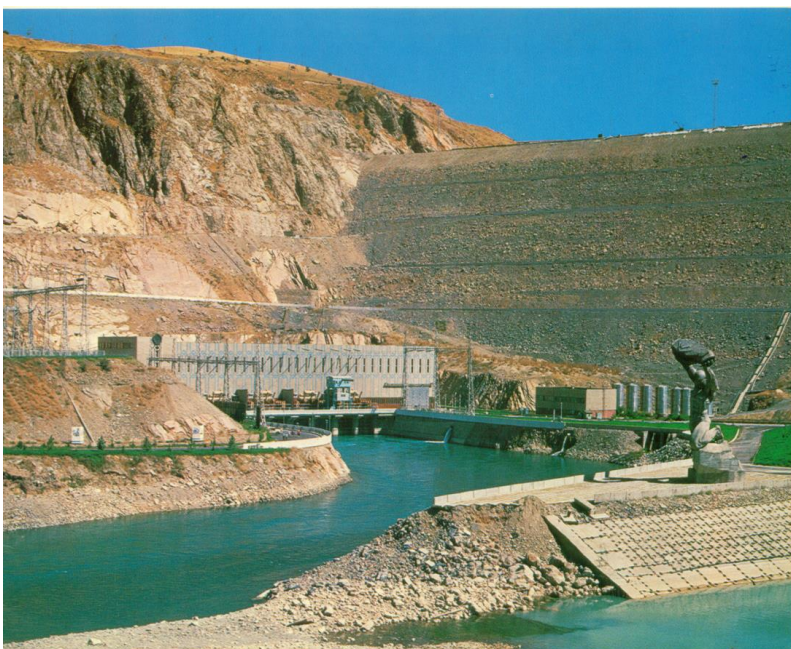


**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA
O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI**

**ISLOM KARIMOV NOMLI TOSHKENT
DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

**GIDROELEKTRSTANSIYALARI
KURS LOYIHASI
USLUBIY KO‘RSATMAJAP**



Toshkent- 2021

Mualliflar: Nizamov O.X., Shadibekova F.T.
«Gidroelektrstansiyalar» fanidan kurs loyihasi
uslubiy ko‘rsatmalari. Toshkent, ToshDTU,
2021 y. 100 b.

Ushbu kurs loyiha ko‘rsatmasi 5311100 – Gidroenergetika yo‘nalishi ta’lim bo‘yicha olayotgan bakalavriat talabalariga, shuningdek malakaviy ish bitiruvchilariga mo‘ljallangan bo‘lib, davlat standarti asosida tayyorlangan. Unda «Gidroelektrstansiyalar» fanidan olingan nazariy bilimlar asosida amalda gidroelektrstansiyalarni loyihalash uchun kerak bo‘ladigan asosiy va yordamchi jihozlarni, ya’ni radial-o‘qli va o‘qiy turbinalarni, gidrogeneratorlarni hisoblash va tanlash, agregat valining, spiral kamerasini parmetrlarini hisoblash, ishchi va har xil xarakteristikalarini qurish, gidroelektrstansiyalarni loyihalashda mashina zali binosini va agregatni yig‘ish maydonchasini tavsiya qilingan o‘lchamlar asosida qurish to‘g‘risida ma’lumotlar berilgan.

«Gidroelektrstansiyalar» fanini o‘rganieotgan va loyilash masalalari bilan shug‘ullanayotgan o‘quvchilar ham foydalanishi mumkin.

I.Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti ilmiy-uslubiy kengashi qaroriga binoan nashir qilinmoqda.

Taqrizchilar:

**Xamdamov B. - «Gidroenergetika va gidravlika»
kafedra dotsent, t.f.n.**

**Tashxodjayev A. - TAQI «Gidrotexnik
inshootlar zamini va
poydevori» kaf. mudiri, dotsent,
t.f.n.**

KIRISH

Qadimdan odamzod daryolardan energetik manba sifatida foydalanishga e'tibor berib kelgan. Bu energiyadan foydalanish uchun odamlar suv g'ildiraklarini yasashni o'rganishdi, bu g'ildiraklar oqar suv kuchidan foydalanib harakatga keltirilgan.

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

Gidroenergoresurslardan foydalanishning yangi imkoniyatlarini yaratishda XIX asrda gidroturbinalar ixtiro qilindi. Elektr mashinalar ixtiro qilinishi va uni uzoq masofalarga uzatish uslublari imkoni yaratilishi bilan gidroelektrostansiyalarda (GES) suv energiyasini elektr energiyasiga aylantirish yo'li o'rganila boshlandi va ular hozirgi kunda rivojlanib ketdi.

GESlarda qo'llaniladigan gidromashinalar turkumiga gidroturbinalar kirib, ular ishlash jarayoniga qarab ikki sinfga bo'linadi:

a) aktiv, unda oqimning faqat kinetik energiya foydalaniladi, suv ishchi g'ildirakka oqim ko'rinishda yuboriladi ;

b) reaktiv, kinetik energiyani hamda potensial energiyani boshqa turga aylantiradi, ishchi g'ildirak suyuqlik oqimining ichida bo'ladi.

Reaktiv turbinalar ishchi g'ildirakdan suv oqimining harakat qilishiga qarab tizimlarga bo'linadi. Har bir tizim asosiy qo'shimcha ko'rinishlari bilan xarakterlanadi.

Reaktiv turbinalarning asosiy ko'rinishlariga qarab uchta tizimi farqlanadi; o'qiy, diagonal va radial-o'qli.

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

a) vertikal propellerli va burama-kurakli;

b) gorizontall kapsulali.

Radial-o'qli tizimining farqlanishi esa quyidagicha:

a) vertikal;

b) gorizontall.

Har bir tizim bir necha tur (seriya) tizimini o'z ichiga oladi, ular suv o'tkazuvchi qismining geometrik o'xshashligi va bir xil nisbiy gidravlik yo'qotish bilan xarakterlanadi.

Aktiv turbinalarga jahon gidroenergetikasida faqat bitta tizim qoʻllaniladigan choʻmichli turbinalar kiradi.

Gidravlik turbinalarning asosiy elementlariga: ishchi gʻildirak, yoʻnaltiruvchi apparat, suvni olib keluvchi va olib ketuvchi qurilmalar, ishchi gʻildirak kamerasi, ishchi gʻildirakni generator rotori bilan birlashtiruvchi turbina vali kiradi.

Tanlangan turbina turi va unga xizmat qiluvchi spiral kamera, soʻrish quvuri va tok manbasini yaratuvchi gidrogenerator hamda hisoblar asosida olingan boshqa jihozlar yordamida GES binosini loyiha qilishda suv tashlagich inshootidan oʻtadigan suv sarfiga qarab, stansiya binosining suv osti qismining konstruktiv tuzilishi aniqlanadi.

Stansiya binosi mashina zali, gidroagregat konstruksiyasi hamda montaj maydonchasi parametrlari asosida quriladi.

GES binosining birdan-bir tabiiy faktorlarining biriga napor va uni hosil qilish usuli kiradi.

Napor hosil qilish boʻyicha GESlar toʻgʻonli va derevatsiyali boʻladi. Foydalanadigan naporga qarab toʻgʻonli gidroelektrstansiyalar quyidagilarga boʻlinadi [1]:

- $N \leq 30$ m (ba'zida 40 metrgacha) past naporli bo'lsa, o'zanli GES;

- $N=30-150$ m naporli bo'lsa, to'g'on orti o'rta GES;

- $N > 150$ m bo'lsa, to'g'on orti katta naporli GES bo'ladi.

Derevatsiyali sxemadagi qurilmalarning o'rtacha naporlisining natori 30-300 m.gacha bo'lib, yuqori naporlisining natori 300 metrdan yuqori bo'ladi.

Oxirgi vaqtlarda to'g'onli – derevatsiyali (aralash) sxemalar ishlatilib, daryo o'zani baland to'g'on bilan to'siladi.

GES binosining turi naporning ta'sir qilish xarakteriga qarab quyidagi uchta asosiy turga bo'linadi:

1.to'g'onli sxemaga:

a) O'zanli GES - stansiya binosi to'g'on bilan inshoot tarkibiga kirib, yuqori befdagi suvning gidrostatik ta'siri ostida bo'ladi.

b) Agar stansiya binosi to'g'ondan keyin joylashsa, u to'g'on orti GES deyiladi va suv bosimi ta'sirida bo'lmaydi; suv naporli quvurlar orqali betonli to'g'onning ichidan yoki ustidan, tuproqli to'g'on bo'lsa, uning ostidan yoki to'g'onni chetlab o'tgan tunnellar orqali keltiriladi.

2. Derevatsiya GES sxemasida to‘g‘on balandligi uncha katta bo‘lmasdan suv daryodan derevatsiya kanal (tunnel) orqali stansiya binosiga uzatiladi, hosil bo‘lgan napor daryo bilan derevatsiya hisobiga bo‘ladi.

3. To‘g‘onli-derevatsiyali sxemada, oldingi ikkita sxemaning qulay xususiyatidan foydalaniladi, ya‘ni suv ombori bo‘lib, to‘g‘onning pastki tomonida daryoning og‘ishidan hosil bo‘lgan suv energiyasidan foydalanish mumkin.

Bu uslubiy ko‘rsatmada talaba gidravlik mashinalarning sinfini va tizimini, gidroelektrostansiyalar turini bilishi va ularning ishlash prinsipi va konstruksiyasi bo‘yicha farqlashni, spiral kameralari, so‘rish quvurlari va val parmetrlarini hisoblash, ishchi va turbinaning ekspluatatsiya xarakteristikalarini qurish uslublari bilishi kerak va h.k.

Ushbu kurs loyihasi uslubiy qo‘llanmasida, bir-biriga bog‘liq bo‘lgan kompleks masalalarni yechish, bakalavr-talabalarning o‘quv jarayonida olgan nazariy bilimlarini amaliyotda GES binosini loyiha qilishdagi asosiy bosqichlarini o‘zlashtirishga tadbiiq qilish maqsad qilib qo‘yilgan.

«Gidromashinalar va gidroelektrostansiyalar» fani bo‘yicha tuzilgan ushbu kurs loyihasining

uslubiy qo‘llanmasi davlat standartiga mos ravishda 5310100 – Energetika (gidroenergetika) yo‘nalishida ta‘lim olayotgan bakalavrlarni tayyorlash uchun tuzilgan.

1. GIDROTURBINA VA GIDROELEKTROSTANSIYANI LOYIHALASH BOSQICHLARI

- 1) Gidroturbina parametrlarini: H_{\max} , H_{\min} , N , D_1 , Q'_1 , n_{si} , η_t , n_s , 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 H_s ni hisoblash
- 5) Yo‘naltiruvchi apparat kurakchalari ochilish kattaligani hisoblash.
- 6) Metall spiral kamerani hisoblash
- 7) Gidroturbina valini hisoblash
- 8) Berilgan napor asosida gidroelektrstansiya binosi va to‘g‘on turini tanlash;
- 9) Gidroturbina suv o‘tkazgichini hisoblash;
- 10) So‘rish quvurini hisoblash,
- 11) Gidrogeneratorning asosiy parametrlarini aniqlash;
- a) Zontli tipdagi gidrogeneratorning asosiy

- o'lcamlarini hisoblash;
- b) O'sma gidrogeneratorning asosiy o'lcamlarini hisoblash;
- 12) O'rnatilgan ishchi – g'ildirak balandlik belgisini aniqlash;
- 13) GES binosining kompanovkasi, montaj va ta'mirlash ishlari.

2. KURS LOYIHASINING TARKIBI VA TUZILISHI

Kurs loyihasi tushuntirish xatidan tashkil topib, u quyidagilarni o'z ichiga oladi::

- titul varag'i;
- mundarija;
- kirish so'zi;
- kurs loyihani bajarish uchun topshiriq (variant asosida);
- tekst qismi;
- ilovalar;
- foydalangan adabiyotlar ro'yxati.

Kurs loyihasining hisoblash-yozuv qismi

- Umumiy qism;
- Hisobiy qism;
- Xulosa.

Loyihaning tushuntirish xati va grafik-hisoblash qismi yuqorida ko‘rsatilgan tartibda A-4 formatli oq qozg‘ozda sharikli ruchka bilan rasmiylashtiriladi yoki kompyuterda bajariladi.

Gidroenergetik inshootini loyihalash murakkabligiga qarab rahbar tomonidan tekst qismining hajmi belgilanadi.

Tushuntirish xatining tuzilishi

Kurs loyihasining tushuntirish xatida tanlab olingan variantni hisoblar va xulosalar bilan kerakli asoslab, foydalanilgan adabiyotlarni ko‘rsatish talab qilinadi.

Grafik qismining tuzilishi

A-4 formatli millimetr qog‘ozda esa spiral kamera, H_{\max} , H_{\min} va H_h naporlarga bog‘liq bo‘lgan $\eta=f(N)$, $N=f(Q'_1)$, $\eta=f(H)$, $a_o=f(N)$, $H_S=f(N)$ va $\sigma=f(N)$ xarakteristikalar hamda $N=f(N)$ ekspluatatsiya xarakteristikasi qalamda yoki kompyuterda bajariladi.

GES binosining chizmasi A-1 formatli vatmanga (yoki millimetr qog‘ozga) uchta proyeksiyada bajariladi, ya’ni vertikal, gorizontaal va profil ko‘rinishda, A-4 formatda esa millimetr

qog‘ozga: generator, so‘rish quvuri va yuk ko‘taruvchi-tashuvchi mexanizmni qalamda yoki kompyuterda bajariladi. Chizma ustidagi yozuvlar standart chizma harflar bilan bajariladi.

3. HISOBLAR TARTIBI

3.1. Gidroturbina parametrlarini:

$H_{\max}, H_{\min}, N, D_1, Q'_1, n_{si}, \eta_t, n_S, H_S$ aniqlash va H_{\max} napor asosida gidroturbina turini tanlash

Har bir talaba 1-jadvalning variantlari asosida H_{\max}, H_{\min} , bo‘yicha gidroturbinaning turi, quvvati va boshqa kattaliklarni aniqlaydi.

1) Gidroturbina turini tanlash uchun quyidagi H_{\max}, H_{\min} , parametrlar aniqlanadi:

$$H_{\max} = \nabla YUB_{\max} - \nabla PB_{\min} - h_w ;$$

$$H_{\min} = \nabla YUB_{\min} - \nabla PB_{\max} - h_w .$$

1-jadval

Var i- ant- lar	∇ YUB_{\max} , m	∇ YUB_{\min} , m	∇ PB_{mi} n, m	H_h , m	∇ PB_{\max} , m	h_w , m	∇_P B m	Q , m^3/s	L , M
1	580	575	505	70	511	0.6	495	40	80
2	608	600	500	102	504	1.0	493	50	120
3	460	452	420	33	424	0.5	412	45	45

4	590	583	547	37	550	0.8	542	50	50
5	720	714	695	20	698	0.5	688	30	25
6	830	826	770	54	778	0.7	820	50	65
7	350	347	238	105	247	1.2	233	70	120
8	540	534	491	44	497	0.4	485	40	55

1-jadval davomi

9	960	955	855	100	865	1.1	850	65	115
10	840	836	775	61	780	0.6	769	50	72
11	750	744	687	57	694	0.6	680	45	65
12	770	766	703	63	710	0.7	695	55	73
13	490	484	386	98	396	1.0	379	65	113
14	560	550	532	24	530	0.4	525	50	32
15	670	666	601	63	608	0.6	595	45	74
16	700	694	636	58	642	0.5	630	50	68
17	1000	996	845	148	856	1.3	838	60	160
18	1100	1093	992	104	996	1.0	985	70	120
19	950	945	910	35	915	0.5	902	40	45
20	1050	1046	982	63	988	0.6	975	55	72
21	1200	1193	1130	65	1136	0.7	112 3	52	75
22	1250	1245	1212	33	1220	0.4	120 6	35	43
23	1300	1293	1110	184	1115	1.4	110 4	74	215
24	1350	1343	1314	32	1319	0.4	130 7	25	42
25	1240	1230	1208	28	1210	0.4	120 1	25	36
26	1150	1143	1050	94	1053	0.9	104 3	64	112
27	920	924	902	15	906	0.4	895	30	-
28	830	824	786	39	792	0.5	778	35	48
29	710	705	669	37	673	0.5	661	35	46
30	820	818	794	22	800	0.4	788	25	27
31	580	575	503	70	513	0.6	420	45	85
32	608	600	500	102	504	1.0	560	53	117
33	460	455	417		420	0.5	355	48	48

				39					
34	590	583	547	37	553	0.8	500	57	45
35	720	714	610	105	614	1,2	700	78	120
36	830	826	770	54	778	0.7	720	54	64
37	350	347	238	105	247	1.2	210	76	122
38	540	534	491	44	497	0.4	430	48	53
39	960	955	855	100	865	1.1	850	67	120
40	840	836	775	61	780	0.6	582	56	70
41	750	744	687	57	694	0.6	590	48	65
42	770	766	703	63	710	0.7	650	58	70
43	490	484	386	98	396	1.0	380	69	108
44	580	570	523	53	522	0.4	500	59	62
45	670	666	601	63	608	0.6	590	49	71
46	700	694	636	58	642	0.5	580	55	67
47	1000	994	836	158	846	1.2	800	67	170
48	1100	1093	992	104	996	1.0	880	75	121
49	950	945	907	39	909	0.5	890	49	48
50	1050	1046	982	63	988	0.6	900	65	71
51	1200	1193	1130	65	1136	0.7	1000	58	73
52	1250	1245	1082	163	1086	1,2	1100	69	173
53	1300	1293	1110	184	1115	1.4	1100	84	205
54	1350	1343	1312	40	1307	0.4	1200	66	50
55	1240	1230	1167	68	1166	0.5	1090	56	78
56	1150	1143	1050	94	1053	0.9	900	67	104
57	920	924	848	65	864	0.4	800	60	74
58	830	824	786	39	792	0.5	710	57	48
59	710	705	669	37	673	0.5	660	78	43
60	820	818	750	66	756	0.4	580	65	74

Radial- o'qli gidroturbinaning ishchi g'ildiragi asosiy gidravlik ko'rsatkichi va konstruktiv parametrlari

2-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 $\underline{b}=b_o/D_1$	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^I_{lmax} , keltirilgan suv sarfi, l/s	1400-1370	1370-1250	1250-1030	1030-650	650-420	420-280	280-200	200-150
Keltirilgan ayl. soni, n^I_{lop} n^I_{this} , ayl/min	78 78	73 77	70 74	68 71	65 68	60 65	58 62	58 59.5
Kavitatsiya koef-fitsiyenti, 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

2-jadvalni davomi

Parametrlar	Ishchi g'ildirak								
	RO' 45	RO' 75	RO' 115	RO' 140	RO' 170	RO' 230	RO' 310	RO' 400	RO' 500
Yo'naltiruvchi apparatning balandligi $b=b_0/D_1$	0,35	0,30	0,25		0,20	0,16	0,12	0,1	0,08
H_{max}, H_{min} naporlar chegarasi, m	30-45	40-75	70-115		110-170	160-230	220-310	290-400	380-500
Q_{1max}^1 keltirilgan suv sarfi, l/s	1400-1370	1370-1250	1250-1030		1030-650	650-420	420-280	280-200	200-150
Keltirilgan ayl. soni, n_{1op}^1 n_{1his}^1 ayl/min	78 78	73 77	70 74		68 71	65 68	60 65	58 62	
Kavitatsiya koeffitsiyenti, 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

2) H_{max} naporga asosan 2 va 3 – jadval orqali gidroturbina turi tanlanadi va bosh universal xarakteristikasi (BUXi 2-ildovadan) olinadi [2].

3) Hisobiy napor asosida gidroturbinaning taxminiy quvvati N hisoblanadi:

$$N=9.81QH\eta_m, \text{ kVt}$$

bu yerda η_i gidroturbananing bosh universal xarakteristikasidan olinadi.

4) Ishchi g'ildirak diametri quyidagi formuladan

aniqlanadi:

$$D_1 = \sqrt{\frac{N}{9,81 Q_1^1 H_h \sqrt{H_h \eta_m}}}, \text{ m};$$

Topilgan diametrga yaqin bo'lgan standart D_{1st} diametr kattaligini 4-jadvaldan olamiz, sm.

Burama kurakli gidroturbinaning ishchi g'ildiragi asosiy gidravlik ko'rsatkichi va konstruktiv parametrlari

3-jadval

Parametrlar	Ishchi g'ildirak								
	BK-10	BK-15	BK-20	BK-30	BK-40	BK-50	BK-60	BK-70	BK-80
Yo'naltiruv-chi apparat-	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	2-10	5-15	10-20	15-30	20-40	30-50	40-60	45-70	50-80
Q_{1max} , keltirilgan suv sarfi, l/s	2250	2130	2040	1940	1880	1810	1690	1600	1520
Keltirilgan ayl. soni, n_{1top}^1 , n_{1his}^1 , ayl/min	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	0,83-0,68	0,74-0,50	0,68-0,45	0,50-0,32	0,4-0,27	0,36-0,23-	0,325-0,205

4- jadval

D_I diametrning normal qatori, sm						
180	200	225	250	280	320	360
400	450	500	550	600	650	700
750	800	850	900	950	1000	1050

5) Standart diametr bo'yicha keltirilgan suv sarfi Q^1 ni tekshiramiz:

$$Q^1 = \frac{N}{9.81 D^2_{1ST} H_h \sqrt{H} \eta_m}, \text{ m}^3/\text{s};$$

6) Nomeklatura bo'yicha radial-o'qli yoki propellerli turbinalar uchun FIKni quyidagi formuladan aniqlash mumkin:

$$1-\eta = (1-\eta_M)(0,25+0,75 \sqrt[5]{\frac{Re_M}{Re_T}})$$

yoki maksimal FIKni quyidagi formuladan aniqlash mumkin:

$$\eta_{TMAX} = 1 - (1 - \eta_{M.MAX})(0,25 + 0,75 \sqrt[5]{\frac{Re_M}{Re_T}})$$

Quyidagi formula orqali gidroturbinaning F.I.K aniqlanadi:

$$\eta_{TMAX} = 1 - (1 - \eta_{MMAX})(0,25 + 0,75 \sqrt[5]{\frac{Re_M}{Re_T}})$$

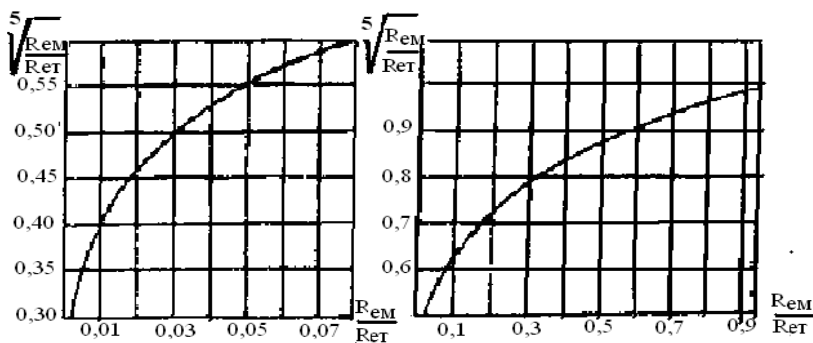
bu yerda η_{MAX} gidroturbinaning bosh universal xarakteristikasi (BUX) dan aniqlanadi, unda quyidagi ko'rsatkichini $\sqrt[5]{\frac{Re_M}{Re_T}}$ aniqlash uchun

quyidagi tenglama $\frac{Re_M}{Re_T} = \frac{D_{1M} \sqrt{H_M}}{D_{1CT} \sqrt{H_h}}$ yechiladi va

topilgan kattalik bo'yicha 1-rasmdan [2] $\sqrt[5]{\frac{Re_M}{Re_T}}$

qiymati topiladi; bu yerda 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 gidroturbinaning haqiqiy quvvati aniqlanadi $N=9.81QH\eta_{TMAX}$, kVt



1-rasm. $\sqrt[5]{\frac{Re_M}{Re_T}}$ bog'liklik grafigi

8) Normal aylanishlar soni aniqlash uchun aylanishlar sonining tuzatish koeffitsienti topiladi:

$$\Delta n_1^1 = n_{1m.op}^1 \left(\sqrt{\frac{\eta_{TMAX}}{\eta_{MMAX}}} - 1 \right)$$

Bu formuladagi $\eta_{T.MAX}$ haqiqiy turbina F.I.K., $\eta_{M.MAX}$ -turbina modeli F.I.K., $n_{M.OP}$ -optimal keltirilgan aylanish soni esa 2 yoki 3 –jadvaldan aniqlanadi.

Tuzatish koeffitsiyenti turbinaning hamma ishlash rejimi uchun bir xil qabul qilinadi, ya'ni n_1^1 va Q_1^1 koordinatalardagi xarakteristikalarning hamma nuqtalari uchun bir xil bo'ladi.

Har doim $n_{1T}^1 > n_{1M.OH}^1$;

yoki $n_{1T}^1 = n_{1M.OH}^1 + \Delta n_1^1$ bo'ladi va oxirgi tenglikdan n_{1T}^1 ni topib, quyidagi tenglamaga qo'yib gidroagregatning normal aylanish sonini aniqlaymiz:

$$n = \frac{n_{1T}^1 \sqrt{H_h}}{D_{1cm}}, \text{ ayl/min};$$

Topilgan aylanishlar soni n ga yaqin bo'lgan 5 jadval asosida gidrogeneratorni sinxron aylanish soni n_{si} bilan almashtiramiz

Gidroturbinaning sinxron n_{si} aylanish soni tezligi

5 -jadval

Rotorning juft qutblari	Sinxron aylanishlar tezligi, ayl/min	Rotorning juft qutblari	Sinxron aylanishlar tezligi, ayl/min	Rotorning juft qutblari	Sinxron aylanishlar tezligi, ayl/min
12	500	48	125	88	68,2
14	428,6	52	115,4	90	66,7
16	375	56	107,1	92	65,2
18	333,3	60	100	96	62,5
20	300	64	93,8	100	60
24	250	66	90,9	102	58,8
26	230,8	68	88,2	104	57,4
28	214,3	70	85,7	108	55,6
30	200	72	83,3	110	54,6
32	187,5	76	78,9	112	53,6
36	166,7	78	76,9	114	52,6
40	150	80	75	116	51,8
44	136,4	84	71,4	120	50

a) sinxron aylanishlar soni orqali hisobiy napor uchun aylanishlar sonini tekshiramiz:

$$n_1^I = \frac{n_{SI} D_{1ST}}{\sqrt{H_h}} - \Delta n_1^I ; \quad \text{ayl/ min}$$

b) D_{IST} va n_{sil} larning to‘g‘ri topilganini N_{MAX} va N_{MIN} larning keltirilgan aylanishlar soni orqali tekshiramiz:

$$n_{1MAX}^1 = \frac{n_{SI} D_{IST}}{\sqrt{H_{min}}} - \Delta n_1^1; \quad \text{ayl./ min}$$

$$n_{1min}^1 = \frac{n_{SI} D_{IST}}{\sqrt{H_{max}}} - \Delta n_1^1, \quad \text{ayl./ min}$$

9) Hidroturbinaning so‘rish balandligi aniqlanadi

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

Aniqlangan so‘rish balandligi qiymati orqali gidroturbina o‘qining ∇ PB ga nisbatan joylashishi topiladi.

3.2. Hidroturbina ekspluatatsiya xarakteristikasini qurish

Ekspluatatsiya vaqtida gidroturbina ishchi rejimi har xil bo‘ladi. H va N o‘zgarish bilan Q_1^1, η va kavitatsiya koeffitsiyenti σ so‘rish balandligi H_s ham o‘zgaradi va bir xil aylanishlar sonini ushlab turishga harakat qilinadi. Hidroturbinani

to'g'ri ekspluatatsiya qilish uchun yuqorida keltirilgan kattaliklar orasidagi bog'lanishni bilish kerak. Shu maqsadda aniqlangan n_{si} , D_{1st} lar orqali ekspluatatsiya xarakteristikasi quriladi. Har xil H_{max} , H_h , H_{min} naporlar uchun BUXga aniqlangan $n_{li}^1 = const$ kattaliklar bo'yicha Q_{li}^1 o'qiga parallel chiziqlar o'tkazilib, $\eta = const$ ($\varphi = const$) egri chiqar bilan kesishgan nuqtalarda η va Q_{li}^1 qiymatlar olinadi va gidroturbina foydali ish koeffitsiyenti chiziqlarini qurish uchun hisobiy ishlar jadval asosida olib boriladi.

6 – jadval

RO' turbina ishchi g'ildiragi kattaliklari: $D_{1st} = \dots, m$; $n_{si} = \dots$, ayl/min; $H_{max} = \dots, m$; $\Delta\eta = \eta_{T.MAX} - \eta_{M.MAX} = \dots, \%$;					
№ K-k	η_{mi} , %	Q_{li}^1 , m^3/s	$\eta_{Ti} = \eta_{mi} + \Delta\eta$	N_i , kVt	Ilova
1					$H_{max} \sqrt{I_{\lambda\delta\sigma}} = \dots m$
2					;
3					$n_{1min}^1 = \dots$, ayl/min $N_i = 9.81 \cdot Q_{li}^1 \cdot D_{ICT}^2 \cdot$
...					$H_{max} \sqrt{I_{\lambda\delta\sigma}} \cdot \eta_{Ti} =$ $= A \cdot Q_{li}^1 \cdot \eta_{Ti} = \dots$, kVt

7 – jadval

RO' turbina ishchi g'ildiragi kattaliklari: $D_{1st} = \dots, m$; $H_h = \dots, m$; $n_{si} = \dots, ayl/min$; $\Delta\eta = \eta_{T.MAX} - \eta_{M.MAX} = \dots, \%$;					
K-k №	$\eta_{mi}, \%$	$Q_{li}^1, m^3/s$	$\eta_{Ti} = \eta_{Mi} + \Delta\eta$	$N_i =, kVt$	Ilova
1					$H_h \sqrt{I_h} = \dots m$;
2					$n_1^1 = \dots ayl/min$; $N_i = 9.81 \cdot Q_{li}^1 \cdot D_{ICT}^2 \cdot$
3					$H_h \sqrt{I_h} \eta_{Ti} =$ $= A \cdot Q_{li}^1 \cdot \eta_{Ti} = \dots, kVt$
...					

8-jadval

RO' turbina ishchi g'ildiragi kattaliklari: $D_{1st} = \dots, m$; $H_{min} = \dots, m$;					
K-k №	$\eta_{mi}, \%$	$Q_{li}^1, m^3/s$	$\eta_{Ti} = \eta_{Mi} + \Delta\eta$	N_i, kVt	Ilova
1					$H_{min} \sqrt{I_{min}} = \dots m$;
2					$n_{1MAX}^1 = \dots ayl/min$; $N_i = 9.81 \cdot Q_{li}^1 \cdot D_{ICT}^2$
3					$H_{min} \sqrt{I_{min}} \cdot \eta_{Ti} = A \cdot$ $Q_{li}^1 \cdot \eta_{Ti} = \dots, kVt$
...					

9-jadval

BK turbina ishchi g'ildiragi kattaliklari: $D_{1st} = \dots, m$; $H_{max} = \dots, m$; $n_{si} = \dots, \text{ayl/min}$; $\Delta\eta = \eta_{T.MAX} - \eta_{M.MAX} = \dots, \%$;						
№ K-k	$\varphi_i, \%$	$\eta_{mi}, \%$	$Q_{li}^1, m^3/s$	$\eta_{Ti} = \eta_{Mi} + \Delta\eta$	N_i, kVt	Ilova
1						$H_{max} \sqrt{H_{max}} = \dots m$;
2						$n_{1min} = \dots, \text{ayl/min}$; $N = 9.81 \cdot Q_{li}^1 \cdot D_{ICT}^2$
3						$\cdot H_{max} \sqrt{H_{max}} \cdot \eta_{Ti} =$
...						$A \cdot Q_{li}^1 \cdot \eta_{Ti} =$ $= \dots, \text{kVt}$

10-jadval

BK turbina ishchi g'ildiragi kattaliklari: $D_{1st} = \dots, m$; $n_{si} = \dots, \text{ayl/min}$; $H_h = \dots, m$; $\Delta\eta = \eta_{T.MAX} - \eta_{M.MAX} = \dots, \%$;						
K-k №	$\varphi_i, \%$	$\eta_{mi}, \%$	$Q_{li}^1, m^3/s$	$\eta_{Ti} = \eta_{Mi} + \Delta\eta$	N, kVt	Ilova
1						$H_h \sqrt{I_h} = \dots m$; $n_1 = \dots$ ayl/min ;
2						$N = 9.81 \cdot Q_{li}^1 \cdot D_{ICT}^2 \cdot$
3						$H_h \sqrt{I_h} \eta_T =$
...						$= A \cdot Q_{li}^1 \cdot \eta_{Ti} = \dots, \text{kVt}$

11-jadval

BK turbina ishchi g'ildiragi kattaliklari: $D_{1st} = \dots, m$; $n_{si} = \dots$, ayl/min; $H_{min} = \dots, m$; $\Delta\eta = \eta_{T.MAX} - \eta_{M.MAX} = \dots, \%$						
K-k №	$\varphi_i, \%$	$\eta_{mi}, \%$	$Q_{li}^1, m^3/s$	$\eta_{Ti} = \eta_{Mi} + \Delta\eta$	N_i, kVt	Ilova
1						$H_{min} \sqrt{H_{min}} = \dots, m$;
2						$n_{1MAX}^1 = \dots, ayl/min$; $N = 9.81 \cdot Q_{li}^1 \cdot D_{ICT}^2 *$
3						$H_{min} \sqrt{H_{min}} \cdot \eta_{Ti} =$
...						$= A \cdot Q_{li}^1 \cdot \eta_{Ti} = \dots, kVt$

6,7,8 - jadvallarda H_{max} , H_h , H_{min} - naporlar uchun aniqlangan η_T va N qiymatlari orqali radial o'qli turbinaning $\eta_T = f(N)$ xarakteristikasi va $N = f(Q'_l)$, $\eta_{max} = f(N;)$ yordamchi grafiklari quriladi (1-ilova; 1,2,3 - rasmlar); 9,10,11 – jadvallar qiymatlari orqali ham burama kurakli turbinani radial o'qnikiga o'xshash grafiklari quriladi

3.3. O'qiy kuchlanishni hisoblash

Gidroturbina valini va vertikal gidroagregatini ushlab turuvchi podpyatnikni hisoblashda va loyihalashda o'qiy yo'nalishda ta'sir qilayotgan $P_{o'q}$ kuchlanishni aniqlash quyidagicha bajariladi.

$$P_{o'q} = P_{o'q.g} + 1,1 (G_{ig'} + G_{tv} + G_{gr} + G_{rv}), \text{ kN}$$

bu yerda $R_{o'q}$ - o'qiy yo'nalishdagi kuchlanishni gidravlik tashkil etuvchisi

$$P_{o'k.g} = K_{o'q} \cdot D_{1st}^2 \cdot H_{max} = \dots\dots\dots, \text{ kNm.}$$

bu yerda $K_{o'k}$ - RO' yoki BK gidroturbina uchun 5-jadvaldan olinadi, kN/m^2 .

Gidroturbina ishchi g'ildiragi og'irligi $G_{ig'} = K \cdot D_{1st}^3 = \dots\dots\dots, \text{ kN.}$

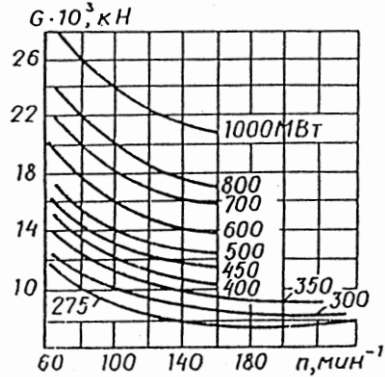
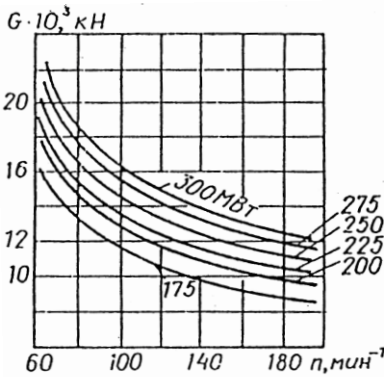
bu erda K- koeffitsiyent 12-jadvaldan olinadi, kNm

$K_{o'q}$ – turbina sinfi va ishchi g'ildirak turiga qarab taxminan

aniqlovchi o'qiy koeffitsiyent

12-jadval

BK gidroturbinalar	Ishchi gi'ldirak tuyi uchun Ko'q qiymati					
	BK 15, BK 20		BK 30		BK 40 ÷ BK 80	
	6,5		6,9		7,2	
RO' gidroturbinalar	Ishchi gi'ldirak tuyi uchun Ko'q qiymati					
	RO'	RO'	RO'	RO'	RO'	RO'
	45	75	115	170	230	310
	4,1	3,4	2,8	2,6	1,4	1,2



2-rasm. Generator rotori va vali og'irligini rotor aylanishlar soniga qarab aniqlash
Gidroturbina vali og'irligi

$$G_{tv} = (0,6 - 1,3) G_{ig'} = \dots, \text{ kN.}$$

Generator rotori va valining og'irligi uning umumiy og'irligi G ning 0,5 - 0,55 qismini tashkil qiladi. U, 2 - rasmdan generator quvvati va

rotorning aylanishi soniga qarab tanlanadi.

$$G_{gr} + G_{rv} = \dots, \text{ kN.}$$

To'liq o'qiy kuchlanish hisoblanadi:

$$P_{o'q} = P_{o'q.g} + 1,1 (G_{ig' + G_{tv} + G_{gr} + G_{rv}}) = \dots, \text{ kN.}$$

3.4. So'rish balandliga N_s ni hisoblash

Bosh universal xarakteristika (BUX) da keltirilgan ma'lum n_1, Q_1 va σ kattaliklar orqali quyidagi formuladan so'rish H_s balandligani aniqlaymiz.

$$H_s = 10 - \frac{\nabla}{900} - K_\sigma \cdot \sigma \cdot H$$

bu yerda ∇ - stansiya binosining dengiz sathiga nisbatan joylashish balandligi, m.

K_σ - kavitatsiya koeffitsienti σ ning zaxirasi bo'lib uning qiymati $K_\sigma = 1,05-1,1$ ga teng bo'ladi.

σ - kavitatsiya koeffitsiyenti hisoblar uchun BUXdan olinadi

$$(\sigma = \sigma_t)$$

$$\frac{D_a}{\rho g} = 10,2 - 10,3; \quad 10 = \frac{D_a - D_a}{\rho g} \quad \text{dengiz sathidagi}$$

atmosfera bosimi.

$$\frac{P_a}{\rho g} = 0,2 \div 0,3 - (288 \div 298) \hat{E} \quad \text{haroratda yuzaga}$$

keladigan bug' bosimi.

So'rish balandligini hisoblashni jadval usulida olib boramiz. Buning uchun BUXda har xil H_{\max}, H_h, H_{\min} naporlar uchun topilgan $n_{li}^1 = const$ kattaligi bo'yicha Q_1 o'qiga parallel chiziqlar o'tkazilib $\sigma = const$ egri chiqilar bilan kesishgan nuqtalarda σ va Q_1 qiymatlar olinadi va H_{\max}, H_h, H_{\min} naporlar uchun so'rish balandligi H_s ni aniqlash hisoblari quyidagi jadvallarda kiritiladi (13,14 va 15 - jadvallar). Hisoblarda $\eta_{T.MAX}$ o'zgarmas bo'ladi.

13 – jadval

T/r	σ_i	$K_{\sigma} \sigma_i H_m$ ax	$H_{Si},$ m	$Q_{li}^1, m^3/s$	N_i, kVt	Ilova
1.						$\nabla = \dots, m;$ $H_{\max} = \dots, m;$
2.						$n'_{lmin} = \dots, \text{ayl/min};$ $N_i = 9.81 \cdot Q_{li}^1 \cdot D^2_{ICT}$
3.						* $H_{\max} \sqrt{H_{\max}} \cdot \eta_{T.MAX} =$
....						$= A \cdot Q_{li}^1 = \dots, kVt;$ $n_{max} =$

14 – jadval

T/r	σ_i	$K_\sigma \sigma_i$	H_{Si}	$Q_{li}^1, m^3/s$	N_i, kVt	Ilova
1.						$\nabla = \dots, m;$
2.						$H_h = \dots, m;$
3.						$n'_{1} = \dots, ayl/min;$
....						$N = 9.81 \cdot Q_{li}^1 \cdot D_{ICT}^2 \cdot *$
						$H_h \sqrt{I_h} \cdot \eta_{T,MAX} =$
						$= A \cdot Q_{li}^1 = \dots, kVt;$

15-jadval

T/r	σ_i	$K_\sigma \sigma_i$	H_{Si}	$Q_{li}^1, m^3/s$	N_i, kVt	Ilova
1.						$\nabla = \dots, m;$
2.						$H_{min} = \dots, m;$
3.						$n'_{1 \max} = \dots, ayl/min$
....						$N = 9.81 \cdot Q_{li}^1 \cdot D_{ICT}^2$
						$*H_{min} \sqrt{H_{min}} \cdot \eta_{T,MAX} =$
						$= A \cdot Q_{li}^1 = \dots, kVt$

13,14 ,15- jadvallarda berilgan kattaliklar asosida H_i -naporlar uchun yordamchi $H_S = f(N)$, $\sigma = f(N)$ grafiklari quriladi (1-ilova: 4,5, 6- rasmlar).

3.5. Yo‘naltiruvchi apparat kurakchalari ochilish kattaligini hisoblash

Yo‘naltiruvchi apparat kurakchalari ochilish

kattaligini quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$a_o = a_{om} \cdot D_1 / D_{1m} \cdot Z_{om} / Z_o$$

bu yerda a_{om} va a_o turbina modeli va haqiqiysini yo'naltiruvchi apparat kurakchalarining ochilish kattaligi, mm.,

D_{1m} va D_1 - turbina modeli va haqiqiysining ishchi g'ildiraklari diametrlari, mm.,

Z_{om} va Z_o turbina modeli va haqiqiysining yo'naltiruvchi apparat kurakchalari sonlari ($Z_{om} = Z_o$).

Bosh universal xarakteristikada $a_{om} = const$ chiziqlarini $n_{li}^1 = const$ chiziqlari bilan kesishgan nuqtalariga to'g'ri kelgan Q_1^1 kattaliklar aniqlanadi va hisob jadval asosida olib boriladi.

16-jadval

$H_{max} = \dots, m; \quad n'_{1min} = \dots, \text{ayl/min}, \quad \eta_{T.MAX} = \dots, \%$					
T/r	a_{om}	a_{ot}	Q_{li}^1	N	Ilova
	mm	mm	m^3/s	kVt	
1.					$a_o = a_{om} \cdot D_1 / D_{1m} =$ $N = 9.81 \cdot Q_{li}^1 \cdot D_{ICT}^2 \cdot H_{max}$ $\sqrt{H_{max}}$ $\eta_{T.MAX} = A \cdot Q_{li}^1 = \dots, kVt;$
2.					
3.					
...					

17-jadval

$H_h = \dots, m; \quad n'_l = \dots, \text{ ayl/min}, \quad , \quad \eta_{T.MAX} = , \%$					
T/r	a_{om}	a_{ot}	Q_{li}^1	N	Ilova
	mm	mm	m^3/s	kVt	
1.					$a_o = a_{om} \cdot D_l / D_{1m} =$ $N = 9.81 \cdot Q_{li}^1 \cdot D^2_{ICT} \cdot$ $\cdot H_h \sqrt{H_h} \cdot \eta_{T.MAX} =$ $= A \cdot Q_{li}^1 = \dots, \text{ kVt};$
2.					
3.					
...					

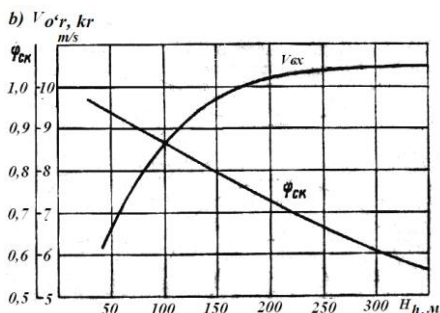
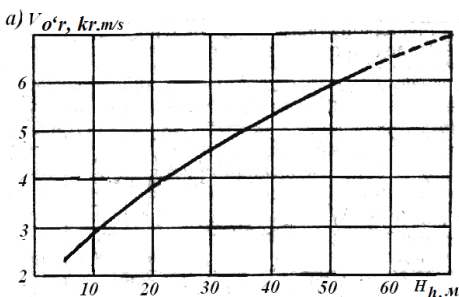
18-jadval

$H_{min} = \dots, m; \quad n'_{lmax} = \dots, \text{ ayl/min}, \quad , \quad \eta_{T.MAX} = , \%$					
T/r	a_{om}	a_{ot}	Q_{li}^1	N	Ilova
	mm	mm	m^3/s	kVt	
1.					$a_o = a_{om} \cdot D_l / D_{1m} =$ $N = 9.81 \cdot Q_{li}^1 \cdot D^2_{ICT}$ $H_{min} \sqrt{H_{min}} \cdot$ $\cdot \eta_{T.MAX} =$ $= A \cdot Q_{li}^1 = \dots, \text{ kVt}$
2.					
3.					
...					

16,17,18 - jadvallarda H_i -naporlar uchun aniqlangan haqiqiy turbina yo'naltiruvchi apparat kurakchalari ochilish kattaligi a_0 uchun yordamchi $a_0 = f(N)$ egri chiziqlari quriladi (1-ilovalar: 6-rasm)

3.6. Metall spiral kamerani hisoblash

1. Spiral kamerani o‘rab olish burchagini $\varphi=345^\circ$ olamiz va D_{1ct} diametr va hisobiy napor uchun quyidagilarni $D_a= \dots, mm, D_b= \dots, mm,$ 19-jadvalidan aniqlaymiz



3-rasm. Spiral kameralarning kirish kesimidagi v_{kr} tezligi:

a – betonli va b - metalli spiral kameralar uchun; φ_{sk} – kirishdagi tezlik koeffitsiyenti

2. Hisobiy napor H_h asosida kirishdagi tezlikni ($V_{kr} = \dots, m/s$) 3 - rasmdan aniqlaymiz.

3. Spiral kameraga kirishdagi Q_{kr} suv sarfi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$Q_{kr} = \frac{Q \cdot \varphi}{360^\circ} = \dots, M^3 / s$$

Betonli va metalli spiral kameralarning standart o'lchamlar D_0, D_a, D_b

19-jadval

Ishi g'ildirak diametri, mm	Diametrlar, mm		Betonli spiral kamera		Metalli spiral kamera					
	D_0	D_a	D_a		D_a					
$H < 40 \text{ M}$			$H = 40-80 \text{ M}$	$H < 170 \text{ M}$	$H = 170 \text{ M}$	$H < 75 \text{ M}$	$H = 75-115 \text{ M}$	$H = 115-170 \text{ M}$	$H = 170-230 \text{ M}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1800	220	2430	-	2850	-	2600	-	-	-	3200
2000	2400	2700	-	3150	2850	2850	3400	3400	3400	3500
2500	2900	3400	-	4000	3400	3550	4050	4100	4100	4350
2800	3250	3850	4450	4500	3850	3950	4600	4600	4650	4850
3200	3750	4250	4900	4950	4300	4450	5100	5150	5200	5400
3600	4200	4800	5500	5550	4800	4950	5700	5750	5800	6000
4000	4800	5400	6200	6250	5300	5500	6250	6300	6350	6650
4500	5250	6000	6900	6950	6000	6150	7100	7150	7200	7450
5000	6000	6600	7550	7600	6600	6850	7750	7800	7850	8200
5500	6720	7400	8500	8600	7400	7650	8650	8750	8800	9150
6500	8040	8850	10000	10150	8850	9150	10350	110450	9550	9850
7000	8520	9400	10800	10950	9400	9700	11000	11100	10550	11000
7500	9900	10000	11400	11500	10000	-	11700	11800	11200	11650
8000	9600	10400	11900	12000	10400	-	12150	12250	-	-
8500	10200	11050	12600	12700	11050	-	11900	13000	-	-
9000	10800	11800	13500	13600	11800	-	13800	13900	-	-
9600	11400	12350	14100	-	12350	-	14450	14550	-	-
10000	12000	12900	14700	-	12900	-	15000	15100	-	-

4. Spiral kameraga kirish qirqim radiusi quyidagicha aniqlanadi:

$$\rho_{kp} = \sqrt{\frac{Q_{kp}}{\pi U_{kp}}} = \dots, \text{M}$$

5. Spiral kameraning doimiylik koeffitsiyentini quyidagi formuladan topiladi:

$$K = \frac{\varphi}{r_a + \rho_{kp} - \sqrt{r_a(r_a + 2\rho_{kp})}},$$

bu erda $r_a = \frac{D_a}{2}$; $r_b = \frac{D_b}{2}$.

6. Hisoblar jadval asosida φ° burchak oraligini 15° o'zgartirib boriladi va ρ_i va R_i kattaliklari aniqlanadi va 20 - jadval to'ldiriladi.

20 - jadval

N° K-k	φ_i°	$\frac{\varphi_i^\circ}{K}$	$2r_a \frac{\varphi_i^\circ}{K}$	$\sqrt{2r_a \frac{\varphi_i^\circ}{K}}$	$\rho_i = \frac{\varphi_i^\circ}{K} + \sqrt{2r_a \frac{\varphi_i^\circ}{K}}$	$2\rho_i$	$R_i = 2\rho_i + r_a$
-	-	-	m	m	m	m	m
1	2	3	4	5	6	7	8
1							
2							
3							
....							

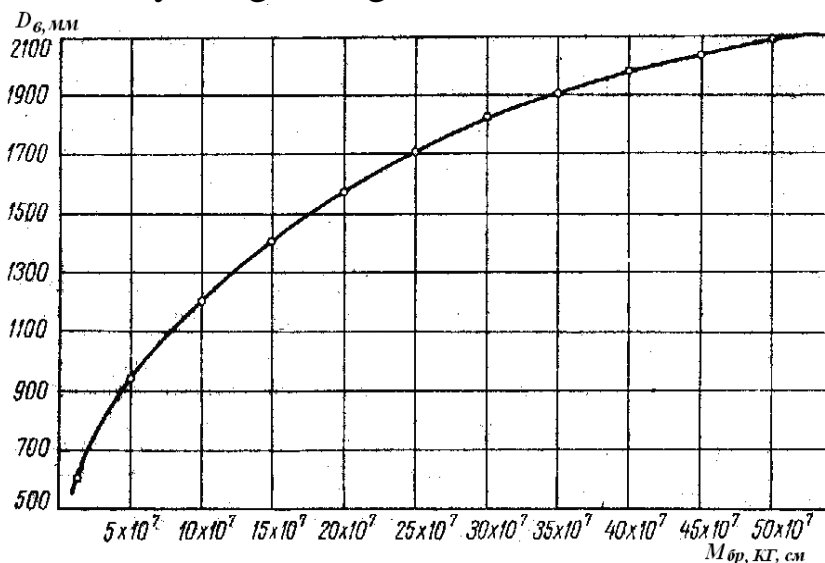
Ilova: 20-jadvalning 2 va 8 ustunlaridagi kattaliklar asosida spiral kamera plani chiziladi (1-Ilova: 7-rasm).

3.7. Hidroturbina valini hisoblash

Val odatda 40 yoki 20 GS po'lotdan qilingan silindirik ichi g'ovak va oxirida flanslardan tashkil topgan. Valning uzunligi gidroagregatning umumiy kompanovkasi orqali olinadi [3].

Vallar bir butun (nisbatan kichik o'ldamlarda) hamda bir necha bo'lakli tayyor qisimlarni payvandlash yo'li bilan tayyorlanadi. Valni qabul qilingan tayyorlash texnologiya jarayoni texnik-iqtisodiy hisoblar orqali aniqlanadi.

Burama-kurakli turbinalarning pastki flansi shunday tayyorlanadiki, u bir vaqtning o'zida turbina qopqog'ining bir bo'lagi bo'lib xizmat qiladi (5 - rasm). Bunday qarorga ma'lum tokor stanogining imkoniyatiga qarab qabul qilinib, konstruksiyaning bu tugunini osonlashtiradi.



4 - rasm. Valning tashqi diametrini burovchi momentga bog'liqligi

BK turbina valining markaziy teshigida shtanga joylashib, u orqali bosim ostida moy qabul qilgichdan ishchi g'ildirak servomotoriga moy keladi va u ishchi g'ildirak zolotnigini servomotor bilan aksincha bog'lanishini amalga oshiradi.

RO' turbina ishchi g'ildiragi orqasida oqimning ba'zi bir rejimda pulsatsiyalanishini kamaytirish maqsadida valdagi markaziy teshikdan ishchi g'ildirak tagiga atmosfera bosimli havo uzatiladi (4 -rasm)

Vertikal valning normallashtirilgan tashqi diametri D_v burovchi M_{br} moment kattaligiga qarab 4 -rasmning egri chizig'i bilan kesishgan nuqta mos bo'lgan kattalik aniqlanadi va 20 - jadvaldan topilgan qiymatga yaqin bo'lgan kichik o'lchami olinadi [2].

Burovchi moment teng bo'ladi:

$$M_{br} = 97400 \frac{N}{n_{si}}, \text{ kG.sm}$$

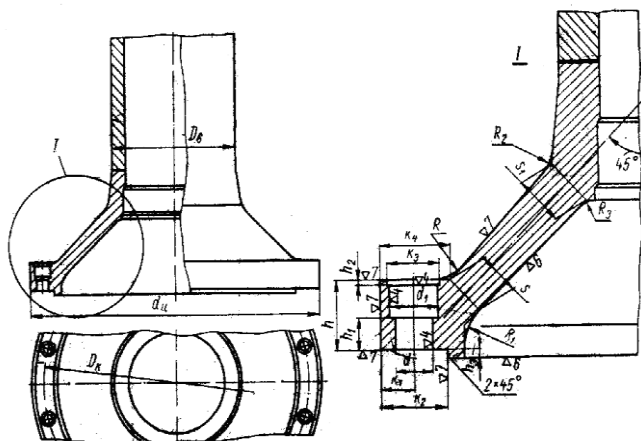
bu yerda N -val orqali uzatiladigan quvvat, kVt da;

n_{si} – valning aylanish tezligi ayl/min da.

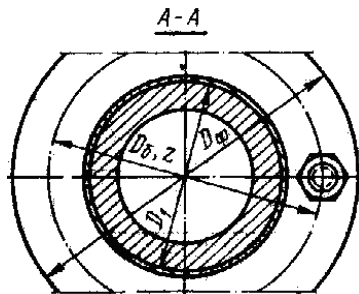
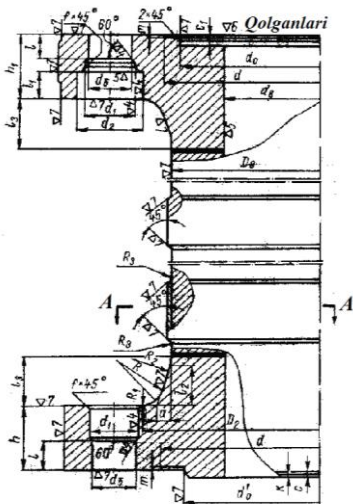
Valning ichki diametri,

$$d_{ich} = \sqrt[4]{D_v^4 - \frac{496102 * N * D_v}{\tau * n_{si}}}, \text{ sm.}$$

bu yerda D_v valning tashqi diametri, sm da; $\tau_{max} = 450 \text{ kG/ sm}^2 \pm 10\%$ - maksimal yo‘l qo‘yilgan kuchlanish. Formula orqali topilgan ichki diametr quyidagi normallashtirilgan ichki diametrlar qatori kattaligi bo‘yicha yaxlitlanadi, (mm)da: 400; 420; 450; 480; 500; 530; 560; 600; 630; 670; 710; 750; 800; 850; 900; 950; 1000; 1050; 1100; 1200.



5 – rasm. Ishchi g‘idirak qopqog‘i bilan biriktirilgan burama-kurakli turbina vali



6 - rasm. Radial-o'qli turbina vali

Radial-o'qli turbina valning normallashtirilgan o'lchamlari, (v mm) da

21 -jadval

D _v	D ₁	D _f	h	h ₁	D _b	b _b	Bolt	Vint
600	605 _{-0,5}	1000 _{-0,5}	150	180	820	85A	M80x4	M16
650	655 _{-0,5}	1050 _{-0,6}	150	180	870	85A	M80x4	
700	705 _{-0,5}	1100 _{-0,6}	160	190	920	85A	M80x4	
750	755 _{-0,5}	1150 _{-0,6}	160	190	970	85A	M80x4	
800	805 _{-0,5}	1230 _{-0,6}	170	200	1045	85A	M80x4	
850	855 _{-0,5}	1300 _{-0,7}	170	200	1110	90A	M85x4	
900	905 _{-0,5}	1360 _{-0,7}	180	210	1165	95A	M90x4	M20
950	955 _{-0,5}	1490 _{-0,7}	195	230	1280	100A	M95x4	
1000	1005 _{-0,6}	1570 _{-0,7}	210	250	1350	105A	M100x4	
1100	1105 _{-0,6}	1660 _{-0,7}	225	260	1425	115A	M110x4	
1200	1205 _{-0,6}	1830 _{-0,7}	240	270	1575	125A	M120x4	M24
1300	1305 _{-0,6}	1940 _{-0,7}	250	280	1675	135A	M130x4	
1400	1405 _{-0,6}	2070 _{-0,8}	260	290	1800	145A	M140x4	
1500	1505 _{-0,6}	2160 _{-0,9}	270	300	1900	150A	M140x4	
1600	1605 _{-0,6}	2330 _{-0,9}	280	320	2030	170A	M160x4	M30
1700	1705 _{-0,6}	2450 _{-0,9}	290	330	2140	175A	M170x4	
1800	1805 _{-0,6}	2600 ₋₁	300	340	2280	185A	M180x4	
1900	1905 _{-0,6}	2710 ₋₁	310	350	2390	190A	M180x4	
2000	2005 _{-0,6}	2860 ₋₁	320	360	2515	195A	M190x4	
2100	2105 _{-0,6}	3015 ₋₁	330	370	2670	195A	M190x4	
2200	2205 _{-0,6}	3065 ₋₁	330	370	2720	195A	M190x4	
2300	2305 _{-0,6}	3245 ₋₁	340	380	2900	195A	M190x4	

21-jadvalning davomi

D_v	z	D_2	D_o	d_o	d	d_1	d_2	l	l_1	R
600	12	675	580 ^{+0,05}	580 _{-0,06}	—	87	122	40	55	100
650	16	725	640 ^{+0,05}	640 _{-0,06}	—	87	122	40	55	100
700	16	775	670 ^{+0,05}	670 _{-0,06}	—	87	122	40	55	100
750	18	825	740 ^{+0,05}	740 _{-0,06}	—	87	122	40	55	100
800	20	900	800 ^{+0,05}	800 _{-0,06}	—	87	122	40	55	100
850	20	950	850 ^{+0,05}	850 _{-0,06}	—	92	132	45	60	100
900	20	1000	900 ^{+0,06}	900 _{-0,06}	—	97	142	45	65	100
950	20	1100	900 ^{+0,06}	900 _{-0,06}	1050	102	153	50	65	120
1000	20	1160	950 ^{+0,06}	950 _{-0,06}	1100	108	158	50	70	120
1100	20	1220	1000 ^{+0,06}	1000 _{-0,06}	1200	118	173	50	75	120
1200	20	1350	1100 ^{+0,06}	1100 _{-0,06}	1300	130	188	60	85	120
1300	20	1440	1200 ^{+0,06}	1200 _{-0,06}	1400	140	203	60	90	120
1400	20	1560	1300 ^{+0,06}	1300 _{-0,06}	1500	150	218	60	100	120
1500	20	1660	1350 ^{+0,07}	1350 _{-0,07}	1600	153	230	70	100	120
1600	20	1760	1450 ^{+0,07}	1450 _{-0,07}	1700	174	255	80	110	125
1700	20	1860	1500 ^{+0,07}	1500 _{-0,07}	1800	180	260	80	120	125
1800	20	1990	1600 ^{+0,07}	1600 _{-0,07}	1950	190	265	85	125	125
1900	20	2100	1700 ^{+0,07}	1700 _{-0,07}	2050	190	270	90	125	125
2000	20	2200	1800 ^{+0,07}	1800 _{-0,07}	2150	200	285	90	135	125
2100	24	2355	1900 ^{+0,08}	1900 _{-0,08}	2250	200	285	95	135	140
2200	24	2405	2000 ^{+0,08}	2000 _{-0,08}	2350	200	285	95	135	150
2300	28	2585	2100 ^{+0,08}	2100 _{-0,08}	2450	200	285	100	135	160

Ishchi g'ildirakni qopqog'i bilan birlashtirilgan burama kurakli turbina valining o'lchamlari, mm.

22-jadval

d_g	d_s	D_v	z	d	d_1	k_1	k_2	k_3
M60	910-1200	350-500	16	65	88	55	110	94
M68	1225-1400	500-600	20	72	96	60	120	102
M76	1440-1600	600-750	24	80	110	70	140	115
M90	1625-1800	700-850	24	95	128	85	170	134
	1825-1900	800-850	28	95	128	85	170	134
M100	1950-2200	800-1000	28	105	145	95	190	150
M110	2225-2325	950-1100	28	115	155	100	200	160
M120	2400-2500	1000-1200	28	125	170	110	220	175
M130	2550-2675	1100-1300	28	135	185	115	230	190

	2725-2900	1200-1400	32	135	185	115	230	190
M140	2950-3250	1300-1500	32	145	200	125	250	205

22-jadvalni davomi

k_4	h	h_1	h_2	h_3	s	S_1	$R=R_2$	R_1	R_3
120	110	42	10	15	70	95	80	100	40
130	120	42	10	15	80	100	80	100	40
142	130	42	10	15	85	105	80	100	40
185	160	70	10	20	90	110	100	120	50
185	160	70	10	20	100	120	100	120	50
205	180	75	15	20	100	135	100	120	50
220	200	85	15	25	110	140	100	150	50
240	220	95	15	25	110	140	120	150	60
255	240	105	15	30	130	155	120	180	60
255	250	115	15	30	140	165	120	180	60
280	260	120	15	30	160	195	130	200	60

4. Berilgan napor kattaligi bo'yicha gidroelektrstansiya binosi va to'g'on turini tanlash

O'zining tarkibida gidroelektrstansiya binosi bo'lgan gidrouzellar quyidagi bir qator belgilariga qarab tansiflanadi [1]:

Naporni hosil qilish bo'yicha uchta sxemani ajratish mumkin:

- a) to'g'onli;
- b) derevatsiyali;
- d) to'g'onli-derevatsiyali (aralash).

Maqsadi bo'yicha:

- a) bir maqsadli;
- b) kompleksli.

Naporni hosil qilish va GES binosining to‘g‘onga nisbatan joylashishi bo‘yicha:

- a) o‘zanli;
- b) to‘g‘on orti;
- d) derevatsiyali.

Yer ustiga nisbatan joylashishi bo‘yicha:

- a) yer ustida;
- b) yarim yer ostida;
- i) yer ostida.

GES binosidan suvni tashlash bo‘yicha:

- a) suv tashlagich bilan birikmagan;
- b) suv tashlagich bilan birikkan [1].

5. Hidroturbina suv o‘tkazgichini hisoblash

Gidroturbina suv o‘tkazgichini hisoblashda quvur diametri, mahalliy joylardagi va quvur uzunligidagi naporning yo‘qolishi aniqlanadi. Buning uchun quyidagi amallar bajariladi:

a) Hidroturbina suv o‘tkazgichini gidravlik hisoblash

GES binosiga keltiriladigan suv naporli quvurlar (daryodan, suv omboridan yoki derevatsiya kanali) orqali olib kelinadi

Bitta quvur orqali o‘tadigan suv sarfi:

$$Q_{quv.} = \frac{N}{9,81.H_n \eta} \quad \text{yoki} \quad Q_{quv.} = Q_{ges}/n, \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

bu yerda n – quvurlar soni (maksimal 3 tagacha olish mumkin).

Iqtisodiy nuqtayi nazardan eng qulay quvur diametrini tanlash quyidagi formuladan aniqlanadi;

$$D_{quv.} = 0,9 \cdot Q^{0,4}_{quv.}, (\text{m})$$

Aniqlangan quvur diametrining standart kattaligi tanlanadi [2].

Quvurdagi suv tezligi aniqlanadi; $v = Q_{quv.}/\omega$, (m/s)

bu yerda quvurning kesim yuzasi bo‘ladi: $\omega = \pi D^2_{quv..st.}/4$ (m^2).

Metalli yoki betonli quvurdan o‘tayotgan suvning yo‘l qo‘yilgan tezligi v ni hisobiy napor N bo‘yicha 2- rasmdan aniqlanadi [3].

b) Quvurda yo‘qotilgan napor kattaliklarini aniqlash

Quvurda yo‘qotilgan napor uning uzunligi va mahalliy qarshilikdagi yo‘qotilgan naporlar yig‘indisi orqali topiladi [8].

1) Quvurning uzunligi bo‘yicha yo‘qotilgan

napor Darsi – Veysbax formulasi orqali topiladi:

$$h_l = \lambda(l/d)(V^2/2g), \quad (m).$$

bu yerda l – quvur uzunligi, m;

d – quvur diametri, m;

λ - quvur uzunligi bo'yicha gidravlik ishqalanish koeffitsiyenti ;

V – o'rtacha tezlik, m/s;

$$g=9.8 \text{ m/s}^2$$

B.L.Shifrenson formulasi bo'yicha kvadrat qarshilik zonasi uchun $Re \geq 500$ d/Δ_e bo'lganda[9]:

$$\lambda = 0,11(\Delta_e/d)^{0.25}$$

Bu yerda Δ_e – ekvivalent g'adir-budurlik koeffitsiyenti (ilova 8.1.-8.5) [9].

Masalan:

- Yangi, choksiz yaxshi tayyorlangan quvurlar uchun $\Delta_e=0,025$;

-Yangi, toza va ichki tomoni zavoda bitum qoplangan $\Delta_e=0,016$;

- Eski, ozgina zanglagan, toza quvurlar uchun $\Delta_e=0,2$ va h.z.

2) Mahalliy qarshilikdagi naporning yo'qolishi qarshilikning turiga va soniga bog'liq bo'lib, quyidagi formula orqali topiladi:

$$h_M = \xi(v^2/2g), \quad (m)$$

bu yerda ξ - mahalliy qarshilik koeffitsiyenti

Mahalliy qarshilik turlari:

1) Oqib kelayotgan suvdagi suzuvchi jisimlarni ushlab uchun uning yo'nalishiga to'g'ri qo'yilgan panjaradagi qarshilik [8].

$$\xi_{resh.} = \beta \cdot (S/b)^{1/3} \sin \alpha;$$

bu yerda β - sterjen formasiga bog'liq bo'lgan koeffitsiyent

2) Quvurga kirish:

a) silliq kirishda $\xi = 0,20$;

b) o'tkir qirrali kirishda $\xi = 0,50$.

3) Doirali quvurni α burchakka burilishidagi qarshilik koeffitsiyenti ξ .

Aniqlangan hamma mahalliy qarshiliklar koeffitsiyenti yig'indisi orqali yo'qotilgan napor hisoblanadi.

Quvurning uzunligi va mahalliy qarshiligida topilgan naporlar yig'indising quyidagi formuladan aniqlash mumkin.

$$h_w = h_l + h_M = (\lambda \cdot l/d + \Sigma \xi) v^2/2g, \quad (m).$$

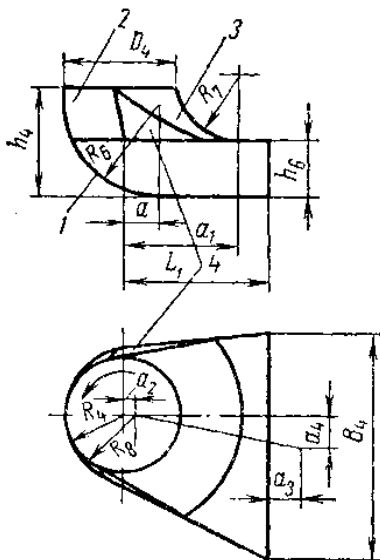
6. So‘rish quvurini hisoblash

Burama kurakli (PL) va radial o‘qli (RO) gidroturbinalar ishchi g‘ildiragining diametri $D_1 = 1,0$ m bo‘lgan, so‘rish quvuri va seriyasi №4 bo‘lgan tirsakning o‘lchamlari 23-24-jadvallarda berilgan hamda ularni qurish yo‘li 7-9 – rasmlarda ko‘rsatilgan. Gidroturbinaning turiga qarab so‘rish quvuri turi tanlanadi va uning chizmasi millimetr qog‘oziga chiziladi [6].

**Turbina ishchi g‘ildiragining diametri
 $D_1=1,0$ m bo‘lgan, seriyasi №4 li so‘rish quvuri
 tirsagining asosiy o‘lchamlari**

23-jadval

So‘rish quvuri turlari	So‘rish quvuri tirsagining o‘lchamlari										
	D_4	h_4	B_4	L_1	h_6	a	R_6	a_1	R_7	a_2	R_8
4A	1,10	1,1	2,2	1,41	0,55	0,39	0,94	1,20	0,66	0,087	0,63
4C yoki 4D	1,17	1,17	2,3 8	1,50	0,58 4	0,42 2	1,00	1,27 5	0,70 3	0,093 4	0,67 7
4H	1,35	1,35	2,7	1,75	0,67	0,48	1,16	1,47	0,81	0,107	0,78
20	1,04	1,04	2,1 7	1,41	0,51 0	0,36 9	0,87 9	1,13 5	0,64 0	0,080 3	0,59

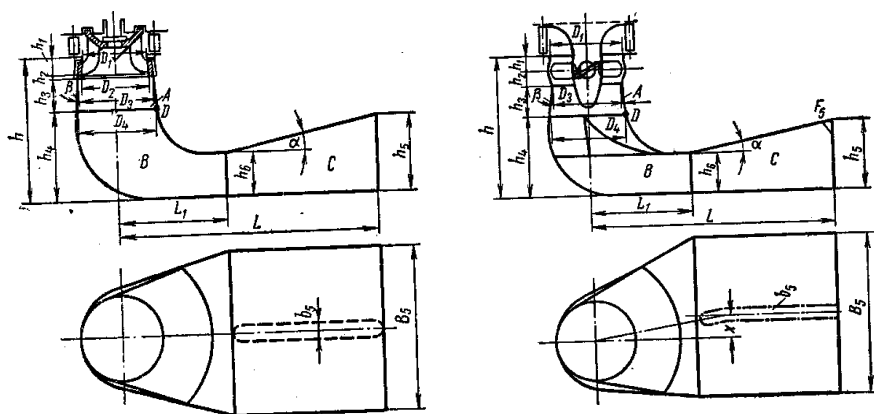


7 – rasm. Seriyasi № 4 boʻlgan soʻrish quvurining tirsagini geometrik formasi va asosiy oʻlchamlarini belgilanishi: 1 – silindri sirt; 2 – konussimon sirt; 3 – torning sirti; 4 – qiyali tekislik

**Turbina ishchi g'ildiragining diametri $D_1=1,0$ m
bo'lgan, seriyasi №4 tirsakli so'rish
quvurining asosiy o'lchamlari**

24 - jadval

So'rish quvurining turlari	So'rish quvurining o'lchamlari									Ishlatish soxalari misoli
	h: D_1	h	L	B_5	D_4	h_4	h_6	L_1	h_5	
4A	1,915	1,915	3,50 -4,5	2,20	1,10	1,10	0,55	1,41 7	0,95- 1,03	PL20/ 510; PL20/661
4C yoki 4D	2,3	2,3	4,5	2,38- 2,6	1,17	1,17	0,58 5	1,5	1,20- 1,0	PL20/510; PL20/661; PL30/587; PL40- 80/642
4H	2,5; 2,6; 2,7	2,5; 2,6; 2,7	4,5	2,4	1,35 2	1,35 2	0,67	1,75	1,23	PL10/592; PL15; PL20/510; RO45/123; RO75/702; RO115/697 ; RO170; RO170/638 ; RO230
20	2,3	2,8	3,5 0	2,17 0	1,04	1,04	0,510	1,4 10	0,94	RO310- 500



a)

b)

8 - rasm. Seriyasi № 4 bo'lgan so'rish quvurlari: a) radial va b) burama kurakli gidroturbinalarning egilgan so'rish quvuri

7. Hidrogeneratorning asosiy parametrlarini aniqlash

Gidrogeneratorning asosiy parametrlarini aniqlashda quyidagi birlamchi kattaliklar hisoblanadi: gidroturbinaning nominal quvvati N_T , uning nominal aylanish soni n , turbina turi va uning ishchi g'ildiragining diametri D_1 .

Gidroturbinaning nominal quvvati N_T , generatorning foydali ish koeffitsiyenti η_{gen} , va quvvat koeffitsiyenti $\cos\varphi$ orqali to'la quvvat S va aktiv quvvat N_{gen} aniqlanadi

$$N_{gen}=N_t \cdot \eta_{gen}.$$

$$S=N_{gen.}/\cos \varphi ;$$

GOST 5616-81 bo'yicha sinxron gidrogeneratorda yo'qolishlar qattiq chegaralangan bo'lib, nominal quvvatning koeffitsiyenti $\cos \varphi$ gidrogenerator quvvati kattaligi orqali aniqlanadi.

25-jadval

$S_{gen}, MV.A$	125 gacha	126-360	360dan ortiq
$\cos \varphi.$	0,8	0,85	0,9

Gidrogeneratorning taxminiy foydali ish koeffitsiyentini 26-jadvaldan aniqlash mumkin.

26jadval

	n, ayl/min, aylanish soni			
	51,8-100	100-187,5	187,5-300	300-500
S, MV.A	$\eta_{gen}, \%$			
25-60	96,15-	96,5-97,1	96,3-97,0	96,1-
60-100	96,8	97,1-97,8	97,0-97,6	96,9
100-125	96,8-97,2	98,2-98,3	98,0-98,3	96,9-
	97,5-98,3			97,5
				-

GOST bo'yicha gidrogeneratorlar uchun standart nominal kuchlanishlar qatori quyidagicha: 3,15; 6,3; 10,5; 18,0; 20,0; 21,0; 24,0; kV. Quvvati 50 MVt dan yuqori bo'lgan gidrogeneratorlarda quyidagi kuchlanishlardan foydalanish mumkin 13,8; 15,75 kV.

Agar GESlarda oldindan ishlab chiqilmagan gidrogeneratorlar o'rnatilsa, u holda 9-rasmdagi nomogrammadan foydalanish mumkin [7].

9 – rasmda, gidrogenerator parametrlari umumiy qonuniyatining o'zgarishini va ba'zi kattaliklarni aniqlashga yordam qiladigan hamda geometrik kattaliklar generator qutbining solishtirma yuklanishga bog'liqligi nomogrammasi ko'rsatilgan

Bu yerda:

$S/2P$ -qutbga bo'lgan solishtirma yuklanish, kVA/qutb;

L_t -aktiv po'lat balandligi, sm.da;

τ - qutb bo'linmasi, sm.da;

G_a/G - aktiv materiallarning gidrogeneratorni umumiy massasidagi ulishi, % da;

G_e - gidrogeneratorning aktiv xajmidan foydalanganlik darajasini ko'rsatuvchi Esson koeffitsiyenti, $kVA/m^3 \cdot \text{ayl}/\text{min}.$;

G_g/S – gidrogenerator massasining quvvat birligiga bo'lgan nisbati, $kg/kVA.$ da

Nomogrammadagi indeksi «1» boʻlgan kattaliklar gidrogeneratorlarni bir tomonlama havo bilan sovutish, indeksi «2» gidrogeneratorning aktiv qismini suv bilan sovutishni bildiradi. Suvda sovutiladigan sistemalar hozirgi paytda katta quvvatli boʻlgan gidrogeneratorlarda ishlatiladi. Hamma egri chiziqlar, oʻrtacha kattaligi oʻzgarmas inersiyali T_a -7...9 sek. boʻlgan, gidrogeneratorlar uchun koordinatalar logorifmik sistemada qurilgan

Qutbga boʻlgan solishtirma yuklanish quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$S/2P,$$

bu erda r – gidrogenerator rotorining juft qutublari soni:

$$r = 3000/n.$$

undagi n -aylanishlar soni.

Solishtirma yuklanishning $S/2P$ juft qutub soniga boʻlgan nisbati kattaligi boʻyicha nomogrammadan qutub boʻlinmasining τ_{\min} . va τ_{\max} ., sm. da kattaligi aniqlanadi. Imkonli aylanish soni v_{ayl} , m/sek. da kattaligi aniqlanadi.

$$v_{\text{ayl.min.}} = 100 \cdot K_T \tau_{\min};$$

$$v_{\text{ayl.max.}} = 100 \cdot K_T \tau_{\max}.$$

Bu yerda K_T gidroturbinaning tezlashish koeffitsiyenti $K_T = n_T / n$, bu tenglikda n_T – tezlashgan aylanish soni tezlashish xarakteristikasi

orqali aniqlanadi. Agar tezlashish xarakteristikasi bo'lmasa, tezlashish koeffitsiyenti K_T quyidagi kattaliklarda olinadi:

(1,6-1,7) – sekin yuruvchi RO' GT uchun;

(1,7-1,9) – normal tez yuruvchi RO' GT uchun;

(1,9-2,1) – tez yuruvchi RO' GT uchun;

(2,0-2,2) – kombinator bog'likni saqlagan BK (PL) GT uchun;

(2,2-2,6) – kombinatorli bog'likni buzgan BK (PL) GT uchun.

Yo'l qo'yilgan qutb bo'linmasi kattaligi quyidagicha aniqlanadi:

$$\tau_{\text{maks.yo'l. q.}} = v_{\text{ayl. chegar.}} / 100 \cdot K_T$$

bunda aylanish tezligini chegaraviy sonining kattaligi quyidagicha qabul qilinadi:

-gidrogeneratorlarning quvvati 175 MVA kam bo'lganda

$$v_{\text{ayl. chegar.}} = 160 \text{ m/s,}$$

-gidrogeneratorlarning quvvati 175 MVA katta bo'lganda

$$v_{\text{ayl. chegar.}} = 185 \text{ m/s}$$

Gidrogeneratorning asosiy o'lchamlari: stator diametri D_i va aktiv po'lat balandligi L_t hisoblanadi. Statorning mumkin bo'lgan diametri quyidagicha aniqlanadi :

$$D_{i \text{ min. yo'l q.}} = (2r \cdot \tau_{\text{min.}}) / \pi;$$

$$D_{i \text{ maks. yo'l q.}} = (2r \cdot \tau_{\text{maks.}}) / \pi.$$

Olingan kattaliklar chegarasida konstruktiv fikrlashdan kelib chiqqan holda stator qirgimi diametri D_i kattaligi beriladi.

Agar pastki krestovina bo'lsa, uni ajratib olish sharti bilan stator diametri $D_i > D_{\text{sh}} + 0,6$ m. kattalikda tayinlanadi. Agar pastki krestovina bo'lmasa, turbina qopqog'ini yoki yo'naltiruvchi apparatning yuqorigi halqasini olib o'tish sharti bilan $D_i > D_{\text{sh}} + 0,2$ m qilib tayinlanadi. Mashina zali past bo'lsa, rotor generator karterida (o'rasida) yig'ilsa, yo'naltiruvchi apparatning yuqori halqasini rotorning ajratib olinadigan halqasi ichidan olib o'tishni ta'minlash uchun $D_i > D_{\text{sh}} + 0,2$ m. qilib tayinlanadi. Turbina shaxtasi diametri D_{sh} gidroturbina ishchi g'ildiragi diametriga bog'liq holda aniqlanadi $D_{\text{sh}} = (1,3-1,5) D_1$.

Statorning tayin bo'lgan diametri bo'yicha qutb bo'linmasi τ aniqlanadi $\tau = D_i \cdot \pi / 2p$ va

$\tau_{\text{min.}} < \tau < \tau_{\text{maks.}}$ bo'lgan shartiga rioya qilish tekshiriladi .

Statorning aktiv po'lat balandligi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$L_t = S / (D_i^2 \cdot n \cdot C_E),$$

Bunda $L_{tmin} < L_t < L_{tmaks}$. shart bajarilishi kerak, L_{tmin} , L_t , L_{tmaks} va S_e kattaliklar esa 11 - rasmdagi nomogrammaning solishtirma qutub kattaligi bo'yicha aniqlanadi.

L_t kattaligi ko'rsatilgan qiymatlar orqali tanlanadi 45, 50, 55, 60, 67, 75, 82, 90, 100, 110, 122, 130, 135, 150, 165, 182, 200, 220, 245, 270, 300 sm.

Stator diametrini uning aktiv po'lat balandligiga bo'lgan nisbati gidrogeneratorning konstruktiv tuzilishini aniqlaydi. $D_i / L_t < 4$ nisbatda osma, $D_i / L_t > 5$ zontli gidrogenerator qabul qilinadi. Agar $D_i / L_t = 4-5$ va aylanish soni $n > 150$ ayl/min. bo'lsa osma gidrogenerator olinadi.

GD^2 - aylanuvchi massa inersiyasini xarakterlovchi burovchi moment;

bu yerda G - aylanuvchi agregat qismining massasi, t.;

D - o'qqa nisbatan aylanayotgan rotor massasining inersiya diametri, m; u holda gidrogeneratorning geometrik o'lchamlari quyidagi formula orqali aniqlanishi mumkin:

$$GD^2 = 6,53 \cdot D_i^{3,4} \cdot L_t.$$

Gidrogenerator inersiya doimiysi asosiy kattalik hisoblanadi. T_a doimiy inersiya kattaligi, gidroturbinani boshqarish va energotizimda generatorning dinamik turg'un ishlashini kafolatlaydi. Son jihatidan generatorning to'la quvvati S , kVA teng bo'lgan, elektr tarmoq tomonidan tizimga qo'yilgan aylanish momenti ta'sirida, rotor tinch holatdan nominal aylanish sonigacha yetishishi generatorning doimiy inersiyasi vaqtiga teng.

Generator inersiyasi doimiysini, generator koeffitsiyenti $\cos\varphi = 1$ da nominal quvvati N_{gen} teng bo'lgan elektr quvvatini iste'molchiga ulangan paytida, turbinaga keladigan suvni birdan to'xtatilganda agregatni to'xtashiga ketgan vaqt deb hisoblash mumkin.

Doimiy inersiya sekundi quyidagi formula orqali topiladi:

$$T_a = (GD^2 \cdot n^2 \cdot \eta_{gen}) / 365 \cdot S$$

agar $T_a = 7-9$ sek bo'lsa, generatorning o'lchamlari va parametrlari to'g'ri olingan deb topiladi.

Gidrogenerator massasi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$G_{\text{gen}}=(G / S) \cdot S$$

Aktiv po‘latning standart kattaligi quyidagicha: 33, 36, 40,

Bu yerda (G / S) - solishtirma temir hajmi, kg/kVA da 11 - rasmdagi nomogrammadan topiladi.

Shu sababdan zontli qilib tayyorlangan, pyatasi turbina qopqog‘iga tiralgan gidrogenerator massasini nomogrammadan olingan massaga nisbatan 7...10% kamaytirish kerak, ya’ni

$$G_{\text{zon.gen}}=(0,9-0,93) \cdot G_{\text{gen}}.$$

Gidrogenerator rotor massasi umumiy massaning yarmisiga teng qilib olinadi.

$$G_{\text{rot}}=0,5 \cdot G_{\text{gen}}$$

a) Zontli tipdagi gidrogeneratorning asosiy o‘lchamlarini hisoblash

11 - rasmda zontli gidrogenerator turi sxemasi ko‘rsatilgan bo‘lib, podpyatnik vannasini konusli taglikga o‘rnatilib, turbina qopqog‘iga tiralgan qilib tayyorlangan. Bunday sxemani gidroturbinaning ishchi g‘ildiragi $D_1 > 5$ m.bo‘lsa qabul qilish

mumkin.

Asosiy o'lchamlar:

Statorning tashqi diametri,

$n \geq 100$ ayl/min bo'lganda $D_1 = (1,05 - 0,0017 \cdot n) \cdot D_i$;

$n < 100$ ayl/min bo'lganda $D_1 = (1,05 - 0,002 \cdot n) \cdot D_i$.

Statora balandligi: $h_1 = (1,7 - 1,9) \cdot L_t$.

Havo sovutgich tagining diametri: $D_2 = D_1 + (0,6 - 0,8 \text{ m.})$.

Havo sovutgich balandligi: $h_2 = L_t$.

Rotor balandligi: $D_3 = D_1 - 2 \cdot \delta$,

bu yerda havo bo'shlig'i zazori $\delta = 0$.

Rotor balandligi: $h_3 = L_t + (0,5 - 0,8 \text{ m.})$

Yuqori krestovinning diametri statorning tashqi

diametriga teng qilib olinadi: $D_4 = D_1$.

Yuqorigi krestovinning balandligi:

$$h_4 = (0,1 - 0,12) \cdot D_i \geq 0,4 \text{ m.}$$

Podpyatnik vannasi diametri:

$$D_5 = (0,4 - 0,5) \cdot D_i$$

Podpyatnik balandligi:

$$h_5 = (0,1 - 0,12) \cdot D_i$$

Oʻrnatilgan regulyator ustmasi diametri:

$$D_6 = (0,15-0,25) \cdot D_{i..}$$

Ustmaning balandligi:

$$h_6 = (0,3-0,5 \text{ m.}).$$

Burama kurakli (PL) gidrogeneratori komponovka (yigʻilgan) qilingan paytda moy qabul qiluvchining diametri aniqlanadi:

$$D_7 = (0,35-0,4) \cdot D_{i..}$$

Moy qabul qiluvchining balandligi:

$$h_7 = 1,5-1,8 \text{ m.}$$

Gidrogeneratorning tashqi diametri:

$$D_8 = D_2 + (0,3-0,5 \text{ m.}).$$

Stator tagidagi havo kanalining balandligi:

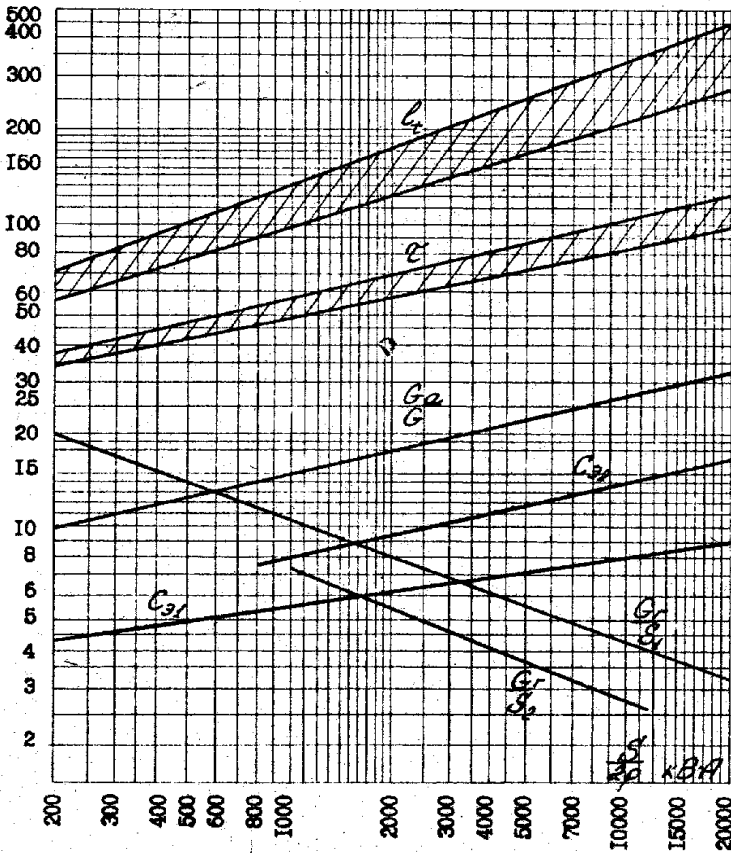
$$h_{13} \geq 0,8 \text{ m.}$$

Stator ustidagi havo kanalining balandligi:

$$0,3 \leq h_8 \leq h_4.$$

Generator rotori va tormoz qiluvchi qurilma orasidagi zazor balandligi:

$$h_{10} = 0,01 \text{ m.}$$



9-rasm. Nomogramma

Tormoz qurilmasi balandligi: $h_{11}=0,3$ m.

O'tish gabariti: $h_{12}=1,9-2,0$ m.

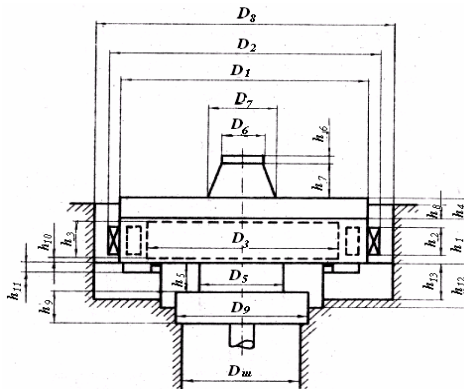
Ishchi g'ildirak diametri 5 m kichik bo'lsa, gidrogenerator sxemasida podpyatnik pastki krestovinada joylashadi. Bunday gidrogenerator 10-rasmda ko'rsatilgan, uning asosiy o'lchamlari podpyatnikni ishchi g'ildirak qopqog'iga tiralgan qilib olinadi. Unda quyidagi qo'shimcha hisoblar bajariladi:

Pastki krestovina diametri:

$$D_9 = D_{sh} + (0,3-0,5 \text{ m.}).$$

Pastki krestovina balandligi:

$$h_9 = (0,25-0,30) \cdot D_{sh}.$$



10-rasm. Podpyatnigi turbinaning pastki krestovinasiga tiralgan zontli gidrogenerator

b) Osmo gidrogeneratorning asosiy o'lchamlarini hisoblash (12-rasm).

2-ta yo'naltiruvchi podshipnikli osma turli gidrogenerator, podpyatnik vannasi yuqori krestovinada, gidroturbinaning moy qabul qilgichi va podpyatnik tepasida generator regulyatori va pastki krestovinada tormozlar joylashgan qilib tayyorlanadi.

Osmo gidrogeneratorning asosiy o'lchamlari (12-rasm) quyidagi nisbatda aniqlanadi:

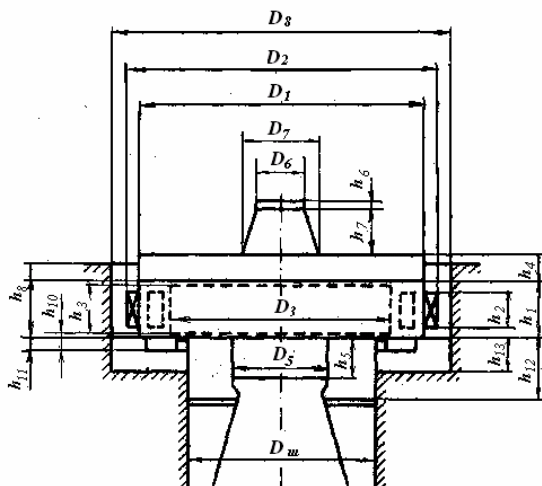
$n \leq 250$ ayl/min bo'lganda $D_1 = (1,15 + 0,0008n) D_i$;

$n > 250$ ayl/min bo'lganda $D_1 = (1,05 + 0,0017n) D_i$

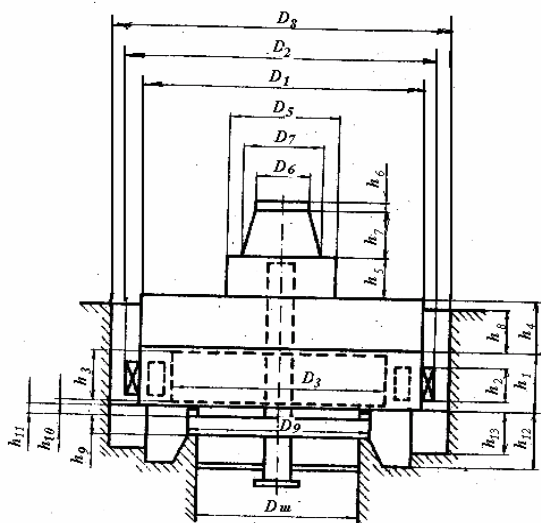
Yuqori krestovina balandligi: $h_4 = (0,2 - 0,25) D_i$.

Pastki krestovina balandligi: $h_9 = (0,10 - 0,12) D_{sh.}$

Osmo gidrogeneratorning o'lchamlarini hisoblash ishlari xuddi zontli gidrogeneratorning hisobiday amalga oshiriladi.



11-rasm. Podpyatnigi turbina qapqog'iga tiralgan zontli gidrogenerator



**12 – rasm. Osmo turdagi gidrogenerator
8. O'rnatiladigan ishchi g'ildirak o'qining balandlik belgisini (otmetkasini) aniqlash**

Ishchi g'ildirak o'rnatilgan belgisini aniqlashda, $H=f(Q)$ xarakteristikasining tagiga o'sha masshtabda $\nabla_{pb}= f(Q)$, bog'liqlik grafigi quriladi.

H_s ni egri chizig'i quvvatning chegara chizig'ida kesishgan nuqtasini $\nabla_{pb} = f(Q)$ egri chizig'iga olib o'tamiz va $\nabla_{pb} = f(Q)$ dan H_s kerakli nuqtalarini qo'yib chiqamiz. Eng pastki nuqta ishchi g'ildirakni o'qining ∇_{ig} belgisi bo'ladi.

9. GES binosini kompanovka qilish, montaj va ta'mirlash ishlari

Stansiya binosining asosi har xil yer materiallar ustida, ya'ni toshli yoki tuproqli asosda joylashishi mumkin.

Stansiya binosida hisoblarga asosan har biri N quvvatli (mVt) bo'lgan n ta agregat joylashishi mumkin.

Agar hisob bo'yicha betonli spiral kamera bo'lsa, u holda spiral kameraning o'rab olish burchagi $\varphi = 180^\circ$ qilib olinsa, uning eni V ni, $V/D_1=2.5-2.6$ nisbatdan topish mumkin.

Umuman hamma o'zanli va ba'zida derivatsiyali GES kanallarda o'rnatilib suv bosimini qabul qilsa, burama kurakli turbinalar tavriyali

kesimli betonli spiral kameralarga oʻrnatiladi. Suv tashlagich bilan qurilgan GES binosi, simmetrik tavriyali spiral kamerani oʻrniga toʻliq yoki toʻliq emas yuqoriga qaragan nosimmetrik kesim yuzali qilib bajariladi. GES umumiy quvvati va agregatlar soniga qarab bloklarga boʻlinadi. V_{bl} blok enini topish uchun V (spiral kamerani) eniga ikkita yarim ustunlar (burchoklar) enini qoʻshish kerak.

Napor 80 metrgacha boʻlganda betonli spiral kamerali GESning bitta blokning eni $V_{bl}=(2,9-3,1)D_1$ qilib olinadi.

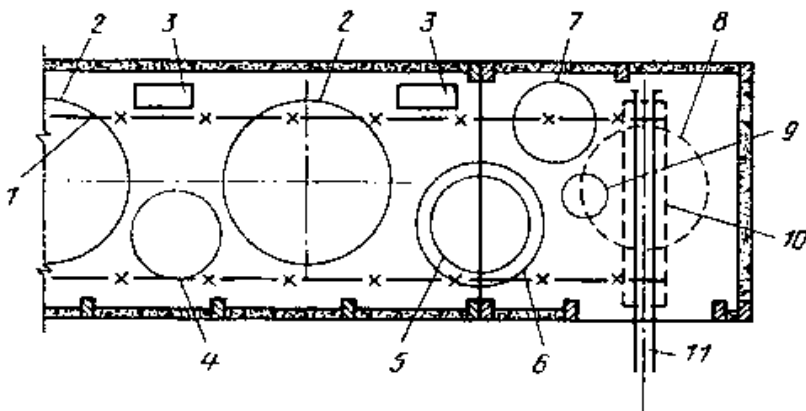
Stansiya binosi asosi yumshoq materialdan tashkil topsa, blok eni yoʻgʻon ustun(burak)lar hisobiga $\{V_{bl}=(4-4,5)D_1\}$ kattalashishi mumkin

40 m.dan 80 m. gacha naporlar oraligʻida, $N > 50m$ boʻlganda metalli qoplamaga ega boʻlgan betonli hamda metalli spiral kameralar ham ishlatish mumkin, u holda metalli spiral kameralar blok eni V va $\{V_{bl}=(4-4,5)D_1\}$ ga kattalashishi mumkin. Katta naporlarda bu oʻlchamlar kamayishi mumkin va $\{V_{bl}=(3-3,5)D_1\}$ boʻladi.

Spiral kamera metalli qilib olinsa, u holda oʻrab olish burchagi $\varphi = 345-360^\circ$ teng qilib olinadi.

Agar montaj maydoni bilan $\Delta MM = \Delta MZ$ mashina zali maydoni teng boʻlsa, agregatlar soni kam boʻlganda (4-5 ta) montaj maydonining

uzunligi $L_{MM} = (1-1,2)V_{bl}$ qilib olinadi. Texnologik loyihalash normasiga asosan montaj maydonchasi $1,5V_{bl}$ kattalikdan oshmasligi kerak (13-rasm), agregatlar soni ko‘p bo‘lsa bu qonundan chetlashib $L_{MM} = (1,5-2)V_{bl}$ qilib olinadi.



13-rasm. Frontal yo‘lakli montaj maydoni.

1-bosh ilmoqni ishchi zonasi; 2- yig‘ilgan agregatlar; 3-MNU; 4-turbina qopqog‘i; 5-gidrogenerator rotori; 6-yuqorigi krestovina; 7 - ishchi g‘ildirak; 8-yuqorigi krestovinaning birlamchi joylashishi; 9-pyata podpyatnikli tayanchi bilan; 10-vagon (9platforma); 11-maydonga kiruvchi temir yo‘l o‘qi

Mashina zali uzunligi $L_{MZ} = nV_{bl} + L_{MM}$ teng qilib olinadi. Agar ikkita katta kran ishlatilsa, u holda mashina zalining yon tomoni uzunligi, V_{bl} uzunligidan ΔL ga uzaytiriladi, u holda mashina zalining ham uzunligi L_{MZ} ga uzayadi.

Bu yerda n – agregat bloklari soni;

Agregat o'qlari orasidagi masofa $V_{o'q}=V_{bl}, m$;

Mashina zali binosining eni V_{MZ} generator kojuxi $D_{KG}= D_8$ (9,10,11-rasmga qara) bog'liq. O'rtacha mashina zalining eni $V_{MZ}= D_{KG}+5 m$ teng.

Mashina zalining to'la balandligi, rotni val bilan bo'lgan balandligi yoki ishchi g'ildirak balandligining ilib oluvchi qurilmasi bilan, agregat tepasidan 0,5 m., kran ilmog'ini ilish (zastropka), ilmoqni olib chiqish, ko'priksimon kranni balandligi va kran lebyodkasi va uning tepasida 0,8-1,0 m zaxira bo'lgan balanliklar yig'indisi, tomning fermasigacha bo'lgan masofa hisoblanadi. Ikkita kran bilan ish bajarilsa (montaj yoki demontaj qilinsa), u holda travers balandligi hisobga olinadi [4].

Mashina zali ko'priksimon kran bilan jihozlangan bo'lib, u orqali gidroagregatni yig'ish (montaj qilish) va ta'mirlash ishlarini bajarish mumkin.

GES binosiga suvni suvqabul qilgich orqali keltiriladi va u axlat ushlovchi panjara, remontli va avariya-remontli zatvorlar bilan ta'minlangan. Panjara va zatvorlarni kranlar (echkisimon, ko'priksimon va h.k.) orqali ishlatiladi.

GES binosiga suv ikkita (3 ta) quvur bilan olib kelinadi.

GES binosidan suvni so'rib olish kanallari

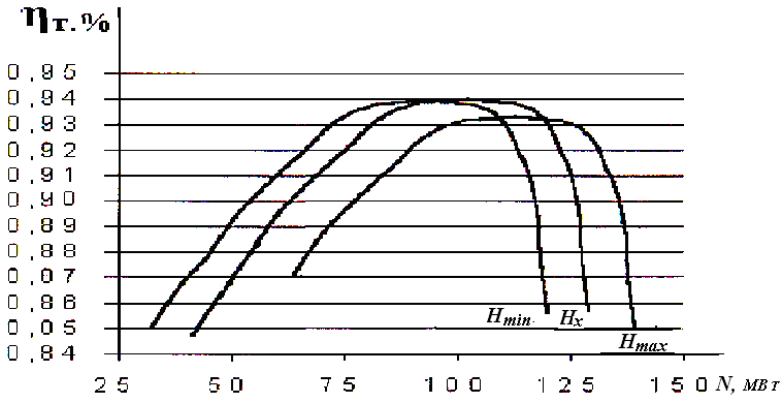
orqali olib ketilib pastki befga tashlanadi. So‘rish quvuri ikkita bo‘lakka bo‘lingan bo‘lib, uni oxiriga ta‘mirlash zatvorlari o‘rnatiladi. Zatvorlarni ishlatish echkisimon yoki boshqa kranlar bilan amalga oshiriladi.

Agregat osma yoki zontli generator bilan jihozlangan. Hidrogenerator o‘qini belgisi ▼m . belgida joylashgan.

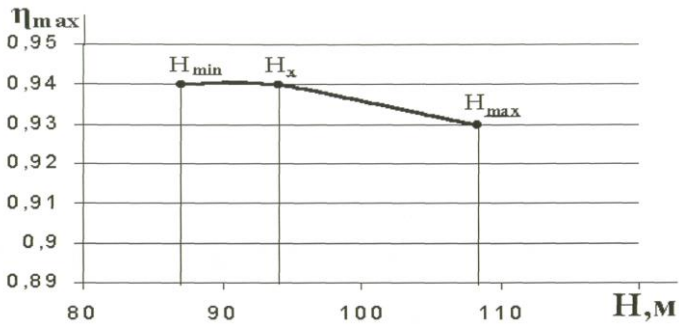
Gidroturbinaning suv o‘tkazuvchi qismni quritish uchun nasos agregati ko‘zda tutilishi kerak. Nasoslar kollektorlar orqali bir–biri bilan bog‘liq bo‘ladi. Suv agregatlardan kollektorlarga to‘kilib nasos qudug‘iga tushadi va u yerda nasoslar yordamida pastki befga (PB) haydab chiqariladi.

Stansiya binosining tashqarisida ochiq taqsimlash qurilmasi (ORU) joylashib, unda generatorda ishlab chiqilgan tokning kuchlanishi transformatorlar orqali kuchaytirilib, uzatish tizimlari yordamida iste‘molchilarga uzatiladi.

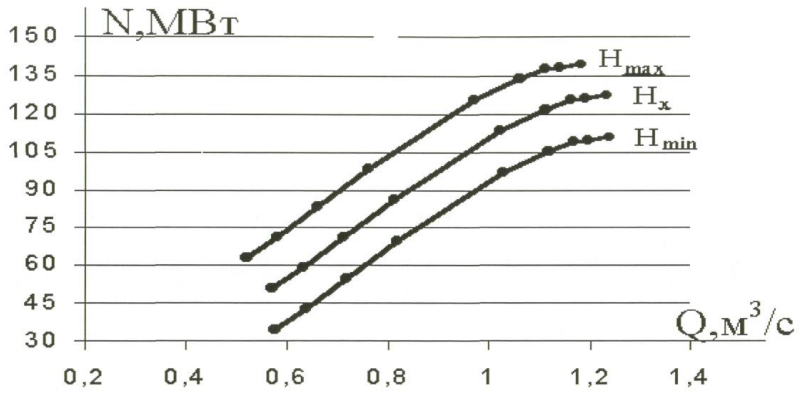
Ilovalar:
1-ilova



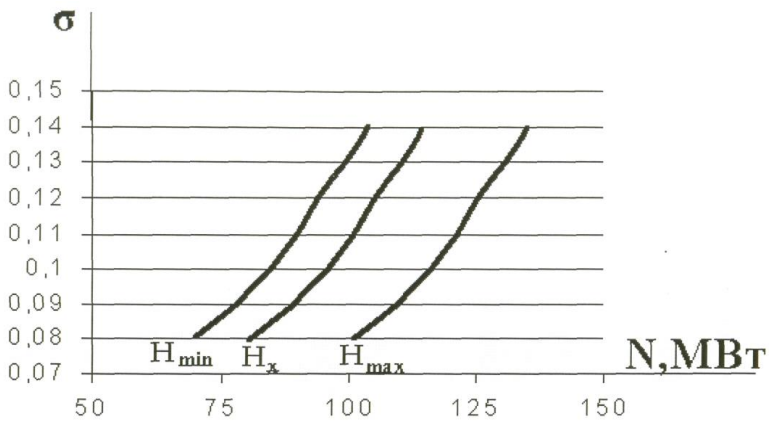
1- rasm. $\eta=f(N)$ xarakteristikasi



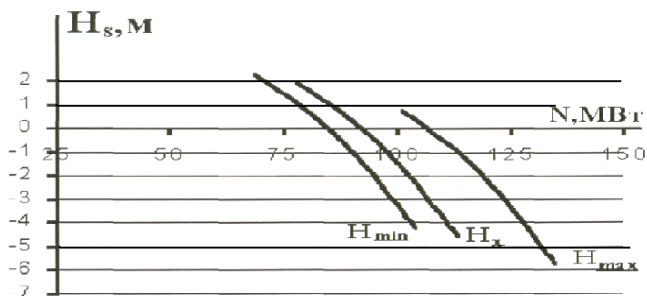
2 - rasm. $\eta = f(N)$ xarakteristikasi



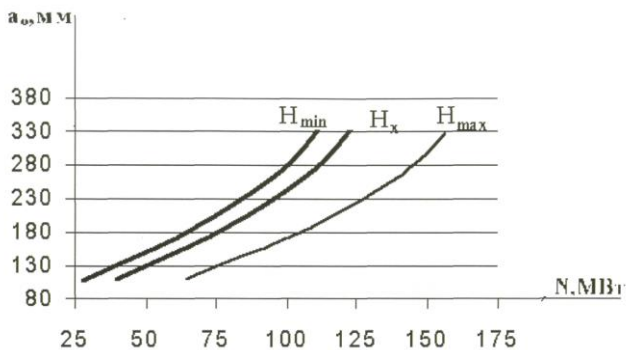
3 - rasm. $N=f(Q)$ bog'lanish grafigi



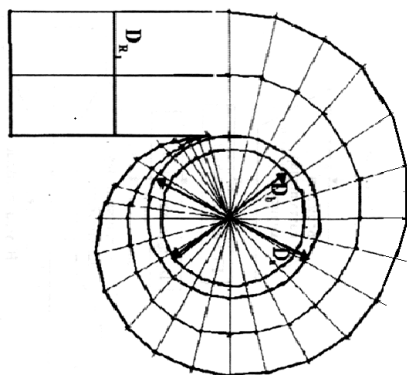
4 - rasm. $\sigma=f(N)$ bog'lanish grafigi.



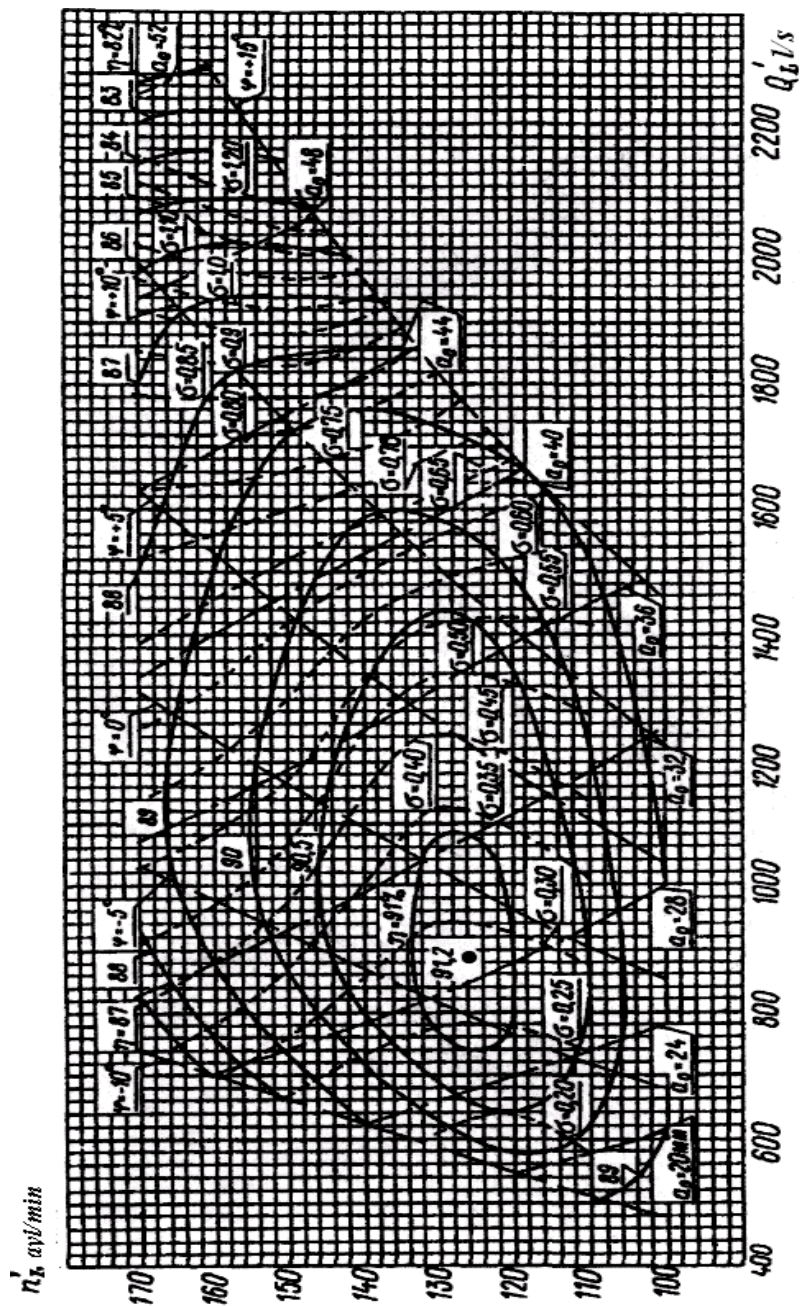
5 -rasm. $N_S=f(N)$ xarakteristikasi



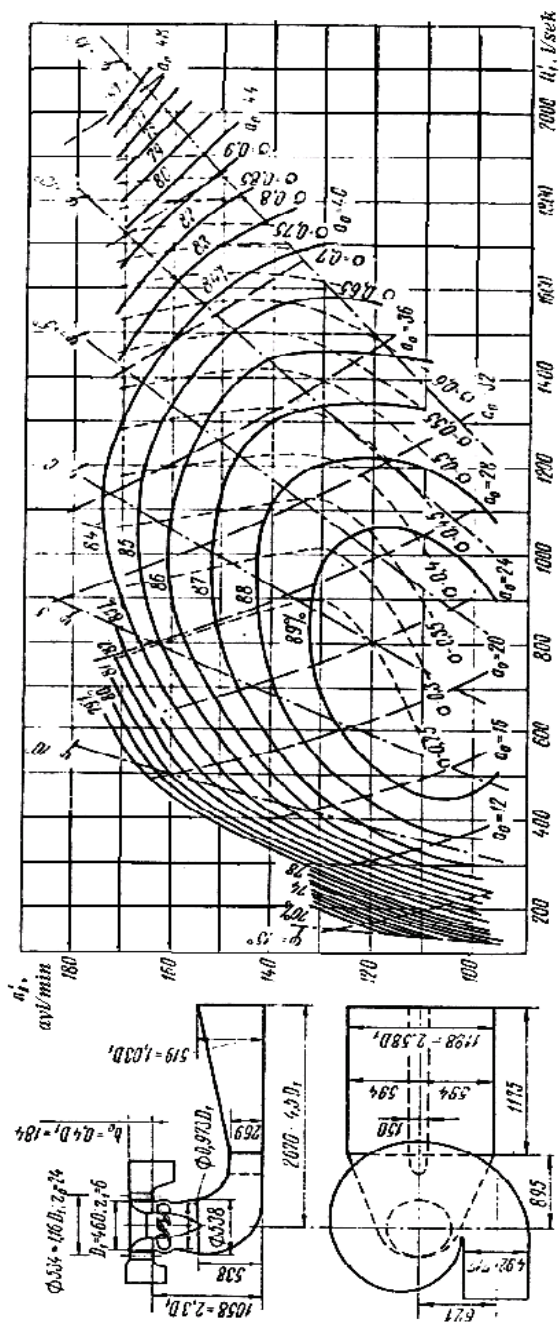
6 - rasm. $a_0=f(N)$ xarakteristikasi



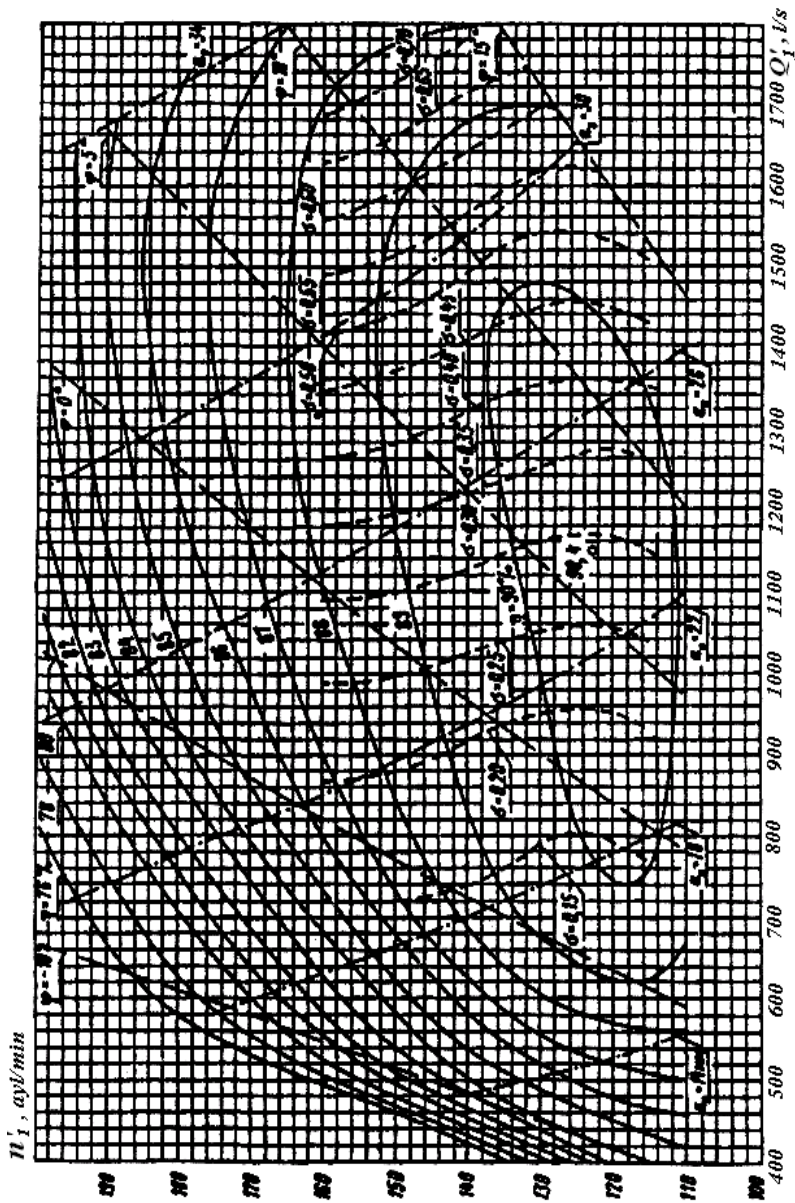
7 -rasm. Metallik spirali kamerani tuzilishi



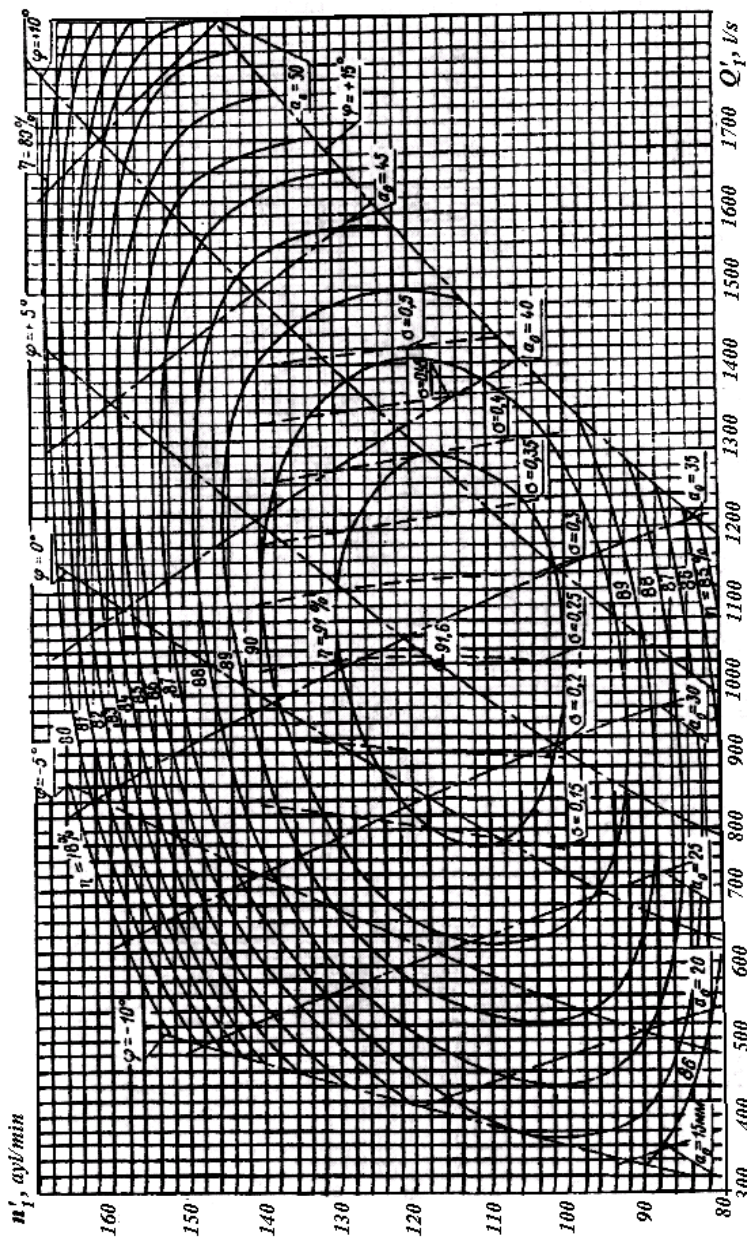
1- rasam. BK30/800-46 turbinasi ishchi g'ildiragining bosh universal xarakteristikasi



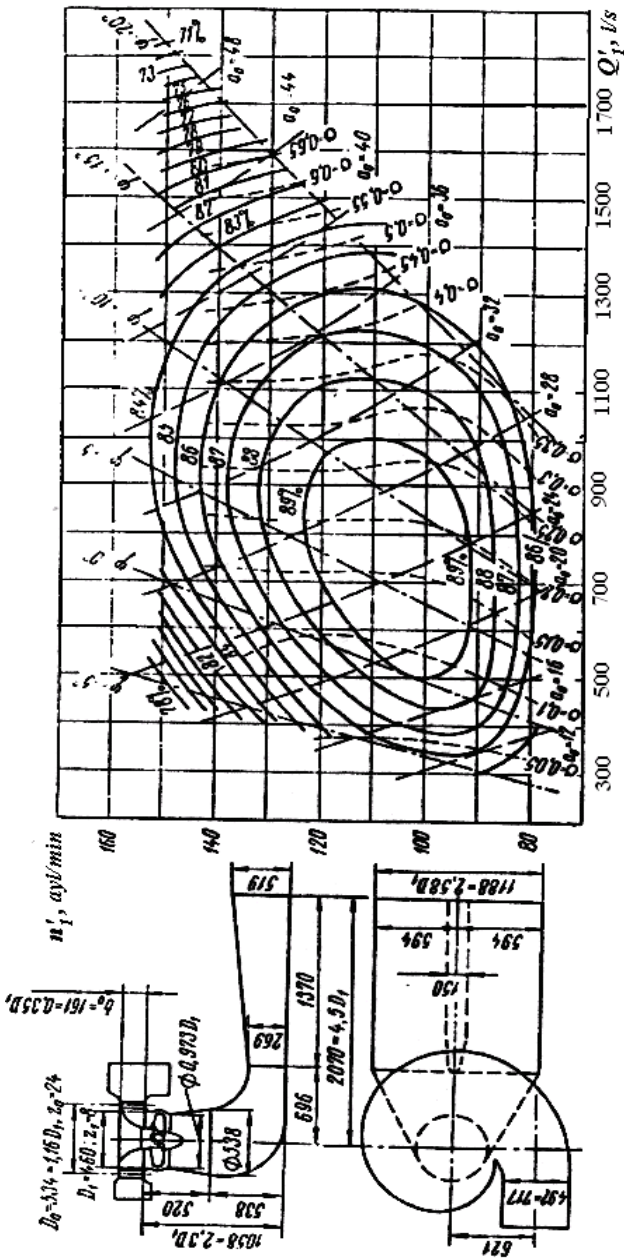
2- rasm. BK30/587 turbina ishchi g'ildiragining bosh universal xarakteristikasi



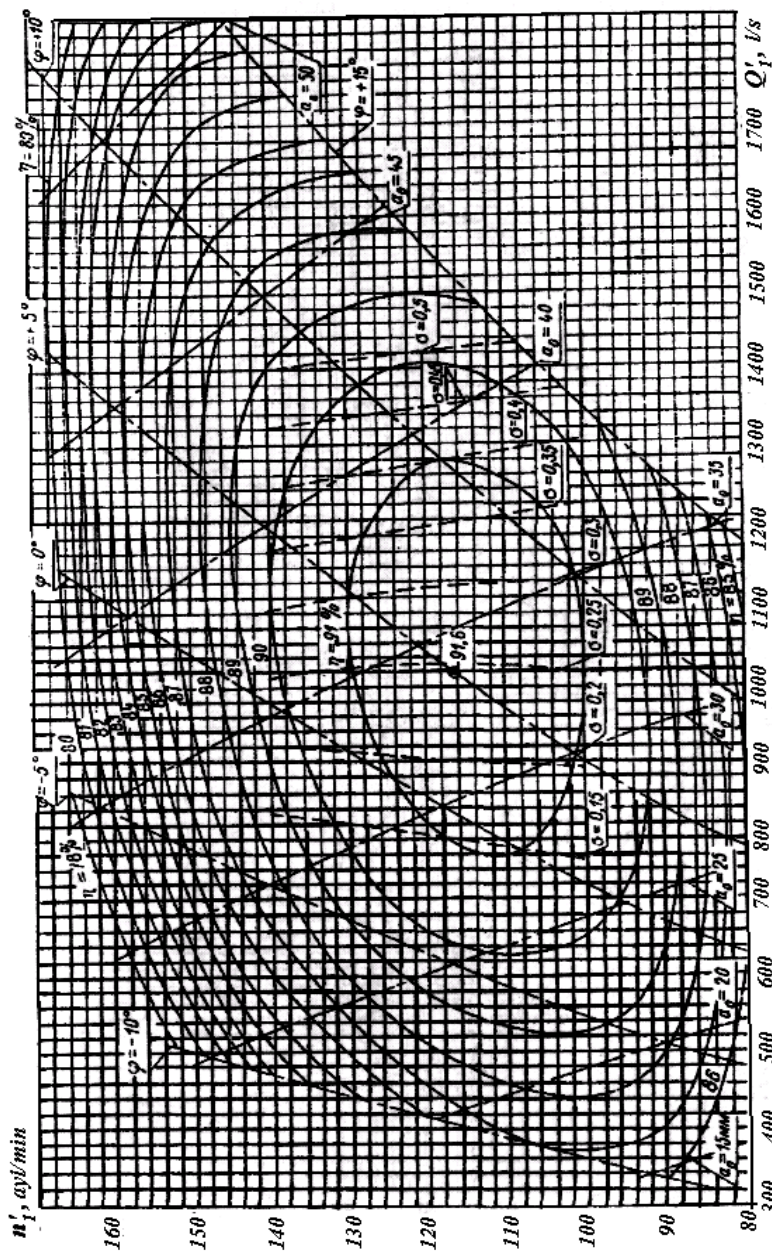
2- rasm. BK40587a-46 turbina ishchi g'ildiragining bosh universal xarakteristikasi



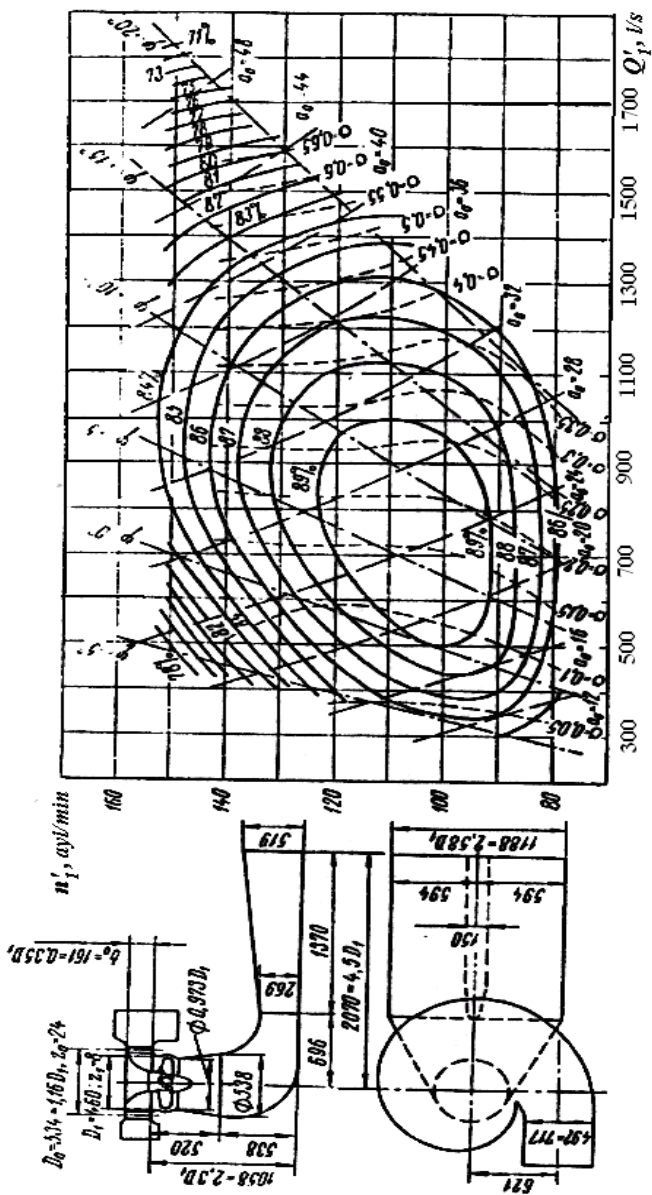
3- rasm. BK50/1075-46 turbina ishchi g'ildiragining bosh universal xarakteristikasi



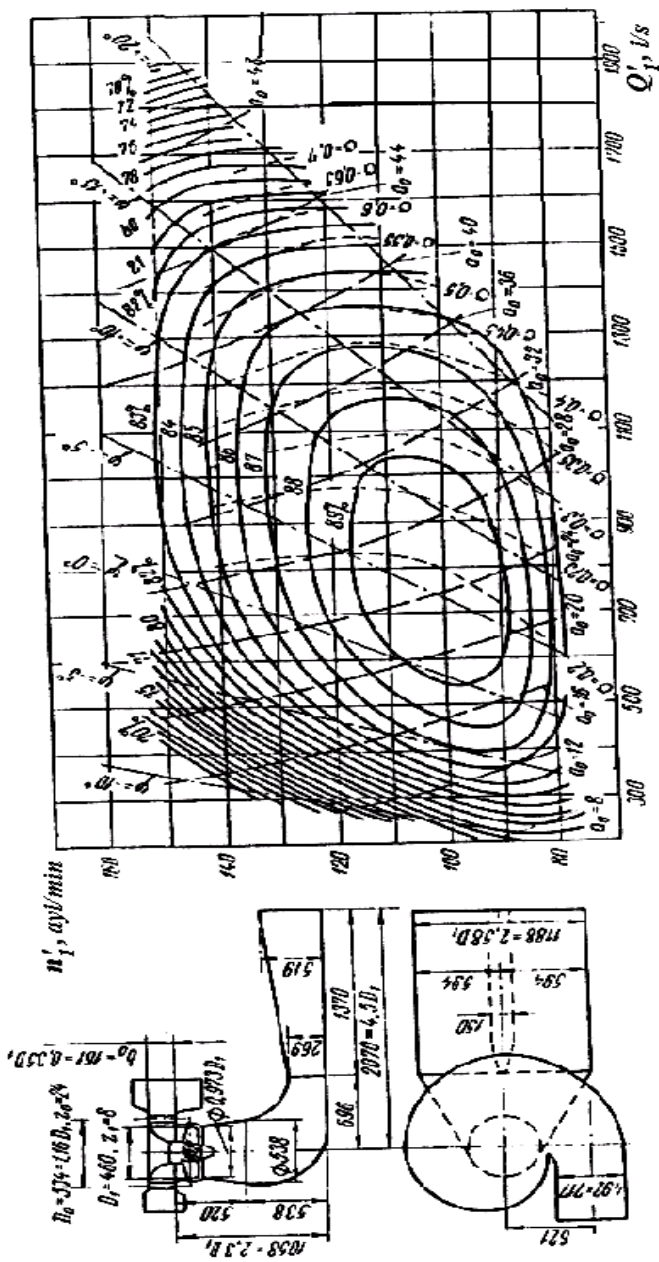
4-rasm. BK50/642 turbina ishchi g'ildiragining bosh universal xarakteristikasi



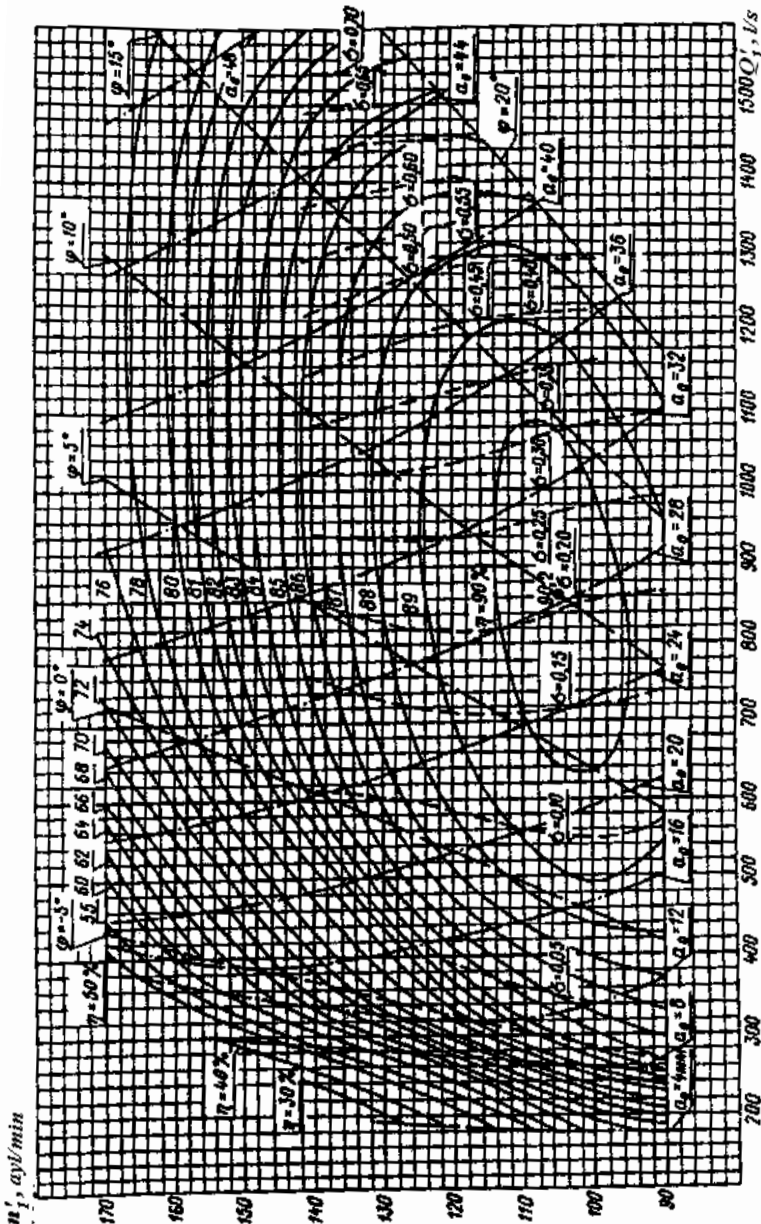
5- rasm. BK60/642-46 turbina ishchi g'ildiragining bosh universal xarakteristikasi



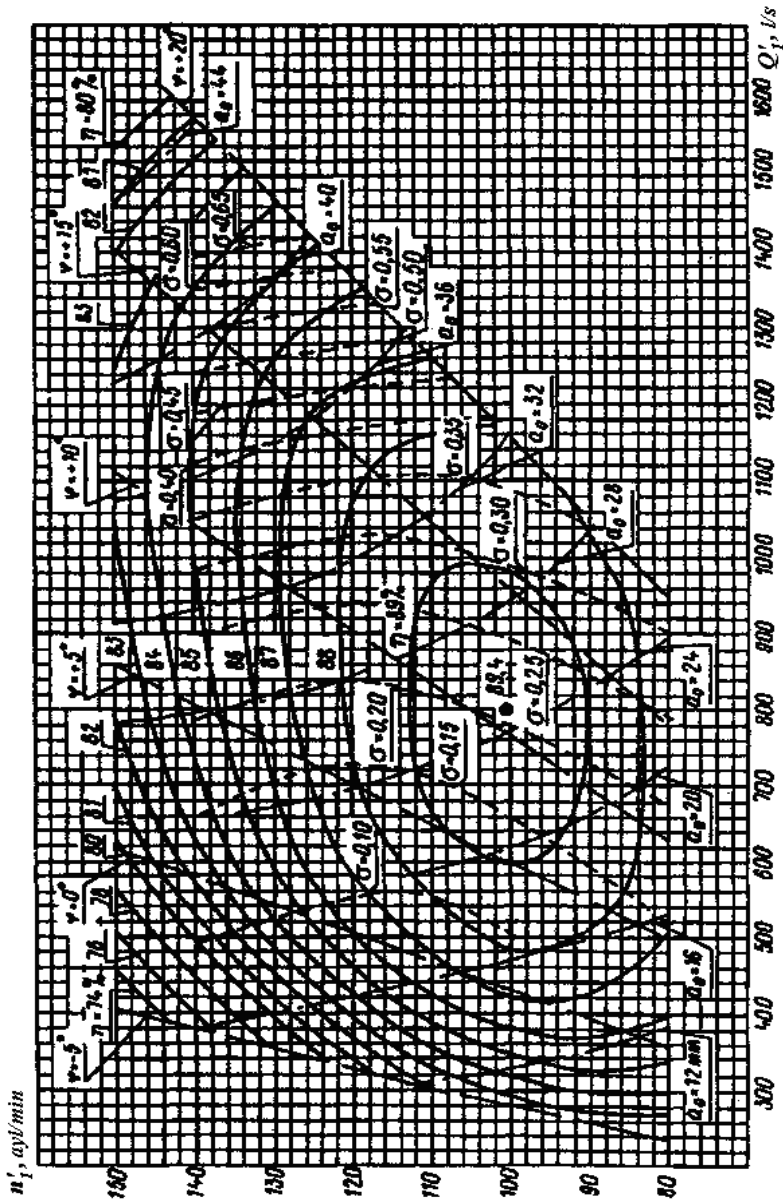
6- rasm. BK 60/642 turbina ishchi g'ildiragining bosh universal xarakteristikasi



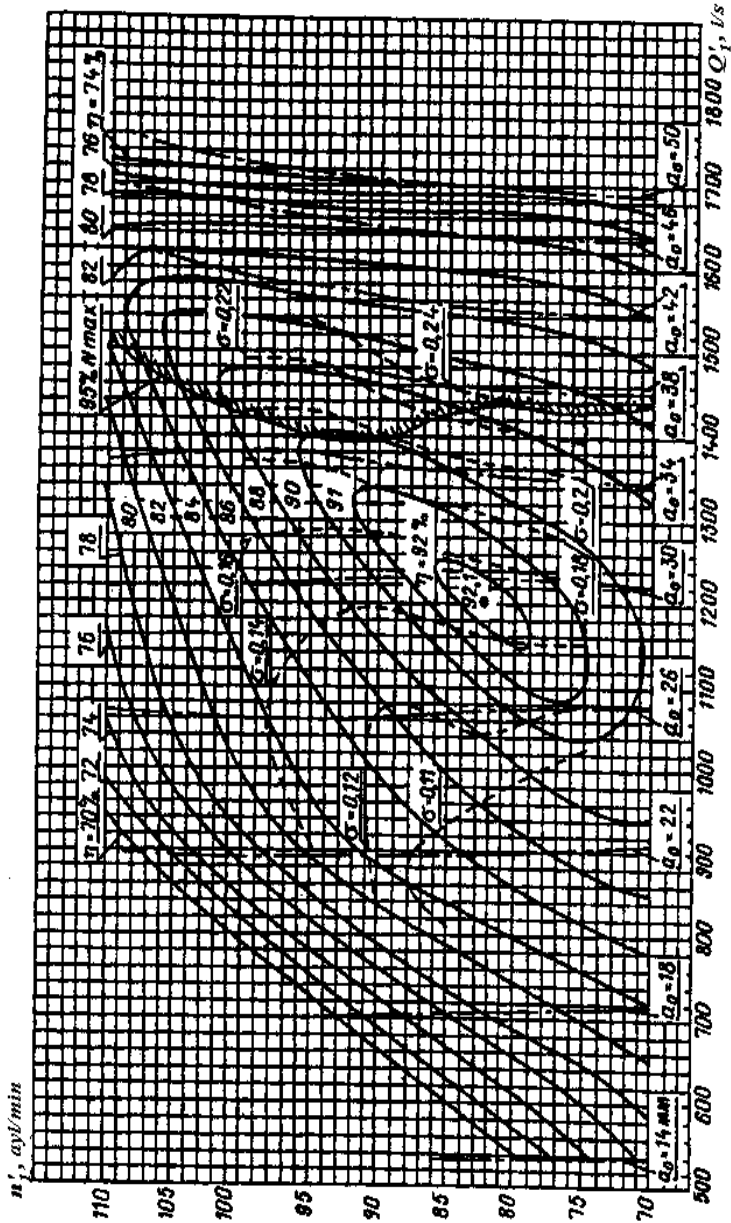
7- rasam. BK60/5A turbina ishchi g'ildiragining bosh universal xarakteristikasi



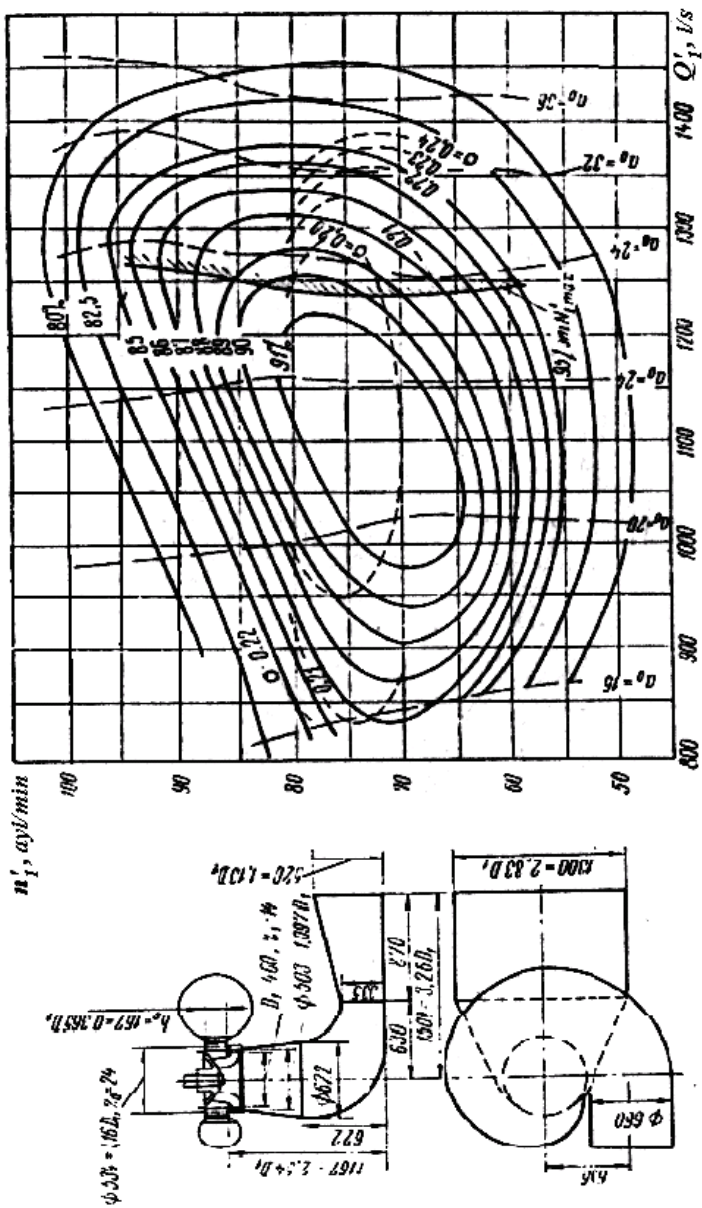
8.- rasm. BK70/642 -46 turbina ishchi g'ildiragining bosh universal xarakteristikasi



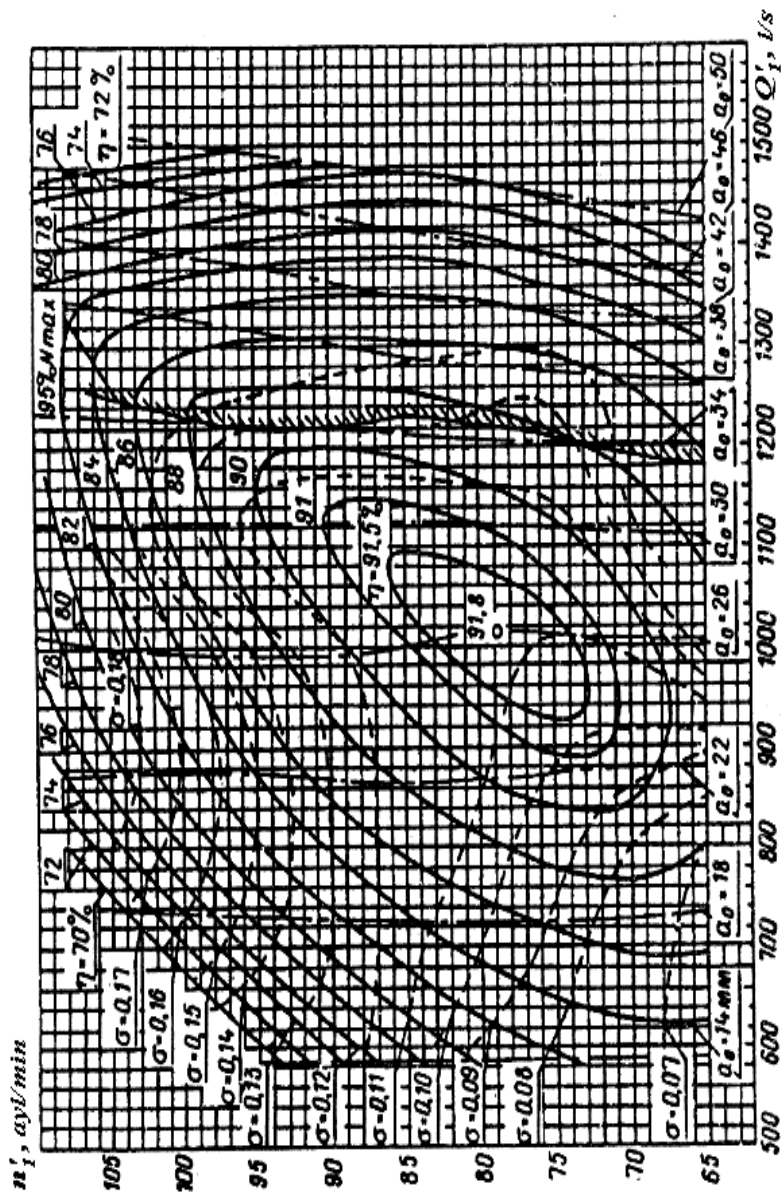
9- rasm. BK80/642-46 turbina ishchi g'ildiragining bosh universal xarakteristikasi



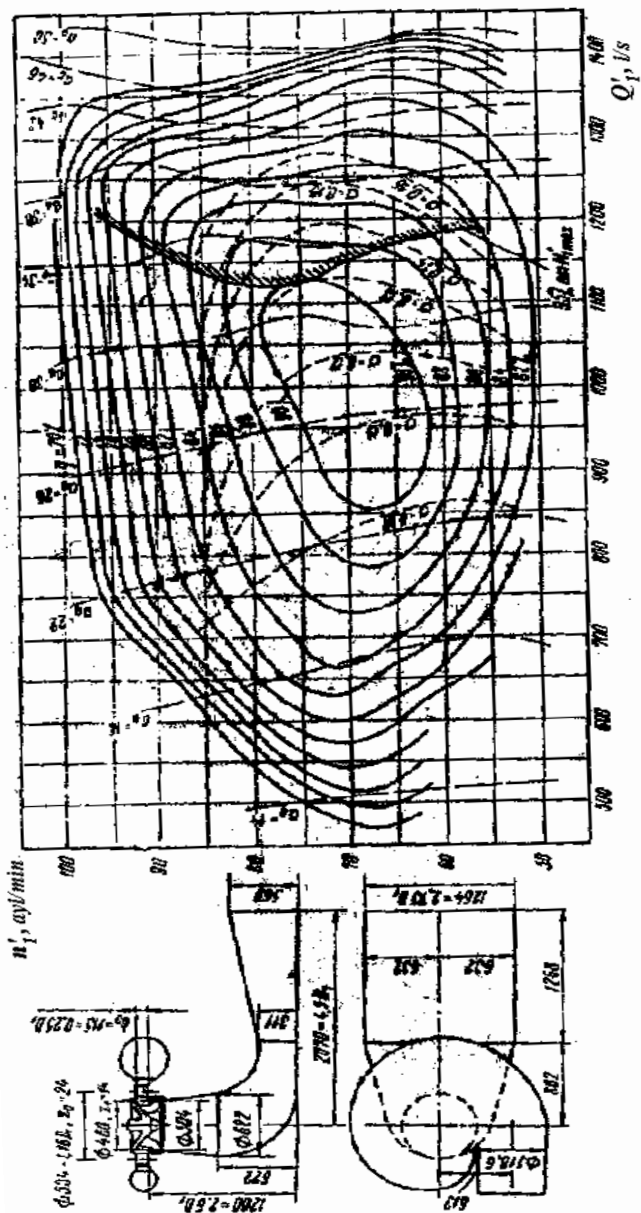
10- rasm. RO'45/820-46 turbina ishchi g'ildiragining bosh universal xarakteristikasi



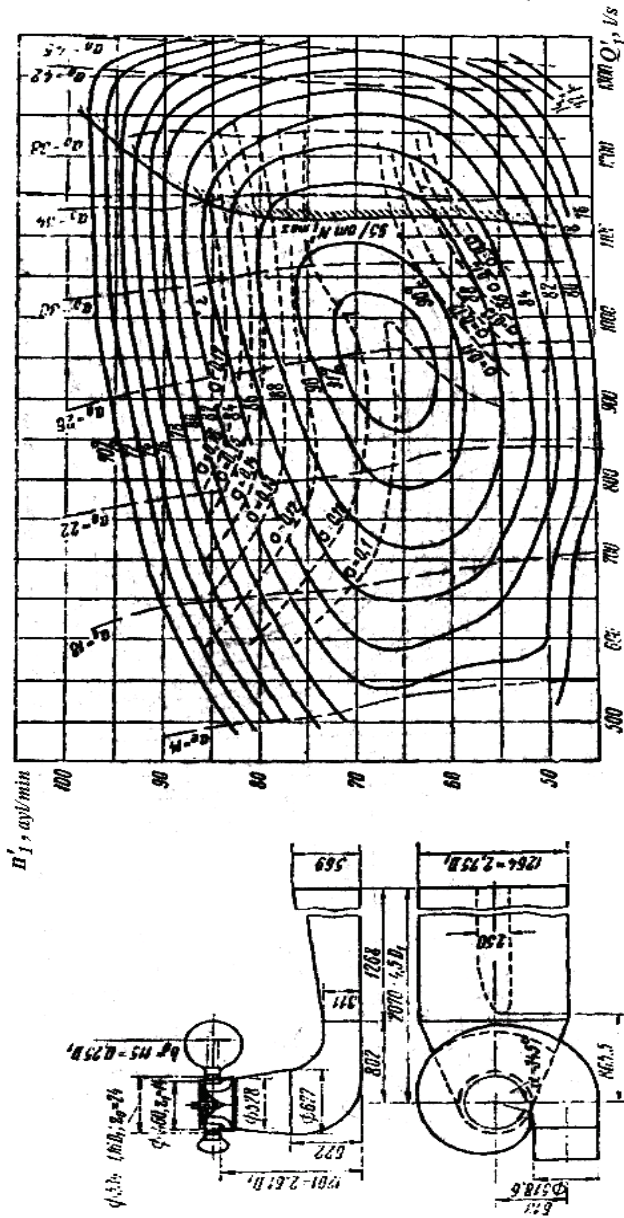
11- rasm. RO'45/123 turbina ishchi g'ildiragining bosh universal xarakteristikasi



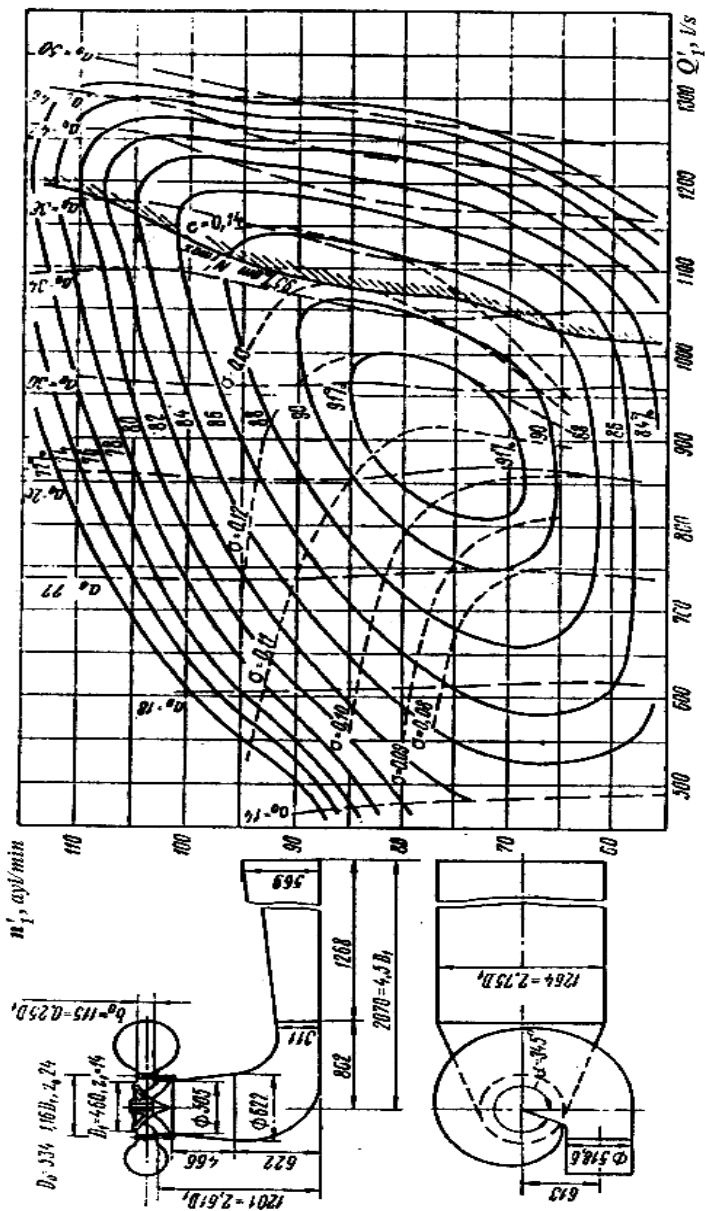
12- rasm. RO'75/7286-46 turbina ishchi g'ildiragining bosh universal xarakteristikasi



13- rasm. RO'75/702 τ turbina ishchi g'ildiragining bosh universal xarakteristikasi

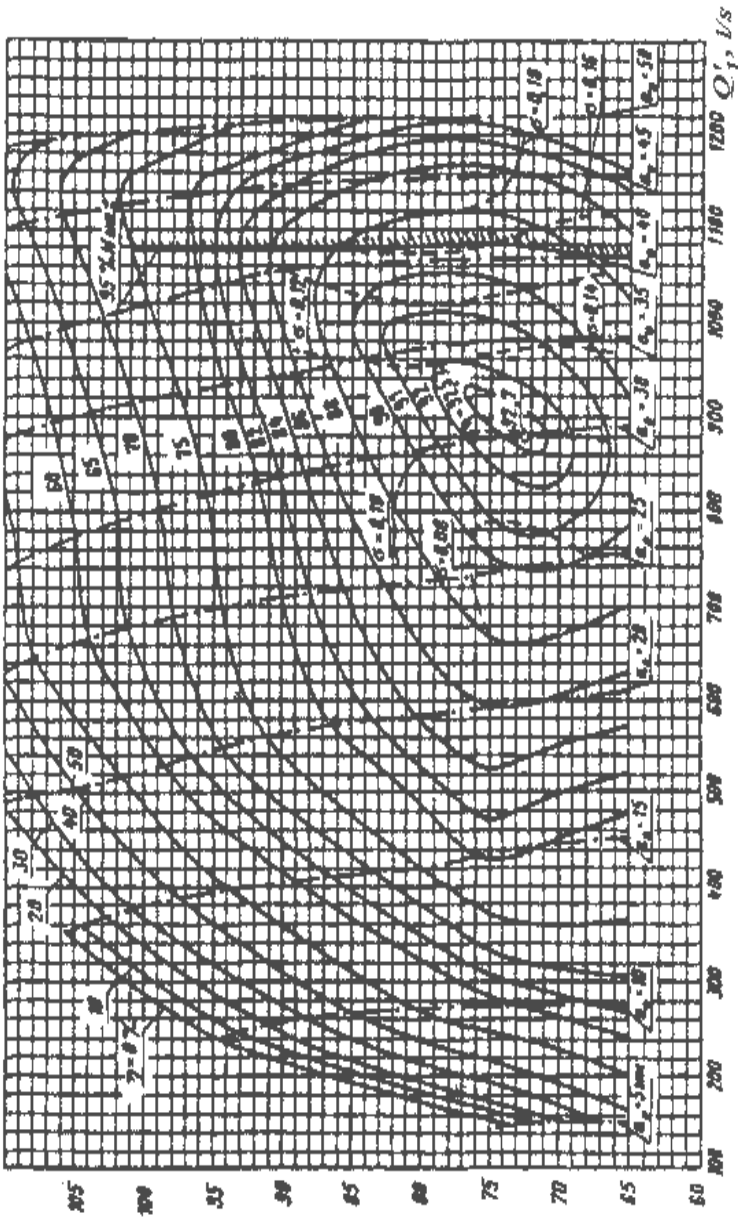


14- rasm. RO'115/697 turbina ishchi g'ildiragining bosh universal xarakteristikasi



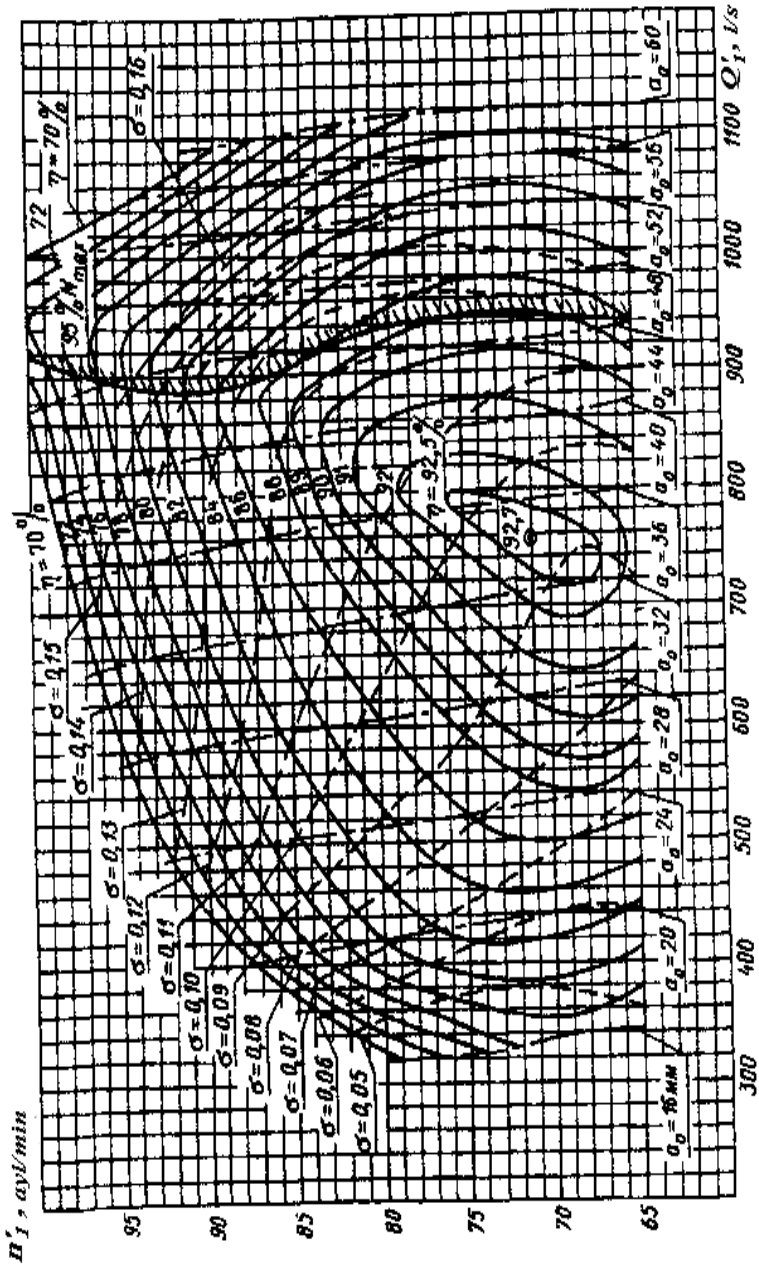
15- rasm.. RO'115/716 T turbina ishchi g'ildiragining bosh universal xarakteristikasi

n_1 , ayl/min

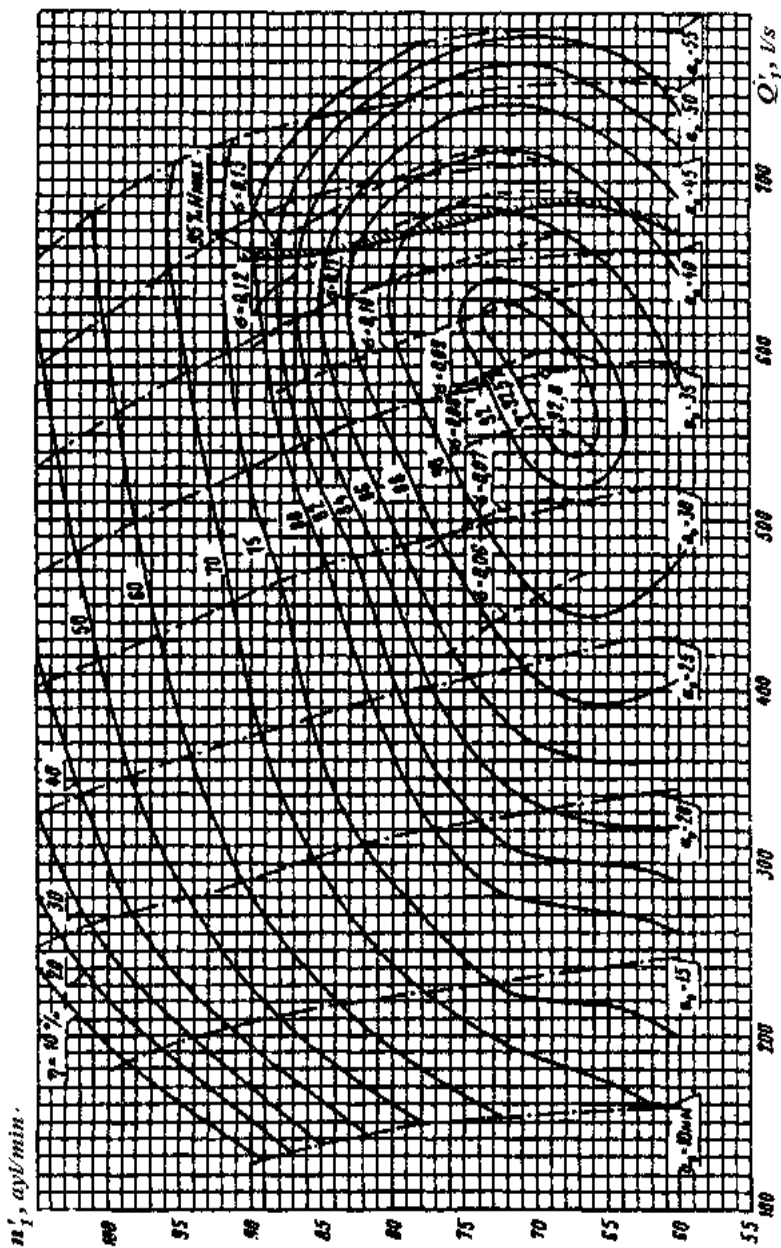


ra

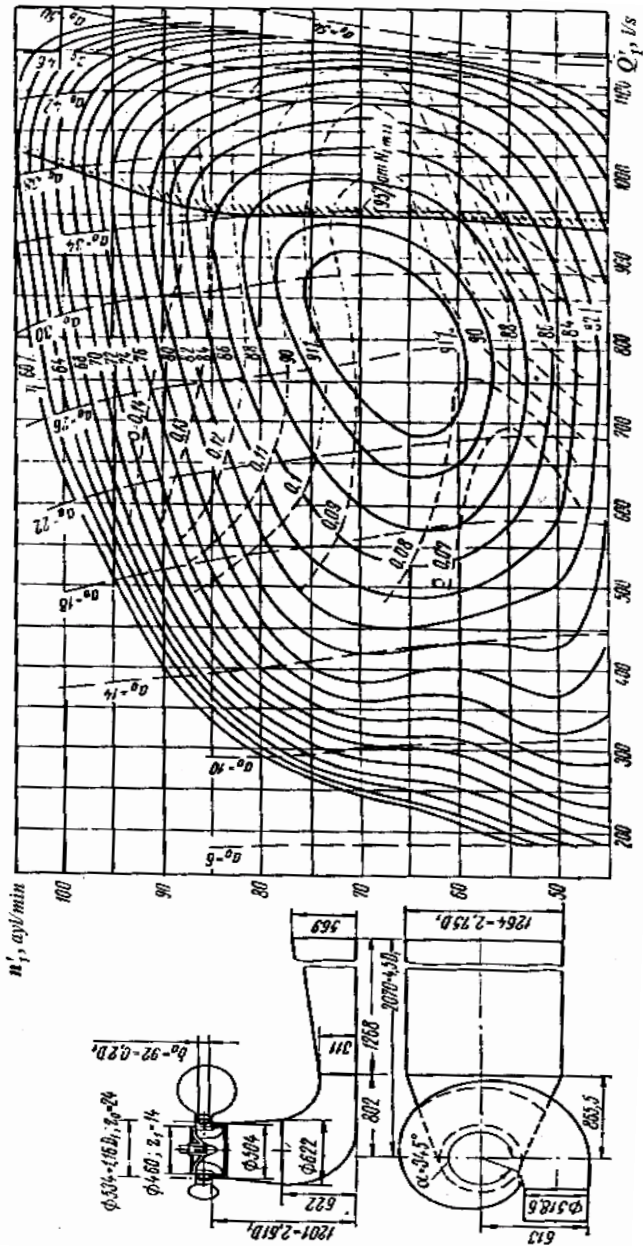
16- rasm. RO'115/810-51.56 turbina ishchi g'ildiragining bosh universal xarakteristikasi



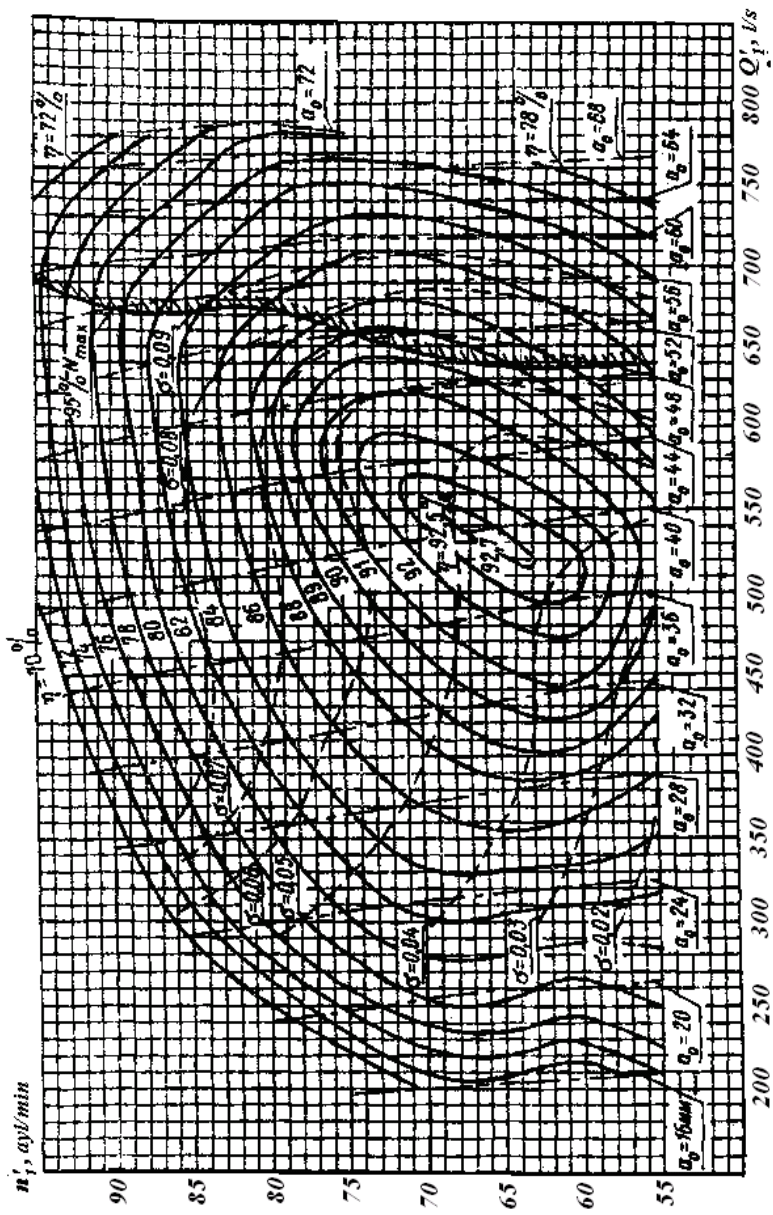
17- rasm. RO'140/8396-46 turbina ishchi g'ildiragining bosh universal xarakteristikasi



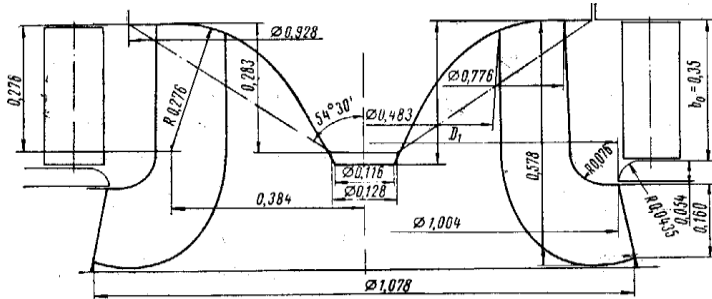
18- rasm . RO'170/805-56,87 turbina ishchi g'ildiragining bosh universal xarakteristikasi



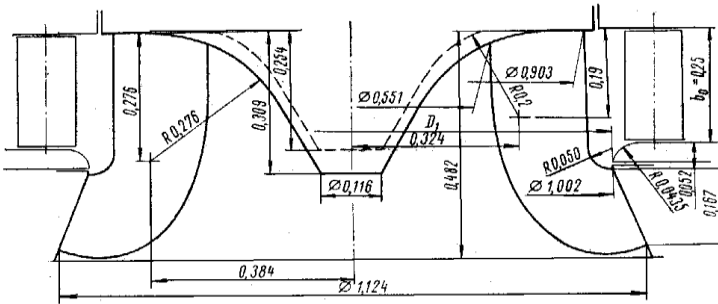
19- rasm. RO'170/741 turbina ishchi g'ildiragining bosh universal xarakteristikasi



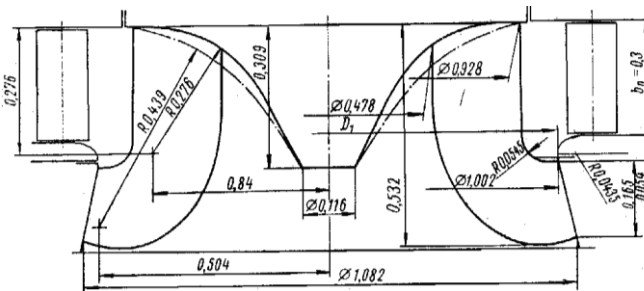
20-rasm. RO'230/791Д -62,5 turbina ishchi g'ildiragining bosh universal xarakteristikasi



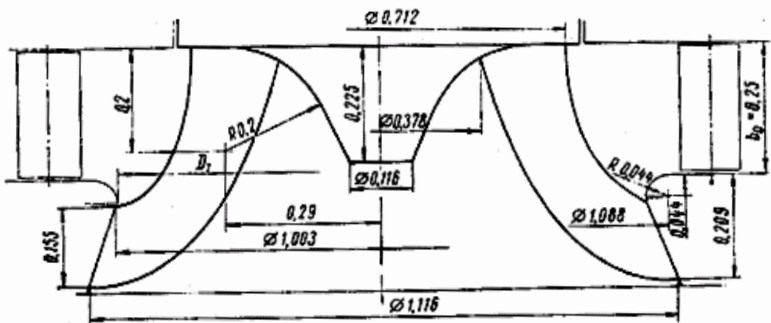
1-rasm. RO45/123 gidroturbina ishchi g'ildiragining suv o'tkazuvchi qismi D_1 ning ulushida



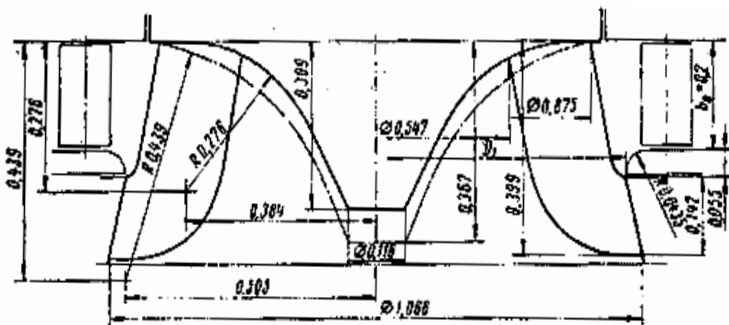
2-rasm. RO115/697 gidroturbina ishchi g'ildiragining suv o'tkazuvchi qismi D_1 ning ulushida



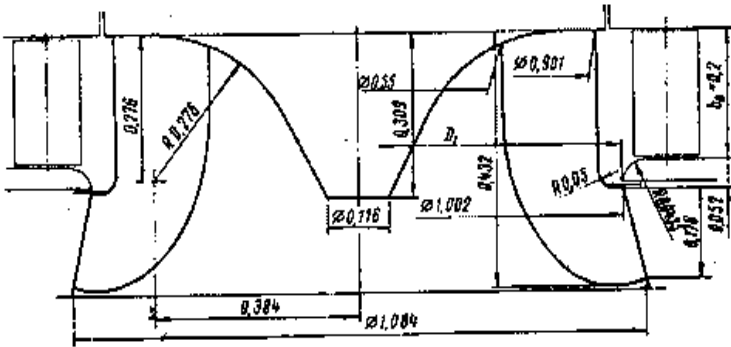
3-rasm. RO75/702 gidroturbina ishchi g'ildiragining suv o'tkazuvchi qismi D_1 ni ulushida



4-rasm. RO' 115/728 gidroturbina ishchi g'ildiragini suv o'tkazuvchi qismi D_1 ning ulushida



5-rasm/ RO' 170/638 gidroturbina ishchi g'ildiragini suv o'tkazuvchi qismi D_1 ning ulushida



6-rasm. RO'170/741 gidroturbina ishchi g'ildiragini suv o'tkazuvchi qismi D_1 ning ulushida

ADABIYOTLAR

1. Мухаммадиев М.М., Низамов О.Х. Гидротурбиналар: Ўқув кўлланма. -Тошкент, ТошДТУ, 2006.
2. Васильев Ю.С., Саморуков И.С., Хлебников С.Н. Основное энергетическое оборудование гидроэлектростанций: Учеб. пособие, Санкт-Петербург, СПбГТУ. 2002.
3. Справочник конструктора гидротурбин. /Под ред. Н.Н.Ковалева. -Л.: Машиностроение, 1971.
4. Использование водной энергии./ Под. ред.Ю.С. Васильева. -М.: Энергоатомиздат, 1995.Т.1 и 2.
5. Гидроэнергетическое и вспомогательное оборудование гидроэлектростанций./Под ред. Ю.С.Васильева и Д.С.Щавелева. -М.: Энергоатомиздат, 1988.Т.1 и 2.
6. Смирнов И.Н. Гидравлические турбины и насосы. - М.: Высшая школа, 1969.
7. Гидроэлектростанции малой мощности/ Под ред. В.В. Елестратова. – СПб, СПбГТУ, 2004.
8. Киселёв П.Г. Справочник по гидравлическим расчётам.
- М. - Л.: Госэнергоиздат.1961, 1966.
9. Использование водной энергии / Под ред. Д.С. Щавелева. Л.: Энергия, 1976.
10. Гидроэнергетическое и вспомогательное

оборудование гидроэлектростанции / Под ред. Ю.С. Васильева и Д.С. Щавелева. Л.: Энергоатомиздат, 1988.Т.11.

11. Nizamov O.X. Hidroelektrstansiyalar. O‘quv qo‘llanma. T.: Vnesh Invest Prom nashriyoti, 2014 y.

12. <http://www.ges.ru>

13. <http://www.nasos.ru>

14. <http://www.multipumps.ru>

MUNDARIJA

Kirish.....	4
1 Gidroturbina va gidroelektrstansiyani loyihalash bosqichlari.....	9
2 Kurs loyahasining tarkibi va tuzilish	10
3 Hisoblar tarkibi.....	12
3.1. Gidroturbina parametrlari: H_{\max} , H_{\min} , N , D_1 , Q_1 , n_{si} , η_t , n_s , H_s aniqlash va H_{\max} napor asosida gidroturbina turini tanlash.....	12
3.2. Gidroturbina ekspluatatsiya xarakteristikasini qurish.....	23
3.3. O‘qiy kuchlanishni hisoblash.....	27
3.4. So‘rish balandligi H_s ni hisoblash.....	30
3.5. Yo‘naltiruvchi apparat kurakchalari ochilish kattaligani hisoblash.....	32
36. Metall spiral kamerani hisoblash.....	35
3.7. Gidroturbina valini hisoblash.....	37
4 Berilgan napor kattaligi bo‘yicha gidroelektrstansiya binosi va to‘g‘on turini tanlash.....	43
5 Gidroturbina suv o‘tkazgichini gidravlik hisoblash.....	44
6 So‘rish quvurini hisoblash.....	48
7 Gidrogeneratorning asosiy pavrametrlarini aniqlash.....	51
8 GES binosini kompanovka qilish, montaj va ta‘mirlash ishlari.....	66
Иловалар:	
1-илова.....	71
2-илова.....	74
3-илова.....	95
Adabiyotlar.....	98

