarab o'zgarib turadi. Nisbiy tezlikning kattaligi turbinadan o'tayotgan suv sarfiga bog'liq.



2.1-1-rasm. Ishchi g'ildirak kurakchalar orasida xarakat qilayotgan suvning troektoriyasi va tezligi

v —absolyut tezlik ko'chma (aylanma) teziik bilan nisbiy tezlik vektorlarini qo'shishidan kelib chiqib, kurakchani nuqtasi uchun

parallelogramni hosil qiladi. Parallelogram diagonali absolyut v tezlikni beradi. Shunday qilib, v , u va w tezlik vektorlari yordamida tezlik uchburchagimi hosil qilinadi. 2.1-1-rasmida kirish va chiqish uchun tezlik uchburchagi ko'rsatilgan. Kirish va chiqishda v absolyut va u aylanma tezliklar orasidagi burchak, α burchakni tashkil qiladi (α_1 -kirishda va α_2 -chiqishdagi burchaklar), w nisbiy tezlik bilan v absolyut tezliklar orasida burchak β burchakni tashkil qiladi (β_1 -kirishda va β_2 -chiqishdagi burchaklar). β burchak kurakchalarning konstruksiyasi va shakliga bog'liq. Radial o'qli va propellerli turbinalar uchun ma'lum bir nuqtalarning hamma rejimlarida ular o'zgarmas bo'lishadi. α burchaklar, β burchaklarga va turbinaning ishlash rejimiga bog'liq.

Ishchi g'ildirakdagi suyuqlik xarakatini tashxis (analiz) qilganda birinchi yaqinlashishda faraz qilinadi.

1) ishchi g'ildirak ko'p sonli cheksiz yupqa kurakchalardan iborat bo'lib suyuqlik nisbiy harakatida AV kurakcha shaklini oladi yoki 1-2 o'rtacha oqimni (2.1-1-rasm);

2) ko'rilayotgan kesimdagi hamma tezliklar oqimning umumiy yo'nalishi bo'yicha normal hisoblanadi;

3) turbinaning hisobiy ishlash rejimida ishchi g'ildirak kurakchalariga kirayotgan suv urilishsiz bo'lsin. 2.1-1-rasmida absolyut harakat troektoriyasi

ko'rsatilgan: A-nuqtadan chiqqan zarrachani B nuqtaga kelishidagi AB^1 va 1 - nuqtadan chiqib 2-nuqtaga kelgan zarrachani 1-2¹ yo'li ko'rsatilgan. Absolyut tezliklar v_1 va v_2 vektorlari yo'lining boshlanishida va oxirida ularning troektoriyalariga urinma, nisbiy tezliklar w_1 va w_2 vektorlari esa, AB yoki 1-2 yo'nalish bo'yicha nisbiy xarakterning troektoriyasini boshlangich va oxirgi nuqtalariga urinma bo'ladi.

Urilishsiz kirish. *Urilishsiz kirish deb shunday kirishga aytiladiki unda ishchi g'ildirak kurakchasini kirishidagi oqimning absolyut tezligi, yo'naltiruvchi apparatda hosil qilgan absolyut tezlikning kattaligiga va yo'nalishi bo'yicha teng bo'ladi, nisbiy tezlik esa, ishchi g'ildirak kurakchuning kirish elementiga urinma yo'nalishida bo'ladi, ya'ni*

$$\overline{v_1} = \overline{v_0}, \quad \overline{w_1} = \overline{w_0}, \quad \alpha_1 = \alpha_0$$

Suv urilish bilan kirganda energiya yo'qolishi ko'payadi. Shuning uchun turbinani loyiha qilishda, ekspluatatsiyasida urilishsiz sharoitni yaratishga harakat qilinadi. Bunday rejimga normal yoki hisobiy deyiladi. Hamma ishchi rejimda urilishsiz kirishni ta'minlash qiyin. Turbina orqali o'tayotgan suv sarfi o'zgarsa, oqimning v tezlik vektorlari (2.1-2-rasm) ishchi g'ildirakka kirganda o'zini kattaligini va yo'nalishini o'zgartiradi, lekin ko'chma u tezlik o'zgarmas bo'ladi, w_1 nisbiy tezlik esa o'z yo'nalishini o'zgartirmay carfga qarab o'z kattaligini o'zgartiradi.

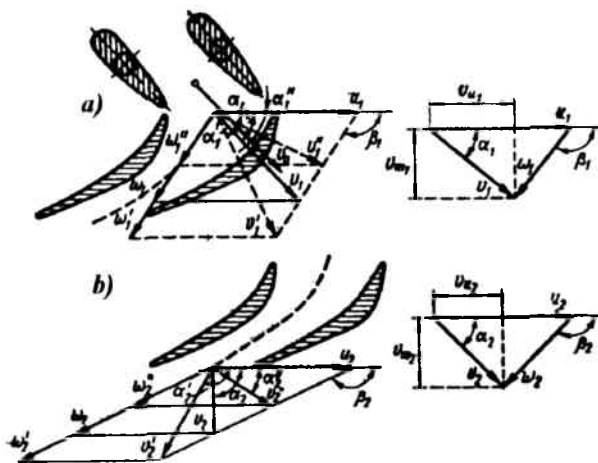
Turbining har xil rejimda ishlashida ishchi g'ildirak kurakchasiga suvni kirish sharoitini ko'raylik (2.1-2-rasm):

1) normalda;

2) yo'naltiruvchi apparatning kurakchalarini ochilish kattaligi a_0 oldingiday, lekin ishchi napor H oshirilgan (2.1-2,a-rasm);

3) boshlangich ishchi napor H da, yo'naltiruvchi apparatning kurakchalarini ochilish kattaligi a_0 oshirilgan (2.1-2,b-rasm).

2.1-3-rasmda normal rejimdagi tezlik uchburchaklarining vektor diagrammalari ko'rsatilgan, ular \overline{u} , $\overline{w_1}$ va $\overline{v_1}$ vektorlaridan tashkil topgan.



2.1-2-rasm. Suvning ishchi g'ildirakka kirishi va chiqishi:
 a) ishchi g'ildirak kurakchasiga kirishi; b) ishchi g'ildirak kurakchasidan chiqish

Agar yo'naltiruvchi apparat kurakchalarining ochilishi avvalgiday qolgan, ishchi napor esa oshgan deb faraz qilsak, unda ishchi g'ildirak kurakchalariga yaqinlashandagi absolyut v_0 tezlik, v_0^1 tezlikka oshadi (2.1-3, a-rasm); nisbiy tezlik w_0^1 , v_0^1 va u_1 tezliklar farqi bilan aniqlanadi.

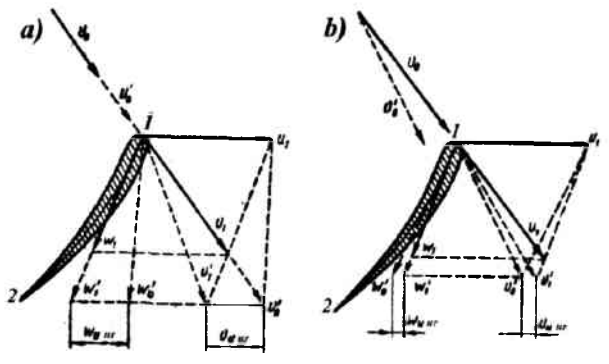
Yangi nisbiy tezlik w_1^1 , undan oldingi nisbiy tezlik w_1 yo'nalishi bilan mos tushmaydi, chunki kurakchani kirish qirrasida uyurma xarakterda harakat yuzaga keladi va u urilishni yuzaga kelishiga sabab bo'ladi, keyinchalik esa energiya yo'qolishiga olib keladi. Ishchi napor o'zgartirilganda kurakchani boshlangich elementidan suv w_1^1 nisbiy tezlik bilan sirpanib o'tadi, absolyut tezlikni yo'nalishi v_0^1 dan v_1^1 ga o'zgaradi.

Kirishdagi urilishda yo'qolish kattaligi quyidagicha:

$$h_{u_{ur}} = \frac{w_{u_{ur}}^2}{2g} = \frac{v_{u_{ur}}^2}{2g},$$

bu erda $w_{u_{ur}}$ va $v_{u_{ur}}$ -aylanma yo'nalish bo'yicha o'zgaragan nisbiy va absolyut tezliklarini proeksiyalari.

O'zgarmas naporda yo'naltiruvchi apparatni ochilish kattaligi oshganda (2.1-3, b-rasm) suv sarfi oshadi va v_0 vektor v'_0 vektor xolatiga burilishi sodir bo'ladi, vektor v_1 esa v'_1 holatga o'zgaradi. Bu erda absolyut tezliklar vektorlari kurakchagacha va kurakchalarning kirish qirrasigacha bir xil



2.1-3-rasm. Ishchi g'ildirakka kirishdagi tezlik uchburchaklari:

a- normal rejimda va H napori oshirilgan rejimda, $\alpha_0 = const$;

b- normal rejimda va ochilish kattaligi α_0 oshirilgan rejimda. $H = const$

yo'naltirilgan burilishga ega. Shu sababdan ishchi g'ildirak kurakchalariga kirishdagi urilish birmuncha kam bo'ladi, natijada u bilan bog'liq bo'lgan energiyaning yo'qolishi kamayadi. Shuning uchun buriluvchan kurakchali yo'naltiruvchi apparatning yutug'i katta bo'ladi. Radial-o'qli va propellerli turbinalarda urilishsiz kirish faqat bitta normal rejimda bo'ladi, burama-kurakli turbinalarning kurakchalarini har bir burilish burchaklarini bitta rejimida urilishsiz kirish kuzatiladi.

Normal kirish. *Suyuqlikning normal kirishi deb, ishchi g'ildirakdan chiqayotgan absolyut tezlik ko'chma tezlikka perpendikulyar bo'lishiga aytiladi, yani $\alpha_2 = 90^\circ$ va $v_{u2} = 0$ (2.1-1 va 2.1-2-rasmlar)*

Cuyuqlikning normal chiqish sharoitini ko'raylik.

Kirish tezlik uchburchagidan (2.1-1-rasm):

$$v_{u2} = u_2 - w_{u2} = u_2 - w_2 \cos(180^\circ - \beta_2) = u_2 - v_{m2} \operatorname{ctg}(180^\circ - \beta_2), \quad (2.1-1)$$

bu erda v_{m2} -absolyut tezlikni meridional tashkil etuvchisi,

$$v_{m2} = \sqrt{v_{r2}^2 + v_{t2}^2}, \quad (2.1-2)$$

bu erda v_{r2} va v_{t2} - absolyut tezlikni ishchi g'ildirakdan chiqishidagi radial va o'qiy tashkil etuvchilari.

v_{m2} -tezlik sarifga proporsional, yani $v_{m2} = k_1 Q$

Xususan, ishchi g'ildirakdan keyingi qirqimda o'qiy oqim uchun taxminan qabul qilish mumkin

$$v_{m2} = v_{t2} = \frac{Q}{F_2}$$

bu erda F_2 -turbina o'qiga normal bo'lgan ko'ndalang kesim yuzasi.

Shunday qilib, ega bo'lamiz

$$v_{u2} = u_2 - k_1 Q \operatorname{ctg}(180^\circ - \beta_2), \quad (2.1-3)$$

Bu tenglamada normal chiqish quyidagicha bo'ladi

$$u_2 = k_1 Q \operatorname{ctg}(180^\circ - \beta_2)$$

2.2. Burama kurakli turbinaning ishchi g'ildiragiga suyuqlikning kirish va chiqishidagi tezlik uchburchaklari

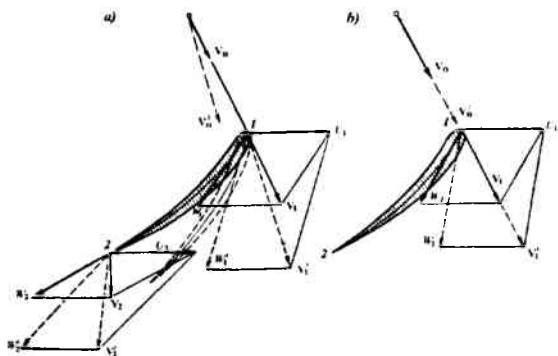
Burama kurakli turbinalarning suv sarfi ikki tomonlama boshqarishga ega, bir vaqtini o'zida yo'naltiruvchi (YA) apparat kurakchalarini burilishi (ochilish kattaligi α_0 ni o'zgartirish), ishchi g'ildirak kurakchalari burilishi (φ burilish burchagini o'zgartirish orqali) bilan mos tushishi mumkin. Bu o'z vaqtida ishchi g'ildirakka kirish va chiqishni juda ham qulay sharoitini taminlab berishi natijada katta f.i.k. ga erishish mumkin.

Har hil rejimdagi burama kurakli turbina ishchi g'ildiragiga kirish va chiqish tezliklari diagrammasi 2.2-1-rasmda ko'rsatilgan. Normal rejimda ishchi g'ildirakka yaqinlashgan absolyut tezlik vektorlari v_0 bilan belgilangan, kirishda tezlik uchburchaklari u_1 , w_1 va v_1 vektorlaridan tashkil topgan, chiqish vektorlari esa u_2 , w_2 va v_2 lardan iborat.

YA va ishchi g'ildirak kurakchalarining ochilish kattaligi oshirilganda suv sarfi ko'payadi (2.2-1,a-rasm), v_0 vektori yangi xolatni egallaydi, tezlik uchburchagining 1-nuqtasi esa u_1, w_1 va v_1 tezlik vektorlaridan tashkil topadi. Bir

vaqtni o'zida va kelibulgan holda YA va ishchi g'ildirak kurakchalarini burashda w_1^0 va w_1^1 vektorlari tengligini ta'minlash mumkin; shunday qilib, yangi rejimda ishchi g'ildirak kurakchasiga kirish urilishsiz bo'ladi (2.2-1,a-rasm). $a_0 = const$ da ishchi napor oshirilganda suv sarfi ko'payadi; ishchi g'ildirakka yaqinlashgan v_0 , o'z yo'nalishini o'zgartirmay v_0^1 ga ortadi. Urilishsiz kirish sharti bilan 1-nuqtadagi tezlik uchburchagi quyidagi u_1 , w_1^1 va v_1^1 vektorlardan tashkil topadi.

Burama kurakli ishchi g'ildirak kurakchalaridan chiqayotgan suyuqlik, uning kuraklarini burilishi hisobiga propellerli va radial o'qlinikiga qaraganda, ularni har xil ishlash rejimida qulay sharoit yaratiladi. 2.2-1,a - rasmda normal rejimdagi va suv sarfi oshirilgandagi tezlik uchburchaklari ko'rsatilgan (uchburchak u_2 , w_2^1 va v_2^1 vektorlaridan tashkil topgan).



2.2-1-rasm. Burama kurakli ishchi g'ildirakning kirish va chiqishdagi tezlik uchburchaklari: a- normal rejimda va $H \approx const$ da, a_0 va φ° ochilishlari katta rejimida; b- normal rejimda va $a_0 = const$ da napori oshirilgan rejimda.

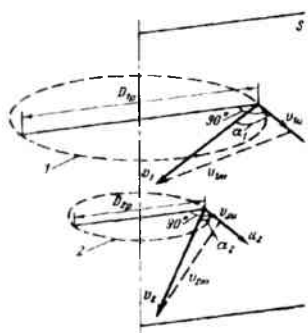
Normal ish rejimida absolyut tezlik v_2 aylanma tezlik u_2 bilan 90° hosil qiladi; katta suv sarfi rejimida esa absolyut tezlik v_2^1 gacha oshadi, yo'nalishi esa umuman o'zgarmaydi ($\alpha = 90^\circ$).

Nazorat savollari

1. Urilishsiz kirish qanday bo'ladi?
2. Normal kirish deb nimaga aytiladi?
3. Burama kurakli turbinalarni suv sarfini boshqarilishim aytng.

2.3. Turbinaning asosiy energetik tenglamasi va uning quvvatini boshqarish jarayoni.

2.3.1. Turbinaning asosiy tenglamasi



Ishchi g'ildirakda oqimning kuch va energetik ko'rsatkichlarini aniqlash uchun harakat miqdori momentini qo'llaymiz. Umumiy holat sifatida 2.3-1-rasmda meridional kesimi ko'rsatilgan radial o'qli turbinaning ishchi g'ildiragini ko'raylik. O'ziga ishchi g'ildirak kurakchalarini qamrab olgan, 1 kirish va 2

2.3.1-1-rasm. Ishchi g'ildirak kurakchalarining kirish va chiqish qirralari

chiqish qirg'oqlarini oldidan o'tuvchi chegaralangan sirtini, shuningdek halqani yuqorigi va pastki xajimni ajratib olamiz. *S-meridian kesim*

Barqaror o'rtalashtirilgan oqim ichida ajratilgan xajim $v_u r$ vaqt birligi ichida

2.3.1-1 o'zgarmaydi, unda $v_{1u} r_1 - v_{2u} r_2$ larni farqi $d(v_u r)$ bo'ladi. Ishchi g'ildirak kurakchalaridan o'tayotgan suyuqlikning vaqt birligidagi massasi

$$m = \rho Q dt$$

Bu sharoitda xarakat miqdorining momenti qonuni formulasi quyidagicha

$$\frac{d(mv_u r)}{dt} = \rho Q (v_{2u} r_2 - v_{1u} r_1) = \Sigma M_0, \quad (2.3.1-1)$$

Ajratilgan xajimga ta'sir qilayotgan tashqi kuchlarning aylanish o'qqa nisbatan momentlar yig'indisi ΣM_0 quyidagicha aniqlanadi. Aylanayotgan 1 va 2 sirlardagi hanida halqaga bo'lgan bosim kuchining momenti nolga teng. Og'irlik kuchining momenti ham nolga teng, chunki u qo'yilgan markaz o'q yo'nalishiga mos tushgan. Kuchlar tomonidan suyuqlikka ta'sir qilayotgan aks ta'sir momenti $-M$ ga teng.

(2.3.1-1) formula bo'yicha v_{1u} va v_{2u} kattaliklarni ochib, r ni $D/2$ bilan almashtirib hosil qilamiz:

$$M = \rho Q (0.5 D_1 v_1 \cos \alpha_1 - 0.5 D_2 v_2 \cos \alpha_2), \quad (2.3.1-2)$$

O'rtacha sirkulyasiya tengligidan foydalanamiz

$$\Gamma_1 = \pi D_1 v_1 \cos \alpha_1 \quad \text{va} \quad \Gamma_2 = \pi D_2 v_2 \cos \alpha_2, \quad (2.3.1-3)$$

Kirish va chiqish o'rtacha sirkulyasiya farqidan ishchi g'ildirak momentini ifodalash mumkin

$$M = \frac{\rho Q}{2\pi} (\Gamma_1 - \Gamma_2), \quad (2.3.1-4)$$

Bu formuladan, ishchi g'ildirak o'zining kurakchalari bilan oqimning sirkulyasiyasini qachon o'zgartirsa, o'shanda buruvchi moment paydo bo'lishini ko'rish mumkin. Moment bilan ishchi g'ildirakning burchak tezligi orqali ishlab chiqiladigan quvvatni aniqlash

$$N_{gk} = M\omega. \quad (2.3.1-5)$$

Bu erda M - $H \cdot m$ da, ω - 1/s da, N_{gk} - kVt da.

(2.3.1-5) formulaga quvvatni tengligini qo'ysak

$$M\omega = \rho g Q H \eta_g, \quad (2.3.1-6)$$

bu erda H - turbina nabori, η_g - gidravlik f.i.k.

Bu formulaga (2.3.1) dan M qo'yib va $\omega 0,5D_1 = u_1$ va $\omega 0,5D_2 = u_2$ aylanish tezliklari ekanligini hisobga olib, hosil qilamiz

$$H \eta_g = \frac{1}{g} (u_1 v_1 \cos \alpha_1 - u_2 v_2 \cos \alpha_2), \quad (2.3.1-7)$$

(2.3.1-2) formuladan foydalanib quyidagi tenglamani olamiz

$$H \eta_g = \frac{\omega}{g \cdot 2\pi} (\Gamma_1 - \Gamma_2) \quad (2.3.1-8)$$

(2.3.1-7) va (2.3.1-8) formulalar turbinaning asosiy tenglamasi yoki Eyer tenglamasi deyiladi.

Tenglamani chap tomoni $H \eta_g$ -energiya, D_j da, ishchi g'ildirakning kurakchalar tizimidan o'tgan suyuqlikni og'irligi $1 H$ da olingan. O'ng tomoni ishchi g'ildirakka kirish va chiqishdagi oqimning kinematik parametrlari.

(2.3.1-8) shakldagi Eyer tenglamasidan quyidagi xulosani qilish mumkin:

1. Agar sirkulyasiya $\Gamma_2 = 0$ yoki kichik bo'lsa, eng qulay f.i.k. ish rejimidagi normal chiqish sharoitiga yaqin bo'ladi. $\Gamma_1 = \Gamma_0$ - yo'naltiruvchi apparat tomonidan hosil qilinadigan sirkulyasiya. Undan, H va ω larga bog'liq holda talab qilingan Γ_0 kattalikni aniqlash mumkin.

2. Turbina ishchi g'ildiragidan o'tayotgan suvning o'tish jarayonida oqimni sirkulyasiyasi kamayib borishi kerak. Shunday qilib, ishchi g'ildirak yo'naltiruvchi apparat hosil qilgan sirkulyasiyani «ishlatadi».

Nazorat savollari

1. Absolyut va nisbiy xarakatlar nima?
2. Ishchi g'ildirakdan suyuqlik harakat qilayotganda nimalarga yo'l qo'yiladi?
3. Urilishsiz kirish qachon bo'ladi?
4. Suyuqlikni normal kirishini tariflab bering.
5. Burama-kurakli turbina ishchi g'ildiragining kurakchalarini kirish va chiqishdagi suyuqlik xarakati qanday o'zgarishlar bo'ladi?
6. Eyler tenlamasini isbotlab bering.

2.4. Cho'michli turbinalar va ularda energiyani yo'qolishi.

2.4.1. Cho'michli turbinaning ishchi jarayonini ahamiyati

Aktiv cho'michli turbina reaktiv turbinalardan farqi quyidagicha:

1) ishchi g'ildirak havoda aylanadi va suyuqlikni faqat kinetik energiyasidan foydalaniladi;

2) suv faqat kurakchalar qismiga ta'sir qiladi.

Bu ikki faktor cho'michli turbinaning ishchi jarayonining ba'zibir xususiyati ahamiyatini aniqlab beradi.

Oqim v_0 tezligi hamma ochilishlarda va kattaliklarda o'zgarmasligini saqlaydi ($v_0 = \varphi \sqrt{2gH}$), koeffitsient φ uncha o'zgar olmaydi).

Kurakning kirish qirrasini 1-nchi nuqtasidagi tezlik (2.4-1.a-rasm) umuman oqim tezligiga teng

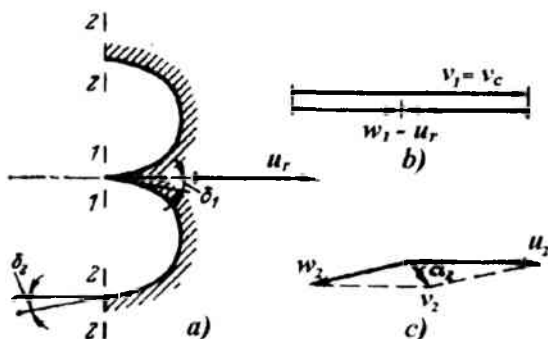
$$v_1 = v_0$$

Kurakchani berilgan kesimi uchun aylanish markazidan r masofda joylashgan aylanma (ko'chma) tezlik qo'yidagicha aniqlanadi:

$$u = u_2 = u_r = \frac{2\pi r n}{60}$$

Kurakchaga kirish kesimidagi tezliklar prallelogrammi $w_1 = v_1 - u_1$ to'g'ri chiziqni beradi (2.4-1, b-rasm) va w_1 oqim yo'nalishi bilan mos tushadi. Shuning uchun urilishsiz kirish sharti bo'yicha kirish qirrasida δ_1 («pichoq») minimal bo'lishi kerak.

Chiqish qirrasidagi tezlik parallelogrammasini aniqlashda, kurakcha bo'ylab xarakat jarayonida nisbiy tezlik kam o'zgaradi va uning yo'nalishi δ_2



2.4-1-rasm. Cho'michli turbina ishchi g'ildiragidagi oqimning kinematikasi

yo'nalishiga mos tushgani uchun $w_2 = w_1$ teng deb olish mumkin. Oqibatda quyidagini olamiz (2.4-1, s-rasm).

$$v_2 = w_2 - u_2$$

δ_2 burchak kichik bo'lgani uchun prallelogramm cho'ziq bo'ladi va tezliklar w_2 va u_2 katta bo'lishiga qaramay v_2 kichik bo'ladi.

n va u_2 larni o'zgarishi, Q va w saqlanishi, burchak α_2 va tezlik v_2 ni o'zgarishga olib keladi. v_2 ni minimal qiymatiga normal chiqish $\alpha_2 = 90^\circ$ sharti to'g'ri keladi.

2.5. Cho'michli turbinaning konstruktiv sxemasi

Cho'michli turbinaning konstruktiv sxemasi variantlari quyidagi

2.5-1-jadvalda berilgan bo'lib, undagi Zg'-ishchi g'ildirakni sonini va Zs suvni pirkab beruvchi torayuvchi nayni (soploni) sonini bildiradi.

2.5-1-jadval

Turbinaning konstruksiyasini variantlari.	Zg', dona	Zs, dona
Gorizontal val		
1	1	1
2	1	2
3	2	1
4	2	2
5	3	1
6	3	2
Vertikal val		
7	1	5
8	1	4
9	1	6
10	1	8
11	2	4
12	2	6
13	2	8

1-variant kichik turbinalar uchun

2-variant ikkita turbina bitta umumiy generator

8.9.10 –variantlar tarmoq standarti (TST) (OST) – 108 bo'yicha bajariladi

Cho'michli turbinani 108-TST (OST)

1. Turbina turi–cho' michli aktiv turbina bo'lib, uning tizmi tezyurarlik koeffitsienti bilan farqlanadi va uning markalari quyidagicha belgilanadi:

K-400-V4- napori 400, vertikal, 4 soplasi bor

K-400-V6; K-600-K4; K-600-V6; K-600-V8; K-1000-V4; K-1500-V4

2. Diametr qatori quyidagicha bo'ladi: $D_1=1120\text{m}, 1250\text{.....}4250\text{mm}$

(Izoh: Diametr o'lchami 2% o'zgarishi mumkin)

Nazorat savollari

1. Cho'pchil turbinaning oqim harakati kinematikasi qanday bo'ladi?
2. Oqim quvvati bilan turbina quvvatini farqi.
3. Xajmiy yo'qolish qaerda bo'ladi?
4. Gidravlik yo'qolishlarchi?
5. Nima uchun mexanik yo'qolish deyiladi?

3-bob. TURBINANI MODELLASHTIRISH ASOSLARI. O'XSHASHLIK SHARTLARI.

3.1. Turbinaning modellashtirish asoslari.

3.1.1. Umumiy ko'rsatma

Harqanday mashinalarga qo'yiladigan talablar kabi, turbinalarga ham quyidagi asosiy talablar qo'yiladi.

1. Uni uzoq ekspluatatsiya davrida yuqori ishonchligini taminlash.
2. FIK va kavitatsiya koeffitsienti ko'rsatkichlari bilan xarakterlanadigan turbinaning har qanday ishlash rejimida ham yuqori energetik va kavitatsiya ko'rsatkichlarini taminlash.
3. Berilgan ishchi naporda turbinaning va yordamchi jixozlarni minimal o'lchami va og'irligida talab qilinadigan quvvatni olish.
4. Turbina jixozlarining konstruksiyasi va kompanovkasi (yig'masi), uning berilgan prinsipial konstruksiyasi bo'yicha GES binosiga kichik o'lchamda bo'lgan bu jixozlarni qulay joylashtirish talabini qondirish kerak.

Bu masalalar, hozirgi zamon sharoitida turbina detallarni va uzellarning gidromexanik va mustahkamlik hisoblarni bajarish, shuningdek modelni energetik, kavitatsiya va mustahkamlik sinovlarini laboratoriya sharoitida o'tkazish yo'li bilan echiladi.

3.2. Modellashtirish va o'xshashlik asoslari

Gidravlik turbinalarning ishchi jarayonini zamonaviy nazariy holati, yuqori samarali elementi bo'lgan suv sirpanib o'tuvchi qismni nazariy hisoblar asosda

ishlab chiqishga hozircha imkon yo'q. Shu sababdan, modelni sinashda olingan kattaliklarni asosli qayta ishlab chiqish uchun gidrodinamik o'xshashlikka rioya qilish kerak, ular quyidagilar:

1. Ishchi g'ildirakni va suv sirpanib o'tuvchi qismimng hamma elementlarini, sirpanib o'tuvchi sirtning g'adir-budirligini hisobga olgan holda geometrik o'xshashligi,

2. Kinematik o'xshashlik, yani oqim tartibi o'xshashligida turbinani va modelni suv sirpanib o'tuvchi traktining o'xshash nuqtalarida tezlikni va bosimni taqsimlanishi bir xil bo'lishi kerak

3. Dinamik o'xshashlik, yani o'xshash tartibda o'xshash nuqtalarda ta'sir qilayotgan kuchlar nisbati o'xshash bo'lishi kerak.

Ba'zi paytlarda faqat ishchi g'ildirak modellashtiriladi, qolgan modellashtirmagan qismlarni esa sinovda olingan xarakteristikaga tuzatishlar kiritish orqali hisobga olinadi.

Har xil o'lchamli turbinalarning suv sirpanib o'tuvchi qismlarning sirlari geometrik konfiguratsiyasi o'xshash bo'lsa, unda ular turbinalar seriyasini tashkil qiladi.

Geometrik, kinematik va dinamik o'xshash sistemalar xarakteristikasiga mexanik o'xshashlik deyiladi. Buning uchun quyidagi o'lchamsiz kattaliklar o'xshash bo'lishi kerak

$$Re = \frac{Vd}{\nu}, \text{ Reynolds soni; } Fr = \frac{V^2}{gl}, \text{ Fruda soni; } Sh = \frac{V}{nl}, \text{ Ctruxal soni,}$$

$$Eu = \frac{P}{\rho V^2}, \text{ Eyler soni,}$$

Bu erda l -uzunlik, n - aylanish soni, ρ -zichlik, v -tezlik.

Amalda turbinani loyihalashda uning modeli va haqiqiy kattaliklarida Ctruxal va Eyler sonlariga rioya qilinadi, Fruda soniga esa kam va Reynolds soni tengligi rioya qilinmaydi. Chunki modelning o'lchami haqiqiy turbinanikiga qaraganda 10-40 marta va nabori 10-100 marta kichik. Haqiqiy turbinaning Reynolds soni modelnikiga qaraganda 50-100 marotaba katta, lekin ko'p tajribalar shuni ko'rsatadiki model va haqiqiy turbinalar Reynoldsning $Re > 10^5$ sonida ko'p

ishlagan. Reynolds soni farqi oqimning harakat shakliga sezilarli ravishda ta'sir qilmaydi. Turbinani modellashtirishda Reynolds sonini va nisbiy g'adir-budirligni, FIKga ta'siri hisobga olinganda turbina modeliga, emperik formulalardan foydalangan holda, tuzatish kiritiladi

3.3.O'xshash turbinalarning o'xshash tartibda ishlashi va formulalari

Turbina turi uning suv o'tkazuvchi trakti shakli («geometriyasi») bilan aniqlanadi. Boshqa so'z bilan aytganda, berilgan turdagi (model va haqiqiy) turbinalarning suv o'tkazuvchi trakti geometrik o'xshash bo'ladi.

Bir turdagi turbinaning modeli va haqiqiyi har xil o'lchamli bo'lishiga qaramay quyidagi talabni qondirishi kerak:

- 1) hamma mos burchaklar bir-biriga teng:

$$\delta_{1M} = \delta_1, \quad \delta_{2M} = \delta_2, \quad (3.3-1)$$

- 2) o'xshash tomonlar nisbati o'zgarmas:

$$\frac{D_1}{D_{1M}} = \frac{D_2}{D_{2M}} = \frac{b_1}{b_{1M}} = \dots, \quad (3.3-2)$$

O'xshash suv o'tkazuvchi traktlarning o'xshash nuqtalaridagi tezlik uchburchaklari yoki parallelogrammalari geometrik o'shashtigi saqlansa, u holda model va haqiqiy turbinalardagi oqim tartiblari ham o'xshash bo'lishi kerak.

Oqimlar tartibi o'xshashligida:

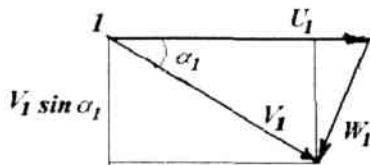
- 1) hamma tezliklarning yo'nalishi bir xil bo'lib, mos burchaklar bir-biriga teng bo'lishi kerak:

$$\alpha_{1M} = \alpha_1, \quad \alpha_{2M} = \alpha_2, \quad \beta_{1M} = \beta_1, \dots, \quad (3.3-3)$$

- 2) tezliklar nisbati o'zgarmas bo'lishlari kerak:

$$\frac{v_1}{v_{1M}} = \frac{u_1}{u_{1M}} = \frac{w_1}{w_{1M}} = \dots, \quad (3.3-4)$$

Yuqorida keltirilgan aniqlanishlar asosida model bilan haqiqiy turbinalar o'xshash rejimda ishlash qonuniyatini ko'raylik. Ishchi g'ildirak kurakchasiga kirishdagi tezlik uchburchagi geometrik o'xshash (3.3-1-rasm).



3.3-1-rasm. Haqiqiy turbina ishchi g'ildiragiga kirishdagi tezlik uchburchagi

Model va haqiqiy turbinalar diametrlari D_{IM} va D_1 lar har xil, yo'naltiruvchi apparatni va ishchi g'ildirak kurakchalarni burilish burchaklari bir-biriga teng: $\alpha_{IM} = \alpha_1$ va $\varphi_{IM} = \varphi_1$. Unda bir xil oqim tartibida aylanish chastotalar n_{IM} va n_1 , sariflar Q_{IM} va Q_1 va quvvatlar N_{IM} va N_1 nisbati qanday bo'lishini ko'raylik.

Turbina ishchi g'ildirak orqali o'tayotgan suv sarfi kurakchalar kanalining tirik kesim yuzasini oqim tezligi ko'paytmasiga proporsional, yani haqiqiy turbina suv sarfini modelning suv sarfiga nisbatini olamiz:

$$Q = F_1 V_1 \sin \alpha_1 = F_1 S_V \sqrt{gH} \sqrt{\eta_k},$$

$$Q_M = F_{IM} S_{VM} \sqrt{gH_M} \sqrt{\eta_{kM}} \quad \text{yoki} \quad \frac{Q}{Q_M} = \frac{D_1^2 \sqrt{H} \sqrt{\eta_k}}{D_{IM}^2 \sqrt{H_M} \sqrt{\eta_{kM}}},$$

Agar turbina modeli bilan haqiqiy FIKlarini

$\eta_k \approx \eta_{kM}$ deb faraz qilsak, u holda suv sariflar nisbati

$$\frac{Q}{Q_M} = \frac{D_1^2 \sqrt{H}}{D_{IM}^2 \sqrt{H_M}}, \quad (3.3-5)$$

Aylanish chastotalari nisbati

$$\frac{n}{n_M} = \frac{D_{IM} \sqrt{H}}{D_1 \sqrt{H_M}}, \quad (3.3-6)$$

Quvvatlar nisbati

$$\frac{N}{N_M} = \frac{D_1^2 H \sqrt{H}}{D_{IM}^2 H_M \sqrt{H_M}}. \quad (3.3-7)$$

(3.3.5, 3.3-6 va 3.3-7) formulalar o'xshash oqim tartibidagi o'xshash formulalar deyiladi.

Misol. Turbina modeli diametri $D_{1M}=0,3$, napori $H=3,5$ m, katta f.i.k. optimal rejimiga $n_{M\text{ opt}}=430$ ayl/min va $Q_{M\text{ opt}}=0,15$ m³/s to'g'ri keladi. Shu turdagi haqiqiy turbinaning diametri $D_1=5,0$ M va napori $H=90$ M bo'lsa, uning aylanish chastotasi n_T , sarfi Q_T va quvvati N_T qanday bo'ladi?

Echish. (3.3-6) formuladan aylanish sonini topamiz

$$n_T = n_{M\text{ opt}} \cdot \frac{D_{1M}\sqrt{H}}{D_1\sqrt{H_M}} = \frac{430 \cdot 0,3\sqrt{90}}{5 \cdot \sqrt{3,5}} = 132 \text{ aul/min}$$

(3.3-5) formuladan suv sarfini aniqlaymiz

$$Q_T = Q_{M\text{ opt}} \cdot \left(\frac{D_1}{D_{1M}}\right)^2 \frac{\sqrt{H}}{\sqrt{H_M}} = 0,15 \left(\frac{5}{0,3}\right)^2 \sqrt{\frac{90}{3,5}} = 211 \text{ m}^3/\text{s},$$

Haqiqiy turbina uchun optimal rejimda FIK $\eta_T = 93 - 95\%$. $\eta_T = 0,93$ deb olamiz, unda $N_T = 9,81 Q_T H \eta_T = 9,81 \cdot 211 \cdot 90 \cdot 0,93 = 172000$ kVt

3.4. Turbinaning keltirilgan parametrlari

O'xshashlik (3.3-5) - (3.3-7) formulalaridan ko'rinib turibdiki, turbinalarni har xil o'lchamda bajarilishi va ular har xil naporlarda, aylanish sonlarida, suv sariflarda va quvvatlarida ishlashlari mumkin. Shuning uchun berilgan turbina xarakterlash uchun qandaydir ko'rsatkich kerak bo'ladi, yani umumiy standart ko'rsatkichga, masalan napor va diametr bo'yicha **Turbinalarning har bir seriyasi bir xil gidravlik yo'qotishlar nisbati bilan xarakterlanadi. Turbinaning har bir seriyasi ishchi g'ildirakni napori $H=m$ va diametri $D_1= m$ ga keltirilgan ba'zi bir koeffitsientlar bilan xarakterlanadi.** Turbinaning ko'rsatkichlari napor $H_M = 1$ m va $D_{1M} = 1$ m da qaytadan hisohlanadi. Bunday parametrlarni **keltirilgan parametrlar** deyiladi va belgilanishi n_1 -keltirilgan aylanish chastotasi, Q_1 -keltirilgan suv sarfi, N_1 - keltirilgan quvvat. n , H va D_1 berilgan kattaliklar bo'yicha f.i.k. η o'zgarishligini hisobga olib, o'xshashlik 3.3-5) - (3.3-7) formulalaridan foydalanib quyidagi keltirilgan tenglamalarni olamiz:

keltirilgan aylanish chastotasi

$$\frac{n_1^i}{n} = \frac{D_1}{1} \sqrt{\frac{H}{1}} \quad \text{yoki} \quad n_1^i = \frac{nD}{\sqrt{H}}. \quad (3.4-1)$$

bu erda n – aylanish chastotasi ayl/min; D_1 – ishchi g'ildirak diametri m; H – napor, m.

Shuningdek keltirilgan suv sarfi

$$\frac{Q_1^i}{Q} = \left(\frac{1}{D_1}\right)^2 \sqrt{\frac{1}{H}} \quad \text{yoki} \quad Q_1^i = \frac{Q}{D_1^2 \sqrt{H}}, \quad (3.4-2)$$

bu erda Q — turbina sarfi, m³/s;

keltirilgan quvvat

$$\frac{N_1^i}{N} = \frac{D_1^2 H \sqrt{H}}{1 \cdot 1 \cdot \sqrt{1}}, \quad \text{yoki} \quad N_1^i = \frac{N}{D_1^2 H \sqrt{H}}, \quad (3.4-3)$$

bu erda gde N — turbina quvvati, kVt.

Gidrodinamik jarayonning umumiy o'xshashlik nazariyasining amaliy izlanishlaridan ma'lumki turbina modelini va haqiqiy kattaligini FIK lari bir biridan farq qiladi, shuning uchun modelni sinagandagi kattalikdan haqiqiy turbinanikiga o'tganda keltirilgan kattaliklar quyidagi formula orqali tekshirib ko'riladi

$$n_{1T}^i = n_{1M}^i \sqrt{\frac{\eta_T}{\eta_M}}; \quad (3.4-4)$$

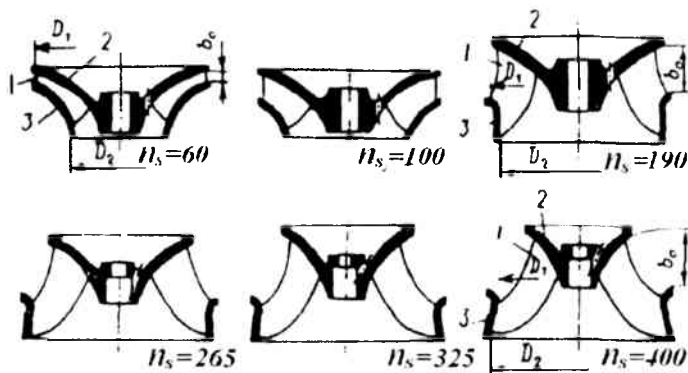
$$Q_{1T}^i = Q_{1M}^i \sqrt{\frac{\eta_{GT} \eta_{qM}}{\eta_{GM} \eta_{qT}}}, \quad (3.4-5)$$

$$N_{1T}^i = N_{1M}^i \frac{\eta_{qT} \eta_{qM}}{\eta_{GM} \eta_{qT}} \sqrt{\frac{\eta_{GT}}{\eta_{qM}}}, \quad (3.4-6)$$

bu erda η_g va η_q gidravlik va hajmiy FIKni bildiradi, «t» va «m» indekslar turbinaga va modelga taluqlidir. n_1^i va Q_1^i kattaliklar birinchi yaqinlashidagi o'xshashlik kriteriyasi.

3.5. Radial o'kli turbining ishchi g'ildiragining tezyurarlik koeffitsienti

RO' ishchi g'ildirak turi, naporlarning va tezyurarlik koeffitsient n_s ni keng diapazoni uchun ko'llaniladi. Ularning suv o'tqazuvchi formasi $n_s=60-400$ oraliqda o'zgaruvchi tezyurarlik koeffitsienti bilan aniqlanadi (3.5-1-rasm) Ishchi g'ildirak stupitsa 2 dan iborat bo'lib, u orkali boltlar bilan val flansiga qotiriladi: stupitsaga ildizli qirqimlari birikkan va okimni murakkab yo'l bilan oqib o'tadigan kurakcha 1 reshetkasi profili; kurakchalarning oxirini birlashtirib turuvchi chambarak 3 birikkan, har xil tez yurar g'ildiraklarda bu elementlar hamma RO' ishchi g'ildiraklar uchun umumiy hisoblanib, formasi bir xil bo'lmaydi. Kichik tezyurarlikda ($n_s = 60$) kurakchalarni kirish qirralari umuman vertikal tekislikda chiqishinikiga qaraganda sezilarli katta diametrdagi joylashadi, ya'ni $D_1 \gg D_2$. Ishchi g'ildirakni chiqish teshigini nisbiy balandligi b_0/D_1 uncha katta emas. Kurakcha kirish qirrasidan chiqishigacha kanal nisbiy kichkina kengligi bo'yicha cho'zilgan. Kurakchalar soni $Z_0=13-19$.

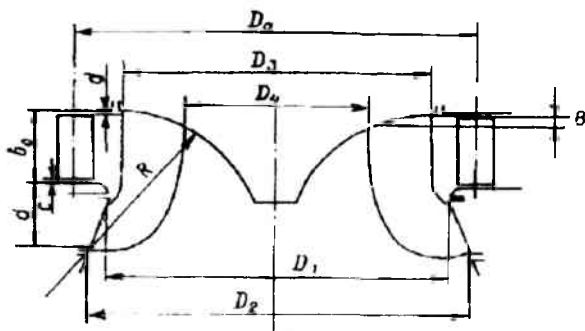


3.5-1-rasm n_s tez yurarlik koeffitsienti orqali ishchi g'ildirak turini tanlash

Katta tez yurarlik koeffitsientiga ega ($n_s = 400$) ishchi g'ildirakda gupchak (stupitsani) profili va pastki chambaragi bir-biridan farq qiladi. Kurakchalarni kirish va chiqish qirralari bir-biriga nisbatan qiyali-egik joylashgan. Kurakchani kirish qirrasini diametri D_1 , D_2 dan kichik, n_s kichik ishchi g'ildirakni b_0/D_1 nisbati sezilarli katta Kurakchalar soni $Z=13-15$.

Kichik va katta tezyurlik koeffitsientli ishchi g'ildiraklar turidan tashqari ko'p o'tish variantlari bor, lekin naporni kamayishi yoki oshishi, ishchi g'ildirakning geometrik parametrlarini umumiy xarakterini o'zgarishi qonuni ravishida qoladi. RO' turdagi turbinaning ishchi g'ildiragini kurakchalar soni BK nikiga qaraganda ko'p. Bu RO' g'ildirakning kavitatsiya sifatini oshiradi va shu sababdan kerakli chuqurlashtirishni kamaytiradi

Ishchi g'ildirakning elementlari ko'rimishini bog'likligi - kurakchalar, stupitsa va pastki halqa tez yurarlikka qarab ishchi g'ildirakni har xil konstruksiyada bajarilishini talab qiladi. 3.5-1- jadvalda turli RO' ishchi g'ildirakni D_1 ga bog'liq bo'lgan o'lchamlar nisbati berilgan (3.5-2-rasm).



3.5-2-rasm. RO' turbina ishchi g'ildiragini D_1 ga bog'liq bo'lgan o'lchamlar nisbati

Zamonaviy katta RO' turbinalarni ishchi g'ildiragi payvand yo'li bilan tayyorlanadi. Uncha katta bo'lmagan o'lchamda ular to'la quymali bo'lib, gupchak (stupitsa) va xalqaga mexanik ishiov beriladi, keyin esa suyuqlik sirg'anib o'tadigan joylari kerakli darajada silliq qilinadi. Payvandli variantda aniq formasini va ishchi g'ildirak sirti elementlarining yaxshi sifatini olish mumkin. Shu bilan birga ularni mustahkamlik xossasiga yaxshi bo'lgan materialdan tayyorlash mumkin. Kurakchalarni kavitatsiyali eroziyadan himoya qilish uchun ularni korroziyaga va kavitatsiyaga chidamli qoplamali uglerodli po'latdan yasash mumkin.

Shtampovka yo'li bilan buklangan qalin taxtali prokatdan yoki quyma yo'li bilan tayyorlangan kurakchalar gupchakka (stupitsa) suyuq metallni oqizish

yo'li bilan yopishtirish mumkin. Bu usul gupchakga mexanik ishlov berishga xalaqit beradi va ular kurakchalar 1 va 2 halqadan iborat bo'lib, gupchak 3

3.5-1-jadval

Radial o'qli turbinaning ishchi g'ildirak diametri D_1 ga bog'liq bo'lgan o'lchamlar nisbati

Ishchi g'ildirak o'lchamlari, mm	Ishchi g'ildirak turi				
	RO-45	RO-75	RO-115	RO-140	RO-170
D_2	1.10..1.20	1.05..1.15	1.00..1.10	0.95..1.05	0.90..1.10
D_3	0.70..0.75	0.75..0.80	0.85..0.90	0.90..0.95	0.90..0.95
D_4	0.30..0.35	0.35..0.40	0.40..0.45	0.45..0.50	0.47..0.52
R	0.25..0.35	0.40..0.45	0.40..0.45	0.40..0.45	0.45..0.50
a	0.005..0.010	0.01..0.02	0.005..0.010	0.005..0.010	0.001..0.010
b	0.130..0.160	0.25..0.155	0.120..0.150	0.120..0.145	0.15..0.135
r	0.060..0.070	0.065..0.070	0.070..0.075	0.070..0.075	0.075..0.080
s	0.030..0.050	0.02..0.02	0.02..	0.020..	0.005..
d	0.19..0.22	0.18..0.22	0.18..	0.18..	0.17..

3.5-1-jadval davomi

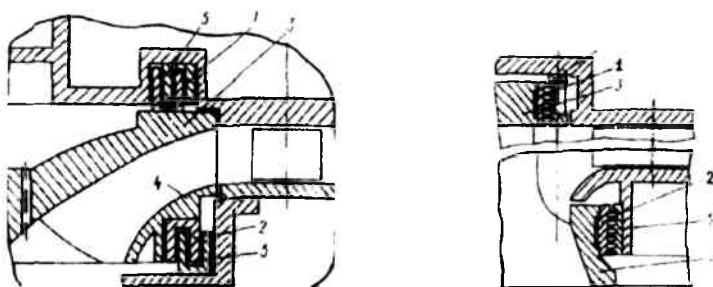
Ishchi g'ildirak o'lchamlari, mm	Ishchi g'ildirak turi			
	RO-230	RO-210	RO-400	RO-500
D_2	0.85..0.95	0.75..0.85	0.67..0.77	0.63..0.70
D_3	0.92..0.98	0.95..0.98	0.98..1.00	1
D_4	0.50..0.55	0.35..0.40	0.40..0.45	0.40..0.45
R	0.35..0.45	0.35..0.45	0.35..0.45	0.35..0.45
a	0..0.002	0..	0	0
b	0.110..0.130	0.105..1.20	0.095..	0.090
r	0.080..0.090	0.095..0.110	0.120..0.140	0.130..0.150
s	0.005..0.010	0	0	0
d	0.16..0.18	0.15..0.17	0.13..0.15	0.13..0.15

va pastki halqa 4, turbinani qopkog'iga va fundament halqaga, zichlab turuvchi moslama 5 qotirilib qo'yiladi. Labirintli zichlab turuvchi moslama, aylanuvchi va qo'zg'almas halqalar orasidagi kichik tirqishda gidravlik qarshilikni hosil qilishga qarshi ishlaydi (3.5-3-rasm).

Tirqish kattaligi turbinani ish jarayonida halqalarni bir-biriga tegib qolishiga yo'l ko'ymasligi kerak. Napor kattaligiga karab ular tirqishli, archasimon yoki taroqsimon qilib tayyorlanadi.

Agregatning podpyatnigiga o'q yo'nalishda ta'sir kilayotgan gidravlik kuchlanishni kamaytirish uchun ishchi g'ildirak gupchagida teshiklar

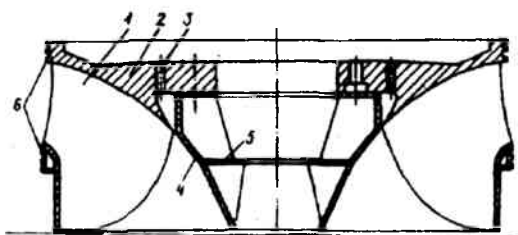
qilinadi, bu teshikchalar gupchak sirti bilan ishchi g'ildirak tagidagi kam hosimli bo'shliq bilan birlashtirib turadi.



3.5-3-rasm. Labirintli zichlab turuvchi moslamalarni o'rnatish joylari

Radial o'qli turbinani noqulay tartibda ishlash paytida yuzaga keladigan pulsatsiya va kavitatsiyani kamaytirish uchun ishchi g'ildirak tagiga havo qo'yish nazarda tutiladi.

3.5-4-rasmda napori 175 m.dan 230 m.gacha oraliqda ishlaydigan radial-o'kli turbina ishchi g'ildiragi ko'rsatilgan.



3.5-4-rasm. N=175-230 m. naporlar oraliq'ida ishlovchi radial-o'qli turbina konstruksiyasi

Yuqoridagi labirintli halqani ishchi g'ildirakka nisbatan markazlashtirish, turbina qopqog'iga tirilib turgan maxsus radial joylashgan boltlar yordamida bajariladi.

Tezyurarlik koeffitsienti. Turbina seriyasining xarakteristikasi, turbina turini umumlashtirgan ko'rsatkichi bo'lib tezyurarlik koeffitsient hisoblanadi

$$n_s = \frac{1.167n\sqrt{N}}{H\sqrt[3]{H}}$$

bu erda n — aylanish chastotasi, ayl/min; H — napor, m; N — turbina quvvati, kVt.

n_s kattaligi quyidagilar bilan farqlanadi:

a) nominal quvvatga va hisobiy naporga;

b) maksimal FIK da quvvatga va naporga aloqador bo'lishi bilan farqlanadi.

Bir sistemadagi turbinalar uchun n_s qancha (turbina qancha tezyurar bo'lsa) katta bo'lsa, shuncha gidroagregat rotorini aylanish chastotasi yuqori, gabariti va generatorni narxi tegishlicha kichik bo'ladi.

Agar tezyurarlik koeffitsientini keltirilgan kattaliklar orqali ifodalansa, unda quyidagi formulani olish mumkin

$$n_s = 3,13n_1' \sqrt{Q_1' \eta_T}$$

Har xil turbinalar sistemasi uchun n_s 3.5-2-jadvalda ko'rsatilgan chegarada topiladi.

Har xil turbinalarning tezyurarlik koeffitsienti

3.5-2-jadval

Turbina	n_s , ayl/mm
Cho'michli	20-50
Radial-o'qli	50-450
Diagonal	200-450
O'qiy vertikal	400-1000
Gorizontal	600-1100
kapsulali	

Nazorat savollari

1. Turbinalarga qo'yiladigan asosiy talablarga nimalar kiradi?
2. Modellashtirish nimaga kerak?
3. Emperik formulalarga qanday formulalar kiradi va ular qachon ishlatiladi?
4. O'xshash turbinalar qanday turbinalar?
5. Nima uchun keltirilgan parametrlar deyiladi?
6. Tezyurarlik koeffitsienti nimani uchun kerak?

4-bob. TURBINA KAMERALARI VA ULAR TO'G'RISIDA MA'LUMOTLAR.

4.1. Turbina kameralari va ularni konstruksiyalari

Reaktiv turbinalarda turbina kamerasi suvni statorga va yo'naltiruvchi apparatga keltirish uchun xizmat qiladi. Turbina kamerasiga quyidagi talablarni qo'yiladi:

1) ular yo'naltiruvchi apparatning perimetri bo'yicha hamma tomonidan bir xil miqdorda suv bilan ta'minlash uchun xizmat qiladi;

2) kameraning o'zida, statorda va yo'naltiruvchi apparatga kirishda gidravlik yo'qolish minimal bo'lishi kerak;

3) bino blokini kompanovkasi va GESning naporli suv o'tkazuvchilari bilan qulay tutash sharoiti turbina kamerasining shakli va o'lchamlari bilan mos tushishi kerak.

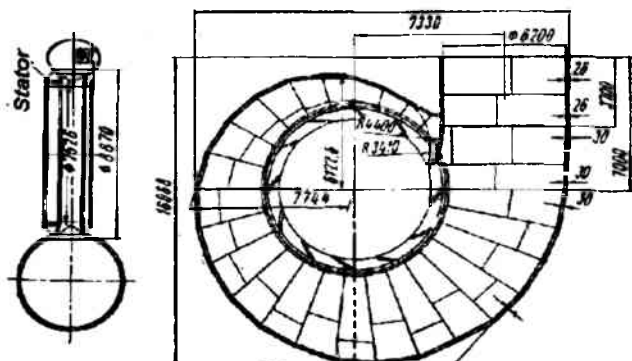
Turbina kameralarning turlari. Yirik turbinalarda ikki turli turbina kamerasi qo'llaniladi: betonli (temir betonli), doiraviy kesim yuzali metalli (po'latdan yasalgan, 4.1-1-rasm). Har bir turbina kamerasini ishlatish chegarasi asosan napor bilan aniqlanadi. Betonli turbina kameralar 4 m dan 80 m naporgacha, metalli esa 40 m dan 700 m naporgacha qo'llaniladi. Kichik turbinalar uchun soddalashtirilgan turbina kamera turlari ishlatiladi: ochiq, to'g'ri burchakli va konusli.

Ular to'g'ri burchakli qirqimga ega bo'lib, gorizontall kompanovkada kapsula oblastida silindrik shaklga o'tadi. Quvvati katta bo'lmagan vertikal radial-o'qli turbinalar uchun doiraviy kesimli to'g'ri o'qli silindrik so'rib olish quvuri qo'llaniladi.

Turbina kameralarning konstruksiyalari. 4.1-1-rasmda diametri 5,5 m naporli 100 m bo'lgan radial o'qli turbina uchun metalli spiral kamera ko'rsatilgan.

Kamerani kirish kesim yuzasi qilib suv keltiruvchi o'qlga perpendikulyar bo'lgan 0-0 kesim olingan. Oxirgi kesim etib chiqish qirrasini stator kolonnasi bilan birikuvchi – «*spiral tishi*» bilan tugaydi.

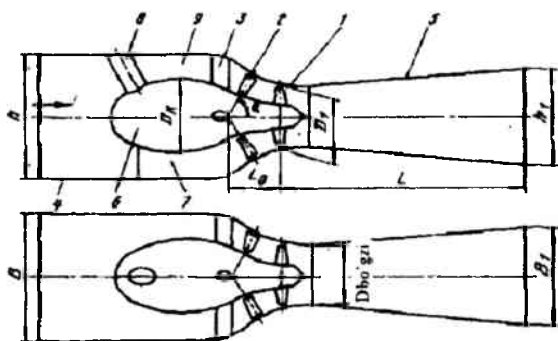
Metalli spiral turbina kamerasi umuman yo'naltiruvchi apparatni to'la o'rab oladi va u spiralni o'rab olish burchagi $\varphi_{o'rab}$ bilan xarakterlanadi. **Metalli spiral kameralarning o'rab olish burchagi** $\varphi_{o'rab} = 340 - 350^\circ$ etib olinadi. Ko'ndalang kesim yuzasi doiraviy, lekin kirish qismdan oxiriga siljib borgan sari kesim yuzasi va radius kamayib boradi.



4.1-1-rasm. Payuvandli spiral kamera konstruksiyasi

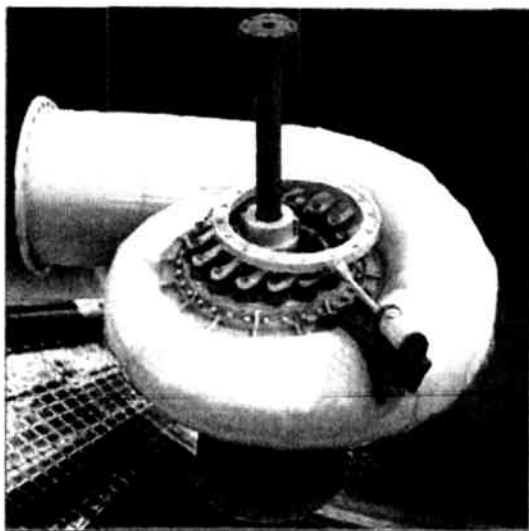
To'g'ri o'qli turbina kameralari kapsulali turdagi gorizontol turbinalarda qo'llaniladi (4.1-2-rasm).

Spiral kamerani shaklini oxrigacha doiraviy ushlab qolib bo'lmaydi, chunki uning maydoni juda ham kichik bo'lgani uchun uni statorning tayanch halqasiga



4-1-2-rasm. Gorizontol kapsulali turbinani suv o'tkazuvchi trakti: 1- ishchi g'ildirak; 2-konussimon yo'naltiruvchi apparat; 3-stator kolonnalari; 4-to'g'ri o'qli so'ruvchi turbina kamraswi; 5- to'g'ri o'qli so'ruvchi so'ruvchi quvur; 6-kasula; 7-tayanch ustun; 8- o'tish joyi kolonnasi; 9-to'g'ri o'qli turbina kamerasi

birlashtirib bo'lmisligi sahabli, statorning tayanch xalqasiga birlashishi yaxshilash maqsadida, taxminan oxirgi 90° da spiral kamerani shakli doiraviy shakldan elliptik shaklda o'tadi.

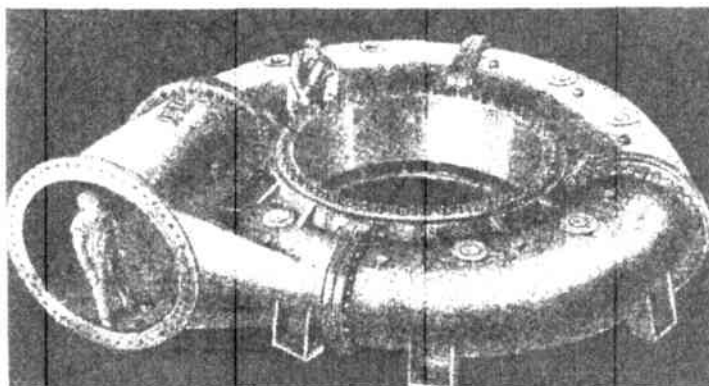


4.1-3-rasm. Payvandlangan metalli turbina spiral kamerasi

Po'latdan tayyorlangan spiral kameralarning qobug'i maksimal ichki bosimi, eng mustahkam bo'lgan ligerlangan po'lat ishlatilganda quyidagi shartga javob berishi kerak

$$p_{max} D_{sp} \leq 1100-1300 \quad (4.1-1)$$

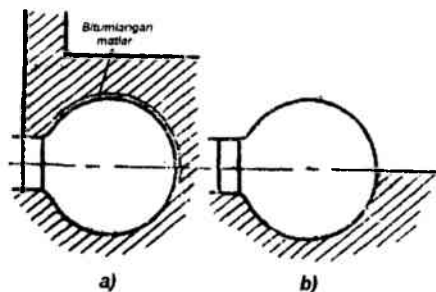
bu erda p_{max} - MPa, gidravlik zarbm bosimini ham ichga oladi;



4.1-4-rasm. Yablanitsa GESning quyma po'latdan tayyorlangan turbina kamerasi (Yugoslaviya)

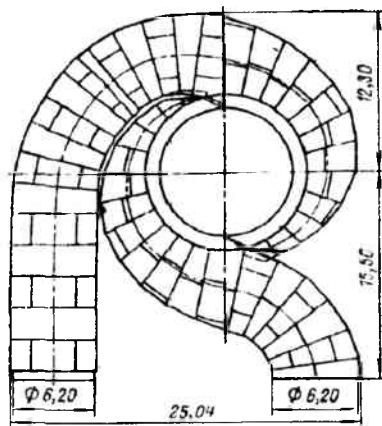
D_{sp} - spirala kamerani kirish kesim yuzasi diametri, sm.

Agar 4.1-1 shart bajarilmasa boshqa qarorni qabul qilish kerak. Masalan Norak GESining spirala kamerani po'lat qobug'i suvning ichki bosimini 1/3 qismiga mo'ljallangan bo'lib, 4 MPa bosimini qabul qiladi, bosimni qolgan 2/3 qismini esa (atrofi halqali armatura bilan qoplangan) baquvvat temir beton qabul qiladi.



4.1-5-rasm. Metall turbinani kamerani o'rnatish

Katta 500-750 MVt li va undan ortiq quvvatli turbinalar uchun ikkilamchi suv keltiruvchi spirala kameralar qo'llanishi mumkin. Diametri 7,5 m bo'lgan radial-o'qli turbinalar uchun spirala kameraning loyihasini eskizi 4.1-6-rasmda keltirilgan. Turbina



4.1-6-rasm. Ikkilamchi suv keltiruvchi spirala kamera

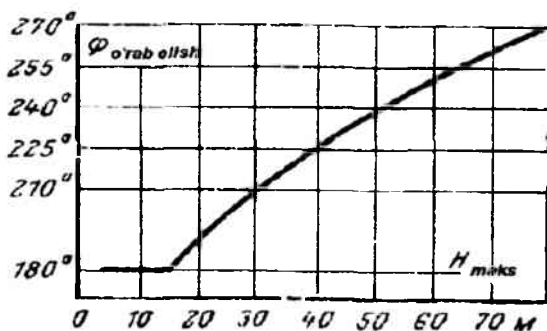
kamerasiga ikkita suv keltiruvchi quvur bilan keltiriladi va har biri yarim spiral bo'yicha kamera ga birikib sitorni yarmisini egallaydi. Har bir yarim spiralning kirish kesimini diametri umumiy spiralnikiga qaraganda 1,5 kichik va shunga qarab po'lat taxtalarni qalinligi kichiklashadi.

4.2. Betonli va metalli turbina kameralari

Betonli spiral turbina kamerasi metalli kameralardan ko'ndalang kesim yuzasi va o'rab olish burchagi bilan farq qiladi, yani $\varphi_{o'rab\ olish} = 180^{\circ} - 270^{\circ}$ teng. 4.2-1-rasmda maksimal naporga bog'liq bo'lgan $\varphi_{o'rab\ olish}$ burchagi keltirilgan. Ba'zi hollarda $\varphi_{o'rab\ olish}$ burchagi kichik qilib olish mumkin. Masalan Voljskiy GES binosi blokini o'rtasiga statorni sig'dirish maqsadida spiral kamerani o'rab olish burchagi $\varphi_{o'rab\ olish} = 135^{\circ}$ qilib olingan.

Betonli spiral kameraning (4.2-2-rasm) ko'ndalang kesimini shakli trapetsiodal ko'rinishda bo'lib b balandligi a enidan katta. Bunga sabab kamerani plandagi gabaritini, asosan B_{sp} enini kamaytirish maqsadida qilinadi.

Betonli spiral kameralar uchta formaga ega: shipi doimiy belgili, pastga qarab rivojlangan (4.2-2, a-rasm); asosi doimiy belgili yuqoriga rivojlangan (4.2-2, v-rasm); shipi va asosining belgisi o'zgaruvchan tavrilyali (4.2-2, s-rasm). U yoki bu formani tanlashda GES binosi blokining eng qulay joylashtirish maqsadida amqlanadi.



4.2-1-rasm. Betonli spiral kamerani o'rab olish burchagi

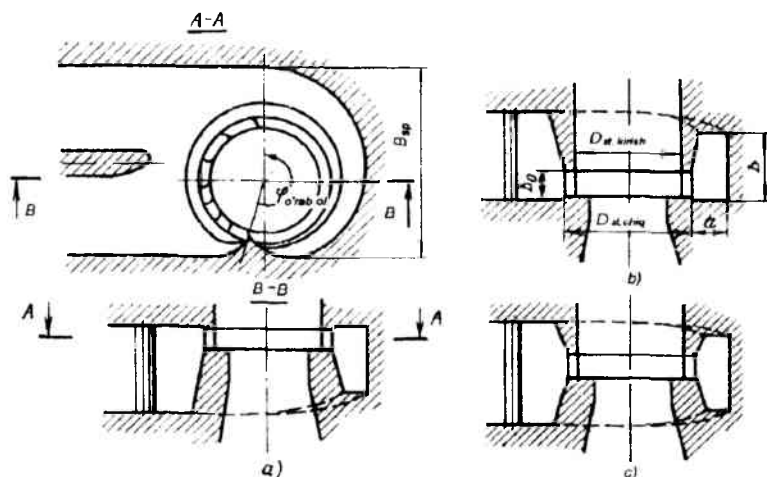
Betonli spiral kameralarni asosiy belgilaridan biri yo'naltiruvchi apparatning perimetrini asosiy qismi, suvni suv keltiruvchidan oladi (yarmini $\varphi_{o'rab ol} = 180^\circ$ da). 4.2-2-rasmdan ko'rinib turibdiki, suvni statorga va yo'naltiruvchi apparat kurakchalariga keltirish uncha qulay emas, chunki suvni statorga va yo'naltiruvchi apparatga kirishda xarakat tezligi yo'nalishi birdan o'zgaradi.

Yo'naltiruvchi apparatga suv kirishini yaxshilash maqsadida spiralning birinchi choragidagi tishni oldida egri sirtli kolonna o'rnatiladi (4.2-2-rasm) va u erdagi qadamining oraligi kichik qilinadi.

Ba'zan kichik naporli turbinalarda to'g'ri burchakli turbina kamerasini qo'llash masalasi ko'riladi.

50 m dan ortiq bo'lgan naporda betonli spiral kameralar qobug'i qalinligi 10-16 mm bo'lgan po'lat temir taxta bilan qoplanadi. Bu qobug' filtratsiyadan himoya qilish uchun xizmat qiladi, lekin u konstruksiyani mustahkamligi hisoblanayotganda mo'batga olinishi kerak. U, betonga yaxshi ankerlanishi kerak.

Gidroelektrostansiyalarni loyhalashda turbina kameralarini shakli va o'lchamlarini GES binosi bloki kompanovkasi va qurilish konstruksiyasi bilan yaxshi bog'lanishi uchun o'zgartirishlar kiritish uchun imkoniyat yaratishga to'g'ri keladi.



4.2-2-rasm. Betonli turbina kameralari

Turbina kamerasini asosiy o'lchamlari biri B_{sp} hisoblanadi. Nisbiy kattalik

$$\bar{B}_{sp} = \frac{B_{sp}}{D_1}$$

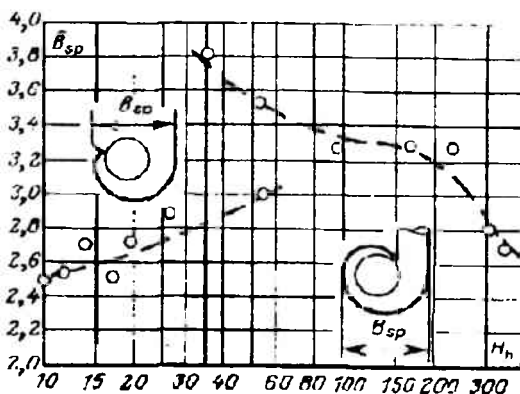
bu erda D_1 -hisobiy H_h naporiga bog'liq bo'lgan ishchi g'ildirak diametri 4.2-3-rasmda ko'rsatilgan.

Turbina kamerasining gabaritini aniqlash va shaklini tanlash gidravlik hisoblar asosida bajariladi.

Turbina kamerasi stator halqasiga uzviy birikishi, uning kerakli o'lchamlari bilan xarakterlanuvchi nisbiy balandlik \bar{b}_0 va kolonnalarni kirish $\bar{D}_{st.kirish}$ va chiqish $\bar{D}_{st.chiqish}$ qirralarini joylashishini bilish kerak bo'ladi (4.1-5 va 4.2-3-rasmlarga qara). b_0 balandlik turbinaning gabarit chizmalarida beriladi va ular turiga bog'liq bo'ladi. Stator o'lchamlari unchalik o'zgar olmaydi.

Betonli spiral kameralar uchun $\bar{D}_{st.kirish} = 1,5 - 1,55$ va $\bar{D}_{st.chiqish} = 1,3 - 1,35$, katta qiymatlar $D_1 < 4,0m$ da olinadi.

Metalli spiral kameralar uchun $\bar{D}_{st.kirish} = 1,55 - 1,64$ va $\bar{D}_{st.chiqish} = 1,33 - 1,37$, katta qiymatlar $D_1 < 3,2m$ da olinadi. Agar napor 100 m katta bo'lsa ikkala o'lchamlar 0,03-0,07 ga oshadi. Bundan, spiral kameraning ko'rilayotgan kesimidan, φ burchak (4.2-4-rasm) ostida o'tayotgan suv sarfi Q_s quyidagi formula orqali aniqlanadi



4.2-3-rasm. Turbina kameralar enini naporiga bog'liqligi

Turbina kameraning gidravlik hisoblashni asosiy omoli statorga va yo'naltiruvchi apparatning perimetri bo'yicha keladigan suv sarfi bir tekisda kelishi hisoblanadi.

$$Q_{\varphi} = Q \frac{\varphi}{360^{\circ}}, \quad (4.2-1)$$

Bu erda Q – turbinadan o'tayotgan to'la suv sarfi, φ - burchak, spiralning tishini oxiridan hisoblanadi.

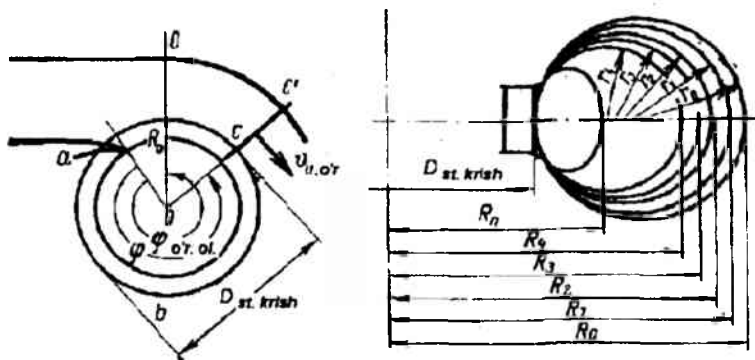
Spiral kameraga kirishdagi suv sarfi bo'ladi

$$Q_{sp. kirish} = Q \frac{\varphi_{o'rtacha}}{360^{\circ}}, \quad (4.2-1^1)$$

Spiral kameraning kesim yuzalarini aniqlash ikki xil usudkan biri orqali topiladi:

- 1- Oqimning o'rtacha aylanma tezlikligini $V_{U_{or}}$ berilgan kattaligi yordamida;
- 2- Statorning chiqish diametri $D_{st. chiqish}$ dagi berilgan oqim tezligi yo'nalishi yordamida, ya'ni bevosita yo'naltiruvchi apparatga kirish oldidan.

Shu ikkita usulni ko'rib chiqaylik.

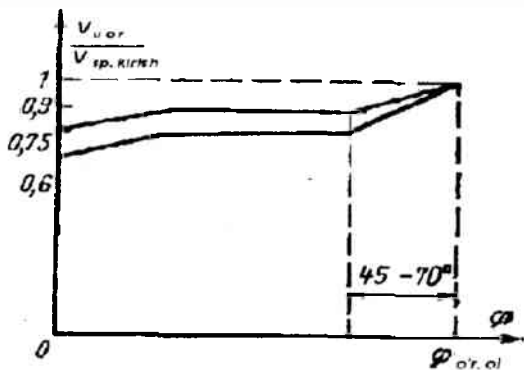


4.2-4-rasm. Metalli kamerani hisoblashga doir

1. *Oqimning o'rtacha tezligining kattaligi qiymati* spiral kameraga kirishdagi tezlikni o'zgarimaslik qonuniyati yordamida hisobiash

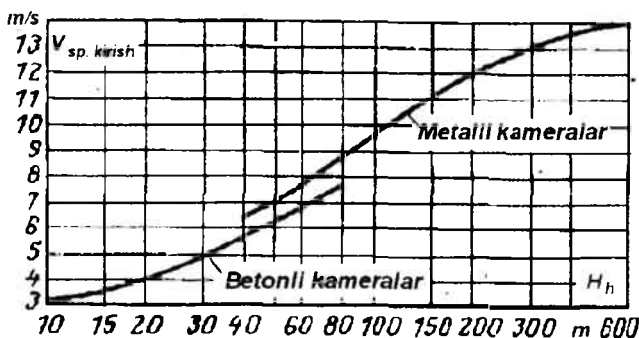
$$V_{U_{or}} = V_{sp. kirish} = const,$$

bu erda $V_{U_{or}}$ - 0-0 kesimdagi spiral kameraga kirishdagi o'rtacha tezlik (4.2-4-rasm), yoki o'rtacha tezlikni kamayishi qonuniyati bilan $V_{U_{or}} = f(\varphi)$,



4.2-5-rasm. Spiral kamerada tezlikni kamayib borishga doir qonun

lekin 4.2-5- rasm da V_{uzor} o'rtacha tezlik grafik bo'yicha φ kichiklashishi bilan kamayib boradi. Kirish kesimdagi V_{uzor} o'rtacha tezlikni qiymatini katta qilib olish kerak, chunki bu turbina spiral kamerasini kichiklashishga olib keladi, lekin V_{uzor} xaddan tashqari oshirib yuborish yo'qolishini ko'paytiradi (f.i.k. kamayadi) va turbinani



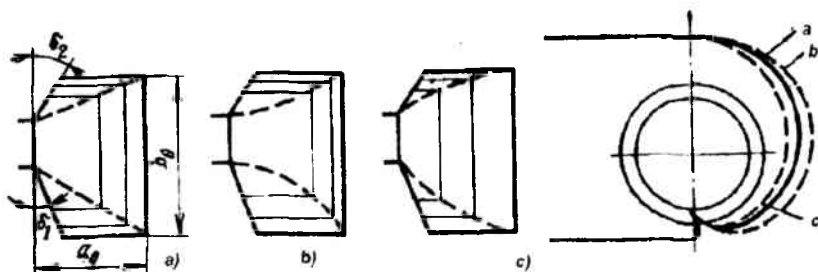
4.2-6-rasm. Spiral kameraga kirishdagi o'rtacha tezlikni naporga bog'likligi

o'tkazuvchanlik qobiliyati qisqaradi. Zamonaviy tajribalar asosida $V_{sp.kirish} = f(H_h)$, egri chizig'i qurilgan (4.3-6-rasm), bu erda H_h -bisobiy napor. Spiral kameraning o'rtacha tezligini kamayishi bo'yicha hisoblashda (4.2-6-rasm) energetik ko'rsatkichni sezilarli kamaytirmagan holda 4.2-5-rasmdagiga qaraganda V_{uzor} ni 10-20% ga (betonli kameraniki katta qiymatga ega) oshiradi.

Spiral kameraning uzunligi bo'yicha o'rtacha tezlikni o'zgarishini bilgan holda, spiral kameraning meridional kesimiga mos bo'lgan maydonni topish mumkin

$$F_{\varphi} = \frac{Q_{\varphi}}{I'_{U_{o'r}}(\varphi)360^{\circ}} \quad (4.2-2)$$

Agar $I'_{U_{o'r}} = const$ bo'lsa, unda $I'_{U_{o'r}} = I'_{sp\ krah}$ olinadi



4.2-7-rasm. Betonli kameraning oraliq kesimlarini qurish

Doiraviy kesim yuzali metalli turbina kameralarning gabariti har xil burchaklar uchun uning radiusi va maydoni bo'yicha quyidagicha aniqlanadi:

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

Doiraviy kesim yuzalari statorning yuqorigi va pastki halqasiga 4.2-4-rasimda ko'rsatilganday birikadi

Betonli turbina kameralarda avval o'rab olish burchagi $\varphi_{o'rab\ olub}$ (4.2-1-rasm) va (4.2-2) bo'yicha aniqlanadi, $\varphi = \varphi_{o'rab\ olub}$ va $I'_{U_{o'r}} = I'_{sp\ krah}$ deb qabul qilinib (4.2-6-rasm), spiral kamerani kerakli kirish qismi $F_{sp\ krah}$ hisoblanadi.

GES biokining kompanovkasi sharoitiga qarab kamerani ko'ndalang kesmi shakli aniqlanadi (4.2-2-rasm) va kirish kesim yuzasi quriladi. Unda albatta quyidagi shartlar hisobga olinadi: $b_0/a_0 \leq 2-2.5$, $\delta_1 = 15^{\circ}$, $\delta_2 = 25-30^{\circ}$ (4.3-5-rasm). Oraliq kesimlarni qurishda vertikal devorning shipi va asosi egri chiziqlar bilan birlashtiriladi, spiral kameralari uch xil variantda bo'lishi mumkin (4.2-7-rasm): a - bilandlik bilan asosni bir tekisda kamayishi, c - balandlik tez qisqarishi va - enini

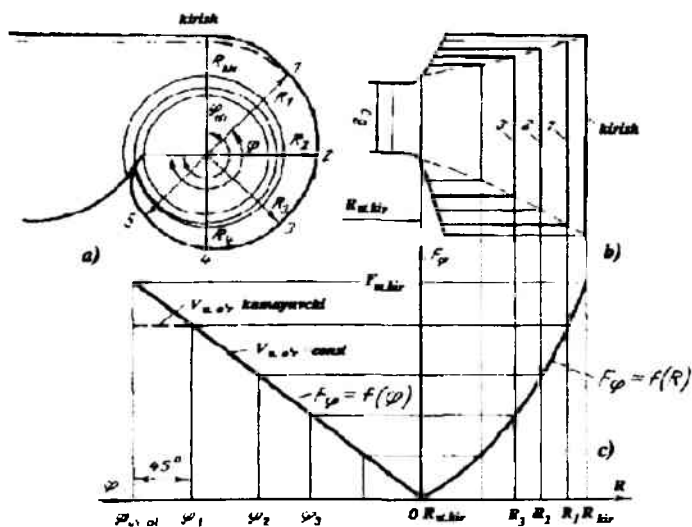
tez qisqarishi. Planda c forma eng siqilgan kesim, b -shakli eng kengaygan kesim. **Haraz spiralni shipi yoki polini formasi o'zgaragan holda bo'lishi mumkin.**

Betonli spiral kamerani qurish 4.2-8-rasmda ko'rsatilganiday grafik usulida qulay

Buning uchun φ_{or} berilib, (2-3) formuladan topiladi.

$$F_{sp, kir} = \frac{Q \varphi_{or}}{V_{sp, kir} \cdot 360^0} \quad (4.2-2^1)$$

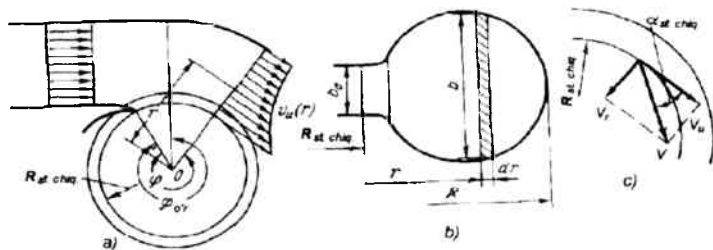
GES blokini kompanovkasi sharoitiga qarab kamerani ko'ndalang kesmi shakli aniqlanadi va $F_{sp, kir}$ maydoni bo'yicha kirish kesim yuzasi tanlanadi, statorni ma'lum bo'lgan o'lchamlari ($R_{st, kir}$ va b_{st}) asosida olingan kesim yuzalari quriladi (kirisb 4.2-8, b -rasm bo'yicha) va uni uzunlik bo'yicha qonunning o'zgarishini tanlab (punktr chiziqdar), birnechta oraliq kesimlar ko'riladi (1,2,3.....). Kesimlar tagida $F_{sp} = f(R)$ va $V_{u, o'v} = const$ bo'yicha $F_{sp} = f(\varphi)$ ikkilangan grafigi (4.2-8, b-rasm) quriladi. Bu egri chiziqdarga oraliq kesim kiritilib, kerakli R_1, R_2 va φ_1, φ_2 lar aniqlanib spiral kamerani plandagi shaklini qurish mumkin (4.3-6, a-rasm)



Betonli spiral kamera o'lchamlarini grafik yordamida aniqlash

4.2-8-rasm

Agar kirish kesim yuzasini kichraytirish kerak bo'lsa, u holda 45° burchakka yaqin joyda tezlikning kamayish qonuni qo'llash mumkin (4.2-8, a-rasm punktir chiziq bilan ko'rsatilgan).



Yo'naltiruvchi apparatni oldidagi berilgan tezlikni yo'nalishi bo'yig'ga spiral kamerani hisoblashga dor

4.2-9-rasm

3. Yo'naltiruvchi apparat kirishdagi tezlikning berilgan yo'nalishida kesim bo'yicha tezlikni notekis taqsimlanishini hisobga olib spiral kamerani hisoblash. 4.3-7, a – rasm ko'rsatilganday, spiral kamerani kirishida oqim 0 markazga nisbatan tezlik momentiga ega bo'ladi.

Bu spiral kameradagi oqimga tezlik momentining o'zgarmaslik $V_r, r = const$ qonunini qo'llaniladi, shu sababdan

$$V_r = \frac{K}{r} \quad (4.2-3)$$

K - koeffitsient o'zgarmaslik kattalik. (4.2-3) formulaga asosan $V_r(r)$ giperbolani beradi. Q_{φ} suv sarfi orqali K kattalikni (4.2-1) va 4.2-9, b-rasmni hisobga olgan holda aniqlash mumkin:

$$Q_{\varphi} = \frac{Q\varphi}{360^{\circ}} = \int_{R_{d, \text{chag}}}^R V_r b(r) dr = K \int_{R_{d, \text{chag}}}^R \frac{b(r)}{r} dr. \quad (4.2-4)$$

bu erda $b(r)$ - r bog'liq bo'lgan kattalik.

Unda K bo'ladi:

$$K = \frac{Q_{\varphi} \frac{\varphi}{360^{\circ}}}{\int_{R_{d, \text{chag}}}^R \frac{b(r)}{r} dr}. \quad (4.2-5)$$

Statordan chiqayotgan v_r tezlikni o'rtacha radial tashkil etuvchisi quyidagicha izohlanadi

$$v_r = \frac{Q}{\pi D_{st.chiq} b_0} \quad (4.2-6)$$

Yo'naltiruvchi apparatga kirishdagi $v_{st.chiq}$ tezlikni yo'nalishi eng kata qiymatga ega bo'ladi, ya'ni $\varphi_{st.chiq}$ burchak (4.2-3) - (4.2-6) hisobga olgan holda (4.2-9, s-rasm) quyidagi formuladan aniqlanadi

$$tg \alpha_{st.chiq} = \frac{V_r}{V_u} = \frac{QR_{st.chiq}}{\pi D_{st.chiq} b_0 K} = \frac{\int_{R_{st.chiq}}^R \frac{b(r)}{r} dr}{2\pi b_0 \frac{\varphi}{360^\circ}} \quad (4.2-7)$$

(4.2-6) formuladan quyidagilarni hullosa qilish mumkin:

- 1) burchak $\alpha_{st.chiq}$ sarif Q ga bog'liq bo'lmaydi;
- 2) doimiy K da burchak $\alpha_{st.chiq}$ yo'naltiruvchi apparatning butun perimetri bo'yicha o'zining doimiy qiymatini saqlaydi;
- 3) burchak $\alpha_{st.chiq}$ spiral kameraning o'lchami va shakliga bog'liq.

Spiral kameraning asosiy kattaliklarini tantlash har xil variantlarni texnik-iqtisodiy taqqoslash asosida olib boriladi.

Odatda, spiral kameralarning turini va asosiy kattaliklarini unifikatsiya qilinganlar hisobidan amalga oshiriladi.

Ba'zan, qandaydir sabablarga ko'ra unifikatsiyalangan kameralardan foydalanishni imkoni bo'lmasa, unda ularni individual yo'l bilan loyihalangani. Hamma hollarda ham maqsaga muvofiq ravishda tezlik momenti $v_u = R = \text{const}$ doimiylik qonunidan kelib chiqish holini saqlash kerak. Unifikatsiya qilingan konstruksiyalardan faqat ikki turli kesim tavsiya qilingan: doiraviy yoki trapetsoidal simmetrik kesimli. Unifikatsiya qilingan spiral kameralar quyidagi markirovkaga ega:

$$\text{metalli SUM} - \bar{b}_0 - \varphi_0 / \delta;$$

$$\text{betonli SUB} - \bar{b}_0 - \varphi_0 / \delta,$$

bu erda hariflar o'qilishi quyidagicha: SU — unifikatsiyali spiral; M — metalli; B — betonli;

b_0 — yo'naltiruvchi apparatni nisbiy balandligi; φ_0 — o'rab olish burchagi; δ — oqimni kurakcha bilan uchrashadigan burchaki. Unifikatsiyali betonli spiral kameralarda $\varphi_0 = 180 - 270^\circ$, metallikida $\varphi_0 = 345-360^\circ$. Betonli spiral kamerani katta qiymatlarida (10 m dan katta bo'lsa) kirish qismiga tayanch ustunlar (hitta yoki ikkita) qo'yiladi (4.2-2,a-rasmga qara).

Agar betonli spiral kamerani tepa qismida o'tadigan joy yoki turbinaning qandaydir mexanizmlarini joylashtirish kerak bo'lsa, kamerani qirgimi pastga qarab rivojlangan qilib qabul qilmadi (4.2-2,a-rasm). Agar GES binosida suv tashlagich teshiklarini o'rnatish kerak bo'lsa shakl yuqoriga qarab rivojlangan bo'ladi (4.2-2,v-rasm).

4.2-1-jadval.

Spiral kameralarning asosiy kattaliklari

O'rab olish burchagi φ , grad	Naporlar chegarasi, m	Turbina turi	B/D_1 (butunlangan)
Betonli			
180	5,15	BK10, BK15	2,61
210	10-30 BK	BK15, BK20	2,66
225	20-40	BK30, BK40	2,75
240	30-50	BK40, BK50	2,70
255	40-70	BK60, BK70	2,72
270	55-80	BK60, BK70	2,75
240	30-45	RO'45	1,78
270	40-75	RO'75	2,84
Metalli			
345	30-40	BK40, BK50	4,07(3,88)
345	40-60	BK50, BK60, RO'4	3,8 (3,62)
345	55-80	BK70, BK80,	3,61(3,54)
345	30-45	RO'45	4,19 (3,99)
345	40-75	RO'75	3,93 (3,75)
345	70-140	RO'115, RO'140	3,65 (3,5)
345	110-170	RO'170	3,37(3,24)
345	160-230	RO'230	3,1 (2,99)
360	220-310	RO'310	2,8 (2,72)
360	290-400	RO'400	2,64 (2,57)

Ilova. Qavusning ichidagi kirish qismi uchastkasi toraytilgan

Betonli kameralarini kirish qirqimidagi tezlik chegarasi 8 m/s atrofida hisoblanadi.

4.2-1-jadvalda spiral kamerani unifikatsiya qilingan kattaliklari berilgan.

Nazorat savollari

1. Turbina kamera turlari necha xil bo'ladi?
2. To'g'ri o'qli turbina kameralari qayerda qo'llanadi?
3. Turbina kameralarning konstruksiyasini tushintirib bering.
4. Turbina kameralarning o'rab olish burchagi qanday qabul qilinadi?
5. Metall turbina kamerasi qanday tayyorlanadi?
6. Turbina kameralarini katta bosimga chidashi uchun nima qilish kerak?
7. Betonli turbina kameralar necha xil shaklga ega?
8. Turbina kameralarning shakli va o'lchami GES binosiga qanday ta'sir qiladi?

4.3. NASOS –TURBINALAR UCHUN SPIRAL KAMERALAR TURBINA STATORI. YO'NALTIRUVCHI APPARAT

Nasos-turbina sxemasi nasos va turbina rejimida ishlaganda kamera har xil funksiyalarni bajaradi, ikkila rejimda ham minimal yo'qolishni ta'minlash uchun ularning loyihasini juda puxta qilib bajarish kerak. Quyidagi o'rab olish burchagini berish bilan boshqarish tavsiya qilinadi: o'rab olish burchagi $\varphi_n = 345-360^\circ$; spiral kameraning nisbiy o'lchamlari statik yo'l bilan olingan bog'liqlik orqali qabul qilinadi:

$$\frac{2r_s}{D_1} = K D_1^{1/2} n_s^{2/3}$$

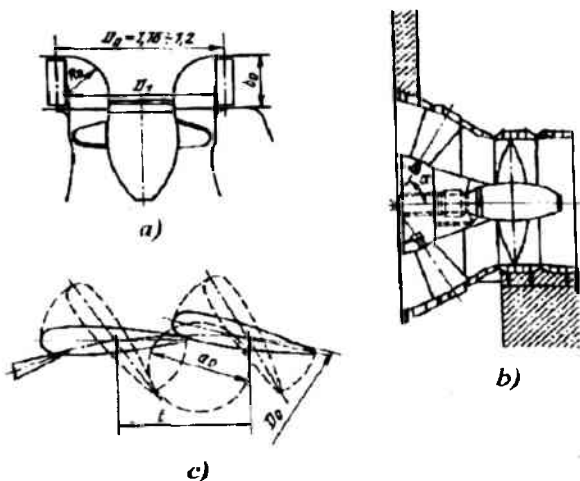
bu erda r_s — spiral kamera kesimini radiusi; $K = 0,22+0,25$, kichik qiymati $n_s = 300$ ga mos, katta qiymati esa $n_s = 100-280$ ga;

$$\bar{B} = \frac{B}{D_1} = 2,2 + 0,85 K D_1^{1/2} n_s^{2/3}$$

bu erda B — spiral kameraning (planda) eni.

Nasos-turbina uchun B kattaligi oddiy radial-o'qli turbinalarga qaraganda katta bo'lishi kerak, chunki spiral kamera turbina rejimida bo'ladimi, nasos rejimidami o'qolishni minimal qilib ta'minlashi kerak.

Turbina statori Kolonnalar va stator belbog'i konstruktiv (yo'naltiruvchi apparatni yig'uvchi elementi sifatida GES binosi poydevoriga vertikal massa uchlanishini beruvchi) funksiyalardan tashqari, oqimni o'qiy simmetriyasini axshilaydi va spiral kameradan yo'naltiruvchi apparat zonasiga o'tayotgan oqimning o'lqinlamishi bo'lmashligini taminlaydi. Metallni spiral kamera uchun statorning kolonnalar soni yo'naltiruvchi apparat kurakchalar soniga teng bo'lmagan qilib ohnadi. Zamonaviy konstruksiyalarda bu 19 yoki 23 (spiral kamerani tishini hisobga olganda) bo'ladi.



4.3-1-rasm. Yo'naltiruvchi apparatlar: *a* - vertikal reaktiv turbinalar uchun radial yo'naltiruvchi apparat; *b* - gorizontal kapsulali turbinaning konussimon yo'naltiruvchi apparati; *c* - yo'naltiruvchi apparat kurakchalarini ishlash sxemasi

Zamonaviy turbinasozlik amaliyotida stator kolonnalarini unifikatsiyali shakli shlab chiqilib, ular uchun hamma kerakli geometrik karakteristikalar bor. Kerak bo'lib qolganda stator kolonnasi individual ravishda loyiha qilinadi.

Yo'naltiruvchi apparat. Reaktiv turbinalarda, yo'naltiruvchi apparat, bevosita kolonnalar orqasida oqimga o'rnatilgan profillashtirilgan kurakchalar tizimini

bildiradi. Kurakchalar maxsus mexanizm yordamida ular orasidagi ixtiyoriy o'tish kattaligi a_0 da sinxron ravishda bir xil xolatni olish imkoni bor (4.3-1,c-rasm).

Kurakchalar soni kurakchalarning o'q diametri D_0 ni joylashishiga bog'lik ravishda qabul qilinadi (4.3-1,a – rasm). Zamonaviy turbinalarni unifikatsiyalangan yo'naltiruvchi apparatlari $D_0 < 7$ m da 20 ta kurakcha, $7 < D_0 < 10$ m da — 24 ta $D_0 > 10$ m — 28 ta kurakchalar soni qabul qilinadi. O'rab olish burchagi $\varphi_v < 240^\circ$ bo'lgan betonli spiral kamerali turbina uchun simmetrik profil qabul qilinadi

Kapsulali turdagi gorizontal turbinalarda yo'naltiruvchi apparat konusli turi qabul qilinadi, u erda kurakchalarning buralish o'qi konusli sirtida joylashadi (4.3-1, b-rasm). Bu erda yo'naltiruvchi apparat kurakchalari, vertikal turbinalarnikaga qaraganda nisbatan kam bo'ladi.

Cho'michli turbinalarning yo'naltiruvchi apparati birnecha soplo (2-8 dona) tizimidan iborat, ishchi g'ildirakka nisbatan shunday orentirlanganki oqimni o'qi cho'mich markazdan o'tuvchi aylananing o'rinmasi yo'nalishiga mos tushadi (ishchi g'ildirakning hisobiy diametrini (3.5-2-rasmga qara).

Har bir soplo korpusdan va ignadan tashkil topib, u korpus o'kining bo'ylamasiga bo'yicha harakat qilib, ishchi g'ildirakka o'tuvchi oqimni o'zgartirish uchun halqali teshik yuzasini o'zgartiradi. Korpusni chiqish qismi- nasadka va igna tanasishaklga ega bo'lib, ignani ixtiyoriy xolatida oqimni bir butunligini taminlaydi.

Nazorat savollari

1. Metallli spiral kamerani hisoblash usulini tushintiring.
2. Betonli spiral kamera qanday hisoblanadi?
3. Spiral kameralarni loyihalashda o'rtacha tezlik qonuniyatini tushintiring.
4. Spiral kameraning asosiy kattaliklari qanday tanlanadi?
5. Unifikatsiyali spiral kameralar necha xil va qanday markalanadi?
6. Nasos – turbinalar uchun spiral kameralarni farqi nimada?
7. Turbina statori qanday vazifani bajaradi va ularning konstruksiya qanday?
8. Yo'naltiruvchi apparat vazfasini va ahamiyatini tushintiring.
9. Kapsulali turbinalarning yo'naltiruvchi apparati bilan vertikal turbinaning YAni farqi nimada?

5-Bob. SO'RISH QUVURLARI VA ULARNING QUVURLARINING VAZIFASI

5.1. SO'RISH QUVURLARI

Reaktiv turbinalarni hamma turi so'rish quvuriga ega. Aktiv cho'michli turbinalar so'rish quvuriga ega emas, chunki ular ishlash sharoitiga qarab suvni olib ketuvchi kanalidagi suv satxi cho'michli turbina ishchi g'ildiragi pastida joylashishi kerak.

So'rish quvurlarning vazifalari quyidagicha:

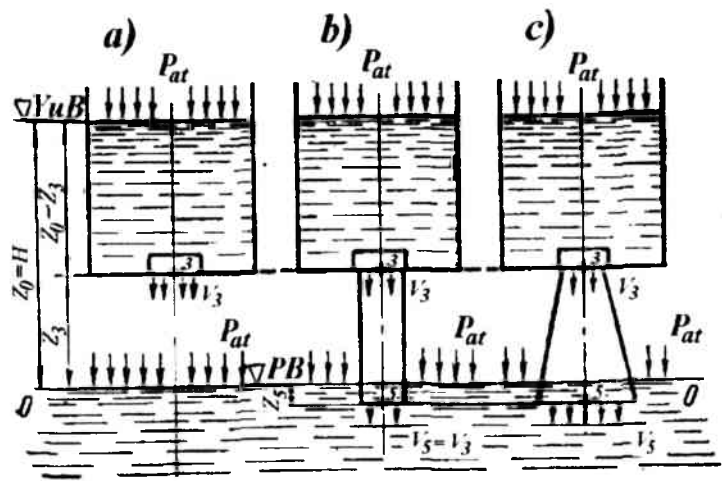
- 1) turbina ishchi g'ildiragidan uyushgan xolda pastki byef ga suvni uzatish,
- 2) ishchi g'ildirak bilan pastki byef orasida hosil bo'lgan geometrik balandlik (5.1-1 -rasm) qismidagi napor Z_3 dan foydalanish;
- 3) ishchi g'ildirakdan chiqayotgan oqimning kinetik energiyasidan imkon boricha foydalanish.

So'rish quvuri bo'lgan taqdirda ishchi g'ildirak tagida qo'shimcha bosimni kamayishi kuzatiladi va u, ishchi g'ildirakdan chiqishda oqimda qolgan solishtirma kinetik energiyaga $\frac{v^2}{2g}$ proporsional. Bu energiyaning kattaligi turbina tizimiga, uning tezyurarligiga va keltirilgan sarf Q_1 bilan xarakterlanadigan o'tkazuvchanlik qobiliyatiga bog'liq. Sekin yuruvchi turbinalarning so'rish quvuridagi oqimning solishtirma kinetik energiyasi ishchi naporni 1-1,5% tashkil qiladi, turbinaning tezyurarlik koeffsienti kattalashgan sari bu son oshadi, tezyurar burama - kurakli turbinalarda 50% gacha va undan yuqori bo'lishi mumkin. Agar so'rish quvuri bo'lmasa yoki uning shakli silindrik bo'lsa unda energiya yo'qolishi ortishi mumkin, umumiy f.i.k. esa tezyurar turbinalarda juda kichiklashib ketadi.

Diffuzor ko'rinishida bajarilgan so'rish quvurining chiqishidagi 5-5 qirqimning solishtirma kinetik energiyasi tezlik napori $\frac{v^2}{2g}$ ga teng bo'lgan qisimga kamayadi va shu bilan birga turbinada energiya yo'qolishi kamayadi.

So'rish quvurlari to'g'ri o'qli va egilgan bo'ladi. Konus burchagi $4-9^0$ bo'lgan konusli kengayuvchi so'rish quvuri eng oddiy va energetik tomondan mukammal hisoblanadi (5.1-1,b va 5.1-2-rasmlar).

Lekin bunday turbinalarni o'rtta va yirik turbinalar uchun tadbqiq etish umuman mumkin emas, chunki yuqorida ko'rsatilgan konusli burchak asosida konusdan chiqishdagi napor yo'qolishini kamaytirishda quvur uzunligini katta-lashtirish kerak bo'ladi. To'g'ri o'qli konusli so'rish quvurining tagidan suvni ratsional olib ketish uchun uning tagidan betonli taglikgacha, taxminan $h_1 = (1.3-1.4)D_1$ gacha chuqurlashtirish kerak bo'ladi.



5.1-1-rasm. So'rish quvurlarini ishlash prinsipini analiz qilish sxemasi

Yirik vertikal agregetlar uchun to'g'ri o'qli so'rish quvurini qo'llashda chuqur quduqlar bo'lishini talab qiladi, natijada qo'shimcha qurilish ishlarini bajarishga to'g'ri keladi. Ko'pmcha so'rish quvurini tagida er ishlarini kamaytirish uchun so'rish quvuri egilgan qilib bajariladi. Shuning uchun egilgan so'rish quvuri amalda keng qo'llanmokda.

Energetik nuqtai nazardan kengayuvchan egilgan so'rish quvurlari, uzunligi $(3-4)D_1$ bo'lgan to'g'ri o'qli konusli so'rish quvurlaridan birmuncha yomon.

Co'rish quvurining turini qanchalik yaxshi yoki yomonligini bilish uchun bir xil gabaritda ularni ishchi g'ildirak bilan birga sinaladi. Agar turbinaning f.i.k. yuqori bo'lsa o'sha yaxshi hisoblanadi.

To'g'ri o'qli konussimon-diffuzorli ko'rinishdagi kanal judayam sodda, shuning uchun bunday formadagi so'rib olish quvuri hozirgi payta gorizontol burama-karakli turbinalarda foydalanilmoqda.

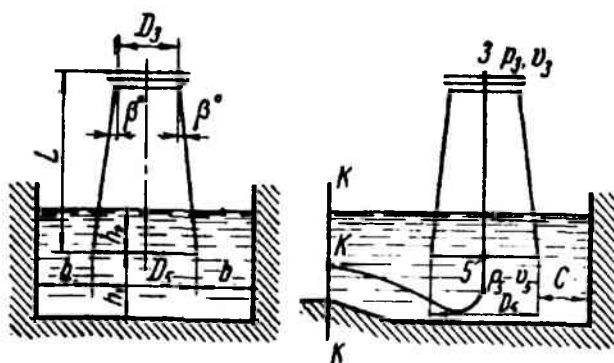
To'g'ri o'qli so'rish quvurlari gorizontol kapsulali agregatlarda (shuningdek $D_1 = 2$ m bo'lgan sekin yuruvchi vertikal RO' turbinalarda) qo'llanmoqda. Gorizontol so'rish quvurlarning uchta asosiy varianti keng tarqalgan (5.1-3 -rasm):

1. Doiraviy konussimon diffuzor (rasm 5.1-3,a);

2. Kirish kesimi doiraviy va chiqish kesimi kvadrat ko'rinishda bo'lgan diffuzor (doiraviy shakildan sekin-asta kvadrat shaklga o'tadi) (rasm. 5.1-3,v);

3 Xuddi 2 bo'limdagiday, lekin doiraviy shakldan kvadrat shaklga o'tish kirishdan boshlanadi va o'rta qismda kvadrat bo'lib to'xtaydi; keyingi qismi kattalashgan kvadrat kesimga ega bo'ladi (rasm. 5.1-3,b).

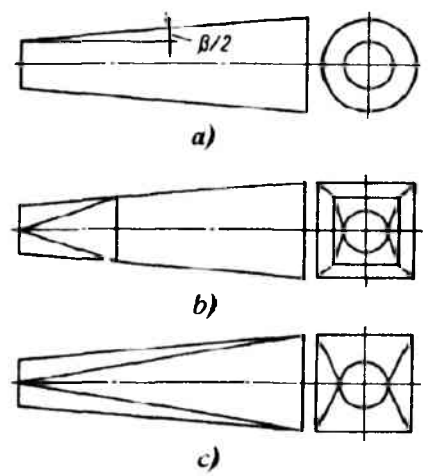
2 va 3 variantlar, chiqish tomoni yassi shandor to'siqlar bilan to'sish nuqtai nazaridan juda qulay hisoblanadi



5.1-2-rasm. Konusli so'rish quvurlari va suvni olib ketish kanali

Kapsulali agregatlar uchun so'rish quvuri uzunligimi $L = (4-5)D_1$, diffuzorning burchak kengayishi $\beta = 13-15^\circ$ bo'ladi, vertikal turbinalarda egilgan so'rish quvurlari quyidagi asosiy elementlardan tashkil topadi (5.1-4 va 5.1-5-rasmlar): kirish diffuzori 1, tirsak 2 va chiqish diffuzori 3. Egilgan so'rish

quvurining asosiy parametriga uning balandligi kiradi. Turbinaning FIK so'rish quvurining balandligiga bog'liq.



5.1-3 –rasm. Gorizontal kapsulali turbinalarning to'g'ri o'qli so'rish kuvurlari: a- silindrik; b-uzunlikni bir qismidan boshlab kvadrat kesimga o'tuvchi; s- butun uzunligi bo'yicha kvadratga o'tish

Jahon turbinasozlik amaliyotida so'rish quvurining quyidagi balandligini tavsiya qilinadi:

burama-kurakli turbinalar uchun $h \geq 2 D_1$;

radial-o'qli turbinalar uchun $h \geq 2,3 D_1$.

Er osti GESlarda uchun so'rish kuvurlarining kengligini maksimal kamaytirish maqsadida $h \geq 3,5 D_1$ qabul qilinadi. (5.1-5) So'rish quvurlar eni:

BK turbinalar uchun $V_1 = (2,5-3) D_1$;

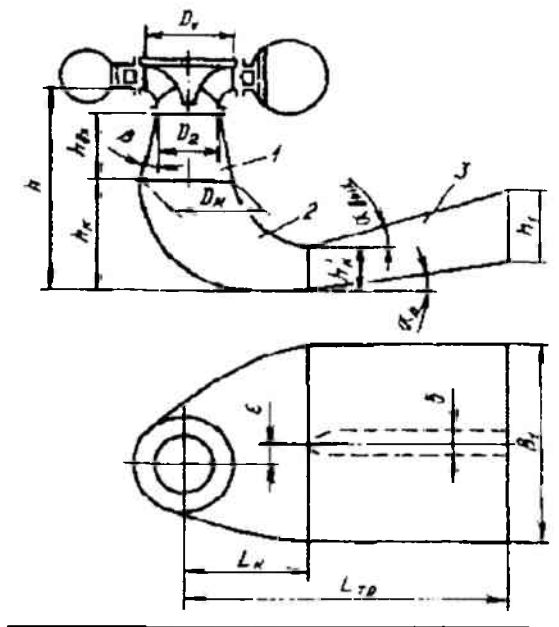
RO' turbinalar uchun $V_1 = (2-3,1) D_1$;

er osti GESlari uchun $V_1 = (1,5-2) D_1$.

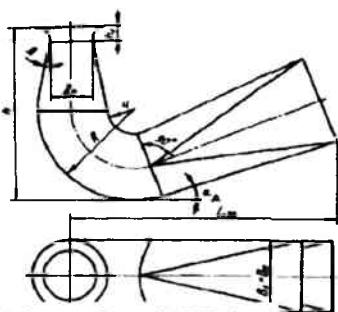
So'rish quvurning uzunligi (o'rta chiziq bo'yicha o'grilgan-razvyornutaya):

BK turbina uchun $L = (4,05-5,58) D_1$;

RO' turbina uchun $L = (4,5-5,15) D_1$.



5.1-4-pasm. Radial-o'qli turbinaning unifikatsiyalashtirilgan egilgan so'rish quvuri



5.1-5-rasm. Er osti GESning turbinasini so'rish quvuri

So'rish quvurining eng asosiy elementiga tirsak kiradi. Zamonoviy turbinalar qurilmasida unifikatsiya qilingan tirsakning 4 ta turidan foydalaniladi.

Kirish diffuzori odatda yassi diffuzor ko'rinishida (er osti GESlardan tashqari) bajariladi.

Kirish va chiqish kesimlar bo'yicha

hisoblangan, diffuzorning ekvivalent burchak kengayishi, $\alpha_{ek} = \alpha_{chik} - \alpha_d = 10-14^\circ$.

Gorizontal tekishkda yotgan diffuzor-nmg chiqishidagi ko'tarilish α_d burchagi $6-12^\circ$ oraliqda olinadi (er osti GESlar uchun $20-30^\circ$).

Diffuzorning eni $B_1 > 10$ m bo'lsa, unda tayanch (bitta yoki ikkita) ustunlar o'rnatiladi. Ustunning kirish qirrasidan turbina o'qigacha bo'lgan masofa $1,4D_1$ teng. O'rnatiladigan ustunning eksentrisiteti

$$\bar{\varepsilon} = \frac{\varepsilon}{D_k} = 0,3$$

GES binosi variantlari har xil so'rish quvurlar bilan taqqoslab ko'rib, ularning iqtisodiy samaradorligi aniqlanganda, so'rish quvuri o'lchami uzil -kesil tanlanadi.

Shuni nazarda tutish kerakki, so'rish quvurini tanlovi ishchi g'ildirakni tanlash bilan bog'liq, chunki turbinaning energetik va kavitatsiya kattaliklari buyicha sifati, ma'lum bir aniq so'rish quvuri uchun olingan universal xarakteristikada tasdiqlangan.

Radial -o'qli nasos-turbina turi uchun so'rish quvuri.

Nasos-turbinaning ishlash uslubiga qarab, ishchi g'ildirak va diffuzorni chiqish oblastidagi so'rish quvurining geometrik xarakteristikasi oddiy radial-o'qli turbina xarakteristikasidan farq qiladi. Xozircha nasos-turbinaning so'rish quvurini qandaydir unifikatsiya qilingan geometrik shakli tavsiyasi yo'q. Tajribada olinadigan ma'lumotlarni umumlashtirishdan oldin quyidagi kattaliklarni olish tavsiya etiladi:

konusning diffuzorlik burchagi $\beta = 6-9$;

nisbiy balandlik $\bar{h} = h/D_1 \geq 2,3$;

o'g'rilgan uzunlik $\bar{l} = l/D_1 \geq 4$;

eni $\bar{B}_1 = \frac{B_1}{D_1} = (2,3 - 2,5)$.

bu erda D_1 - tirsakning chiqish kesimi diametri

Nazorat savollari

1. So'rish quvurlarining vazifasini tashitiring.
2. So'rish quvuridagi bosimni kamayishi nimani ortishiga olib keladi?
3. So'rish quvurining ishlash prinsipini tushitiring.

4.Kapsulali turbinalarda qanday va necha turli so'rish quvurini qo'llash mumkin?

5.Nima uchun egilgan so'rish quvuri ishlatiladi va qaerda?

6.So'rish quvuri nechta elementdan tashkil topgan va eng asosiysi qaysi element hisoblanadi?

7.Er osti GESlarda qo'llaniladigan so'rish quvurlarni er ustida qurilgan GESlarnikidan farqini tushintiring.

5.2. SO'RISH QUVURINING ISHCHI JARAYONI

Suv reaktiv turbinalarning ishchi g'ildirigidan so'rish quvuriga chiqariladi va undan keyin pastki byef ga olib ketiladi. So'rish quvurlari turbinalarning energetik ko'rsatkichlariga ta'sir qiladi, ayniqsa bu holni past naporli turbinalarda ko'rish mumkin.

So'rish quvuri GESning asosi belgisini va paski blokni o'lchamlarini aniqlaydi. Iqu sababdan GESni loyihalashda so'rish quvurining o'lchamlari va shakli masalalarini aniqlash juda katta ahamiyatga ega.

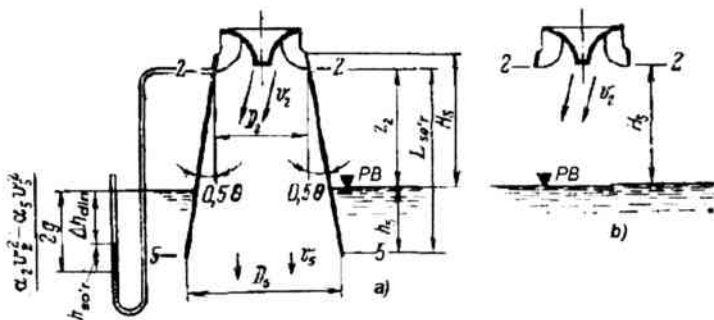
Ishchi jarayon. So'rish quvuridan chiqayotgan suvning o'rtacha V_2 tezligi (5.2-1-rasmdagi 2-2 qirqim) turbinaning ishlash tartibiga bog'liq va chiqishdagi tezlik parallelogramm yordamida aniqlanadi. Pastki byef ni 2-2 qirqimga nisbatan suyuqlikni e_2 o'rtacha energiyasi uchta tashkil etuvchidan iborat

$$e_2 = \frac{p_2}{\rho g} + z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g}, \quad (5.2-1)$$

bu erda α - notekislik (Koriolis) koeffitsienti $\alpha = \frac{1}{V^2} \int V^3 dF$

formula yordamida aniqlanadi.

Ishchi g'ildirakdan chiqib ketayotgan suvning e_2 energiyasidan turbinada foydalanish mumkin emas, chunki u yo'qotilgan hisoblanadi. Har doim e_2 energiyani kamaytirishga xarakat qilinadi va shuning hisobiga turbina FIKni oshirish mumkin. Buning uchun bir tekis kengayib boruvchi diffuzorli so'rish quvuridan foydalaniladi.



5.2-1-rasm. So'rish quvurining gidravlik ko'rsatkichlari

5.2-1,a-rasmda oddiy konusli so'rish quvuri berilgan bo'lib, uni energiya α_2 ga ta'sirini ko'rayhik.

2-2 va 5-5 (chiqish qirgimi) qirgimlar uchun Bernulli tenglamasini tuzamiz.

$$\frac{p_2}{\rho g} + z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = \frac{p_5}{\rho g} + z_5 + \frac{\alpha_5 V_5^2}{2g} + h_{so'r}$$

Bu erda $\frac{p_5}{\rho g} = h_5$ (h_5 - suvning pastki byef idan 5-5 qirgimigacha bo'lgan chuqurlik); $z_5 = -h_5$; $h_{so'r}$ -so'rish quvuridagi gidravlik yo'qotish.

Ma'lum bir tekislikdan hisoblanuvchi, pastki byef ga nisbatan turbinaning o'rnatish balandligi, H , **so'rish balandligi** deyiladi (5.2-1-rasmga qara) va uning xattosi uncha ahamiyatli bo'lmagani uchun $Z_2 = H_s$ deb qabul qilish mumkin.

U holda Bernulli tenglamasidan quyidagini olamiz

$$\frac{p_2}{\rho g} = \left(H_s + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_5 V_5^2}{2g} - h_{so'r} \right) \quad (5.2-2)$$

(5.2-1) bo'yicha solishtirma e_2 energiya (5.2-2)m hisobga olganda bo'ladi

$$e_2 = \left(H_s + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_5 V_5^2}{2g} - h_{so'r} \right) + H_s + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g}$$

Qovuslarni ochib qisqartirishidan keyin bo'ladi

$$e_2 = \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} + h_{so'r} \quad (5.2-3)$$

So'rish quvur hisobiga yo'qotiladigan e_2 energiya chiqishdagi yo'qotish $\alpha_2 V_2^3 / 2g$ dan va ichki yo'qotish $h_{so'r}$ dan tashkil topadi.

Yo'qotiladigan e_2 energiyani kamaytirish uchun diffuzorni chiqish kesim yuzasi F_3 ni oshirish mumkin (unda V_3 ni kamayishga olib keladi), lekin, u holda $h_{so'r}$ uncha oshib ketmasligi kerak. Bu yo'qotishni ikki xil yo'l bilan aniqlash mumkin: uncha katta bo'lmagan devor bilan ishqalanish va diffuzor hisobiga uyurmali harakatga yo'qotish.

Napor yo'qolishi kam bo'lgan, suyuqlikning uzilmasdan oqishini ta'minlash uchun diffuzorning konuslik burchagi kichik bo'lishi ($\theta < 8^\circ$) kerak yoki (5.2-1-rasmda kursatilganday) $0,5\theta < 4^\circ$ ga kamayishi kerak. Turbinalarda θ ni $12-14^\circ$ ga va ba'zi hollarda napor yo'qolishini kamayishishiga erishish uchun undan ham katta qilib olish kerak. Buning uchun ishchi g'ildirakdan so'rish quvuriga kirayotgan oqim o'qiy xarakat qilmasdan ma'lum buralma xarakatga ega bo'lishi kerak. U holda yuzaga kelgan markazdan qochma kuchlar oqimni devordan ajralib qolishiga qarshilik qiladi.

So'rish quvurining energetik samaradorligini aniqlaymiz. So'rish quvuri yo'q deb faraz qilib e' qiymatini topamiz. 5.2-1, b-rasmga qarasak, suv ishchi g'ildirakdan V_2 tezlik bilan atmosferaga erkin oqib chiqiyapti va va pastki byef ga erkin tushiyapti. U holda,

$$e_2' = \frac{\alpha_2 V_2^3}{2g} + H_s, \quad (5.2-4)$$

(5.2-4) va (5.2-3) tenglamalarni taqqoslab ko'rib, so'rish quvuri tubinaning foydalanayotgan energiyasini quyidagi kattalikka oshirishini ko'rishimiz mumkin

$$\Delta H_{so'r} = H_s + \frac{\alpha_2 V_2^3}{2g} - \frac{\alpha_3 V_3^3}{2g} - h_{so'r}. \quad (5.2-5)$$

Bundan ko'rinib turibdiki so'rish quvuri hisobiga quyidagialarga erishish mumkin:

1) pastki byef dan H_s balandlikka o'rnatilgan turbina oralig'ida yuzaga kelgan energiyadan to'liq foydalanish mumkin

($H_s > 0$ ga to'g'ri kelgani ahamiyatli hisoblanadi);

2) ishchi g'ildirakdan chiqayotgan suvning kinetik energiyasini ma'lum bir qismidan foydalanish mumkin;

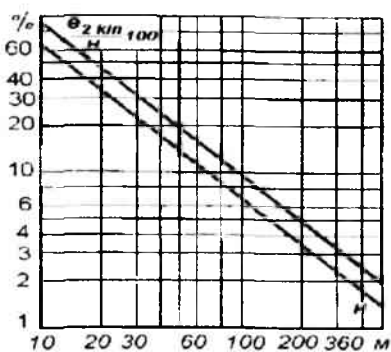
So'rish quvurining *foydali ishi yoki tiklanish koeffitsienti* $\eta_{so'}$ quyidagicha aniqlanadi

$$\eta_{so'} = \frac{\frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_5 V_5^2}{2g} - h_{so'}}{\frac{\alpha_2 V_2^2}{2g}} \quad (5.2-6)$$

Etarlicha uzun bo'lgan so'rish quvurlarida $\eta_{so'} = 80-85\%$ etishi mumkin.

Nimani hisobiga so'rish quvurining energetik samaradorligi oshishini bilish uchun 2-2 kirish kesimida o'rtacha bosimni aniqlovchi (5.2-2) tenglamaga qaytamiz. Bu tenglamadan shuni ko'rish mumkinki, so'rish quvuri ishchi g'ildirakdan keyingi bosimni kamaytirib beradi va vakuum hosil qiladi, u ikki qismdan tashkil topadi, yani H , ga teng bo'lgan statik vakuumdan va dinamik bosimini kamayishidan:

$$\Delta h_{din} = \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_5 V_5^2}{2g} - h_{so'} \quad (5.2-7)$$



5.2-2-rasm. Turbina naporiga bog'liq bo'lgan ishchi g'ildirakdan keyingi nisbiy kinetik energiya

Bosimning bunday dinamik pasayishi, so'rish quvurining diffuzorligi ta'siri hisobiga, aytilishicha, «tiklangan» kinetik energiya $\frac{\alpha_2 V_2^2}{2g}$, potensial energiya o'tadi.

Bu uning ishchi jarayonini asosiy maqsadi hisoblanadi.

Ishchi g'ildirakdan chiqqan oqimning kinetik energiyasi, turbinaning hamma energiyasini asosiy qismining qanchasini tashkil qilishini chamalab kuramiz.

Bu kattalik quyidagi nisbat orqali aniqlanadi:

$$\frac{e_{2kin}}{H} = \frac{\alpha_2 I_2^2}{2gH} \quad (5.2-8)$$

Turbinaning to'la quvvati uchun e_{2kin}/H ni naporga taxminiy bog'liqligini aniqlash usuli 5.2-2-rasmda keltirilgan.

Kichik naporli turbinalarda ishchi g'ildirakdan keyingi kinetik energiya umumiy H naporning 90-50% ni tashkil etishi mumkin, yuqori $H > 100$ m naporli turbinalarda esa, u 10% dan kamni tashkil etadi. Xullosa qilib aytganda, *e_2 kinetik energiyadan foydalanish imkoni nisbatan turbinaning samaradorligini aniqlab beradi, ayniqsa kichik va o'rta naporli turbinalar uchun so'rish quvuri qanchalik ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatadi.*

Nazorat savollari

1. So'rish quvurining ishchi jarayonini tushintiring.
2. So'rish quvurining energetik samaradorligini aniqlang.
3. Ishchi g'ildirakdan chiqqan suvni kinetik energiyasi nimaga yordam beradi?

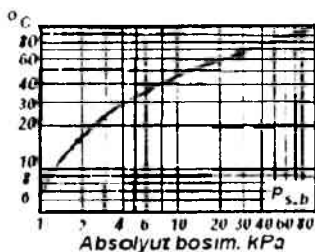
5.3. KAVITATSIYA VA YO'L QO'YILGAN SO'RISH BALANDLIGI.

5.3.1. Kavitatsiyani yuzaga kelishi

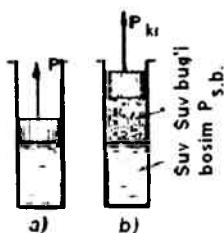
Turbinani so'rish quvuri bilan ishlash sharoitini ko'rganimizda, ishchi g'ildirak tagida kam bosim hosil bo'ladi (5.2-2 formula). Undan tashqari, suyuqlik ishchi g'ildirak kurakchalaridan o'tganda, uning orqa tomonida qo'shimcha bosimni kamayishi yuzaga keladi. Bu hol kavitatsiyaga olib kelishi mumkin.

Suyuqlikning past bosimda harakat qilishini aniqlovchi asosiy faktorlaridan biri, bu suyuqlikni uzilishga ko'rsatgan qattiqligidir. Tajribalar shuni ko'rsatdiki qattiq va gazsimon muxiti bo'lmagan toza suv 0,2-0,3 MPa (2-3 kgs/sm²)

cho'zilishga chidaydi, alohida olmgan sharoitda esa 10-25 MPa (100-250 kgs/sm²) chidaydi. Nazariy jihatdan suvni uzulishga bo'lgan qattiqligi yana ham katta. Suvning uzulishga bo'lgan qattiqligi to'yingan bug' bosimi $r_{t,b}$ bilan aniqlanadi(5.3.1-1-rasm).



5.3.1-1-rasm. To'yingan suv bug'ining haroratga bug'liqligi



5.3.1-2-rasm. Suyuqlikning yaxlitligini statik uzulishi

Bundan shuni tushinish kerakki, oqavalarda va quvurlarda oqayotgan suvda katta miqdorda qattiq va gazsimon muxit tarkibi bo'lib, kuchsiz pulsatsiyalanuvchi nuqtalarni, yadrolarni tashkil qiladi. Yadroni paydo bo'lishi, suvda erigan havoni bo'lishiga yordam qiladi.

Qachon suyuqlikdagi bosim to'yingan bug' bosimidan pasayib ketsa, yadro chegarasida suyuqlik to'xtovsiz gaz xolatiga - parga (qaynashga) o'tadi va yaxlitlikni mahalliy uzluksizligi buziladi - kaverna (bo'shliq) hosil bo'lib asosan suv bug'i bilan to'ladi. Kaverna hosil bo'lganidan keyin, keyinchalik suyuqlikda bosimni kamayishi kuzatilmaydi, chunki u kavernaning hajmini oshishi bilan kompensatsiyalanadi. Bosimni oshishi bilan kaverna yoriladi va bug' bir zumda kondensatsiyalanadi. 5.3.1-1-rasmdan ko'rinib turibdiki to'yingan bug' bosimi 100⁰S haroratda atmosfera bosimiga teng bo'lib, qaynash nuqtasini aniqlaydi. Dengiz yuzasidan 2200 m. balandlikda atmosfera bosimi 80 kPa.ga teng va suv 93⁰S haroratda qaynadi. Agar absolyut bosimni 2 kPa pasaytirsan, u holda suv 20⁰S dan past bo'lgan haroratda qaynadi.

Tajribada suvni uzulish jarayonini ko'raylik. Porshenli silindir suv bilan to'ldirilgan bo'lib, porshenni tagidagi bo'shliqda suvdan tashqari havo puffakchalari

bo'lmashligi kerak (5.3.1-2,a-rasm). Agar porshenni R kuchi bilan yuqoriga qarab tortsak, avval u qarshilik ko'rsatadi va sezilarli ravishda uni siljisi kuzatilmaydi, lekin agar R kuch $P_k = F(p_{atm} - p_{s,b})$ kuchdan oshsa, bu erda p_{atm} -atmosfera bosimi, F - esa porshen yuzasi, u holda porshen ko'tarila boshlaydi va porshen bilan suyuqlik orasida bo'shliq hosil bo'lib, asosan bosimi to'yingan bug' bosimiga teng bo'lgan suv bug'idan tashkil topadi (5.2.1-1,b-rasm). Porshen qanchalik yuqoriga yoki pastga siljimasin baribir, kaverna bo'lgani uchun, uning tagida $p_{s,b}$ ga teng bo'lgan bosim saqlanib qoladi. Bu suyuqlikning yaxlitligini statik uzilishidir. Turbulent oqimda bu xodisa boshqacha kechadi. Uni har bir nuqtasida tezlik va bosim pulsatsiyalanadi, bu aniqsa chegaraviy zonalarlarda to'xtovsiz (intensiv) bo'ladi. Turbulent tartibli xarakatda oqimning nuqtasidagi bir zumlik bosim ikki xil (komponent) tashkil etivchi bilan aniqlanadi:

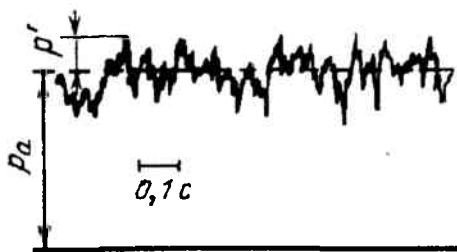
$$p_{a,birzum} = p_a - p^1 \quad (5.3.1-1)$$

bu erda p_a - vaqt ichida kattalashtirilgan absolyut bosim;

p^1 - pulsatsiyalanuvchining komponentni bosimi. $p_{a,birzum}$ ni taxminiy o'zgarishi

5.3.1-3-rasmda keltirilgan.

Faraz qilaylik, turbulent oqimda o'rtacha bosim p_a pasayadi va to'yingan bug' bosimiga yaqinlashadi. U holda, vaqtni alohida olingan daqiqasida $p_{a,birzum}$ bosim $p_{s,b}$ ga etadi va bu joyda mahalliy kaverna yuzaga keladi, ular bosim oshishi bilan yoriladi, p_a kamayishi bilan kaverna soni ko'payadi, lekin ular ham yoriladi – pulsatsiyalanadi. Agar oqimda yana ham kam bosimli oblast (bo'shliq) yuzaga kelsa, u holda kaverna hosil bo'ladi, ular ham oblast (bo'shliq)ni o'tish davr ichida saqlanadi. Bunday kavernani yashovchanligi ikki fazadan tashkil topgan: oblastni o'tish davrida –tashkil topish va o'sish bo'lib, u erda bosim tushib ketadi (vakuum yuzaga keladi) va yoriladi, ular bosim kamaygan oblastida yuzaga keladi. Bunday sharoitda kaverna kattalashib ketishi mumkin va ularning nuqtasida (markazida) juda katta solishtirma bosim yuzaga keladi.



5.3.1-3-rasm. Turbulent oqim hosinining pulsatsiyalanishi

Turbulent tartibli xarakatda suyuqlik oqimning butunligini uzilishidagi kavernga kavitatsiya deyiladi.

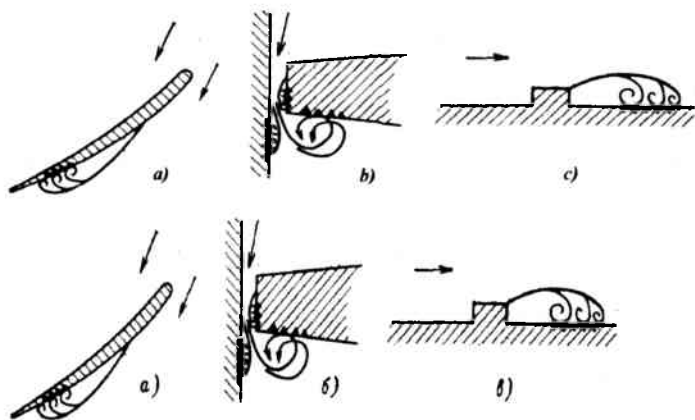
Kavitatsiyali oqim gidromashinaga quyidagicha ta'sir qiladi:

1. Etarli darajada rivojlangan kavitatsiyada gidravlik yo'qotish oshadi, natijada f.i.k. pasayadi va sarif kamayadi.

2. Kavitatsiya hisobiga gidromashinada shovqim va kuchli vibratsiya yuzaga keladi.

3. Gidromashinani kavitatsiya sharoitida ishlashida, kaverna yoriladigan joyda, sirt emiriladi.

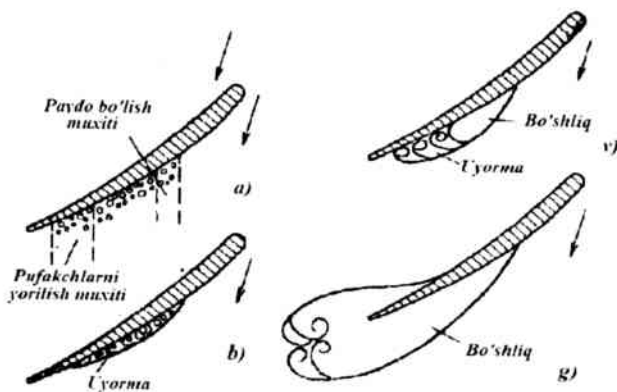
Kurakchalar va boshqa suv sirpanib o'tuvchi oblastning sirtlari ham f.i.k. kamayishiga olib keladi (5.3.1-4-rasm).



5.3.1-4-rasm. Gidromashinalardagi kavitatsiyalarning turlari

Gidravlik mashinalarda kavitatsiya yuzaga kelishi 5.2.1-4- rasmdagi misolida: a- profili, b- tiriqishli va c- maxalliy bo'lishi kursatilgan.

Gidravlik mashinalardagi kavitatsiyalarning ko'rinishi (5.3.1-5-rasm) quyidagicha: *a*-profilli, kurakni bosimi eng kam bo'lgan joydan suvni o'tishi; *b*-tirqishli, suyuqlikni kurak bilan kamera orasida bosimi katta og'ishi bo'lgan joydan o'tishi; *c*-mahalliy, suyuqlikni notekis joydan o'tishi va boshqalar



5.3.1 5-rasm. Kuraklarda kavitatsiya xodisalari

5.3.1-5-rasmda ko'rsatilgan kavitatsiyani yuzaga kelish xolatlari quyidagicha: *a*-pufakchalar ko'rinishida, bu erda suyuqlikni uzluksizligi buzilib havo pufakchalari - kaverna yuzaga keladi; *b*-zonali yoki plenkali, bu erda butunlay kaverna bo'ladi va havo pufakchalari bilan to'lgan pulsatsiyalangan uyurma bo'ladi; *v*-uzuluvchan, bu erda kaverna suyuqlik bilan to'lmagan va *g*-superkavitatsiya, muxit profildan keyin tutashadi.

Har bir shakildagi kavitatsiyaning turlari o'ziga xos xususiyatga ega. Pufakchali va Superkavitatsiya oqimni gidrodinamik ko'rsatkichlarni o'zgartirib gidromashinani ish jarayonida: suv sarfiga, quvvatiga va KPD sig'a ta'sir qiladi.

Kavitatsiya sharoitida tirsillash va vibratsiya xolati kuzatiladi, gidromashinaning suv sarfiga, quvvatiga va f.i.k. kamayishiga olib keladi. Keltirilgan misollar asosida kavitatsiyani kuzatilmaslik uchun quyidagi shartni bajarish kerak

$$P_{at} > P_{s,b}$$

(5.3.1-2)

Yani, suv o'tkazuvchi traktning (muxitning) ixtiyoriy nuqtasidagi absolyut bosim suyuqlikning to'yingan bug' bosimidan katta bo'lishi kerak.

Nazorat savollari

- 1 Kavitatsiya qanday hosil bo'ladi?
2. Kaverna nima?
3. Har xil turbinalarning ishchi g'ildiraklarini qayerida kavitatsiya alomatini ko'rish mumkin?
- 4 Superkavitatsiya qanday yuzaga keladi?
- 5 Kavitatsiyam gidromashinamg ish jarayoniga qanday ta'sir qiladi?

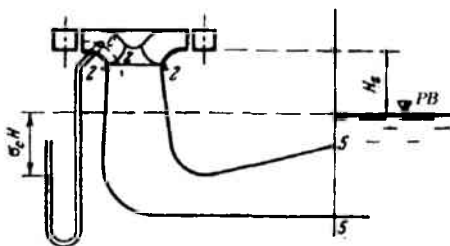
5.4. Kavitatsiya koeffitsienti va yo'l qo'yilgan so'rish balandligi

Ishchi g'ildirakning qandaydir s nuqtasidagi (5.4-1-rasm) absolyut bosimni quyidagi tenglikda ko'rish mumkin

$$p_{sc} = p_{a2} - \Delta p_{2-sc}, \quad (5.4-1)$$

bu erda p_{a2} - 2-2- kesimdag absolyut bosim,

Δp_{2-sc} - 2-2 kesimga nisbatan s nuqtada (5.4-1-rasm) qo'shimcha bosimni pasayishi, $p = p_{atm} + p$ inobatga olib



5.4-1-rasm. Kavitatsiya koeffitsientini aniqlashga doir

$$\frac{p_s}{\rho g} = \left(H_s + \frac{\alpha_s V_s^2}{2g} - \frac{\alpha_s V_s'^2}{2g} - h_{avr} \right) \text{ dan } p_{2-sc} / 2\rho g \text{ ni aniqlaymiz va so'rish quvurida}$$

mahalliy napor yo'qolish formulasi quyidagicha bo'ladi

$$h_{avr} = \xi_{avr} \frac{V_s'^2}{2g}$$

$$\text{U holda} \quad \frac{P_{a2}}{\rho g} = \frac{P_{a1m}}{\rho g} - H_s - \left(\frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} - \frac{z}{2m \cdot r} \frac{V_2^2}{2g} \right) \quad (5.4-2)$$

(5.4-2) da qovus ichidagi kattalik so'rish quvuri tomonidan hosil qilingan o'rtacha dinamik bosimning [5.2-7 dagi Δh_{din}] pasayishi Δh_{din} naporga proporsionaligini ko'rsatadi. Haqiqatda esa

$$Q = Q_1^1 D_1^2 \sqrt{H} \sqrt{\frac{\eta_{KT}}{\eta_{KM}}} \quad \text{dan foydalanib}$$

$$V_1^2 = \frac{Q^2}{F_1^2} = \frac{(Q_1^1)^2 D_1^4 H}{k^2 D_1^4} = \frac{(Q_1^1)^2}{k^2} H. \quad (5.4-3)$$

olamiz, bu erda Q_1^1 - keltirilgan suv sarfi, k_1 - maydon kesimi koeffitsienti.

$$\text{Undan} \quad \Delta h_{din} = \frac{(Q_1^1)^2}{2g} \left(\frac{\alpha_2}{k_2^2} - \frac{\alpha_1}{k_1^2} - \frac{z}{2m \cdot r} \right) H = \sigma_{so'r} H. \quad (5.4-4)$$

O'xshash jarayonlarda (5.4-4) ga kiruvchi koeffitsientlar, shuningdek $\sigma_{so'r}$ ham o'zining o'zgarish qiymatlarini saqlab qoladi. Provardida $p_{a2} / \rho g$ quyidagi formula ko'rinishida bo'ladi

$$\frac{P_{a2}}{\rho g} = \frac{P_{a1m}}{\rho g} - H_s - \sigma_{so'r} H. \quad (5.4-5)$$

Shuningdek ishchi g'ildirakning s nuqtasidagi qo'shimcha bosimni kamayishi naporga proporsional bo'ladi

$$\frac{\Delta p_{2-c}}{\rho g} = \sigma_{sp} H. \quad (5.4-6)$$

Buni isbotlash uchun s-2 bo'yicha oqimchani nisbiy harakati uchun (5.4-1-rasm) Bernulli tenglamasini yozamiz $Z_c + \frac{p_{ac}}{\rho g} + \frac{\alpha_c V_c^2}{2g} = Z_a + \frac{p_{a2}}{\rho g} + \frac{\alpha_2 V_2^2}{\rho g} + h_{u,1-2}$ va unga (5.4-5) va (5.4-6) formulalarni (5.4-1) ga qo'yib topamiz

$$\frac{P_{ac}}{\rho g} = \frac{P_{a1m}}{\rho g} - H_s - \sigma_c H. \quad (5.4-7)$$

Unda $\sigma_c = \sigma_{so'r} + \sigma_{sp}$ - s nuqtadagi pezometrik satxning (bosimning) nisbiy dinamik pasayishini ko'rsatuvchi kavitatsiya koeffitsienti.

Ishchi g'ildirakni har xil nuqtalari uchun σ_c ni qiymati o'zgaruvchan.

Mos bo'lgan nuqtalarda, berilgan tartib uchun minimal bosimning eng katta qiymatiga turbina kavitatsiyasi to'g'ri keladi.

σ_T ni bilgan holda va (5.3.1-2) ni nazarda tutib, (5.4-7) formuladan kavitatsiya yo'q sharoitini olamiz

$$\frac{P_{av}}{\rho g} = \frac{P_{am}}{\rho g} - H_s - \sigma_T H \geq \frac{P_{sb}}{\rho g} \quad (5.4-8)$$

$$\text{yoki } H_s \leq \frac{P_{am}}{\rho g} - \frac{P_{sb}}{\rho g} - \sigma_T H \quad (5.4-9)$$

ya'ni turbinada kavitatsiyani bo'lmasligi uchun H_s balandligini chegaralash kerak.

Atmosfera bosimi dengiz satxining mutloq (absolyut) bosimiga bog'liq va taxminan bu bog'liklikni quyidagi formuladan aniqlash mumkin

$$\frac{P_{am}}{\rho g} = 10.3 - \frac{\nabla}{900} \quad (5.4-10)$$

∇ - mutloq (absolyut) belgi (pastki byef uchun hisoblanadi).

Sovuq suv uchun $\frac{P_{sb}}{\rho g} = 0.3m$, (ρ_{sp} -suv bug'i bosimi) (5.4-1-rasm). Unda

(5.4-9) quyidagicha bo'ladi

$$H_s \leq 10 - \frac{\nabla}{900} - \sigma_T H \quad (5.4-10)$$

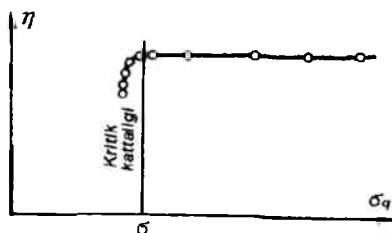
(5.4-10) formula yo'l qo'yilgan so'rish balandligini aniqlashda va GESni loyihalashda turbina qurilmasi belgisini tayinlashda keng qo'llaniladi.

Kavitatsiya koeffitsienti eksperiment yo'li bilan model qurilmasida aniqlanadi.

(5.4-8) tenglamani quyidagicha yozamiz

$$\frac{P_{pb}}{\rho g} = \frac{P_{am}}{\rho g} - H_s - \sigma_T H = \frac{P_{sb}}{\rho g} \quad (5.4-11)$$

bu erda p_{am} o'rniga p_{pb} - pastki byefga qo'yilgan bosim turadi, σ_T o'rniga esa σ_q - qurilma koeffitsienti qo'yiladi va uni quyidagi formula orqali



5.4 -2-rasm. F.I.K.ni qurilmaning kavitatsiya koeffitsientiga hog'likligi

$$\text{aniqlanadi } \sigma_q = \frac{P_{pb} - H_s - P_{sb}}{H} \quad (5.4-12)$$

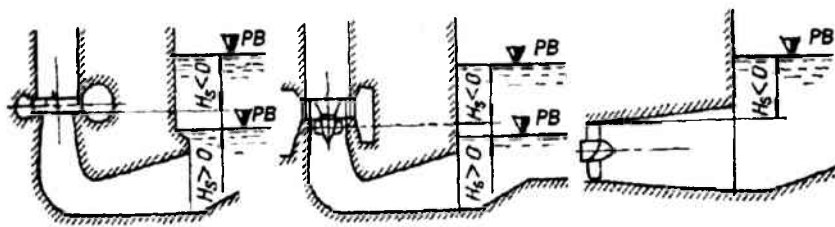
O'zgaras naporda va ish tartibida model qurilmasi ishlash holatini saqlaydi, lekin σ_q o'zgaradi, u δ_{sb} bosimni pasayishi hisobiga kamayadi (pastki byef tepasida siyraklashgan havo yuzaga keladi). Tajriba yo'li bilan olingan kattaliklar asosida $\eta = f(\sigma_q)$ grafigi ko'riladi (5.4-2 – rasm). σ_q kamayishi bilan ma'lum vaqtgacha η o'z kattaligi saqlanib turadi, keyin birdan pastga tushib ketadi. Ish tartibi saqlanishi va kavitatsiya koeffitsienti o'zgarishi, turbinada kavitatsiyani rivojlanishga olib keladi. σ_q kattaligining o'zgarishini kritik kavitatsiya koeffitsienti σ deb ataymiz.

H_s yo'l qo'yilgan so'rish balandligini hisohlashda turbina kavitatsiya koeffitsienti σ_T aniqlashda kiritik kavitatsiya koeffitsienti σ ga k_n zaxira koeffitsientini kiritish orqali aniqlanadi:

$$\sigma_T = k_n \sigma \quad (5.4-13)$$

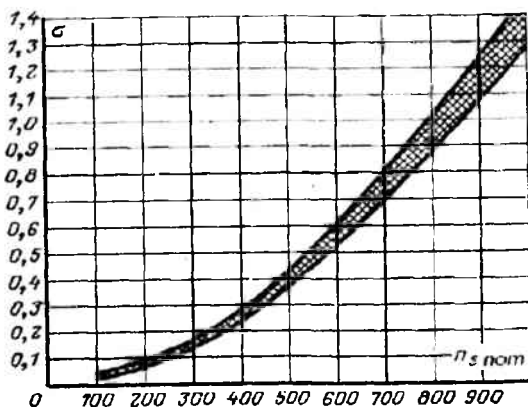
bu erda $k_n = 1.1 - 1.2$ qabul qilinadi.

Har xil turbinalar uchun so'rish balandligini aniqlash usuli 5.4-3-rasmda kursatilgan.



5.4-3-rasm. Har xil turbinalarda so'rish balandligi H_s ni hisoblash

Vertikal radial o'qli va diagonal turbinalarda so'rish balandligi yo'naltiruvchi apparatning pastki qirrasidan hisoblanadi (ko'pmcha so'rish balandligi yo'naltiruvchi apparatni o'rta chizig'idan hisoblanadi, u holda $H_s = H_s + 0,5b_0$); vertikal o'qiy turbinalarda (BK, Pr) ishchi g'ildirak kurakchalarining burilish o'qi markazidan hisoblanadi. Gorizontal turbinalarda H_s ishchi g'ildirakning yuqori nuqtasidan hisoblanadi



5.4-4-rasm. To'la yuklamada turbinaning kavitatsiya koeffitsientini tezyurarlilik koeffitsientiga bog'liqligi

1-misol. Agar xarakteristika bo'yicha $\sigma = 0,1$, pastki byef ni belgisi 360 m va napori $H = 60M$ bo'lgan turbinaning yo'l qo'yilgan so'rish balandligi H_s ni aniqlang

Echim. Zaxira koeffitsientini $k = 1,15$ etib olamiz. Unda (5.4-13) formula bo'yicha turbinaning kavitatsiya koeffitsienti bo'ladi $\sigma = 1,15 \cdot 0,1 = 0,115$.

(3-13)dan so'rish balandligini hisobi quyidagicha:

$$H_s \leq 10 - \frac{360}{900} - 0,115 \cdot 60 = 10 - 0,4 - 6,9 = 2,7 \text{ m}.$$

Turbinani pastki byef belgisidan 2,7 m yuqorida o'rnatish mumkin.

2-misol. Avalgi misol bo'yicha $\sigma = 0,2$ bo'lgan boshqa turbina qo'llasak, unda yo'l qo'yilgan so'rish balandligi nimaga teng bo'lishini aniqlang.

Echim. Zaxira koeffitsienti $k = 1,15$ teng deb olib, (5.4-13) formula bo'yicha $\sigma = 1,15 \cdot 0,2 = 0,23$ topamiz; (5.4-10) dan

$$H_s \leq 10 - \frac{360}{900} - 0,23 \cdot 60 = 10 - 0,4 - 13,8 = -4,2 \text{ m}.$$

U holda turbinani pastki byef ning suv satxidan 4,2 m chuqurroq o'rnatishga to'g'ri keladi.

Turbina kavitatsiya koeffitsienti σ , turbinaning ish tartibiga va turiga hamda tez yurarlik koeffitsient n_s ga bog'liq. Turbinaning normal quvvati uchun 5.4-4-rasmda $\sigma = f(n_{s, \text{norm}})$ bog'liqlik grafigi kursatilgan. σ ni o'rtacha qiymatini quyidagi formula bo'yicha hisoblash mumkin

$$\sigma = \frac{(n_{s, \text{norm}} + 30)^{1,8}}{200000}. \quad (5.4-14)$$

Bu formuladan shuni kurish mumkinki, tezyurarlik koeffitsienti oshishi bilan turbinaning kavitatsiya koeffitsienti ham tez oshadi.

Nazorat savollari

1. Kavitatsiya koeffitsientlari necha xil bo'ladi?
2. Qurilma kavitatsiya koeffitsienti bilan turbina kavitatsiya koeffitsienti farqini tushintiring
3. Yo'l qo'yilgan so'rish balandligini tushintiring
4. Har xil turbinalarda so'rish balandligi qanday aniqlanadi?

6-BOB. TURBINA XARAKTERISTIKALARI

6-1.Xarakteristikalar turi

Gidroelektrostaniyani loyihalash jarayonida, turbina turlarini va ularning asosiy parametrlarini, o'lichamlarini aylanish chastotasini, f.i.k., qurilmani o'rnatish belgisi va boshqa faktorlarini, shuningdek jihozlardan maqsadga muvofiq ravishda eng qulay foydalanishga topshirilganda turbinaning xususiyati to'g'risida to'la ma'lumotga ega bo'lish kerak. Bu ma'lumotlar xarakteristika shaklida ko'rinishida bo'lib, turbinaning har xil sharoitda ishlashida, aniqrog'i, har xil rejimlarda kerakli ko'rsatkichlarni aniqlaydi.

Gidroturbinaning asosiy parametrlari Q , N va η asosan uning geometrik, kinematik, gidravlik faktorlari bilan belgilanadi. Berilgan turdagi turbinaning hamma ko'rsatkichlarini umumiy ko'rinishda, quyidagi funksional bog'lanishlar bilan ifodalash mumkin:

$$\left. \begin{aligned} Q &= f_Q(D, a_0, H, n); \\ N &= f_N(D, a_0, H, n); \\ \eta &= f_\eta(D, a_0, H, n); \\ \dots \dots \dots \end{aligned} \right\} \quad (6.1-1)$$

Burama-kurakli turbinalar uchun bu ko'rsatkichlar murakkab bo'ladi, chunki ular qo'shimcha mustaqil o'zgaruvchimi o'z ichiga oladi, ya'ni ishchi g'ildirak kurakchalarni o'rnatish burchagi φ ni. Masalan,

$$\eta = f_\eta(D, a_0, \varphi, H, n) \quad (6.1-2)$$

Aniqrog'i (6-2) yoki (6-3) bog'liklar turbina xarakteristikasi deyiladi, shu bilan birga ular odatda grafik ko'rinishda bo'ladi.

Shuni nazarda tutish kerakki, (6.1-1) xarakteristikalar tizimi mustaqil va o'zgaruvchan funksiyalar sharti va ularni har doim joylarini almashtirish mumkin, masalan yo'naltiruvchi apparatni ochilish kattaligi a_0 o'rniga, erkin o'zgaruvchan

Q bo'lishi mumkin, va unda quyidagiga ega bo'lamiz: $N = (D, Q, H, n)$, lekin bu $a_0 = f_a(D, Q, H, n)$ ochilish funksiyasi bo'lib qoladi.

Mustaqil o'zgaruvchanlar som aniq bo'lib, ular *birlamchi boshqariluvchi (radial-o'qli, propellerli, cho'michli) turbinalar uchun to'rtta, ikkilamchi boshqariluvchi (burama-kurakli) turbinalarniki beshta.*

To'rtta mustaqil o'zgaruvchan funksiyalar asosida grafik qurish mumkin emas. Shu sababdan mustaqil o'zgaruvchanlarning bir qismini doimiy parametrlar bilan almashtiriladi. Xarakteristikani ikkita shaklidan foydalaniladi: universal va chiziqli.

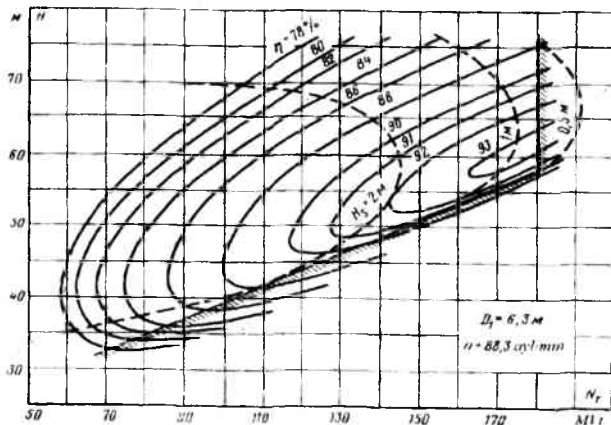
Universal xarakteristikalar ikkita aniqlovchi parametrga ega va berilgan ko'rsatkichni ikkita mustaqil o'zgaruvchiga bog'liqligini ko'rsatadi, Universal xarakteristikalarni bir nechta turi mavjud bo'lib, ular o'zgaruvchilar nomi bilan beriladi. Masalan, naporli-quvvatli universal xarakteristikasi H, N (turbinani napor, quvvati) koordinatasi bo'yicha berilgan D va n parametrlari asosida quriladi. Uni ko'pincha ekspluatatsiya xarakteristikasi deb ataladi. Ekspluatatsiya sharoitida turbinani aylanish chastotasi doimiy ushlab turiladi. Uni umumiy ifodalanishi quyidagicha

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

Bunday xarakteristika 6.1-1 rasmda $D_1 = 6,3m$ va $n = 88,3 \text{ ayt/min}$ bo'lgan radial-o'qli turbina uchun ko'rsatilgan. Xarakteristika maydonida f.i.k. η ni va yo'l qo'yilgan so'rish balandligi H_s egri chiziqlari keltirilgan.

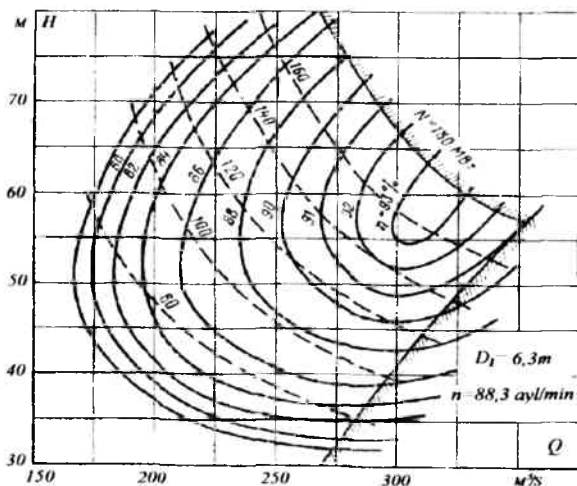
Agar $D_1 = \text{const}$ va $n = \text{const}$ naporli-quvvatli ekspluatatsiya xarakteristikasini qurish mumkin bo'ladi degan misol (6.1-2-rasm) keltirilgan. Unda f.i.k. η va quvvat N ni egri chiziqlari ko'rsatilgan.

Xarakteristikalarda (6.1-1 va 6.1-2- rasmlarda) chegaralovchi (shtrixlangan) chiziqlar ko'rsatgan. Pastki tomoni yo'naltiruvchi apparatni eng katta ochilishiga, yuqori tomoni generatorni nominal quvvatiga to'g'ri keladi, agregat quvvatini chegaralovchi egri chiziq bo'ladi.



6.1-1-rasm. Naporli-quvvatli universal xarakteristika

Bosh universal xarakteristika. Berilgan turdagi turbina xususiyatini sifat ko'rsatkichini aniqlashda *aylanish-surif xarakteristikasidan keng* foydalaniladi, u D_1 va H larni doimiy kattaliklarida quriladi. Shunchaki bu xarakteristika odatda berilgan turbina turini umumiy xususiyatini aniqlaydi va keltirilgan parametrlari $D_1 = 1m$ va $H = 1m$ kattaliklarda quriladi. Radial-o'qli turbina uchun uni ko'rinishi 6-3-rasmda ko'rsatilgan. O'qlar bo'yicha o'zgaruvchan kattaliklar Q_1 va n_1 qo'yilgan.



6.1-2-rasm. Naporli-sarfli universal xarakteristikasi

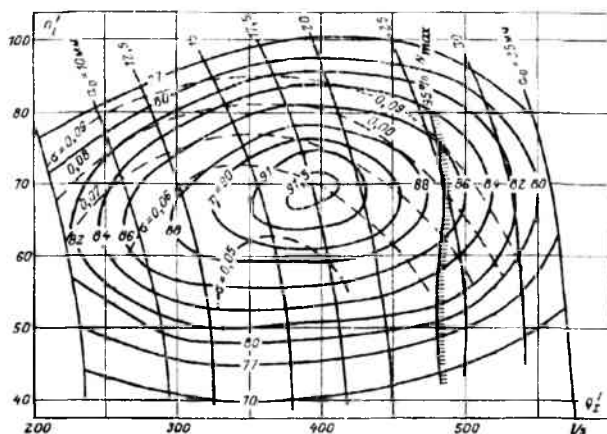
Gidravlik f.i.k. η_r , kafitatsiya koeffitsienti σ va yo'naltiruvchi apparatni ochilish kattaligi a_0 egri chiziqlari kiritilgan.

Bosh universat xarakteristikasi modellarni smashda olingan kattaliklar asosida quriladi (modellni xarakteristika) va unda ko'rsatilgan kattaliklar ($\eta_r \cdot \sigma \cdot a_0$ va boshqalar) model uchun berilgan. Shu sababdan xarakteristikada har doim turbina modelini o'lchami (diametri) va turbina kamerasi hamda so'rish quvuri ko'rsatilgan gabaritli chizmasi keltiriladi.

Xarakteristikaning asosiy nuqtasi bo'lib absolyut maksimum f.i.k. ga javob beruvchi optimal rejim hisoblanadi.

Bosh universal xarakteristikada ko'pincha 5% quvvat zaxirasi 95% N_{max} chizig'i ko'rsatiladi. Bu chiziqni o'ng tomonida quvvatni 5% ko'payishini olish mumkin, lekin odatda bu zonaga kirish tavsiya etilmaydi.

Bosh universal xarakteristika berilgan turbina xossasini to'lik yoritadi va u bo'yicha, qayta hisoblash formulalardan (3.4-1) va (3.4-2) yordamida hamma kerakli ko'rsatkichlarni aniqlash mumkin va berilgan kattaliklar bo'yicha berilgan turdagi turbinani hoxlagan boshqa xarakteristikasini qurish mumkin.



6.1-3-rasm. Radial-o'qli turbinani bosh universal xarakteristikasi ($D_m = 460\text{mm}$)

Chiziqli xarakteristika bitta o'zgaruvchanni bog'likligida quriladi va u bo'yicha nomlanadi. Bunda uchta parametr doimiy bo'lishi kerak. Masalan,

quvvatning chiziqli xarakteristikasi ko'rsatkichlarni turbina quvvati bog'liq ko'rinishida bo'ladi

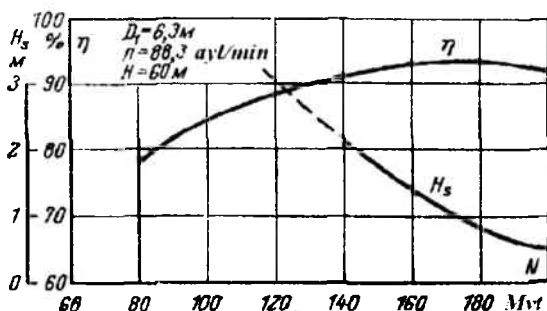
$$D_1 = \text{const} \quad \text{da} \quad \eta = f_n(N), \quad n = \text{const}, \quad H = \text{const}$$

Bunday xarakteristika 6.1-4-rasmda ko'rsatilgan. Bu chiziqli xarakteristika bo'yicha 6.1-1 rasmda universal naporli-quvvat xarakteristikada $H = 60\text{m}$ dagi kesimni ko'rish mumkin.

Boshqa xarakteristikalarni ham qurish mumkin:

aylanish bo'yicha $N = f_N(n)$ ni $D_1 = \text{const}, a_0 = \text{const}, H = \text{const}$ larda;

naporli $H = f_N(N)$ ni $D_1 = \text{const}, a_0 = \text{const}, n = \text{const}$ larda.



6.1-4-rasm. Quvvat xarakteristikasi

Xarqanday chiziqli xarakteristika universal xarakteristikani ma'lum bir kesimini izhor etadi.

Chiziqli xarakteristika, universal xarakteristikaga o'xshab turbina xususiyatini to'liq ko'rsata bermaydi, lekin ular sodda bo'ladi, shu sabdan ulardan turbinalarning har xil turlarining xususiyatlarini taqqoslashda foydalaniladi.

Nazorat savollari

1. Turbina xarakteristikasi deganda nimani tushinasiz?
2. Radial-o'qli turbinaning bosh universal xarakteristikasini tushintiring.
3. Burama-kurakli turbinaning bosh universal xarakteristikasini Radial-o'qliligidan farqi.
4. Chiziqli xarakteristika qanday quriladi?

6.2. TURBINANI ENERGETIK VA KAVITATSIYA STENDLARIDA SINASH.

6.2.1. Modelni sinashda turbina xarakteristikani aniqlash

Turbinaning gidromexanik hisoblash uslubi takomillashib borishiga qaramay, turbinani ishlash tartibini keng diapazonda etarlicha to'liq va mukammal xarakteristikasi orqali yoritib berish faqat eksperimental yo'l bilan erishish mumkin. Turbinani bisobiy yo'l bilan loyiha qilish odatda suv o'tuvchi traktining bir nechta variantini tanlash va uzil-kesil baholash hamda ishlash sifatini aniqlash faqat tajriba stendida modelni sinash asosida hal qilinadi. Natijada sinovda olingan kattaliklar asosida modellar xarakteristikalari qurilib, ular asosida haqiqiy turbinaning ekspluatatsiya va boshqa xarakteristikalari quriladi.

Ikki xil stend faraqlanadi: energetik va kavitatsiya.

Energetik stendda turbinani kavitatsiya bo'lmagan sharoitda ishlashi sinab ko'rib hamma ko'rsatkichlar olinadi. Kavitatsiya stendida esa kavitatsiya ko'rsatkichlari aniqlanadi. Energetik stendda turbina modeli ishchi g'ildiragining diametri 250 mm dan 460 (800) mm va kavitatsiya stendida esa diametri 250-460 mm sinovdan o'tkaziladi.

Modellashtirish asosida turbinani ishlab chiqishda alohida olingan individual nusxasidan turbinaning bir qator seriyasiga o'tishga imkon yaratadi.

Chunki haqiqiy turbinani ishlab chiqishdan oldin uning modeli yasab unda kerakli kattaliklar olinadi va o'xshashlik qonuniga rioya qilingan holda ularning o'lchamlari o'zgartirilib kopyalari tayyorlanadi. Modellar o'lchami 250 mm dan 460 mm (800 mm) gacha, kavitatsiyali 250-460mm gacha, ishchi napor 2 m dan 6 m gacha bo'ladi. Modellar o'lchami va ishchi napori kichik qilib olinadi, shu sababdan eksperiment ishidagi sarf kam bo'ladi. Turbinaning modelini sinashdan asosiy maqsad, shu turbinalarni har xil rejimida energetik xossasini xarakterlovchi kattaliklarni olish hisoblanadi. Ko'rsatilgan energetik xossalar har bir rejimda f.i.k. η , keltirilgan sarf Q_1^1 va keltirilgan aylanish soni n_1^1 bilan baholanadi. FIK. η , keltirilgan sarf Q_1^1 va keltirilgan aylanish soni n_1^1 orasida

o'zaro bog'liklik, Q_1^1 va n_1^1 koordinata tekisligida, f.i.k. o'zgarmas kattaliklaridagi egri chiziqlar oilasidan tashkil topgan va grafik orqali izhor qilingan xarakteristikaga bosh universal xarakteristika deyiladi (6.1-3-rasm).

Energetik stend. 6.2.1-1-rasm yuqori byef dagi 1 va pastdagi 2 baklardan, xajim 3 va nasos 4 dan iborat. Baklar orasiga turbina modeli 5 o'rnatiladi, spiral kamera va so'rish quvurlarni geometrik o'xshashligi saqlanadi. Model ishlaganda suv birinchi bakdan 2 bakka oqib o'tadi, u erda suv to'kuvchi- o'lchagich yordamida suv sarfi aniqlanadi. Suv to'kuvchi- o'lchagich albatda xajmiy yoki massaviy usul bilan tarirovka qilingan bo'lish kerak. Suv, suv idishi 3 ga tashlanadi, u erdan nasos 4 yordamida yuqoriga yuqori 1 ga xaydaladi. Shu tarzda tizimda serkulyasiya amalga oshadi.

1—bakdagi satxni ushlab turish uchun 7 suv to'kuvchi yordamida nasosni haydagan ortiqcha suvni suv idishi 3ga tashlaydi. Oqimni tinchlatish va bir tekkisda ushlab turish uchun 8 va 9 panjaralar xizmat qiladi.

Energetik ctendda napor 2-6 m tashkil qiladi.

Sinovni asosiy o'lchagich kattaligiga: suv to'kuvchi tepasidagi h ga bog'liq suv sarfi Q , 10 va 11 pezometr ko'rsatkichidan olinadigan napor H (spiral kameraga kirguncha bo'lgan yo'qotilish qo'shimcha hisobga olinadi), aylanish chastotasi n (taxometr bilan yoki schyotchik 12 yordamida aniqlanadi) va turbina ishlab chiqadigan quvvat N_r . Buning uchun har xil tormozlar (ko'pincha elektrik) ishlatiladi. Tormozni rotori 13 turbina modelining valiga, stator 14 esa podshibniklar yordamida rama 15 ga qotiriladi. Rotor aylanganda magnit kuchinmg o'zaro ta'sirida (mexanik tormozlarda- ishqalanish kuchi) statorni ergashtiradi, lekin u toraziga 17 ga ulangan sim 16 bilan ushlab turiladi.

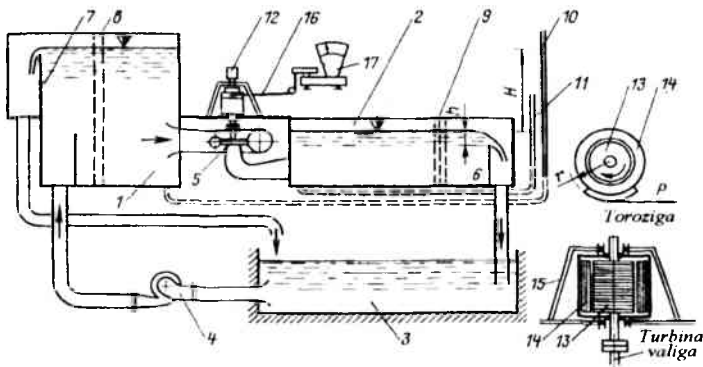
Simning tarangligi R va radiusi r orqali turbina hosil qilgan moment $M = Pr$, H ni aniqlanadi, aylanish chastotasi n bilan quvvat N_p ham aniqlanadi.

$$N_r = \frac{Mn}{9550}, \quad (6.2.1-1)$$

Modelning foydali ish koeffitsienti η_{M} eksperment kattaliklardan aniqlanadi

$$\eta_M = \frac{N_V}{9,81QH}$$

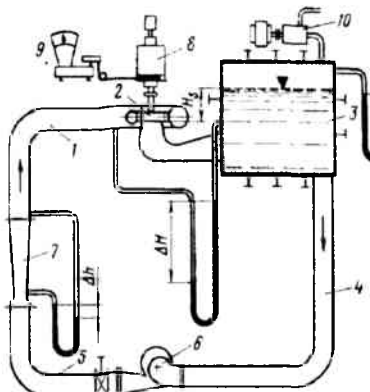
(6.2.1-2)



6.2.1-1-rasm. Turbinaning energetik xarakteristikasini olish stendi

Eksperiment quyidagi tarzda olib boriladi. Yo'naltiruvchi apparatim ochilish kattaligi a_0 o'atiladi va tormoz bilan o'zgartirilib turadigan har xil aylanish chastotasi n da bir nechta nuqtalar olinadi. O'lchangan kattaliklar bo'yicha keltirilgan kattaliklar n_1^i va Q_1^i , $n_1^i = \frac{nD_1}{\sqrt{H}}$ hamda $Q_1^i = \frac{Q}{D_1^3 \sqrt{H}}$ formulalar yordamida

hisoblanadi va a_0 har xil qiymatlariga $\eta_M = f_n(n_1^i, Q_1^i)$ kattaliklar uchun jadval tuziladi, Olingan kattaliklar asosida bosh universal xarakteristika quriladi. Energetik smovda FIK, suv sarfi va quvvatdan tashqari tezlashgan aylanish chastotasi, ishchi g'ildirakka va uning kurakchalariga bo'ladigan o'qiy kuchlanish, YA kurakchalariga bo'ladigan kuchlanish va boshqalar aniqlanadi.



6.2.1-2-rasm. Kavitatsiya stendi sxemasi.

Kavitatsiya stendi. U

suv keltiruvchi quvur 1, turbina modeli 2, zanjirli tutashgan bak 3, qisman to'ldirilgan sikulyasiya quvuri 4 va 5 hamda nasos 6 dan tuzilgan (6.2.1-2-rasm).

Stend tutashgan bo'lib doimiy xajimda ishlaydi va pastki byef ning belgisini bir xilligini ta'minlab turadi.

Sinov paytida o'lchovlar olib boriladi: Venturi 7 quvurchasi yordamida sarf Q (differensial manometrdagi og'ish balandligi Δh), naporni (og'ish balandligi ΔH va plyus quvur 1 dagi napor), quvvat N_1 (6.2.1-2-rasmdagiday tormoz 8 va torozi 9 yordamida), 3 bakning erkin satxidagi vakuum H_1 (vakuummetr)

Kerakli vakuum maxsus vakuum-nasos 10 bilan xosil qilinadi.

Sinov paytida nasos 6 da kavitatsiya yuzaga kelmasligi uchun vakuum, u bak 3, 10-15 m pastda o'rnatiladi. Stendni ishlash jarayonida nasos oldidagi xadvijka bilan suv boshqarilganda, u intensiv isib ketadi. Suvni sovutish uchun zmeevik o'rnatiladi (sxemada ko'rsatilmagan) yoki bak 3 ga yangi suv quyiladi va bir vaqtni o'zida napor quvuri 5 dan suv tashlanib turadi.

Odatda kavitatsiya stendni 20-30 m naporda ishlaydi, lekin yuqori naporli turbinalar uchun stend 150-200 m va undan yuqori napordalarda sinaladi.

Tajriba quyidagicha olib boriladi. Qandaydir bitta rejim berib ko'riladi, yani YA ochilish kattaligi σ_0 , napor H va aylanish soni n , keyin esa suv sarfi, quvvat, fik aniqlanadi, bosqichma-bosqich bak 3 dagi vakuum H_1 oshilib borilishi bilan hisoblanayotgan qurilmaning quyidagi formulada hisoblanadigan koeffitsientni

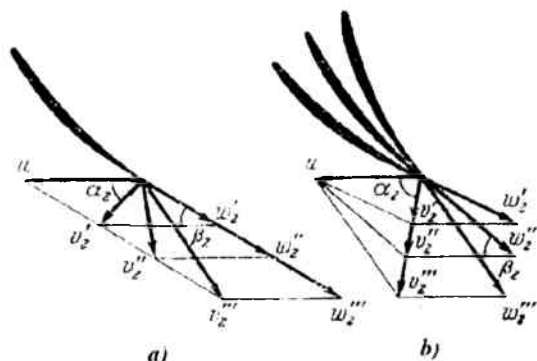
kamayishiga olib keladi
$$\sigma_q = \frac{P_{pb} - H_1 - \frac{P_{st}}{PK}}{H}$$

Nazorat savollari

1. Turbinani nima uchun modelda sinaladi?
2. Energetik stendni vazifasini tushintiring.
3. Kavitatsiya standida sinov qanday o'tkaziladi?
4. Sinovda suv nima sababdan isiydi?

6.3. BURAMA KURAKLI TURBINANING XARAKTERISTIKASINI QURISH

Kuragi qattiq o'rnatilgan va burama kurakli turbinalarni o'zgarmas n aylanish sonida va o'zgaruvchan Q suyuqlikni ishchi g'ildirakdan o'tishini ko'rsatuvchi 6.3-1, a- rasmdan ko'rinib turibdiki qattiq o'rnatilgan kurakdagi ($\beta_2 = const$) α_2 burchak sarf o'zgariganda tez o'zgaradi. Kichik oqim sarfi g'ildirakni aylanish tomoniga intensiv buraladi, katta sarfda esa teskari tomonga. Shunday qilib ikkilamchi boshqarilganda (6.3-1, b-rasm) ishchi g'ildirakdan keyingi oqimni α_2 burchak buralishi saqlanadi va optimal shartga javob beruvchi Q sarfini keng diapazonda o'raliqda o'zgarishini ta'minlash mumkin.

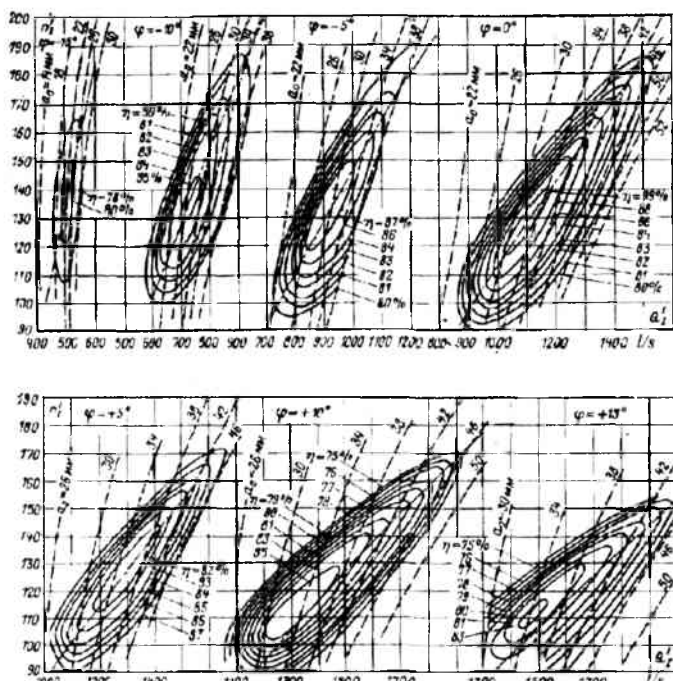


6.3-1-rasm. Qattiq kurakli va burama-kurakli turbinaning ishchi gidrak kurakchalarini chiqishidagi tezlik parallelogrammalari

Ikkilamchi hoshqariladigan (diagonal va o'qiy) turbinalarni stenda sinalganda bitta emas, balki bir qator universal xarakteristikalarini qurish uchun ma'lum φ burchaklarga (Masalan, -15° , -10° , -5° , 0° , $+5^\circ$, $+10^\circ$, $+15^\circ$) ishchi g'ildirak kurakchalari qotirilib o'rnatilib, alohida olingan propeller turbinalarni xosil qilamiz va bu turbinalar sinalib kerakli xarakteristikalar olinadi. O'qiy turbinaning kurakchalari $\varphi -15^\circ$, -10° , -5° , 0° , $+5^\circ$, $+10^\circ$, $+15^\circ$ larda olingan bir qator xarakteristikalari 6.1-2-rasmda ko'rsatilgan.

Propellerlarni xarakteristikasida burchak φ oshishi bilan Q sarfini o'tqazuvchanlik qobiliyati oshadi.

n_1 va Q_1 koordinatalarda f.i.k. ixtiyoriy nuqtada maksimal bo'lish sharti bilan burama –kurakli turbinaning xarakteristikasi alohida-alohida olingan propellerli turbinalarning xarakteristikalari yordamida quriladi.

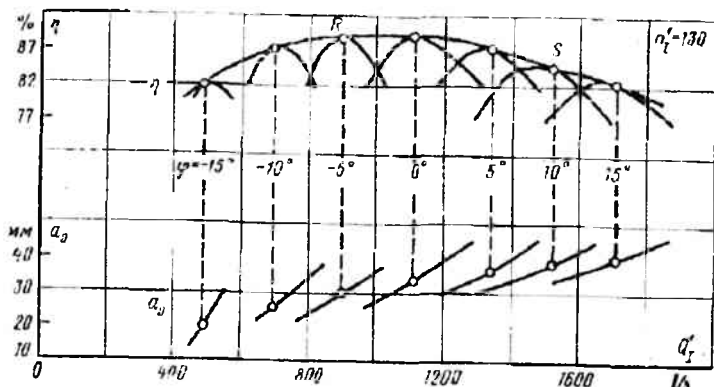


6.3-2-rasm. Kuraklari har xil burchakli bulgan fukiy turbinaning propelli xarakteristikasi

Bu qurilish quyidagicha amalga oshiriladi. Bir nechta n_1 ning qiymat-lari uchun alohida olingan propellerli turbinalarning qirqimlari uchun $\eta = f(Q_1)$ va $a_0 = f(Q_1)$ xarakteristikalar quriladi (6.3-3-rasm). Har bir juft chiziq kurakchani ma'lum φ burchagiga to'g'ri keladi. $\eta = f(Q_1)$ egri chiziq bo'yicha boshqa egri chiziq o'tkaziladi va uning urunmasini alohida olingan maksimal nuqtalardagi η ni a_0 chiziq-lari bilan tutashtiriladi. Har bir nuqta uchun n_1 va Q_1 koordinatalardan η , φ va a_0 qiymatlari aniqlanadi. Bular kombinatorli nuqtalar xisoblanadi.

Q_1 , n_1 maydoniga berilgan n_1 uchun hamma aniqlangan nuqtalar kiritiladi va η , φ va a_0 qiymatlari yoziladi. Xuddi shu tartibda n_1 ning boshqa qiymatlari uchun

boshqa nuqtalar kiritiladi. Agar nuqtalar soni ko'p bo'lsa, u xolda η , φ va a_0 larning teng sonlari birlashtirib bosh universal xarakteristikani olamiz (6.3-4-rasm). Katta aniqlik maqsadida 6.3-3-rasmdagi qirqimida va universal xarakteristining 6.3-4-rasmda umumiy R va S nuqtalar ko'rsatilgan.



6.3-3-rasm. Alovida propellerli xarakteristikalarining kesimlaridagi kombinatorli nuqtalarni aniqlash

Kavitatsiya koeffitsienti σ odatda oldin kombinatorli xarakteristika bo'yicha aniqlangan η , φ va a_0 kattaliklar bo'yicha kavitatsiya stendida aniqlanadi (6.3-4-rasmda punktir chiziqlar).

Burama-kurakli turbinaning xarakteristikasini qurishdagi asosiy ahamiyat shundaki, buralish φ burchagi va yo'naltiruvchi apparatning a_0 ochilish kattaligi orasida kombinatorli bog'lanish bilan aniqlanadigan mosligi bo'lsa, u to'g'ri hisoblanadi:

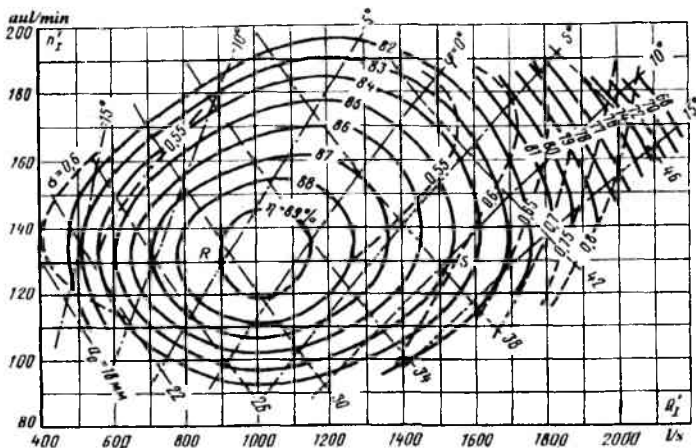
$$\varphi = f(a_0, n_1), \quad (6.3-1)$$

Gidroelektrostansilardagi turbinalar o'zgarmas n_1 aylanish sonida ishlaydi va

$$n_1 = \frac{nD}{\sqrt{H}} \text{ ga asosan} \quad n_1 = \frac{n_1 D}{\sqrt{H}} \quad (6.3-2)$$

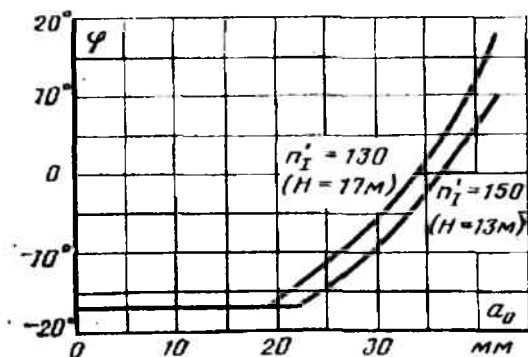
Shunday qilib, har bir N naporni o'zining kombinatorli $\varphi = f(a_0, H)$ egri chizig'i bor.

Bosh universal xarakteristikadan kombinatorli egri chiziqni qurish quyidagicha amalga oshiriladi.



6.3-4 -rasm. Burama - kurakli (o'qiy) turbinaning bosh universal xarakteristikasi

H ni binechta qiymatlari beriladi va ularni har biri uchun (6.3-2) bo'yicha n_1' qiymatlari aniqlanadi va universal xarakteristikaga kesim- chiziq o'tkazilib, undan φ va α_0 kattaliklari topiladi va ular bo'yicha qidirilayotgan egri chiziq quriladi.



6.3-5-rasm.Burama kurakli turbinaning kombinatorli bog'liklik grafi.

Misol qilib 6.3-4-rasmdagi $n_1' = 130$ va 150 kattaliklari ($D_1 = 9.0i$ va $n = 60 \text{ aul/min}$ larga $H = 17$ va $13i$ mos keladi) bo'yicha qurilgan xarakteristika asosida 6.3-5-rasmda kombinatorli egri chiziqilar kurilgan.

Shunday qilib, burama -kurakli turbinani boshqarishda φ va α_0 orasidagi bog'liklikni ushlab turish qiyin, chunki bu bog'liklik napor o'zgarishi bilan o'zgarib turishi kerak.

Nazorat savollari

1. Buzunna-kurakli turbina bosh universal xarakteristikasi qanday quriladi?
2. Sinovda olingan kattaliklar bo'yicha qanday xarakteristikalar quriladi?
3. Kombinatorli bog'lanishni tushintirib bering.

6.4. Turbinani modeldan haqiqiy sharoitga o'tkazishda parametrlarni qaytadan hisoblash

Q_1 va n_1 keltirilgan parametrlar bo'yicha qurilgan bosh universal xarakteristika (6.3-2 va 6.3-4-rasmlar) berilgan turbina turiga bog'liq bo'lib, modeli xarakteristika hisoblanadi. Gidroelektrostansiyani loyihalashda turbina tanlash uning xarakteristikasini qaytadan hisoblash orqali amalga oshiriladi. Ularning yuqori ishonchligi va aniqligini ta'minlash, modelni va haqiqiy turbinaning geometrik o'xshashligini va suyuqlik sirpanib o'tuvchi traktning hamma elementlarini mosligi qattiq talab qiladi.

Turbinaning suyuqlik sirpanib o'tuvchisi o'lchamlari, D , modelni va D_0 haqiqiy turbinalarning diametrlari proporsional nisbati qaytadan hisoblanadi. Shu maqsadda bosh universal xarakteristikada har doim modelni suyuqlik sirpanib o'tuvchi traktning o'lchamlari ko'rsatiladi. Masalan, turbinaning ochilish a_{00} kattaligi modelni ochilish kattaligi bo'yicha hisoblanadi

$$a_{00} = a_{0M} \frac{D_T}{D_M} \quad (6.4-1)$$

n va Q lar o'xshash oqim tartibida $n = \frac{n_1 \sqrt{H}}{D_T}$ va $Q = Q_1 D_T^2 \sqrt{H}$ formulalar bo'yicha, quvvat esa $N = 9.81 Q H \eta$ formula bo'yicha qaytadan hisoblash. Lekin ba'zi ko'rsatkichlarni haqiqiy kattalikga o'tishda o'zgarishini inobatga olish kerak, ayniqsa fik ancha katta qiymatga o'zgaradi. Shu sababdan modeldan haqiqiy o'tganda bu o'zgarishlarni kelib chiqishini aniqlash uchun turbinada yo'qotishlar tarkibini ko'ramiz.

Turbinada yo'qotishlar va xarakteristika muvozonati.

Turbinada sodir bo'ladigan energiyani yo'qotishlari uchta yo'qotishni yig'indisidan iborat: gidravlik, mexanik va xajmiy.

Gidravlik yo'qotishlar turbinadan suyuqlik Q oqimini o'tishi xisobiga yuzaga keladi. Bu yo'qotishlar quyidagicha bo'ladi:

a) suyuqlikni devorlarga ishqalanishida yuzaga keladigan h_{sh} yo'qotish (shu tarzda suv o'tkazuvchilarni uzunligidagi h_l yo'qotish);

b) uyurmali h_{ur} yo'qotish (maxalliy qarshilikga o'xshash).

Uyurmali yo'qotish kurakchalar panjarasiga kirishda yuzaga kelgan yo'qotish (2.2-1-rasmga qara), ishchi g'ildirakga kirishdagi sirkulyasiya (2.3-1-rasmga qara), chiqishdagi (5.2-1-rasmga qara).

Mexanik yo'qotishlarga valni va ishchi g'ildirakni aylanishida yuzaga keladigan yo'qotish kiradi. Bunga podshibniklardagi va zichlovchilardagi N_{zich} va aylanuvchi qismni suyuqlik bilan ishqalanishidagi diskali yo'qotish, masalan ishchi g'ildirakni chamberagi orasidagi tirqishi bilan qopqoq orasidaga yo'qotish. Diskali ishqalanish yo'qotilgan N_{disk} quvvat quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$N_{disk} = Pn^3 D^5 \quad (6.4-2)$$

Bu erda R - n va D larga bo'lik bo'lgan koeffitsient.

Xajmiy yo'qotishlar, ishchi g'ildirakdan suyuqlikni yuqori bosimli tomnidan past bosimli tomonga aylanib o'tishdagi yo'qotish kiradi. Xajmiy yo'qotishlarni kamaytirish maqsadida radial-o'qli turbinalarda tirqishli va labirintli zichlamalar qo'llaniladi, o'qiy va diagonal turbinalarda esa kuraklar orasidagi va ishchi g'ildirak kamerasidagi tirqishlarni kamaytirish bilan amalga oshiriladi (3.5-3-rasmga qara).

Quvvatning yo'qotish turlarini napor yo'qotishl shaklida ko'rish mumkin.

Masalan, gidravlik yo'qotishdagi quvvat N_g ni quyidagicha yozish mumkin

$$N_g = 9.81Qh_g,$$

unda
$$h_g = \frac{N_g}{9.81Q} \quad (6.4-3)$$

bu erda Q -turbina keladigan to'la sarf.

Xuddi shunday tarzda h_{max} mexanik yo'qotishni topish mumkin va x.k.

Gidravlik f.i.k. quyidagicha topiladi

$$\eta_z = 1 - \frac{h_x}{H} \quad (6.4-4)$$

Gidravlik yo'qotishni quyidagi tashkil etuvchilarga ajratish mumkin:

$h_{st,ig}$ - suyuqlik olib keluvchi traktida va ishchi g'ildirakda, $h_{so'r}$ - so'rish quvurida, h_{ch} - chiqishda:

$$h_z = h_{st,ig} + h_{so'r} + h_{ch} \quad (6.4-5)$$

Mexanik yo'qotish quyidagichayaa topiladi:

$$h_{mex} = \frac{N_{mex}}{9.81Q} \quad (6.4-6)$$

bu erda N_{mex} - mexanik sarflanishda yo'qotilgan quvvat, Q - turбина sarfi.

Xajmiy yo'qotish quyidagicha aniqlanadi:

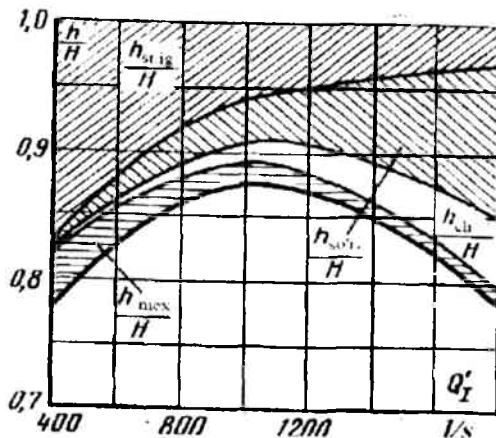
$$N_x = 9.81q_x H = 9.81Q h_x$$

bu erda N_x - xajmiy yo'qotishdagi quvvat; q_x - xajmiy yo'qotish (foydasiz oqib ketgan sarf); l - turбина napori.

Unda
$$h_x = \frac{q_x}{Q} H \quad (6.4-7)$$

Keltirilganni inobatga olib f.i.k. quyidagich aniqlanadi

$$\eta = 1 - \frac{1}{H} (h_{st,ig} + h_{so'r} + h_{ch} + h_x) \quad (6.4-8)$$



6.4-1- rasm. Burama kurakli turbinaning balans xarakteristikasi

Turbinaning har xil rejimlari uchun yo'qotishlarni tarkibini va o'zgarishini **balans** xarakteristikasi beradi.

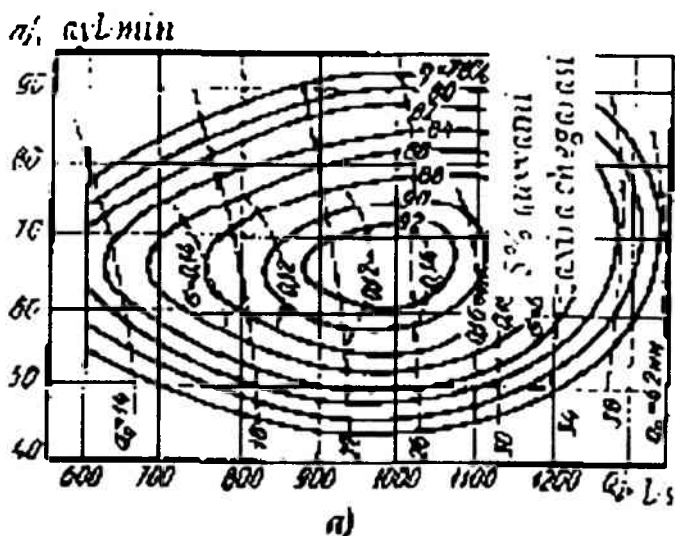
Misol tariqasida 6.4-1-rasmda burania-kurakli turbinaning balans xarakteristikasi ko'rsatilgan (6.3-5-rasmi bo'yicha $n_1 = 130 \text{ayl/min}$), unda mexanik yo'qotish yo'qotish uncha bo'lmasdan 0.02 teng va oqim tartibiga bog'liq emas. Asosiy yo'qotishga gidravlik yo'qotish xisoblanadi (unga xajmiy yo'qotish ham kiradi), lekin yo'qotishning har xil turlari nisbatan oqim tartibiga bog'liq.

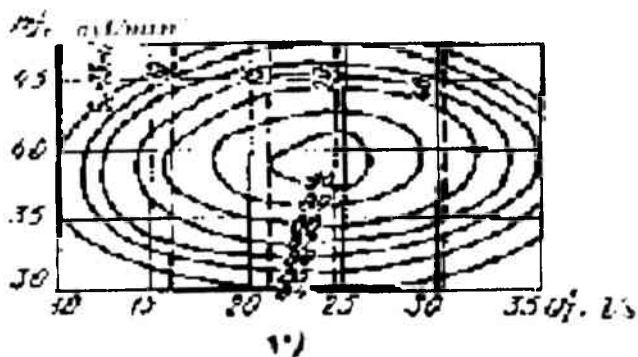
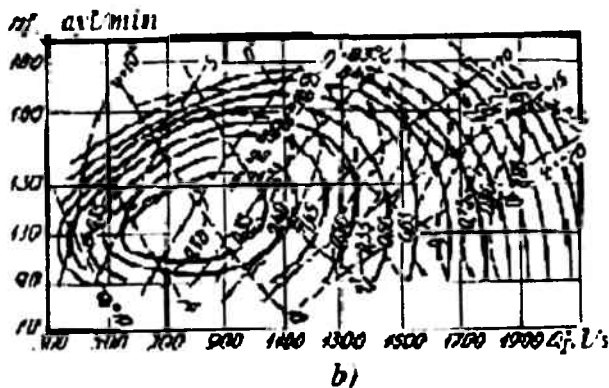
Nazorat savollari

1. Turbina modelidan haqiqiy kattalikga o'tganda nimalar talab qilinadi?
2. Turbinada qanday yo'qotishlar bor?
3. Gidravlik yo'qotishni kelib chiqishini aytib bering.
4. Mexanik yo'qotish nimani hisobiga bo'ladi?
5. Gidravlik yo'qotishni tashkil etuvchilarga nimalar kiradi?
6. Xajmiy yo'qotish qaerda bo'ladi?
6. Balans xarakteristikani tushintirib bering.

6.6. TURBINANING ISHCHI XARAKTERISTIKASI

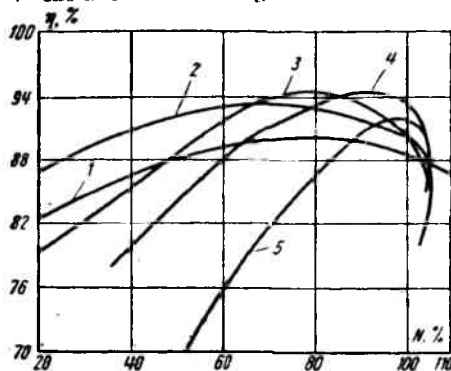
Turbinani modelda sinashda olingan kattaliklar ishchi xarakteristika ko'rinishida bo'lib, aniq foydalanish uchun tanlanadigan haqiqiy turbinaning asosiy kattaliklari grafikli bog'liklarga umumlashtiriladi. Bunday grafikli bog'lanishlar tipovoy universal xarakteristika degan nom bilan yuritiladi. Har bir ishchi g'ildirakning bir xil kattalikdagi modelini kopleks FIK chiziqlari, yo'naltiruvchi apparatning bir xil kattalikdagi chiziqlari (chiziqlar yoki burchaklar kattaligi), shuningdek ishchi g'ildirak kurakchalarini bir xil burchakka o'rnatilgan kattaligiga (burama-kurakli turbinalar uchun), bir xil kattalikda sopladagi ignani yurishi (cho'michli turbinalar uchun) ko'rinishda bo'ladi. Shunday ko'rinishdagi hamma chiziqlar 6.5-1-rasmda $Q_1 - n_1$ koordinata o'qlarida qurilgan xarakteristikalar keltirilgan. Turbinani tayyorlovchi zavod hamma turbinalar ishchi g'ildirak nomenklaturasi uchun shunday xarakteristikalar beraladi. Har bir xarakteristikada turbina modelining suv o'tkazuvchi qismining asosiy geometrik kattaliklari ko'rsatiladi va model sinovini o'tkazish sharti ham ko'rsatilgan.





6.5-1-rasm. Turbinalar xarakteristikalari:

a - radial-o'qli turbinaning univesal xarakteristikasi; b-burama - kurakli turbinaning univesal xarakteristikasi; v - cho'michlili turbinaning univesal xarakteristikasi.



6.5-2-rasm. Har xil quvvatli va tezyurarli zamonaviy turbinalarning ishchi xarakteristikasi: 1-cho'michli, $n_s = 20$; 2-burama-kurakli, $n_s = 640$; 3-radial-o'qli, $n_s = 100$; 4-radial-o'qli, $n_s = 300$; 5-propellerli $n_s = 710$

6.6. O'qiy va radial-o'qli turbinalarning hosh universal xarakteristikalari

Turbina parametrlarini tanlash uchun umumiy favsiya. Gidromashinaning optimal variantini tanlash texnik –iqtisodiy hisoblar asosida amalga oshiriladi. Turbinaning har xil sistemasi o'ziga xos xususiyatga ega:

a) gorizontall kapsulali agregatli GESning sarmoya sarfi, shunday quvvatli vertikal agregatli GESnikiga karaganda (suv sarfini ko'p o'tkazishi va optimal rejimda FIK oshishi hisobiga) 15-20% kam. Lekin kapsulali turbinalar vertikal burama - kurakli turbina turiga qaraganda metall sig'imi katta, tayyorlash uchun ko'p mehnat sariflanadi va ekspluatatsiyasi juda murakkab agregat;

b) vertikal radial- o'qli turbinalar maksimal FIKi kattaligi bo'yicha, shunday quvvatli burama-kurakli turbinalarga qaraganda 0,5—2,0 % katta bo'lib, shuningdek uni joylashtirish (kavitatsiya xususiyati yaxshi bo'lganligi sababli) kam chuqurlikni talab qiladi. Undan tashqari radial – o'qli turbina suvni moy bilan ifloslanishni umuman cheklaydi. Lekin bir vaqtni o'zida burama-kurakli turbinalarning xarakteristikasi yassiroq bo'lib, yuklama qisman o'zgaraganda ham katta samaradorlikni ta'minlaydi (6.5-2- rasmga qara);

v) diagonal burama-kurakli turbinalar ham yassi ishchi xarakteristikaga ega, lekin kavitatsiyasi sifati, FIKni maksimal qiymati, metall sig'imi kattaligi va ekologik tozalik bo'yicha radial-o'qli turbinalarnikidan past. Diagonal turbinalar burama-kurakli turbinalarga qaraganda kavitatsiya sifati yaxshi, maksimal FIKi yuqori, lekin tayyorlash mehnati va tezyurarligi bo'yicha yutqazadi;

g) parrakli o'qiy turbinalar kavitatsiya sifati, tayyorlashga ketadigan mehnat sarfi bo'yicha burama-kurakligidan ustun turadi, lekin naporni va kuvvatni o'zarib turishida manevrlikdan, shuningdek o'tish jarayonlarda ishonchligidan yutqazadi

d)cho'michli turbinalar radial-o'qli turbinalarga qaraganda kam o'tkazuvchanlik qobiliyatiga ega, FIK qiymati (1-1,5% ga) kichik, lekin yuklamani qisman o'zgarib turish zonasida (ishlovchi soplalar sonini o'zgartirish hisobiga) yassi xarakteristikaga ega;

e) herilgan quvvatda GESning agregatlar soni, metall sig'imi va tayyorlash qiyinligi reaktiv turbinalar turini tayyorlashga sezilarli ta'sir kiladi. Ular uchun

kuvvat. D_1 diametrning kvadratiga qarab proporsional ravishda o'zgaradi, metall sig'imi yuqori darajada o'sadi, solishtirma sig'imi esa D_1 ning oshishiga qarab birmuncha kamayadi.

6.7. Universal xarakteristika buyicha turbina parametrlarini tanlash

Radial-o'qli turbinaning ishchi g'ildirak diametri D_1 ni aniqlashda keltirilgan suv sarfi Q_{1a}^1 ni 95% N_{\max} quvvat chizig'ida yotgan hisobiy kattaligi olinadi, yani kuvvatning 5% zaxira chizig'i bo'yicha. Burama-kurakli turbina kattaliklari Q_{1a}^1 va D_1 larni so'rish quvuri balandligi H_s bilan birgalikda tanlab olinadi. Buning uchun n_{1a}^1 chizig'ida σ ni birnecha kattaliklari va unga mos bo'lgan Q_{1h}^1 beriladi, n_{1a}^1

kattaligi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$n_{1a}^1 = n_1^1 \sqrt{\frac{H_{uz}}{H_h}}$$

Bu kattaliklar bo'yicha D_1 va H_s aniqlanadi va texnik-iqtisodiy analiz qilish asosida D_1 va H_s larni optimal kattaligi tanlanadi. Ba'zan Q_{1h}^1 oldindan (1,5-1,6) Q_{1orun}^1 ga teng qilib olinadi.

Cho'michli turbinalar uchun $Q_{1h}^1 = Q_{1orun}^1$ deb olinadi.

FIK kattaligi haqiqiy turbinaning xisobli napor H_h nuqtasidagi kattaligi olinishi mumkin. Olingan D_1 kattaligi yaqin bo'lgan standart kattaligi bo'yicha yaxlitlanadi.

Parametrlarni tanlash quyidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi:

1) radial -o'qli turhina uchun 95% N_{\max} ga mos bo'lgan (yani 5% quvvat zaxirasi chizig'ida) keltirilgan suv sarfi hisobiy kattaligi qabul qilinadi,

2) ishchi g'ildirak diametri aniqlanadi

$$D_1 = \sqrt{\frac{N}{9,81 Q_{1a}^1 H_h^{1,5} \eta_1}}$$

bu erda η_T - xisobiy nuqtadagi turbinani FIKi; Q_{1a}^1 - m³/s da; H_h - m. Hisoblangan ishchi g'ildirak diametri standart qatorining yaqinlashgan som bo'yicha yaxlitlanadi;

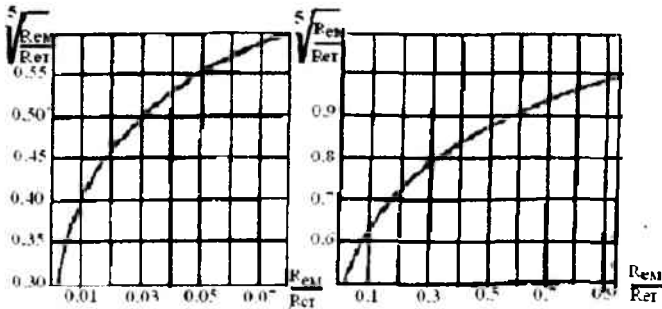
3)Xarakteristikaning hamma nuqtalari uchun masshtab effekti tuzatmasi o'zgaras qilib olinadi. U, optimal nuqta uchun hisoblanadi:

$$\eta_{T opt} = 1 - (1 - \eta_{M opt}) \left(0.25 + 0.75 \sqrt{\frac{Re_T}{Re_M}} \right)$$

bu tenglamadan $\sqrt{\frac{Re_T}{Re_M}}$ uchun quyidagi tenglamadan $\frac{Re_M}{Re_T} = \frac{D_{1M} \sqrt{H_M}}{D_{1T} \sqrt{H_h}}$

aniqlanadi

va 6.7-1-rasmdan $\sqrt{\frac{Re_T}{Re_M}}$ kattaligini aniqlaymiz



6.7-1-rasm. $\sqrt{\frac{Re_M}{Re_T}}$ bog'liklik grafi

4)Normal aylanishlar sonini aniqlash uchun aylanishlar sonini tuzatmasi aniqlanadi

$$\Delta n_1^1 = n_{1OPT}^1 \left(\sqrt{\frac{\eta_{T OPT}}{\eta_{M OPT}}} - 1 \right)$$

Har doim $n_{1T}^1 > n_{1OPT}^1$ bo'ladi yoki $n_{1T}^1 = n_{1OPT}^1 + \Delta n_1^1$ va u bo'yicha aylanish chastotasini aniq kattaligi topiladi:

$$n = \frac{n_{1T}^1 \sqrt{H_h}}{D_1}$$

Chiqqan kattalikni sinxron aylanish chastotasiga yaqin bo'lgan kattaligacha yaxlitlanadi;

5) Sinxron aylanish chastotasi orqali hisobiy napor uchun aylanish soni aniq qiymati tekshiriladi:

$$n_{1OPT}^1 = \left(\frac{n D_1}{\sqrt{H_h}} - \Delta n_1^1 \right)$$

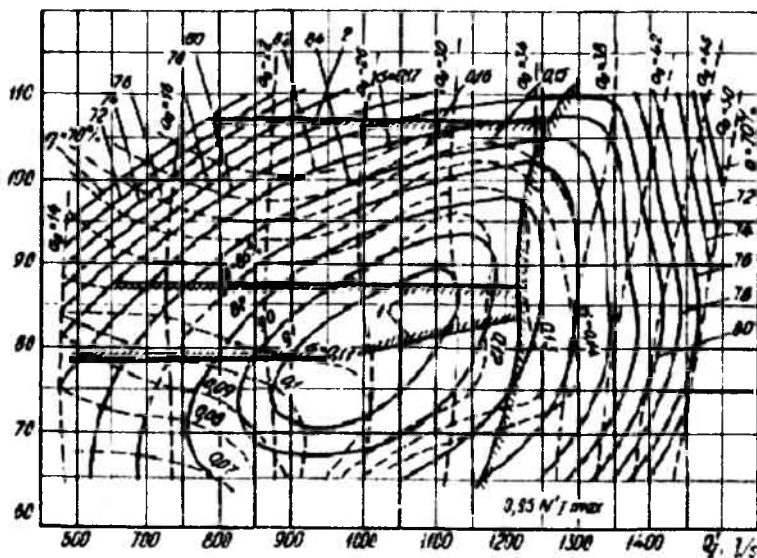
6) soʻrish balandligi aniqlanadi (5.3-3-rasmga qara)

$$H_h = 10 - \frac{\nabla}{900} - k_\sigma \sigma H$$

bu erda ∇ — GESni dengiz satxiga nisbatan joylashish belgisi; h_t -haroratga bogʻliq boʻlgan bugʻ bosimi; σ —universal xarakteristikadagi hisobli napor chizigʻida yotgan qabul qilinadigan kavitatsiya koeffitsienti; k_σ - kavitatsiya koeffitsienti σ ni zaxirasi va $k_\sigma = 1.05 \pm 1.1$. Eksperimentda qoʻyilgan xatoni va kavitatsiyada oʻrganilgan masshtab faktorini noaniqligini hisobga oluvchi tuzatish koeffitsienti.

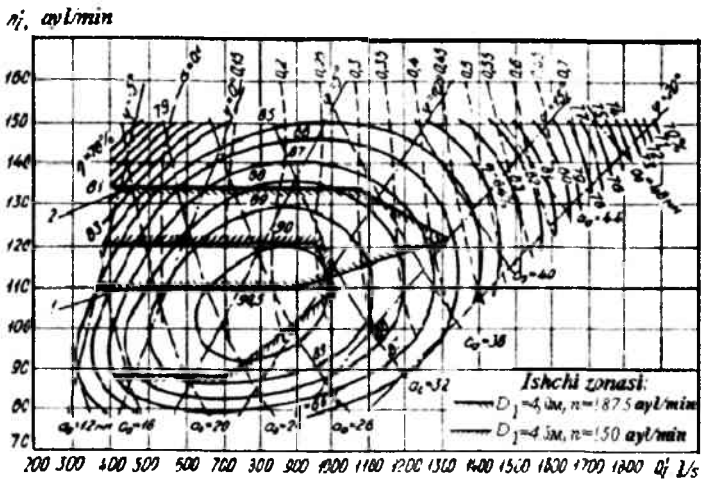
Modamiki turbina qurilmasining napori pastki va yuqori byef larning oʻzgarishiga bogʻliq boʻlganligi sababli, har xil naporlarni va byef lar satxini va har biriga mos tushishi uchun H_h ni topish kerak boʻladi.

n_f, ayl/min



6.7-2-rasm. Ishchi zonasi koʻrsatilgan radial-oʻqli turbinani universal xarakteristikasi; 1-normal ekspluatasiya sharoitida; 2-ishga tushirish sharoitida

Umī pastki byef belgisiga qoʻshib, har bir xolat uchun ishchi gʻildirakni yoʻl qoʻyilgan belgisini olish mumkin.



6.7-3-rasm. Ishchi zonasi ko'rsatilgan burama –kurakli turbinaning universal xarakteristikasi; 1- $D_1=4.5\text{m}$; $n=150$ ayl/min; $H_S=-1.2\text{m}$; 2- $D_1=4\text{m}$; $n=187.5$ ayl/min; $H_S=-6.7\text{m}$

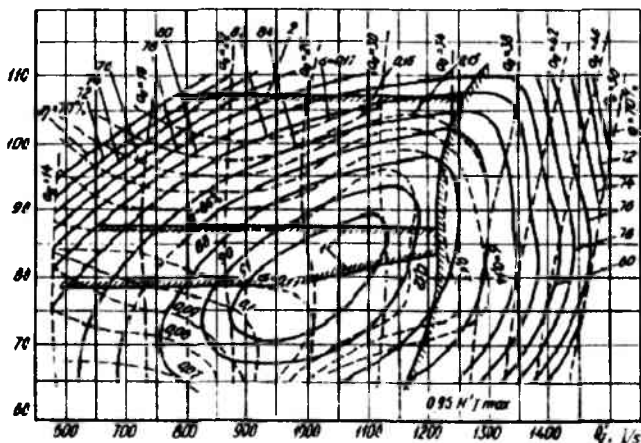
Ilyustratsiya sifatida turbinaning parametrini universal xarakteristikadan tanlash 6.7-2 - rasmda radial – o'qli turbina RO'-75 nmg universal xarakteristikasi bo'yicha ishchi zonasi kiritilgan, g'ildirak diametri $D_1 = 6$ m, quvvati $N = 200\text{Mvt}$, naporlari $N_h=64$ m, $N_{o,r}=66$ m, $N_{\min}=60$ m va $N_{\max}=72$ m, $N_{\text{ish.tush}} = 40$ m larda nominal aylanish chastotasi $n=107.1$ ayl/min bo'lgan turbina parametrlarni aniqlash uslubni keltirigan.

$N_h=36$ m, $N_{o,r}=42$ m, $N_{\min}=30$ m va $N_{\max}=45$ m, naporlarda burama kurakli turbina BK-50 turi uchun 6.7-3 – rasmda turbina diametrining ikki xil varianti uchun ishchi zona ko'rsatilgan:

- a) $D_1 = 4$ m, $p = 187,5$ ayl/min va $H_S = -6,7$ m;
- b) $D_1 = 4,5$ m, $p = 150$ ayl/min va $H_S = -1,2$ m.

Turbinani ekspluatatsiya xarakteristikasini qurish. Ekspluatatsiya xarakteristika normativ xujjat bisoblamb, yo'l qo'yilgan ekspluatatsiya rejimini aniqlaydi. U, turbina quvvati kVt da, - napor netto, m da koordinat o'qlarida qurilgan, bir xil ahamiyatga ega egri chiziqlar kompleksidan iborat bo'lgan turbina FIKi va bir xil ahamiyatga ega bo'lgan yo'l qo'yilgan so'rish balandigi ifodalangan.

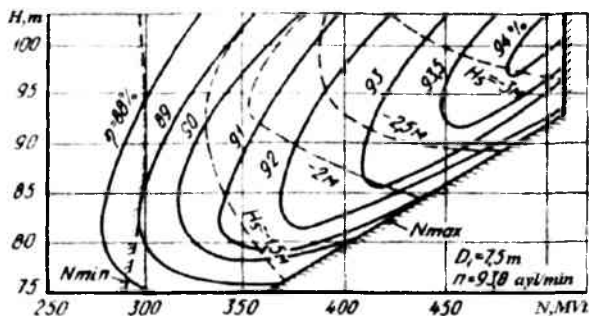
$n_f, \text{ayl/min}$



6.7-4-rasm. Ishchi zonasi ko'rsatilgan radial-o'qli turbinani universal xarakteristikasi: 1-normal ekspluatatsiya sharoitida; 2-ishga tushirish sharoitida

Unda H_{ii} dan H_{max} gacha bo'lgan naporlarda quvvatning chegaralash chizig'i va naporlari H_{min} dan H_{ii} gacha bo'lgan quvvatni chegaralash chizig'i kiritilgan.

Ba'zi paytlarda radial-o'qli turbinalar uchun har xil naporlarda turbinaning minimal quvvat chizig'i kiritiladi (ishchi g'ildirak zonasida oqimning pulsatsiya qilish darajasi bo'yicha). Buyurtmachi bilan kelishilgandan keyin turbinani tayyorlovchi zavod-taminlovchi, har bir jixozining komplekti bilan birgalikda turbina pasportiga ekspluatatsiya xarakteristikasini qo'shib beradi.



6.7-5-rasm. Krasnoyarsk GESining radial-o'qli turbinasini ekspluatatsiya xarakteristikasi

Ekspluatatsiya harakteristikasini qurishdan oldinroq $H = \text{const}$ da $\eta = f(N)$ ishchi harakteristikasi quriladi. Shu maqsadda universal harakteristika maydonida parallel gorizontal chiziqlar turkumi o'tkaziladi, ularning har biri nabori H_{\min} dan H_{\max} gacha intervalda bo'lgan ma'lum bir naporga taaluqli bo'ladi. Bu chiziqlarni $\eta_u = \text{const}$ chiziqlari bilan kesishgan nuqtalarida qabul qilingan formula orqali haqiqiy turbinaning FIKi η_T va quvvat kattaligi N_t hisoblanadi. Burama-kurakli turbinada, agar kurakning har bir xolati uchun, FIKni tuzatmasi bir xil qilib olinsa, u xolda η_u qiymati va shuningdek η_T va N_t kattaliklar, $n_1^i = \text{const}$ va $\varphi = \text{const}$ chiziqlarni kesishgan nuqtalari uchun aniqlanadi. Olingan η kattaliklar bo'yicha $\eta = f(N)$ egri chiziqlar ko'rinishda quriladi va ularni 0,5-1% orliqda $\eta = \text{const}$ chiziqlar bilan kesib olingan kattaliklarni $N-H$ koordinata maydoniga kiritiladi. Undan keyin bir xil qiymatli FIK kattaliklari mos kelgan nuqtalar, silliq chiziqlar bilan birlashtiriladi. $H_s = \text{const}$ chizig'i universal harakteristikada ko'rsatilgan $\eta = \text{const}$ chiziqlariga o'xshab $\sigma = f(n_1^i, Q_1^i)$ kattaliklari bo'yicha quriladi.

$H > H_h$ naporlarda agregatni quvvati, $\cos = 0.8-0.9$ da ishlayotgan generatorning quvvati bilan chegaralanadi. Universal harakteristikada radial-o'qli turbinaning $i > H_h$ lardagi quvvat chegarasi taxminan $95\% N_{\max}$ to'g'ri keladi; burama-kurakli yoki cho'michli turbinalar - $H = H_h$ larda universal harakteristikaning hisobiy nuqtasidan o'tuvchi ochilish kattaligi a_0 yoki s chiziqlariga mos tushadi. Ekspluatatsiya harakteristikani misoli 6.7-6- rasmda keltirilgan.

Turbinaning qo'shimcha chuqurlikka o'rnatish masalasi turbinani (suv o'tkazuvchi kismining turi, ishchi rejimi, ishchi g'ildirakni tayyorlashda qo'llanadigan material va h.k.) zavod-taminlovchi va GES (GAES) ni bosh loyihachisi bilan kelishilgan holda qabul qilinadi.

Nazorat savollari

1. Turbinaning ishchi xarakteristikasi tushintiring.
2. Reaktiv va aktiv turbinalarni kompanovkasi bo'yicha farqi.
3. Universal xarakteristika buyicha turbina parametrlari qanday tanlanadi?
4. Quvvatni chegaralash chizig'ini tushintiring
5. Ishchi zona mma?
6. Eksploatatsiya xarakteristikasi qanday quriladi?

7-bob. NASOS-TURBINA PARAMETRLARINI TANLASH

Kaytalanib ishlovchi gidromashinalar parametrlari va gabaritlarini aniqlashda, ularni optimal tezyurarligini tanlashda maxsus hisoblash amali bajariladi. Nasos va turbina rejimlari uchun tezyurarlik koeffitsientini quyidagi formulalar bilan hisoblash tavsiya qilinadi

$$n_{SN} = \frac{3,65n\sqrt{Q}}{H^{3/4}}; \quad (7-1) \quad n_{ST} = \frac{1,165n\sqrt{N}}{H^{5/4}} \quad (7-2)$$

Shuni ham esda tutish kerakki, nasos-turbinalarning eng katta FIKi 170-230 tezyurarlik koeffitsientida bo'ladi.

Qaytalanib ishlovchi agregatlarning nominal aylanish chastotasi ishchi naporlar zonasi harakteristikasining optimal zonasida joylashishiga qarab nasos rejimi bo'yicha tanlanadi.

Ishchi g'ildirakning o'rnatishdagi chuqurlik nasos rejimining maksimal va minimal naporlari va unga mos kelgan pastki byef satxi va eng kichik kattaligi qabul qilinadi.

Turbina rejimi uchun kerak bo'lgan kattalik sifatida minimal, hisobiy va maksimal brutto napor (oqimning yuqorigi va pastki byef lar satxi energiyasini farqi) va unga mos bo'lgan napor netto (oqimning spiral kameraga kirishdagi va so'rib olish quvurning chiqishdagi energiyalar farqi) beriladi. Undan tashqari o'rtalashtirilgan naporni bilish kerak, chunki u eng afzal bo'lgan energetik ko'rsatkichni taminlaydi. Turbina rejimida quvvat quyidagi formuladan aniqlanadi, kVt da,

$$N_T = 9,81Q_T H_T \eta_T \quad (7-3)$$

bu erda η_T – nasos-turbining turbina rejimidagi to'la FIKi.

Xuddi radial-o'qli oddiy turbina turidagiday, nasos –turbining turbina rejimi yuklamasini $(1-0,6)N_{\max}$ diapazoni orlig'ida tanimlanadi. Nasos rejimi uchun ishchi diapazon maksimal va minimal naporlar orqali aniqlanadi. Optimal rejim zonasi o'rtacha naporga mos keladi. Nasos rejimidagi napor netto, turbina rejmi naporiga qaraganda suv o'tkazuvchi qurilmalardagi yo'qotilgan napordan ikki

harobar nisbatida katta bo'ladi. Nasos rejimi uchun quvvat quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$N_n = 9.81 Q_n H_n \frac{1}{\eta_n} \quad (7-4)$$

Turbina rejimining nasos rejimi quvvatiga bo'lgan hisobiy quvvat nisbati 0.9-1.1 oralikda bo'ladi. Suv sarfini yo'naltiruvchi apparat yordamida boshqarish (FIKni kamayishi hisobiga) samarasiz, shu sababdan nasos rejimida yo'naltiruvchi apparat doim optimal ochiq bo'ladi. GAESni loyihalash bosqichida naporlar, sarflar va GAESni nasos va turbina rejimida kunlik ishlashi yuklamasi nisbatini tanlashda texnik-iqtisodiy asoslashni mukammal olib borish kerak

Radial-o'qli nasos-turbina (RO'NT) ishchi g'ildirak diametrini va aylanish chastotasini tanlash quyidagi tartibda olib boriladi.

Nasos-turbina ulchamlarini aniqlovchi asosiy parametr tez yurarlik koeffitsienti n_{nn} (nasos rejimi uchun), quyidagi formula orqali hisoblanadi.

$$n_{nn} = 3.65 \frac{n \sqrt{Q_n}}{H^{3/4}} = 3.65 n_{1n,op}^1 \sqrt{Q_{1n,op}^1} \quad (7-5)$$

bu erda $Q_{1n,op}^1$; $n_{1n,op}^1$ - maksimal FIKda keltirilgan suv sarfi va aylanish chastotasi

RO'NTning seriyasini aniqlovchi asosiy konstruktiv parametrlariga quyidagilar kiradi.

$$\bar{D}_2 = \frac{D_2}{D_1}; \bar{b}_0 = \frac{b_0}{D_1} \text{ va } \bar{D}_0 = \frac{D_0}{D_1}.$$

Eksperiment kattaliklari bo'lganda D_1 va n larni avvaldan tanlash sistemalashtirilgan kattaliklar orqali amalga oshirish mumkin.

7.1-jadval orqali berilgan mos naporlar intervali orqali tezyurarlik koeffitsienti tanlanadi. Berilgan suv sarfi Q_n va napor H orqali aylanish chastotasi topiladi

$$n = \frac{n_{nn} H_n^{3/4}}{3.65 \sqrt{Q_n}} \quad (7-5)$$

p kattahgi yaqin bo'lgan sinxron aylanish chasotasi bo'yicha yaxlitlanadi.

Ma'lum bo'lgan H_n va n , jadval orqali aniqlangan $n_{1n,op}^1$ bo'yicha aniqlanadi

$$D_1 = \frac{n_{1n,op}^1 \sqrt{H_n}}{n} \quad (7-6)$$

Undan keyin quvvat tekshiriladi

$$N_n = 9,81 Q_n \dot{I}_N \frac{1}{\eta_n}, \quad (7-7)$$

$\eta_n = 0,9$ deb qabul qilinadi.

Nisbatlar $\frac{Q_{17,op}^1}{Q_{1n,op}^1} = 0,9 - 1,2$ deb qabul qilinib, turbina rejimining hisobiy

quvvati aniqlanadi

$$N_T = 9,81 Q_T H_T \eta_T, \quad (7-8)$$

bu erda $\eta_T = Q_{17}^1 D_1 \sqrt{H_T}$, $\eta_T = 0,91$ etib olinadi

$$Q_{17n}^1 = (1,15 \div 1,25) Q_{17,op}^1 \quad (7-9)$$

Nasos-turbinani hisobiy-empirik bog'liqlik bilan chuqurlashtirilgan tanlovda quyidagi nisbatdan foydalaniladi

$$\sigma = k n_{1n}^{3/4}, H_n = \frac{10 - H_s}{\varphi_k k n_{1n}^{3/4}}, \quad (7-10)$$

bu erda $k = (1,1 - 1,4) 10^{-4}$; $\varphi_k = 1,5 - 2$ — zaxira koeffitsienti; H_s - chuqurlashtirishi.

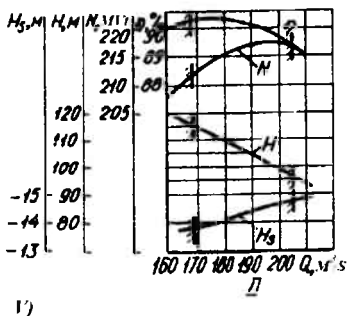
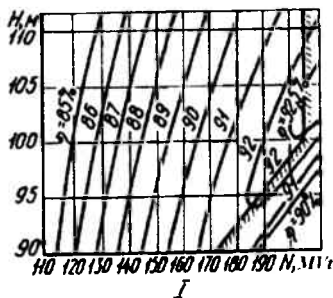
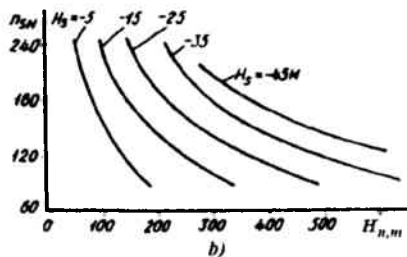
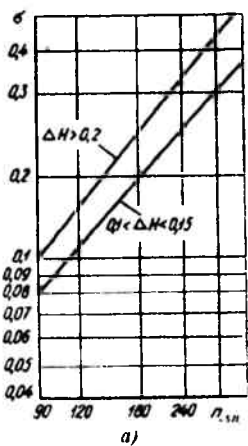
Berilgan H , va H_n orqali ko'rsatilgan formulalardan n_{1n} va shuningdek ma'lum bo'lgan suv sarfi Q_n orqali p aniqlanadi.

U xolda D_2 kiyamatini quyidagicha aniqlash mumkin

$$D_2 = K \sqrt[3]{\frac{Q_N}{n}} \quad (7-11)$$

bu erda $K = 4,5 - 5,5$.

Baholovchi hisoblashda naporning tezyurarlik koeffitsienti bilan grafikli bog'lanshidan va nasos rejimida naporning har xil diapazonda o'zgarishidagi kavitatsiya koeffitsienti σ ni tezyurarlik koeffitsientiga bog'likligidan foydalanish munksin.



7-1- rasm. Nasos-turbina harakteristikasi:

a – nasos-turbinalar uchun kavitatsiya koeffitsientini tezyurarlikka bog'likligi; b- nasos-turbining tezyurarlik koeffitsientini har xil chuqurlikka o'rnatilishda maksimal naporga bog'likligi; v-Zagorsk GAESining 1-turbina rejimida va 2-nasos rejimidagi energetik harakteristikasi

Naporni har xil diapazonda o'zgarishidagi bu grafiklar 7-1, a, b –rasmlarda keltirilgan:

$$\Delta H = \frac{H_{n,max} - H_{n,min}}{H_n} \quad (7-12)$$

Yuqori naporli GAESlarda nasos-turbina parametrlarining tanlashni ahamiyati. Bir bosqichli nasos-turbinalar yana ham katta bo'lgan napordalarda ($N > 700$ m) qo'llanganda, uning massasi ikki bosqichli nasos-turbinalar bilan taqqoslab qo'rilganda, 1,6 marotoba kam bo'ladi. Lekin u xolda chuqurlashtirishni 1,6-1,7 marotoba oshirishga to'g'ri keladi. $p \leq 90-100$ da diskali napor yo'qolishi

oshishi hisobiga nasos-turbinani qo'llash tavsiya etilmaydi. Quyidagi koeffitsientdan foydalanib nasos-turbina tezyurarlignmg yuqori chegarasini aniqlash mumkin

$$K = \frac{n_s H_N^{3/4}}{3,65} \quad (7-13)$$

Napor oshishi bilan bu kriteriya ham oshib boradi. Xozirgi paytda K ning kattalik darajasi 3500-4000 tashkil qilib, 800-900 m naporga to'g'ri keladi. Keyinchalik tez yurarlik koeffitsientini oshirish ishchi g'ildirak

7-1-jadval

Parametrlar	Ishchi g'ildirak turi						
	RO'NT 115	RO'NT 140	RO'NT 170	RO'NT 230	RO'NT 310	RO'NT 400	RO'NT 500
Naporlar bo'yicha qo'llash zonası	80-115	100-140	130-170	160-230	220-310	290-400	380-500
$n_{m\text{ opt}}$ ayl / min	220-185	205-170	175-155	160-140	140-120	125-110	115-106
\bar{D}_2	0.82-0.62	0.8-0.7	0.73-0.65	0.68-0.6	0.62-0.55	0.6-0.52	0.55-0.5
b	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07
$n_{r\text{ opt}}$ ayl / min	95-90	94-89	93-88	92-87	91-85	90-84	89-82
$Q_{1n\text{ opt}}^1$ m^3 / s	0.44-0.32	0.38-0.28	0.28-0.24	0.25-0.19	0.2-0.6	0.16-0.12	0.13-0.11
σ_{max}	0.27-0.23	0.25-21	0.21-0.19	0.19-0.16	0.17-0.14	0.14-0.12	0.13-0.11

mustahkamligi bilan limitlanadi-chegaranadi. Jahon amaliyotida

800-900 m napordan boshlab soni beshgacha bo'lgan ko'p bosqichli agregatlardan foydalanilmokda.

Turbina va nasos rejimida ishlashini hamma sharoitini qoniqtirish uchun n va D_1 larni birnecha yaqmlashgan o'zgarishini amalga oshirishga to'g'ri keladi. Nasos rejimida ekspluatatsiya qilishda energetik harakteristika ko'riladi (7-1, v - rasmga qara)

Burama – kurakli turbinali GAES agregati parametrlarini tanlash. Kichik va o'rta naporlarda va ularni birmuncha tebranib turishida ikki tomonlama boshqariladigan nasos-turbinani qo'llash samarali xisoblanadi.

25 m gacha naporlar uchun o'qiy burama-kurakli gorizontal turdagi kapsulali etib bajarilgan nasos-turbinani qo'llash mumkin, 70 m naporgacha vertikal turdakisini. YUqori bo'lgan (170 m gacha) naporlar uchun diagonal nasos-turbinani qo'llash mumkin. O'qiy turbinaning ishchi g'ildiragi diametrini taxminan quyidagi formuladan aniqlash mumkin:

$$D_1 = (4 + 4,6) \sqrt{\frac{1}{1 - d_{17}^2}} \sqrt[3]{Q/n}, \quad (7-14)$$

bu erda d_{17} - korpusni nisbiy diametri, tezyurarlik koeffitsienti $450 \leq n < 1200$ o'zgarish oraligida 0,6-0,4 teng; Q-nasos-turbinaning suv sarfi; n -aylanish chastotasi.

Berilgan so'rib olish balandligida tezyurarlik koeffitsienti $K = 1,185 \cdot 10^{-4}$ kattalikda quyidagi formuladan topiladi:

$$\sigma_m = \left(\frac{10 - H_s}{\varphi_k k H} \right)^{3/4}. \quad (7-15)$$

bu erda $\varphi_k = 1,5 - 2,0$.

Aylanish chastotasi quyidagi formuladan aniqlanadi

$$n = \frac{n_m H_n^{3/4}}{3,65 \sqrt{Q_n}}. \quad (7-16)$$

Diagonal nasos-turbinalarda kurakchalar o'qini $\theta = 45^\circ$ va 30° bo'lgan qiyaligida foydalaniladi. Diagonal nasos-turbinalarni asosiy parametrlari

$$k_n = \pi \frac{D_1}{60} \sqrt{2gH}. \quad (7-17)$$

7-2 - jadvaldan aniqlash mumkin

Ba'zi paytlarda radial-o'qli turbinalar uchun har xil naporlarda turbinaning minimal quvvat chizig'i kiritiladi (ishchi g'ildirak zonasida oqimning pulsatsiya

Diagonal nasos-turbinani asosiy parametrlari

n_s	θ da σ_k		θ da k_H		$H_s = -25 \text{ M}$ da $H, \text{ m}$
	30°	45°	30°	45°	
100	0,15	0,175	0,905	0,96	—
150	0,187	0,202	0,955	1,005	210
200	0,231	0,245	1	1,07	140
250	0,281	0,3	1,065	1,14	110
300	0,34	0,36	1,125	1,212	—

qilish darajasi bo'yicha). Buyurtmachi bilan kelishilgandan keyin turbinani tayyorlovchi zavod-taminlovchi, har bir jixozining komplekti bilan birgalikda turbina pasportiga ekspluatatsiya xarakteristikasini qo'shib beradi.

Nazorat savollari

1. Nasos-turbina rejimida tez yurarliq koeffitsientini tushintiring
2. Turbina rejimi uchun kerak bo'lgan kattaliklarga nimalar kiradi?
3. Turbina rejimining nasos rejimi quvvatiga bo'lgan nisbatini olish nima uchun kerak?
4. Nasos- turbina xarakteristikalarini tushintirib bering.
5. YUqori naporli GAESlarda nasos-turbina parametrlari qanday amqlanadi?

8-bob. TURBINA TURINI TANLASH

8.1. Reaktiv turbinalarni nomenklaturasi

Turbina nomenklaturasi naporga bog'liq holda uning asosiy kattaliklar ko'rsatkichlari: nisbiy o'lchamlari, keltirilgan aylanish chastotasi n_1 , suyuqlik sarfi Q_1 va kavitatsiya koeffitsienti σ larni belgilangan holda foydalanishga tavsiya qilinadigan turbinalar turi qatori hisoblanadi.

Nomenklatura gidroelektrostansiyalarni loyihalashda turbinalarni tanlashda asosiy hisoblanadi.

Turbinalarning qisqartirilgan markirovkasi to'rtta ko'rsatkichni o'z ichiga oladi.

1. *Turbina turi* (sistemi) hariflar bilan belgilanadi: BK (PL)- burama-kurakli (povorotno-lopastnoy); D yoki BKD (PLD)-burama-kurakli diagonal (povorotno-lopastnaya diagonalnaya); BKK (BLK) - burama-kurakli kapsulali (povorotno-lopastnaya kapsulnaya); RO' (RO)-radial-o'qli (radialno-osevaya); Pr- parrakli o'qiy (propellernaya osevaya); PrD - parrakli diagonal (propellernaya diagonalnaya); Ch(K)-cho' michli (kovshevaya).

2. *Turbina turi* asosan napor orqali aniqlanadi. Bir xil naporlarga bir nechta turbinalar mos kelishi mumkin, lekin ular suyuqlik o'tkazadigan qismi bilan farq qilishadi. Turbinani har bir turiga, uni markasi belgilovchi, o'zini tartib nomeri beriladi. (ba'zan kasr ko'rinishda: suratda napor, maxrajda turbina turi).

3. *Kopanovkasi*. Agregatning valini o'rnatilishi bo'yicha vertikal (V) yoki gorizontal (G).

4. *Turbinaning nominal diametri* D_1 , sm (BK va D turbinalarniki ishchi g'ildirak kamerasi bo'yicha, RO'-turbinalarni ishchi g'ildirak kurakchalarining kirish diametri bo'yicha (8.1-1-rasm), diagonal turbinalarda ishchi g'ildirak kurakchalarni o'rnatish burchagi θ , cho' michli turbinalarda torayuvchi naychani (soplning) diametri va soni beriladi

Turbina markalarini tanlash uchun misollar:

PL20/811-V-800 - o'qiy burama kurakli, maksimal napori 20m, ishchi g'ildirak №811, V-vertikal, $D_1=8,0$ m.

D120/45-2556-B-600 - diagonal burama-kurakli, maksimal napor 120 m, $\theta = 45^\circ$, turi №2556, vertikal, nominal diametri $D_1 = 6,0$ m. (ba'zan D45/2556 etib belgilanadi, lekin 45 napor bo'lmay θ bo'ladi)

PLK15/548-G-600- o'qiy, burama kurakli, kapsulali, maksimal napori 15 m, gorizontal, diametri 6.0 m.

RO'115/800-V-500 – radial-o'qli, maksimal napori 115 m.suv o'tkazuchisim turi (asosan ishchi g'ildirakning shakli) №810, vertikalli, $D_1 = 5,0$ m.

Turbinalar o'lchami bo'yicha ikki guruhga bo'linadi: yirik (PL (BK) uchur $D_1 > 2,8$ va RO' uchun $D_1 > 1,8$ m); kichik va o'rta (D_1 ko'rsatilgan kattalikdar kichik)

Bir qator yirik o'qiy va radial-o'qli turbinalarnmg D_1 diametrlarini standar o'lchamlari 8.1-1-jadvalga keltirilgan. Bu jadvaldagi diametrlar qatori diagona turbinalarda foydalanish mumkin

8.1-1-jadva

D_1 nominal diametr qatorlari, sm.

180	200	225	250	280	320	360
400	450	500	550	600	650	700
750	800	850	900	950	1000	1050

Katta naporlar uchun diametrlar 8.1-2-jadvalda ko'rsatilgan bo'yicha chegaralanadi

8.1-2-jadval

$H_{\text{MAX}}, \text{ m}$	>200	>300	>400
$D_{1\text{MAX}}, \text{ sm}$	850	600	500

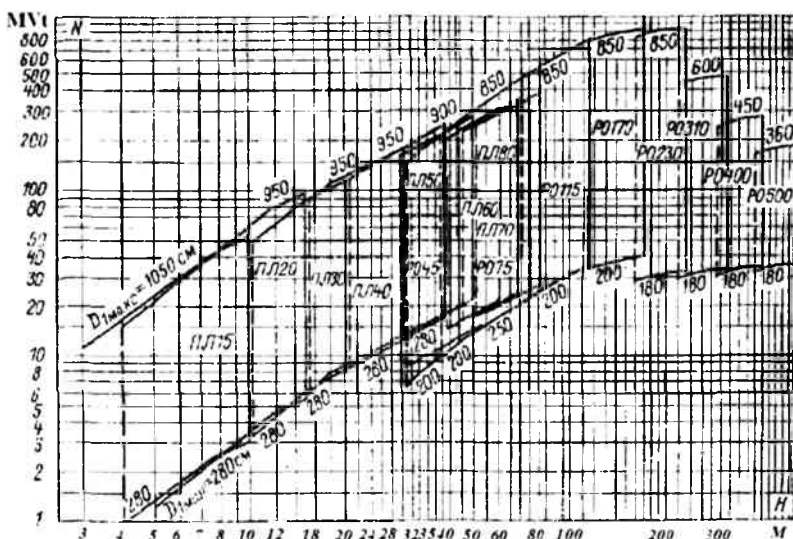
O'rtacha va kichik turbinalarnmg diametrlari quyidagicha: $D_1 = 50, 60, 71, 84, 100, 120, 140, 160, 180, 200$ va 225 sm. Diametrdan tashqari turbinalar quvvat bo'yicha ham farqlanadilar. O'rta va kichik turbinalarni $N < 15\ 000$ kVt. Agar turbinaning diametri 180 sm, quvvati 20 000 kVt va napori katta bo'lsa bunday turbina yirik turbina qatoriga kirishi mumkin.

Radial-o'qli va burama-kurakli turbinalarni napor va quvvat bo'yicha tavsiya qilish 8.1-1-rasmda ko'rsatilgan.

Quvvatni oshishi naporni oshishi bilan bo'ladi. Masalan $N=30$ m quvvat 200 MVt, $N=100$ m quvvat 700-900 MVtni tashkil qiladi. Katta naporda D_1 diametr kichiklashadi va quvvat kamayadi.

Bosh universal xarakteristika va turbinaning boshqa nomenklaturali ko'rsatkichlari tarmoq standartida keltiriladi.

Har bir turbinaning turini suv o'tkazuvchi qismi, bosh universal xarakteristikasi va boshqa xarakteristikalari bilan farqlash mumkin. Lekin ularning asosiy ko'rsatkichlari sifatida eng asosiy o'lchamlari va kerakli parametrlarini ko'rsatishi mumkin: keltirilgan aylanishlash soni va suv sarfini (n_t va Q_t), shuningdek σ kavitatsiya koeffitsientini. Bu ko'rsatkichlar turbinaning kerakli xarakterlaydi va gidroelektro-stansiyalarni loyihalash uchun ularni tanlash asosiy baza bo'lib xisoblanadi.



8.1-1-rasm. Burama-kurakli va radial-o'qli turbinalarning nomenklaturalari.

O'qiy burama –kurakli vertikal turbinalar. Asosiy aniqlovchi kataliklar 7-3-jadvalda keltirilgan. Bu erda n_{1D} va Q_{1D} larning kattaliklari turbinaning hisobiy napori uchun ko'rsatilgan bo'lib, maksimal va minimal kattaliklari oralig'ida bo'ladi.

Ko'rsatilgan har bir turbinaning turiga hisobiy Q_{1h} va unga mos bo'lgan σ kavitatsiya koeffitsientlari berilgan.

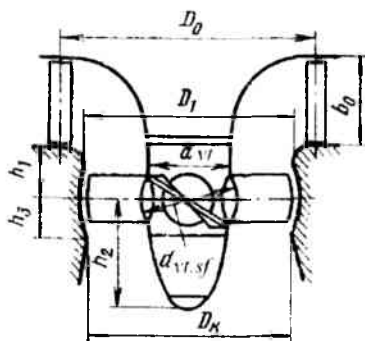
O'qiy turbinaning ishchi g'ildiragi diametri D_1 ga nisbatan olingan b_0 , va d_{vt} ga asosiy o'lchamlar 8.1-2-rasmda ko'rsatilgan. Qolganlarni quyidagicha topish mumkin. $D_0 = 1,2 + 1,25$,

$$\bar{h}_1 = 0,21 \quad \bar{h}_2 = 0,09 \rightarrow 0,12, \quad \bar{h}_3 = \bar{d}_{vt}, \quad \bar{d}_{vt, sf} = 0,05 \text{ va } D_n = 0,973.$$

8.1-3-jadval

Burama kurakli gidroturbinaning ishchi g'ildiragi asosiy gidravlik ko'rsatkichi va konstruktiv parametrlari

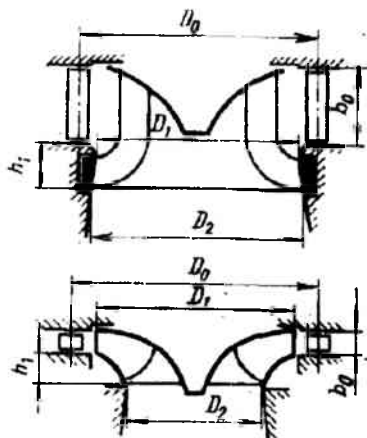
Parametrlar	Ishchi g'ildirak									
	BK-10	BK-15	BK-20	BK-30	BK-40	BK-50	BK-60	BK-70	BK-80	
Maksimal napor, m	10	15	20	30	40	50	60	70	80	
Yo'naltiruvchi apparatning balandligi $b = b_0/D_1$	0,33	0,35	0,37	0,41	0,43-0,45	0,47-0,49	0,51-0,54	0,57	0,6	
H_{max}, H_{min} naporlar chegarasi, m	2-10	5-15	10-20	15-30	20-40	30-50	40-60	45-70	50-80	
Q_{ib} , keltirilgan suv sarfi, l/s	2250	2130	2040	1940	1880	1810	1690	1600	1520	
Keltirilgan ayl soni, n_{top}^1	165 200	150 180	138 160	125 140	115 130	106 120	100 110	100 110	100 110	
Z_1 - ishchi g'ildirak kuraklar soni	4	4	4	4	5	6	7	8	8	
Kavitatsiya koef. σ	1,4	1,0-0,84	0,835-0,68	0,745-0,505	0,68-0,4	0,505-0,325	0,4-0,27	0,36-0,23-	0,325-0,205	
Vtulka diametri nisbiy balandligi d_{vt}	0,32	0,35	0,37	0,41	0,43	0,47	0,51	0,57	0,60	



8.1-2-rasm. Burama kurakli turbinani asosiy o'lchamlari

Radial-o'qli turbinalar.

Har turdagi nabori -45 metrdan 700 metrgacha bo'lgan keng diapazondagi radial-o'qli turbinalarning ko'rsatkichlari 8-4-jadvalda keltirilgan.



8.1-3-rasm. Radial-o'qli turbinalarni o'lchamlari.

Radial- o'qli gidroturbinaning ishchi g'ildiragi asosiy gidravlik ko'rsatkichi va konstruktiv parametrlari.

8.1-4-jadval

Parametrlar	Ishchi g'ildirak							
	RO' 45	RO' 75	RO' 115	RO' 170	RO' 230	RO' 310	RO' 400	RO' 500
Yo'naltiruvchi apparatning balandligi $\bar{h} = b_0/D_1$	0.35	0.30	0.25	0.20	0.16	0.12	0.1	0.08
H_{max}, H_{min} naporlar chegarasi, m	30-45	40-75	70-115	110-170	160-230	220-310	290-400	380-500
Q'_{Tmax} , keltirilgan suv sarfi, l/s	1400-1370	1370-1250	1250-1030	1030-650	650-420	420-280	280-200	200-150
Keltirilgan ayl. soni, ayl/min	78	73	70	68	65	60	58	58
n'_{top} n'_{has}	78	77	74	71	68	65	62	59.5
Kavitatsiya koef-fitsienti, σ	0.27-0.23	0.243-0.16	0.168-0.097	0.1-0.06	0.065-0.047	0.048-0.04	0.042-0.035	0.036-0.03

Yo'naltiruvchi apparat kurakchalari o'qi bo'yicha olingan nisbiy diametri $\bar{D}_v = 1.20$ m naporlari 200 m uchun ishchi g'ildirakni tagigacha bo'lgan balandlik $\bar{h}_1 = 0.12-0.15$ va katta naporlar uchun $\bar{h}_1 = 0.18+0.2$ qilib olinadi. Naporlarning har xil diapozoniga bir nechta turbina to'g'ri keladi va boshqalarini ham qo'llash

mumkin, shuning uchun ularning Q_1 va σ lar oraliq ko'rsatkichlari bo'lishi mumkin, ular interpolyasiya yo'li bilan aniqlanadi.

Nazorat savollari

1. BK, RO', D va Ch qisqartirilgan markirovkalarini tushintiring.
2. Turbina turi qanday kattalilar tanlanadi?
3. Nomenklatura nima va undan qanday foydalaniladi?
4. O'qiy burama – kurakli va radial- o'qli turbinalarni asosiy kursatkichlariga nimalar kiradi?

8.2. TURBINANING MASSA KO'RSATKICHLARI

Gidroelektrostansiyalarni loyihalashda turbinaning va uning alohida olgan qismlarining umumiy massasini, ayniqsa ishchi g'ildiraknikini aniqlash kerak bo'ladi. Turbina tannarhi uning massasiga proporsional va ikkinchi tomondan ishchi g'ildirak massasiga qarab uni qanday transportda tashish va montaj qilish usuli tanlanadi.

Turbina massasini zavod –tayyorlovchining loyihasi bo'yicha aniqlash mumkin. Lekin har xil loyihalarda, bir xil sharoitda, bir xil o'lchamda bo'lgan turbinalarning massasi ularni konstruktiv echimiga bog'liq.

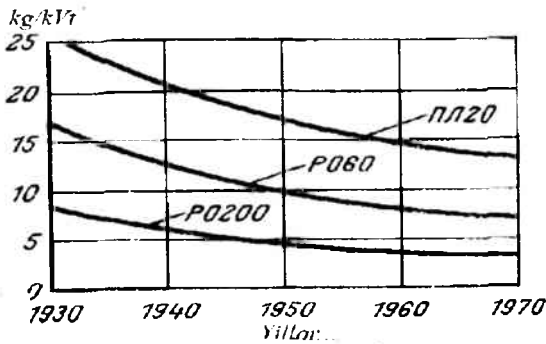
8.2-1-rasmda ko'rsatilishi bo'yicha turbina massasi naporga bog'liq va napor oshishi bilan u kamayadi. Masalan $H = 200$ m solishtirma massa $3,5$ kg/kVt, $H = 20$ m da 13 kg/kVt, yani $3,7$ marotaba ko'p. Shunday qilib naporni oshishi bilan GESning turbina jixozlarini nisbiy narxi kamayadi.

Turbinaning massasini hisoblash uchun quyida keltirilgan empirik formulalardan foydalanish mumkin.

O'qiy burama –kurakli turbinalarning umumiy massasi

$$G_T^{BK} = 1,5 D_1^{2,5} H_{\max}^{1,3} k_{p,k} \quad (8.2-1)$$

bu erda D_1 -turbina (ishchi g'ildirakni) diametri m; H_{\max} -GESni maksimal napori, m; $k_{p,k}$ spiral kamera qoplamasi massasini inobatga oluvchi koeffitsient.



8.2-2-rasm. Yillar bo'icha turbinani solishtirma massasini o'garishi

Ishchi g'ildirak massasi $G_{i,g}^{BK}$:

$$G_{i,g}^{BK} = k_{y,k} D_1^3 H_{\max}^{1/2} \quad (8.2-2)$$

bu erda $k_{y,k}$ - kurakchalar soniga bo'lgan koeffitsient. Agar $z = 4$, $k_{y,k} = 0.1 \div 0.12$,
 $z = 6$, $k_{y,k} = 0.13 \div 0.16$.

Diagonal turbinaning massasi ishchi g'ildirak hisobiga 10% ko'p.

Radial- o'qiy turbinaning umumiy massasiga metalli spiral kamerasi ham kiradi G_T^{RO} .

$$G_T^{RO} = 3,6 D_1^{2,5} H_{\max}^{0,2} k_{y,k} \quad (8.2-3)$$

Bu erda D_1 - ishchi g'ildirakning nominal diametri, m; H_{\max} - GESni maksimal napori, m; $k_{y,k}$ spiral kamera massani hisobga oluvchi koeffitsient. Agar betonli kamera bo'lsa, masalan $H_{\max} = 40$ m bo'lsa, unda $k_{y,k} = 0.8 \div 0.85$. Po'tlotli spiral kamera bo'lsa $k_{y,k} = 1$.

Radial-o'qli turbinaning ishchi g'ildiragini massasi uning diametriga bog'liq bo'lib quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$G_{i,g}^{RO} = k_{i,g} D_1^3 \quad (8.2-4)$$

bu erda $k_{i,g} = 0,55 \div 0,65$

Nazorat savollari

1. Turbina massasini qanday aniqlashini tushintiring.
2. Diagonal turbina massasini RO' nikidan farqi nimada?

8.3. REAKTIV TURBINALARNI KELTIRILGAN KATTALIKLAR YORDAMIDA TANLASH.

8.3.1. Umumiy ko'rsatma

Berilgan kattaliklar: H_h -hisobiy napor, H_{max} -maksimal napor, H_{min} -minimal napor, Q_h -hisobiy sarf, ∇ -pastki byef ni absolyut belgisi. Kerakli hisoblar 8.1-1 - 8.1-4-jadvallar asosida olib boriladi.

Gidroturbinaning loyihalash bosqichlari

- 1).Gidroturbina parametrlarini: N , D_1 , Q_1 , n_{st} , η_t , H_s aniqlash va H_{max} napor asosida gidroturbina turini tanlash .
- 2).Gidroturbina ekspluatatsiya xarakteristikasini qurish.
- 3).O'qiy kuchlanishni hisoblash.
- 4). So'rish balandligi N_s ni hisoblash.
- 5). Turbina massasini aniqlash.

Hisoblash tartibi quyidagicha olib boriladi:

1). H_{max} naporga asosan 8.1-3 va 8.1-3 – jadval orqali gidroturbina turi tanlanadi va bosh universal xarakteristikasi (BUX) olinadi .

2).Hisobiy napor asosida gidroturbinaning taxminiy quvvati N hisoblanadi:

$$N=9.81QH\eta_m, \text{ kVt}$$

bu erda η_t gidroturbananing bosh universal xarakteristikasidan olinadi.

4). Ishchi g^* ildirak diametri quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$D_1 = \sqrt{\frac{N}{9.81Q_1^2 H_h \sqrt{H_h \eta_m}}}, \text{ m,}$$

Jadvaldan Q_1 -qiymatini kattasi olinadi va topilgan diametrga yaqin bo'lgan standart D_{1st} diametr kattaligini 8.1-1-jadvaldan olinadi, sm.

5) Standart diametr bo'yicha keltirilgan suv sarfi Q_1^1 ni tekshiramiz

$$Q_1^1 = \frac{N}{9.81D_{1st}^2 H_h \sqrt{H_h \eta_m}}, \text{ m}^3/\text{s,}$$

6) Quyidagi formula orqali gidroturbinaning f.i.k. aniqlanadi:

$$\eta_{TMAX} = 1 - (1 - \eta_{MAX}) (0.25 + 0.75 \sqrt{\frac{Re_m}{Re_c}})$$

bu erda η_{MAX} gidroturbinani bosh universal xarakteristikasi (BUX) dan aniqlanadi, unda quyidagi ko'rsatkichni $\sqrt{\frac{Re_M}{Re_T}}$ aniqlash uchun quyidagi

tenglama $\frac{Re_M}{Re_T} = \frac{D_{1M} \sqrt{H_M}}{D_{1CT} \sqrt{H_h}}$ echiladi va topilgan kattalik bo'yicha 6.7-1-rasmdan

$\sqrt{\frac{Re_M}{Re_T}}$ qiymati topiladi; bu erda D_{1M} va H_M -gidroturbina modelining diametri -

0.46 m va napori - 4 m; H_h -haqiqiy turbinaning hisobiy napori

7) Topilgan η_{TMAX} orqali gidroturbinani haqiqiy quvvati aniqlanadi

$N=9.81QH\eta_{TMAX}$, kVt

8) Normal aylanishlar soni aniqlash uchun aylanishlar sonini tuzatish koeffitsienti topiladi:

$$\Delta n_1^1 = n_{1m,op}^1 \left(\sqrt{\frac{\eta_{TMAX}}{\eta_{\text{MAX}}}} - 1 \right)$$

Bu formuladagi η_{TMAX} haqiqiy turbina f.i.k., η_{MAX} -turbina modeli f.i.k., $n_{1m,op}$ - optimal keltirilgan aylanish soni esa 8.1-2 yoki 8.1-3 -jadvaldan aniqlanadi.

Tuzatish koeffitsienti turbinaning hamma ishlash rejimi uchun bir xil qabul qilinadi, ya'ni n_1^1 va Q_1^1 kooordinatalardagi jarakteristikalarning hamma nuqtalari uchun bir xil bo'ladi.

Har doim $n_{1T}^1 > n_{1M,OP}^1$;

yoki $n_{1T}^1 = n_{1M,OP}^1 + \Delta n_1^1$ bo'ladi va oxirgi tenglikdan n_{1T}^1 ni topib, quyidagi tenglamaga qo'yib gidroagregatni normal aylanish sonini aniqlaymiz:

$$n = \frac{n_{1T}^1 \sqrt{H_h}}{D_{1,na}}, \text{ ayl/min};$$

Topilgan aylanishlar soni n ga yaqin bo'lgan 5 jadval asosida gidrogeneratorni sinxron aylanish soni n_{st} bilan almashtiramiz

a) sinxron aylanishlar soni orqali hisobiy napori uchun aylanishlar sonini tekshiramiz:

$$n'_1 = \frac{n_{st} D_{1st}}{\sqrt{H_h}} - \Delta n'_1; \quad \text{ayl./min}$$

b) D_{1st} va n_{st} larni to'g'ri topilganini N_{max} va N_{MIN} larning keltirilgan aylamishlar soni orqali tekshiramiz:

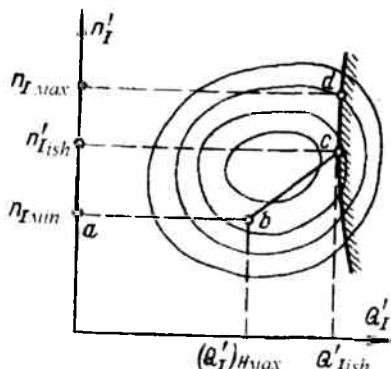
$$n'_{1max} = \frac{n_{st} D_{1st}}{\sqrt{H_{min}}} - \Delta n'_1; \quad \text{ayl./min}$$

$$n'_{1min} = \frac{n_{st} D_{1st}}{\sqrt{H_{max}}} - \Delta n'_1; \quad \text{ayl./min}$$

9) Undan tashqari H_{max} napor uchun Q_{Hmax} aniqlaymiz

$$Q_{1max} = \frac{Q_{Hmax}}{D_1^2 \sqrt{H_{max}}}$$

Bu erda Q_{Hmax} quyidagi formuladan $N = 9.81QH\eta$ aniqlanadi (η kattaligi beriladi).



8.3.1-1-rasm. Turbinaning foydalanadigan xarakteristika oblasti

Olingan kattaliklar 8.3.1-1-rasmda ko'rsatilganday bosh universal xarakteristikaga kiritiladi. Bu zona a, b, c, d, e chiziq bilan chegaralanadi. Agar katta f.i.k. zonani ichiga joylashgan bo'lsa yaxshi hisoblanadi.

10) Gidroturbinaning so'rish balandligi balandligini aniqlanadi

$$H_s = 10 - \frac{\nabla}{900} - k_a \sigma H_h$$

Aniqlangan so'rish balandligi qiymati orqali gidroturbina o'qining ∇PB ga nisbatan joylashishi topiladi.

Katta aniqlik kiritish maqsadida misollar echamiz.

Misol 1. Turbina parametrlari berilgan: $H_{\max}=42.2\text{m}$, $H_{\min}=29.2\text{m}$, $H_h=37$ va H_{\max} napor asosida turbina turini tanlash.

1) H_{\max} naporga asosan 8.1-4- jadval orqali turbina turi RO45 tanlanadi va bosh universal xarakteristikasi (BUX) olinadi.

2) Ishchi napor asosida extimol quvvatni aniqlanadi

$$N=9.81QH\eta_m=9,81*50*37*0,921=16696,62 \text{ kVt}$$

3) Ishchi g'ildirak diametrini quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$D_1 = \sqrt{\frac{N}{9.81Q_1^1 \eta_1}} = \sqrt{\frac{16696,62}{9,81*1,4*37*\sqrt{37}*0,92}} = 2,423 \text{ m}$$

Topilgan diametr standartlanadi, $D_{1st}=2,5\text{m}$ (8.1-1-jadvaldan olinadi).

4) Standart diametr bo'yicha keltirilgan suv sarfi Q_1^1 tekshiriladi

$$Q_1^1 = \frac{N}{9.81D_{1st}^2 \eta_1} = \frac{16696,62}{9,81*6,25*37*0,92} = \frac{16696,62}{12693,6} = 1,31; \text{ m}^3/\text{s}$$

5) Maksimal FIK aniqlaymiz

$$\eta_{TMAX} = 1 - (1 - \eta_{MMAX})(0,25 + 0,75 \sqrt{\frac{Re_M}{Re_T}}) = 1 - (1 - 0,91)(0,25 + 0,75*0,6) = 0,937$$

tenglamaidagi $\sqrt{\frac{Re_M}{Re_T}}$ kattalikni 6.7-1- rasmdan aniqlanadi, uning uchun

quyidagi tenglamani echamiz $\frac{Re_M}{Re_T} = \frac{D_{1st} \sqrt{H_M}}{D_{1CT} \sqrt{H_h}} = \frac{0,46\sqrt{4}}{2*6,08} = \frac{0,92}{12,16} = 0,0756$.

6.7-1-rasmdan $\sqrt{\frac{Re_M}{Re_T}} = 0,54$ bo'ladi; bu erda D_{1st} va N_M - modelni diametri

va nabori, N_h - haqiqiy turbinani nabori.

6) Turbinani haqiqiy quvvatini topamiz

$$N_T = 9,81QH_T \eta_T = 9,81*50*37*0,937 = 17005,144, \text{ kVt}$$

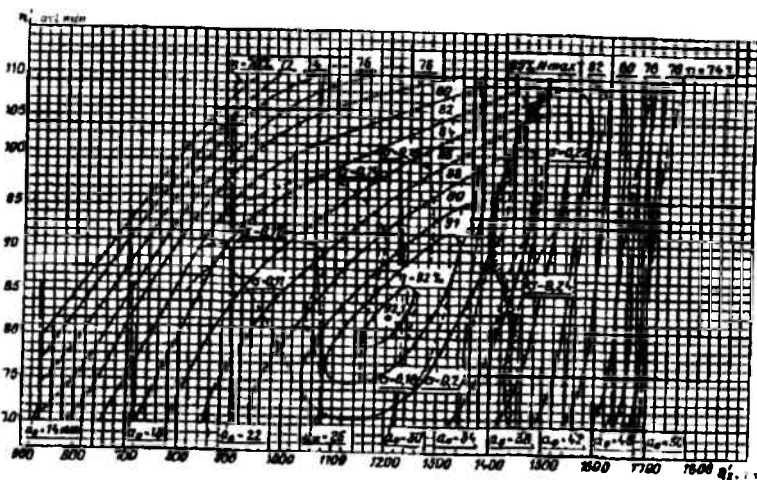
7) Normal aylanish sonini aniqlaymiz

$$n = \frac{n_{1CT}^1 \sqrt{H_P}}{D_{1CT}} = \frac{78,72*6,08}{2,5} = 191,44, \text{ ayl/min}$$

bu erda n_{1CT}^1 - turbinani bosh universal xarakteristikasi orqali topiladi.

Hur doim $n_{II}^1 > n_{IM}^1$; yoki $n_{II}^1 = n_{IM\ oII}^1 + \Delta n_1^1 78 + 0,72 = 78,72 \text{ ayl/min}$;

bu erda
$$\Delta n_1^1 = n_{1\ oP}^1 \left(\sqrt{\frac{\eta_{T\ MAX}}{\eta_{T\ MAX}}} - 1 \right) = 78 \left(\sqrt{\frac{0,937}{0,92}} - 1 \right) = 0,72 \text{ ayl/min}$$



8.3.1-2-rasm. RO45/820-46 turbinaning bosh universal xarakteristikasi

Topilgan aylanishlar soni n gidrogeneratori sinxron n_s aylanish soni bilan almashtiriladi- $n_s = 187,5 \text{ ayl/min}$.

6) n_c sinxron aylanishlar soni orqali hisobiy napor uchun keltirilgan aylanishlar sonini tekshiramiz:

$$n_1^1 = \frac{n_s D_{IST}}{\sqrt{H_k}} - \Delta n_1^1 = \frac{187,5 * 2,5}{\sqrt{37}} - 0,72 = 76,4; \quad \text{ayl/min}$$

7) D_{IST} va n_c larni to'g'ri topilganligini N_{MAX} va N_{MIN} larning keltirilgan aylanishlar soni orqali tekshiramiz

$$n_{1\ MAX}^1 = \frac{n_s D_{IST}}{\sqrt{H_{min}}} - \Delta n_1^1 = \frac{187,5 * 2,5}{5,4} - 0,72 = 86,08; \quad \text{ayl/min}$$

$$n_{1\ MIN}^1 = \frac{n_s D_{IST}}{\sqrt{H_{max}}} - \Delta n_1^1 = \frac{187,5 * 2,5}{6,496} - 0,72 = 70,77, \quad \text{ayl/min}$$

8) Yo'l qo'yilgan so'rish balandligi

$$H_s = 10 - \frac{\nabla}{900} - k_\sigma \sigma H_k = 10 - \frac{500}{900} - 1,1 * 0,27 * 3,7 = -1,54 \text{ m}$$

9) Turbinaning asosiy o'lchamlari:

Ishchi g'ildirakni chiqishidagi diametr $D_1 = 1.0 \cdot 2.5 = 2.5i$;

Yo'naltiruvchi apparatni balandligi $b_0 = 0.35 \cdot 2.5 = 0.875i$;

Yo'naltiruvchi apparat kurakchalari o'qini diametri $D_0 = 1.2 \cdot 2.5 = 3i$

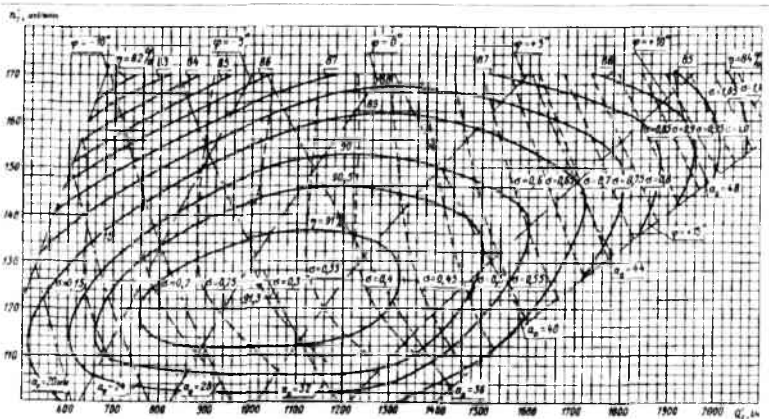
10) Metall spirali kamerali turbinani inmassasi: $G_t^{KO} = 3.6 \cdot 2.5^{2.5} \cdot 42.2^{0.2} = 648\delta$

Ishchi g'ildirakni massasi $G_{i_g}^{KO} = 0.6 \cdot 2.5^3 = 9.375\delta$

Misol 2. Quyidagi shartlar bo'yicha gidroturbina parametrlarini: H_{max} , H_m , Q_1 berilgan va H_{max} napor asosida gidroturbina turini tanlash.

1) $H_{max} = 36$ m, $H_h = 32.84$ m, $H_{min} = 32i$

2) H_{max} napor asosida 8.1-3-jadvaldan gidroturbina turi va ilovadan bosh universal xarakteristikani aniqlaymiz (BUX).



8.3.1-3-rasm. BK 40 turbinaning BUXi

3) Hisobiy napor asosida gidroturbinaning taxminiy quvvati N hisoblanadi:

$$N = 9.81 Q_h N_h \cdot 0.921 = 9.81 \cdot 98.4 \cdot 32.84 \cdot 0.91 = 28847.53 \text{ kVt}$$

Bu erda η gidroturbinaning bosh universal xarakteristikasidan olinadi.

4) Ishchi g'ildirak diametri quyidagi formuladan aniqlanadi

$$D_1 = \sqrt{\frac{N}{9.81 Q_1 H_p \eta_m}} = \sqrt{\frac{28847.53}{9.81 \cdot 1.144 \cdot 32.84 \cdot \sqrt{32.84} \cdot 0.91}} = 3.875 \text{ m}$$

Topilgan diametrga yaqin bo'lgan standart D_{1st} diametr kattaligini olamiz,

$$D_{1st} = 3.8 \text{ m}$$

5) Standart diametr bo'yicha keltirilgan suv sarfi Q^1 ni tekshiramiz:

$$Q_1^1 = \frac{N}{9.81 D^2 \cdot \eta_H \rho \sqrt{H_p \eta_m}} = \frac{28847.53}{9.81 * 3.8^2 * 32.84 \sqrt{32.84 * 0.91}} = 1.189 \text{ m}^3 / \text{c}$$

6) Quyidagi formula orqali gidroturbinaning f.i.k. aniqlanadi:

$$\eta_{TMAX} = 1 - (1 - \eta_{MAX}) (0.25 + 0.75 \sqrt{\frac{Re_M}{Re_T}}) = 1 - (1 - 0.91) (0.25 + 0.75 * 0.54) = 0.941$$

bu erda $\eta_{MAX} = 0.928$ gidroturbinam bosh universal xarakteristikasi (BUX) dan

aniqlanadi, unda quyidagi ko'rsatkichni $\sqrt{\frac{Re_M}{Re_T}}$ aniqlash uchun quyidagi tenglama

$$\frac{Re_M}{Re_T} = \frac{D_{IM} \sqrt{H_M}}{D_{ICT} \sqrt{H_p}} \text{ echiladi va topilgan kattalik bo'yicha 6.7-1-rasmdan } \sqrt{\frac{Re_M}{Re_T}}$$

qiymati topiladi; $\frac{Re_M}{Re_T} = \frac{D_{IM} \sqrt{H_M}}{D_{ICT} \sqrt{H_p}} = \frac{0.46 \sqrt{4}}{3.8 \sqrt{32.84}} = 0.042$; bu erda D_{IM} va H_M -

gidroturbina modelining diametri - 0.46 m va nabori - 4 m; H_b -haqiqiy turbinaning

hisobiy nabori. 6.7-1-rasmdan quyidagi kattalikni aniqlanadi $\sqrt{\frac{Re_M}{Re_T}} = 0.54$, bu erda

D_{IM} va H_M -gidroturbina modelini diametr va nabori; H_b - haqiqiy turbinaning

hisobiy nabori

7) Topilgan η_{TMAX} orqali gidroturbinani haqiqiy quvvati aniqlanadi

$$N_T = 9.81 * Q * H_b * \eta_T = 9.81 * 98.4 * 32.84 * 0.941 = 29830.24 \text{ kVt}$$

8) Normal aylanishlar soni aniqlash uchun aylanishlar sonini tuzatish koeffitsienti topiladi:

$$\Delta n_1^1 = n_{1m.op}^1 \left(\sqrt{\frac{\eta_{TMAX}}{\eta_{MAX}}} - 1 \right) = 115 \left(\sqrt{\frac{0.941}{0.91}} - 1 \right) = 1.94 \text{ ayl / min}$$

Bu formuladagi η_{TMAX} haqiqiy turbina f.i.k., η_{MAX} -turbina modeli f.i.k., $n_{m.op}$ - optimal keltirilgan aylanish soni esa 2 -jadvaldan aniqlanadi.

$$\text{Xar doim } n_{IT}^1 > n_{1m.op}^1; \text{ yoki } n_{IT}^1 = n_{1m.op}^1 + \Delta n_1^1 = 115 + 1.94 = 116.94 \text{ ayl/min}$$

bo'ladi va oxirgi tenglikdan n_{IT}^1 ni topib, quyidagi tenglamaga qo'yib gidroagregatni normal aylanish sonini aniqlaymiz:

$$n = \frac{n_{IT}^1 \sqrt{H_p}}{D_{IM}} = \frac{116.94 \sqrt{32.84}}{3.8} = 176.33; \text{ ayl/min;}$$

Topilgan aylanishlar soni n ga yaqin bo'lgan 5 jadval asosida gidrogeneratorni sinxron aylanish soni n_s bilan almashiramiz $n_s = 187,5$ ayl/min;

9) sinxron aylanishlar soni orqali hisobiy napor uchun aylanishlar sonini tekshiramiz:

$$n_1' = \frac{n_s D_{IST}}{\sqrt{H_h}} - \Delta n_1' = \frac{187,5 \cdot 3,8}{\sqrt{33}} - 1,94 = 122 \text{ ayl/min}$$

b) D_{IST} va n_{s1} larni to'g'ri topilganini H_{MAX} va H_{MIN} larning keltirilgan aylanishlar soni orqali tekshiramiz:

$$n_{1MAX}' = \frac{n_s D_{IST}}{\sqrt{H_{min}}} - \Delta n_1' = \frac{187,5 \cdot 3,8}{\sqrt{32}} - 1,94 = 123 \text{ ayl/min},$$

$$n_{1min}' = \frac{n_s D_{IST}}{\sqrt{H_{max}}} - \Delta n_1' = \frac{187,5 \cdot 3,8}{\sqrt{36}} - 1,94 = 117,3 \text{ ayl/min};$$

8) Gidroturbinaning so'rish balandligi balandligini aniqlanadi

$$H_s = 10 - \frac{\nabla}{900} - K_r \sigma * H_p = 10 - \frac{571,5}{900} - 1,0 * 0,4 * 32,84 = -3,77 \text{ m}$$

Aniqlangan so'rish balandligi qiymati orqali gidroturbina o'qining ∇PB ga nisbatan joylashishi topiladi.

10) Turbinaning asosiy o'lchamlari:

$$\text{Yo'naltiruvchi apparatni balavndligi } b_0 = 0,45 \cdot 3,8 = 1,71 \text{ m};$$

$$\text{Yo'naltiruvchi apparatni balandligi } b_0 = 0,35 \cdot 2,5 = 0,875 \text{ m};$$

$$\text{Yo'naltiruvchi apparat kurakchalari o'qini diametri } D_0 = 1,2 \cdot 3,8 = 4,56 \text{ m};$$

$$\text{Ishchi g'ildirak diametri } D_k = 0,973 \cdot 3,8 = 3,697 \text{ m};$$

$$\text{Ishchi g'ildirak vtulkasini diametri } d_{vt} = 0,35 \cdot 3,8 = 1,33 \text{ m va silindrik qismi}$$

$$d_{vt} = 0,3 \cdot 3,8 = 1,14 \text{ m}$$

Nazorat savollari

1. Turbina massasi nimaga bog'liq?
2. Turbinani transportirovka qilganda nimalarni hisobga olish kerak?
3. Reaktiv turbinalarni qanday keltirilgan parametrlar yordamida hisoblanadi?
4. Nima uchun agregatning aylanishlar soni sinxronlashtiriladi?

8.4. GIDROELEKTROSTANSIYANING PARALLEL ISHLAYOTGAN TURBINALAR XARAKTERISTIKASINI QO'SHISH

Gidroelektrostansiyaning quvvati ishlayotgan agregatlar quvvatini yig'indisiga teng

$$N_{rx} = \sum_1^m N_a = \sum_1^m N \eta_{gen}. \quad (8.4-1)$$

bu erda N - turbina quvvati va η_{gen} - generator f.i.k.

Lekin alohida olingan agregatlarni yuklamasi har xil bo'lishi mumkin. *Yuklamani optimal taqsimlanishi shunday bo'lishi kerakki hamma turbinalarning sarfini yig'indisi minimal yoki o'rtacha f.i.k. katta qiymatga ega bo'lishi kerak.* Quvvatni boshqarishni umumiy sharti xosila hisoblanadi

$$\chi = \frac{\partial Q}{\partial N}. \quad (8.4-2)$$

χ ni nisbiy oshishi deyiladi. *Agregatlar orasida yuklamani optimal taqsimlanish tengligi nisbiy oshish talabiga javob beradi.*

Generatorlarni foydali ish koeffitsienti kam o'zgaradi, shuning uchun xal qiluvchi ahamiyatga turbina xarakteristikasi (suv o'tkazuvchilardagi yo'qolishlarni ta'siri) kiradi.

Bir xil xarakteristikali ishlayotgan turbinalar orasida yuklamani optimal taqsimlanish sharti to'g'ri keladi.

Bu qoida parallel ishlayotgan hamma turbinalarning xarakteristikalari yig'indisini qurishga imkon beradi, bu xarakteristikalarni GESning ishlash tartibi grafigi bilan taqqoslaganda esa, berilgan GESning turbinasini hamma ishlash rejimi diapazonini aniqlashga imkon beradi.

O'raltilgan qoida bo'yicha parallel ishlayotgan turbinalar orasida yuklama bir xil taqsimlanishi kerak. Bundan, ikkita bir xil ishlayotgan turbinalar xarakteristikasini qurishda, absissa o'qidagi egri chiziq 1 dagi nuqtalarni 2 marta oshirish kerak. Shunday qilib parallel ishlayotgan ikkita turbinani f.i.k. o'zgarishini ko'rsatuvchi 2 - nchi egri chiziqni olamiz. Egri chiziq 1 ning absissasini 3 marta

oshirganda, 3 ta birga ishlayotgan turbinalarni xarakteristikasini olamiz (3-nchi chiziq) (8.4-1-rasm) va x.k.

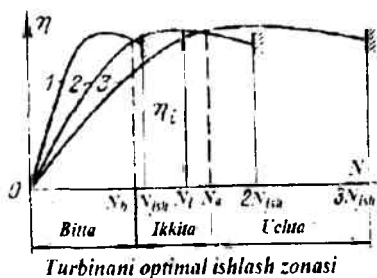
Xarakteristikalar yig'indisi GESni ekspluatatsiya qilish uchun bir qator ahamiyatli xulosalar olinadi. Avvalo uni yordamida "ko'chli sh" (pereklyucheniya) optimal sharti, yani bir xil ishlayotgan turbinalar sonini boshqasiga o'zgartirish mumkin. Masalan, quvvatlar yig'indisi $2N_{opt}$ ga kamayadi (N_{opt} -bitta turbinani hisobiy quvvati), unda ikkita agregat bilan ishlash mumkin. Lekin 8.4-1-rasmdagi xarakteristikani ko'rsatishi bo'yicha uchta agregatni N_{opt} quvvatgacha ishlashini saqlash foydali, chunki bunda f.i.k. yuqori, ikkita agregat uchun N_{opt} gacha. Shunday qilib bitta, ikkita va x.k. turbinalar uchun optimal zona o'rnatiladi.

Agar stansiyaning $\Sigma N = f(t)$ yuklamasi grafigi bo'lsa (8.4-2-rasm), u holda xarakteristikalarning yig'indisi asosida η_{ov} o'rtacha f.i.k. quyidagi formuladan aniqlash mumkin

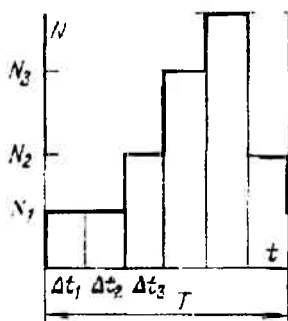
$$\eta_{ov} = \frac{\sum (\Sigma N_i) \Delta t_i}{\sum \eta_i \Delta t_i} \quad (8.4-3)$$

Bu erda ΣN_i -GES turbinalarining Δt_i vaqt orlig'idagi quvvat yig'indisi;

η_i -8.4-1-rasmdagi xarakteristikalar yig'indisidagi ΣN_i quvvatga mos bo'lgan f.i.k.;
T- to'la vaqt (T=24 c.). η_{ov} hisoblash orqali ko'rilayotgan variantdagi turbina jixozlarni taqqoslash mumkin, masalan har xil turbinalar soni bilan.

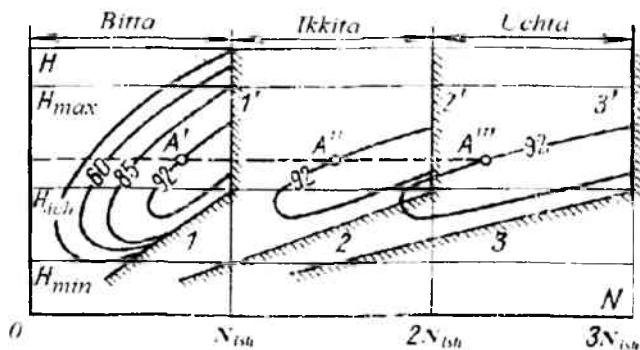


8.4-1-rasm. Hidroturbinani chiziqli ekspluatatsiyali xarakteristikasining yig'indisi



8.4-2-rasm. Hidroelektrostansva turbinasining yuklamasini o'zgarish grafigi

GES nabori kam o'zgarganda, masalan 10-15%, chiziqli xarakteristikasining yig'indisidan foydalanish mumkin.



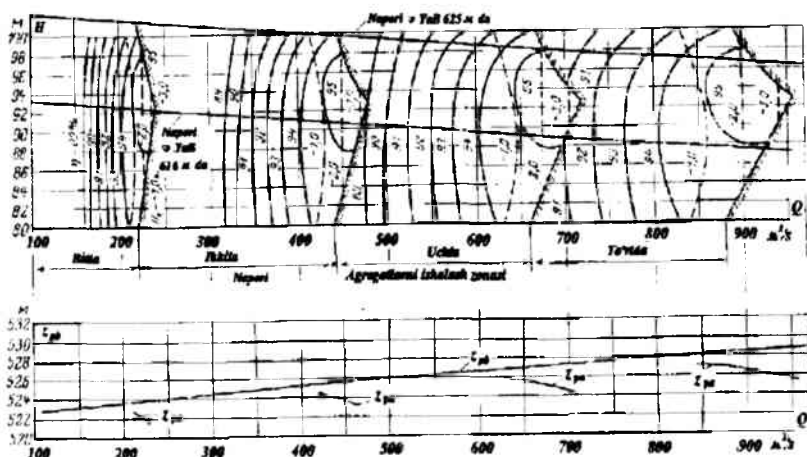
8.4-3-rasm. Eksplyuatatsiya xarakteristikasi yig'indisini qurish

Agar GESning ish jarayonida napor etarlicha o'zgarsa, u holda parallel ishlayotgan turbinalarni universal xarakteristikasi yig'indisi quriladi. Asos bo'lib berilgan D va n larni kattaliklari bo'yicha qurilgan naporli-quvvatli ekspluatatsiya (6.1-1-rasmga qara) xarakteristikasi yoki naporli-sarf (6.1-2-rasmga qara) xarakteristikasi xisoblanadi.

H va ΣN koordinatalarida (8.4-3-rasm) qurilgan bitta turbina xarakteristikasini oblasti ikkita chiziq bilan chegaralangan: napor orqali aniqlanadigan $I-N$ -turbining maksimal quvvati va generatorni nominal quvvati orqali aniqlanadigan, $1'-N_{ub}$ turbining eng katta hisobiy quvvati (napor oshishi bilan turbinni quvvati keyinchalik I - bo'yicha oshishi mumkin, lekin bu generator yuklamasini oshishga olib keladi). Bu oblastda bir xil f.i.k. η va H_s chiziqdari joylashadi.

Ikkita, uchta va x.o. teng yuklama qonuniyati bilan parallel ishlayotgan turbinalarning xarakteristikalarining yig'indisi, berilgan rejimda hamma nuqtalarning absissasi ikkilangan, uchlangan va x.o. bo'yicha topiladi. Masalan, ikkita turbina ishlayotganda $\eta = 92\%$ bilan A' nuqta A'' nuqtaga siljiydi, uchta turbina ishlaganda A''' nuqtaga siljiydi. Provardida ikkita turbining xarakteristikalari yig'indisi $2-2'$ chiziq bilan chegaralanadi, uchta turbina $3-3'$. Egri chiziqdari

shakli o'zgaradi. Uni ikkita va uchta turbin uchun $\eta = 92\%$ chizig'i orqali ko'rish mumkin.



8.4-4-rasm. Turbinaning ekspluatatsiya naporli-sarfli xarakteristikasi va gidroelektrostantsyaning ishlash grafigi

Misol sifatida 8.4-4-rasmda GESning ishlash rejimi grafigi bilan o'rin almashgan, to'rtta radial-o'qli ($D_1 = 5.0$ m, $n = 136.4$ ayl/min, hisobiy napor $H_{chl} = 92.8$ m, $N_{chl} = 206$ MVt, $Q_{chl} = 239$ m³/s) turbinaning ekspluatatsiya naporli-sarfli xarakteristikasi yig'indisi ko'rsatilgan. Xarakteristikada f.i.k. va yo'l qo'yilgan so'rish badandligi H_s ko'rsatilgan. Undan tashqari pastki byef satxi (Z_{pb}) berilgan va yo'naltiruvchi apparat Z_{pa} o'qini belgilovchi egri chiziq qurilgan va u quyidagi tenglikdan aniqlanadi

$$Z_{va} = Z_{pb} + H_s$$

Bu egri chiziq turbinaning qurilmasining o'rnatish belgisini asosli tanlashga imkon beradi.

Nazorat savollari

1. GESning quvvati nimaga teng?
2. Turbinaning ekspluatatsiya xarakteristikasini tushintiring.
3. Ikkita bir xil agregatning ekspluatatsiya xarakteristikasi qanday quriladi?

9-bob. GIDROAGREGAT VA ULARNING KOMPOZITSIV KALIBI.

VERTIKAL VA GORIZONTAL AGREGATLAR

Gidroagregat deb ikkita mashinani, ya'ni turbina bilan generatorni birgalikda ishlaganiga aytiladi. Hozirgi zamon GESlarda ikki xil kompozitiv shakl uchraydi:

1. Vertikal
2. Gorizontal

Vertikal agregatni konstruksiyasida (9-1-rasm) quyidagi afzalliklar bor:

1. og'ir kuchlanishga mo'ljallangan radial podshibniklar yo'q;
2. turbina spiral kamerasini qulay joylashtirish mumkin;
3. vertikal kompanovkada ishchi g'ildirakni pastki byef ni manfiy chiqurligiga o'rnatish mumkin;
4. agregatni montaj qilish qulay.
5. elektromashina statori konstruksiyasi qulay.

Kamchiliklar:

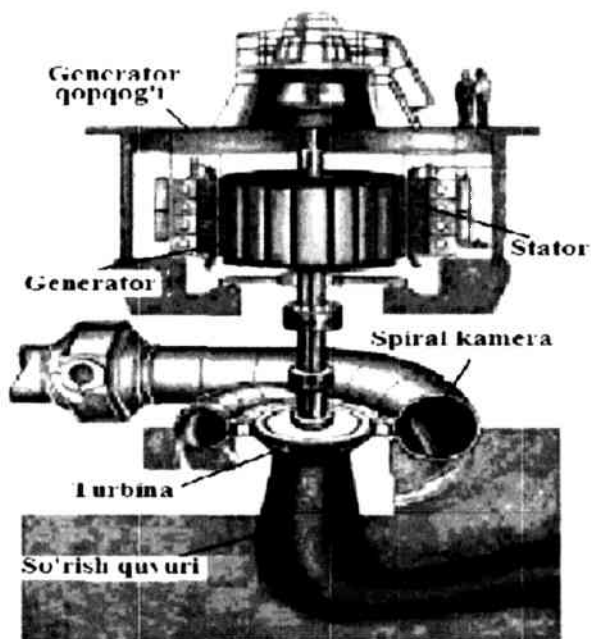
Egilgan so'rish quvuri borligi.

Gorizontal agregatning konstruksiyasini afzalliklari:

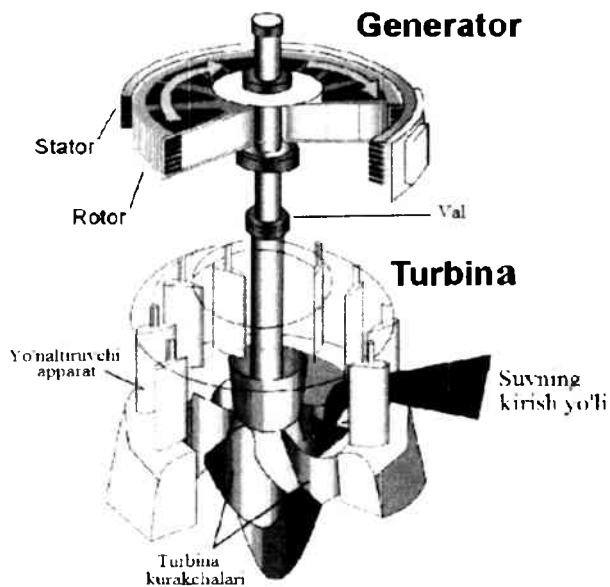
1. Agregat valilari gorizontal bo'lgani uchun so'rish quvuri to'g'ri o'qli.
2. Suv sarfi vertikal kompanovkaga qaraganda 20-30% ko'p.
3. GES binosining pastki massivi oldindan.

Kamchiliklar:

1. Turbina konstruksiyasi murakkab bo'lib, og'ir kuch ta'sirida bo'lgan radial podshibniklari bor.
2. Gidroagregat podpyatnigi ikki tomonlama sxemali bo'lib, kam kuch ta'sirida bo'ladi va vertikal kuchlanishni qabul qilmaydi.
3. Montaj va demontaj qilish qiyin.
4. Gorizontal agregatni nazorat qilish turish qiyin.
5. Manfiy so'rish balandligini hosil qilish qiyin va qimmatga tushadi.



9-1-rasm. Vertikal gidroagregat sxemasi

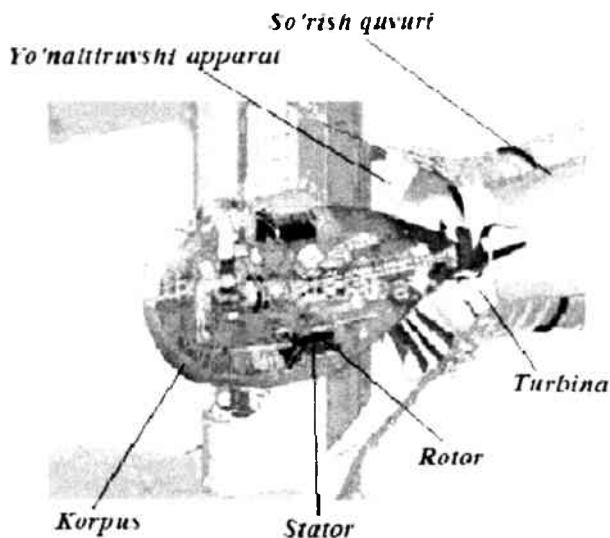


9-2-rasm. Gidroagregatning asosiy qismlari

Turbinaning asosiy konstruktiv detallari va qismlari

1. Turbinaning ishchi mexanizmi:

- servomotroli va boshqaruvchi halqali YA;
- ishchi g'ildirak;
- turbina vali;
- yo'naltiruvchi podshibnik;
- turbina valini zichlab turuvchi moslama;
- BK turbina uchun moy qabul qiluvchi bor;
- ishchi g'ildirak ichida servomotor, moyni taqsimlovchi shtanga va horshqa mexanizmlar bor;



9-3-rasm. Gorizontal gidroagregat sxemasi

2. Turbinani betonli va o'ranatiladigan qismlari:

- turbina statori;
- fundamental halqa;
- Ishchi g'ildirak kamerasi;
- spiral kamerani qoplamasi;
- turbina shaxtasini qoplamasi;
- servomotor shaxtasi.

1. Turbinaning yordamchi asboblari:

- turbina regulyatori;
- moy bosimli qurilma;
- suvni salb tashlagich;
- avariyali yopish zalotnigi;
- hamma turbinalarda lekaj agregati bor;
- hamma turbinalarni qopqog' ida suvni so'rib oluvchi qurilma bor;
- vakuumni uzuvchi klapan;
- turbina oldi zatvori;
- bir necha xil o'lchagichlar va relelar.

Yo'naltiruvchi apparat

YA turlari va vazifalari:

- YA turbinaga kiradigan suvni burab beradi;
- turbina quvvatini boshqaradi;
- zatvor vazifasini bajaradi.



9-3-rasm. Yo'naltiruvchi apparat kuragi

Yo'naltiruvchi apparat turlari

1. Radialli, chunki kurakchalarni o'qi silindr tashqarisida D_0 -diametr bo'yicha joylashgan.
2. Konusli YA. U kapsulali agregatlarda bo'ladi.
3. O'q yo'nalishi bo'yicha (diagonal turbinalarda)

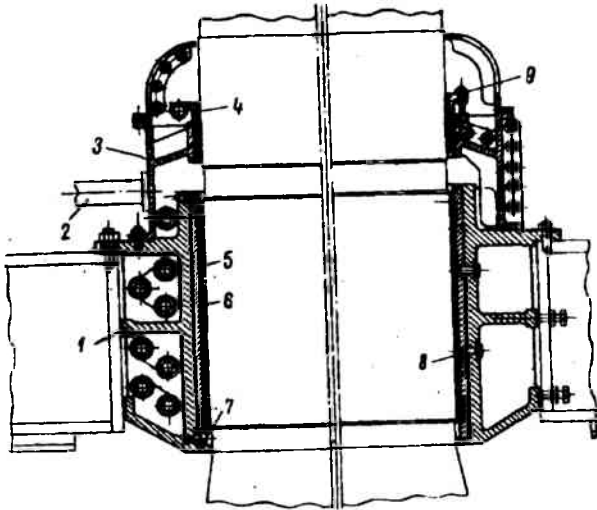
Nazorat savollari

1. Agregat deganda nimani tushinasiz?
2. Vertikal va gorizontal agregatlarning konstruksiyasini tushintiring.
3. Vertikal agregatning afzalligi va kamchiligiga nimalar kiradi?
4. Gorizontal agregatning afzalligi va kamchiligiga nimalar kiradi?

9.1. Vertikal turbinaning yo'naltiruvchi podshibniklari

Gidroagregat vali konstruksiyasi (1 ta yoki 2 ikkitali), yo'naltiruvchi podshibnik soni gidroagregatning kompanovkasiga va rotorga ta'sir qilayotgan kuchlanishga qarab aniqlanadi. Zamonaviy gidroagregatlar asosan ikkita yo'naltiruvchi podshibniklarga ega; ya'ni gidroturbina va generatorni yo'naltiruvchi podshibniklaridan iborat.

Vertikal turbinani yunaltiruvchi podshibnigi, generatorning yunaltiruvchi podshibnigi bilan gidroagregatning vertikal holatini taminlaydi, u ishlayotgan paytida rotor tomonidan yuzaga keladigan radial kuchlanishni o'ziga olib tinch va avariyasiz ishlashiga yordam beradi.



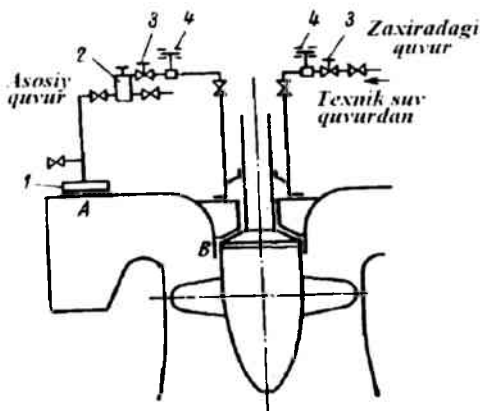
9.1-1-rasm. Suv bilan moylanuvchi rezinkali vkladishli podshibnik

Zamonaviy turbinalarda yo'natiruvchi podshibniklar ~~irig'lanuvchi~~ podshibniklar ko'rinishida ikki xil bo'ladi: suvda va suyuq moyda moylanuvchan.

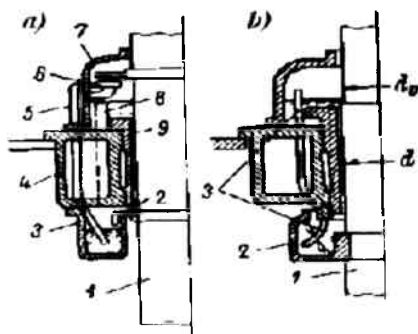
Suv bilan moylanuvchi podshibniklar antifriksiyali katlam orasida vulkanlashtirilgan rezina ishlatiladi, moylanadigan podshibniklarni antifriksiyali qatlami sifatida markasi B16 yoki B83 bo'lgan babbit ishlatiladi.

Suv bilan moylanuvchi podshibniklar rezinkali vkladishdan (9.1-1-rasm) tayyorlanadi va ba'zi hollarda drevplastikadan qilinadi.

YP korpusi 1 quyma cho'yardan bir nechta bo'laklarda qilinib, turbina qopqog'iga biriktiriladi. Korpusni ichki tomonidan rezinkali 6 segmentlar, 7, 8, boltlar bilan korpusga qotiriladi. Vkladishning 6 segmentlari po'lat silindrning bo'lagi bo'lib, uni ichiga rezinka 5 quyilgan bo'ladi. Rezinkali vkladishning sirtida bo'ylama ariqchalar qilingan bo'lib, turbina ishlagan vaqtida suv o'tib podshipnikni sovitadi va yog'laydi. Suv podshipnik korpusi tepasida joylashgan halqali 3 vannaning ichiga quvur 2 orqali keltiriladi. Val oldidagi vanna salnik bilan zichlashtiriladi. Valga yopishgan salnikni tiqmasi zich turishi uchun siqib turuvchi vtulka 4 bilan boshqariladi va u shpilka 9 bilan tortiladi. Rezina tarkibidagi oltingurgut po'latdan qilingan valni zanglashga olib keladi, shuning uchun uning ustiga zanglamaydigan po'latdan qilingan g'ilof kiydiriladi. Podshipnikka bir-biriga bog'liq bo'lmagan ikkita quvurlar orqali suv yuboriladi (9.1-2-rasm).



9.1-2-rasm. Suv bilan moylanadigan podshipnikga suvni berish sxemasi



9.1-3-rasm. Moy bilan moylanadigan turbinaning yo'naltiruvchi podshipnigi sxemasi

9.1-3,a-rasmda moy bilan moylanadigan podshipnik korpus 4 ga ega bo'lib, uning ichida ajratiladigan vkladish 9 ga babbrit quyilgan. Korpusning tepasida moy vannasi 7 o'rnatilgan. Korpusning pastida moy rezervuari 3 qotirilgan. Yuqorigi vannada moy ma'lum bir yuzaga ega bo'lib, moylanuvchi trubka 8 po'kak bilan nazorat qilib turiladi. Moy vkladishning moylanuvchi ariqchalari orqali oqadi va pastki rezervuarga tushadi. Moy yaxshi oqib tushishi uchun rezervuarda moyni haydovchi halqa 2 o'rnatilgan. Pastki rezervuardan moy 5 quvur orqali nasos 6 yordamida yuqoriga ko'tarib beriladi. Bu nasos tishli yoki friksionli bo'lib, val 1 orqali harakat oladi. Podshipnikni moylash uchun odatda boshqarish sistemasida ishlaydigan L – markali turbina moyi ishlatiladi.

Sirkulyasiya tizimidagi nasosning (turbinani ishlash paytida) moyini tozalash uchun filtr nazarda tutiladi, u korpusdan va setkali vtulkadan tashkil topib, har zamonda tozalanib turadi.

9.1-3,b-rasmda 2 rezervuar 1 val bilan birga aylanadi, 3 maxsus trubka orqali moy bosim bilan yuqorigi vannaga uzatiladi.

Har bir aniq xolat uchun yo'naltiruvchi podshipnikni u yoki bu turini ko'llash masalasi alohida o'rganiladi va ko'riladi. Bu holda podshipnikni har bir turini yaxshi va yomon tomonini nazarda tutish kerak, shu bilan birga tarkibida qattik moddalarni ko'p yoki kamligiga qaraladi.

Suv bilan moylanuvchi rezinka katlamli yunaltiruvchi podshipniklarning asosiy yaxshi xislatlariga quyidagilar kiradi:

- podshibnik konstruksiyasini oddiyligi, va vazni engilligi, tannarxi uncha katta emasligi;
 - ✓ ishqalanish koeffitsienti kichikligi;
 - ✓ agar toza suv ishlatilsa, tez eyilmasligi;
 - ekspluatatsiyada qulayligi va xarajat sarflarini pastligi;
 - ✓ shovqinsiz ishlashi, urilishlarni va titrashlarni yutuvchanlik hususiyati;
 - ✓ yuqori aylanish tezliklarida ishlash qobiliyati;
 - ishchi g'ildirakni kichik konsol holatida moylanishi;
1. babbitti tejash;
 2. daryo suvini moy bilan ifloslanmasligi.

Podshibniklarni kamchiligiga quyidagilar kiradi:

-rezinaning issiqliq o'tkazuvchanligi pastligi va natijada unda yo'l qo'yilgan (343-353) K⁰ haroratni saqlash uchun to'xtovsiz suvga bo'lgan talabi;

-neft mahsulotlarini rezinkaga tegishi bilan uni shikastlanishi;

-val podshibnigi joylashgan zonani kam eyiluvchan va zangga chidamli

material bilan qoplanishi kerakligi.

Moylanuvchi yunaltiruvchi podshibnikni asosiy **yaxshi xislatlariga** quyidagilar kiradi:

- 1) ishqalanish koeffitsienti kamligi;
- 2) yukori aylanish tezliklarida ishlash qobiliyati;
- 3) vkladishni tez eyilmasligi va valni kam eyilishi;

- har bir vkladishni kerakli aniqlikda va tezlikda ishqalanuvchi yuzasiga mexanik ishlov berish.

Bu podshibnikni **kamchiligiga** quyidagilar kiradi:

- podshibnik konstruksiyasi (suv bilan moylanuvchi podshibniklarga qaraganda) ancha murakkab;

- ✓ kam, noyob bo'lgan rangli - qalay metallni qo'llash;
- ✓ ekspluatatsiya sarfini kattaligi;
- ✓ urilish va tebranishlarni yutaolmasligi;

- podshibnik tagida joylashgan zichlab turuvchi moslamani mahkamlash va tamirlashni qiyinligi;

- ekspluatatsiya qiluvchi xodimlar tomonidan doimiy nazorat qilib turishga talabchanligi;

- moy sovutuvchi moslamaga talabligi;

- yunaltiruvchi podshibnik tagiga zichlab turuvchi moslamani joylashtirish xisobiga ishchi g'ildirakni konsoli joylashishini oshirishi.

Yo'naltiruvchi podshibnikni iloji boricha ishchi g'ildirakka yaqinroq qilib turbina qopqog'iga o'rnatiladi. Shu sababdan ishlatilgan yo'naltiruvchi podshibnikni turi ham turbina vali konstruksiyasini aniqlab beradi (9.1-4-rasm). Masalan, suyuq moy bilan moylanadigan podshibnik, turbinaning vali konstruksiyasida, uni past tamonida joylashgan maxsus yo'naltiruvchi kamar qilinadi. Bu kamarni diametri D_o , val diametri D_v dan bir muncha katta (9.1-4, a-rasm).

Turbina yo'naltiruvchi podshibnigi solishtirma bosimi kataligi p (Pa) asosida loyihalanadi

$$p = R D_v l$$

bu erda R - podshibnikdagi radial kuchlanish, N;

D_v - val diametri, m; l -podshibnik (qatlamini) vkladishi balandligi, m.

Radial quchlanish R ni aniqlash, eng katta qiyinchilikni hosil qiladi.

Uni aniqlash har xil empirik hisoblash yo'llari keltirilgan, shulardan biri

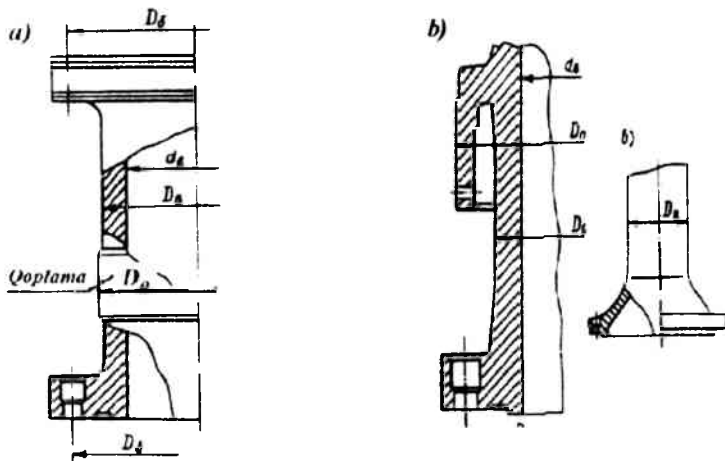
$$P = 443,4 D_1 \cdot H \cdot b_0$$

bu erda D_1 - ishchi g'ildirak diametri, m;

H - turbina nabori, m;

b_0 - yo'naltiruvchi apparat balandligi, m.

Val diametri d , uni konstruksiya qilganda ma'lum bo'lgani uchun rezinaga yo'l qo'yilgan solishtirma bosim kattaligi $[R]=0,5$ MPa va markasi B 83 babit uchun $[R]=4$ MPa [5] adabiyotdan ma'lum, u holda radial kuch R aniqlangandan keyin podshibnik vkladishi balandligi l engil aniqlanadi.



9.1-4-rasm. Valning po'lat qoplamali sxemasi

Nazorat sovellari

1. Yo'naltiruvchi podshipniklar nimaga kerak?
2. Moy bilan va suv bilan ishlagan podshipniklar qanday agregatlarda ishlatiladi?
3. Vertikal gidroagregatlar podpyatniklarni roli va qaerda o'rnatilishini ko'rsating.
4. Moy bilan moylanuvchi podshipniklarni afzalliklari va kamchiliklari aniqlang.
5. Podshipnik moyiga suv aralashmasligi uchun qanday chora ko'rish kerak?
6. Podshipnik korpusini tuzilishini tushintiring.
7. Podshipnik vkladishiga nima o'rnatiladi?
8. Suv bilan moylanuvchi yo'naltiruvchi podshipniklarni qo'llanishini ko'rsating.
9. Suv bilan moylanuvchi yo'naltiruvchi podshipniklarni afzalliklari va kamchiliklari.

9.2. Gidroturbina vallari

O'rta va kichik quvvatli gidroturbinalar vertikal hamda gorizontali valli qilib bajarilishi mumkin. Gorizontali valli kichik quvvatli turbinaning generatorini vali elastik mufta bilan va IG' ning stupitsasi bilan flans yoki shponkali birikishi mumkin. Katta quvvatli gorizontali gidroagregatlar vali o'zaro qattiq flans bilan birikadi.

Gorizontali val aylanuvchi qismlarning og'irligi ta'sirida bo'ladi, u turbina orqali generatorga berilayotgan burovchi moment va og'irligi hisobiga egilishi mumkin. Undan tashqari suvning reaksiyasi o'qiy kuchlanishni beradi. Turbinaning gorizontali vali odatda 2 ta tayanch podshipniklarga o'rnatiladi.

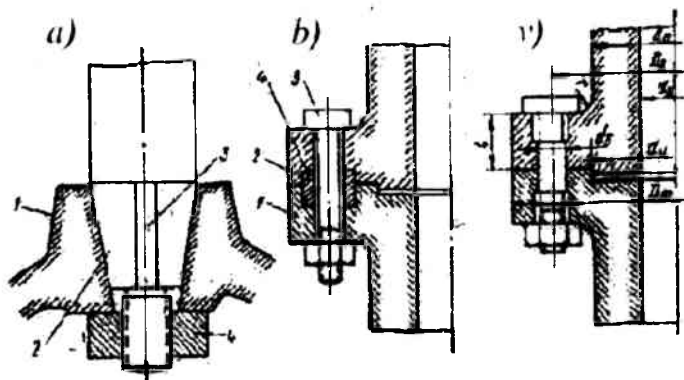
Vertikal val cho'zuvchan o'qiy kuchlanishida bo'ladi va burovchi momentni gidrogeneratorga uzatadi. O'qiy kuchlanish, aylanuvchi qisimning og'irligidan va suvning o'qiy bosimidan tashkil topgan. Turbinaning vertikal vali, aylanayotgan qismlarni balansi buzilishi yoki suv oqimining nosimmetrik ta'siri hisobiga yon tomonlarga kuchlanish ta'sirida bo'ladi. Boshqarish jaryomda valni huraluvchi tebranishi yuzaga kelishi mumkin. Gidroagregatni yig'ilishiga qarab val 2 qismdan tashkil topishi mumkin, turbina vali, generator vali yoki 3 - nchi valli bo'lishi mumkin (turbina vali, oraliq val va generator vali). Oxiriga paytda vertikal gidroagregatlarning konstruksiyasi bir valdan tashkil topgani uchun minimal o'qiy o'lchamlarni olishni ta'minlaydi.

Gidroagregatga bir butun valni qo'llash, uning konstruksiyasini arzonlashtiradi va qo'shimcha flansli birikma olib tashlanadi. Oxirgi ko'rsatma valning uzunligi bo'yicha darz ketishini oldini oladi va bu hol gidroagregat ekspluatatsiyasi jarayoniga yomon ta'sir qiladi. Lekin shuni ham aytish kerakki, bir butun val uzun bo'lsa, u holda kranning yurish yo'lini yuqoriroq belgiga o'rnatishga to'g'ri keladi. Bu esa o'z navbatida valni turbina shaxtasidan olishni osonlashtiradi. Shuning uchun montaj (yig'ish), demontaj (bo'laklab olish) ishlarini osonlashtirish maqsadida flansli birikmali ikkita val olish maqsadga muvofiqdir.

Odatda vallar bolg'alangan yuqori sifatli uglerodli po'latdan tayyorlanadi. Oxirgi paytlarda payvandli vallar ko'p ishlatilmoqda. Katta turbinaning vali o'rtasida markaziy teshik bor bo'lib, u material sifatini nazorat qilish va burama kurakli (BK) GT larda ishchi g'ildirak servomotoriga moyini uzatish uchun xizmat qiladi.

9.3. Vallar konstruksiyasi

Katta turbinalar odatda kichik aylanish sonida ishlaydi va uning burovchi momenti katta qiymatga ega bo'ladi. Bu o'z navbatida turbina vali o'lchamini katta qilishga olib keladi. Ba'zi bir turbinalar vali diametri 1,5 m gacha, flanslari esa 2 m dan ortiq, uzunligi 6 m dan ko'p bo'lishi mumkin. Ishlov berilgan valning og'irligi 70 t gacha etadi. Bunday vallarni yasash uchun katta presslarni va metallurgiya bazasi bo'lishini talab qiladi. Odatda vertikal valning ikki tomonida flans bo'lib, u orqali IG' va generator flans bilan biriktiriladi. Valni g'ildirak, shponka yoki gayka bilan biriktirish mumkin, bunday birikmalar oldm katta turbinalarda ham qilingan.



9.3-1-rasm. Hidroturbina vallarni birikish konstruksiyasi:
a-shponkali birikma; b-boltlar va qirqiluvchi xalqalar; v-siqilgan boltlar bilan

Valni RO' turbina IG'i bilan birikishi 9.3-1, a-rasmda ko'rsatilgan. G'ildirak stupitsasi 1 valning konussimon 2 bo'yniga kiritilgan va u shponka va gayka 4 bilan qotirilgan. O'qiy kuchlanishni gayka qabul qiladi, burovchi momentni shponka qabul qiladi. Bunday konstruksiyalarda katta diametrlil rezba qilish texnologiyasi va konusli sirtlarni birikish sirtiga ishlov berish qiyin.

Turbinaning flyansi 1 va generator flyansi 2 bir-biri bilan bolt 3 orqali biriktiriladi(9.3-1,b-rasm). Bolt 3 flansga erkin kiradi. Boltlar o'qiy kuchlanishni qabul qiladi. Burovchi momentni berish uchun uzuluvchan halqa 4 xizmat qiladi. Bu halqa flanslar orasiga zich qilib qo'yiladi.

Vallarning flyansli birikmalari va IG' bilan birikishi cho'zilishga va qirqilishga xizmat qiluvchi preslangan boltlar yordamida amalga oshiriladi (9.3-1,v-rasm). Bu variant har xil turbinalarda ko'p qo'llaniladi.

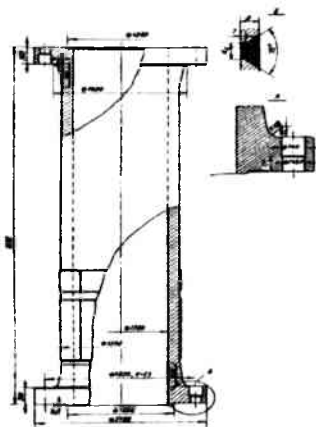
Gidroturbina vali konstruksiyasi quyidagi funksiyalarni bajarilishini ta'minlashi kerak:

- burama momentni uzatish;
- podpyatnikka o'qiy yo'nalishidagi kuchlanishni uzatish;
- ishchi g'ildirak va generator vali bilan birikishi mumkinligi;
- BK gidroturbina qurakchalarini boshqarish mumkinligi;
- ishchi g'aldirak tagiga havo keltirish (RO' gidroturbinalarda);
- yo'naltiruvchi podshipnikni normal ishlashi.

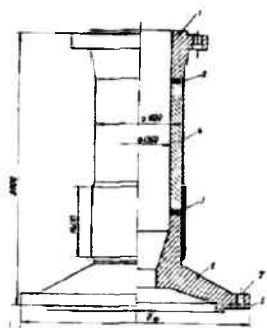
9.3-2-rasmdagi val bolg'alangan (kovannyy) val bo'lib, 200 ming kVt li turbinanikidir. Bu val devori nisbatan yupqa bo'lib, uni bir butun qilib tayyorlash oson, flansdan valga o'tish joyi konussimon yo'g'on qilib tayyorlangan. Kovannyy valning o'lchami kattalashgan sari uning og'irligi oshadi. Quymani maksimal og'irligi katta press qurilmasining quvvati bilan po'lat erituvchi qozonning hajmi bilan va shu bilan birga kran qurilmasining yuk ko'tarish qobiliyati, va zavod ichida uni transportda tashish imkoniyati bilan chegaralanadi. Katta o'lchamda qilinadigan val metali sifatli qilish, ayniqsa flans joylarida qiyin. Shu sababdan flansning ichki tomoni metall quyma xususiyatga ega bo'lib, mexanik xususiyati kamaygan bo'ladi. Shu sababdan katta o'lchamli vallarni tayyorlashdan payvandli vallarni tayyorlash afzalroq hisoblanadi. Shu sababdan quvurga tayyor ikkita flansni payvandlash oson.

Quvvati katta turbinaning payvandli vali 9.2-3-rasmda ko'rsatilgan. YUqorigi flans 1 yuqori sifatli po'latdan quyilgan. Masalan, 20 GSL margansli-kremmiyli bo'lib, elektroshlakli svarka 3 bilan silindri quvur 4 ga biriktirilgan. Payvandli

vallar keng tarqalgan, lekin ularni keng tarqalishi uchun katta o'lchamdagi vallar chokini sifatli payvandlash masalalarini qo'shimcha ravishda o'rganish kerak.



9.3-2-rasm. Bulg'alangan val



9.2-3- rasm. Payvandlangan val
 $D_n = 1600$

Mustahkamlikka hisoblangan valni asosiy konstruktiv o'lchamlariga uning tashqi (D_v) va ichki (d_v) diametrlari kiradi. Zamonaviy gidroturbinalar valini bu va boshqa o'lchamlari normallashtirilgan va quyidagi formula bilan amqlanuvchi gidroturbina vali, burovchi momentga (M_B , Nm) qarab tanlanadi.

$$M_b = 0740N / n \quad (9.3-1)$$

bu erda, N - turbina kuvvati, kVt;

n - aylanish chastotasi, ayl/min.

Val asosiy normallashtirilgan o'lchamlari, shu bilan birga flansdagi birlashtiruvchi boltlar soni va ularni o'lchamlari 9.3-1- jadvalda berilgan.

Val uzunligi, standart bo'yicha berilgan aniq turbina uchun aniqlanadi.

Payvandlangan val flansi va quvur materiali markasi 20 GS po'latdan, butun quymaligini markasi 20 GS po'latdan yoki 40 bo'lgan po'latdan qilinadi. Valni hisobh qirqimida normal aylanish chastotasida yo'l qo'yilgan keltirilgan kuchlanish 120 MPa dan oshmasligi kerak.

Valni asosiy normallashtirilgan o'lchamlari, birlashtiruvchi boltlar soni

$M_B, 10^6 \text{ N m}$	$D_v, \text{ mm}$	$d_v, \text{ mm}$		$D_f, \text{ mm}$	$D_b, \text{ mm}$	Z_b	Bolt
1.24 ... 1.62	600	480,	450	900	830	12	M80x4
1.62 ... 2.04	650	500,	480	950	880	16	M80x4
2.04 ... 2.69	710	560,	545	1000	910	16	M80x4
2,69 ... 3,39	750	560,	530	1060	980	18	M80x4
3.12 ... 4.12	800	630,	560	1120	1055	20	M80x4
3,53 ... 4,51	850	670,	630	P80	1120	20	M85x4
4,30 ... 5,35	900	710,	670	1220	1175	20	M90x4
5.04 ... 6.23	950	750,	710	1320	1280	20	M95x4
5.69 ... 7.42	1000	800,	750	1400	1350	20	M100x4
7.42 ... 10.10	1120	925,	875	1500	1445	20	M110x4
9.83 ... 12.49	1220	975,	925	1600	1595	20	M120x4
12.21 ... 15.10	1320	1060,	1030	1700	1695	20	M130x4
14.41 ... 17.74	1400	1150,	1120	1800	1800	20	M140x4
16.86 ... 20.78	1500	1250,	1220	1900	1910	20	M150x4
20.58 ... 27.25	1600	1320,	1250	2000	2030	20	M160x4
26.07 ... 31.17	1700	1400,	1360	2180	2140	20	M170x4
29.60 ... 36.46	1800	1500,	1450	2300	2280	20	M180x4
36.66 ... 44.10	1900	1550,	1500	-	2390	20	M180x4
41.46 ... 50.77	2000	1650,	1600	-	2515	20	M190x4
50.67 ... 60.37	2120	1750,	1700	-	2690	24	M190x4
60.27 ... 72.52	2240	1800,	1750	-	2760	24	M190x4

Val qoplamasini qalinligi 10-15 mm, 08x18N10T markali taxtali po'latdan tayyorlanadi va val ustiga elektrli zaklepka bilan qotiriladi.

Valni flansli birikmalari boltini markasi 40X (M 120x4 gacha) va markasi 40XFA po'latdan, gayka-markasi 45 bo'lgan po'latdan tayyorlanadi. Flansli birlashmalar boltlarini taxminiy qotirish kuchlanishi 150 - 200 MPa chegarada bo'lishi kerak. Nominal aylanish chastotasida boltlarni maksimal keltirilgan kuchlanishi 220 MPa dan oshmasligi kerak.

Nazorat uchun savollar:

1. Vallar qanday vazifani bajaradi?
2. Gidroagregatga bir butun valni qo'llash afzalligi sabablari.
3. Gorizontal valga qanday kuchlar ta'sir qiladi?
4. Gidroagregatni yig'ilishiga qarab vallar soni nechta bo'lishi mumkin va qaysi birida montaj va demontaj ishlari yaxshi bo'ladi?
5. Vallar qanday materialdan tayyorlanadi?
6. Vallarni birikish konstruksiyasini tushintiring.
7. Vallarni tayyorlash usullari qanday?
8. Qachon vallarni ichi teshikli qilib tayyorlanadi?
9. Turbina vallari turlarini farqini tushintiring.

II. BO'LIM

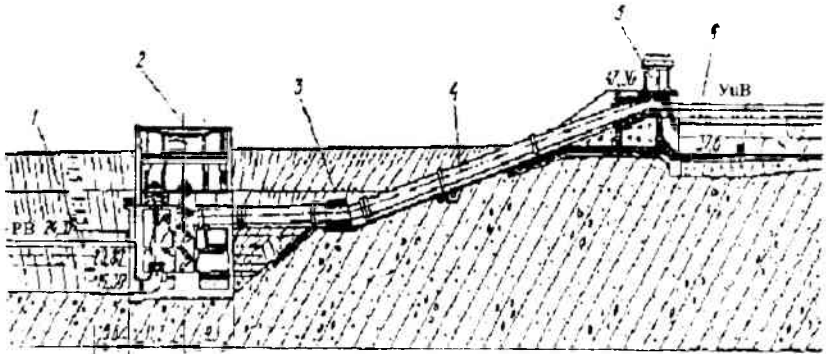
10-BOB. NASOSLAR VA NASOS QURILMALARI

10.1. SUV XO'JALIGIDA MASHINALI SUV KO'TARISHNING AXAMIYATI.

Nasos deb, tashqaridan olingan mexanik yoki boshqa turdagi energiyani suyuqlik oqimining energiyasiga aylantirib beruvchi gidravlik mashinaga aytiladi.

Nasos, dvigatel, mexanik energiya uzatmasi, so'rish va bosimli quvurlaridan iborat suyuqlik uzatishga mo'ljallangan tuzilmaga nasos qurilmasi deyiladi.

Suvni manbadan olish va iste'molchiga mashinalar yordamida uzatib berishni ta'minlovchi murakkab gidromexanik va energetik asbob-uskunalar va gidrotexnik inshootlar majmuasiga nasos stansiyasi deyiladi(10.1-rasm)



10.1-1-rasm. Nasos stansiyaning umumiy tasviri: 1-avankamera; 2-nasos stansiya binosi; 3-ankerli tayanch; 4-bosimli quvur; 5-suv chiqarish inshooti-sifon; 6- mashina kanali

Nasos stansiya binosiga bir nechta murakkab gidromexanik va energetik mashinalar va uskunalar, yordamchi jihozlar, so'rish va bosimli quvurlar kommunikatsiyalari, yuk ko'tarish qurilmasi, boshqarish va nazorat-o'lchov asboblari, aloqa va avtomatika vositalari joylashtiriladi (10.1-2-rasm).

Ba'zi hollarda ko'chma yoki so'zuvchi nasos qurilmalarini ham nasos stansiyasi deb yuritiladi.

Suv xo'jalik tizimlaridagi nasos stansiyalari ahamiyatiga qarab, sug'orish, quritish, suv ta'minoti, kanalizatsiya, vertikal quduq va gidromexamzatsiya nasos

qurilmalari va stansiyalari turlariga bo'lish mumkin. Nasos stansiyalarning asosiy uskunalari ularga o'rnatiladigan nasos agregatlari (nasos, dvigatel, ular o'rtasidagi uzatma) hisoblanadi.

Respublikada o'zlashtiriladigan ekin maydonlarini aksariyati suv manbalaridan yuqorida joylashgan. Shu sababdan ularni suv bilan ta'minlash nasos stansiyalari va qurilmalar bilan amalga oshiriladi.

10.1-1 – jadvalda respublikamizning sug'orish tizimlarida ishlab turgan katta va o'rtacha nasos stansiyalarning texnik ko'rsatkichlari keltirilgan. Ularning eng yiriklariga quyidagilarni keltirish mumkin:

- Qarshi magistral kanalidagi 6 pog'onali nasos stansiyalar: suv haydashi $Q=195 \text{ m}^3/\text{s}$, umumiy bosimi $N=140 \text{ m}$, umumiy quvvati $N=450 \text{ mVt}$;
 - Qarshi magistral kanalidagi 7-nasos stansiya: suv haydashi $Q=155 \text{ m}^3/\text{s}$, bosimi $N=16 \dots 33 \text{ m}$, quvvati $N=65 \text{ mVt}$;
 - Jizzax bosh nasos stansiyasi: suv haydashi $Q=190 \text{ m}^3/\text{s}$, bosimi $N=24 \dots 37 \text{ m}$, quvvati $N=110 \text{ mVt}$;
 - Sherobod nasos stansiyasi: suv haydashi $Q=120 \text{ m}^3/\text{s}$, bosimi $N=24 \dots 29 \text{ m}$, quvvati $N=45 \text{ mVt}$;
 - Amu-Zang kanalidagi 2 pog'onali nasosstansiyalar: suv haydashi $Q=32 \text{ m}^3/\text{s}$, bosimi $N=81 \text{ m}$, quvvati $N=48 \text{ mVt}$;
 - Amu-Buxoro kanalidagi pog'onali nasos stansiyalarning 1 - navbati:
Hamza-I nasos stansiyasi: suv haydashi $Q=68 \text{ m}^3/\text{s}$, bosimi $N=52 \text{ m}$, quvvati $N=45 \text{ mVt}$; Quyumozor nasos stansiyasi: suv haydashi $Q=100 \text{ m}^3/\text{s}$, bosimi $N=18 \dots 21 \text{ m}$, quvvati $N=30 \text{ mVt}$;
 - Amu-Buxoro kanali 2 - navbati: «HamzaII» nasos stansiyasi: suv haydashi $Q=105 \text{ m}^3/\text{s}$, bosimi $N=52 \text{ m}$, quvvati $N=125 \text{ mVt}$; Qiziltepa nasos stansiyasi: suv haydashi $Q=92 \text{ m}^3/\text{s}$ bosimi $N=72 \dots 45 \text{ m}$, quvvati $N=125 \text{ mVt}$;
- Kelajakda respublikamizning er va suv resurslari sug'oriladigan erlar maydonini 4 mln.gadan 7...8 mln.gagacha orttirish imkoniyatini beradi. Sug'oriladigan dehqonchilikning rivojlanishi ya'ni yangi erlarni o'zlashtirilishi va sug'orishning

yangi tejamkor (yomg'irlatib, er ostidan) texnologiyalarini qo'llanishi nasos stansiyalar yordamida amalga oshirilishi mumkin.

Jadval 10.1-1

O'zbekistonda Respublikasida ishlab turgan katta nasos stansiyalari.

№	Viloyatlar	Nasos stansiyalari	Xarakteristikalari		
			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
2.	Qorakalpog'iston Respublikasi	Konimex	12	26,0	6,0
		YOmonjar	13	5,0	1,4
		Kattagar	54	4,0	4,5
		Bek - yab	50	5,0	4,5
3.	Qashqadaryo	Nayman - Beshtom	30	5,0	1,6
		Qarshi kaskadi (I, II, III, IV, V, va VI ko'tarish stansiyalari)	195	140,0	450,0
4.	Surxondaryo	Tallimarjon	155	16-33	64,8
		Sherobod	110	24-29	45,0
5.	Jizzax	Amu - Zang	32	81,0	48,0
		Jizzax	190	24-37	110,0
6.	Andijon	Do'stlik	27	20,0	7,2
		Ekin-Tekin	9	83,0	9,6
			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.	Hamdo'stlik mamlakatlarida	Bosh - Koxovka	25-40	21-25	12,5
		Irtish - Karag'anda	13-20	19-21	5,0
		Saratov	14-18	21-22	5,0

Hozirgi vaqtda respublikada 1604 dona ulkan, katta va o'rta sarfli nasos stansiyalari suv uzatib berayotgan viloyatlararo, tumanlararo va xo'jaliklararo mashina kanallaridan 53 % hamda ichki xo'jalik tarmoqlariga o'rnatilgan kichik

sarfli nasos stansiyalari va qurilmalar yordamida yana 25 % fermer xo'jaliklarining er maydonlari sug'orilmoqda, 11000 donaga yaqin vertikal quduqlardagi nasos agregatlari ishlab turibdi.

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.

Nazorat savollari:

1. Nasoslar deb nimaga aytiladi?
2. Respublikada qanday katta nasoslar bor?
3. O'zbekiston respublikasi xududida nechta nasos stansiyalar bor va ularni nechtasi ishlaydi?

10.1.1. Nasoslar. Nasoslar tasnifi

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

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

Harakat turi bo'yicha nasoslar **dinamik** va **haimiy** 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 hajmi davriy (o'qtin – o'qtin) o'zgartirib turuvchi ish organning ta'sirida siljiydi.

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

10.1.2. 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 – zadviyka, teskari klapan va boshqalar) va o'lchov asboblari (vakuometr va manometr) yig'indisidir.

Nasos stansiyasi – iste'molchilarga suv etkazib beruvchi, zax qochirish va kanalizatsiya 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.

Nazorat savollari:

1. Nasoslar ishlash uslubi bo'yicha qanday tasniflanadi?
2. Xajmiy nasoslar deb nimaga aytiladi?
3. Rotorli nasoslar qanday nasoslar?
4. Nima uchun dinamik nasos deyiladi?
5. Nasos dvigateli deb nimaga aytiladi?
6. Agregat deganda nimani tushinasiz?
7. Nasos qurilmasiga nimalar kiradi?
8. Nasos stansiyasi deganda nimani tushinasiz?
9. Mashinali suv ko'tarish gidrotexnik uzeli nima?

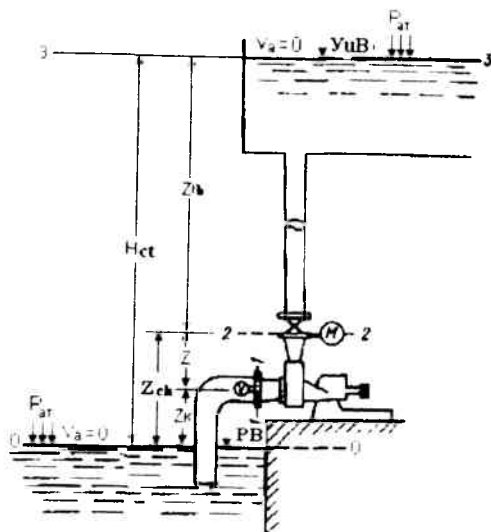
10.1.3. Nasoslarning qo'llanish sohalari

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 korxonalarini 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 korxonalarini chiqindilarini gidravlik yuvishda, chorvachilik fermalarida, shaharlarni ko'kalamzorlashtirishda qo'llaniladi. Yordamchi qurilmalar sifatida nasoslar, yog'lash moylarini uzatish va mashinalarni sovutishda ham ishlatiladi.

10.1.4. 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 (N) – nasosning kirish va chiqish oralig'ida suyuqlik solishtirma energiyasining o'zgarishidir. O'lchov birligi – m (metr).



10.1.4-1-rasm. Nasos qurilmasining sxemasi.

$$R = E_{ch} + E_k \quad (10.1.4-1)$$

$$E_{ch} = Z_{ch}^{2-2} + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} \quad (10.1.4-2)$$

$$E_k = Z_k^{1-1} + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} \quad (10.1.4-3)$$

(10.1.4-2) va (10.1.4-3) ni (10.1.4-1) ga qo'ysak,

$$H = Z_v^{2-2} + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} - \left(Z_v^{1-1} + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} \right) =$$

$$Z_v^{2-2} - Z_v^{1-1} + \frac{P_2 - P_1}{\gamma} + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} = \left| Z_v^{2-2} - Z_v^{1-1} + \frac{P_2 - P_1}{\gamma} = H_{\text{stat}} \right|$$

$$H = H_{\text{man}} + \frac{I_H^2 - I_K^2}{2g} \quad (10.1.4-4)$$

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

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

$$H = H_{\text{man}}. \quad (10.1.4-5)$$

Bu erda shartli belgilar:

E_k, E_{sn} – suyuqlikni nasosga kirishdagi va chiqishdagi solishtirma energiyasi;

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

R_k, R_{ch} – nasosga kirishdagi va chiqishdagi bosim, kg/m^2 ;

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

V_k, V_{ch} – suyuqlikning nasosga kirishdagi va chiqishdagi tezligi, m/s;

g – erkin tushish tezligi, m/s^2 ;

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

$\frac{P_k}{\gamma}, \frac{P_{\text{ch}}}{\gamma}$ – nasosga kirish va chiqishdagi pezometrik balandlik.

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

$$Q = \omega \cdot V; \quad (10.1.4-6)$$

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.

$$A = m \cdot gH \quad (10.1.4-7)$$

Bu erda: m – suyuqlik massasi;

G – suyuqlikni og'irligi kg.

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

$$N_r = \gamma QH \quad (10.1.4-8)$$

O'lchov birliklari ot kuchi va kilovattidir.

1 ot kuchi = 75 kg m/s

1 kVt = 102 kg m/s

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

$$N_{st} = \frac{\gamma QH}{\eta} \quad (10.1.4-9)$$

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 koeffitsientini aniqlashda hisobga olinadi.

4. Foydali ish koeffitsienti (η).

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

$$\eta = \frac{N_f}{N_{st}} \cdot 100\% \quad (10.1.4-10)$$

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.

$$n = \frac{60L}{\pi D} \quad (10.1.4-11)$$

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

$$H_{sor} = h_b - \Sigma \Delta h_{sor} - \Delta h_{bug\ bos} - \Delta h_{kav\ cht} \quad (10.1.4-12)$$

Nazorat savollari:

1. Nasoslar qaerlarda qo'llaniladi?
2. Nasosning ko'rsatkichlariga nimalar kiradi?
3. Nasos bosimi deganda nimani tushinasiz?
4. Quvvat nima?
5. Foydali ish koeffitsienti nimalarni hisobga oladi?
6. So'rish balandligi deb nimaga aytiladi?

10.1.5. 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 (10.1.4-2) va (10.1.4-3) ga asosan (10.1.4-1 – rasm).

$$\begin{aligned} H &= Z_{CH} - Z_K + \frac{P_{CH} - P_K}{\gamma} + \frac{V_{CH}^2 - V_K^2}{2g} = \left| \frac{P_w - P_{at} - P_{at} - P_v}{P_K - P_{at} - P_v} Z = Z_{CH} - Z_K \right| = Z + \frac{P_w + P_{at} - (P_{at} - P_v)}{\gamma} + \frac{V_{CH}^2 - V_K^2}{2g} \\ &= Z + \frac{P_w + P_{at} - P_{at} + P_v}{\gamma} + \frac{V_{CH}^2 - V_K^2}{2g} = Z + \frac{P_w + P_v}{\gamma} + \frac{V_{CH}^2 - V_K^2}{2g} = \left| \frac{P_w}{\gamma} = M, \frac{P_v}{\gamma} = V \right| = Z + M + V + \frac{V_{CH}^2 - V_K^2}{2g}; \\ H &= Z + M + V + \frac{V_{CH}^2 - V_K^2}{2g} \quad (10.1.5-1) \end{aligned}$$

Shunday qilib, nasosning to'la bosimi manometr (m) va vakuometr (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,

$$H = M + V + Z \quad \text{tengdir.} \quad (10.1.5-2)$$

(10.1.4-4), (10.1.5-1) va (10.1.5-2) tengliklar bilan faqat ishlab turgan nasos qurilmasining bosimi aniqlanadi. Loyixa qilinayotgan nasos qurilmasi uchun bu tengliklar yaroqsizdir.

2 – hol. Loyihalananayotgan nasos qurilmasining to'la bosimini aniqlash

Buning uchun Bernulli tenglamasidan foydalanamiz.

10.1.4-1 – rasmdagi 0-0 va 1-1 kesmlari uchun 0-0 tekisligiga nisbatan Bernulli tenglamasi.

$$O + \frac{P_{0t}}{\gamma} + O = Z_K + \frac{P_K}{\gamma} + \frac{V_{CH}^2}{2g} + \Delta h_{sOK}; \quad (10.1.5-3)$$

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

$$Z_{CH} + \frac{P_{CH}}{\gamma} + \frac{V_{CH}^2}{2g} = Z_{CH} + Z_{bos} + \frac{P_{bos}}{\gamma} + O + \Delta h_{bos}; \quad (10.1.5-4)$$

(1.15) ni (1.16) ga tenglashtiramiz.

$$\frac{P_{CH}}{\gamma} + \frac{V_{CH}^2}{2g} = Z_K + \frac{P_K}{\gamma} + \frac{V_K^2}{2g} + \Delta h_{sor} + Z_{bos} + \Delta h_{bos}$$

$$\frac{P_{CH}}{\gamma} + \frac{V_{CH}^2}{2g} = Z_K + \frac{P_K}{\gamma} + \frac{V_K^2}{2g} + Z_{bos} + \Delta h_{sor} + \Delta h_{bos}$$

$$\Sigma \Delta h = \Delta h_{sor} = \Delta h_{bos} \quad (10.1.5-5)$$

$$\frac{P_{CH} - P_K}{\gamma} + \frac{V_{CH}^2 - V_K^2}{2g} = Z_K + Z_{bos} + \Sigma \Delta h$$

$$\frac{P_{CH} - P_K}{\gamma} + \frac{V_{CH}^2 - V_K^2}{2g} = H - Z, \quad \text{bu erda: } Z = Z_{SN} - Z_K$$

$$H - Z = Z_K = Z_{bos} = \Sigma \Delta h$$

$$H = Z_K = Z - Z_{bos} = \Sigma \Delta h, \quad \text{bu erda: } Z_K = Z = Z_{bos} = H_{gcom}$$

$$N = N_{gcom} = \Sigma \Delta h \quad (10.1.5-6)$$

Shunday qilib loyixalanayotgan nasos qurilmasining to'la bosimi suv ko'tarish geometrik balandligi (N_{gcom}) bilan so'rish (Δh_{sor}) a bosim (Δh_{bos}) quvurlaridagi yo'qotilgan bosim yig'indisiga teng.

10.1.6. Geometrik, keltirilgan va vakuumetrik so'rish balandligi

Geometrik so'rish balandligi – manbadagi suv sathidan ishchi g'ildiragining markazigacha, ya'ni gorizontall nasoslarda ularning o'qigacha (a), tik o'qiy nasoslarda buriladigan qanotlarining o'qigacha (b), markazdan qochma tik nasoslarda bosimli patrubkasi o'qigacha (v), tik porshenli nasoslarda, porshenning yuqori vaziyatigacha (g) 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 1.3 a, v, g), yuqorida joylashgan bo'lsa manfiy (10.1.6-1 a, b-rasm) bo'ladi.

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

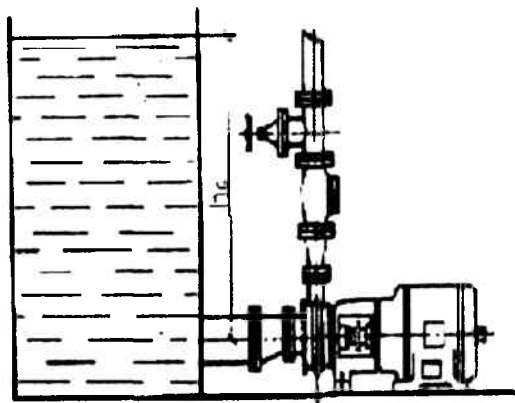
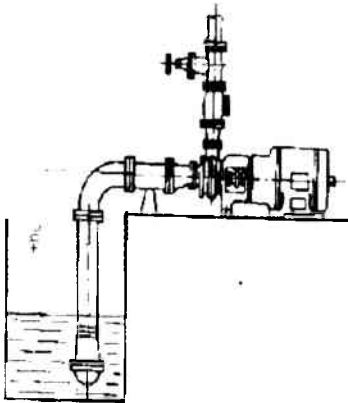
$$H = h_{sor}^{geo} + \sum \Delta h_{sor} \quad (10.1.6-1)$$

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

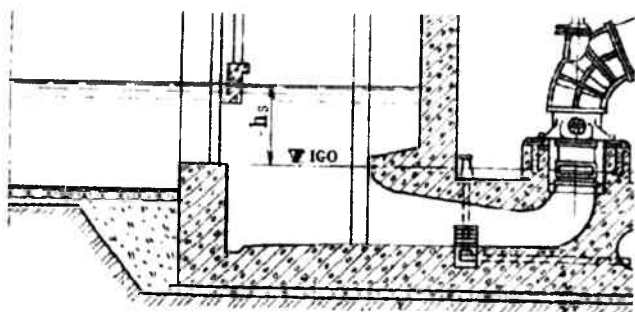
$\sum \Delta h_{sor}$ – yo'qotilgan so'rish balandligi (m).

kesimlariga 0-0 tekisligiga nisbatan Bernulli tenglamasini tuzamiz (10.1.6-2-rasm).

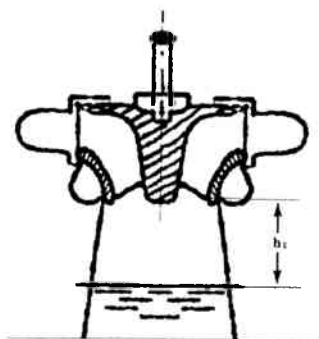
$$0 + \frac{P_0}{\gamma} + 0 = h_{sor} + \frac{P_{suhl}}{\gamma} + \frac{V_x^2}{2g} + \Delta h_{sor}$$



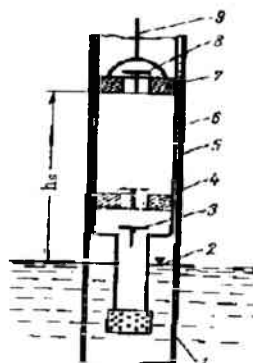
a)



b)



v)



g)

10.1.6-1-rasm. Nasoslarning geometrik so'rish balandligi.

a-gorizontal; b-tik o'qiy; v-markazdan qochma tik; g-porshenli.

Vakuummetrik so'rish balandligini aniqlash uchun 0-0 va 1-1 (10.1.6-2-rasm)

$$\frac{P_a}{\gamma} - \frac{P_{vna}}{\gamma} = h_{sur} + \Delta h_{sur} + \frac{V^2}{2g};$$

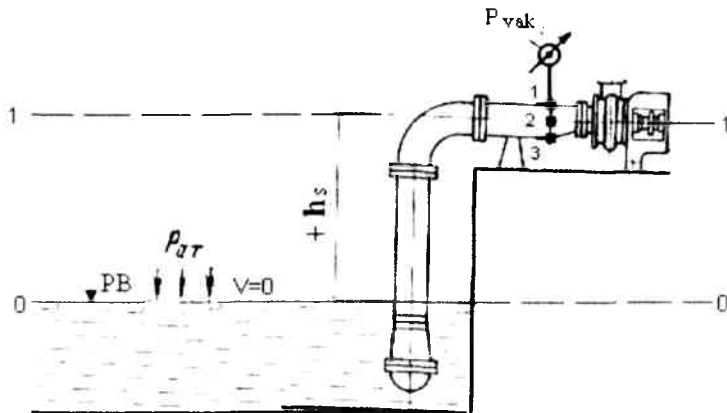
$$\frac{P_a - P_{vna}}{\gamma} = H_{vak} \quad (10.1.6-2)$$

$$H_{vak} = h_{sur} + \Delta h_{sur} + \frac{V^2}{2g} \quad (10.1.6-3)$$

$$\text{yoki } H_{kel} = H_{sur}^{kol} + \frac{V_K^2}{2g} \quad (10.1.6-4)$$

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.

Vakuummétrik so‘rish balandligi, vakuummétr asbobi bilan o‘lchanadi. Vakuummétr atmosfera bosimidan kichik bo‘lgan bosimni o‘lchaydi. Vakuummétrni ish g‘ildiragining o‘qi to‘g‘risidagi, so‘rish quvurining yuqori va quyi qismidagi nuqtalarga o‘rnatish mumkin (Rasm 10.1.6-2).



10.1.6-2 – pasm. Vakuummétrni o‘rnatish sxemasi.

1, 2, 3 – vakuummétrni o‘rnatish nuqtalari.

Agar vakuummétr ish g‘ildiragining o‘qi tug‘risidagi nuqtaga o‘rnatilgan bo‘lsa, u holda vakuummétrik so‘rish balandligi

$$H_{vak} = h_{sor} + \Delta h_{sor} + \frac{V^2}{2g} \quad (10.1.6-5)$$

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

$$H_{vak} = h_{sor} + \Delta h_{sor} + \frac{V^2}{2g} \pm y \quad (10.1.6-6)$$

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

Vakuummétrik so‘rish balandligi zavodlarda tajriba yo‘li bilan aniqlanadi va $Rat=10$ m, suyuqlik temperaturasi 4^0S (20^0S) bo‘lgandagi qiymatlari kataloglarda ketiriladi. Agar nasoslar boshqa sharoitda ishlasa unda mumkin bo‘lgan so‘rish balandligi quyidagicha aniqlanadi.

$$H_{vak}^{u.b} = H_{vak}^{kat} + (h_{bar} - 10) - (h_{sor} - h_{sor}^{t=20^{\circ}C}) \quad (10.1.6-7)$$

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

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

10.1.6-1 – jadval

Suv temperaturasi t q 20^oS 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 _g γ-xaqiqiy atmosfera bosimi (m))	10.3	10.2	10.1	10.0	9.8	9.6	9.4	8.4

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

$$H_{vak} = h_{sor} + \Delta h_{sor} + \frac{V^2}{2g} \leq H_{vak}^{u.b} \quad (10.1.6-8)$$

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

Nazorat savollari:

1. Nasosdagi to'la bosimni aniqlash usullarini tushintiring.
2. Geometrik balandlik nima?
3. Keltirilgan balandlik deb nimaga aytiladi?
4. Vakuummetrik so'rish balandligi nima?

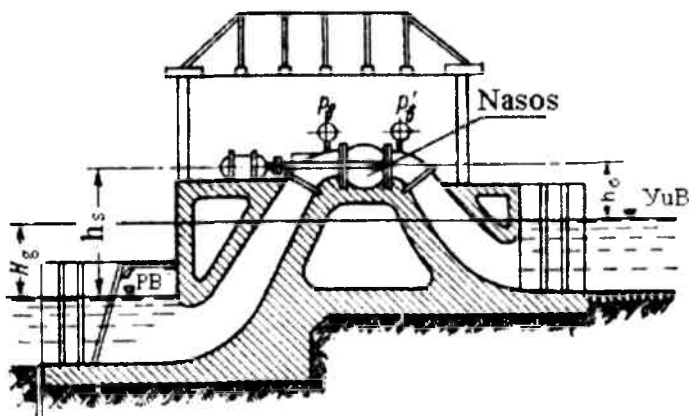
10.1.7. Nasosning haydash balandligi.

YUqori befdagi suv sathidan nasoslar ishchi g'ildiragining o'qigacha bo'lgan masofaga geometrik haydash balandligi deyiladi.

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

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

Sifon tipidagi nasos qurilmalarida suvning haydash balandligi manfiy bo'lishi mumkin (10.1.7-1-rasm).



10.1.7-1 – rasm. Sifon tipidagi nasos qurilmasi.

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

10.1.8. Keltirilgan haydash balandligi

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

$$H_h^{kel} = h_h + \Delta h_h \quad (10.1.8-1)$$

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

$$H_{gevo} = \nabla YuB - \nabla PB \quad (10.1.8-2)$$

yoki
$$H_{geom} = h_{sor} + h_h \quad (10.1.8-3)$$

10.1.9. 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.

2K – 20/30

2 – kirish patrubkasining 25 marta kamaytirilgan diametri, mm;
K –konsolli; 20 – nasosning suv sarfi, m³/soat; 30 – nasosning bosimi, m.

6KM–45/30

6 – kirish patrubkasining 25 marta kamaytirilgan diametri; K – konsolli; M – monoblokli (ish g‘ildiragi elektrodvigatel valiga o‘rnatilgan); 45 – nasosning suv sarfi, m³/soat; 30 – nasosning bosimi, m

32B - 12

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

10 D – 6

10 – kirish patrubkasining 25 marta kamaytirilgan diametri, mm; D – (dvuxstoronniy) ikki tomonlama; 6 – 10 marta kamaytirilgan tez yurish koeffitsienti.

24 H/Dn

24 – kirish patrubkasi diametrining 25 marta kamaytirilgani, mm; N – nasos; D – (dvuxstoronniy) ikki tomonlama; n- (nizkonoporniy) past bosimli.

18 H/Dc

18 – kirish patrubkasi diametrining 25 marta kamaytirilgani, mm; N – nasos; D – (dvuxstoronniy) ikki tomonlama; c – (srednenaporniy) o‘rta bosimli.

5 НДв

5 – kirish patrubkasi diametrining 25 marta kamaytirilgani, mm; N – nasos; D – (dvuxstoronniy) ikki tomonlama; v – (высоконапорный) yuqori bosimli.

Д12500-24

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

О 5 – 55

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

ОГ 6 – 25

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

ОПВ2-145

OPV – (osevoy s povorotnimi lopastyami) – parraklari buriladigan o'qiy nasos, 2 ish g'ildiragi namunasining tartib soni; 145 – ish g'ildiragi diametri, sm.

К80-50-200

K – konsolli, 80 – kirish quvurining diametri, mm. 50 – chiqish quvurining diametri, mm. 200 – ishchi g'ildiragining diametri, mm.

ЭПВ12-255-30

E – elektronasos; S – (sentrobejniy) markazdan qochma; V – (vodyanoy) 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

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

A40TI 0,00/21

A – agregat, 40 – ish g'ildiragi diametri, sm; GS – (gorizontalno-sentrobejniy) gorizontalkazdan qochma; 0,55 – nasosning suv sarfi, m³/s; 21 – nasosning bosimi, m.

CHH500/10

S – stansiya; N – nasos; P – (peredviynaya) ko'chma; 500 – nasosning suv sarfi, l/s; 10 – nasosning bosimi, m.

IHC 38-110

S – (sentrobejniy) markazdan qochma; N – nasos; S – seksiyali; 38 – nasosning suv sarfi, m³/soat; 110 – nasosning bosimi, m.

ITB10-100-80

S – (sentrobejniy) markazdan qochma; T – transmission valli; V – (vodyanoy) suvga mo'ljallangan; 10 – quduqning 25 marta kichraytirilgan diametri, mm; 100 – nasosning suv sarfi, m³/soat; 80 – nasosning bosimi, m.

ATH8-1-22

A – artizianli; T – transmission valli; N – nasos; 8 – quduqning 25 marta kichraytirilgan diametri, mm; 1 – ish g'il-diragining turi (yopiq turdagi); 22 – ish g'ildiraklari soni.

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

Nazorat savollari:

1. Nasosning haydash balandligi tushintiring.
2. Keltirilgan haydash balandligini qanday tushinasiz?
3. Nasoslarni markalash (tamg' alash) nimaga kerak?
4. Nima uchun konsoli nasos deyiladi?
5. Markazdan qochma deb nimaga aytiladi?
6. Artizianli nasoslarning vazifasini tushintiring.
7. ESV12-255-30 nasosni hariflari nimani bildiradi va sonlaridan nimani aniqlash mumkin?

11-BOB. PARRAKLI NASOSLAR.

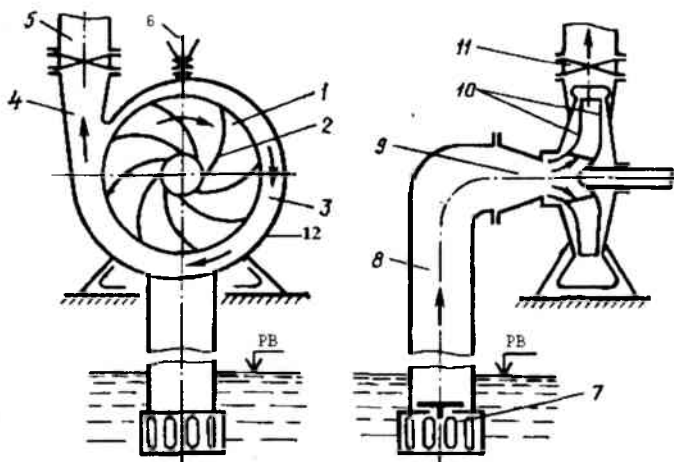
11.1. Parrakli nasoslar konstruksiyasi.

11.1.1 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.

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



11.1.2—1-rasm. 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'rtli teskari klapan; 8 —so'rish quvuri; 9 —so'rish patrubkasi; 10 —ish g'ildiragining diski; 11 —zadvijka; 12 —chig'anok (ulitka).

ortadi va suyuqlik bosim quvuriga o'tadi. Markazdan qochma nasoslarning sxemasi va asosiy qismlari 11.1.2-1 – rasmda ko'rsatilgan. 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 koeffitsient (F.I.K) - ining yuqoriligi, ixchamligi va ishonchli ishlashi bilan karakterlidir.

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

Quyida markazdan qochma nasos turlari bilan tanishamiz.

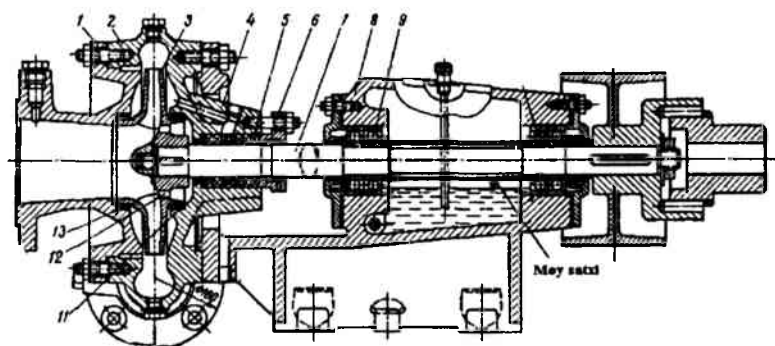
Konsolli markazdan qochma nasoslar

Konsoli (K) nasoslar asosan, korpus-2, korpus qopqog'i-6, ish g'ildiragi-3, val-7 va tayanch to'sinidan -8 iborat (Rasm 11.1.2-1). 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. R_2 va R_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 konstruksiyah xalqasimon zichlama –13 o'rnatiladi.

Ishchi g'ildirakni o'qiy bosimdan saqlash uchun, keymgi 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, salmkli zichlama o'raladi. Salnikli zichlama, salnik korpusi –4 va qopqog'i –6 hamda ip – gazlama tiqindan –5 iborat.



11.2-1-rasm. Markazdan qochma konsoli nasosning konstruksiyasi.

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

Ishchi g'ildirakda bo'shatish teshiklari bo'lganida, salnik oldidagi ish kamerasidagi bosim, so'rish tomonidagi bosimga- R_1 yaqin qiymatga pasayadi. Bunda, salnik orqali havo so'rilishining oldini olish uchun, uning tasmasi o'tasiga

gidravlik zichlama halqasi 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 suvm shuningdek, portlash va yong'in chiqish havfi 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 $0^{\circ}\text{S} - 85^{\circ}\text{S}$, 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 tashqari, ish g'ildiragi 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.

Nazorat savollari:

1. Parrakli nasoslar deb nimaga aytiladi?
2. Parrakli nasoslarni tasniflab bering.
3. Markazdan qochma nasosni tuzilishi va ishlash prinsipini tushintiring.
5. Konsolli nasos bilan markazdan qochma nasoslar orasidagi farqi nimada.
6. Konsolli markazdan qochma nasoslar qaerlarda ishlatiladi?

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

Ish g'ildiragiga ikki tomondan suyuqlik kiruvchi markazdan qochma nasoslar (D-dvuxstoronniy), nisbatan toza suyuqliklarni ko'tarib berish uchun mo'ljallangan (Rasm 11.1.3-1). Ularning sarfi-40-12500 m³/soatni, bosimi-8-130 m ni va foydali ish koeffitsient(F.I.K.)i-70-90 foizni tashkil qilishi mumkin

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

qilishi va konstruksiyasi jihatidan bu uzellar ham xuddi konsoli nasoslarga o'xshaydi.

Podshipniklarga-1, 2, 15 tayanch hisoblanuvchi kronshteynlar-19, korpus bilan bir butunlikni tashkil qiladi. Kameradan-20 podshipniklar-2, 15 korpusini sovutish uchun suv uzatiladi va bu podshipniklar perimetri ho'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-i 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.

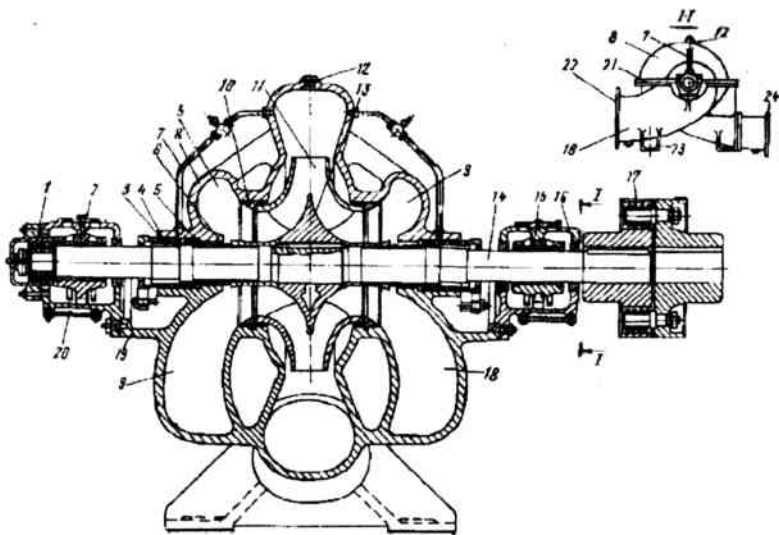
Ish g'ildiragi ikki tomonlama suv qabul qiluvchi nasoslar, konsolli nasoslarga qaraganda quyidagi afzalliklarga ega: valga tushadigan o'qiy zo'riqishlar muvozanatlashtirilgan, F.I.K. yuqoriroq; ish g'ildiragi valning o'rtasiga joylashtirilganligi uchun, radial siljish juda kichik,

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 g'ildiragi 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: D 630 – 90 a; D1250 – 125 a; D1250 – 65; D 630 – 90; D 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.



11.1.3-1 rasm. Ish g'ildiragiga ikki tomondan suv kiruvchi gorizontal markazdan qochma nasosning konstruksiyasi: 1-radial-tayanch sharikopodshipnik; 2, 15-sirpanish podshipniklari uzeli; 3, 18-salnik 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 spiralsimon uzatuvchi kameralar; 10-himoya-zichlovchi halqa; 11-ish g'ildiragi; 12-vakuum nasosni ukush tirqishi; 13-ish g'ildiragi gupchagi; 14-val; 16-zichlama; 19-kronshteyn; 21-korpusni ajratish tekisligi; 22, 24-kirish va bosim patrubkulari; 23-tayanch panjalari.

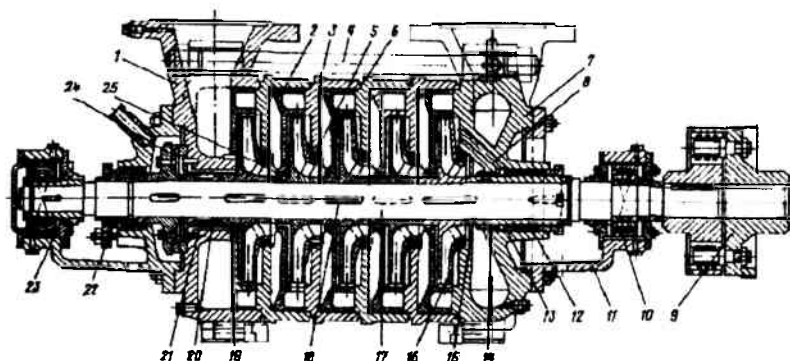
Ko'p bosqichli markazdan qochma seksiyali nasoslar

Ko'p bosqichli SNS (sentrobejnyy nasos seksionnyy – 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 (11.1.4-1-rasm).

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

Ish bosqichli SNS nasosida, suyuqlik, so'rish patrubkasidan kirish qopqog'iga -7, so'ngia 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.



11.1.4-1-rasm. Ko'p bosqichli markazdan qochma seksiyali nasosning konstruksiyasi:
 1-bosim patrubkasi; 2-yo'naltiruvchi apparat; 3-seksiya korpusi; 4-mahkamlash shpilkasi; 5, 25-himoyalovchi-zichlovchi halka; 6-rezina shnur; 7-kirish qopqog'i, so'rish patrubkasi bilan; 8-zichlamuga suyuqlik uzatuvchi tirqich; 9-elastik mufta; 10-rolikli podshipnik; 11-kronshteyn; 12-salnikli uzet; 13-gidravlik tig'izlash xulqasi; 14-grundbuksa; 15, 20, 21-mos holda, tayanch himoyalovchi, distansion va zo'riqishlarni kamaytiruvchi vtulkalar; 16-ish g'ildiragi; 17-val; 18-shponka; 19-gidravlik tovonga suyuqlik uzatuvchi tirqish; 22-gaykavtulka; 23-podshipnik qopqog'idagi zichlagich 24-gidravlik tovon.

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.

SNS nasoslaridagi salnikli zichlagichlarning harakat prinsipi xuddi konsolli va ikki tomnlama suv kiruvchi nasoslarnikiga o'xshaydi. Chap salnikli 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.

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

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

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

Nazorat savollari:

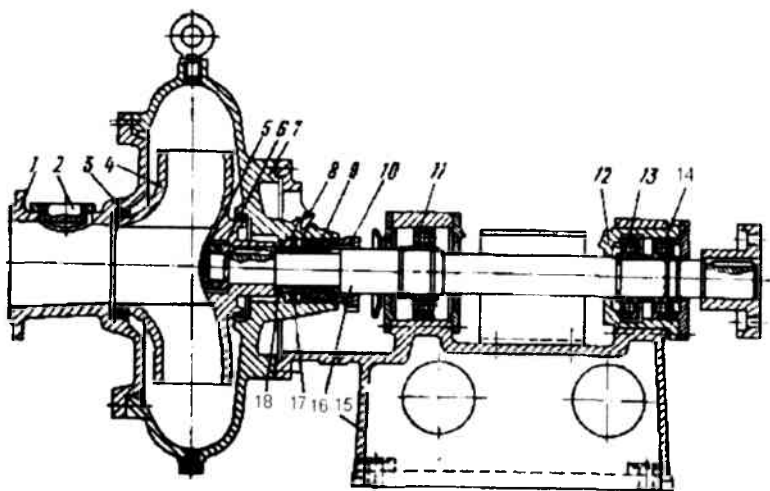
1. Ishchi g'ildiragiga ikki tomondan suyuqlik kiruvchi markazdan qochma nasoslarni tushintiring.
2. Ko'p bosqichli markazdan qochma seksiyali nasoslar.
3. Ko'p bosqichli nasoslarda, har bir ish g'ildiragi ishlaganda hosil bo'ladigan o'qiy zo'riqishlar qanday bo'ladi?
4. Ishchi g'ildiraklarining ishlashi natijasida hosil bo'ladigan o'qiy kuchlar nimaga ta'sir qiladi?
5. SNS ning qismlari qanday metaldan tayyorlanadi?

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

11.1.5.1. Fekal nasoslari

Bir bosqichli, konsolli, gorizontaal va vertikal nasoslar, harorati 100°S gacha bo'lgan fekal va boshqa ifloslangan quyuq suyuqliklarni haydash uchun ishlatiladi. Kirish patrubkasi diametri 400 mm gacha bo'lgan bunday nasoslarning sarfi – Q q 2-1000 l/s, bosimi – H q 8-100 m atrofida bo'ladi.

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. 11.1.5.1-1 - rasmda fekal nasosining konstruksiyasi keltirilgan.



11.1.5.1-1-rasm. Fekal nasosining konstruksiyasi:

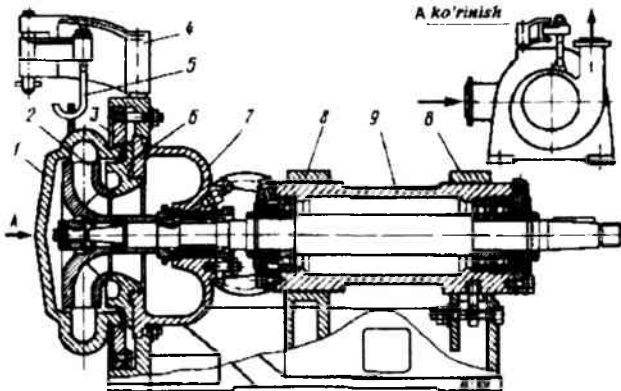
1-so'rish patrubkasi, oldingi qopqog'i bilan; 2-tozalash turish tirqishi lyukining qopqog'i; 3-kimoyalash-zichlash halqasi; 4-ish g'ildiragi; 5-kontur gayka; 6-gayka; 7-olib ketuvchi-korpus; 8-sabnikni gidravlik zichlash uchun suv uzatish; 9-sabnikli tiqin; 10-sabnik qopqog'i; 11, 14-radial tebranish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

11.1.5.2. Qum nasoslari

Bir bosqichli, konsolli, gorizontaal va vertikal nasoslar harorati, 60° S 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.

11.1.5.2-1 – rasm, quyruqligi $1,8 \text{ dm}^3$ qumli va shag'alli suyuq aralashmani ko'tarib beruvchi nasosning konstruksiyasi keltirilgan.

Spiralsimon olib ketgich -1, zirhli disk -6, halqasimon olib kelgich -7-larning hammasi, ikkita yarim halqa va tortish shpilkalaridan iborat siqish halqasi -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.

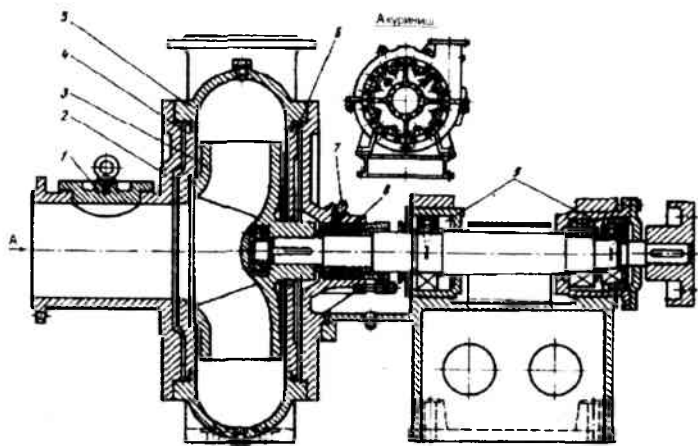


11.1.5.2-1-rasm. Qumli va shag'alli suyuq aralashmani ko'tarib beruvchi nasosning konstruksiyasi: 1 –spiralsimon olib ketgich; 2 –ish g'ildiragi; 3 –ikkita yarim halqadan iborat siqish xalqasi; 4–buriladigan kronshteyn; 5–ilgak; 6 –zirhli disk; 7 - xalqasi-mon olib ketgich; 8 –tayanch ustunlari(kronshteynlar); 9 –tayanch ustunlarida siljувchi stakan.

11.1.5.3. Loyqa nasoslari (Tuproq so'ruvchilar)

Bir bosqichli, konsolli, gorizontaal 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 (11.1.5.3-1-rasm).



11.1.5.3-1-rasm. Zirxli diskli, tuprok soʻruvchi nasosning konstruksiyasi.

1–kirish patrubkasidagi kuzatish tirqishi; 2–korpus qopqogʻi; 3 –ish gʻildiragi; 4, 6 –zirxli disklar; 5 –spiralsimon olib ketgichli korpus; 7 –gidrozatvorga toza suv uzatuvchi shtutser; 8 –salnik; 9 –podshipniklar;

Markazdan qochma loyqa nasoslarning quyidagi turlari tayyorlanadi: **L**– (lyogkie) engil, bir korpusli; **R**– rezina bilan qoplangan; **T**–(tyajolye) ogʻir, ikki korpusli, emirilishga chidamli metall bilan himoyalangan. Loyqali nasoslar quyidagicha belgilanadi: **5 Gr L –8; 10 GruTV–8; 5 Gr RV – 8**. Bu erda: 5, 10 – kirish patrubkasining 25 marta kichraytirilgan diametri, mm; **Gr**–(gruntoviy) loyqa soʻruvchi; **Gru** – loyqa soʻruvchi, suyuqlik oqadigan qismi kattalashgan qirqimli; **L**–(lyogkiy) engil, bir korpusli; **T**–(tyajolye)ogʻir, ikki korpusli; **R** – rezina bilan qoplangan; **V** – vali vertikal joylashgan.

Fekal, qum-shagʻal va tuproq soʻruvchi nasoslar markalaridagi belgilar birinchi qismda keltirilgan.

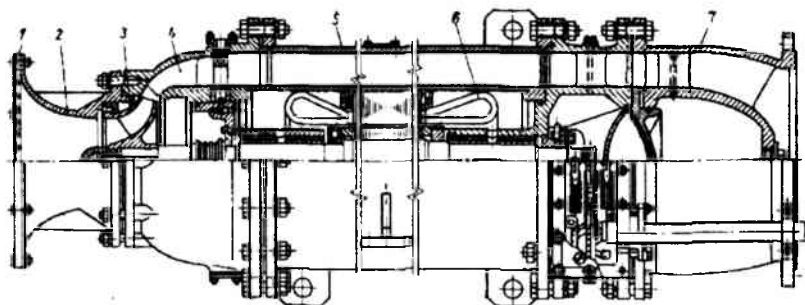
Nazorat savollari:

1. Nima uchun fekal nasos deyiladi?
2. Qum tortuvchi nasoslarni suyuqlik tortuvchi nasoslardan farqi nimada?
3. Loyqa soʻruvchi markazdan qochma nasoslar qaearlarda ishlatiladi?

11.1.5.4. 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 m³/soatgacha bo'lgan SMPV turdagi nasoslar ishlatiladi. Bu erda: **S** – (sentrobejnyy) markazdan qochma; **M**–monoblokli; **P**–(pogrujnoy) botiriladigan; **V**–(vodyanoy) suvga mo'ljallangan.

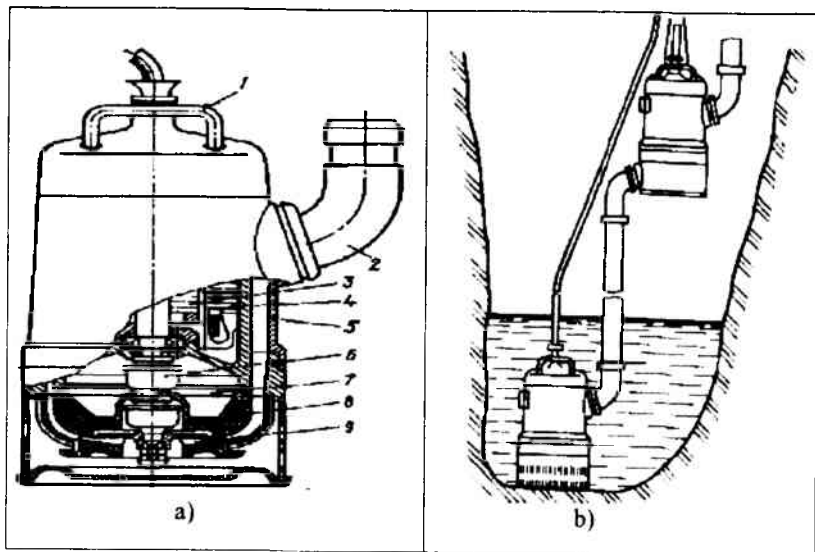
11.1.5.4-1 – rasmda suyuqlikka cho'ktirilib ishlatiladigan markazdan qochma monoblokli nasosning konstruksiyasi keltirilgan.



11.1.5.4-1-rasm. 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 kanalizatsiya tarmoqlarini ta'mirlashdagi oqava suvlarni ko'tarib berishda hamda qishloq xo'jaligida, sug'orish va quritish uchun, sarfi 200 m³/soatgacha bo'lgan **GNOM** turidagi nasos qo'llaniladi. Bu erda: **G** – (gryaznyy) iflos suv uchun; **N** – nasos; **O** – (odnostupenchatsyy) bir bosqichli; **M** – monoblokli. Bunday nasoslarda bosim 10 ... 40 m ni, nasos agregatining F.I.K. esa, 30 ... 65 foizni tashkil qiladi. 2.9 – rasmda **GNOM** turidagi monoblokli nasosning konstruksiyasi va ularning ikki donasini ketma-ket ulab o'rnatish sxemasi keltirilgan. **GNOM** nasosining silindrsimon korpusi alyuminiydan tayyorlangan. Ish g'ildiragiga suv uzatiladigan,

korpusning pastki qismi yon yuzasiga, himoya to'rt setkasi joylashtirilgan. GNOM nasoslari, kotlovon va xandaqlarning tubiga vertikal tarzda o'rnatiladi yoki trolarlarga osib qo'yiladi (11.1.5.4-2,b-rasm). Ular manbadagi suv bilan, elektrodvigatel esa, nasos korpusining halqali kanali orqali ko'tarib burilayotgan suv bilan sovutiladi.



11.1.5.4-2-rasm. GNOM turidagi cho'ktirib ishlatiladigan monoblokli nasosning konstruksiyasi (a) va ikkitasini ketma-ket o'rnatish sxemasi (b): 1—dasta; 2—bosim patrubkasi; 3, 4—elektrodvigatelnining rotori va statori; 5—nasosning korpusi; 6—zichlagich; 7—ajratish kamerasi; 8—rezinalashtirilgan olib ketgich; 9—oldingi disksiz ish g'ildiragi.

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 ekspluatatsiya 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.

11.5.6. Transmission valli quduqli nasoslar

Birinchi guruh 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: STV, ATN, A. Bu harflar va boshqa belgilarning mazmuni, birinchi bo'limning 11.1.9-paragrafida berilgan.

STV markali nasoslar, temperaturasi 35°S , 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. STV nasoslarining quduqqa kiydiriladigan ichki diametriga nisbatan 25 marta kichraytirilgan va yaxlitlashtirilgan quyidagi o'lchamlari o'rnatilgan: 6, 10, 12, 14, 16, 20.

STV 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.

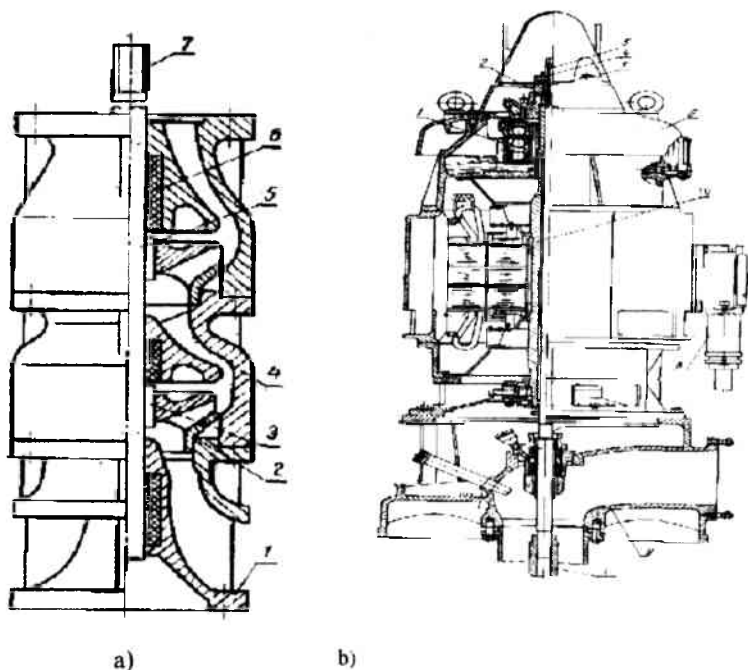
ATN va A markali nasoslar, temperaturasi 30°S va tarkibida 0,5 foiz mexanik aralashmalar bo'lgan suvlarni ko'tarib berishga mo'ljallangan. Ularning sarfi - $Q = 25 - 1250 \text{ m}^3/\text{soatni}$, suv ko'tarish balandligi - $H = 25-150 \text{ m}$ va FIK - $\eta = 60-70$ foizni tashkil qiladi.

ATN 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.

A markali ish g'ildiragiga suv, o'q bo'ylab kiradi va ish g'ildiragidan esa radial bo'ylab chiqib ketadi. Nasosda hosil bo'ladigan o'qiy zo'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. STV nasoslarining ish g'ildiragi cho'yandan, yo'naltiruvchi apparati po'lat va cho'yandan, A va ATN turdagi nasoslarda esa, vali po'latdan, korpusining qismlari cho'yandan, podshipniklarining vkladishi rezmadan tayyorlanadi. Nasos va quvurlarining radial podshipniklarini xo'llab turish (moylash). STV va ATN nasoslarida o'zlari ko'tarib berayotgan suv bilan, A turdagi nasoslarda esa, tindirilgan suv va 0,1 MPa miqdordagi ortiqcha bosim bilan amalga oshiriladi.

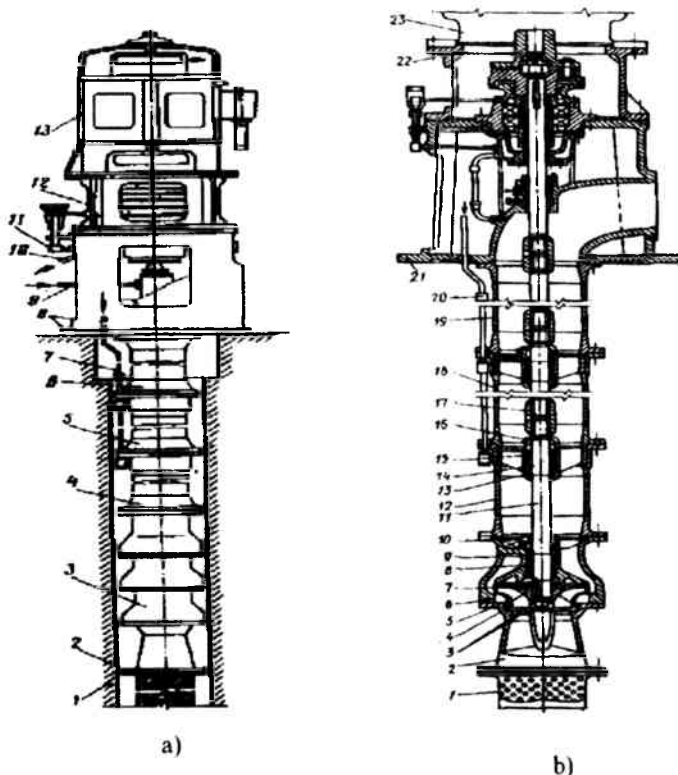


11.1.5.6-1-rasm. ATN turidagi nasosning konstruksiyasi.

a – ATN turidagi nasos: 1-suv uzatilishi; 2-ish g'ildiragi; 3-vtulku; yo'naltiruvchi apparat; 5-val; 6-podshipnik; 7-transmissiyaga mufta bilan ulanadigan nasos valining oxiri.
b – ATN 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-elekt uzatuvchi kabelning kirish qismi; 9-tayananch staninasi va bosim tirsagi; 10-elektrodvigatelning g'ovak vali.

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.



11.1.5.6-2-rasm. A turdagi transmissiyali nasos qurilmalari konstruksiyasi.

a – 20 A-18×3 nasosining o'rnatish sxemasi: 1-quduqqa kiydirilgan quvur; 2-tur setka; 3-nasos(uch seksiyali); 4, 5, 6-suv ko'tarish quvuri seksiyalari, mos holda, o'tuvchi, normal, o'tuvchi; 7-podshipniklarga toza suv olib keluvchi quvurcha; 8-tayanch korpusi; 9-salnikka toza suv olib keluvchi; 10-tovon-podshipnik yog'lash vannasidan sovutuvchi suvni to'kish 11-yog ko'rsatkich; 12-motor ostidagi yoritgich; 13-elektrovigatel.

b - bir g'ildirakli 2A-18×1 nasosining konstruksiyasi: 1-suv qabul qilish turi; 2-so'rish patrubbkasi; 3-gayka va kontur gayka; 4-himoya -zichlovchi halqa; 5-ish g'idiragi; 6, 21-parakni yo'naltiruvchi apparatning va tayanch korpuslari; 7-shponka; 8, 14-vtulkalar; 9, 15-kladishlar; 10, 16-suv qarshilixsi; aylanib o'tuvchi qismlar; 11, val, 12, 18, 19- suv ko'tarish quvuri seksiyalari, mos holda, o'tuvchi, normal, utuvchi; 13-krestavina; 17-valning muftasi; 20-podshipniklar-ni ho'llab turishi uchun toza suv olib kelish quvurchasi; 22- motor ostidagi yoritgich; 23-elektrovigatel.

Transmission valli quduqli nasoslarni o'rnatishga quyidagi talablar qo'yiladi: transmissiya valini juda aniq qilib vertikal o'rnatish; quduqning egri qazilishiga

yo'l qo'ymaslik, ko'rilmani nasosni ishlab chiqargan zavodning ko'rsatmasiga asosan, juda puxta yig'ish.

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

11.1.5.6-1-rasmda ATN turidagi nasos agregatining konstruksiyasi, 11.1.5.6-2-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.

Nazorat savollari:

1. Kuduqli markazdan qochma nasoslar tug'risida tushincha bering.
2. Transmission valli quduqli nasoslar qanday bo'ladi?
3. Quduqli nasoslar necha guruhga bo'linadi?
4. Transmission valli quduqli nasoslarni o'rnatishga quyiladigan talablar.

11.1.5.7. Elektrodvigateli suvga cho'ktiriladigan quduqli nasoslar

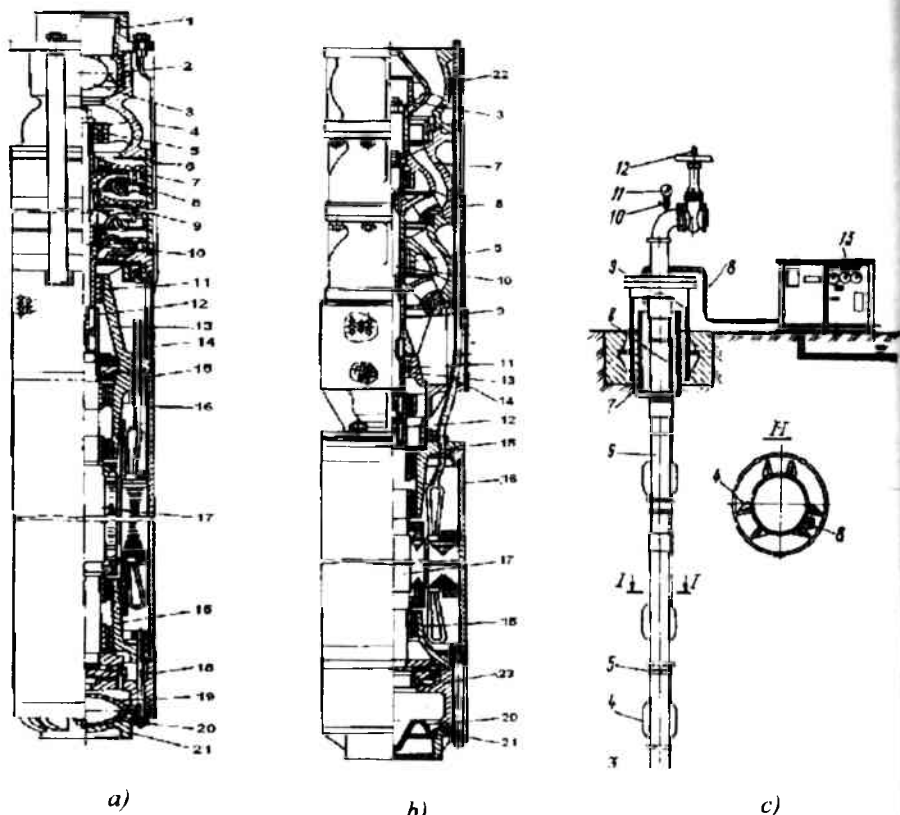
Transmission valli nasos qurilmalaridagi kamchiliklar, yuqorida ko'rsatilgan ikkinchi guruh nasos agregatlarim – elektrodvigateli bilan birgalikda suvga cho'ktirib ishlatiladigan nasos qurilmalarini yaratilishiga sababchi bo'ldi. Bu qurilmalarda, nasos va elektrodvigatel bir butun monoblokli agregat bo'lib, quduqning dinamik sathidan pastga tushiriladi. Cho'ktirilgan elektrodvigatelga energiya, maxsus kabellar orqali er ustidan uzatiladi. Bu nasoslarning barchasi, ESV belgisi bilan bir seriyaga birlashtirilgan va ularning katta kichik 100 dan ortiq turlari diametri 100-500 mm li quduqlar uchun ishlab chiqariladi. Bu erda : E – botiriladigan elektrnasos; S – (sentrobejnyy) markazdan qochma; V – (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)

ESV turdagi nasoslar, temperaturasi 25°S gacha, 0,01 foiz mexanik aralashmali, umumiy mineralizatsiyasi 2000 mg/l, 550 mg/l dan kam xloridli va sulfatli 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 - $N = 12-680 \text{ m ni}$, F.I.Ki esa - $\eta = 40 - 75$ foizni tashkil qiladi.

Nasos agregatlari, markazdan qochma va diagonal turdagi ish g'ildiraklari bilan tayyorlanadi. 11.1.5.7-1 – rasmda, markazdan qochma (a) va diagonal (b) ish g'ildirakli ESV turdagi nasos agregatlari konstruksiyalari hamda ularni o'rnatish sxemasi (v) keltirilgan. Ish g'ildiraklari o'qqa mahkamlangan va mahkamlanmagan (o'q bo'ylab erkin siljiydi) bo'lishi mumkin. O'qiy zo'riqishlarni, dvigatelning tayanch podshipniklari yoki (mahkamlanmagan ish g'ildiraklarida) har bir bosqichning kurakli (yo'naltiruvchi) apparat oboymalari qabul qiladi.

Nasoslar, suv ko'tarish quvuriga maxsus patrubkalar orqali ulanadi. Bundan tashqari, suv ko'tarish quvuriga, shar shaklidagi yoki tarelkali teskari klapanlar

o'rnatiladi. Klapanlar, agregatni bosim quvuridagi suv ustuni bosimidan hamda elektrodvigatel to'satdan to'xtab qolganda, yuqoridagi suvning suv ko'tarish quvuri orqali quduqqa qaytib tushishi tufayli, nasos ish g'ildiragi va dvigatel rotorini teskari aylanishidan saqlaydi.



11.1.5.7-1-rasm. ESV turdagi nasoslarning konstruksiyasi va o'rnatish sxemasi.

a, b – markazdan qochma va diagonal ish g'ildirakli: 1-bosim patrubbkasi; 2, 22-podshipnik va klapan korpuslari; 3-teskari klapan; 4-tortgich; 5, 23-radial va tayanch podshipniklari; 6-parrakli olib ketgich oboymasi; 7-parrakli olib ketgich; 8-ish g'ildiragi; 9, 11-zichlovchi va podshipnikli vtulka; 10-val; 12-ulash vtulkasi; 13-olib kelgich; 14-sim tur; 15-podshipnik shiti; 16-stator; 17-rotor; 18-tovon; 19-cheklovchi; 20-diafragma; 21-tub.

v-ESV nasosini o'rnatish sxemasi: 1-elektrodvigatel; 2-nasos; 3-salt yurish datchigi; 4-markazlashtiruvchi yoritgich; 5-kabelni mahkamlash xomuti; 6, 7-suv ko'tarish va quduqqa kiydirilgan quvular; 8-elekr kabeli; 9-quduqning geometrik boshi; 10-uch tomonlama jumrak; 11-monometr; 12-zadvijka; 13-boshqaruv va avtomatika sistemalari qutisi.

Valning tayanchi sifatida, ikki dona (pastki va yuqori) rezima-metalli podshipniklar xizmat qiladi. Bosqichlar somi 10 donadan ko'p bo'lganda,

qo'shimcha o'rtta korpus o'rnatiladi va unga qo'shimcha o'rtta podshipnik joylashtiriladi. Nasosning podshipniklari ko'tarib berilayotgan suv bilan ho'llab (moylab) turiladi, elektrodvigatel esa – uni quduqqa o'rnatishdan oldin, stator bo'shlig'iga to'ldirilgan suv bilan sovutiladi. Ba'zi agregatlarda, nasos ham elektrodvigatel 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 elektrodvigatelning ichi bo'sh vallari orqali podpyatnik (vertikal val o'qi tayanchi) kamerasiga va u erdan labirint qulf orqali elektrodvigatelning bo'shlig'iga yo'naltiriladi.

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

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

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

ESV 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 Suv mash zavodi ESV turdagi quyidagi nasoslarni ishlab chiqarmokda: ESV 8 – 16 – 160; ESV 8 – 25 – 100; ESV 8 – 40 – 60; ESV 10 – 120 – 80; ESV 10 – 120 – 55; ESV 10 – 120 – 30; ESV 10 – 160 – 35; ESV 10 – 100 – 15; ESV 12 – 255 – 30.

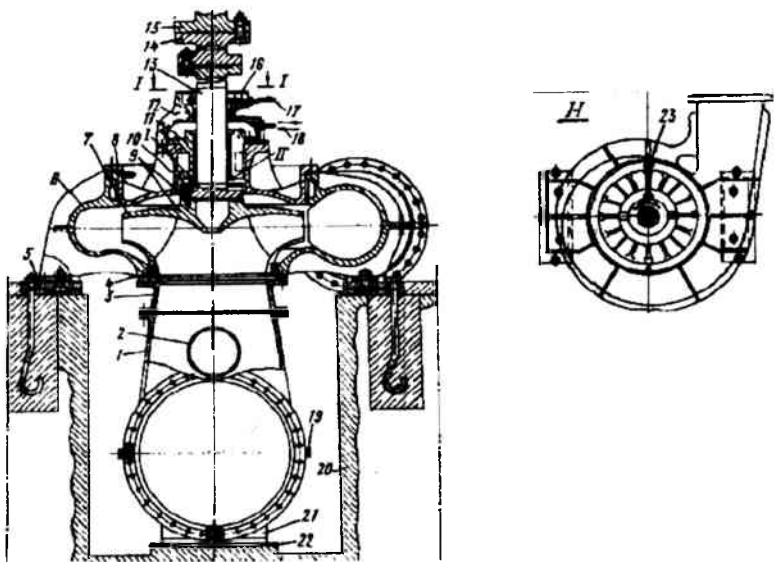
Ushbu nasoslarning yig'ma grafigi, turlari, texnik va ishchi xarakteristikalari ilovada, tamg'aga oid belgilari esa birinchi bo'limda keltirilgan.

Nazorat savollari:

1. Elektrodvigateli suvga cho'ktiriladigan quduqli nasoslarni boshqa nasoslarga qaraganda farqi nimada?
2. Nasoslar suv ko'tarish quvuriga qanday ulanadi?
3. Nasosning podshipniklari qanday moylanadi?
4. Elektrodvigatelni qanday sovutish uksuli bor?
5. Elektrodvigatelni elektr energiyasi bilan ta'minlash qanday amalga oshiriladi?

11.1.5.8. Yirik markazdan qochma vertikal nasoslar

Markazdan qochma vertikal nasoslar (V – vertikal turdagi), yopish-qoqligi va ximik aktivligi suvga oʻxshash xamda tarkibida 0,3 foizdan koʻp boʻlmagan 0,1 mm li mexanik zarrachalar mavjud boʻlgan 35°S temperatu-rali suv va boshqa suyuqliklarni koʻtarib berishga moʻljallangan. Ularning sarfi – $Q = 1 - 35 \text{ m}^3/\text{s}$, bosimi – $N = 15 - 110 \text{ m}$ va FIK - $\eta = 90$ foizgacha boʻlishi mumkin. Bu turdagi nasosning asosiy qismlari va uzellari 11.5.8-1 - rasmda keltirilgan.



11.1.5.8-1-rasm. Markazdan kochma vertikal nasosning konstruksiyasi:

1-olib keluvchi tirsak; 2-kuzatish tuynugi; 3-soʻrish patrubbasi; 4-himoya-zichlash halqasi; 5-poydevor plitasi; 6, 13-nasosning korpus va vali; 7-ish gʻildiragi; 8-qopqoq; 9-valgu gʻildirakning mahkamlanishi; 10, 16-korjuxlar; 10, 12-salnikli va sirpanish podshipniklarining uzellari; 14-val-prostavka; 15-elektro-dvigatelning vali; 17-salnikdan suvni olib ketish; 18-podshipnik-dan suvni olib ketish va unga suv olib kelish; 19-tiqin; 20-poydevor; 21-kronshteyn-taglik; 22-yigʻish ponasi; 23-bolt.

Ushbu nasoslarda, ish gʻildiragi aylanishidan hosil boʻlayotgan oʻqiy gidravlik kuchni va aylanayotgan qismlari massasidan hosil boʻladigan gravitatsion

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 salnik 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.

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 harakte-ristikalari - 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 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.

Nazorat savollari:

1. Markazdan qochma vertikal nasoslar qanday suyuqliklarga mo'ljallangan?
2. Ish g'ildiragi aylanishidan hosil bo'layotgan o'qiy gidravlik va gravitatsion kuchlar nima o'ziga oladi?
3. Vertikal markazdan qochma nasoslarning asosiy afzalliklari nimada?

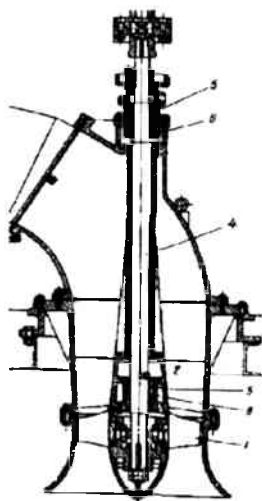
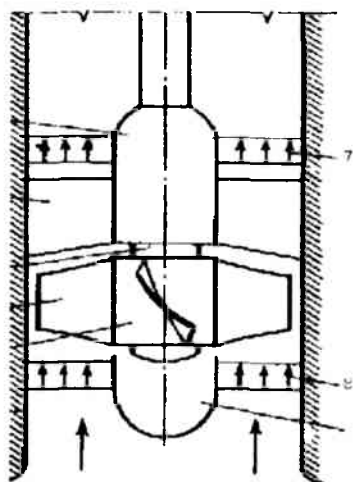
11.1.5.9. O'qiy nasoslar

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 (11.1.5.9-1-rasm). 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, 11.1.5.9-1-rasmda esa, ularni urnatish sxemasi keltirilgan.

O'kiy nasoslar ikki xil turda ishlab chiqariladi: **O** (osevoy-o'qiy, parraklari ish g'ildiragi vtulkasiga qo'zg'olmas qilib mahkamlangan) va **OP** (osevoy s povorotnymi lopastyami – 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, **OP** 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 **OPV** va **OMPV** turlardagi monoblokli (dvigatel va nasos bir valga joylashtirilib, bir butun uzelm tashkil qiladi) variantlari ham tayyorlanadi. Bu erda: **O** - (osevoy) o'qiy; **P** – (pogrujnoy) cho'ktiriladigan; **V** – (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'kiy nasoslar, vertikal (**OV** va **OPV** turdagi) hamda gorizontal (**OG** yoki **OPG** turlari) bo'lishi mumkin.

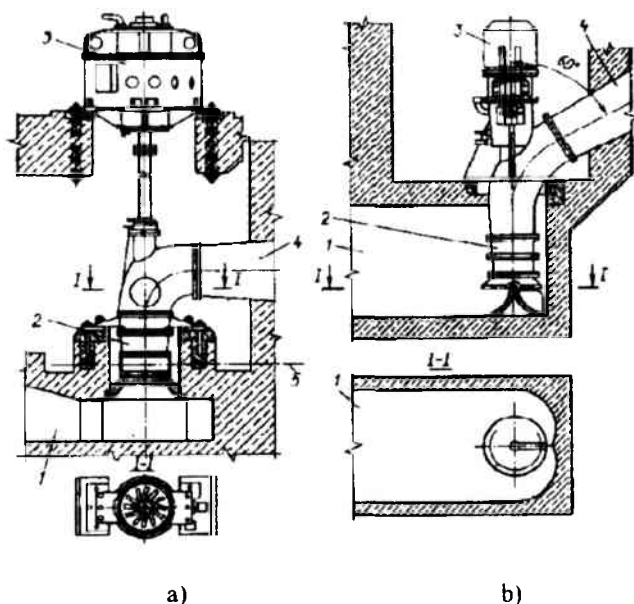


11.1.5.9-1-rasm. O'kiy nasoslarning sxemasi va konstruksiyasi:

a-ukiy nasoslarning sxemasi: 1, 6 – nasos va podshipniklar uzelinig korpusi; 2 – ish g'ildiragi; 3 – ish g'ildiragining parragi; 4 – val; 5 – to'g'rilovchi apparat; 7, 8 – ish g'ildiragiga kirishda va to'g'rilovchi apparatdan chiqishda tezlik epyuralari; 9 – suyri shaklidagi oqib utuvchi; b-o'kiy nasoslarning konstruksiyasi: 1 – ish g'ildiragi; 2 – to'g'rilovchi apparat; 3 – olib ketuvchi; 4 – val; 5 – podshipnik vkladishlari; 6 – podshipnik; 7 – musta.

Umumiy vazifalarim bajaruvchi **O** va **OP** turdagi nasoslar, tarkibida diametri 0,1 mm gacha va 0,3 foizdan ko'p bo'lmagan loyqali hamda temperaturasi 35⁰S gacha bo'lgan suvlarni ko'tarib berishga mo'ljallangan. Maxsus buyurtma bilan, nasoslarni tayyorlovchi zavodlar, yuqori temperaturali va agressiv hamda tarkibida ko'p miqdorda loyqa bo'lgan suyuqliklarda ishlaydigan nasoslarni tayyorlab berishi mumkin.

O'qiy nasoslarning namunaviy ish g'ildiraklari, bir necha andazada tayyorlanadi. Bundan tashqari, nasoslar, ularning markasida belgilangan quyidagi harflar bilan ham, turlarga ajratiladi: **K** – (s kamernym podvodom) kamerali uzatish bilan; **KE** – kamerali suv uzatiluvchi va elektrodvigatel yordamida parraklari buraluvchi; **MK** – (malogabaritnyy s kamernym podvodom) kichik gabaritli kamerali suv uzatiluvchi (11.1.5.9-1,a-rasm); **MKE** – kichik gabaritli kamerali suv uzatiluvchi va elektrodvigatel yordamida parraklari buraluvchi; **MB** – monoblokli (11.1.5.9-1,b-rasm); **EG** – parraklari elektrodvigatel bilan buraladigan; **MBK** – 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.



11.1.5.9-2-rasm. O'qiy nasoslarni o'rnatish sxemasi: *a*–kamerali suv uzatiluvchi kichik gabaritli o'qiy nasos; *b*–monoblokli o'qiy nasos. 1 –kamerali suv uzatish; 2 –nasos; 3 – elektrodvigatel; 4 –diffuzorli olib ketuvchi; 5 –ish g'ildiragi o'qi.

O'qiy nasosning ish g'ildiragi vtulkadan va unga mahkamlangan yonlab tekislangan parraklardan iborat. Ish g'ildiragidagi parraklar soni, 3-6 donagacha bo'lishi mumkin. Vtulka ichiga, richaglar va krestovinalardan tashkil topgan

parraklarni burash mexanizmi joylashtirilgan. Burash mexanizmining o'q bo'ylab siljishi natijasida richaglar va parraklar ham buraladi.

O'qiy nasos ish g'ildiragining shakli, parrakli g'ildiraklarning umumiy qatoridagi oxirgisi hisoblanadi. Shuning uchun, g'ildirak, manfiy so'rish balandligi bilan ishlaydi, ya'ni ish g'ildiragiga suyuqlikni kelishi uchun, so'rish bosimi, atmosfera bosimidan yuqori bo'lishi kerak. Buning uchun, nasos ish g'ildiragi o'qining sathi, manbadagi hisob suv sathidan, talab qilingan miqdorda, ya'ni 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, kavitatsiya 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 – $N = 2,5-23 \text{ m}$ va FIKi - $\eta = 84-86$ foizli nasoslar ishlab chiqarilmoqda.

O va **OP** 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 irrigatsiya 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, tamg'aga oid belgilari esa birinchi bo'limda keltirilgan.

11.1.5.9.1. Parraklari ko'zg'olmas 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. 11.1.5.9-1 – rasmda, kamerali suv uzatiluvchi OV (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 flanets 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 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 bolsa -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 salnik uzeli -18 bartaraf kiladi. Valdan tushayotgan o'qiy zo'riqishlarni

elektrodvigatelning tovonlari qabul qiladi. YUqoridan qaraganda, elektrodvigatel soat miliga teskari aylanadi.

Hamdo'stlik mamlakatlari sanoatida, o'qiy vertikal nasoslarning monoblokli variantlari ishlab chiqariladi. Bu variantda, nasoslar – suvli kameraga, elektrodvigatel – quruq xonaga, ularni ulash uzeli esa, yuqoridagi xonaning poliga joylashtiriladi. O turdagi nasoslarning gorizontal qilib tayyorlanganlarini, manbadagi suv satxidan yukoriga ham o'rnatish mumkin, ular suvni, sifonli so'rish quvuri orqali olinadi.

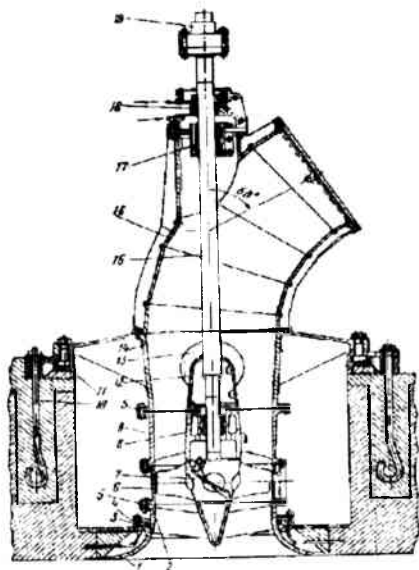
11.1.5.9.2. Parraklari buraladigan o'qiy nasoslar

OP (osevoy s povorotnym lopastyami – 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, ekspluatatsiya 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 (elektrozatmalar) yordamida, diametrlari 850 va 2600 mm li ish g'ildiraklarida – elektro-gidromexanik (elektrogidrouzatmalar) yordamida, 1450 mm li ish g'ildiragi parraklari – elektrozatmalar va elektrogidrouzatmalar yordamida buraladi.

11.1.5.9.2-2 – rasmda, parraklari buraladigan elektr uzatmali o'qiy nasosning konstruksiyasi keltirilgan. Ish g'ildiragi diametri 1850 mm dan kichik bo'lgan OP turdagi nasoslar, poydevor tumbasiga ikkala panjasi bilan, diametrlari 1850 mm li ish g'ildirakli nasoslar – oraliq to'singa tayanch flanetslari bilan, ish g'ildiragi diametrlari 2600 mm bulgan nasoslar esa, beton poydevorga betonlab mahkamlanadi.

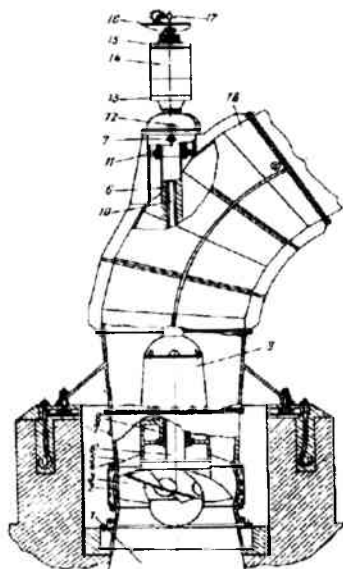
OP turdagi nasosning vali, vtulkasi, ishchi kamerasi, olib ketish qismi, ish g'ildiragi parraklari–po'latdan, to'g'rilovchi apparat joylashtirilgan difuzor–

cho'yardan, podshipnik vkladishlari – rezina bilan qoplangan po'latdan tayyorlanadi.



Rasm 11.1.5.9.2-1. Kamerali suv uzatiluvchi, kichik gabaritli, parrak-lari qo'zg'olmas o'qiy nasosning konstruksiyasi:

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



Rasm 11.1.5.9.2-2. Parraklari buriladigan o'qiy nasosning konstruksiyasi:

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

OP turdagi nasoslar, **O** turdagi nasoslardan, katta o'lchamlari va suyuqlik sarfi bilan farq qiladi. Parraklarni o'rnatish rchagini, mos holda, nasosning xarakteristikalarini, ekspluatatsiya qilish davrida, hattoki nasos agregatini xarakteristikalarini, ekspluatatsiya qilish davrida, hattoki nasos agregatini to'xtamasdan amalga oshirish mumkin. Ish g'ildiragi diametrlari 1100 mm gacha bo'lgan nasoslarga, kamerali va tirsakli konstruksiyalar orqali suv olib kelinadi. Diametri katta ish g'ildirakli nasoslarga, suv uzatish uchun esa, faqatgina tirsakli konstruksiyalar qo'llaniladi.

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

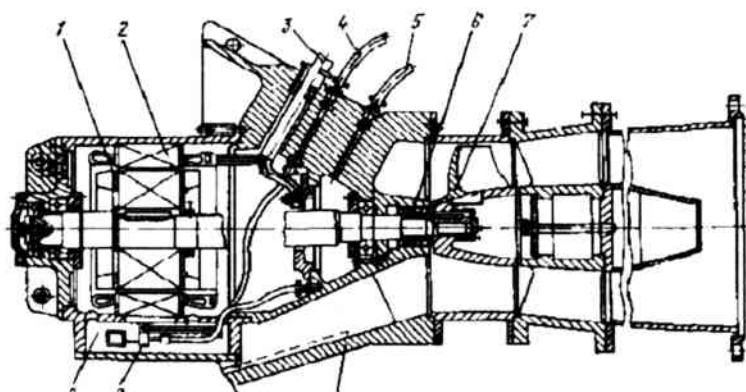
11.1.5.9.3. Cho'ktiriladigan monoblokli o'qiy nasoslar

OPV va **OMPV** turdagi nasoslar, elektrodvigatel bilan bir butun agregatni tashkil qiladi. Bu erda: **O** – (osevoy) o'qiy, **M** –monoblokli, **P** - (pogrujnoj) cho'ktiriladigan, **V** – (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 unumiy valga o'rnatilgan.

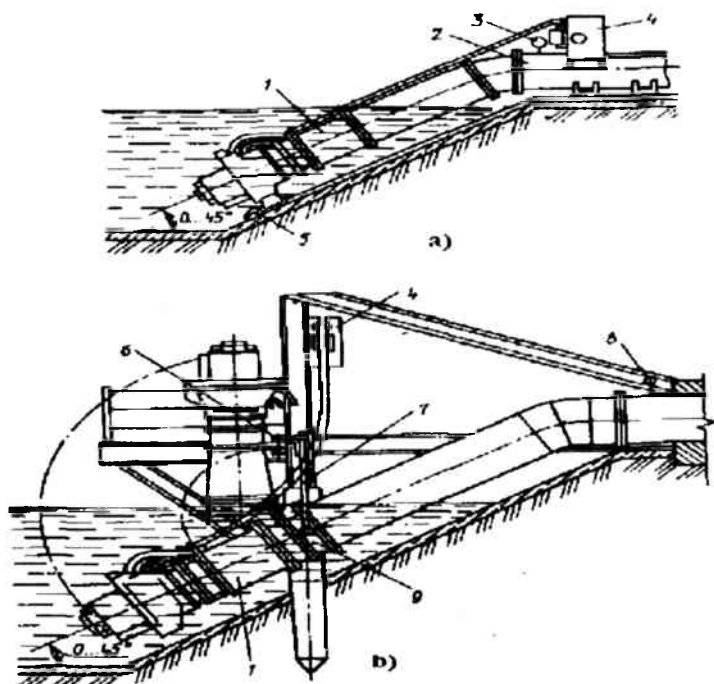
11.1.5.9.3-1 –rasmda, **OPV** turdagi cho'ktiriladigan monoblokli o'qiy nasosning konstruksiyasi keltirilgan.

Suv sathi keskin o'zgarib turadigan manhalarda, ushbu nasos agregatlari chana va sharnirlarga o'matilib ekspluatatsiya qilinadi (Rasm 11.1.5.9.3-2 a, b).

OMPV turdagi nasoslar **SMPV** turdagi nasoslar (11.1.5.4-1) bilan bir xil konstruksiyaga ega. Ammo, **OMPV** nasoslariga, markazdan qochma ish g'ildiragi o'rmiga, o'qiy ish g'ildiraklari o'rnatilgan.



11.1.5.9.3-1-rasm. OPV turdagi cho'ktiriladigan monoblokli o'qiy nasosning konstruksiyasi: 1 –elektrodvigatelning rotori; 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.



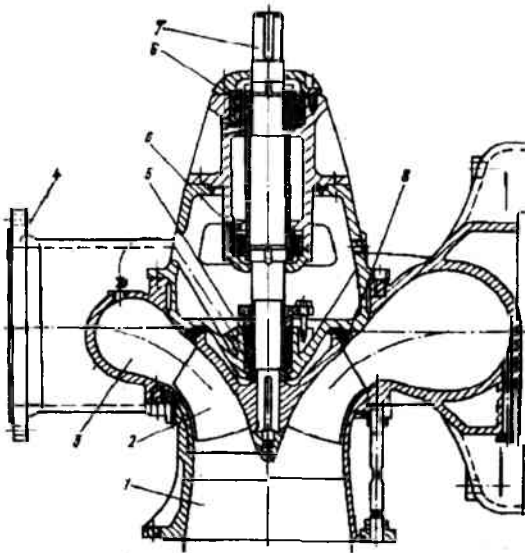
11.1.5.9.3-2-rasm. OPV turdagi cho'ktiriladigan monoblokli o'qiy nasosni o'rnatish sxemalari: a –chanalurga; b –shkarnirlarga: 1 –elektromotor; 2 –bosimli quvur; 3 –manometr; 4 –boshkaruv stansiyasi; 5 –tayanch; 6 –ilgak; 7 –tortqich; 8 –manometr; 9 –sharnir;

Nazorat savollari:

1. O'qiy nasoslar qaysi nasoslar turiga kiradi?
2. O'kiy nasoslar necha xil bo'ladi?
3. O va OP turdagi nasoslarning vali va ishchi g'ildiragi qanday metaldan tayyorlanadi?
4. O'qiy nasoslar, markazdan qochma nasoslarga nisbatan afzalliklari nimada?
5. Parraklari buraladigan o'qiy nasoslarni parraklari qo'zg'almas o'qiy nasoslardan farqi va ularni qaysi birini qo'llash afzal hisoblanadi?
6. Cho'ktiriladigan monoblokli o'qiy nasoslar qanday nasoslar?

11.1.5.9.3.1. 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.



a)

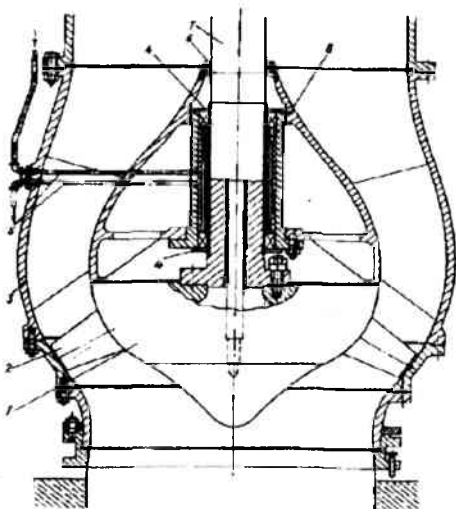


b)

11.1.5.9.3.1-1-rasm. Spiralsimon olib ketgichli diagonal nasosning konstruksiyasi (a) va ochiq ko'rinishdagi oldingi disksiz ish g'ildiragi (b): 1, 4-so'rish va bosim patrubkalari; 2-ish g'ildiragi; 3-spiralsimon olib ketgich; 5, 6-gidravlik zichlagich bilan salnikli va podshipnik uzellari; 7-val; 8-himoya-zichlash xalkasi.

Diagonal nasoslarning ish g'ildiraklari, ochiq konussimon propeller yoki yopiq diagonal g'ildirak ko'rinishida bajariladi. Sarfi $-Q$, bosimi $-N$ xamda FIK - η ga nisbatan, diagonal nasoslar, markazdan qochma va o'qiy nasoslarning o'rtasida turadi.

11.1.5.9.3.1-1,a – rasmda spiralsimon olib ketgichli diagonal nasosning konstruksiyasi keltirilgan. Suyuqlik, manbadan o'q yo'nalishi bo'yicha, so'rish quvuri patrubkasi - 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 patrubkaga uzatiladi.



11.1.5.9.3.1-2-rasm. To'g'rilovchi 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;

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 (11.1.5.9.1.1-1,b-rasm). 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 ($N < 20$ m) va o'rta bosimli (N q 20...60 m), bir bosqichli (11.1.5.9.3.1-1, 11.1.5.9.3.1-2-rasmlar) va ko'p bosqichli xamda gorizontal va vertikal qilib tayyorlanadi. Ko'p bosqichli diagonal nasoslar 2.12 b-rasmda ko'rsatilgan.

Nazorat savollar:

1. Diagonal nasoslarni boshqa parrakli nasoslarga qapraganda farqi?
2. Diagonalli nasoslarda nima uchun to'g'rilovchi apparat ishlatiladi?
3. Qanda bosimlarda diagonalli nasoslarni qo'llash mumkin?

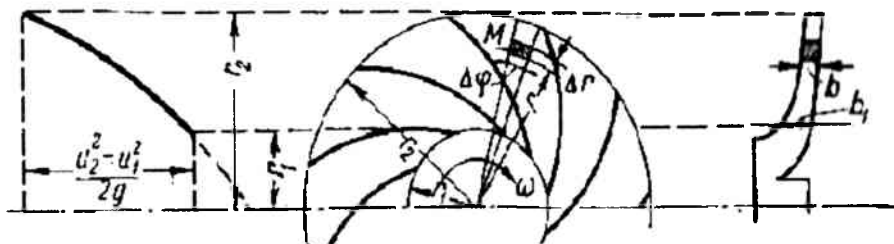
12. BOB. PARRAKLI NASOSLAR NAZARIYASI.

12.1. Markazdan qochma nasosni ishlashi.

12.1.1. 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.



12.1.1-1-rasm. 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**) qalindikdagi (**M**) tomchi, (**v**) qalindikdagi g'ildirak gardishi va markaziy (**Δφ**) burchak tekisliklari bilan chegaralangan. Shunday qilib, (**M**) tomchining bosimi (**Δs**), markazdan qochma kuchga tengdir.

$$\Delta S = m \frac{v^2}{r} = \left| v_{ayl} = r\omega_{bur} \right| = m \frac{r^2 \omega^2_{bur}}{r} = m r \omega^2_{bur} =$$

$$\left| m = \frac{G}{g} = \frac{W \cdot \gamma}{g} = \frac{r \Delta r \cdot a \cdot \Delta \varphi \gamma}{g} \right| = \frac{r \Delta r a \Delta \varphi \gamma}{g r \omega^2_{bur}} \quad (12.1.1-1)$$

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

$$\Delta f = \mathbf{b}(r = \Delta r) \Delta \varphi = \mathbf{b}r \Delta \varphi = \mathbf{b} \Delta r \Delta \varphi \quad (12.1.1-2)$$

$\mathbf{v} \Delta r \Delta \varphi$ – kichikligi sababli hisobga olmaymiz.

Shunday qilib solishtirma bosim,

$$\Delta P = \frac{\Delta C}{\Delta f} = \frac{\frac{r \Delta r b \Delta \varphi}{g} r \omega_{bur}^2}{br \Delta \varphi} = \frac{r \Delta r b \Delta \varphi}{g b r \Delta \varphi} r \omega_{bur}^2 = \frac{\gamma r \Delta r \omega_{bur}^2}{g}; \quad (12.1.1-3)$$

to'la markazdan qochma kuch.

$$\begin{aligned} P_{m.a.k.} &= \int_{r_1}^{r_2} \Delta P = \int_{r_1}^{r_2} \frac{\gamma r \Delta r \omega_{bur}^2}{g} = \frac{\gamma \omega_{bur}^2}{g} \int_{r_1}^{r_2} r \Delta r = \frac{\gamma W_{bur}^2}{g} \left(\frac{r_2^2 - r_1^2}{2} \right) = \\ &= |r W' = V_{rot}| = \frac{\gamma (I_2'^2 - I_1'^2)}{2g}; \end{aligned} \quad (12.1.1-4)$$

bundan bosim,

$$h_{uq.} = \frac{P_{uq.}}{\gamma} = \frac{(I_2'^2 - I_1'^2)}{2g}; \quad (12.1.1-5)$$

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 deformatsiya yuz berishi mumkin.

Shuning uchun zadvijka berk turganda nasosni uzoq ishlatish mumkin emas.

12.1.1.2. Bosimli quvurdagi zadvijkaning ochiq holatida markazdan qochma nasosning ishlashi

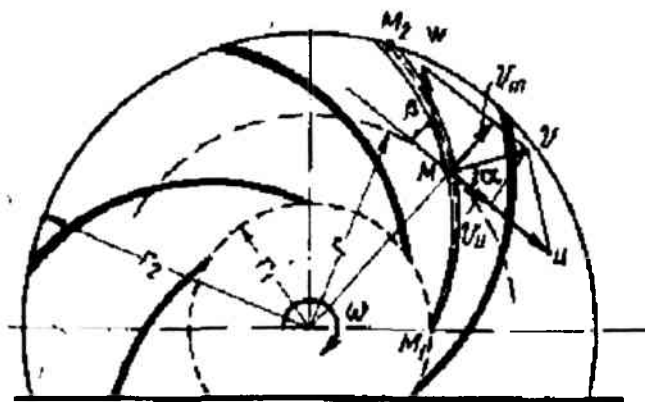
Bosimli quvurga o'rnatilgan zadvijka ochiq turganda, ish g'ildiragi ichidagi suyuqlik tomchilari o'rin almashib turadi. Bosimli quvurga chiqarilgan tomchilar o'rnini so'rish quvurlaridan kelayotgan yangi tomchilar egallaydi. Ish g'ildiragi

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 (12.1.1.2-1-rasm).

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

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



12.1.1.2-1-rasm. 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.

$$\mathbf{V} = \mathbf{W} + \mathbf{U} \quad (12.1.1.2-1)$$

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

$$V_u = V \cos \alpha \quad (12.1.1.2-2)$$

$$V_r = V_m \sin \alpha \quad (12.1.1.2-3)$$

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

MVU uchburchagidan,

$$W^2 = U^2 + V^2 - 2UV \cos \alpha = U^2 + V^2 - 2V_u U \quad (12.1.1.2-4)$$

$$U = V_u = W \cos \beta = V_m \sin \alpha \quad (12.1.1.2-5)$$

$$\frac{V}{U} = \frac{\sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)}; \quad (12.1.1.2-6)$$

g'ildirak 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.

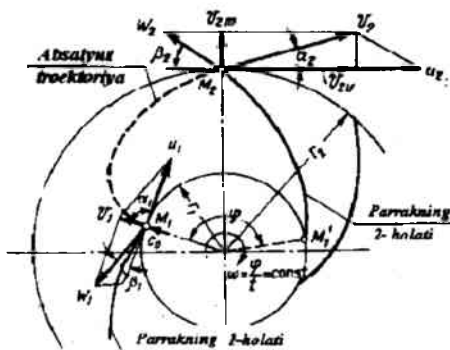
$$Q = 2 PrbV_m \quad (12.1.1.2-7)$$

V_m – yuzasi, $2 Prb$ ga teng oqim kesimiga normal tezlik.

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

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

Tomchi (M) g'ildirak ariqchasiga kirishda (M_1) vaziyatda bo'lsin (Rasm 12.1.1.3-1). 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.



12.1.1.3-1-rasm. Markazdan qochma nasos ish g'ildiragi ichida oqimning absolyut va uni tashkil qiluvchi tezliklari harakatining sxemalari.

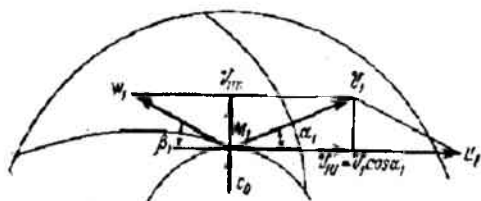
Tashqaridan turib kuzatganimizda (M) tomchini absolyut tezligi traektoriyasi M_1 M_2 ni ko'rishimiz mumkin.

Bu sxemada absolyut tezliklar V_1 va V_2 , M_1 M_2 traektoriyaga urinma bo'ladi. Nisbiy tezliklar W_1 va W_2 esa ariqchalar profiliga urinma bo'ladi. Ko'chirilgan tezlik U_1 kichik diskka, U_2 esa katta diskka urinma bo'ladi.

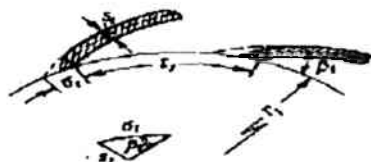
G'ildirakka suvni zarhsiz kirishi.

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. V_0 tezlikdan V_{10} 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 12.1.1.3-3).



12.1.1.3-2-rasm. Ish g'ildiragiga kirishda tezliklarning holinishi



12.1.1.3-3-rasm. Ish g'ildiragiga kirishda suyuqlik kanali va parraklarning kesimi

Aslida, $\alpha_1 \neq 90^\circ$ bo'lganda (Rasm 12.1.1.3-2), 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:

$$\Delta h_{\text{isrof}} = \frac{(V_1^2 \cos^2 \alpha_1)^2}{2g} = \frac{V_{1u}^2}{2g} \quad (12.1.1.3-1)$$

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 qilish 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.

G'ildirakdan suvni zarbsiz chiqishi.

G'ildirakdan 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.

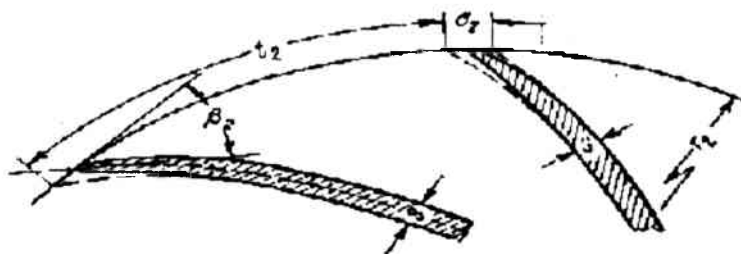
Shunday qilib zarbsiz chiqish shrtlari.

1 – shart. α_2 burchagi (Rasm 12.1.1.3-1) 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 12), ya'ni nasos suv ko'tarib bermaydi;

2 – shart. Parraklarni chiqishidagi oxirini uchliroq qilish kerak (Rasm 12.1.1.3-4).

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

$$\Delta h_{vux} = \frac{V_{2m}^2}{2g} \quad (12.1.1.3-2)$$



12.1.1.3-4-rasm. Markazdan qochma nasos ish g'ildiragidan chiqishda parraklar va kanalning kesimi.

Nazorat savollari:

1. Markazdan kochma nasosni ishlashi.
2. Bosimli quvurdagi zadvijkaning yopiq holatida markazdan qochma nasosning ishlashi

3. Markazdan qochma nasosning ish g'ildiragi zadvijskaning yopiq holatida ishlashida nima yuz beradi?

4. Markazdan qochma nasosning ish g'ildiragi zadvijskaning ochliq holatida ishlashini tushintiring.

5. Ishchi g'ildirakda xarakat qilayotgan suyuqlikni qanday yo'nalishda xarakat qilayotganini tushintiring.

6. G'ildirakka suvni zarbsiz kirishida qanday yo'l qo'yishlar sharti bor?

7. G'ildirakka suvni zarbsiz chiqishida necha xil qo'yiladi?

12.1.1.4. Markazdan qochma nasosning asosiy tenglamasi va nazariy bosimi

Markazdan qochma nasosning asosiy tenglamasini tuzishda ish g'ildiragidagi ariqchalar sonini cheksiz deb faraz qilamiz (Rasm 12.1.1.4-1). G'ildirak ichida M_1 , M_2 oddiy oqim olamiz va ulardagi absolyut bosimni R_1 va R_2 bilan belgilaymiz. M_2 nuqtani M_1 ga nisbatan bilan belgilaymiz. M_2 nuqtani M_1 ga nisbatan baland joylashganini hisobga olmasdan oddiy oqim nisbiy harakat uchun Bernulli tenglamasini yozamiz:

$$\frac{P_2}{\gamma} + \frac{W_2^2}{2g} = \frac{P_1}{\gamma} + \frac{W_1^2}{2g} + h_{m.k} - \Delta h_{m.t} \quad (12.1.1.4-1)$$

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, (10.1.1.4-1) formulaga asosan.

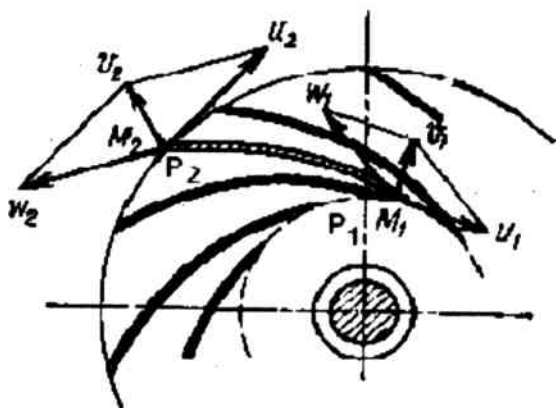
$$h_{m.k} = \frac{U_2^2 - U_1^2}{2g} \quad (12.1.1.4-2)$$

$\Delta h_{m.t}$ – ish g'ildiragi ichida yo'qotilgan bosim.

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

$$H_{p.n} = \frac{P_2 - P_1}{\gamma} = \frac{U_2^2 - U_1^2}{2g} + \frac{W_1^2 - W_2^2}{2g} - \Delta h_{m.t} \quad (12.1.1.4-3)$$

Bu tenglamadan amaliy ishlarda foydalanish qiyinroq, shuning uchun uni qaytadan ko'rib chiqamiz. Buning uchun markazdan qochma nasos qurilmasining sxemasini chizib olamiz (12.1.1.4-2-rasm).



12.1.1.4-1-rasm. Suyuqlik oddiy oqimining ish g'ildiragi ichidagi harakati.

M_0M_1 oqim chizig'i (liniya toka) uchun 0-0 va 1-1 kesmalari orqali 0-0 tekisligiga nisbatan Bernulli tenglamasini tuzamiz.

$$O + \frac{P_0}{\gamma} + O = h_{so'r} + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + \sum \Delta h_{so'r.n}^1 \quad (12.1.1.4-4)$$

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

$$\sum \Delta h_{so'r.n} = \Delta h_{so'r.qis} + \Delta h_n \quad (12.1.1.4-5)$$

$$\frac{P_0 - P_1}{\gamma} = h_{so'r} + \frac{V_1^2}{2g} + \Delta h_{so'r.qis} + \Delta h_n \quad (12.1.1.4-6)$$

$$\frac{P_1}{\gamma} = h_1 - \frac{P_0}{\gamma} - \frac{V_1^2}{2g} - \Delta h_{so'r.qis} - \Delta h_n \quad (12.1.1.4-7)$$

Keyin M_1M_2 oqim chizig'i uchun 1-1 va 2-2 kesimlari orqali 1-1 tekisligiga nisbatan Bernulli tenglamasini tuzamiz.

$$O + \frac{P_2}{\gamma} - \frac{V_2^2}{2g} = \frac{P_1}{\gamma} + h_{bos} + \sum \Delta h_{bos.n}^1 + \frac{V_1^2}{2g} \quad (12.1.1.4-8)$$

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

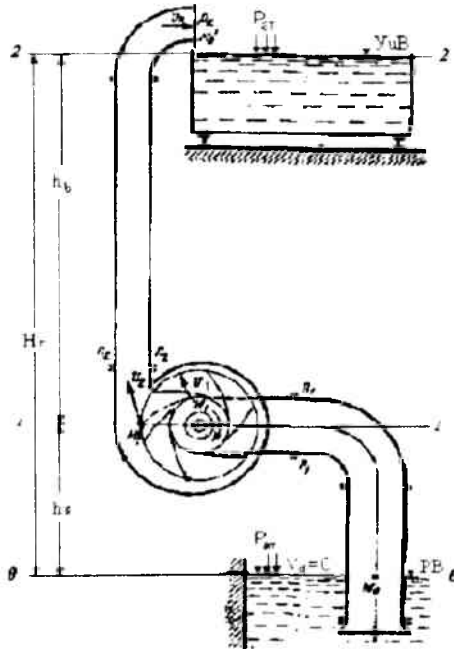
$$\sum \Delta h_{bos\ n}^1 = h_{bos\ quiv} + \Delta h_{bos\ bos} \quad (12.1.1.4-9)$$

$$\frac{P_2}{\gamma} = h_{bos} + \Delta h_{bos\ quiv} + \Delta h_n + \frac{P_a}{\gamma} + \frac{V_{bos}^2 - V_2^2}{2g} \quad (12.1.1.4-10)$$

$\frac{P_2 - P_a}{\gamma}$ ni aniqlash uchun $\frac{P_2}{\gamma}$ va $\frac{P_a}{\gamma}$ larning o'rniga, ularning (12.1.1.4-7) tenglamalaridagi qiymatlarini qo'yamiz.

Natijada,

$$\begin{aligned} H_{P_n} = \frac{P_2 - P_1}{\gamma} &= h_{bos} + \Delta h_{bos\ quiv} + \Delta h_n + \frac{P_a}{\gamma} + \frac{V_{bos}^2 - V_2^2}{2g} - \left(\frac{P_a}{\gamma} - \frac{V_1^2}{2g} - \Delta h_{so'r\ quiv} - \Delta h_n \right) = \\ &= h_{bos} + \Delta h_{bos\ quiv} + \Delta h_n + \frac{V_{bos}^2 - V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} + \Delta h_{so'r\ quiv} + \Delta h_{so'r\ n} + h_s \end{aligned}$$



12.1.1.4-2-rasm. Markazdan qochma nasosning asosiy ishlash tenglamasini olish sxemasi.

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

$$H_{P_n} = h_{so'r} + h_{bos} + \Delta h_{bos\ quiv} + \Delta h_{so'r\ quiv} + \Delta h_{so'r\ n} + \Delta h_{bos\ n} + \frac{V_1^2 - V_2^2}{2g} + \frac{V_{bos}^2}{2g} \quad (12.1.1.4-11)$$

$h_{so'r} + h_{bos} + \Delta h_{bos n} + \Delta h_{so'r n} + \Delta h_{bos n} + \frac{V_n^2}{2g} = N$ - nasosning bosimi bo'lganligi sababli,

$$H_{P_n} = \frac{P_2 - P_1}{\gamma} = H + \Delta h_{so'r n} + \Delta h_{bos n} + \frac{V_1^2 - V_2^2}{2g} \quad (12.1.1.4-12)$$

Nazariy bosimni (12.1.1.4-3) formula bo'yicha qiymatini o'rniga qo'ysak.

$$\frac{U_2^2 - U_1^2}{2g} + \frac{W_1^2 - W_2^2}{2g} - \Delta h_{g'id} = H + \Delta h_{so'r n} + \Delta h_{bos n} + \frac{V_1^2 - V_2^2}{2g} \quad (12.1.1.4-13)$$

$$\frac{U_2^2 - U_1^2}{2g} + \frac{W_1^2 - W_2^2}{2g} + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} = H + \Delta h_{so'r n} + \Delta h_{bos n} + \Delta h_{g'id} \quad (12.1.1.4-14)$$

$\Delta h_{so'r n} + \Delta h_{bos n} + \Delta h_{g'id} = \Delta h_n$ - nasos ichida yo'qotilgan bosim.

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

Demak:

$$H_{T_n} = W_1^2 = U_1^2 + V_1^2 - V_1 U_1 \cos \alpha_1 = \frac{U_2^2 - U_1^2}{2g} + \frac{W_1^2 - W_2^2}{2g} + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} \quad (12.1.1.4-15)$$

Ushbu (12.1.1.4-15) 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 (9) formulaga asosan (12.1.1.4-15) ga qo'ysak,

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

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

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

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

$$H_{T_n} = \frac{2U_2 \cdot V_2 \cos \alpha_2 - 2U_1 \cdot V_1 \cos \alpha_1}{2g} = \frac{2(U_2 \cdot V_2 \cos \alpha_2 - U_1 \cdot V_1 \cos \alpha_1)}{2g} \quad (12.1.1.4-16)$$

qiskartirishlardan so'ng,

$$H_{T_n} = \frac{U_2 \cdot V_2 \cos \alpha_2 - U_1 \cdot V_1 \cos \alpha_1}{g} \quad (12.1.1.4-17)$$

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.

$$H_{t_{2u}} = \frac{U_2 \cdot V_2 \cos\alpha_2}{g} = |V_2 \cos\alpha_2 = V_{2u}| = \frac{U_2 - U'_{2u}}{g} \quad (12.1.1.4-18)$$

Bu tenglama, markazdan qochma nasos hosil qilgan bosim, uning suv sarfiga bog'lik emas, balki aylanma – ko'chirilgan harakat tezligi U_2 va ariqchalar (parraklar) burchagi α_2 ga bog'liq ekanligini ko'rsatadi.

Nazorat savollari:

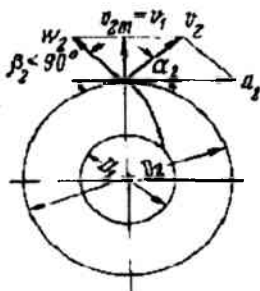
1. Markazdan qochma nasosni asosiy tenglamasini chiqarishda qo'yilgan talablarni tushintiring.
2. Nima uchun nasosni asosiy tenglamasini chiqarishda nazariy bosim tushinchasi kiritiladi?
3. Nima uchun markazdan qochma nasosni asosiy tenglamasini chiqarishda L.Eyler nomi bilan bog'lash kerak?

12.1.1.4.1. 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 $U_2 > U_{2u}$.



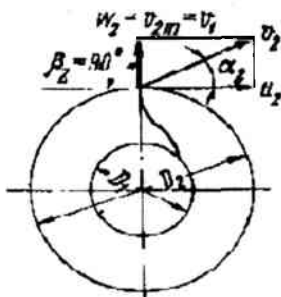
12.1.1.4.1-1-rasm. Ish g'ildiragining orqaga qayirilgan parraklari shakli.

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

$$H_{\text{inv}} = \frac{U_2 V_{2u}}{g} = 0,7 \frac{U_2^2}{g} \quad (12.1.1.4.1-1)$$

nazariy bosim kamayadi.

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



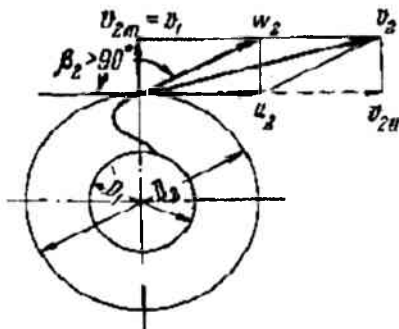
12.1.1.4.1-2-rasm. Ish g'ildiragining radial chikishli parraklari shakli.

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

$$H_{\text{inv}} = \frac{U_2 V_{2u}}{g} = \frac{U_2^2}{g} \text{ ga teng} \quad (12.1.1.4.1-2)$$

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

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



12.1.1.4.1-3-rasm. Ish g'ildiragining oldinga qayrilgan parraklari shakli.

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

$$H_{1(u)} = \frac{U_2^2}{g} = 1,4 \frac{U_2^2}{g} \quad (12.1.1.4.1-3)$$

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:

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

12.1.1.5. 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, 12.1.1.5-1 –rasmda tasvirlangan markazdan qochma nasos ish g'ildiragi xemasini ko'rib chiqamiz.

Nasos ishlab turganda, so'rish quvuri tomonidan, atmosfera bosimidan (R_{at}) kichik bo'lgan R_1 bosim ta'sir qilib turadi. (Rasm 12.1.1.5-1.a). Ish g'ildiragi va uning atrofidagi bosimni R_2 deb belgilaymiz. R_2 bosim R_1 dan katta ($R_2 > R_1$). Bosimlar farqi bo'lganligi uchun ($\Delta R = R_2 - R_1$), g'ildirakdan chiqqan suv, uning ochiq qolgan tirqishlardan S bo'shliq orqali so'rish quvuri tomon oqa boshlaydi. g'ildirak aylanishi natijasida hosil bo'lgan markazdan qochma kuch ta'sirida, S bo'shliqdan oqayotgan suyuqlik kamaya boshlaydi. S bo'shliqda, R_1 va R_2 oralig'idagi bosim – R ($R_1 < R < R_2$) hosil bo'ladi. g'ildirakning V bo'shlig'i atrofidagi bosim R_2 teng bo'ladi. Markazdan qochma kuch ta'sirida, nasos valiga yaqinlashgan sari, bosim kamayib boradi.

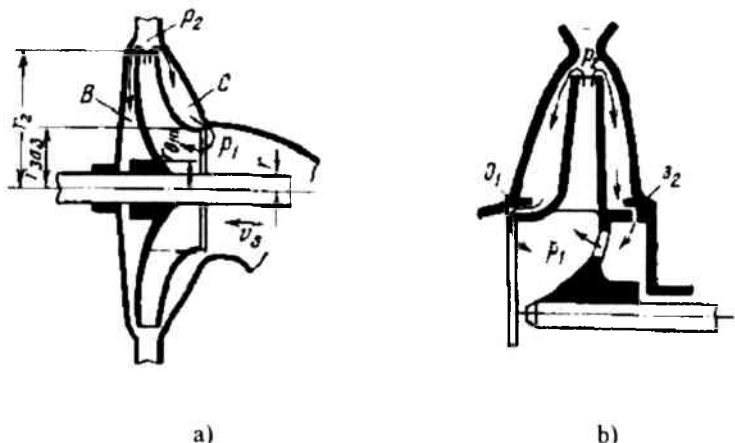
Agar V va S bo'shliqlaridagi bosimlarni teng deb faraz qilsak, unda g'ildirakning ikki tomonidagi bosimlar farqi, ya'ni o'qiy bosim quyidagicha topiladi:

$$P_{oq} = P_2(\pi r_2^2 - \pi r_{vt}^2) - P_2(\pi r_2^2 - \pi r_{vc}^2) - P_1(\pi r_{vc}^2 - \pi r_{vt}^2):$$

$$P_{yx} = P_1 \pi r_1^2 - P_2 \pi r_w^2 - P_2 \pi r_2^2 - P_2 \pi r_m^2 - P_1 \pi r_{2c}^2 - P_1 \pi r_w^2;$$

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

$$P_{yx} = (\pi r_{2c}^2 - \pi r_w^2)(P_2 - P_1) \quad (12.1.1.5-1)$$



12.1.1.5-1-rasm. Ish g'ildiragiga tushadigan o'qiy yuklanishlar:
a—zo'riqishlarni kamaytiruvchi tirqishsiz; b—zo'riqishlarni kamaytiruvchi tirqishli

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

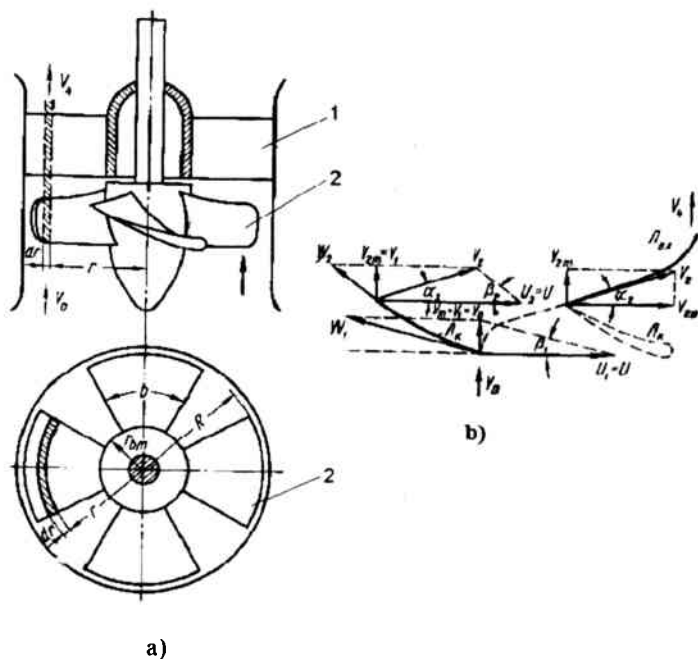
$$P_{uk} = \gamma H \pi (r_{2c}^2 - r_w^2)$$

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

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

12.1.1.6. 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.



12.1.1.6-1-rasm. O'qiy nasos (a) va undagi oqimning kinematikasi (b):
 1 – tug'rilovchi apparatning parraklari; 2 – ish gildiragi parraklari

O'qiy nasoslarda meridional harakat tezligi (M_{1m}) kirishdagi (V_0) va g'ildirakka zarbsiz kirishdagi absolyut harakat tezliklariga tengdir, ya'ni $V_{1m} = V_0 = V_1$.

O'qiy nasos ichidagi suyuqlikni oqishi, 12.1.1.6-1- rasmdagi, r va $r = dr$ radiusli silindrik sirtlar bilan chegaralangan g'ildirak parraklari elementlarining tekislikka yoyilgan sxemasida tasvirlangan. Shu sxemada silindrik sirtidagi suv tomchisining traektoriyasi ham ko'rsatilgan

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

$$H_1 \alpha = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} + \frac{W_1^2 - W_2^2}{2g} + \frac{U_2^2 - U_1^2}{2g} = 0 \quad (12.1.1.6-1)$$

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

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

Shuning uchun, 36-tenglama 30-tenglama xolatga keladi.

$$H_i = \frac{I_2^2 - I_1^2 + U_1^2 + I_1^2 - 2U_1 I_1 \cos \alpha_1 - U_2^2 - I_2^2 + 2U_2 I_2 \cos \alpha_2}{2g} = \frac{U_2 I_2 \cos \alpha_2 - U_1 I_1 \cos \alpha_1}{g} = 0$$

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

$$H_i = \frac{U_2 V_2 \cos \alpha_2}{g} \quad (12.1.1.6-2)$$

Shunday qilib, o'qiy nasoslarning nazariy bosimi

$$H_i = \frac{U_2 V_2 \cos \alpha_2}{g} = |V_2 \cos \alpha_2 = V_2| = \frac{U_2 V_{2m}}{g} \quad \text{teng.} \quad (12.1.1.6-3)$$

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

O'qiy nasoslarning suv sarfi juda katta. Ishlab chiqarilayotgan nasoslarning suv sarfi 0,5 – 45 m³/s tengdir. Hozir suv sarfi 100 m³/s ga teng nasoslar yaratish ustida ish olib borilmoqda.

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

$$Q_i = (II R_{g'u}^2 - II v_{g'}^2) I_1 \quad (12.1.1.6-4)$$

Bu erda, 12.1.1.6-1-rasmda $R_{g'i}$ - ish g'ildiragi radiusi;

$ch_{g'}$ - vtulka radiusi;

asosan: V_1 - suvning ish g'ildiragidagi absolyut tezligi.

Nazorat savollari:

1. Markazdan qochma nasoslar ish g'ildiragi parraklarini o'rnatish burchagining o'zgarishi bosimga qanday ta'sir qiladi?

2. Orqaga qayrilgan shakildagi kurakchali ishchi g'ildirakni boshqa shakilda o'rnatilgan kurakchali g'ildiraklarga qaragandagi afzalligini tushintirin.

3. Nima uchun markazdan qochma nasosni asosiy tenglamasini chiqarganda cheksiz parraklar sonini ishlatishga to'g'ri keladi?

12.1.1.7. 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 12.1.1.7-1).

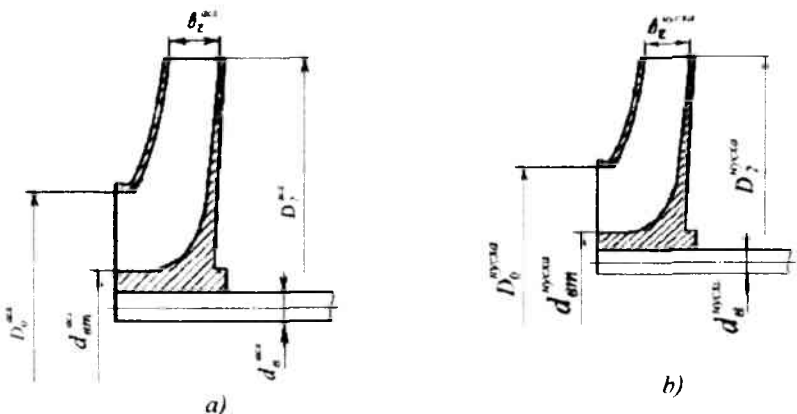
$$\text{Demak, } \frac{D_2^{asl}}{D_2^{nux}} = \frac{D_0^{asl}}{D_0^{nux}} = \frac{b_2^{asl}}{b_2^{nux}} = \frac{d_{2a}^{asl}}{d_{2a}^{nux}} = \frac{d_{2r}^{asl}}{d_{2r}^{nux}} = const \quad (12.1.1.7-1)$$

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 3.12).

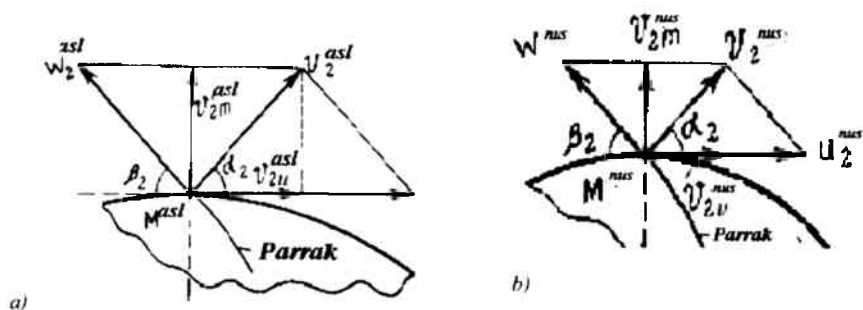
$$\text{Demak, } \frac{W_2^{asl}}{W_2^{nux}} = \frac{U_2^{asl}}{U_2^{nux}} = \frac{V_2^{asl}}{V_2^{nux}} = \frac{V_{2a}^{asl}}{V_{2a}^{nux}} = \frac{V_{2r}^{asl}}{V_{2r}^{nux}} = const \quad \text{va} \quad \begin{matrix} \alpha_2^{asl} = \alpha_2^{nux} \\ \beta_2^{asl} = \beta_2^{nux} \end{matrix} \quad (12.1.1.7-2)$$

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, Reynolds soni, Frud soni va Struxal soni olinadi.



12.1.1.7-1.-rasm. Geometrik o'xshash asl (a) va nusxa (b) nasoslarning ish g'ildiraklari.



12.1.1.7-2-rasm. Kinematik o'xshash asl (a) va nusxa (b) ish g'ildiraklaridan chiqishdagi tezlik uchburchaklari.

$$\begin{aligned}
 & \text{Shunday qilib,} \\
 & Re^{asl} = Re^{naxs}; \\
 & Fr^{asl} = Fr^{naxs}; \\
 & Sh^{asl} = Sh^{naxs}.
 \end{aligned}
 \tag{12.1.1.7-3}$$

o'xshashlik mezonlaridir.

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. Reynalds mezonini esa, yopishqoqlikni hisobga oladi. Suvni yuqoriga chiqarayotgan parrakli nasoslarda yopishqoqlikning ta'siri kam bo'ladi. Shuning uchun, Reynalds 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 12.1.1.7-2). O'xshashlik shartlariga asosan,

$$\frac{W_2^{asl}}{W_2^{naxs}} = \frac{U_2^{asl}}{U_2^{naxs}} = \frac{V_{2m}^{asl}}{V_{2m}^{naxs}} = \frac{V_{2u}^{asl}}{V_{2u}^{naxs}} = \frac{I_{2t}^{asl}}{I_{2t}^{naxs}} = \frac{60\pi U_2^{asl} n^{asl}}{60\pi U_2^{naxs} n^{naxs}} = const
 \tag{12.1.1.7-4}$$

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

$$\frac{U_2^{asl}}{I_2^{asl} n^{asl}} = \frac{U_2^{msl}}{I_2^{msl} n^{msl}} = const ;$$

$$\frac{W_2^{asl}}{I_2^{asl} n^{asl}} = \frac{W_2^{msl}}{I_2^{msl} n^{msl}} = const ;$$

$$\frac{V_2^{asl}}{I_2^{asl} n^{asl}} = \frac{V_2^{msl}}{I_2^{msl} n^{msl}} = const ;$$

$$\frac{V_{2l}^{asl}}{I_2^{asl} n^{asl}} = \frac{V_{2l}^{msl}}{I_2^{msl} n^{msl}} = const ;$$

$$\frac{V_{2m}^{asl}}{I_2^{asl} n^{asl}} = \frac{V_{2m}^{msl}}{I_2^{msl} n^{msl}} = const .$$

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

$$\frac{U_2}{I_2 \cdot n} = const ;$$

$$\frac{W_2}{I_2 \cdot n} = const ;$$

$$\frac{V_2}{I_2 \cdot n} = const ;$$

$$\frac{V_{2m}}{I_2 \cdot n} = const ;$$

$$\frac{V_{2l}}{I_2 \cdot n} = const .$$

12.1.1.7.1. 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 n

asoslar uchun o'xshashlik formulalari. ($n^{asl} \neq n^{nus}$; $D_2^{asl} \neq D_2^{nus}$).

Suv sarfi uchun:

$$\text{Asl nasosning suv sarfi} - Q^{asl} = \pi I_2^{asl} b_2^{asl} \Psi V_{2t}^{asl} \cdot \eta_{xay}^{asl};$$

$$\text{Nusxa nasosning suv sarfi} - Q^{nus} = \pi I_2^{nus} b_2^{nus} \Psi V_{2t}^{nus} \cdot \eta_{xay}^{nus}.$$

Bu erda: Ψ – parraklar tufayli yuzaning kamayish koeffitsienti;

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

Suv sarflarining nisbati,

$$\frac{Q^{asl}}{Q^{nus}} = \frac{\pi I_2^{asl} b_2^{asl} \Psi V_{2t}^{asl} \cdot \eta_{xay}^{asl}}{\pi I_2^{nus} b_2^{nus} \Psi V_{2t}^{nus} \cdot \eta_{xay}^{nus}} = \frac{I_2^{asl} b_2^{asl} V_{2t}^{asl}}{I_2^{nus} b_2^{nus} V_{2t}^{nus}} = \frac{I_2^{asl} I_2^{asl} I_2^{asl} \cdot n^{asl}}{I_2^{nus} I_2^{nus} I_2^{nus} \cdot n^{nus}}.$$

Demak, suv sarfi uchun o'xshashlik formulasi - $\frac{Q^{asl}}{Q^{nus}} = \left(\frac{I_2^{asl}}{I_2^{nus}}\right)^3 \frac{n^{asl}}{n^{nus}}$; (12.1.1.7.1-1)

Bosim uchun:

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

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

Bosimlar nisbati,

$$\frac{H^{asl}}{H^{nus}} = \frac{U_2^{asl} \cdot V_2^{asl}}{g} \cdot \frac{U_2^{nus} \cdot V_2^{nus}}{g} = \frac{U_2^{asl} \cdot V_2^{asl}}{U_2^{nus} \cdot V_2^{nus}} = \frac{I_2^{asl} \cdot n^{asl} \cdot I_2^{asl} \cdot n^{asl}}{I_2^{nus} \cdot n^{nus} \cdot I_2^{nus} \cdot n^{nus}}.$$

Demak, bosim uchun o'xshashlik formulasi – $\frac{H^{asl}}{H^{nus}} = \left(\frac{D_2^{asl}}{D_2^{nus}}\right)^2 \left(\frac{n^{asl}}{n^{nus}}\right)^2$, (12.1.1.7.1-2)

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,

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

Demak, quvvat uchun o'xshashlik formulasi – $\frac{N^{asl}}{N^{nus}} = \left(\frac{D_2^{asl}}{D_2^{nus}}\right)^5 \left(\frac{n^{asl}}{n^{nus}}\right)^3$, (12.1.1.7.1-2)

F.I.K. uchun – $\eta^{asl} = \eta^{nus}$. (12.1.1.7.1-3)

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

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

Suv sarfi uchun o'xshashlik formulasi – $\frac{Q^{asl}}{Q^{nus}} = \left(\frac{D_2^{asl}}{D_2^{nus}}\right)^3$ (12.1.1.7.1-4)

Bosim uchun o'xshashlik formulasi – $\frac{H^{asl}}{H^{nus}} = \left(\frac{D_2^{asl}}{D_2^{nus}}\right)^2$ (12.1.1.7.1-5)

quvvat uchun o'xshashlik formulasi – $\frac{N^{asl}}{N^{nus}} = \left(\frac{D_2^{asl}}{D_2^{nus}}\right)^5$ (12.1.1.7.1-6)

F.I.K. uchun o'xshashlik formulasi – $\eta^{asl} = \eta^{nus}$ (12.1.1.7.1-7)

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

$$\text{Suv sarfi uchun o'xshashlik formulasi} - \frac{Q^{nas}}{Q^{mas}} = \frac{n^{nas}}{n^{mas}} \quad (12.1.1.7.1-8)$$

$$\text{Bosim uchun o'xshashlik formulasi} - \frac{H^{nas}}{H^{mas}} = \left(\frac{n^{nas}}{n^{mas}} \right)^2 \quad (12.1.1.7.1-9)$$

$$\text{quvvat uchun o'xshashlik formulasi} - \frac{N^{nas}}{N^{mas}} = \left(\frac{n^{nas}}{n^{mas}} \right)^3 \quad (12.1.1.7.1-10)$$

$$\text{F.I.K. uchun o'xshashlik formulasi} - \eta^{nas} = \eta^{mas} \quad (12.1.1.7.1-11)$$

(12.1.1.7.1-8), (12.1.1.7.1-9), (12.1.1.7.1-10) va (12.1.1.7.1-11) formulalari, yangi aylanishlar soniga qayta hisoblash formulalari deyiladi.

Nazorat savollari:

1. Nasosning nusxalashtirish nima uchun kerak?
2. Geometrik o'xshashlik deb nimaga aytiladi?
3. Kmematik o'xshashlik nima?
4. Dinamik o'xshalik deb nimaga aytiladi?
5. O'xshashlik formulalarni tushintiring.

12.1.1.8. Tez yurish koeffitsienti yoki solishtirma aylanishlar soni

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

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

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

$$\frac{Q^{nas}}{Q^{nasx}} = \frac{n^{nas}}{n^{nasx}} ; \quad (12.1.1.8-1)$$

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

$$n_s = \frac{3,65n\sqrt{Q}}{\sqrt[3]{H^3}} \quad (12.1.1.8-2)$$

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

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

$$n_s = \frac{n\sqrt{Q}}{\sqrt[3]{H^3}} \quad (12.1.1.8-3)$$

Agar nasos "D" (dvuxstoronny) ikki tomonlama kiruvchi bo'lsa, 58 formuladagi suv sarfining yarmi olinadi – $Q/2$.

Agar nasos ko'p bosqichli bo'lsa, 58 formuladagi bosim o'rniga, bosimning g'ildiraklar soniga nisbati – N/Z olinadi (Z – g'ildiraklar soni).

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

Yurish tezligiga qarab nasoslar:

sekm 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 – $n_s = 500 - 1500$.

12.1.1.8-1-rasmda parrakli nasoslar ish g'ildiraklarining tez yurish koeffitsienti va asosiy o'lchamlarining taqribiy nisbatlari ko'rsatilgan.

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

$\frac{D_2}{D_1}$ va $\frac{D_2}{b_1}$ 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

<i>Markazdan qochma nasoslar</i>			Diagonal (vintli) gildirak	Propellerli (oqiu) gildirak
Sekin yuruvhi gildirak	Normal yuruvhi gildirak	Tez yuruvchi gildirak		
 <p>$n_s \approx 60$ $\frac{D_2}{D_0} \approx 3$</p>	 <p>$n_s = 70 \div 150$ $\frac{D_2}{D_0} \approx 2$</p>	 <p>$n_s = 150 \div 350$ $\frac{D_2}{D_0} = 1,6 \div 1,2$</p>	 <p>$n_s = 350 \div 600$ $\frac{D_2}{D_0} = 1,2 \div 1,1$</p>	 <p>$n_s = 600 \div 1200$ $\frac{D_2}{D_0} \approx 0,8$</p>

12.1.1.8-1-rasm. Parrakli nasoslar ish g'ildiraklarining tez yurish koeffitsientlari va asosiy o'lchamlarining taqribiy nisbatlari.

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

Nazorat savollari:

1. Tezyurarlik koeffitsienti nima uchun kerak?
2. Tezyurarlik koeffitsientini hisoblashda suv sarfi miqdori qanday kattalikda olish mumkin?
3. Markazdan qochma nasoslarni tezyurarlik koeffitsientiga qarab g'ildirak o'lchamlarni farqi qanday bo'ladi?

12.1.1.9. Parrakli nasoslarda kavitatsiya. Nasoslarning o'rnatish sathini aniklash

Oqayotgan suyuqlikda kavitatsiya xodisasi, nasosning qaysidir zonasida oqimining statik bosimi, to'yingan bug' bosimi miqdorigacha pasayganda yuz beradi. Odatdagi suvlarda bu bosim, tabiiy sharoit uchun ($t \leq 30C$), 0,004MPa ($N_{bug}=0,4m$)dan oshmaydi.

Bosim quyidagi sabablarga ko'ra pasayib ketishi mumkin:

- katta geometrik so'rish balandligi;
- so'rishi quvurning uzunligi, diametrining kichikligi, burilish tirsaklari sonining ko'pligi, tursetka bilan qoplanganligi, bosim isrofining kattaligi;
- suv sarfi miqdori bo'yicha zo'riqishi, nasosda suv tezligining ko'payishi, g'ildirak devorlaridan oqimni ajralishi, uyurmalarini xosil bo'lishi;
- ish g'ildiragiga suv uzatish uchun etishmaydigan past barometrik bosim;
- uzatilayotgan suyuqlik temperaturasining yuqoriligi;
- ish g'ildiragiga suvning kirishi uchun yomon shart-sharoit.

Bosim pasaygan joyda suyuqlik qaynaydi va bug' hamda kavitatsiyagacha suyuqlikda eritma xolatda bo'lgan gazlar bilan to'lgan ko'plab pufakchalar-bo'shliqlar xosil bo'ladi. Ular suyuqlik oqimi bilan birga xarakat qilib, statik bosim, to'yingan bug' bosimidan yuqori bo'lgan zonalarga o'tadi. Bu zonalarda pufakchalardagi bug' bir zumda kondensatsiyalanadi-suvga aylanadi va vakuum hosil bo'ladi. Natijada suyuqlik, bo'shliqning markaziga qarab harakat qiladi va pufaklarni yorib yuboradi. Kavitatsiya jarayoni, oqim uzluksizligining buzulishi bilan boshlanib, YAna uning tiklanishi bilan tugaydigan jarayondir.

Kavitatsiya – bu suvning sovuqlay qaynashi bilan bog'lik hodisalardir. Ma'lumki suv 100⁰S issiqda emas, balki undan past temperaturada ham qaynashi mumkin. Buning uchun bosim albatta kichik bo'lishi shart, ya'ni bosim pasayishi bilan suvning qaynash temperaturasi ham kichik bo'ladi.

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

Bundan tashqari, past bosimli joylarda suvdan doimo gazalar – havo va kislorod ajralib chiqadi. Bu gazlar hosil bo'lgan 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 $20 \dots 25 \text{ mm}$ er chastotali vibratsiya (tebranish, titrash) hosil bo'ladi. 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 kavitatsiya 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).

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

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

12.1.1.10. Chegaralangan so'rish balandligi

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

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

$$H_g^{sor} = H_{dug'cl}^{vak} - \sum \Delta h_{sur} - \frac{\alpha l^2}{2g};$$

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

$N_{geg,uzl}^{vak}$ - 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.

$$H_{dug'uzl}^{vak} = H_{dug'cl}^{vak} + (h_b - 10) - h_{b,b}$$

Bu erda: $N_{geg,uzl}^{vak}$ - nasoslar katalogida berilgan chegaralangan vakuummetrik so'rish balandligi;

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

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

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

$$H_g^{sor} = H_a - \sum \Delta h_{sur} - \Delta h_{kv} - h_{b,b}$$

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

Δh_{kv} - kavitatsiya extiyoti (katalogdan olinadi).

N_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 bef)dagi suv satxi.

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

Nazorat savollari:

1. Kavitatsiya nima?
2. Parrakli nasoslarda kavitatsiyani yuzaga kelish sabablari nimada?
3. Nasoslarning o'rnatish sathini aniklang.
4. To'yingan bug' bosimi nima?
5. Kavitatsiyada xodischasi nasos ishchi g'ildragida nimalarni yuzaga keltiradi?
6. Kavitatsiyani kamaytirish uchun nimalar qilisho' kerak?
7. Chegaralangan so'rish balandligi deb nimaga aytiladi?

13-BOB. PARRAKLI NASOSLAR XARAKTERISTIKASI. NASOSLARNI QUVURLAR BILAN BIRGALIKDA ISHLASHI

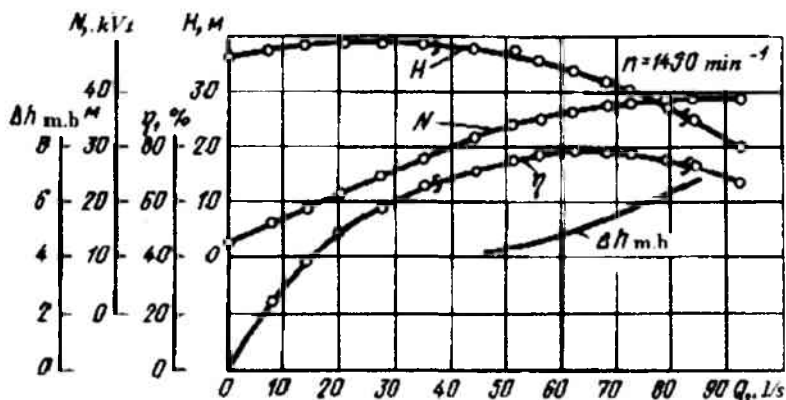
13.1. Nasoslar xarakteristikasi.

13.1.1. Markazdan qochma nasoslarning xarakteristikalari

Ish g'ildiragi diametri va aylanishlar soni doimiy bo'lgan nasosning bosimi, quvvati, foydali ish koeffitsienti va mumkin bo'lgan vakummetrik so'rish balandligini(kavitatsiya ehtiyotim) suv sarfiga bog'liqligini ko'rsatuvchi grafiklarga nasosning xarakteristikalari deyiladi, ya'ni $Nq=f_1(Q)$, $N=f_2(Q)$, $\eta=f_3(Q)$ va $\Delta h_{m.b.}=f_4(Q)$. Ishchi xarakteristikalari, laboratoriyalardagi maxsus stendlarda, nasoslar bilan o'tkaziladigan sinovlar natijasiga qarab quriladi(Rasm 13.1.1-1).

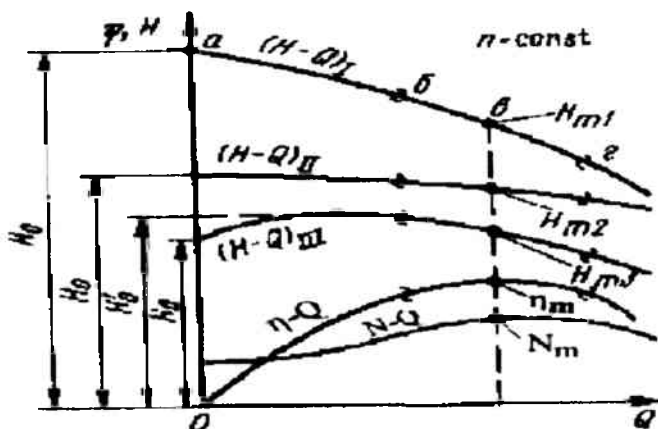
Markazdan qochma nasoslarning $Q = 0$ bo'lganda maksimum bosimga ega bo'lib, so'ngra, suyuqlik sarfining oshib borishi bilan, uzluksiz pasayib boruvchi tik va qiya (Rasm 13.1.1-2 $-(N - Q)_I$ va $(H - Q)_{II}$) hamda suyuqlikning ma'lum bir miqdorigacha ko'tarilib maksimum bosimga ega bo'luvchi va so'ngra pastlab boruvchi (13.1.1-2 –rasm $(H - Q)_{III}$) 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.



13.1.1-1-rasm. Markazdan qochma nasosning laboratoriyadagi simovlar natijasida olingan bosim va energetik xarakteristikalar:
o – sinovlar natijasida olingan nuqtalar.

Nasosni ishlab soxasini belgilovchi oraliq, ishchi oraliq deyiladi (Rasm 13.1.1-2, b – g oraliq belgisi). Bu oraliq, nasoslar katalogidagi xarakteristikalarda, to'likni chizik bilan belgilab kuyiladi. Ishchi oraliq,



13.1.1-2-rasm. Markazdan qochma nasos bosim xarakteristikasining turlari:
b-g – ishchi oraliq; b – F.I.Kining ko'tarilishida ishchi oraliqning boshlanishi; v – ishchi oraliqdagi maksimal miqdor; g – F.I.Kining pasayishida ishchi oraliqning kamayish chegarasi; H_{m1} , H_{m2} , H_{m3} , va N_m – F.I.K.ning maksimal miqdoriga mos ko'rsatkichlar.

ikki tomonga ham 7-10 foizga pasayishi mumkin.

Bosim karakteristikalarining tikligi quyidagi formula bilan aniqlanadi (Rasm 13.1.1-2).

$$K_t = \frac{H_0 - H_m}{H_m} 100 \% \quad (13.1.1-1)$$

Bu erda: N_m – F.I.K.ning maksimum miqdoridagi bosim; $N_0 - Q = 0$ bo'lgandagi bosim; $(N - Q)_{III}$ karakteristikasi uchun- $N_0 = N^I_0$.

Bosim karakteristikalarining qiyaligi 8 – 12 % bo'lsa **nishab**, 25-30 % bo'lsa, **tik** hisoblanadi. qiyalikning o'rtacha miqdori 12 – 25 % normal qiyalik hisoblanadi. Bosim karakteristikalarining turlari, nasoslarni ekspluatatsiya qilish sharoitiga qarab tanlanadi (manbadagi suyuqlik sathining o'zgarib turishi, suyuqlik sarfining doimiy bo'lishi va boshqalar). Bosim karakteristikasining qiyaligiga, tez yurish koeffitsienti – n_s sezilarli darajada bog'liqdir.

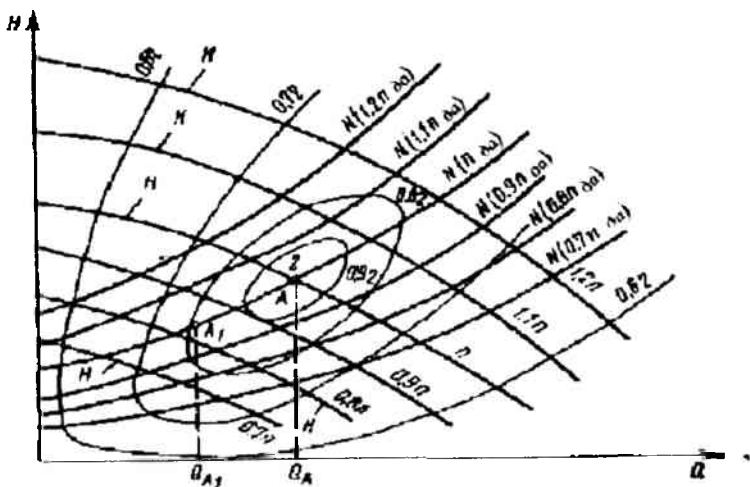
Quvvat karakteristikalarining shakllari chiqish burchagiga – β_2 ham juda bog'liqdir: $\beta_2 \geq 90^\circ$ bo'lsa, suyuqlik sarfining oshishi bilan quvvat ham ko'payib boradi; $\beta_2 < 0^\circ$ bo'lganda esa, suyuqlik sarfining ma'lum miqdorida quvvat maksimum miqdorga erishadi, so'ngra kamayib boradi (rasm 13.1.1-2).

Quvvat karakteristikalarining ko'rinish ham, tez yurish koeffitsientiga bog'liqdir. Tez yurish koeffitsienti katta bo'lgan nasoslarda, uncha katta bo'lmagan tez yurish koeffitsientli 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 13.1.1-2). Parrakli nasoslarda, tez yurish koeffitsienti $n_s = 300$ ayl./minut bo'lganda, quvvat deyarli suyuqlik sarfiga bog'liq bo'lmaydi, $n_s > 300$ ayl./minut bo'lgan nasoslarda esa suv sarfi ko'payishi bilan quvvat kamayib boradi.

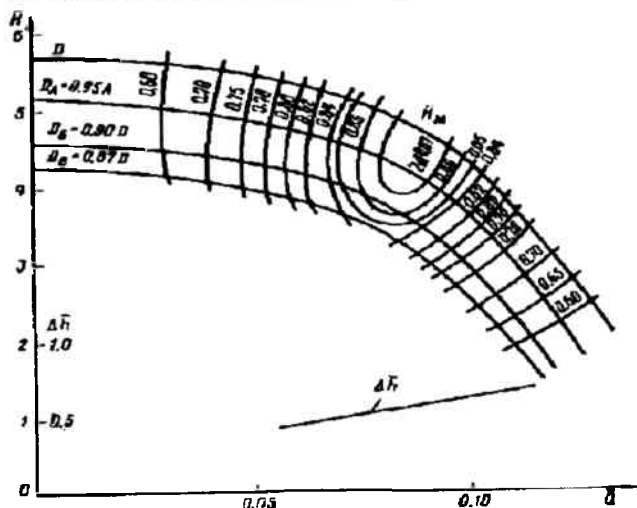
Universal va o'lchov birliklarisiz karakteristikalar.

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

Har xil aylanish tezliklaridagi markazdan qochma nasoslarning universal xarakteristikalari 13.1.1-3-rasmda keltirilgan, 13.1.1-4-rasmda esa, $n_s=120$ ayl./minut va normal diametri – D_2 , hamda $0,95D_2$; $0,9D_2$; va $0,87 D_2$ miqdorda yoʻnilgan diametrli ish gʻildiraklarining oʻlchov birliklarisiz xarakteristikalari keltirilgan.



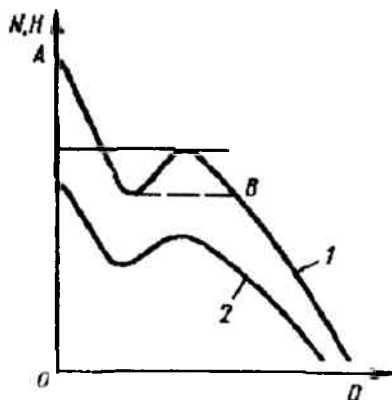
13.1.1-3-rasm. Markazdan qochma nasosning universal xarakteristikalari.



13.1.1-4-rasm. Markazdan qochma nasosning oʻlchov birliklarisiz xarakteristikalari.

13.1.1.2. O'qiy nasoslarning xarakteristikalari

Suyuqlik sarfi, noldan ma'lum miqdorga ko'payguncha, nasosning bosimi va quvvati kamayib boradi (rasm 13.1.1.2-1). Sarfning keyingi ko'payishi bilan, avval bosim va quvvatning ko'payishi, keyin esa, ularning yana kamayib borishi kuzatiladi. Bosim va quvvatning o'zgarib

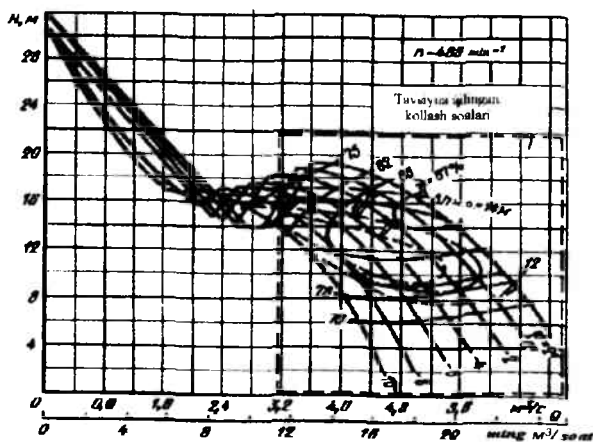


13.1.1.2-1-rasm. O'qiy nasosning xarakteristikalari

O'qiy nasoslarning xarakteristikalari, ish g'ildiragi parraklarining o'rnatish burchagini kamaytirish yoki ko'paytirish yo'li bilan o'zgartiriladi.

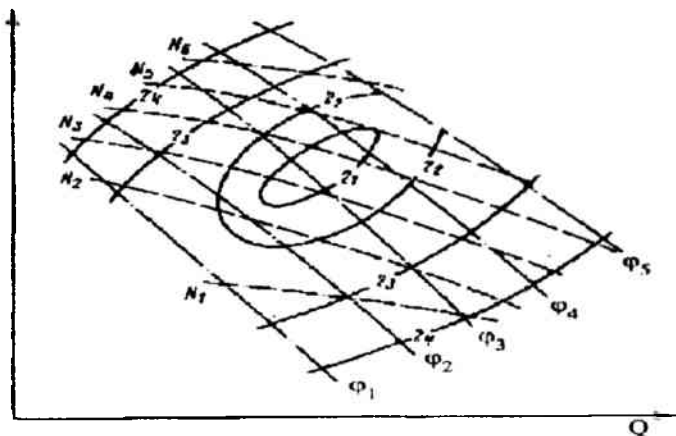
turishi, nasosning oz suv uzatish oraliq'iga to'g'ri keladi. Bu (A-V) oraliqda, nasos birday ishlamay, o'zgarib ishlab turadi. Shuning uchun A-V oraliqni, nasosning ishlamaydigan oraliq'i deyiladi.

Berilgan sarf – Q va bosimga – H mos, aniq parametrlil nasoslarni tanlash, ko'p hollarda mumkin bo'lmaydi. Buning uchun nasoslarning xarakteristikalari- ni o'zgartirish kerak.



13.1.1.2-2-rasm. OP2-110 markali o'qiy nasosning xarakteristikasi

O'qiy nasosning xarakteristikalarini o'zgartirish uchun, uning parraklari o'rnatilishi burchaklarini kamaytirish yoki ko'paytirish kerak.



13.1.1.2-3-rasm. O'qiy nasoslarning universal xarakteristikalari

13.1.1.2-2-rasmda OP2-110 markali o'qiy nasosning xarakteristikasi,

13.1.1.2-3-rasmda esa o'qiy nasoslarning universal xarakteristikalari keltirilgan.

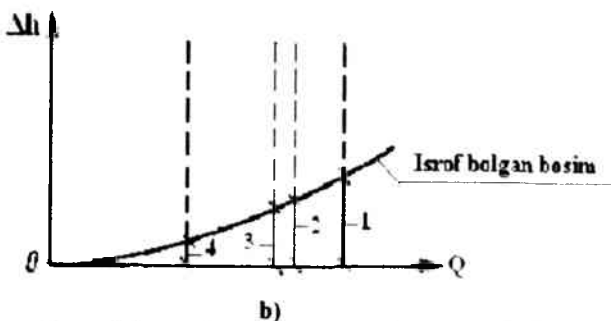
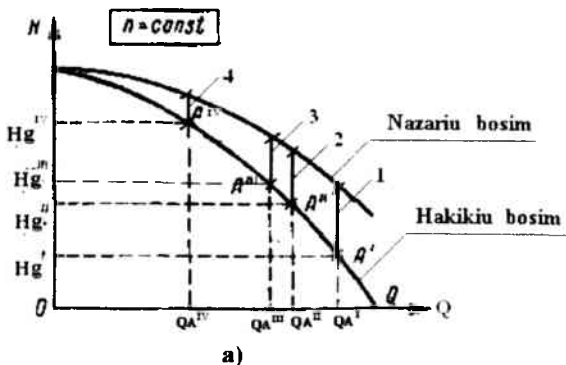
Ishchi xarakteristikalari grafiklari, nasoslarni zavod laboratoriyalarida sinash natijalariga qarab quriladi va ularning pasportlarida keltiriladi.

Nazorat savollari:

1. Xarakteristika deb nimaga aytiladi?
2. Naporni suv sarfiga bog'liklik grafigida olingan egri chiziqqa qanday chiziq deyiladi?
3. Universal xarakteristika deb nimaga aytiladi?
4. Markazdan qochma nasosning xarakteristikasi bilan o'qiy nasos xarakteristikasi o'xshashlik bormi?
5. O'qiy nasosni xarakteristikasini o'zgartirish uchun nima qilish kerak?

13.1.1.3. Nazariy va xaqiqiy bosim xarakteristikalari

Nazariy bosim deb, gidravlik qarshiliklar yo'q deb faraz qilingan nasosning bosimiga aytiladi (13.1.1.3-1-rasm), ya'ni $N_n = N_g = \Sigma \Delta h$ (13.1.1.3-1)



13.1.1.3-1-rasm. Nazariy, xakikiy(a) va isroflangan(b) bosim xarakteristikalari:
 1, 2, 3 va 4 – mos xolda, QA^I , QA^II , QA^III va QA^IV suyuqlik sarflarida isroflangan bosim
 miqdorlari.

Nasosning xaqiqiy bosimi deb, nazariy bosimdan gidravlik qarshiliklar natijasida yo'qotilgan bosim ayrimasiga aytiladi (Rasm 4 8).

$$N_n = N_g - \Sigma \Delta h \quad (13.1.1.3-2)$$

13.1.1.3-1 – 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.

13.1.1.4. Nasoslarni quvurlar bilan birgalikda ishlashi.

13.1.1.4.1. 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.

$$N = N_{g_{\text{com}}} + \Sigma \Delta h \quad (13.1.1.4.1-1)$$

Bu erda: N_{gcom} – yuqori va pastgi beflar 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.

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

$$\Sigma\Delta h = \left(\Sigma\xi + \lambda \frac{L}{D} \right) \frac{Q^2}{2gF^2} \quad (13.1.1.4.1-2)$$

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

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

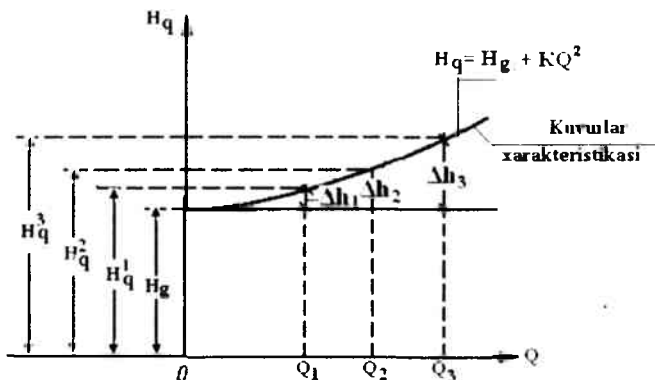
Unda 5 formula, $\Sigma\Delta h = KQ^2$ (13.1.1.4.1-3)

holatga keladi. 4 formulaga 6 formulani quysak,

$$N = N_{gcom} + KQ^2 \quad (13.1.1.4.1-4)$$

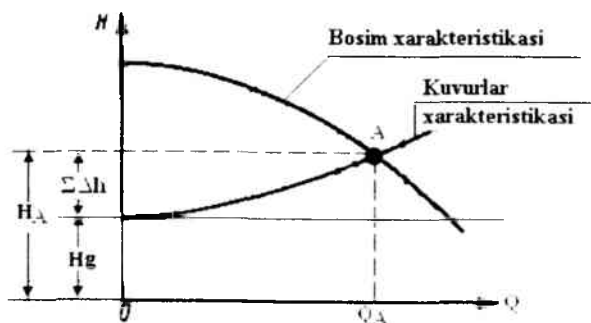
– quvurlar sistemasining bosim xarakteristikasi formulasi hosil bo‘ladi.

Formulalardagi: ξ – mahalliy 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.



13.1.1.4-1-rasm. quvurlar xarakteristikasi.

Suv sarfining har xil miqdorlarida, 7 formula bilan hisoblangan nuqtalar orqali o'tkazilgan egri chiziq, **quvurlar xarakteristikasi** deyiladi (13.1.1.4-1-rasm).



Rasm 13.1.1.4-2. 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 (13.1.1.4-2-rasm).

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

13.1.1.5. Nasoslar ishini boshqarish

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

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

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

Tartibga solishning ikki xil usuli bor:

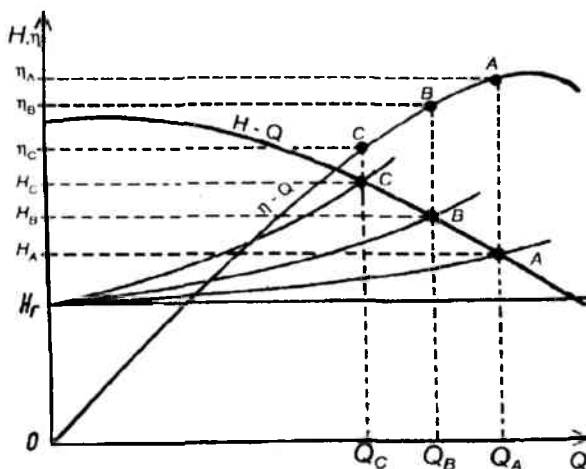
1. Son jihatidan – $n = \text{const}$. bo'lib, suyuqlik sarfi o'zgartiriladi.

2. Sifat jihatidan – aylanishlar soni, yoki ish g'ildiragining tashqi diametri o'zgartiriladi.

13.1.1.5.1. 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. 13.1.1.5.1-1- rasmda ko'rinib turibdiki, zadvijkani yopishni ko'paytirganimiz sari, qarshilik ko'payib borayapti va nasosning suv sarfi kamayib ketayapti, ya'ni



13.1.1.5.1-1-rasm. Zadvijka bekitilib borganda nasos xarakteristikalarini va quvurlar xarakteristikasining o'zgarishi.

$$N_S > N_V > N_A; \quad Q_A > Q_V > Q_S; \quad \eta_A > \eta_V > \eta_S; \quad (13.1.1.5.1-1)$$

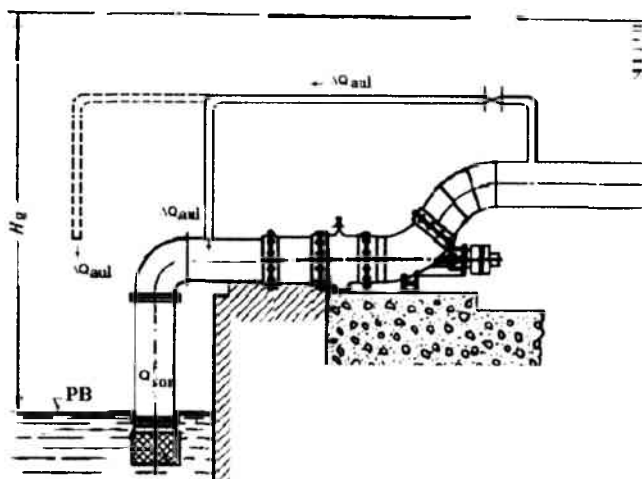
Bu usul juda oddiy, qo'shimcha asbob-uskunalar talab qilinmaydi, ammo nasosning F.I.K. juda kamayib ketadi. Bu usulni faqat markazdan qochma nasoslar uchun qo'llash mumkin, chunki bu nasoslarda, qarshiliklar ko'payib suv sarfi kamaygan sari, quvvat ham kamayib boradi. O'qiy nasoslarda esa, qarshilik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

kamayishi natijasida, quvvat oshib boradi va bu hodisa dvigatelning zo'riqishga olib keladi.

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

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

Bu usul qo'llanganda nasos ko'tarib berayotgan bir qism suv, bosim quvurga ulangan qo'shimcha quvurlar va undagi zadviykalar orqali so'rish quvuriga o'tkaziladi yoki suv manbasiga qayta tashlab yuboriladi (13.1.1.5.1-2).

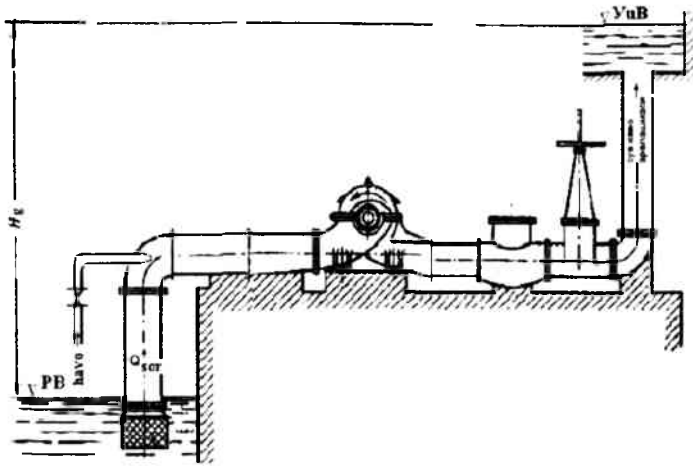


13.1.1.5.1-2-rasm. Ortiqcha suvni so'rish quvuri yoki pastki befga tashlab yuborish sxemasi.

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 kavitatsiya 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.**

Bu usul yuqoridagi usullarga qaraganda ancha qulayroq hamda, tejamliroqdir. Biroq so'rish trubasiga yuborilayotgan havo nasosda hosil bo'ladigan kavitatsiya xodisasini tezlashtirib yuborishi sababli, xavfliroqdir.



13.1.1.5.1-3-rasm. So'rish quvuriga havo yuborish orqali nasoslar ishini tartibga solish sxemasi.

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'mmlash 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.Son jixatidan – $n = const$. bo'lib, suyuqlik sarfi o'zgartiriladi.

2.Sifat jixatidan – aylanishlar soni, yoki ish g'ildiragining tushqi diametri ozgina o'zgartiriladi.

13.1.1.5.2. 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 tejimli 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'shimcha qarshilik kiritishi va uni reostat bilan o'zgartirib turish orqali.

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

Nasosning xarakteristikalarini yangi aylanishlar soniga qayta hisoblashda 52, 53, 54 va 55 – o'xshashlik formulalaridan foydalanamiz.

koordinata hoshi va "A" nuqtadan, $H = PQ^2$ parabola o'tkazamiz. Parabola nasos bosim xarakteristikasini "V" nuqtada kesib o'tadi. "V" nuqtadagi aylanishlar soni

ma'lum. "V" nuqtadagi aylangishlar soniga nisbatan "A" nuqtadagi yangi aylanishlar sonini quyidagi formulalar yordamida topamiz:

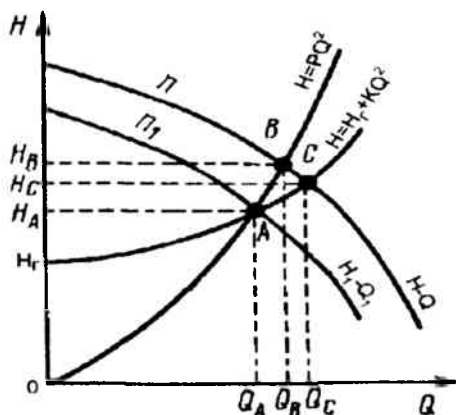
$$n_A = n_B \frac{Q_A}{Q_B} \quad \text{yoki} \quad n_A = n_B \sqrt{\frac{H_A}{H_B}} \quad (13.1.1.5.2-1)$$

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

$$Q_A = Q_B \frac{n_A}{n_B}; \quad H_A = H_B \left(\frac{n_A}{n_B} \right)^2; \quad \eta_A = \eta_B. \quad (13.1.1.5.2-2)$$

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

Masalan, n aylanishlar sonida nasosning ishchi nuqtasi, "S" 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.



13.1.1.5.2-1-rasm. Aylanishlar sonini o'zgartirish oslar ishini tartibga solish

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

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

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

$$\frac{D_A^{\text{kes}}}{D_B^{\text{ber}}} = \frac{Q_A^{\text{kes}}}{Q_B^{\text{ber}}} \quad \text{bundan,} \quad D_A^{\text{kes}} = D_B^{\text{ber}} \frac{Q_A^{\text{kes}}}{Q_B^{\text{ber}}}; \quad (13.1.1.5.2-3)$$

$$\frac{D_A^{\text{kes}}}{D_B^{\text{ber}}} = \sqrt{\frac{H_A^{\text{kes}}}{H_B^{\text{ber}}}} \quad \text{bundan,} \quad D_A^{\text{kes}} = D_B^{\text{ber}} \sqrt{\frac{H_A^{\text{kes}}}{H_B^{\text{ber}}}}. \quad (13.1.1.5.2-4)$$

Ish g'ildiragi diametrining qirqimi kattaligi,

$$\Delta D = D_V^{\text{ber}} - D_A^{\text{kes}} \quad (13.1.1.5.2-5)$$

Yo'l qo'yiladigan kesim kattaligi,

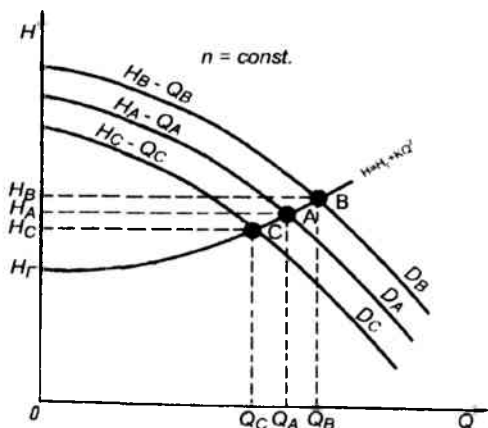
$$\Delta D \% = \frac{D_B^{\text{ber}} - D_A^{\text{kes}}}{D_A^{\text{kes}}} \cdot 100\% \quad \text{aniqlanadi.} \quad (13.1.1.5.2-6)$$

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.

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

Nasosning xarakteris-tikalarini yangi ish g'ildiragi diametriga qayta hisoblashda 3.48, 3.49, 3.50 va 3.51 – o'xshashlik formulala-ridan foydalanamiz.

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



13.1.1.5.2-2-rasm. Ish g'ildiragi diametrini kesish orqali nasoslar ishini tartibga solish grafigi

13.1.1.6. 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.

13.1.1.6.1. 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.

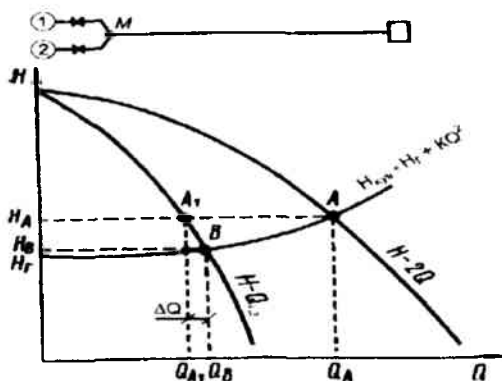
Parallel ishlayotgan nasoslarni xarakteristikalari odatda bir xil bo'lishi kerak. Lekin har xil xarakteristikali nasoslarni ham parallel ishlatish mumkin.

• **Bir xil xarakteristikali nasoslarning parallel ishlashi**

Bu holda, nasoslar-dan umumiy bosim quvu-rigacha bo'lgan masofa qisqa bo'lganligi sababli, ularda gidravlik qarshiliklar yo'q deb faraz qilamiz.

Umumiy bosim quvuriga qo'shiladigan 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.

$$Q_{quv} = Q_1 + Q_2 = 2Q.$$



13.1.1.6.1-1-rasm. Bir xil xarakteristikali nasoslarning parallel ishlashi.

Parallel ulashning asosiy shartlari:

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

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

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.

$$Q_{quv} = Q_1 + Q_2 < 2Q \quad \text{yoki} \quad Q_{quv} = (1,7 \dots 1,8)Q_{1,2}, \quad (13.1.1.6.1-1)$$

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'qotilgan bosim miqdorini, parallel ishlayotgan nasoslar soni kvadratiga ko'paytirish kerak.

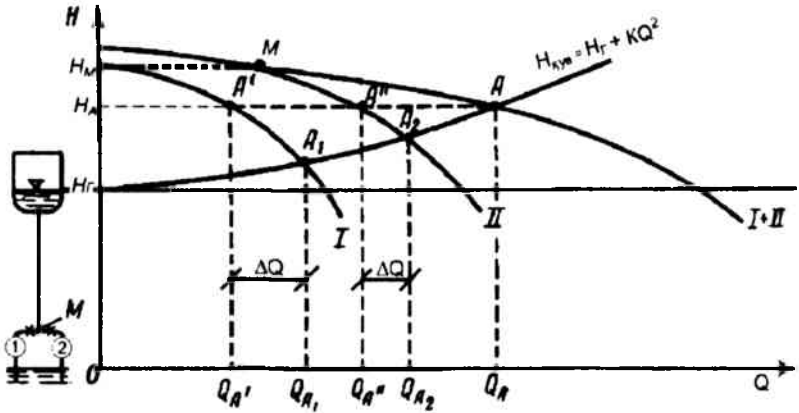
$$\Delta h_{nqi} = \Delta h_n \cdot i^2$$

(13.1.1.6.1-2)

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.



13.1.1.6.1-1-rasm. 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.

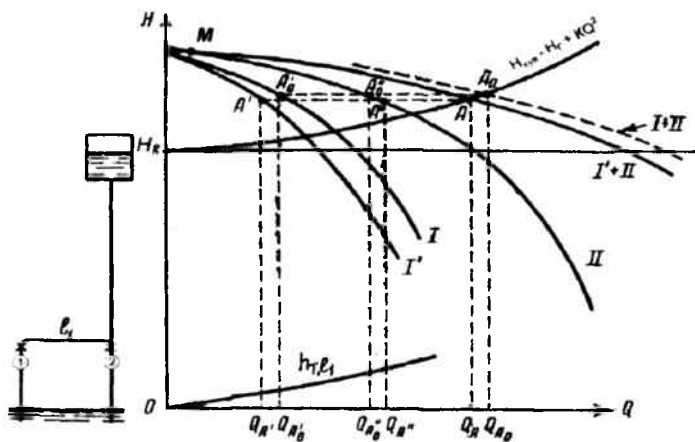
Ikkala nasos alohida ishlab uzatayotgan suv sarfi ular parallel ishlab umumiy bitta quvurga uzatayotgan suv sarfidan kattadir, ya'ni

$$Q_A = Q_{A^1} + Q_{A^2} < Q_{A_1} + Q_{A_2} \quad (13.1.1.6.1-3.)$$

Bu erda: Q_A - ikkala nasosning umumiy suv sarfi; Q_{A^1} ; Q_{A^2} - har bir nasosning umumiy quvurga uzatayotgan suv sarfi; Q_{A_1} ; Q_{A_2} - 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.



13.1.1.6.1-2-rasm. quvurlari uzunligi har xil bo'lgan nasoslarning parallel ishlashi.

Bu nasos agregatlari uchun, bosim xarakteristikasini quyidagicha ko'ramiz: uzun quvurli nasos uchun, yo'qotilgan bosimni hisoblaymiz va uni xarakteristikalar koordinatasiga chizamiz; so'ngra ikkala nasosning bosim xarakteristikalarini chizamiz. quvuri uzun bo'lgan nasosning bosim xarakteristikasidan, yo'qotilgan bosimni ayirib tashlaymiz va bu nasos uchun yangi bosim xarakteristikasini chizamiz. Hosil bo'lgan yangi bosim xarakteristikasi bilan, ikkinchi nasos bosim xarakteristikalari uchun parallel ishlash koidasiga asosan, umumiy bosim

xarakteristikasini chizamiz. quvurlar sistemasi xarakteristikasini chizamiz. Nasoslar uchun alohida – alohida va umumiy ish nuqtasini topamiz.

13.1.1.6.1-2 – rasmdagi belgilarning mazmuni:

$H-Q_I$ – yo'qotilgan bosim ajratib tashlangandan so'ng, birinchi nasosning bosim xarakteristikasi;

$H-Q_{II}$ – birinchi nasosning nazariy bosim xarakteristikasi;

$H-Q_{II}$ – ikkinchi nasosning nazariy bosim xarakteristikasi;

$H-Q'_{IqII}$ – 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.

13.1.1.6.2. 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 parabolasiga uzatilishi, **nasoslarni ketma – ket ulab** ishlatish deyiladi. Nasoslarni ketma – ket ulash, umumiy bosimni oshirish uchun qo'llaniladi.

Ketma – ket ulashning asosiy shartlari:

$$Q_{um} = Q_1 \neq Q_2 \neq \dots \neq Q_n$$
$$H_{um} = H_1 + H_2 + \dots + H_n$$

- **Bir xil xarakteristikali nasoslarni ketma–ket ulab ishlatish.**

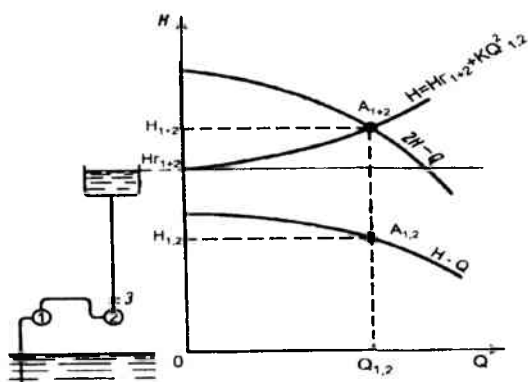
Ikkita ketma – ket ishlayotgan bir xil xarakteristikali nasoslarning umumiy bosim xarakteristikasini qurish uchun, bitta nasosning har bir suv sarfiga mos bosimni ikki barobar kupaytirish kerak. Ketma – ket ishlayotgan ikki nasosning ishchi nuqtasi, umumiy bosim xarakteristikasining quvurlar sistemasi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

Bir xil xarakteristikali nasoslarning ketma-ket ishlash shartlari:

- suv sarfi $Q_{um} = Q_1 = Q_2 = \dots = Q_n$

$$- \text{ bosimi } N_{\text{um}} = N_1 + N_2 + \dots + N_n = nN_1$$

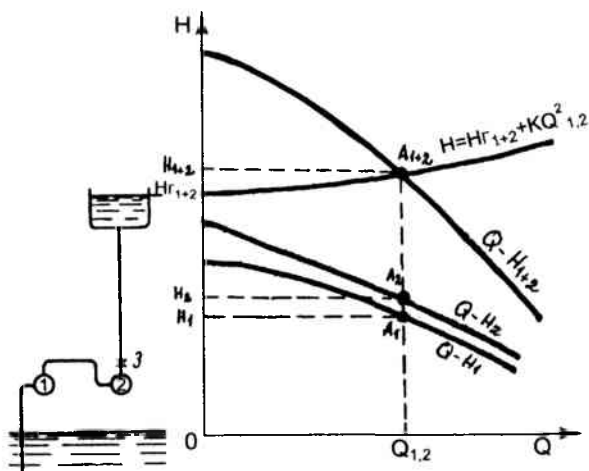
Bu erda: n – nasoslar soni.



Rasm 13.1.1.6.2-1. Bir xil xarakteristikali nasoslarning ketma-ket ishlashi

• **Har – 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‘lamish ularning umumiy bosim xarakteristikasini beradi.



13.1.1.6.2-2-rasm. Har xil xarakteristikali nasoslarning ketma-ket ishlashi.

Umumiy bosim xarakteristikasidan biror nuqtaga mos keladigan har bir nasosning bosimini topish uchun, umumiy ishchi nuqtasidan absissa o'qiga perpendikulyar tushiramiz. Nasoslarning bosim xarakteristikasi bilan perpendikulyar-ning kesishgan nuqtasidagi bosim har bir nasosning A nuqta-sidagi bosimni beradi.

Har xil xarakteristikali nasoslarning ketma – ket ishlash shartlari:

- suv sarfi $Q_{um} = Q_1 = Q_2 = \dots = Q_n$
- bosimi $N_{um} = N_1 + N_2 + \dots + N_n$

Nazorat savollari:

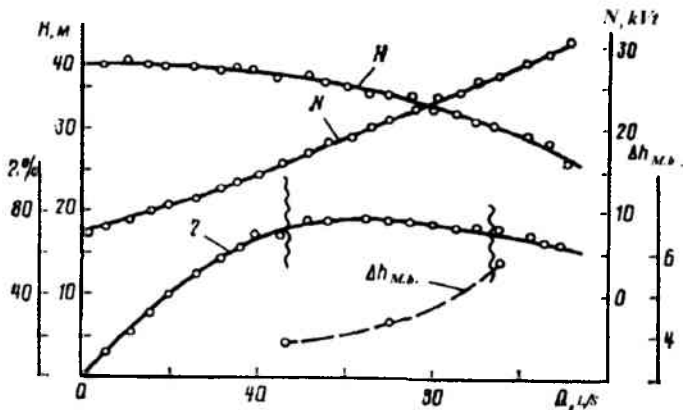
1. Nazariy bilan haqiqiy bosim xarakteristikali orasidagi farqni tushintiring.
2. Kurakli nasoslarni necha xil boshqarish turlari bor?
3. Nasoslarni ketma-ket ulash nima uchun kerak?
4. Nasoslarni parallel ulash sabablarini tushintiring
5. Nasosni tarmoqqa ishlagandagi xarakteristikasi qanday bo'ladi?
6. Ishchi nuqta deb nitmaga aytiladi?
7. Nasoslar ishini boshqarish turlari nechta?
8. Nasoslar ishini tartibga solish usullari nechta?
9. Nasos ishchi g'ildiragining tashqi diametri nima uchun qir qiladi?
10. Nasos uchun yo'naltiruvchi apparat nima uchun kerak?

13.1.1.7. 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 13.1.1.7-1).

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.



13.1.1.7-1-rasm. 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.

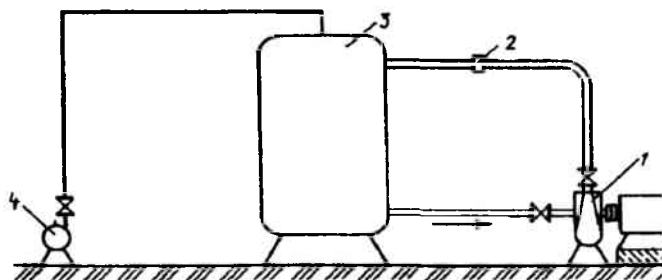
Ishonchlilikni aniqlash sinovlari. seriyali ishlab chiqarilgan birinchi nasos yoki alohida ishlab chiqarilgan nasoslar bilan ularning xaqiqiy ishonchlilik ko'rsatkichlarini olish uchun o'tkaziladi. Bu sinovlar, nasoslarda kapital ta'mirlash boshlanguncha yoki nasos ishlamay qolguncha davom ettiriladi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

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

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

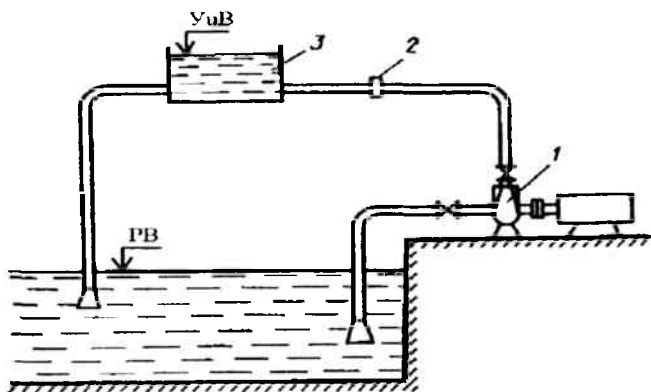
Sinovlar yopiq va ochiq sinov qurilmalarida o'tkazilishi mumkin (13.1.1.7-2. va 13.1.1.7-3-rasmlar). YOpiq sinov qurilmalari, kirishda bosimini tartibga solish mumkin bo'lgan, kichik va o'rtacha nasoslarni parametrik sinovlardan o'tkazishda qo'llaniladi. Nasosning kavitatsiya xarakteristikasini olishda, nasosga kirishdagi vakuum, vakuum-nasos bilan hosil qilinadi. Ochiq

turdagi sinov qurilmalari, har xil nasoslarni nazorat sinovidan o'tkazishda hamda, katta nasoslarni va kirishda bosimini tartibga solishni iloji bo'lmagan nasoslarni, parametrik sinovdan o'tkazishda qo'llaniladi.



13.1.1.7-2-rasm. YOpiq turdagi sinov qurilmasi: 1 – sinab ko'rilayotgan nasos; 2 – suv o'lchagich; 3 – vakuum baki; 4 – vakuum nasos.

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



13.1.1.7-3-rasm. Ochiq turdagi sinov qurilmasi: 1 – sinab ko'rilayotgan nasos; 2 – suv o'lchagich; 3 – bosimli bak.

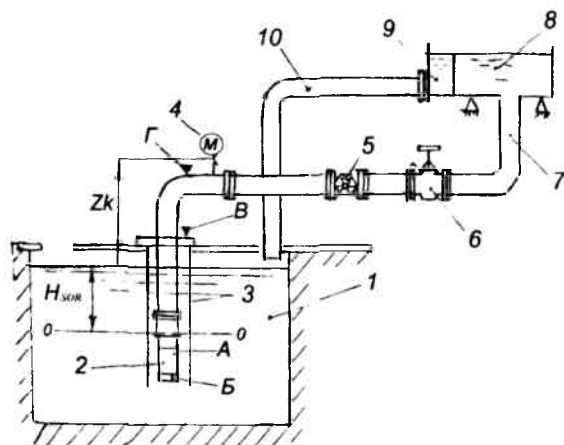
Bu holatda, drenaj quduqlarini jihozlash harajatlari hamda, energiya iste'moli kamayadi.

Yuqoridagilarga asosan, O'zbekiston Respublikasi qishlok va Suv xo'jaligi vazirligining qarori bilan, "Suvmash" zavodida, quduqlardan suv chiqarib beruvchi

past bosimli maxsus ESV10-160-15 markali elektronasos ishlab chiqarila boshladi. 1999 yili bunday nasoslarning dastlabki 10 donasi ishlab chiqarildi va ekspluatatsiya (dala) sinovlarini o'tkazish uchun ulardan 5 donasi Sirdaryo nasos stansiyalari energetika va aloqa boshqarmasiga, 5 donasi esa Fargona viloyati qishlok va Suv xo'jaligi boshqarmasiga berildi.

O'zbekiston Respublikasi qishlok va Suv xo'jaligi vazirligining topshirig'iga asosan, bu nasosning dastlabki nusxalari bilan, Toshkent irrigatsiya va melioratsiya institutida, uning ishonchligini aniqlash smovlari o'tkazildi. Bunday sinovlarning eng samarali turi, nazorat ostida ekspluatatsiya qilishdir, ya'm dala sharoitida va xaqiqiy dala tulik takrorlovchi laboratoriyadagi ochiq sinov qurilmasida - (Rasm 4.24.), normal ekspluatatsiya 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'rsatkichlarim pasportidagi ko'rsatkichlari bilan solishtirish natijasida, uning F.I.K. 13% ko'tarilganligi kuzatildi.



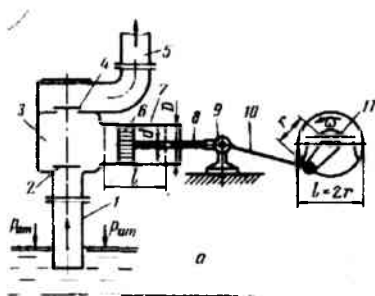
13.1.1.7-4-rasm. ESV nasoslarini sinovdan o'tkazuvchi ochiq turdagi sirkulyasiyal qurilmaning sxemasi: 1 – suv qabal kiluvchi bussey; 2 – nasos; 3 – qudukka kiydirilgan quvur; 4 – manometr; 5 – suv o'lchagich; 6 – zudvijka; 7 – bosimli quvur; 8 – bosimli bak; 9 – suv oqib tushadigan nov; 10 – suv tashlagich quvur; A va B – issiqlik datchiklari; V va G – titrash datchiklari.

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

14-BOB. HAJMIY NASOSLAR

14.1. Porshenli nasoslarning tuzilishi, turlari va ishlash tarsi

Hajmiy nasoslarda ishchi organi harakatlanishi natijasida ish bo'linmasining hajmi davriy ravishda o'zgarishi hisobiga biror hajmdagi suyuqlik so'riladi va potensial energiyasi orttirilib, uzatib beriladi. Bunga porshenli va plunjerli nasoslar misol bo'ladi (14.1-1-rasm). Valdagi aylanma harakat 11 krivoship va 10 shatun orqali to'g'ri chizikli harakatga keltirilib, dasta (shtok) 8 yordamida Mexanik harakat 6 porshenga uzatiladi va u 7 silindrda ilgariylanma-qaytarilma harakat qiladi. Porshen



14.1-1-rasm. Bir tomomonlama ishlovchi porshenli nasos tasviri:
1 va 5-so'rish va bosimli quvurlarlar.
4-so'rish va quvurli bosimli quvurlar-larni qopqolari; 3-ish bo'simi bo'lin-masi; 6-porshen; 7-silindir; 8-dastak;
9-polzun 10-shatun; 11-krivoship

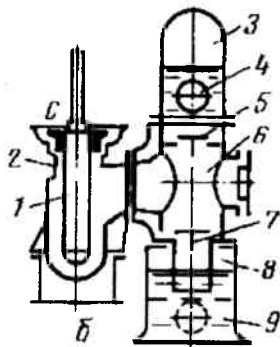
6 o'ng tomonga harakatlanganda ish bo'linmasi 3 va silindr 7 hajmlari kengayib, havo siyraklashadi (vakuum hosil bo'ladi). Bosimlar farqi hisobiga so'rish qopqog'i 2 ochilib, pastki sathdagi suyuqlik atmosfera bosimi ta'sirida ish bo'linmasi 3 ga ko'tariladi. Porshen 6 o'ng tomondan chapga harakatlanganda 7 silindrda bosim ortadi, so'rish qopqog'i 2 berkilib, bosimli qopqog'i 4 ochiladi va 3 ish bo'linmasidan ma'lum hajmdagi suyuqlik bosimli quvur 5 ga

uzatiladi. Plunjerli nasoslarning ishlash tarzi ham porshenli nasoslarga o'xshash bo'ladi (14.1-2-rasm), lekin 2 ish bo'linmasining salmik o'rnatiladigan zichlash qismiga ishqalangan holda silindrsimon plunjer 2 harakat qiladi. Plunjerli nasoslarda plunjer silindrga ishqalanmaydi. Bu nasoslarni ishlatish ancha qulay,

chunki ularda porshen halqalari qo'llashni va ularni almashtirishning zaruriyati yo'q, hamda silindr yuzasiga notekis ishlov berilgan hollarda ham yaxshi ishlashi mumkin. 14.1-1 va 14.1-2-rasmlarda keltirilgan nasoslar bir tomonlama ishlovchi nasoslar hisoblanadi. Bir tomonlama ishlovchi nasoslarda porshenni ikkilangan harakatida (borib-kelishida) $W=S \cdot L$ -hajmdagi suyuqlik so'riladi va uzatiladi (S -porshenni kesim yuzasi; $L=2r$ -porshenni yo'li), r -krivoship-shatun mexanizmi radiusi).

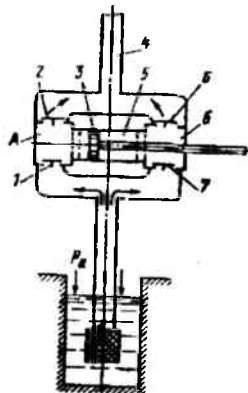
Ishchi organi porshen yoki plunjerni ikkilangan harakatida ya'ni o'ng va chap tomonga harakatlanganda suyuqlik ikki marta so'rilib, ikki marta siqib chiqarilsa, nasos ikki tomonlama ishlovchi deyiladi (6.3-rasm).

Porshen 5 ning o'nga harakatida so'rish 1 va bosimli 6 qopqoqlar ochiladi ya'ni 1 qopqoq orqali suyuqlik so'riladi va 6 qopqoq orqali bosimli quvur 4 ga $W_1=(S-S_{sh}) \cdot L$ hajmdagi suyuqlik kuzatiladi (S_{sh} -porshen dastasining kesim yuzasi). Porshenning chapga harakatida 7 so'rish qopqog'i ochilib, suyuqlik so'riladi va 2 bosimli qopqoq orqali bosimli quvurga $W_2=S \cdot L$ hajmdagi suyuqlik uzatiladi.



14.1-2-rasm. Bir tomonlama ishlovchi plunjerni nasos tasviri:

1-plunjerni; 2-silindr; 3-so'rish va bosimli havo qalpoqlari; 4- bosimli quvur; 5- so'rish va bosimli havo qalpoqlari; 6-ish bo'kinmasi; 8-so'rish havo bo'linmasi

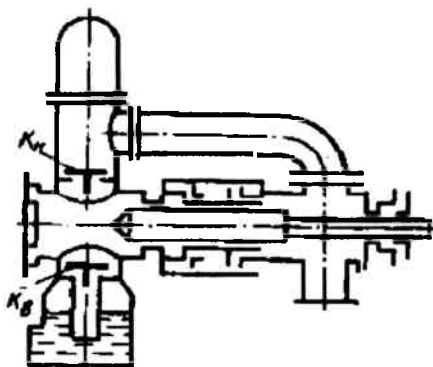


14.1-3-rasm. Ikki tomonlama ishlovchi plunjerni nasos tasviri:

A va B ish bo'kinmatari; 1 va 7- so'rish qalpoqlari; 2 va 6- bosimli qalpoqlar; 3-porshen; 4- bosimli quvur; 5- silindr.

Demak, bunday nasos porshenning ikkilangan harakatida $W=W_1+W_2=(2\cdot S-S_{sh})\cdot L$ hajmdagi suyuqlikni uzatib beradi ya'ni bir tomonlama ishlovchi nasosga nisbatan ko'proq miqdorda suyuqlik uzatadi va suyuqlik oqimi uzilishini kamaytiradigan holatda ishlaydi.

Oqimdagi uzilishlar sonini va inersiya kuchlariga sarflanadigan energiya yo'qolishlarini kamaytirish uchun differensial ishlovchi porshenli nasoslar ishlab chiqarilgan (14.1-4-rasm).



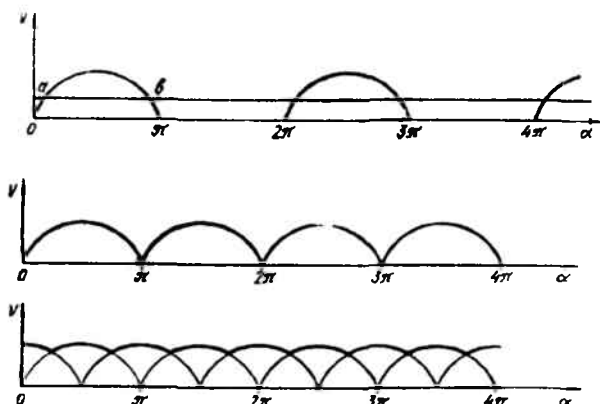
14.1-4-rasm. Differensial ishlovchi plunjerli nasos tasviri

Plunjerni o'ng tomonga harakatida K_n qopqog yopilib, suyuqlik K_v so'rish qopqog'i orqali silindrga so'riladi, lekin plunjer orqa tomonidagi $W_1=(S-S_{sh})\cdot L$ hajmdagi suyuqlik bosimli quvurga siqib chiqariladi. Plunjerni chap tomonga harakatida K_v so'rish qopqog'i yopilib, K_n bosimli qopqog ochiladi va bosimli quvurga $W_2=S_{sh}\cdot L$ hajmdagi suyuqli kuzatiladi, qolgan miqdori plunjer orqasidagi bo'linmaga joylashadi. Plunjerni ikkilangan harakatida uzatilgan suyuqlik hajmi bir tomonlama ishlovchi nasos uzatish miqdoriga teng bo'ladi ya'ni $W=(W_1+ W_2) = S\cdot L$. Demak, differensial nasos bir tomonlama ishlovchi nasosga nisbatan ancha tekis suyuqlik uzatadi.

Suyuqlikni notekis so'rilishi va uzatilishini, hamda mersiya kuchlarini kamaytirish maqsadida ko'p (ikki, uch, to'rt) silindrli nasoslar qo'llaniladi, hamda havo qalpoqlaridan foydalaniladi (6.2-rasm). So'rish havo qalpog'i 1/3 qismi siyraklashgan havo va 2/3 qismiga suv to'ldirilib, so'rish qopqog'i tagiga

o'rnatiladi. Bosimli havo qalpog'i bosimli qopqoq ustiga joylashtirilib, qisilgan havo umumiy hajmining 2/3 qismini tashkil etadi.

Porshenli nasoslarning suyuqlik kuzatish grafiklari sinusoida shakllarida bo'lib (14.1-5-rasm), ikki va uch porshenli nasoslarning suyuqlik uzatishi bir porshenli nasosga nisbatan ancha tekis bo'ladi.



14.1-5-rasm. Porshenli nasoslarning suyuqlik uzatish grafiklari: a-bir tomonlama ishlovchi bir porshenli nasos uchun; b-ikki porshenli nasos uchun; v-uch porshenli nasos uchun

14.1.2. Porshenli nasolarning asosiy ish ko'rsatkichlari

Porshenli nasoslarning suyuqlik uzatishi kichik va bosimi yuqori bo'ladi ya'ni $Q=0,01 \dots 250 \text{ m}^3/\text{soat}$ va $H=0,25 \dots 250 \text{ m Pa}$ ($N=2,5 \dots 2500 \text{ kg/sm}^2$) chegaralarda ishlab chiqariladi.

Bir tomonlama va differensial ishlovchi bir porshenli nasoslarning sekundiga nazariy suyuqlik uzatishini (m^3/s) quyidagi formula bilan topiladi:

$$Q_n = \frac{L S n}{60} \quad (14.1.2-1)$$

Bu erda n-porshenning bir minutdagi ikkilangan harakatlari soni yoki krivoshipning aylanish chastotasi, ay/min;

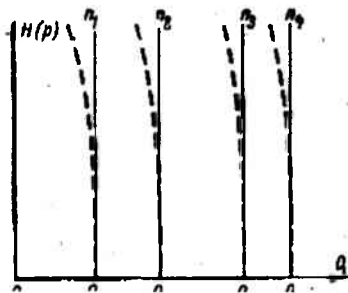
Nasosning haqiqiy suyuqlik uzatishi Q nazariy Q_n qiymatidan kam bo'ladi. Chunki bir qism suyuqlik porshen va silindr orasidagi va salnikdagi tirqishlardan, so'rish va bosimli qopqoqlardan katta bosim tomondan kichik bosimli tomonga

sirqib o'tadi. Bu sirqishlar hajmiy FIK η_{haj} bilan hisobga olinadi. U holda nasosning haqiqiy suyuqlik uzatishi quyidagicha aniqlanadi:

$$Q = \eta_{haj} Q_t. \quad (14.1.2-2)$$

Ikki tomonlama ishlovchi bir porshenli nasosning sekundiga suyuqlik uzatishi (m^3/s):

$$Q = \frac{\eta_{nos} (2S - S_w) \cdot L \cdot n}{60} \quad (14.1.2-3)$$



14.1.2-1-rasm. Porshenli nasosni nazariy haqiqiy bosim xarakteristikalar:

$(n_1, n_2, n_3, n_4, n_5)$ o'zgarmas aylanish chastotalari)

Ko'p porshenli nasoslarning suyuqlik uzatishi porshenlar soni i marta ko'p bo'ladi ya'ni 3 porshenli nasoslarda yuqoridagi (2) va (3) formulalar uchga ko'paytiriladi. Porshenli va plunjerli nasoslarning hajmiy FIK detallari sifatli

tayyorlangan hollarda $\eta_{nos} = 0,85 \dots 0,9$ ga teng bo'ladi. Porshenning kesim yuzasi ($S = 0,25 \cdot \pi \cdot D^2$) uning diametri D ga bog'liq bo'lganligi uchun L/D nisbatning turli

qiymatlarida bir xil Q suyuqlik uzatishini olish mumkin. Diametr D ni kattalashtirib, L ni kamaytirilsa, nasosni uzunligi qisqaradi, ammporshenga va uzatish mexanizmlariga bosim ortganligi sababli ularni o'lchamlari kattalashadi. Diametr D kichraytirilib, uzunligi L orttirilsa, uzatish mexanizmi detallari engillashadi. Lekin uzayishi hisobiga inersiya kuchlari ortib ketadi. Amaliyotda L/D nisbatni $0,8 \dots 2$ chegarada qabul qilinadi.

Porshenli va plunjerli nasoslarning bosimi yuqorida keltirilgan (8) formula bilan aniqlanadi. Nazariy jihatdan porshenli nasosning suyuqlik uzatishi Q bosimi N ga bog'liq emas. Demak, aylanish chatsotasi n o'zgarmas holda berilgan o'lchamdagi nasosning suyuqlik uzatishi har qanday bosim qiymatlarida o'zgarmaydi. Shuning uchun $Q-N$ koordinat sistemasida $N=f(Q)$ xarakteristika ordinata o'qiga parallel chiziq shaklida bo'ladi (14.1.2-1-rasm). Agar aylanish chastotasi n_1 ni n_2 ga o'zgartirilsa, uning suyuqlik uzatishi proporsional holda ortadi va $N=f(Q)$ xarakteristikasi ham o'zgaradi.

Bosim ortishi bilan hajmiy FIK kamayishi hisobiga nasosning haqiqiy $N=f(Q)$ xarakteristikasi nazariy xarakteristikasiga nisbatan biroz qiya holda ifodalandi (14.1.2-1-rasmda punktir chiziqlar).

Porshenli nasoslarda suyuqlik uzatishining o'zgarmas qiymatida bosimi cheksiz miqdorga intiladi va bosimning qiymati dvigatelning quvvati va detallarning mustahkamligiga bog'liq bo'ladi.

Porshenli nasoslarning foydali va valdagi quvvati qiymatlari, hamda FIK yuqorida keltirilgan (1.24), (1.25) va (1.26) formulalar bilan topiladi.

Nasosning to'la FIK

$$\eta = \eta_G \cdot \eta_x \cdot \eta_{mex} = 0,65 \dots 0,85 \quad (14.1.2-4)$$

Gidravlik FIK
$$\eta_r = \frac{H}{H_i} \quad (14.1.2-5)$$

Hajmiy FIK
$$\eta_{hajm} = \frac{Q}{Q_t} \quad (14.1.2-6)$$

Mexanik FIK
$$\eta_{mex} = \frac{N_i}{N} \quad (14.1.2-7)$$

Bu erda Q va Q_t – nasosning haqiqiy va nazariy suyuqlik uzatishi; N va N_i – haqiqiy va indikator bosimi, indikator bosim tajriha o'tkazib, tuziladigan indikator diagrammadan olinadi. N va N_i – nasosning valdagi va indikator quvvati.

Indikator quvvat quyidagi formula bilan topiladi:

$$N_i = 9,81QH_i \quad (14.1.2-8)$$

Nasosning gidravlik, hajmiy va mexanik FIKlari qiymatlarini (14.1.2-4) formulaga qo'yilsa, (1.26) formula kelib chiqadi ya'ni

$$\eta = \frac{Q}{Q_t} \cdot \frac{H}{H_i} \cdot \frac{N_i}{N} = \frac{9,81QH}{N} \cdot \frac{N_i}{9,81QH_i} = \frac{9,81QH}{N}$$

Porshenli nasosning geometrik so'rish balandligini quyidagicha aniqlanadi:

$$h_s = H_s - h_{buk} - \frac{20000}{\gamma} \Sigma h_{so} - h_w; \quad (14.1.2-9)$$

Bu erda N_s – pastki suv sathidagi bosim; h_{buk} – to'yingan suyuqlik bug'lari bosimi; 20000 N/m^2 – porshenning suyuqlikdan uzilmasligini ta'minlovchi zahira bosim; γ – suyuqlikning solishtirma og'irligi (suv uchun $\gamma=9806 \text{ N/m}^3$); Σh_{so} – so'rish

tizimidagi bosim isroflari; h_T - suyuqlikning notekis so'rilishi nersiyasi ta'sirida bosimni pasayishi.

Inersion bosimni quyidagi formula bilan topiladi [44].

$$h_n = \frac{1,2n^2 L^2 \Pi^2 \cdot l_T}{1800d^4} \left(1 - \frac{x}{r}\right); \quad (14.1.2-10)$$

Bu erda n -krivoshning aylanish chastotasi, ay/min; L -porshen yo'li, m; D -porshenni diametri, m; d -so'rish quvuri diametri, m; l_T -so'rish quvuri uzunligi, m; r -krivoship radiusi, m; x -krivoshipni burilish burchagiga to'g'ri keluvchi porshenning yo'li, m.

YUqoridagi (10) tenglamadan h_n ni maksimal qiymati porshenning harakati boshlanishida bo'lishi ko'rinib turibdi. So'rish havo qalpog'i o'rnatilgan nasoslarda suyuqlikning tekis harakati ta'minlanib, so'rish balandligi qiymati katta bo'ladi. Porshenli nasoslar quvurlaridagi qulfaklar berkitilib ishlatilmaydi yoki qulfak umuman o'rnatilmaydi. Chunki qulfak qisman to'silganda suyuqlik haydashi o'zgar olmaydi, lekin bosim va talab etiladigan quvvat keskin ortadi. Porshenli nasoslarni ishga solishdan avval suv to'ldirilmasdan yurgizish mumkin. O'z navbatida porshenli nasoslar quyidagi kamchiliklarga ega:

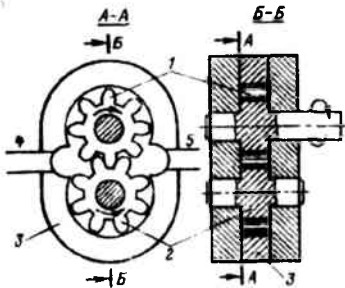
- 1) suyuqlik uzatishi miqdori yuqori emas;
- 2) o'lchamlari va og'irligi katta, hamda narxi qimmat,
- 3) nasosni o'rnatishda keng joy va katta poydevor zarurligi,
- 4) tez eyiladigan detallari (qopqoqlari) borligi;
- 5) harakatni murakkab uzatma orqali olishi va xizmat ko'rsatishni qiyinlashuvi;
- 6) suyuqlikning notekis uzatishi.

Oxirgi 50...60 yilichida sug'orish va quritish tizimlarida, aholi suv ta'minoti, kanalizatsiya va boshqa sohalarda porshenli nasoslar o'rniga yuqoridagi kamchiliklardan holi bo'lgan markazdan qochma va o'qiy nasoslar qo'llanilmoqda.

14.1.3. Rotorli nasoslar

Hajmiy rotorli nasoslar sanoatda va transportda keng qo'llanadi. Ular tuzilishi bo'yicha xilma-xil turda ishlab chiqarilib, katta o'lchamdagi dvigatellar, kompressorlar, nasoslar, hamda mashina-mexanizmlarning moylash va boshqarish tizimlarida ishlatiladi.

Ishchi organi aylanma yoki aylanma-ilgarilanma harakatlanishi natijasida



14.1.3-1-*р-см. Тшлш насос тасвирш: 1-етакловчш шестерня; 2-эргашувчш шестерня; 3-қобшқ (статор); 4 ва 5-сурушш ва босшмшлш қувурларш*

suyuqlikni siqib chiqaruvchi hajmiy nasoslar rotorli nasoslar guruhiga kiradi. Rotorli nasoslar uch qismdan iborat bo'ladi: stator (qo'zg'almas qobiq), rotor va siquvchi.

Tuzilishi bo'yicha rotorli hajmiy nasoslarni quyidagi guruhlarga bo'linadi: tishli, vintli, aksial-porshenli, radial-porshenli, plastinkali va shlangli. Rotorli nasoslarda suyuqlik uzluksiz uzatilganligi sababli so'rish va bosimli qopqoqlar, o'rnatishga ehtiyoj bo'lmaydi va yuqori aylanish chastotasida ishlatish mumkin.

Tishli nasoslar. Tishli nasoslarning tuzilishi sodda bo'lib, ikkita ishchi elementi 1 va 2 shesternyalardan iborat bo'ladi (6.8-rasm). Shesternyalar qobiqqa oz o'lchamdagi tirqish bilan joylashtiriladi.

Shesternyalardan biri etaklovchi, ikkinchi ergashuvchi bo'lib, ular aylanganda 4 quvurdan kelayotgan suyuqlik tishlari orasidagi chuqurchalarda katta tezlikda olib ketilib, tishlar o'zaro birikkan holatda 5 bosimli quvurga siqib chiqariladi. Tishli nasos suyuqlik uzatishi quyidagi formula bilan topiladi:

$$Q = \eta_r \frac{2\pi [m \cdot v \cdot n]}{60} \quad (14.1.3-1)$$

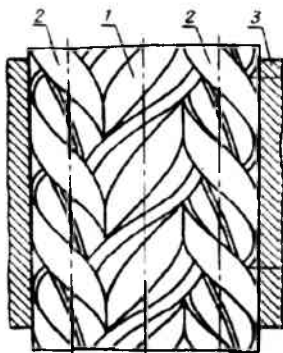
Bu erda η_r – hajmiy FIK (0,8...0,9); D-etaklovchi shesternyaning boshlang'ich aylanasi diametri; m-tishlashish moduli, $m=D/Z$; Z-tishlar somi; v-shestrenyani eni; n-valning aylanish chastotasi

Tishli nasoslar yopishqoqli yuqori suyuqliklarni uzatishda qo'llanilib, suyuqlik uzatishi $Q=0,22...144 \text{ m}^3/\text{coat}$ va bosimi $N=40...250 \text{ m}$ chegaralarda ishlab chiqariladi.

Vintli nasoslar. Vintli nasoslarning ishchi element vintlar bo'lib, vintning aylanishida vint oralig'idagi chuqurchalarda suyuqlik harakatlanadi (6.9-rasm). Asosan bir, ikki va uch vintli nasoslar ishlab chiqariladi. Uch vintli nasosning suyuqlik uzatishi quyidagicha aniqlanadi:

$$Q = \eta_v \frac{3\pi n t (D^3 - d^3)}{16} \quad (14.1.3-2)$$

Bu erda η_v —hajmiy FIK; t-vint qadami, D-o'rtadagi vintning boshlang'ich diametri; d-o'rtadagi vintning chuqurchasi aylanasi diametri, n-aylanish chastotasi.



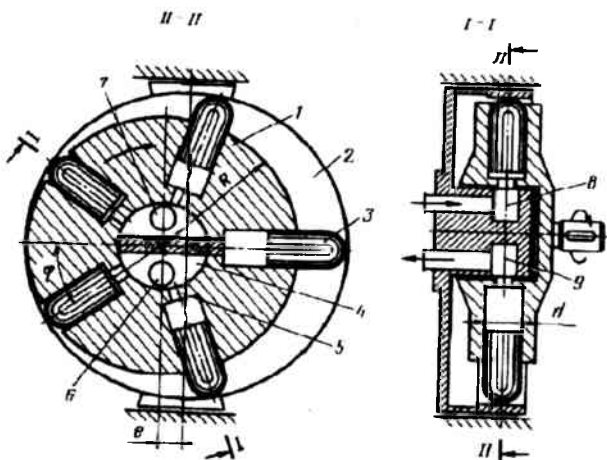
14.1.3-2-rasm. Uch vintli 3 V nasos tasviri:
1-etaklovchi vint, 2-ergashuvchi vint, 3-stator

14.1.3-1-rasmida uch vintli nasos ko'rsatilgan. O'rtadagi 1 etaklovchi vint va ikkita 2 ergashuvchi vintlari bor bo'lib, ular 3 statorichiga joylashtirilgan. Vintli nasoslarning suyuqlik uzatishi tekis, shovqinsiz va suyuqlikni aralashtirmay ishlashi, engil va FIK yuqoriligi bilan ajralib turadi. Ular suyuqlikni kuzatishi $Q=0,3...800 \text{ m}^3/\text{coat}$, bosimi $N=50...2500 \text{ m}$ ($5...250 \text{ kg/sm}^2$) chegaralarda ishlab chiqarilib, FIK 60...80 % ga teng bo'ladi. Vintli nasoslar asosan moylash suyuqliklarning uzatishda qo'llaniladi.

Radial-porshenli nasoslarda porshenlar silindrlarda radius yo'nalishida ilgarilanma-qaytarilma harakatlanganligi uchun radial-porshenli deb nomlangan (14.1.3-3-rasm). Bu nasoslarda 1 rotor 2 statorga nisbatan essentrik joylashtiriladi.

Rotorda bir nechta silindrlar teshilib, ularda 3 porshenlar ilgarilanma-qaytarilma harakatlanadi. Rotorning aylanma harakatida 3 porshenlarning sfera shaklidagi boshchasi 2 statorichki yuzasiga sirpanib aylanadi. Rotor qo'zg'almas taqsimlovchi valga o'rnatilgan bo'lib, uning o'rtasida 7 so'rish va 6 uzatish teshikchalari teshilgan hamda ular 8 va 9 bo'linmalar bilan bog'langan. Silindr tagidagi 5 teshikchalar davriy ravishda 8 va 9 bo'linmalar bilan bog'lanib turadi. YUqoridagi 8 bo'linma bilan bog'langan silindrlardagi porshenlar o'qdan radiusga harakatlanadi va so'rish jarayoni yuz beradi. O'rtadagi zichlash devorchasidan pastga o'tganda porshenlar o'q tomonga harakatlanib, suyuqlik 9 bo'linmaga siqib chiqariladi.

Radial-porshenli nasoslarda porshenlar soni toq (5,7 yoki 9 ta) qabul qilinadi. Eksentrisitete qiymatini o'zgartirib, suyuqlik uzatishi rostlanadi. Sanoatda bosimi $N=5000 \text{ kg/sm}^2$ ($N=500 \text{ mPa}$), aylamsh chastotasi $n=160\dots242 \text{ ay/s}$ va FIK 0,7...0,9 ga teng bo'lgan rostlanmaydigan va rostlanadigan radial-porshenli nasoslar ishlab chiqarilgan.

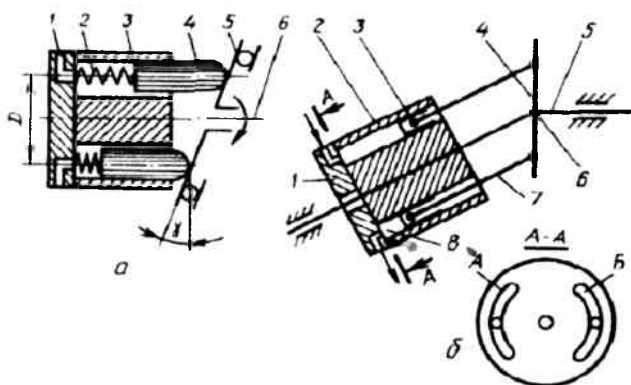


14.1.3-3-rasm. Radial-porshenli nasos tasviri: 1-rotor; 2-stator; 3-porshenlar; 4-qo'zg'almas val; 5-teshikchalar; 6 va 7-bosimli va so'rish kamallari; 8 va 9-so'rish va bosimli bo'linmalar

Aksial-porshenli nasoslar ixcham, massasi engil va aylanish chastotasini tez o'zgartirish imkoniyatiga ega ekanligi bilan ajralib turadi. Shuning uchun ular rostlanadigan va rostlanmaydigan nasoslarning, yuqori aniqlikda ishlovchi mashina va mexanizmlarning gidro uzatmalarida gidromotorlar sifatida keng qo'llaniladi.

Eng oddiy aksial-porshenli nasos qiya gardishli bo'lib, 6.11.a-rasmda tasvirlangan. Val 6 yordami 3 silindrlar joylashgan rotor aylanadi. Silindrlardagi porshenlar prujinalar 2 bilan 5 gardish yuzasiga tiralgan holda ilgariqlanmay-qaytarilma harakat qiladi.

Qiyagardish valning o'qiga γ burchak ostida o'rnatilgan bo'lib, harakatlanmaydi. Rotorning yon tomoni harakatlanmaydigan 1 taqsimlovchi moslamaga tiralgan holda sirpanib aylanadi. YOn tomondagi taqsimlovchining ikkita A va B o'roqsimon shakldagi darchasi bo'lib (6.11,b-rasm), ulardan biri so'rish va ikkinchisi bosimli qismlariga ulanadi. Silindrlarning ish bo'linmasi o'roqsimon darchalar bilan 8 tesbikcha orqali bog'lanadi. Bu nasoslarda porshen boshchasini gardish yuzasiga tiraladigan joylarida katta ishqalanish kuchi hosil bo'lganligi sababli gardishning mexanik FIK past bo'ladi. Shu sababli gardishning qiyaligi $\gamma=15...18^\circ$ qabul qilinadi.

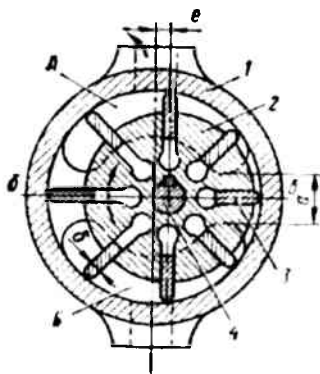


14.1.3-4-rasm. Aksial-porshenli nasos tasviri. a-qiya gardishli: 1-taqsimlash moslamasi; 2-prujina; 3-rotor; 4-porshen; 5-gardish; 6-val; b-qiya rotorli: 1-taqsimlash moslamasi; 2-rotor; 3-porshen; 4-aylanuvchi qiya gardish; 5-val; 6-sharnir; 7-shatun; 8-teshikcha

Aksial-porshenli rotorli nasosning yanada mukammal tuzilmasi 6.11,b-rasmda berilgan. Ushbu nasosda rotor 2 qiya holda joylashtirilgan bo'lib, 4 gardish 5 val bilan birga aylanadi, harakatni 4 gardishdan 2 rotor va 7 shatunlarga uzatish 6 sharnirlar orqali amalga oshiriladi.

Plastinkali nasos eng sodd tuzilishdagi rotorli hajmiy nasos hisoblanadi (14.1.3-5-rasm). Nasosning 2 rotori 4 valga o'rnatilib, 1 statorga eksentrik

joylashtirilgan. Rotorning o'yilmalariga 3 plastinkalar o'rnatiladi. Nasos yon qopqog'ida ikkita yoysimon A va B darchalar bo'lib, ular nasosning kirishi va chiqish qismlari bog'langan. O'rtadagi to'suvchi devorni eni ikkita plastinkalar orasidagi masofadan kichik bo'lishi zarur. Rotorni soat millari bo'yicha aylanishida b-b chiziqdan pastda joylashgan plastinkalar markazdan qochma kuch ta'sirida radius bo'yicha harakatlanadi va ish bo'linmasi hajmi kengayishi natijasida B darchada havo siyraklashib, suyuqlik so'riladi. Plastinkalarni b-b chiziqning yuqori qismiga o'tishi bilan ular orasidagi hajm qisqarishi hisobiga suyuqlik yoysimon A darcha orqali chiqish tomoniga siqib chiqariladi. Plastinkali nasoslar gidrouzatma tizimlarida, hamda vakuum hosil qilish texnikalarida ishlatiladi.

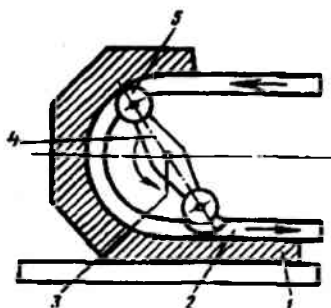


14.1.3-5-rasm. Plastinkali nasos tasviri:
1-stator; 2-rotor; 3-plastinka; 4-val

Shlangli nasoslarning suyuqlik uzatishi

$Q=0,0005 \dots 0,002 \text{ m}^3/\text{s}$ va bosimi $N=3 \dots 5 \text{ m}$ ($0,03 \dots 0,05 \text{ mPa}$) ga teng bo'ladi. 6.13-rasmda shlangli nasosning ish tarzi ko'rsatilgan. Valning aylanishida 5 juvozlar 2 shlangni bosadi va siqib horib, suyuqlikni so'rish tomonidan bosimli tomoniga o'tkazadi. Bu nasoslarda porshenli nasoslarga o'xshashi suyuqlik bo'lak-

bo'laklab uzatiladi. Shlangli nasoslar qurilishda sement va ohak qorishmalarini uzatishda qo'llanadi.



14.1.3-6-rasm. Шлангли насос
tasviri: 1-насос қобиғи; 2-шланг;
3-подшипник; 4-даста; 5-жувоз;

Nazorat savollari

1. Porshenli nasoslar qaysi nasoslar guruhiga kiradi?
2. Porshenli nasoslarni ishlash tarzi qanday bo'ladi?
3. Rotorli nasos qanday suyuqliklarni uzatishga mo'ljallangan?
4. Qaysi turdagi hajmiy nasoslarda so'rish va bosimli qopqoqlari o'rnatiladi?
5. Ikki tomonlama va differensial ishlovchi porshenli nasoslarning ishlash tarzini tushuntirib bering.
6. Porshenli va plunjerli nasoslarda havo qalpoqlari qanday vazifani bajaradi?
7. Porshenli nasoslarda inersiya kuchlarini kamaytirish qanday usullar bilan amalga oshiriladi?
8. Porshenli nasosning geometrik so'rish balandligi qanday aniqlanadi?
9. Porshenli nasosning nazariy va haqiqiy bosim xarakteristikasi qanday shaklda bo'ladi?
10. Radial va aksial porshenli rotorli nasoslarning ishlash tarzini tushuntirib bering.
11. Tishli va vintli rotorli nasoslarning suyuqlik uzatishi qanday amalga oshiriladi?
12. Shlangli nasoslar qanday suyuqliklarni uzatishga qo'llaniladi?

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. В постановление Президента Республики Узбекистан от 02.05.2017 г. N ПП-2947 "О программе по дальнейшему развитию гидроэнергетики на 2017-2021 ГОДЫ"

2. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президентининг лавозимига киришиш тантанали маросимида бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқи. –Т.: "Ўзбекистон" НМИУ, 2016. – 56 б.

3. Ўзбекистон Республкасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида. - Т.: 2017 йил 7 февраль, ПФ-4947-сонли Фармони.

4. Мухаммадиев М.М., Низамов О.Х. Гидротурбиналар./Ўқув қўлланма, ТошДТУ, Тошкент, 2006.

5. Справочник конструктора гидротурбин. /Под. Ред. Н.Н.Ковалева. -Л.: Машиностроение, 1971.

6. Васильев Ю.С., Саморуков И.С., Хлебников С.Н. Основы энергетическое оборудование гидроэлектростанций./Учеб. Пособие, Санкт-Петербург, изд. СПбГТУ. 2002.

7. A. A. Irajpoor, Planning and Design of Hydro Electric Power Project. LAP Lambert Academic Publishing, United States, 2012, ISBN: 978-3-659-10723-8

8. Использование водной энергии./ Под. ред. Ю.С.Васильева. М. Энергоатомиздат, 1995.

9. Латипов К.Ш. Гидравлика, гидромашиналар, гидроюритмалар. Тошкент.: «Ўқитувчи», 1992 йил, 336 б.

10. Гидроэнергетическое и вспомогательное оборудование гидроэлектростанций. /Под. Ред. Ю.С.Васильева, и Д.С.Щавелева. М. Энергоатомиздат, 1988. Т. 1 и 2.

11. Hermann-Josef Wagner, Jyotirmay Mathur. Introduction to Hydro Energy Systems: Basics, Technology and Operation, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2011, ISBN 978-3-642-20708-2

12. Мухаммадиев М.М., Низамов О.Х. ва бошқалар. Гидромашиналар, Ўқув қўлланма, Тошкент-2009

13. Кривченко Г.И. Гидравлические машины.-М.; Энергия, 1983 г.

14. R. Quentin Grafton, Karen Hussey. Water Resources Planning and Management. Cambridge University Press, United Kingdom, Cambridge, 2011.

15. Мухаммадиев М.М., Урисhev В.У. Гидроэнергетик қурилмалар. Darslik. - Toshkent: "Fan va texnologiya", 2013.

16. Справочник конструктора гидротурбин. /Под ред. Н.Н.Ковалева. - Л.: Машиностроение, 1971

17. Мухаммадиев М.М. Гидроэнергетик қурилмалари. /ўқув қўлланма. ТошДТУ. 2007

18. Mamajonov M. Nasoslar va nasos stantsiyalari. Darslik. – Toshkent: "Fan va texnologiya", 2013.

19. Кривченко Г.И. Гидравлические машины. Трубины и насосы. Учебн. для студентов гидротех. специальностей. М. "Энергия". 2001, 320 с. (Открытая русская электронная библиотека. ГПНТБ, Россия).

20. «В Узбекистане принята программа развития гидроэнергетики», Uzdaily.uz, Ноябрь 23, 2015, <http://www.uzdaily.uz/articles-id-26999.htm>.

21. Gidroturbinalar va gidroelektrostansiyalar/Nizamov O.X.- Kurs loyihasi uslubiy ko'rsatma. T.: TDTU-2016.

22. Muxammadiev M.M., Mamajonov M., Muxammedov A.K., Uralov B.R., Majidov T.SH., Nizamov O.X., Badalov A.S. Gidromashinalar. TIMI, Toshkent, 2008, 193 v.

23. Nizamov O.X. Gidroelektrostansiyalar O'quv qo'llanma. –T.: Vnesh Inves Prom, 2014.

24. Павлов С.Я. О преподавании курса "Мелиоративные насосные станции". Моск.Гос.Унив.природообустр., Научные труды: "Вопросы

повышения качества образования..." Сб. матер. 3 межвузов. научно-техн. конфр. -М.: 2001, - 210 с.

25. <http://www.gudraulic.ru>.

26. <http://www.ges.ru>

27. <http://www.nasos.ru>

28. <http://www.allpumping.ru>

MUDARIJA

	Kirish	3
1-bob	Gidromashinalar.....	9
1-1.	Gidravlik turbinalar.....	9
1.1-1.	Turbinaning asosiy kattaliklarini tansifi.....	9
1.2.	GES sxemasi va unda naporni xosil qilish, turbinakarning asosni parametrlari.....	12
1.2.1	GES sxemasi va unda naporni xosil qilish.....	12
1.3.	Radial –o‘li turbinaning konstruktiv tuzilishi (Djeumis Frensis) tubinasi).....	17
1.4.	Burama kurakli o‘qiy turbina.....	20
1.5.	Diagonal burama kurakli turbinalar.....	23
1.6.	Cho‘michli turbina.....	24
1.7.	Cho‘michli turbinaning konstruktiv shakli.....	20
2-bob	Reaktiv turbinalar uo‘naltiruvchi apparatida suv oqimining shakillanishi.....	30
2.	Turbinaning ishchi jarayonining asosiy nazariyasi.....	30
2.1.	Turbina ishchi g‘ildirakdan o‘tayogan suyuqlikning harakati....	30
2.2.	Burama kurakli turbinaning ishchi g‘ildiragiga suyuqlikning kirish va chiqishidagi tezlik uchburchaklari.....	36
2.3.	Turbinaning asosiy energetik tenglamasi va uning quvvatini boshqarish jarayoni.....	37
2.3.1.	Turbinaning asosiy tenglamasi.....	37
2.4.	Cho‘michli turbinalar va ularda energiyani yo‘qolishi.....	39
2.4.1.	Cho‘michli turbinaning ishchi jarayomni ahamiyati.....	39
2.5.	Cho‘michli turbinaning konstruktiv sxemasi.....	41
3-bob	Turbinani modellashtirish asoslari. O‘xshashlik shartlari.....	42
3.1.	Turbinaning modellashtirish asoslari.....	42
3.1.1.	Umumiy ko‘rsatma.....	42
3.2.	Modellashtirish va o‘xshashlik asoslari.....	43
3.3.	O‘xshash turbinalarning o‘xshash tartihda ishlashi va formulalari.....	44
3.4.	Turbinaning keltirilgan parametrlari.....	46
3.5.	Radial o‘kli turbinaning ishchi g‘ildiragining tezyurarlik koefitsienti.....	48
4-bob	Turbina kameralari va ular to‘g‘risida ma‘lumotlar.....	53
4.1.	Turbina kameralari va ularni konstruksiyalari.....	53
4.2.	Betonli va metalli turbina kameralari.....	57
4.3.	Nasos –Turbinalar uchun spiral kameralar Turbina ctatori Yo‘naltiruvchi apparati.....	67
5-bob	So‘rish quvurlari va ularning vazifalari.....	70
5.1	So‘rish quvurlari.....	70

5.2.	So'rish quvurlarining ishchi jarayonlari.....	76
5.3.	Kavitatsiya	80
5.3.1.	Kavitatsiyani yuzaga kelishi.....	80
5.4.	Kavitatsiya koeffitsienti va yo'l qo'yilgan so'rish balandligi	85
6-bob	Turbina xarakteristikalari.....	91
6-1.	Xarakteristikalar turi.....	91
6.2.	Turbinani energetik va kavitatsiya stendida sinash.....	96
6.2.1.	Modelni sinashda turbina xarakteristikani aniqlash.....	96
6.3.	Burama kurakli turbinaning xarakteristikasini qurish.....	100
6.4.	Turbinani modeldan haqiqiy sharoitga o'tkazishda parametrlarni qaytadan hisoblash.....	104
6.5.	Turbinaning ishchi xarakteristikasi.....	108
6.6.	O'qiy va radial-o'qli turbinalarning bosh universal xarakteristikalari.....	110
6.7.	Universal xarakteristika buyicha turbina parametrlarini tanlash.	117
7-bob	Nasos-turbina parametrlarini tanlash.....	118
8-bob	Turbina turini tanlash.....	124
8.1.	Reaktiv turbinalarni nomenklaturasi.....	124
8.2.	Turbinaning massa ko'rsatkichlari.....	130
8.3.	Reaktiv turbinalarni keltirilgan kattaliklar yordamida tanlash.....	132
8.3.1.	Umuniy ko'rsatma.....	132
8.4.	Gidroelektrostansiyaning parallel ishlayotgan turbinalar xarakteristikasini qo'shish.....	140
9-bob	Gidroagregat va ularning kompanovkalari. Vertikal va gorizontal agregatlar.....	144
9.1.	Vertikal turbinaning yo'naltiruvchi podshibniklari.....	148
9.2.	Gidoturbina vallari.....	154
9.3.	Vallar konstruksiyasi.....	155
10-bob	Nasoslar va nasos qurilmalari.....	160
10.1.	Suv xo'jaligida mashinali suv ko'tarishning ahamiyati.....	160
10.1.1.	Nasoslar. Nasoslar tasnifi.....	163
10.1.2.	Nasos dvigateli, agregati, nasos qurilmasi, nasos stansiyasi va mashinali suv ko'tarish gidrotexnik uzeli tushunchasi.....	164
10.1.3.	Nasoslarning qo'llanish sohalari.....	165
10.1.4.	Nasoslarning energetik ko'rsatkichlari.....	166
10.1.5.	Nasosning to'la bosimini aniqlash.....	169
10.1.6.	Geometrik, keltirilgan va vakuometrik so'rish balandligi.....	171
10.1.7.	Nasosning haydash balandligi.....	174
10.1.8.	Keltirilgan haydash balandligi.....	175
10.1.9.	Nasoslarni markalash – tamg'lash.....	176
11-bob	Parrakli nasoslar.....	179
11.1.	Parrakli nasoslar konstruksiyasi.....	179
11.1.1	Parrakli nasoslar klassifikatsiyasi.....	179

11.1.2.	Markazdan qochma nasoslar.....	179
11.1.3.	Konsolli markazdan qochma nasoslar.....	180
11.1.3.1.	Ishchi g'ildiragiga ikki tomondan suyuqlik kiruvchi markazdan qochma nasoslar.....	183
11.1.4.	Ko'p bosqichli markazdan qochma seksiyali nasoslar.....	185
11.1.5.	Fekal, qum va loyqa so'ruvchi markazdan qochma nasoslar.....	188
11.1.5.1.	Fekal nasoslari.....	188
11.1.5.2.	Qum nasoslari.....	189
11.1.5.3.	Loyqa nasoslari (Tuproq so'ruvchilar).....	189
11.1.5.4.	Suyuqlikka botirib ishlatiladigan markazdan qochma monoblok nasoslar.....	191
11.5.5.	Kuduqli markazdan qochma nasoslar.....	192
11.5.6.	Transmission valli quduqli nasoslar.....	193
11.1.5.7.	Elektrodvigateli suvga cho'ktiriladigan quduqli nasoslar.....	197
11.1.5.8.	Yirik markazdan qochma vertikal nasoslar.....	201
11.1.5.9.	O'qiy nasoslar.....	203
11.1.5.9.1	Parraklari qo'zg'almas o'qiy nasoslar.....	207
11.1.5.9.2	Parraklari buraladigan o'qiy nasoslar.....	208
11.1.5.9.3	Cho'ktiriladigan monoblokli o'qiy nasoslar.....	210
11.1.5.9.	Diagonal nasoslar.....	212
3.1.		
12- bob	Parrakli nasoslar nazariyasi.....	215
12.1.	Markazdan kochma nasosni ishlashi.....	215
12.1.1	Bosimli quvurdagi zadvijkaning yopiq holatida markazdan qochma nasosning ishlashi.....	215
12.1.1.2.	Bosimli quvurdagi zadvijkaning ochiq holatida markazdan qochma nasosning ishlashi.....	216
12.1.1.3.	Markazdan qochma nasos ish g'ildiragiga suvning zarbsiz kirish va chiqish shartlari.....	218
12.1.1.4.	Markazdan qochma nasosning asosiy tenglamasi va nazariy bosimi.....	221
12.1.1.4.1	Markazdan qochma nasoslar ish g'ildiragi parraklarini o'rnatish burchagining bosimiga ta'siri.....	225
12.1.1.5.	Markazdan qochma nasoslarning ish g'ildiragiga tushadigan o'qiy yuklanishlar va o'qiy zo'riqishlarni kamaytiruvchi qurilmalar.....	227
12.1.1.6.	O'qiy nasoslarning qisqacha nazariyasi.....	228

12.1.1.7.	Nasosning nusxalashtirish va o'xshashlik qonunlari.....	231
12.1.1.7.1	O'xshashlik formulalari.....	234
12.1.1.8.	Tez yurish koeffitsienti yoki solishtirma aylanishlar soni	236
12.1.1.9.	Parrakli nasoslarda kavitatsiya. Nasoslarning o'rnatish sathini aniklash.....	239
12.1.1.10.	Chegaralangan so'rish balandligi.....	241
13- bob	Parrakli nasoslar xarakteristikasi Nasoslarni quvurlar bilan birgalikda ishlashi.....	242
13.1.	Nasoslar xarakteristikasi.....	242
13.1.1.	Markazdan qochma nasoslarning xarakteristikalari.....	242
13.1.1.2.	O'qiy nasoslarning xarakteristikalari.....	246
13.1.1.3.	Nazariy va xaqiqiy bosim xarakteristikalari.....	247
13.1.1.4.	Nasoslarni quvurlar bilan birgalikda ishlashi.....	248
13.1.1.4.1	Ishchi nuqta va ishchi oraliq.....	249
13.1.1.5.	Nasoslar ishini boshqarish.....	250
13.1.1.5.1	Nasos qurilmasining ishini sifat jihatidan tartibga solish.....	251
2.		
13.1.1.5.2	Nasos qurilmasining ishini son jihatidan tartibga solish.....	254
13.1.1.6.	Nasoslarning birgalikda ishlashi.....	256
13.1.1.6.1	Nasoslarning parallel ishlashi.....	256
13.1.1.6.2	Nasoslarning ketma—ket ishlashi.....	260
13.1.1.7.	Nasoslarni sinash.....	262
14- bob	Hajmiy nasoslar.....	267
14.1.	Porshenli nasoslarning tuzilishi, turlari va ishlash tarzi.....	267
14.1.2.	Porshenli nasoslarning asosiy ish ko'rsatkichlari.....	270
14.1.3.	Rotorli nasoslar.....	274
	Adabiyotlar ro'yxati.....	280

Bosishga ruxsat etildi: 20.09.2019y. Bichimi 60x84 1/16.
«Times New Roman» garniturasida.
Shartli bosma tabog'i 17,8. Adadi 50 nusxa.
«AKTIV PRINT» MЧЖ bosmaxonasida chop etildi.
Manzil: Toshkent sh, Chilonzor-25, Lutfiy ko'chasi, 1A-uy.