

627.8
M.95

M.M.MUHAMMADIYEV, B.U.URISHEV

GIDROENERGETIK QURILMALAR



TOSHKENT

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIIY VA O'RTA
MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

M.M. MUXAMMADIYEV, B.U. URISHEV

GIDROENERGETIK QURILMALAR

(Darslik)

TOSHKENT – 2013

UO'K: 627.8.09 (075)
KBK 31.5
M93

M93 Muxammadiyev M.M., Urishev B.U. Gidroenergetik qurilmalar. Darslik. –T.: «Fan va texnologiya», 2013, 280 bet.

ISBN 978–9943–10–717–5

Taqrizchilar:

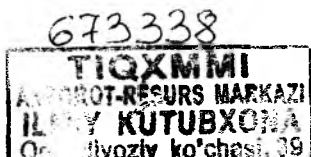
Toshkent irrigatsiya va melioratsiya instituti «Suv energiyasi va nasos stansiyasidan foydalanish» kafedrasi dotsenti, texnika fanlari nomzodi, – **URALOV BAXTIYOR RAHMATULLAYEVICH**;
Irrigatsiya va suv muammolari ilmiy tadqiqot instituti laboratoriya mudiri, texnika fanlari doktori, professor – **MAHMUDOV ERNAZAR JUMAYEVICH**.

UO'K: 627.8.09 (075)
KBK 31.5

Darslik Muvofiqlashtirish Kengashi tavsiyasi va Tosh DTU ilmiy-uslubiy Kengashi qaroriga asosan chop etildi.

ISBN 978–9943–10–717–5

© «Fan va texnologiya» nashriyoti, 2013.



KIRISH

O'zbekiston Respublikasida «Kadrlar tayyorlash milliy dasturi»da belgilangan maqsad va vazifalar bosqichma-bosqich amalga oshirila borib, ta'lim tizimini isloh qilish borasida qator tadbirlar belgilanmoqda. «Ta'lim to'g'risida»gi Qonunga muvofiq kasb-hunar kollejlari va oliy o'quv yurtlarida kadrlar tayyorlash hamda ularning malakasini oshirishni zamon talablariga javob beradigan darajada tashkil etish, talabalar saviyasining sifatiga qo'yiladigan zarur talablarni belgilab beruvchi davlat ta'lim standartlari va o'quv-uslubiy qo'llanmalarining hamda darsliklarning yangi avlodlarini yaratish vazifalari turibdi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidenti I.A.Karimov «Respublikamiz energetika mustaqilligiga erishgan taqdirdagina to'liq mustaqil bo'ladi» degan edi.

Bu esa mamlakatimiz energetikasini rivojlantirishni, suv va energetika resurslaridan unumli foydalanish hamda zamon talablariga javob beradigan bakalavr-energetiklarni yetishtirishni talab etadi.

«Gidroenergetik qurilmalar» darsligining mazmuni va mohiyati «Gidroenergetika» va «Energetika», ta'lim yo'nalishi o'quv dasturiga mos keladi, bundan tashqari bu darslikning asosiy qismi «Elektroenergetika», «Kasb ta'limi(elektroenergetika)» yo'nalishlari bo'yicha ta'lim olayotgan talabalarga gidroenergetik qurilmalarning asosiy turlari bo'lgan gidroelektr stansiyalari, nasos stansiyalari va gidroakkumulatsiya elektr stansiyalari bo'yicha nazariy va amaliy bilimlarni berish imkonini beradi. Hozirgi kunda respublikamizda nasos stansiyalar, o'rta va kichik GESlar qurilishiga katta e'tibor berilayotganligi uchun mana shu sohadagi mavzularga ko'proq e'tibor berildi. Shu bilan bir qatorda darslikdan gidrotexnik inshootlar, nasos stansiyalari qurilishi va ekspluatatsiyasi sohasiga oid yo'nalishlarda tahsil oladigan talabalar ham foydalanishi mumkin.

Umumiy elektroenergetika tarmog'ida gidroenergetik qurilmalar (GEQ) o'zining ishlab chiqadigan mahsulotiga ko'ra energetika xo'jaligi bilan bog'langan bo'lsada, elektr energiyasi olish shartiga ko'ra suv xo'jaligi bilan, suvdan foydalanish bilan ko'proq bog'langandir. Garchi GEQ tarkibiga kiruvchi gidroelektr stansiyalari, nasos stansiyalari va gidroakkumulatsiya elektr stansiyalari umumiy «stansiya» so'zi bilan

bog'liq bo'lsada, MDH mamlakatlarida qabul qilingan umumiy an'anaga ko'ra ular gidroenergetik qurilmalar deb ataladi.

GEQ amaliy-ilmiy fan hisoblanadi va u bir necha fanlarga bog'langan holda o'qitilishi zarur: gidrologiya va gidrometriya, gidravlika, gidrotexnika, gidravlik turbinalar va nasoslar, elektr mashinalari, elektrotexnika va boshqalar.

Insoniyat tarixiga nazar solib shuni ta'kidlash mumkinki, madaniy rivojlanish boshlanishidan inson birinchi marta tabiat kuchlarini yengish 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.

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

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. Usha zamonlarda shunday charxpalaklarni dehqonchilik rivojlangan boshqa hududlarda, jumladan qadimgi O'zbekistonda ham uchratish mumkin bo'lgan.

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.

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

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 hal 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 keyinchalik shiddat bilan rivojlanishiga ikki omil sabab bo'ldi:

1. Gidravlik turbinalarining 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 yetkazish masalalari ustida ish olib borildi.

MDH mamlakatlarida 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 GES Gindukush 1350 kVt quvvatga ega edi.

O'zbekistonda birinchi bo'lib 1926-yilda quvvati 4 MVt bo'lgan Bo'zsuv GESi qurilgan.

Hozirgi davrda GEQlar takomillashuvi o'zining yuqori darajasiga ko'tarilgan, ular har qanday suv oqimiga, naporiga, suv sarfiga mos holda qo'llanilishi mumkin. Zamonaviy GEQlar quvvati bo'yicha bir necha ming megavatt quvvatga yetib borishi, jihozlari esa yuqori FIK ga ega bo'lishi mumkin. Misol sifatida dunyodagi quvvat bo'yicha eng yirik GESlar Sansya (Xitoy) – 22400 MVt, Itaypu (Braziliya) – 12600 MVt, Sayano-Shushensk (Rossiya) – 6400 MVt, Krasnoyarsk (Rossiya) – 4000 MVt, Nurek (Tojikiston) – 3000 MVt, respublikamiz miqyosida Chorvoq GESi – 620 MVt, yirik nasos stansiyalardan Qarshi nasos stansiyalar kaskadi – 450 MVt, Kaxovka nasos stansiyasi (Ukraina) – 168 MVt kabi GEQlarni ko'rsatish mumkin.

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

Gidroenergetikaning rivojlanish istiqbolini jahon davlatlari ega bo'lgan gidroenergetik manbalar aniqlaydi.

Jahonda gidroenergetik manbalar hozirgi kunda quvvat bo'yicha $N=4000$ GVt/yil, deb baholangan va qit'alarga quyidagicha taqsimlanadi:

Yevropa	64 %
Osiyo	35,7 %
Afrika	18,7 %
Amerika (j)	16,0 %
Amerika (Sh)	18,7 %
Avstraliya	4,5 %
Jahonda	100 %

Respublikamizdagi umumiy gidroenergetik potensial 7445 MVt ni tashkil qiladi, shundan hozirgi kunda faqat 23 % foydalanilmoqda.

GEQlarida olinadigan elektroenergiya eng arzondir. Faqat GEQlar qurilishiga kapital sarf issiqlik elektr stansiyasi (IES) ga nisbatan katta, lekin bu ham yillik chiqimlar hisobiga tez qoplanib ketadi.

Gidroenergetikani umumiy xalq xo'jaligi rivojida qarasak, asosiy bir omilni esdan chiqarmaslik kerak, bu tabiatda suvning aylanish jarayoniga asoslangan gidravlik energiyaning qaytalanuvchanligidir, yoqilg'i hisobiga ishlaydigan elektrostansiyalar esa tabiiy muhitga ekologik ta'sir ko'rsatib, qaytalanmaydigan ko'mir, gaz va neft mahsulotlarini iste'mol qiladi.

Respublikamiz sug'orma dehqonchiligi yuqori darajada rivojlangan davlatlar qatoriga kiradi. Mamlakatimiz suv xo'jaligiga qarashli 4,3 mln. gektarga yer maydonining 2,2 mln. gektar suv 1479 dan ortiq nasos stansiyalar yordamida yetkazib beriladi. Jahondagi eng yirik nasos stansiyalardan hisoblangan Qarshi Bosh kanali nasos stansiyalarining umumiy o'rnatilgan quvvati 450 MVtni tashkil qiladi.

O'zbekiston gidroenergetikasi rivoji 2010–2020-yillar mobaynida kichik daryolar va suv xo'jaligi obyektlari (sug'orish kanallari, suv omborlari) gidroenergetik potensialidan foydalanish bazasida amalga oshirilishi O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi Qarorida (№ 476, 28.12.95 y.) ta'kidlangan.

Gidroenergetikani rivojlantirish rejasiga asosan turli quvvatdagi gidroelektrostansiyalarni (GES) qurish mamlakatimiz uchun eng istiqbolli yo'nalish hisoblanadi, chunki ekologik toza gidroenergiyani ishlab chiqish natijasida yildan-yilga narxi oshayotgan neft mahsulotlarini issiqlik elektrostansiyalarda (IES) ishlatishda tejashga va atrof-muhit tozaligiga olib keladi. Hozir O'zbekistonda 1500 dan ortiq gidroenergetik qurilmalar (GES va nasos stansiyalari) ekspluatatsiya qilinmoqda. Mamlakatimizda ekspluatatsiya qilinayotgan GESlar ishlab chiqayotgan quvvat 1710 MVt ga teng.

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 chiqarish komplekslarida 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 obyektlarning (GES, NS, GAES) ekologik ta'siri va iqtisodiy samaradorligini har bir mintaqa uchun hisoblash va asoslash.

4. Gidroenergetik qurilmalarning va boshqa turdagi elektr stansiyalari (quyosh, shamol ES, IES) 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-iqtisodiy samaradorligini oshirish.

1 BO'LIM. GIDROENERGETIKA VA SUV XO'JALIGI. SUV RESURSLARIDAN MUKAMMAL FOYDALANISH

1.1. Suv manbalari va suv oqimi energiyasi

Suv tabiatda eng ko'p tarqalgan suyuqlik hisoblanadi. Yer yuzasi-ning uchdan ikki qismi suv bilan egallangan. Gidrosferadagi umumiy suv miqdorini $1,45\text{mlrd.km}^3$ ga teng bo'lsa, shundan 97,8 % okeanlar hissasiga to'g'ri keladi. Suv xo'jaligi va gidroenergetikada foydalaniladigan suv miqdori 300 ming km^3 ni tashkil qiladi. Lekin bu suv miqdori yer yuzida notekis joylashgan, masalan, 86 % dan ortiq suv miqdori aholi kam yashaydigan joylarga to'g'ri keladi.

Respublikamizda har yili qishloq xo'jaligida 52 – 56 km^3 suv iste'mol qilinadi, bu suv miqdorini yig'ish va taqsimlash uchun 52 ta suv ombori, magistral va xo'jaliklararo kanallardagi 25 mingta va ichki xo'jaliklar kanallarida 44 ming gidroinshootlar ishlab turibdi.

Suv xo'jaligi va gidroenergetikada suv manbalari sifatida suv omborlari, daryolar, kanallar va ko'llardan foydalaniladi. Suv manbalarining asosiy parametrlari sifatida suv sarfi, suv hajmi va gidroenergetik resursi, ya'ni suv oqimi energiyasi ko'rsatiladi.

Suv sarfi Q – suv inshootining ko'ndalang kesimi yuzasidan vaqt birligi ichida oqib o'tgan suv miqdoridir va bu ko'rsatkich m^3/s , l/s o'lchov birliklarida o'lchanadi.

Suv sarfini quyidagi formula bilan aniqlash mumkin:

$$Q = \omega \cdot S \quad (1.1)$$

ω – suv inshootining ko'ndalang kesimi yuzasi, m^2 .

S – suv oqimining o'rtacha tezligi, m/s .

Suv hajmi W – suv havzasida yil davomida yig'ilgan suv miqdori quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$W = 3600 \cdot Q \cdot t, \text{ m}^3 \quad (1.2)$$

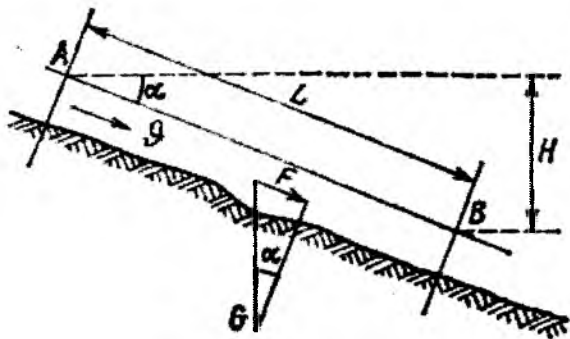
Q – suv sarfi, m^3/s , t , soat.

Suv energiyasi – bu harakatlanayotgan suv massasiga ega bo'lgan gidravlik energiyadir.

Suv oqimi harakatlanayotganda ma'lum energiyaga ega bo'ladi va shu asosda ish bajaradi. Bu ish miqdorini quyidagicha aniqlash mumkin. Harakatlanayotgan suvning sarfini Q deb belgilaymiz. Q ni hisoblash

uchun suyuqlik oqimining jonli kesim yuzasi ω , oqimning o'rtacha tezligi g va nishabligi i ma'lum bo'lishi lozim.

Daryo yoki kanalning A va B nuqtalari orasidagi L uzunlikdagi qismida suv harakatini ko'rib chiqamiz (1.1 - rasm). Bu qismda suv hajmi ωL ga va uning og'irligi esa $G = \gamma \cdot \omega \cdot L$ ga teng bo'ladi, bunda γ - suvning solishtirma og'irligi L uzunlikda oqimning bajargan ishi quyidagiga teng:



1.1 - rasm. Suv oqimi harakat energiyasini aniqlash sxemasi.

$$A = F \cdot L = G \cdot \sin \alpha \cdot L = \gamma \cdot \omega \cdot L \sin \alpha \cdot L \quad (1.3)$$

Bunda, $F = G \cdot \sin \alpha$ – oqimning harakat kuchi. Bunda $L \sin \alpha = H$ deb belgilaymiz va bu L uzunlikdagi oqimning erkin sathi pasayishini anglatadi.

(1.3) formulada $L = g \cdot t$ ga teng bo'lgani uchun,

$$A = \gamma \cdot \omega \cdot H \cdot g \cdot t \quad (1.4)$$

Formuladagi $g \cdot \omega = Q$ – suv sarfini hisobga olsak, quyidagi formulaga ega bo'lamiz:

$$A = \gamma \cdot Q \cdot H \cdot t \quad (1.5)$$

L uzunlikdagi suv oqimining quvvati, ya'ni uning vaqt birligida bajargan ishi

$$N = A / t = \gamma \cdot Q \cdot H = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \quad (1.6)$$

Suv uchun $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ bo'lganligi uchun $N = 9,81 Q \cdot H$, kVt

Suv oqimining harakat energiyasi – bu uning ma'lum vaqt (T) davomida bajargan ishi quyidagicha aniqlanadi.

$$E = N \cdot T, \text{ kVt} \cdot \text{soat} \quad (1.7)$$

T vaqt ichida oqib o'tgan suv miqdorini W deb belgilasak va bir soatda 3600 sekund borligini hisobga olsak (1.7) ni shunday yozishimiz mumkin.

$$E = W \cdot H / 367,2, \text{ kVt} \cdot \text{soat} \quad (1.8)$$

(1.6) va (1.7) formulalar suyuqlik oqimining potensial quvvati va ishlab chiqarishi mumkin bo'lgan elektr energiyasi miqdoridir.

Gidroenergetik resurslar – potensial gidroenergoresurslar, texnik gidroenergoresurslar va iqtisodiy gidroenergoresurslarga bo'linadi.

1.2-rasmda Yer shari gidropotensial (TVt-soat) va elektrstansiyalar quvvati (GVt) taqsimlanishi ko'rsatilgan.

Potensial gidroenergoresurslar – nazariy hisoblangan resurslardir. Texnik gidroenergoresurslar yo'qolgan energiyani (suv miqdori yo'qolishi, napor yo'qolishi va mexanik qarshiliklar uchun yo'qolgan energiya) hisobga olgan holda aniqlanadi. Gidroenergetik potensialni o'zlashtirishda taxminan 36 – 38 % energiya yo'qoladi. Iqtisodiy gidroenergoresurslar o'zlashtirish uchun qulay, maqsadga muvofiq resurslar hisoblanadi.

Gidroenergoresurslari eng katta bo'lgan davlatlar Rossiya (852 mlrd.kVt-soat), AQSH (705 mlrd.kVt-soat), Braziliya (657 mlrd.kVt-soat), Kanada (535 mlrd.kVt-soat) hisoblanadi.

Respublikamiz suv manbalarining texnik gidroenergetik potensialini 26,7 mlrd.kVt-soat ni tashkil qiladi, shulardan asosiy daryolar hissasiga 18, 74 mlrd.kVt-soat to'g'ri keladi, qolgan qismi esa kichik soylar, irrigatsiya kanallari va suv omborlari hissasiga mos keladi. Hozirgi kunda bu potensialning faqat 23 % ishlatilmoqda.

1.2. Suv manbalari va ulardan kompleks foydalanish

Respublikamizda sug'orma dehqonchilikni rivojlantirishda yirik, keng qamrovli suv xo'jaligi tizimidan foydalanilmoqda.

Suv xo'jalik majmualarining samaradorligini oshirishda, ulardan mukammal, har tomonlama foydalanish katta ahamiyatga ega. Bu masalani hal qilish yo'nalishlaridan biri gidrotexnik inshootlardan suv energiyasidan elektr energiyasi ishlab chiqarish uchun foydalanishdir.

Hozirgi paytda respublikamizda yildan - yilga energiyani iste'mol qilish miqdori oshib bormoqda. Ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasining aksariyat qismi (85%) issiqlik elektr stansiyalari orqali amalga oshirilmoqda. Shu bilan bir qatorda respublika suv xo'jaligi tizimi inshootlarida bir yilda 8 mlrd. kVt. soat elektr energiyasi ishlab

chiqarish imkoniyati bor. Lekin bu imkoniyatdan deyarli foydalanilmayapti.

Suv oqimining gidravlik energiyasidan elektr energiyasi ishlab chiqarish uchun foydalanishda bu ishga kam xarajat sarf qilinishi, ekologik nuqtayi nazardan toza ekanligi bilan ajralib turadi. Ayniqsa, ishlab turgan gidrotexnik inshootlar (suv omborlari, nasos stansiyalar, gidrouzellar) imkoniyatlaridan bu maqsadda foydalanish yangi gidroelektr stansiyasini qurish xarajatlariga nisbatan 4 – 6 marta arzonga tushadi.

Shu maqsadda Respublikamiz hukumatining «O‘zbekiston Respublikasida kichik gidroenergetikani rivojlantirish dasturi» (1995-yil) hamda «Suv omborlari, irrigatsiya kanallari va kichik daryolar gidroenergetik potensialidan mukammal foydalanish asosida kichik gidroenergetikani rivojlantirish konsepsiyasi» va «2010-yilgacha bo‘lgan davrda O‘zbekistonda elektroenergetikani rivojlantirish konsepsiyasi» kabi qarorlari hayotga tatbiq qilinmoqda.

Ushbu dasturga ko‘ra respublikada umumiy quvvati 422,8 MVt, yillik elektr energiyasini ishlab chiqarishi 1323,8 kVt soat bo‘lgan 14 ta birinchi navbatdagi gidroelektr stansiyalari (GES) qurilishi mo‘ljallangan.

Suv resurslaridan mukammal foydalanish uchun yirik gidrotexnik inshootlarni o‘z ichiga olgan suv xo‘jalik majmualarini barpo etish lozim. Agar suv manbaidan energetika va sug‘orish maqsadlarida foydalanilsa, bunday majmualarni gidroenergetik majmualar deb atash maqsadga muvofiq bo‘ladi.

Hozirgi paytda O‘zbekistonda shunday gidroenergetik majmualardan Tuyamuyin gidroenergetik majmuasini misol keltirish mumkin (1.3 - rasm).

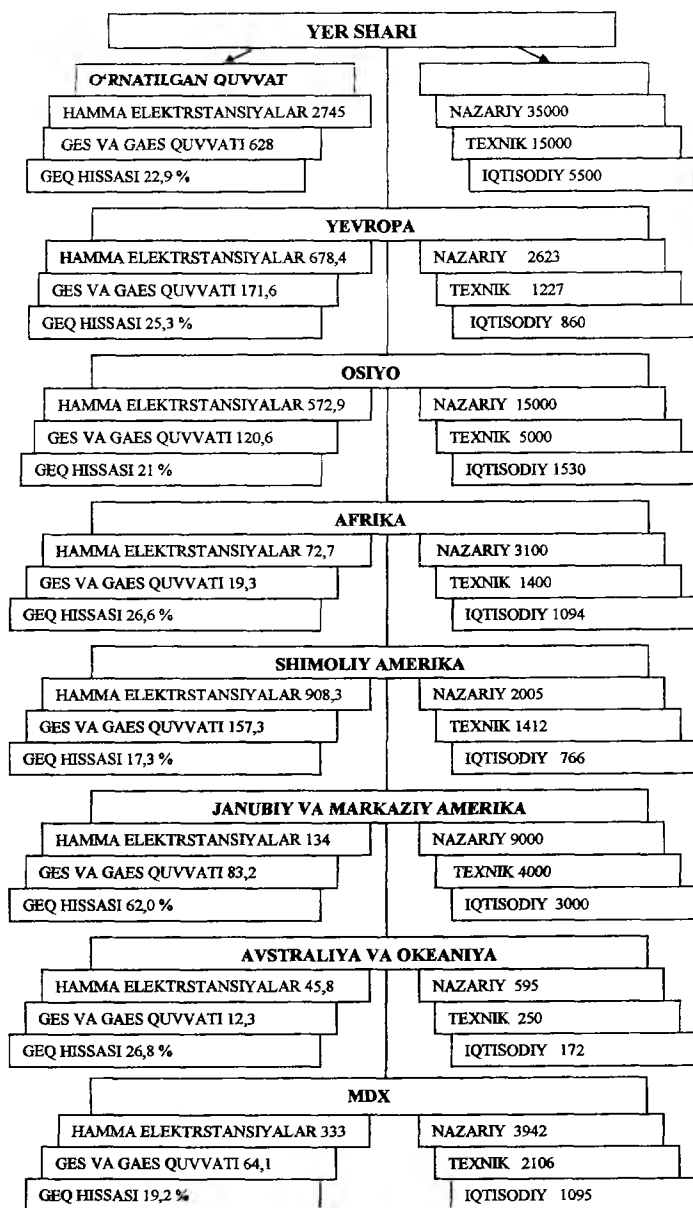
Majmua daryo o‘zanidagi suv omboridan tashqari yana 3 ta sun‘iy suv omboridan tashkil topgan. Suv omborlari tizimi asosan suv xo‘jaligi talablarini qondirish uchun xizmat qiladi. O‘ng kanalning o‘rtacha oylik suv sarfi $76 \text{ m}^3/\text{s}$, suv tushish balandligi 6,1 m ni tashkil qiladi. Xuddi shuningdek, chap kanalda suv sarfi $267 \text{ m}^3/\text{s}$ ga, napor 3,4 m ga, birlashtiruvchi kanalda suv sarfi $200 \text{ m}^3/\text{s}$, napor 10 m ga teng. Kanallardan eng yirigi tiniq suvli kanalda suv sarfi $500 \text{ m}^3/\text{s}$ ni tashkil qiladi. Hozirgi kunda majmuada faqat bitta Tuyamuyin GESi ishlatilmoqda. Loyihada yana 5 ta GES va suv energiyasini akkumulatsiya qilishga imkon beradigan 3 ta NS – GAES qurilishi ko‘zda tutilgan. Natijada Tuyamuyin gidroenergetik majmuasining umumiy yillik ishlab

chiqaradigan elektr energiyasi miqdorini 350 GVt. soat ga yetkazish mumkin.

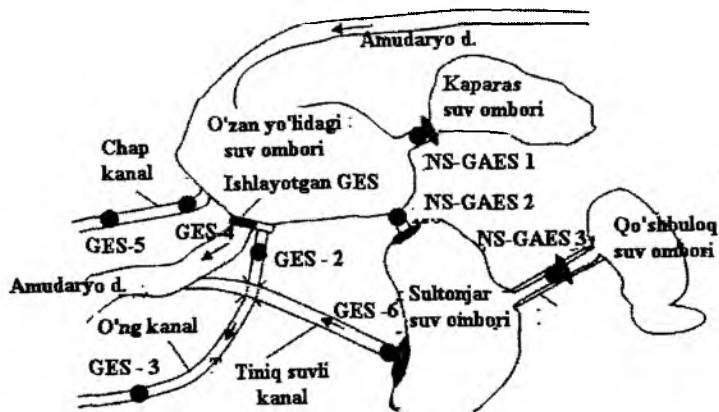
Bundan tashqari 1.4- va 1.5-rasmlarda Talimarjon va Arnasoy gidroenergetik majmualari keltirilgan.

1.1-jadval

№	Gidroelektrostansiya nomi	Quvvat, MVt	Yillik el. energiyani ishlab chiqarish, mln.kVt. soat
1	To‘polang GES	175,0	514,0
2	Hisorak GES	45,0	80,9
3	Sox GES	14,0	70,0
4	Ohangaron GES	20,0	36,0
5	Andijon kichik GES	11,2	43,9
6	Karkidon GES	10,0	26,0
7	Tovoqsoy GES	9,5	32,0
8	Pioner GES	8,0	35,0
9	Shahrixon GES	30,0	110,0
10	Shahrixon GES 1	15,0	50,0
11	Uychi GES-1	20,3	70,0
12	Uychi GES-2	38,6	140,0
13	Janubiy Farg‘ona kana- lidagi GES-2	7,9	42,0
14	Bog‘ishamol GES-2	17,7	74,0

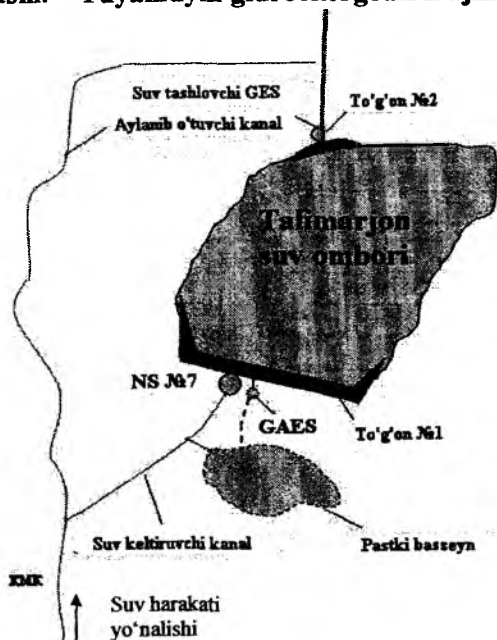


1.2 - rasm. Yer shari gidropotensial (TVt-soat) va elektrstansiyalar quvvati (GVt) taqsimlanishi.

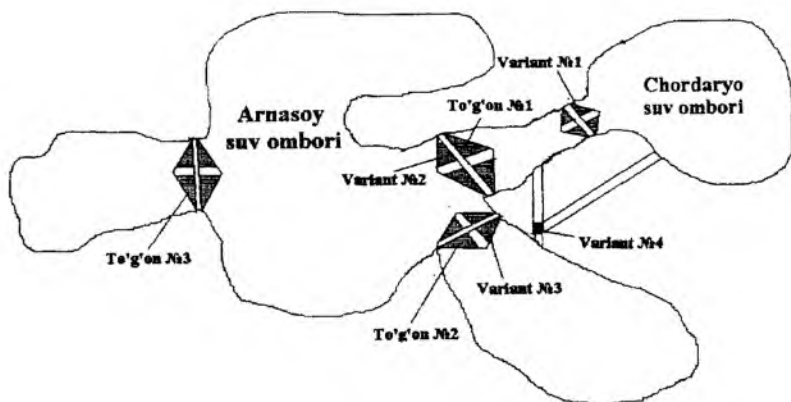


● Loyihadagi GES, NS-GAES

1.3 - rasm. Tuyamuyin gidroenergetik majmuasi.



1.4 - rasm. Talimarjon gidroenergetik majmuasi.



1.5 - rasm. Arnasoy gidroenergetik majmuasi.

1.3. Suv omborlari va ularning parametrlari

Suv manbalarining suv xo'jaligi va gidroenergetika maqsadlari uchun taqsimlanishi har bir mintaqada talablarga javob bermaydi, shu sababli ularni qayta taqsimlash zaruriyati tug'iladi. Texnik nuqtayi nazardan suv boyliklarini qayta taqsimlash sun'iy suv omborlari yordamida amalga oshiriladi.

Ochiq suv oqimini to'g'onlar yordamida yig'ish (to'plash) ga mo'ljallangan sun'iy suv havzasi suv ombori deyiladi.

Respublikamizda hozirgi davrda 52 ta suv omborlari bo'lib, ularning loyihaviy suv hajmi 17844 mln. m³, foydali suv hajmi 14581 mln. m³ ni tashkil qiladi.

GES suv omborlari to'g'onlar orqali quriladi. To'g'onning oldi tomonida suv sathi ko'tarilib, katta suv hajmi (akkumulatsiya) to'planadi va bu suv darvozalari, suv tashlash inshootlari, suv quvurlari kabi injenerlik qurilmalari orqali taqsimlanadi.

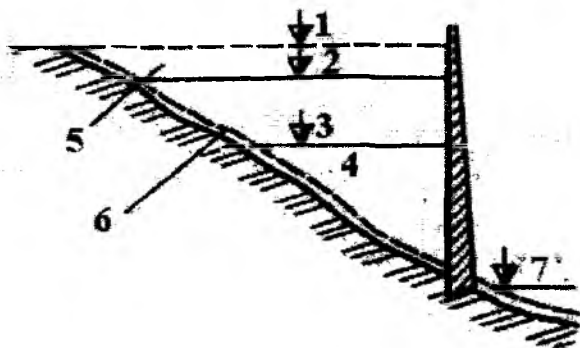
Suv omborlari o'zining tabiiy o'zaniga va qirg'og'iga ega, uning asosiy parametrlari sifatida suv sathlarini, suv hajmini, suvning yig'ilish maydoni, suvning oqib kelish miqdori, suv sarfini ko'rsatish mumkin.

Suv ombori parametrlari suv xo'jalik hisoblari asosida aniqlanadi. Bunda suv omborining to'liq hajmi foydali va qo'zg'almas (myortviy) qismlarga ajratiladi.

Suv omborning to'liq hajmi:

$$V_t = V_q + V_f, \text{ m}^3 \quad (1.9)$$

bunda, V_f – foydali hajm, V_q – qo'zg'almas hajm.



1.6 - rasm. Suv ombori sxemasi:

1–toshqin suv sathi; 2–normal suv sathi; 3–foydali suv sathi;
4–qo‘zg‘almas suv sathi; 5–zaxira hajmi; 6–suv oqimining tabiiy sathi;
7–quyi bef sathi.

Suv omborning asosiy xarakteristikalariga suv maydoni yuzasi F va suv hajmi V ning suv sathi Z yoki uning chuqurligiga h bog‘liqligini ko‘rsatuvchi egri chiziqlar kiradi, ya‘ni $F, V=f(Z)$ yoki $F, V=f(h)$ (1.7 - rasm).

Agar suv omborida suv sathi gorizontall ko‘rinishda deb hisoblansa, $V=f(h)$ bog‘lanishi statik bog‘lanish deyiladi.

Agar suv ombori hajmi sath o‘zgarishi (podpor) bilan erkin sirt chizig‘i bo‘yicha aniqlansa, bu bog‘lanishni dinamik bog‘lanish deyiladi.

Bu grafik bog‘lanishlarni qurishida topografik xaritalardan foydalaniladi.

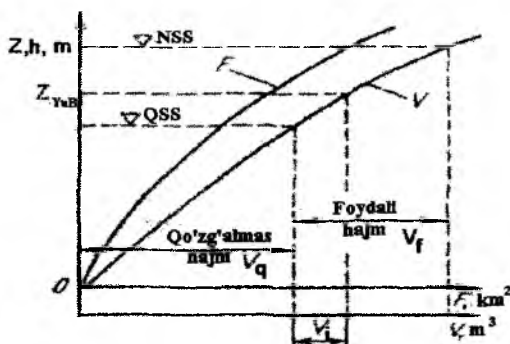
$$V_Z = \sum_{i=Z_0}^Z \Delta V_i \quad (1.10)$$

Suv ombori o‘rtacha chuqurligi

$$h = \frac{V_Z}{F_Z}, \text{ m} \quad (1.11)$$

Suv omborida suv yo‘qolishi bug‘lanishga, filtratsiya, muzlashga va shluzga bo‘linadi, qo‘shimcha bug‘lanish esa

$$h_{\text{BUG}} = h_{\text{V. Suv. omb.}} - h_{\text{C. quruq}} \quad (1.12)$$



1.7 - rasm. Suv omborining gorizontall maydoni F va statik hajmi V ning suv omboridagi suv sathi Z ga bo'lgan bog'liqligi.

Suv ombori va suv bosgan territoriyadagi bo'g'lanish qatlami farqidan topiladi.

Suvning bug'lanishini kamayishi:

$$Q_{bug'} = \frac{(h_{C.OM} - h_{C.QURUQ})F_{BUG'}}{t_{BUG'}} \quad (1.13)$$

bunda, $F_{BUG'}$ – bug'lanish maydoni; $t_{BUG'}$ – ochiq o'zan periodi (vaqti).

Suvning filtratsiyada kamayishi:

$$Q_f = \frac{h_f \cdot F_f}{t_f} \quad (1.14)$$

bu yerda, h_f – filtratsiya qatlami;

F_f – filtratsiya oqim maydoni;

t_f – filtratsiya (davri) vaqti.

Suv miqdorining muz hosil bo'lishiga kamayish:

$$Q_{muz} = \frac{\gamma_M \cdot h_M (F_{NSS} - F_{QSS})}{t_Q}, \quad (1.15)$$

bu yerda, γ_M , h_M – hajmiy og'irlik va muz qatlami;

t_Q – qishki davr davomi.

Shluzlashga suv kamayishi.

$$Q_{sh} = \frac{l \cdot b \cdot h \cdot n}{t_{sh}}, \quad (1.16)$$

bu yerda, l , b , h – shluz kamerasining uzunligi, eni va balandligi (NSS gacha)

t_{sh} – navigatsiya davri;

n – navigatsiya davridagi shluzlash soni.

Suv omborlari sun'iy ravishda bunyod etiladigan obyekt bo'lib, juda katta masshtabda va hajmda, katta maydonni egallagan bo'ladi.

GES suv omborlari chuqurligiga qarab: tekislikdagi ($H=15-35$ m); tog' oldi ($H=50-100$ m); tog'dagi ($H=200$ m dan ko'p) xillarga bo'linadi.

Jahon suv omborlari to'liq suv hajmi $\approx 3000 \text{ km}^3$ ga tengdir.

MDH bajarish hisoblarga ko'ra Yer sharida ≈ 14000 suv omborlari mavjuddir, ularning hajmi 1 mln. m^3 oshiq. Bularning to'liq hajmi 6000 km^3 dan oshiq bo'lib, Yer shari daryolari qayta taqsimlanganidagi suv hajmidan 5 marta ko'pdir. Yer shari suv omborlari yuzasi 350000 km^2 ga tengdir.

MDH da ishlayotgan va loyiha qilingan 25 000 suv omborlari mavjud va ular jahon suv omborlari hajmining 20% ini tashkil etadi.

Eng katta suv omborlariga quyidagilar kiradi:

1.2-jadval

№	Daryo	Nomi	Mamlakat	Ishlatish yili	Suv hajmi km^3
1.	Viktoriya Nil	OUEN-Fols	Uganda, Keniya, Tanzaniya	1954 y. to'ldir	$V_T=204,2$ $V_F=204,2$
2.	Gana	Vol'ta		1965	$V_T=148$ $V_F=90$
3.	Nil	Naser	Misr Arab.resp.	1970	$V_T=157$ $V_F=$
4.	Angara	Bratsk GESi suv ombori	Rossiya	1967	$V_T=165$
5.	Sirdaryoda	Qayroqqum	Tojikiston	1958	$V_T=4,1$
6.	Chirchiq	Chorvoq	O'zbekiston	1968	$V_T=2,0$
7.	Talimarjon	Qarshi Bosh kanali	O'zbekiston	1973	$V_T=1,5$

1.4. Suv miqdorini yillik va ko'p yillik tartibga solish hisoblari

Suv miqdorini tartibga solish hisoblari

Umumiy holatda daryoda GESlar pog'onasi qurilishi belgilangan va ular Elektroenergetika tarmog'i (EET) ga boshqa turdagi elektr stansiyalari bilan ishlashi kerak.

Ko'pgina hollarda GESlar suv xo'jalik tarmog'iga kiradi suv xo'jalik kompleksining bir komponenti hisoblanadi.

Suv xo'jalik va suv energetik hisoblarini bir necha GESlar uchun bajarilib katta xalq xo'jaligi samarasi olish maqsadi qo'yiladi.

Eng sodda hisoblash usuli o'tgan davrda kuzatilgan kalendar qatori bo'yicha bajariladi. Bunday yillik va ko'p yillik suv miqdorini tartibga solish hisoblari jadval usulida yoki grafik usulda integral egri chiziq yordamida amalga oshiriladi. Birinchi usulda aniqlik katta bo'lsa, ikkinchi usul ko'rgazmali. Lekin kelajakda ko'p suvlik va kam suvlik yil va mavsumlar kuzatilganda bu hisoblar qiyinlashuvi mumkin. Bunday hollarda Monte-Karlo usuli qo'llanilib modelashtirilgan gidrologik qatorlar hisoblanib qo'ngina variantlar qaralishi mumkin. Ko'p yillik tartibga solishda hisoblashni umumlashgan xarakteristika asosida bajarish mumkin va asosiy eng to'g'ri javobni olinadi. Loyihaviy hisoblar natijasida suv omborining imkoniyati darajasidagi ish rejimlari aniqlanadi. lekin keyingi kalendar muddatdagi u yoki bu ish rejimi ko'p yillik davrda aniqlash qiyin.

Loyihlash va ekspluatatsiya amaliyotida yillik va ko'p yillik suv miqdorini tartibga solish dispetcherlik grafigi asosida bajariladi. Bunda loyihachi keyingi suv miqdori kattaligidan (kalendar qator ma'lumoti) foydalanmaydi va loyiha kursatkichlarini suv ombori real ekspluatatsiya sharoitiga keltiriladi. Suv miqdori ishonchli prognozi bo'lganda suv ombori ish rejimi takomillashtiriladi va tartibga solish samaradorligi oshiriladi.

Ikki xil tartibga solish sxemasi mavjud: o'zgarmas grafik asosida va ideal. Birinchi sxemada hisobiy kam suvli yil uchun tartibga solingan suv sarfi aniqlanib, u shu davrda va undan keyingi ko'p suvli davrda ta'minlanadi. Bu sxema sanoat suv ta'minotida qo'llanilishi mumkin, energetika uchun u foydasiz, chunki bunda bekordan suv chiqazish ko'payadi. Natijada foydalanadigan suv miqdori kamayib, GES ishlab chiqadigan energiya miqdori past bo'ladi.

Ideal sxema bo'yicha tartibga solishda yillik suv miqdorini bir yil oldinga aniq, ko'p yillik tartibga solishda esa bir necha yilga aniq deb qaraladi. Bu holda suv sarfi yoki GES quvvati kattaroq berilib, u suv omboriga qo'yiladigan suvdan qaraladi. Energetika uchun bu ideal optimallashtirish sxema qulay hisoblanib, EET bo'yicha eng minimum xarajatga olib keladi. Suv miqdorini hatto bir yil oldinga aniqlash qiyinligi uchun, ideal sxemani to'lig'icha amalda qo'llash qiyinchilik to'g'riadiradi.

Yillik tartibga solish hisoblari

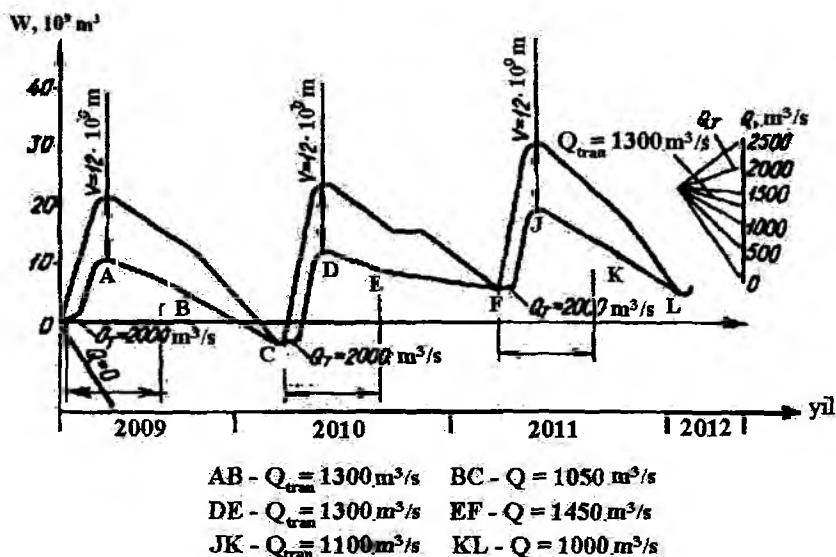
Suv miqdorini yillik tartibga solish hisoblari suv xo‘jalik yili uchun kalendar yilining suv ko‘payishigacha davrda bajariladi (1.8 - rasm).

Ma'lum shartlarga asosan suv sarfini tartibga solish – sug'orishga, suv ta'minotiga va hokazo, energetika uchun esa GEQ quvvati, amalga oshirilishi kerak.

Amalda suv ombori hajmi to'liqsiz yillik suv miqdorini tartibga solish ishkoniyyatiga ega. Soddalashgan usulda tartibga solingan suv sarfini Q_p ushbu formuladan topiladi:

$$Q_p = \frac{W_M + V_f}{2.63 \cdot 10^6 T_{\infty}} \quad (1)$$

bunda, W_M – hisobiy yildagi suv miqdori, m^3 ; T_M – kam suvli davr, oy;
 V_f – suv ombori foydali hajmi, m^3 ; $2,63 \cdot 10^6$ – bir oydagi sekundlar soni.



1.8 - rasm. Suv miqdorini yillik tartibga solish sxemasi.

Integral egri chiziq bo'yicha grafikda hisoblash

Integral egri chiziq (IECh) suv miqdorining vaqtga bog'liqligini ko'rsatib qiyshiq burchakli koordinatada chiziladi.

1.9 - rasmda IECh keltirilgan. Berilgan parametrlarga V_f va GES hamma turbinalari suv sarfi kiradi. Suv miqdorini bir xillastirish talab etiladi.

Agar IEChga AF urinmani o'tkazsak, uning yo'nalishi suv xo'jalik yilidagi o'rtacha suv sarfini Q_0 ko'rsatadi. Q_0 kattaligini nur masshtabdan aniqlanadi.

IEChning K nuqtasiga AF chiziqqa parallel chiziq o'tkazsak, hosil bo'lgan vertikal tik chiziq (bu ikki parallel o'rtasidagi chiziq) suv ombori V_0 to'liq hajmini Q_0 sarfi o'zgarmas kattaligini tartibga solish uchun beradi. Bor suv hajmi $V_f < V_0$, shuning uchun suv miqdorini faqat to'liqsiz tartibga solish mumkin.

Hisoblashni osonlashtirish maqsadida yordamchi JJ IECh quriladi, uning farqi asosiy IECh dan V_f kattalikka teng.

Masalan, ko'p suvli davrda GES Q_T suv sarfi bilan ishlasin. IECh O nuqtada urinma OC chiziqni o'tkazib (u Q_T ga parallel) yordamchi JJ IECh da B nuqtani topamiz.

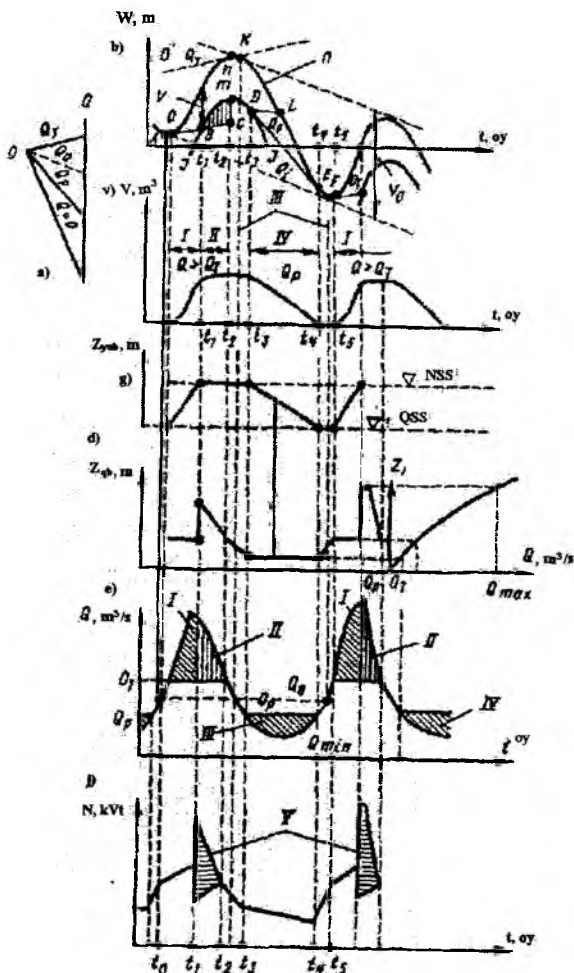
t_0 vaqtdan boshlab suv ombori to'lishi boshlanadi, chunki suv oqib kelishi Q_T dan katta. Shuning uchun t_1 dan boshlab Q_T dan oshiqcha suvni tashlab yuboriladi. t_2 vaqtda suv oqib kelishi Q_T ga tenglashadi, buni n nuqta ko'rsatadi. $t_2 - t_1$ vaqt oralig'ida suv tashlash inshooti orqali cm kattalikka teng suv chiqarib yuboriladi.

$t_2 - t_3$ vaqtda GES tabiiy suv oqimida Q_T dan kam suvda ishlaydi.

O'zgarmas tartibga solingan suv sarfini Q_P topish uchun DE urinmani JJ IECh qa o'tkazamiz. Uning kattaligini nur masshtabdan topamiz. t_3 vaqtda GES Q_P sarf bilan ishlaydi va suv omborida hajm kamayadi. t_4 vaqtda hajm kamayishi to'xtaydi va uning sathi suv omborida qo'zg'almas suv sathiga teng bo'ladi.

Agar t_3 (D nuqta) vaqtda suv omboridan Q_P dan ko'p suv chiqarilsa (masalan, DL chiziq), unda u tezda hajmini kamaytiradi. Suv omboridan Q_P dan kichik suvni chiqarilsa, unda u keyingi suv ko'payishi davrigacha bor hajmini ishlata olmaydi.

1.9 - rasmda shuningdek Z_{yub} yuqori va Z_{QB} quyi bef sathlari, suv ombori hajmi, napor va GES quvvati ham keltirilgan, suv hajmi V' OKE va AB m DE chiziqlari oralig'idan aniqlanadi.



1.9-rasm. Suv sarfini to'liqsiz yillik tartibga solish.

a – nur masshtabi; b – IECH da grafik bo'yicha tartibga solish; d – suv ombori to'lishi; e – YuB sathi; f – QB sathi; g – suv sarfi; h– tartibga solish quvvati.

Z_{YUB} har bir vaqtda V' bo'yicha aniqlanadi va $Z = f(V, F)$ bog'lanishdan foydalaniladi. Bunda suv hajmi V_{QSS} dan unda joylashtiriladi. Z_{QB} kattaligi quyi befga oqib tushayotgan suv sarfiga

bog'liq holda topiladi. Bu holda ham $Z = f(Q)$ bog'lanishdan foydalaniladi.

Napor esa har bir qaralayotgan vaqtda Z_{YUB} va Z_{QB} farqidan va napor yo'qolish Δh kattaligidan aniqlanadi:

$$H = H_0 - \Delta h = Z_{YUB} - Z_{QB} - \Delta h \quad (2)$$

Tartibga solingan GES quvvati N, kVt

$$N = 9.81 Q_P \cdot H \cdot \eta$$

bunda η - GES f.i.k.

Foydalanilmagan suv oqimi quvvati 1.9 - rasmda gorizontal shtrix chiziqlar bilan ko'rsatilgan.

Suv miqdorini ko'p yillik tartibga solish

Ko'p yillik tartibga solishda suvi ko'p davrdagi hajm suv omborida yig'ilib kam suvli davrda yillik tartibga solish amalga oshiriladi (1.10 - rasm).

Daryolarni o'rganish va ular suvi miqdorini kuzatish ko'rsatishicha kam va ko'p suvli davrlar bir necha yillab uchraydi. Shuning uchun Q_P kattaligini ko'p yillik tartibga solishda bir yil emas, kam suvli davrlar aniqlaydi. Kam suvli yillarda suv ombori foydali hajmini ishlatishni kritik davr deyiladi.

1.8 va 1.9 - rasmlarda IECh keltirilgan. O'rtacha suv sarfi $Q_0 = 810 \text{ m}^3/\text{s}$ ga teng.

Tartibga solish koeffitsiyenti

$$\alpha = \frac{Q_P}{Q_0} \quad (3)$$

Ko'p yillik tartibga solishda ideal va o'zgarmas sxemalar ishlatiladi.

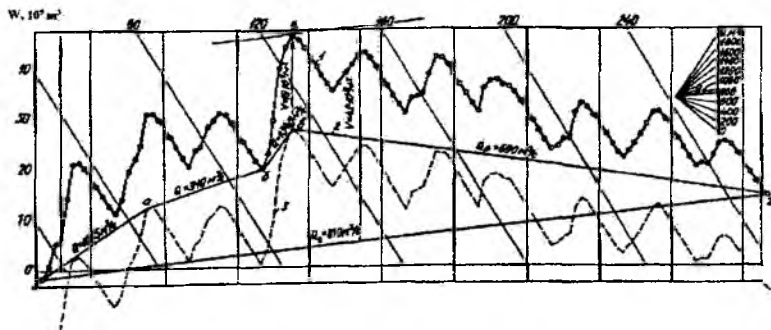
Bundan tashqari yillik va ko'p yillik tartibga solishda umumlashgan, jadval, maxsus va boshqa usullardan foydalaniladi.

Yillik va ko'p yillik suv miqdorini tartibga solishda dispetcher grafiklari ham ishlatiladi. Bu grafiklar suv sarfini yuqori bef otmetkasiga va vaqtga bog'liqligini ko'rsatadi:

$$Q = f(Z_{YUB}, t),$$

yoki suv hajmini va vaqttni ko'rsatadi

$$Q = f(V, t).$$



1.10 - rasm. Suv miqdorini ko'p yillik tartibga solish ideal sxemasi.

1.5. Suv miqdorini tartibga solishda dispatcherlik grafiklari

Dispatcher grafigida uchta majburiy zona ko'rsatiladi (1.11-rasm):

1. Xavfsizlik zonasi, bunda hamma suv chiqarish inshootlari va turbinalar ishlatilishi kerak, chunki suv omboridagi hajm oshishi inshootlar buzilishiga, quyi befda suv toshqini kuzatilishiga olib kelmasligi shart.

2. Kafolatlangan suv sarfi Q_P zonasi;

3. Ortiqcha suv sarfi $Q > Q_P$ zonasi.

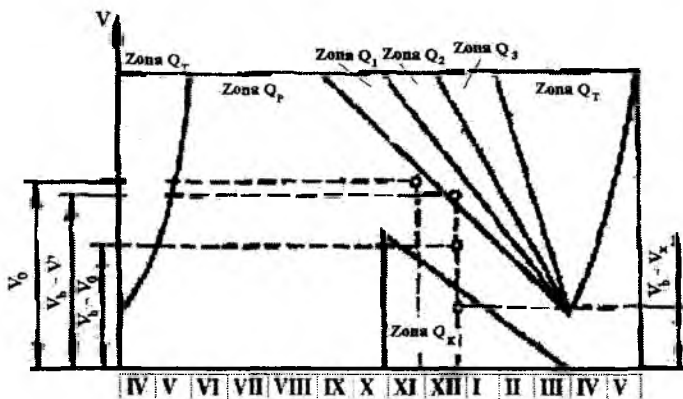
Suv miqdorini tartibga solish uchun maqsadga muvofiq qoida ishlab chiqiladi va dispatcher grafigida tasvirlanadi. Masalan, dispatcher grafigi $Q=f(V,t)$ ko'rinishida berilgan va unda bir necha zonalar ko'rsatiladi: kafolatlangan suv sarfi Q_P , kamaytirilgan suv sarflari Q_K , ko'paygan suv sarflari Q_1, Q_2, Q_3 va GES ning hamma turbinalarining to'liq suv sarfi Q_T ishlashi zonasi (1.11-rasm).

Agar suv omborida V_a suv hajmi bo'lsa dispatcher grafigiga asosan dekabr Q_P suv sarfi berish mumkin. Loyihalash jarayonida suv oqimi $Q_{oq} = Q_{tab} \pm Q_{muz}$ oy uchun (dekabr uchun) jadvaldan olinadi. Suv omborining to'lishi V_b keyingi oy boshlanishida 1/I uchun hisoblardan olinadi. Masalan:

$$V_b = V_a (Q_{oq} - Q_P - Q_{yo'q}) \Delta t,$$

bunda, $Q_{yo'q}$ - bug'lanish va filtratsiya hisobiga suv sarfi yo'qolishi, Δt - dekabr oyi sekundlari soni.

Agar $V_b = V_0$ bo'lsa, yanvarda Q_P suv sarfini berish mumkin. $V_b = V'$ bo'lganda $Q_P = Q_1$ deb olish mumkin. Agar dekabr kam suvli bo'lsa va suv hajmi suv omborida V_X bo'lsa, unda yanvarda kamaytirilgan Q_K beriladi.



1.11-rasm. Dispatcher grafigini suv miqdorini tartibga solishda qo'llanishi.

Loyihalashda suv sarfi korrektyrovka qilinib, tartibga solingan suv sarfi Q_P suv omborining to'lishiga oyning oxirida moslashtiriladi. Demak, $Q_{XII} = Q_P$ bo'lsa $V_b = V'$, ya'ni dekabrda suv sarfi oshirilib oyning oxirida V_b , Q_P va Q_1 zona bo'linishigacha joylashishi ta'minlanadi.

V_a suv hajmida dekabr suv sarfi Q_1 gacha oshirilib oyning oxirida suv ombori to'lishi $V_b = V_a$ ($Q_{oq} + Q_1 - Q_{yo'q}$) Δt , Q_1 zonaga to'ishi ta'minlanadi. Bunday korrektyrovkani tanlash orqali bajariladi.

Suv ombori to'lishi ma'lumotlari IECH belgilanib, tartibga solingan rejimni yaqqol ifodalaydi. Suv omboridagi suv hajmini va tartibga solingan suv sarfini bilgan holda oddiy usulda napor, quvvat va ishlab chiqariladigan elektr energiyasini hisoblash mumkin.

Nazorat savollari

1. Suv oqim energiyasi deb nimaga aytiladi?
2. Suv sarfi va suv hajmini bog'liqligi nimada?
3. Suv oqim quvvati qanday aniqlanadi?
4. Suv manbalariga nimalar kiradi?
5. Suv ombori deb nimaga aytiladi?
6. Suv omborining asosiy parametrlari nimalardan iborat?
7. Suv miqdorini tartibga solishni qanday turlari mavjud?
8. Suv miqdorini tartibga solishda dispatcherlik grafigining vazifasi.

2 BO' LIM. GIDROENERGETIKA QURILMALARI TURLARI VA SUV ENERGIYASIDAN FOYDALANISH

2.1. GEQlarning turlari

Gidroenergetik qurilmalar (GEQ) deb suv oqimi mexanik energiyasini elektr energiyasiga yoki elektr energiyasini suvning mexanik energiyasiga aylantiruvchi korxonaga aytiladi.

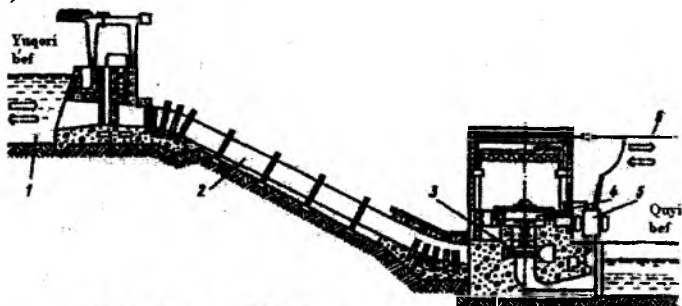
GEQlarning tarkibiga **gidroelektr stansiyalari**, nasos stansiyalari, **gidroakkumulyatsion elektrostansiyalari**, suv sathi o'zgarishi hisobiga ishlaydigan elektrostansiyalar kiradi.

GEQ gidrotexnik inshootlardan, energetik va mexanik jihozlardan iborat bo'lib, bu jihozlar GEQ ishining asosini tashkil qiladi. GEQlarida yuqori va quyi beflar, ya'ni suv sathlari - to'g'on oldi va to'g'on orti sathlari napor qiymatini aniqlashda asos bo'ladi.

Suv sathi ∇ belgi bilan belgilanib, dengiz sathidan qancha balandlik yoki pastligini GEQ siga nisbatan (absolyut - otmetka) yoki qandaydir taqqoslash tekisligidan (shartli otmetka) joylashish balandligini ko'rsatadi.

Dengiz to'liqini ko'tarilishi (pasayishi) hisobiga ishlaydigan elektr stansiyalarda (STES) beflar o'zgaruvchan qiymatlarga ega bo'ladi.

Gidroelektr stansiya (GES)larda suvning gidravlik energiyasi elektr energiyasiga aylantiriladi (2.1-rasm). GES ishi uchun kerakli parametrlar suv sarfi Q , m^3/s va jamlangan (to'plangan) sathlar farqi, napor H , m hisoblanadi.



2.1 - rasm. GESning umumiy ko'rinishi:

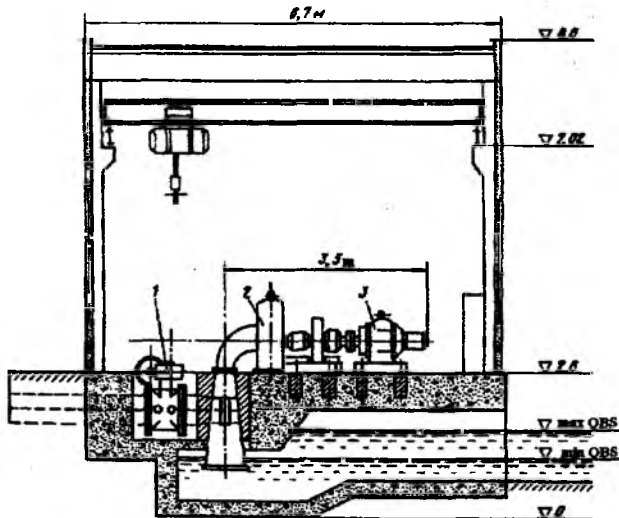
- 1- suv ombori yoki ko'l; 2-bosimli quvur; 3-turbina; 4-generator;
5-transformator; 6- elektrenergiya uzatish linyasi.

Tekislik daryolaridagi GESlarda asosiy inshoot bo'lib, to'g'on va stansiya binosi xizmat qiladi. GES larda to'g'on daryoga ko'ndalang ravishda qurilib suv sathini ko'tarishga va katta napor hosil qilishga yordam beradi. Stansiya binosida esa gidravlik turbina, elektr toki generatori, mexanik va elektr jihozlari joylashadi. Zarur hollarda GES lar suv transporti shulzlari, sug'orishga suv olish inshootlari, suv ta'minoti, baliq o'tkazuvchi inshootlar va boshqalarni ham o'z ichiga olishi mumkin.

GES da suv og'irlik kuchi ta'sirida yuqori befdan quyi befga harakat qiladi va gidravlik turbinani aylantirib, u bilan bitta valda joylashgan generator rotorini harakatga keltiradi. Ayrim hollarda, unchalik katta quvvatga ega bo'lmagan generatorlarda qo'shimcha uzatmalar (reduktor yoki multiplikator) aylanish tezligini oshirishga va generator massasini kamaytirishga qo'llaniladi. Turbina bilan generator birgalikda gidroagregat deyiladi. GEQ lari orasida eng ko'p qo'llaniladigan va eng quvvatli GES hisoblanadi.

Suvni quyi befdan yuqori befga ko'tarish va uzoq masofalarga uzatish uchun mo'ljallangan GEQlarni **nasos stansiyalari (NS)** deyiladi.

NSlarida nasos agregatlari o'rnatiladi va nasos bilan elektr dvigatel bitta valda joylashadi. NSlari elektr energiyasi iste'molchisi hisoblanadi.



2.2 - rasm. Nasos stansiyasining ko'rinishi:

1-zatvor; 2-nasos; 3-dvigatel.

NS juda ko'p xalq xo'jaligi sohalarida ishlatiladi: kommunal xo'jalik va sanoatni suv bilan ta'minlashda, TES larni suv bilan ta'minlashda, sug'orishda, suv transporti kanallarida va boshqalarda.

Eng katta nasos stansiyalariga, Irtish-Qarag'anda va Qarshi magistral (QMK) kanallaridagi stansiyalar kiradi.

QMK NS $Q=26,4 \div 39,0 \text{ m}^3/\text{s}$;

OPI10-260r, $H=24 \div 24,5 \text{ m}$;

$n=250 \text{ ayl/min}$;

$N_{\text{val.nas.}} = 11500 \text{ kVt}$.

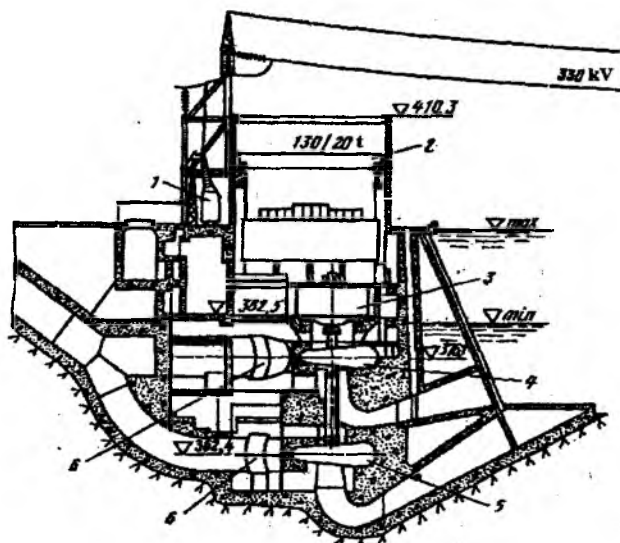
OPI 11-260r, $Q=30 \div 40 \text{ m}^3/\text{s}$;

$H=17,5 \text{ m}$;

$n=250 \text{ ayl/min}$;

$N_{\text{val.nas.}} = 8000 \text{ kVt}$.

Suv yig'ish elektrostansiyalari (SYES, GAES) gidroenergetik qurilmalarning yuqorida keltirilgan ikki turining vazifasini bajarish mumkin, ya'ni GES sifatida ham va nasos stansiyasi holatida ham ishlashi mumkin.



2.3 - rasm. GAES ning ko'rinishi:

1— kuchaytiruvchi transformator; 2— ko'prik kran; 3— generator - dvigatel; 4— radial o'qli turbina; 5— nasos; 6— sharsimon zatvor.

Ma'lumki, sutkaning ba'zi paytlarida (kechasi) energiya iste'moli kunduzgi energiya iste'moli qiymatidan ancha past bo'ladi. Shunday paytlarda GAESda nasos agregatlari ishga tushib yuqori befdagi suv havzasini to'ldiradi. Kunduzgi energiya iste'moli eng yuqori bo'lgan soatlarda yuqori befdagi havzadan suv pastga tushib turbinalar ishga tushiriladi va elektr energiyasi ishlab chiqiladi.

Natijada nasoslar arzon elektr energiya iste'mol qilib suv havzasida zarur miqdordagi suvni to'playdi, undan esa anchagina qimmat bo'lgan elektr energiyani ishlab chiqarish uchun foydalaniladi.

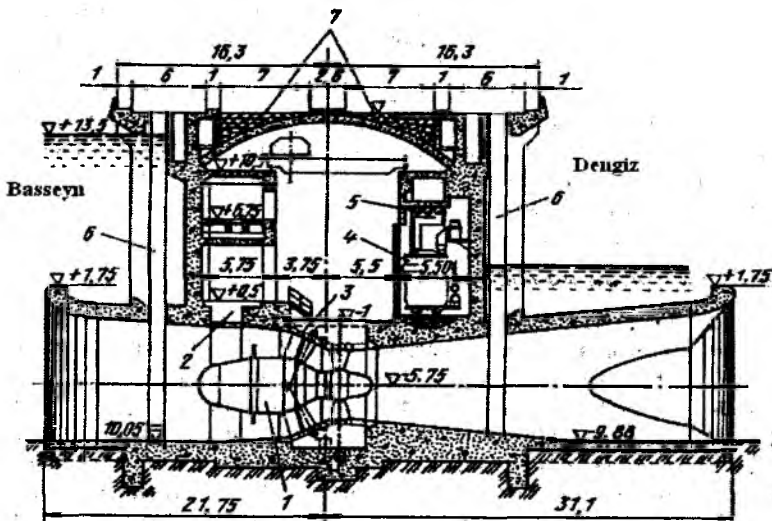
GAESlarning samaradorligi shundan iboratki, ular kunduz kuni ertalab va kechki energiya iste'molining maksimum qiymatlarida energo sistemaga ishlaydi, kechasi esa arzon, ba'zan esa talab qilinmagan elektr energiyasidan foydalaniladi. SYES faqat sutkalik emas, balki haftalik va mavsumiy suv rejimiga moslab ishlaydigan bo'lishi mumkin.

GAES har xil energiya yo'qolishlari hisobiga, energotarmoqdan oladigan energiyasining 70÷75 % qiymatini qayta hosil qiladi. GAES kechasi hosil bo'ladigan yuklanish grafigi uzilishini to'ldirib hamda ertalabki va kechki cho'qqi yuklanishni kamaytirib, AES va IFS texnik ishlash sharoitini sezilarli darajada yaxshilaydi va 1 kVt soat elektr energiyasi olishga ketadigan solishtirma yoqilg'i sarfini kamaytiradi, natijada elektroenergetika tarmog'ida yoqilg'ini iqtisodiy tejash imkonini beradi.

Hozirgi paytda jahondagi eng yirik GAES AQSHdagi Bas-Kaunti GAESi hisoblanadi. Uning quvvati 2100 MVt, nabori 330 m. MDHda Kiyev GAES (N=225 MVt), Zagorsk (N=1200 MVt), Kayshyador GAES (N=1600 MVt) lari qurilgan. AQSHda eng katta GAES Holeyni loyihasi tuzilgan, uning quvvati 2500 MVt.

Dengiz va okeanlardagi suv sathi o'zgarishi hisobiga ishlovchi elektrostansiyalar (SSO' ES) dengiz sathining sutkada ikki marta o'zgarishida hosil bo'ladigan energiyadan elektr energiyasi ishlab chiqaradi. Ayrim dengiz qirg'oqlari atrofida sath o'zgarishi 10 m ga yetadi. Eng katta suv sathi ko'tarilishi Kanadaning Fandi qo'ltig'ida kuzatilib, 19,6 m ga yetadi.

Fransiyada Rans SSO' ES (N=240 MVt) qurilgan. MDHda tajribaviy Kislogub (N=400 kvt) SSO' ES ishlab turibdi.



2.4 - rasm. SSO' ES lardan birining sxemasi berilgan.

- 1- kapsulali o'zgaruvchan agregat; 2- elektr mashinani ta'mirlash uchun teshikcha; 3- gidravlik mashinalar; 4- transformator; 5- ochiq taqsimlovchi qurilmaga kabel uzatish joyi; 6- silliq zatvorlar pazi; 7- avtomobil yo'li.

2.2. GEQlarning asosiy parametrlari

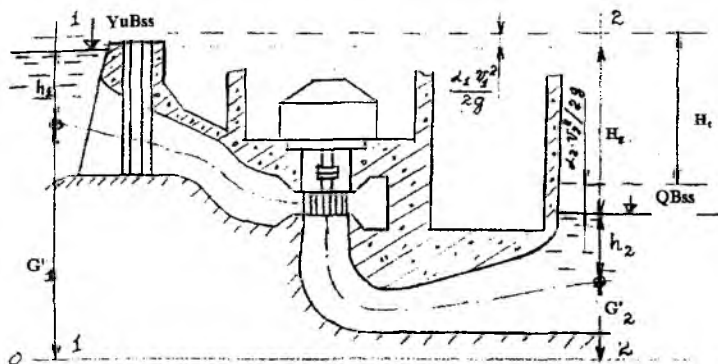
GESning asosiy parametrlari. GESning asosiy parametrlari sifatida uning naporini, suv sarfini, quvvatini va energiyasini ko'rsatish mumkin.

Yuqori befdagi (suv omborining to'g'on oldidagi qismi) suv sathi va quyi befdagi (to'g'on ortidagi suv manbai yuzasi) suv sathi qiymatlarining farqi geometrik yoki statik napor deb ataladi.

$$H_g = \nabla Y_{uBSS} - \nabla Q_{BSS}$$

GESning to'la nabori H_T yuqori befdan quvurlarga suv kiradigan kesimdagi (1-1) va quyi befdagi so'rish quvuridan chiqish kesimidagi (2-2) suv oqimining solishtirma energiyalari farqi bilan aniqlanadi.

$$H_T = E_{1-1} - E_{2-2} \quad (2.1.)$$



2.5 - rasm. GES naporini aniqlash sxemasi.

1 kg suyuqlik massasiga mos keluvchi solishtirma energiyani joule hisobida E deb belgilasak, unda 1H suyuqlik og'irligiga to'g'ri keladigan energiya $E = E/g$, m ga teng bo'ladi, unda

$$H_T = \frac{E_{1-1}}{g} - \frac{E_{2-2}}{g} \quad (2.2)$$

Agar solishtirma energiyani Bernulli tenglamasi orqali ifodalasak, 1-1 va 2-2 kesimlari uchun quyidagi bog'lanishga ega bo'lamiz.

$$H_T = E_{1-1} - E_{2-2} = Z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} - Z_2 - \frac{P_2}{\rho g} - \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} = (Z_1 + h_1) - (Z_2 + h_2) - \frac{\alpha(v_1^2 - v_2^2)}{2g} \quad (2.3)$$

Bunda, Z_1 , Z_2 — 1-1 va 2-2 kesimlari og'irlik markazlarining (M_1 va M_2 nuqtalar) 0-0 taqqoslash tekisligiga nisbatan joylashish balandligi, m.

$P_1/\rho g$, $P_2/\rho g$ — yuqori va quyi beflari suv sathlaridan og'irlik markazlarigacha bo'lgan chuqurlik (pezometrik balandlik), m.

P_1 , P_2 — 1-1 va 2-2 kesimlar og'irlik markaziga mos keluvchi suv bosimlari, Pa.

ρ — suv zichligi, kg/m³

g — erkin tushish tezlanish, m/s²

$\alpha v_1^2/2g$, $\alpha v_2^2/2g$ — 1-1 va 2-2 kesimlaridagi oqimning solishtirma kinetik energiyasi.

v_1 , v_2 — 1-1 va 2-2 kesimlaridagi suvning o'rtacha tezligi m/s.

α — Koriolis koeffitsiyenti.

Yuqoridagi keltirilgan bog'lanishdagi $Z_1 + h_1$ va $Z_2 + h_2$ yig'indilarni quyidagicha yozishimiz mumkin.

$Z_1+h_1=\nabla Y_{uBSS}$ – yuqori baf suv sathi, m.

$Z_2+h_2=\nabla Q_{BSS}$ – quyi baf suv sathi, m.

Unda (2.3.) bog‘lanishni quyidagicha yozishimiz mumkin.

$$H_T = \nabla Y_{uBSS} - \nabla Q_{BSS} - \frac{\alpha(g_1^2 - g_2^2)}{2g} = H_T - \frac{\alpha(g_1^2 - g_2^2)}{2g}; \quad (2.4)$$

Gidroturbina qurilmasining nabori yoki hisobiy napor quyidagi bog‘lanish bilan aniqlanadi.

$$H_h = \nabla Y_{uBSS} - \nabla Q_{BSS} - \frac{\alpha(g_1^2 - g_2^2)}{2g} - \sum \Delta h \quad (2.5)$$

Bunda, $\sum \Delta h$ – yuqori bafdan turbinagacha bo‘lgan suv yo‘lida yo‘qolgan napor qiymati, m.

$\sum \Delta h$ ning tarkibiga turbina quvuriga kirishdagi, suvda sig‘iq (oqiziq) jismlarni ushlarish panjarasidagi, quvur uzunligi bo‘yicha yo‘qolgan naporlar kiradi.

$\sum \Delta h$ kattaligi H_g ning taxminan 2 - 5%ni tashkil qiladi.

GES suv sarfi Q , m^3/s . Bu qiymat manbaning suv sarfiga, suv omboridagi suv hajmiga, energetika tizimining iste‘moliga bog‘liq bo‘ladi. Agar GES foydalanilayotgan gidrotexnik inshootlarda qurilgan bo‘lsa, unda GES suv sarfi inshootning suv berish grafigiga mos holda aniqlanadi. GESdagi maksimal suv sarfi uning barcha turbinalarining suv o‘tkazish qobiliyati bilan aniqlanadi. Bu qiymat GES turiga qarab katta diapazonda o‘zgaradi. Masalan: Samara GESda 22 ta turbina o‘rnatilgan bo‘lib ularning har biri 675 m^3/s suvni o‘tkazadi. GESning maksimal suv sarfi 15000 m^3/s ni tashkil qiladi.

GES quvvati. Bu ko‘rsatkich GESning energetik potensialini aniqlaydigan ko‘rsatkichlaridan biridir. Ma‘lumki, quvvat vaqt birligida bajarilgan ish miqdori bilan aniqlanadi. Demak, GESda bu vaqt birligi ichida ishlab chiqarilgan elektr energiya miqdori. Uning o‘lchov birligi – vatt (Vt), kilovatt (kVt) megavatt (MVt), gigavatt (GVt) va teravatt (TVt) qilib qabul qilingan.

Agar hosil qilingan napor H m, inshootlar, turbina o‘tkazishi mumkin bo‘lgan suv sarfi Q , m^3/s aniq bo‘lsa, unda suv oqimining potensial quvvati quyidagicha aniqlanadi, kVt.

$$N_o = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H = 9,81 \cdot Q \cdot H \quad (2.6)$$

Lekin bu quvvat qiymatining barchasi elektr energiyani ishlab chiqarishga sarf bo‘lmaydi. Bu quvvatning bir qismi GESda gidravlik va mexanik qarshilikni yengishga sarf bo‘ladi. Shuning uchun turbina vali quvvati

$$N_t = 9,81 \cdot Q \cdot H \cdot \eta_t \quad (2.7)$$

ga teng bo'ladi.

bunda, η_t – turbina foydali ish koeffitsiyenti (FIK).

Ishchi g'ildirak diametri 1 m atrofida bo'lgan turbinalar uchun FIK maksimal qiymati 0,91 ga, yirik turbinalar uchun 0,93 – 0,96 ga teng.

Gidroagregat quvvati generatordagi energiya yo'qolishini ham hisobga oladi va quyidigicha aniqlanadi:

$$N_{ga} = N_t \cdot \eta_{ga} = 9,81 Q \cdot H \cdot \eta_t \cdot \eta_g \quad (2.8)$$

bunda, η_{gen} – generator FIK;

η_{ga} – gidroagregat FIK.

GESning nominal quvvati undagi generatorlarning nominal (pasportda ko'rsatilgan) quvvatlari yig'indisiga teng, kVt.

$$N = N_{gen} \cdot n, \quad (2.9)$$

bunda, N_{gen} – generator nominal quvvati, kVt.,

n – GESda o'rnatilgan generatorlar soni.

GESda ishlab chiqariladigan energiya miqdori kVt soat bilan o'lchanadi.

$$E = N_{ga} \cdot t = 9,81 \cdot Q \cdot H \cdot \eta_{ga} \cdot t \quad (2.10)$$

bunda, t – hisobga olinadigan vaqt, soat.

Suv omboridan yoki gidrotexnik inshootdan GES orqali yil davomida berilgan suv hajmi W , m^3 deb qabul qilinsa, unda GESning yillik ishlab chiqarilgan energiyasi

$$E_{yil} = \frac{WH_{or} \eta_{ga}}{367,2}; kVt \cdot soat. \quad (2.11)$$

bunda, N_{or} – GESning yil bo'yicha o'rtacha nabori, m.

Nasos stansiyasining asosiy parametrlari sifatida uning suv berish unumdorligi – Q_{NS} , m^3/s , nabori – H , m, quvvati – N , kVt va foydali ish koeffitsiyenti (FIK) – η hisoblanadi.

NSning suv berish unumdorligi unda o'rnatilgan nasoslar soni va ularning suv berish unumdorligiga asoslanib aniqlanadi. Nasoslar soni va ularning markasi suv iste'moli grafigiga mos ravishda texnik - iqtisodiy hisoblar yordamida hisoblanadi.

NSning nabori. NSning geometrik nabori yuqori bef suv sathi bilan quyi bef suv sathlarining farqiga teng.

$$H_g = V_{YuBSS} - V_{QBSS} \quad (2.12)$$

NS to'la nabori quyidagicha aniqlanadi:

$$H_T = E_{2-2} - E_{1-1} \quad (2.13)$$

E_{2-2} , E_{1-1} 2 – 2 va 1 – 1 kesimlardagi solishtirma energiyalar qiymati

$$E_{2-2} = \frac{P_{2-2}}{\rho g} + \frac{\alpha v_{2-2}^2}{2g} + Z_2 \quad (2.14)$$

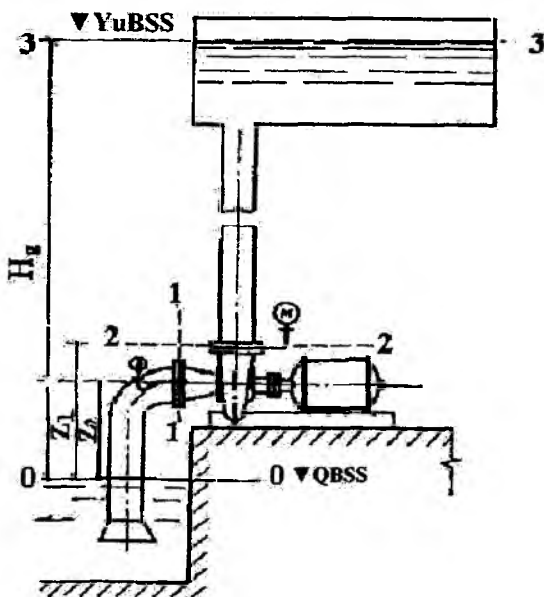
$$E_{1-1} = \frac{P_{1-1}}{\rho g} + \frac{\alpha v_{1-1}^2}{2g} + Z_1 \quad (2.15)$$

Nasos stansiyasi nabori nasos tomonidan suyuqlikning 1H og‘irlik kuchi birligiga ta’sir qiluvchi energiyaning jouldagi qiymati ifodalanadi.

Buni tasavvur qilish uchun 2.6-rasmda ko‘rsatilgandek 0 – 0, 1 – 1, 2 – 2 va 3 – 3 kesimlarida energiya o‘zgarishini kuzatamiz.

Bernulli tenglamasi bo‘yicha 0 – 0 va 1 – 1 kesimlar o‘rtasidagi suv oqimi energiyasi o‘zgarishini quyidagicha ifodalash mumkin (0 – 0 kesim quyi bef suv yuzasi sathiga mos kelsa, 1 – 1 nasosning suv kirish qismining ko‘ndalang kesimiga to‘g‘ri keladi).

$$\frac{P_{0-0}}{\rho g} + Z_{0-0} + \frac{\alpha \cdot v_{0-0}^2}{2g} = \frac{P_{1-1}}{\rho g} + Z_{1-1} + \frac{\alpha \cdot v_{1-1}^2}{2g} + \sum \Delta h_s \quad (2.16)$$



2.6 - rasm. Nasos stansiyasining naborini aniqlash.

Lekin 2.6-rasmda ko'rsatilganidek,

$$\frac{P_{0-0}}{\rho g} = \frac{P_a}{\rho g}; Z_{0-0} = 0; \vartheta_{0-0} \approx 0; Z_{1-1} = H_s$$

bunda, $P_a/\rho g$ – atmosfera bosimiga mos keluvchi balandlik, m
 H_s – so'rish balandligi, m.

U holda, (2.16) formula quyidagi ko'rinishga keladi.

$$\frac{P_{1-1}}{\rho g} = \frac{P_a}{\rho g} - H_s - \frac{\alpha \vartheta_{1-1}^2}{2g} - \sum \Delta h_s \quad (2.17)$$

(2.17) asosida ta'kidlash mumkinki, 1 – 1 kesimda, ya'ni nasosning kirish qismidagi bosim quyi bef yuzasiga ta'sir qilayotgan atmosfera bosimidan kichik bo'lishi lozim. Aks holda $P_{1-1}/\rho g \leq 0$ bo'ladi, lekin bunday bo'lishi mumkin emas, chunki bu holda oqim yaxlitligi buziladi.

Demak, $\frac{P_a}{\rho g} \geq H_s + \frac{\alpha \vartheta_{1-1}^2}{2g} + \sum \Delta h_s$ qoidasiga amal qilinishi

lozim. Bunda $P_a \approx 0,1 \text{ MPa}$ qiymatiga ega bo'lganligi uchun

$$(H_s + \frac{\alpha \vartheta_{1-1}^2}{2g} + \sum \Delta h_s) \leq 10 \text{ m} \quad \text{bo'lishi kerak.}$$

2 – 2 va 3 – 3 kesimlardagi energiya o'zgarishini ham Bernulli tenglamasi orqali ifodalaymiz.

$$\frac{P_{2-2}}{\rho g} + \frac{\alpha \vartheta_{2-2}^2}{2g} + Z_{2-2} + \frac{P_{3-3}}{\rho g} + \frac{\alpha \vartheta_{3-3}^2}{2g} + Z_{3-3} + \sum \Delta h_s \quad (2.18)$$

Bunda,

$$\frac{P_{3-3}}{2g} = \frac{P_a}{\rho g}; \vartheta_{3-3} = 0; Z_{3-3} = H_g$$

U holda, 2 – 2 va 3 – 3 kesimlardagi energiya o'zgarishini quyidagicha yozish mumkin.

$$\frac{P_{2-2}}{\rho g} + \frac{\alpha \vartheta_{2-2}^2}{2g} + Z_{2-2} = \frac{P_a}{\rho g} + H_g + \sum \Delta h_b \quad (2.19)$$

Bunda, $\sum \Delta h_b$ – bosim quvuridagi 2 – 2 va 3 – 3 kesimlar oralig'idagi napor yo'qolish qiymatlarining yig'indisi, H_g – bosim balandligi, m.

Nasosdan chiqarishdagi energiyani ifodalash uchun $P_{2-2}/\rho g$ qiymatini aniqlash lozim.

$$\frac{P_{2-2}}{\rho g} = \frac{P_a}{\rho g} + H_g + \sum \Delta h_b - Z_{2-2} - \frac{\alpha g_{2-2}^2}{2g} \quad (2.20)$$

(2.2), (2.3) va (2.4)da ko'rsatilgandek nasosning to'la nabori

$$H = E_{2-2} - E_{1-1} = \frac{P_{2-2}}{\rho g} + \frac{\alpha g_{2-2}^2}{2g} + Z_{2-2} - \frac{P_{1-1}}{\rho g} - \frac{\alpha g_{1-1}^2}{2g} - H_s. \quad (2.21)$$

(2.21) bog'lanishga $P_{2-2}/\rho g$ va $P_{1-1}/\rho g$ ning (2.20) va (2.17) da topilgan qiymatlarni qo'yamiz.

$$H = \frac{P}{\rho g} + H_g + \sum \Delta h_b - Z_{2-2} - \frac{\alpha g_{2-2}^2}{2g} + \frac{\alpha g_{2-2}^2}{2g} + Z_{2-2} - \frac{P}{\rho g} + H_s + \frac{\alpha g_{1-1}^2}{2g} + \sum \Delta h_s - \frac{\alpha g_{1-1}^2}{\rho g} - H_s \quad (2.22)$$

Bunda, $\sum \Delta h_q = \sum \Delta h_s + \sum \Delta h_b$ so'rish va bosim quvurlaridagi napor yo'qolish qiymatlari yig'indisi, unda (2.22) bog'lanishni quyidagicha yozamiz.

$$H = H_g + \sum \Delta h_q \quad (2.23)$$

Shunday qilib, nasos stansiyasining to'la nabori uning geometrik nabori bilan quvurlar tizimidagi napor yo'qolish qiymatlari yig'indisiga teng.

Yuqori va quyi beflarda suv sathlari tez - tez o'zgarib turganda geometrik naporning o'rta vazni qiymatlari $H_{o'r.vaz}$ aniqlanadi. Bu ko'rsatkichdan elektr energiyasi sarfini hisoblashda foydalaniladi.

Bundan tashqari geometrik naporning minimal va maksimal qiymatlari ham mavjuddir. $H_g^{\min}$ qiymatidan nasoslarning o'rnatilish balandligini hisoblashda, $H_g^{\max}$ qiymatidan esa nasoslar suv berish unumdorligini aniqlashda foydalaniladi.

O'rtacha vaznli geometrik naporni quyidagi formula bilan aniqlash mumkin

$$H_{o'r.vaz} = \frac{\sum Q_i \cdot H_{gi} \cdot t_i}{\sum Q_i \cdot t_i} \quad (2.24)$$

bunda, Q_i va $H_i - t_i$ sug'orish davrlariga mos keluvchi suv berish unumdorligi va geometrik napor qiymati, m;

H_{gi} – geometrik napor yuqori va pastki bef suv sathlari farqi sifatida aniqlanadi.

$$H_{gi} = \nabla Y_{uBSS_i} - \nabla Q_{BSS_i} \quad (2.25)$$

Pastki bef suv sathi o'zgarishi suv manbai sathining yillik o'zgarishi qiymatlari asosida aniqlanadi.

Ko'p hollarda suv keltiruvchi va suv uzatish inshootlari bir xil o'lchamdagi kanal ko'rinishda bo'ladi. Bunday hollarda suv sathi o'zgarishi $Q = f(h)$ grafigi asosida aniqlash mumkin, bunda yana shuni ta'kidlash lozimki, geometrik napor qiymati suv sarfining har qanday qiymatlarida doimiy bo'ladi, ya'ni $H_g = \text{const}$.

Demak, bu holda $H_{o'r.vaz} = \text{const}$.

Agar suv sathlari o'zgarishi amplitudasi 2 metrdan oshmasa, H_g qiymatini maksimal va minimal geometrik naporlarning o'rtacha qiymatiga teng qilib olish mumkin, ya'ni

$$H_g = \frac{H_g^{\max} + H_g^{\min}}{2} \quad (2.26)$$

Quvurlar tizimidagi napor yo'qolish qiymati nasos stansiya loyihasi tuzilgunga qadar taqriban aniqlanadi.

Loyihalash tajribasi shuni ko'rsatadiki, mahalliy qarshiliklardagi napor yo'qolish qiymatini taxminan 1,0 – 1,2 m qabul qilish mumkin. Uzunlik bo'yicha yo'qolgan napor qiymati quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$\sum \Delta h_q = i \cdot L_k, \text{ m} \quad (2.27)$$

i – yo'qolgan naporning solishtirma qiymati, $i = 0,003 \dots 0,004$ m 1 m uzunlikdagi quvur uchun, L_k – quvurlar uzunligi, m.

NSning quvvati uning suv berish unumdorligi va nafari qiymatlariga bog'liq holda aniqlanadi. NSda foydali quvvat va iste'mol quvvatlari aniqlanadi.

$$N_{\text{foy}} = \rho g \cdot Q_{NS} \cdot H \quad Vt \quad (2.28)$$

Nasos stansiyasining iste'mol quvvati yoki N_{NS} quyidagicha hisoblanadi.

$$N_{NS} = \frac{\rho g \cdot Q_{NS} \cdot H}{1000 \cdot \eta_n \cdot \eta_{dv} \cdot \eta_{tar}}; \text{ kVt} \quad (2.29)$$

Bunda, η_n – nasos FIK; η_{dv} – dvigatel FIK; η_{tar} – energiya taqsimlash tarmog'i FIK.

Toza suv uchun quvvat qiymatini quyidagi formula bilan hisoblash mumkin.

$$N_{NS} = \frac{9810 \cdot Q_{NS} \cdot H}{1000 \cdot \eta_n \cdot \eta_{dv} \cdot \eta_{tar}}; kVt \quad (2.30)$$

NSning foydali ish koeffitsiyenti (2.29)da ko'rsatilgandek $\eta_{NS} = \eta_n \cdot \eta_{dv} \cdot \eta_{tar}$ bog'lanish bilan aniqlanadi.

GAESning asosiy parametrlari. GAESning asosiy parametrlari sifatida uning naporini, quvvatini, sutkalik ishlab chiqarilgan elektr energiya miqdori foydali ish koeffitsiyentini ko'rsatish mumkin.

GAES naponi. Yuqori bef suv sathi bilan quyi bef suv sathi orasidagi farq geometrik napor deb ataladi. GAESning to'la naponi uning geometrik naponi deb ataladi. GAES ning to'la naponi uning geometrik naponi bilan quvurlaridagi napor yo'qolish qiymatiga bog'liq. To'la napor qiymati nasos rejimida turbina rejimidagi qiymatga qaraganda katta, ya'ni $H_n \geq H_t$.

Buning sababi nasos stansiya va GAES to'la naporini aniqlash formulalaridan bilib olish mumkin, $H_n = H_g + \sum \Delta h_q$ va $H_t = H_g - \sum \Delta h_q$.

GAES quvvati. Quvvat qiymati agregatdan o'tayotgan suv sarfi va napor qiymatiga bog'liq. Kechasi T vaqt ichida Q_n suv sarfi bilan nasos agregatlari ishlaydi va N_{nr} quvvati iste'mol qiladi. Kunduz kuni tig'iz paytlarda turbina N_{tr} quvvatga ega bo'ladi.

$$N_{nr} = \frac{\rho \cdot g \cdot Q_{nr} \cdot H_{nr}}{\eta_{nr}}; Vt \quad (2.31)$$

Bunda η_{nr} – nasos rejimdagi GAES FIK.

GAES da ta'kidlanganidek $Q_{nr} = (0,75 \dots 0,8) Q_{tr}$, napor qiymatlari esa yuqorida ko'rsatilganidek $H_{nr} \geq H_{tr}$

Shu sababli ikkala rejimda quvvat qiymatlari har xil bo'ladi.

$$N_{tr} = \rho \cdot g \cdot Q_{tr} \cdot H_{tr} \cdot \eta_{tr}; Vt \quad (2.32)$$

Bunda, η_{tr} – turbina rejimidagi FIK.

GAESning sutkalik ishlab chiqaradigan energiyasi miqdori quyidagi tartibda aniqlanadi.

$$E_{tr} = N_{tr} \cdot T_{tr} = \frac{V \cdot H_{tr} \cdot \eta_{tr}}{367}; kVt \cdot soat \quad (2.33)$$

Bunda, V – yuqori havzadagi turbina rejimida ishlatiladigan suv hajmi, m^3 .

H_{tr} – turbina o'rtacha naponi, m .

η_{tr} – turbina rejimdagi FIK.

N_{tr} – GAESning turbina rejimidagi o'rnatilgan quvvati, kVt .

T_{tr} – GAESning elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun bir sutkada sarflagan vaqti, soat, [9] da $\eta_{tr}=0,86...0,87$ ga $T_{tr}=3....5$ soatga tengligi ko'rsatib o'tiladi.

GAES foydali ish koeffitsiyenti. GAES FIK ishlab chiqariladigan va iste'mol qilinadigan elektr energiya qiymatlariga bog'liq holda aniqlanadi.

$$\eta = \frac{E_{tr}}{E_{nr}}; \quad (2.34)$$

bunda, E_{nr} – nasos rejimidagi iste'mol qilinadigan elektr energiyasi, [kVt·soat]

$$E_{nr} = N_{nr} \cdot T_{nr} = \frac{V \cdot H_{nr}}{367 \cdot \eta_{nr}}; \quad (2.35)$$

Bunda, N_{nr} – GAESning nasos rejimidagi o'rnatilgan quvvati, kVt;

T_{nr} – GAESning nasos rejimida bir sutkada ishlagan vaqti, soat.

Hozirgi zamon yirik GAESlarida FIK qiymati 75 – 78% ni tashkil qiladi GAES FIK ko'pgina boshqa faktorlarga ham bog'liq, shu sababli uning qiymatini umumiy holda quyidagicha topish mumkin.

$$\eta_{GAES} = \eta_t \cdot \eta_n \cdot \eta_{gen} \cdot \eta_{shz} \cdot \eta_q \cdot \eta_{yu.k.l} \quad (2.36)$$

Bu yerda, η_t – turbina FIK; η_n – nasos FIK; η_{gen} – generator FIK; η_{ed} – elektrodvigatel FIK; η_{shz} – shaxsiy zaruriyatlar FIK; η_q – quvurlar FIK; $\eta_{yu.k.l}$ – yuqori voltli liniya FIK.

2.3. Suv energiyasidan foydalanish sxemalari

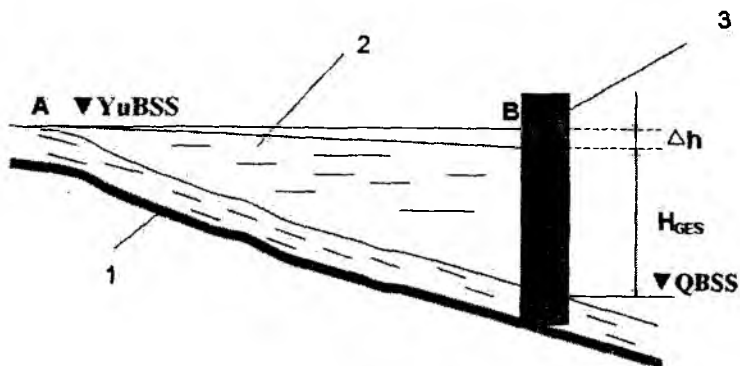
GESlarda ishlab chiqiladigan elektr energiya uchun suv oqimi energiyasi asos bo'lib xizmat qiladi. Suv oqimi energiyasidan samarali foydalanish uchun nisbatan qisqa masofada suv sathlari farqini joylashtirish zarur.

GES naporini yuzaga keltirishning quyidagi sxemalari mavjud:

- a) to'g'onli sxema;
- b) derivatsiya sxemasi;
- d) to'g'onli-derivatsiya sxemasi.

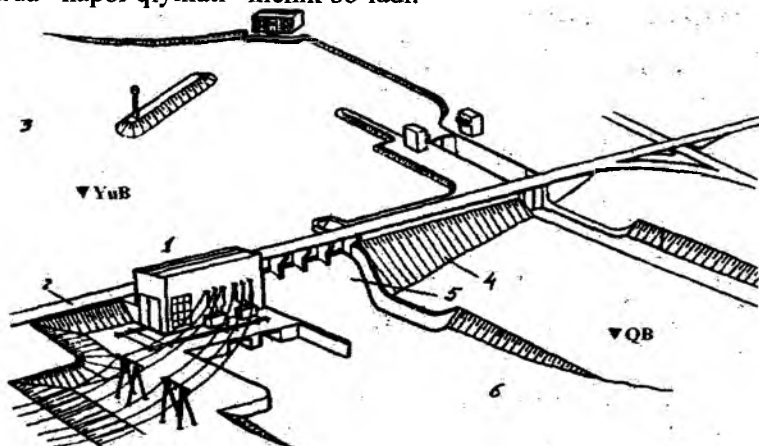
To'g'onli sxema suv yo'lini to'g'on yordamida to'sib sun'iy napor hosil qilishni ko'zda tutadi. Bu sxema ko'proq suv sarfining katta qiymatlarida va suv yuzasi nishabligining kichik qiymatlarida qabul qilinadi. To'g'on yordamida hosil qilingan napor yuqori bef va quyi bef suv sathlarining farqiga teng, ya'ni $H_{GES} = \nabla Y_{uBSS} - \nabla Q_{BSS}$. Yuqori befda suv sathi bevosita to'g'on oldidagi (B nuqta) suv sathi

qiymatidir. Chunki bu qiymat suv havzasi boshlanish nuqtasidagi (A nuqta) qiymatidan Δh ga farq qiladi (2.7-rasm).



2.7 - rasm. Suv energiyasidan foydalanishning to'g'onli sxemasi:
1 – suv manbai; 2 – suv ombori; 3 – to'g'on.

To'g'onli sxemadagi naporga bog'liq GESlar uzanda yoki to'g'on ortida joylashishi mumkin. Agar GES uzanda joylashgan bo'lsa, u to'g'on bilan birgalikda napor hosil qiladigan inshootlar tarkibiga kiradi (2.8 - rasm). Bunda GES binosi yuqori befdan suv bosimini to'liq qabul qiladi va mahkamlik bo'yicha barcha talablarga javob beradi. Bunday GESlarda napor qiymati kichik bo'ladi.

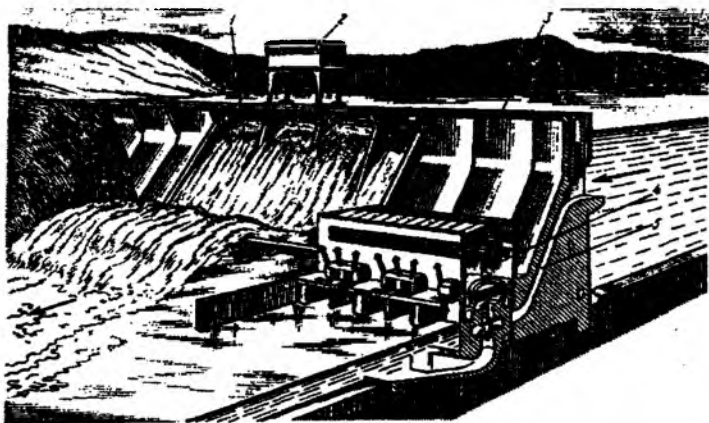


2.8 - rasm. O'zanda joylashgan to'g'onli GES sxemasi:
1 – GES binosi; 2 – yo'l; 3 – yuqori bef; 4 – to'g'on; 5 – to'g'onning suv tushar qismi; 6 – quyi bef.

Agar napor qiymati turbina diametri qiymatidan 6 marta ortiq bo'lsa, unda GES binosiga suv bosimini qabul qiluvchi inshoot deb qarash mumkin emas. Bunday hollarda GES binosi to'g'on ortida quriladi va suv bosimini qabul qilmaydi (2.9 - rasm). Suv turbinalarga to'g'on ichida joylashgan yoki uning ustidan, ba'zi hollarda yonidan o'tgan maxsus quvurlar yordamida yetkazib beriladi.

Derivatsiya sxemasi. Bu sxema asosan, katta nishablikka ega bo'lgan suv manbalarida qo'llaniladi (2.10 - rasm).

Suv manbaining tanlangan joyida nisbatan kichik to'g'on quriladi va kichik hajmli suv havzasi yuzaga keladi. Havzadagi suv manbaning tabiiy uzani bo'yicha ham maxsus qurilgan derivatsiya kanaliga ham berilishi mumkin. Derivatsiya kanalining nishabligi suv manbai nishabligiga nisbatan ancha kichik va mana shu farq GES naporini tashkil qiladi. Derivatsiya kanali suvni bosim havzasiga, undan esa quvurlar orqali turbinalarga yetkazib beradi. GESdan oqib chiqqan suv manbaga yoki biron bir kanalga berilishi mumkin.

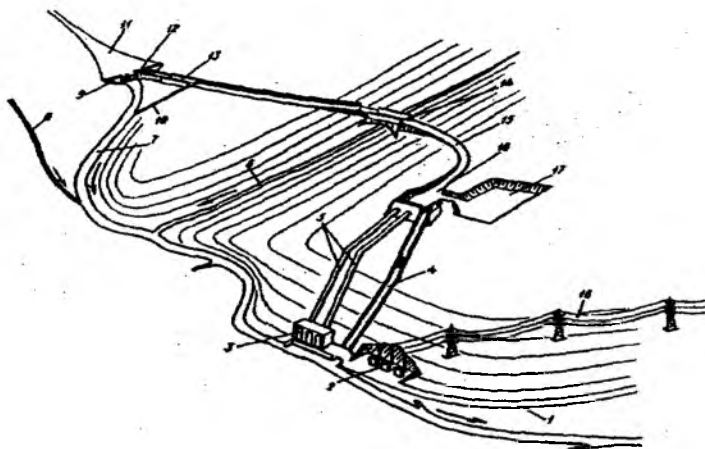


2.9 - rasm. To'g'on ortida joylashgan GES sxemasi.

1—suv tushar to'g'on; 2 — suv darvozalarini ko'tarib tushiruvchi kran;
3 — stansiya to'g'oni; 4 — GES binosi; 5— turbina quvuri.

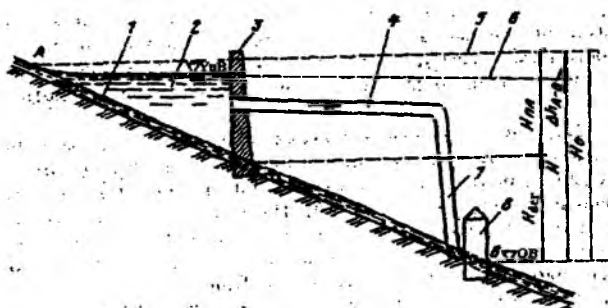
To'g'onli – derivatsiya sxemasi. Bu sxemada yuqorida keltirilgan ikkala sxemaning ham imkoniyatlaridan foydalaniladi. Bu variant bo'yicha daryo uzanida suv ombori qurilib, to'g'ondan keyingi qismda derivatsiya inshootlaridan foydalaniladi. To'g'onli-derivatsiya sxemasi

suv manbaining nishabligi har xil bo'lganda qo'llaniladi. Manbaning nishabligi kichik bo'lgan joyida to'g'on bunyodga keltirilib, nishablik katta bo'lganda derivatsiya sxemasidan foydalaniladi (2.11-rasm).



2.10 - rasm. Derivatsiyali GESi sxemasi:

1 – yo'l; 2 – podstansiya; 3 – GES binosi; 4 – suv tashlash inshooti; 5 – turbina quvurlari; 6 – chap irmoq; 7 – daryo; 8 – o'ng irmoq; 9 – to'g'on; 10 – loyqa tushirish inshooti; 11 – suv ombori; 12 – suv olish inshooti; 13 – tindirgich; 14 – akveduk; 15 – derivatsiya kanali; 16 – bosim havzasi; 17 – rostlash havzasi; 18 – yuqori kuchlanish simlari.



2.11 - rasm. To'g'onli derivatsiya sxemasi:

1 – daryo uzani; 2 – suv ombori; 3 – to'g'on; 4 – derivatsiya; 5 – gidrostatik sath; 6 – pezometrik chiziq; 7 – turbina quvuri; 8 – GES binosi; Δh_{A-B} – A va B nuqtalar orasidagi napor yo'qolish qiymati.

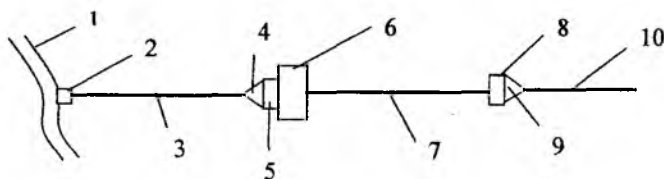
Ushbu sxema bo'yicha to'g'on GES binosidan qanchalik yuqoriga joylashsa shunchalik uning o'lchamlari, shuningdek, suv ombori o'lchamlari kichik bo'ladi. Lekin bu holda derivatsiya inshootlarining uzunligi ancha oshadi.

Demak, napor yo'qolish qiymati ham oshadi. Shu sababli to'g'onli- derivatsiya sxemasi bo'yicha inshootlar o'lchamlari texnik - iqtisodiy hisoblar bilan aniqlanadi.

2.4. Nasos stansiyalari va GAESning asosiy sxemalari

Nasos stansiyasi inshootlarining uning binosiga nisbatan joylanishi sxemalari quyidagilardan iborat:

a) derivatsiya kanalli NS sxemasi (2.12-rasm).

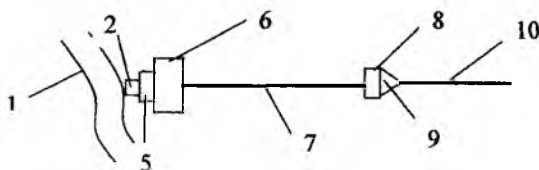


2.12 - rasm. Derivatsiya kanalli NS sxemasi:

1 – suv manbai; 2 – suv olish inshooti; 3 – suv keltirish derivatsiya kanali; 4 – avankamera; 5 – suv qabul qilish inshooti; 6 – NS binosi; – bosim quvuri; 8 – suv chiqarish inshooti; 9 – bosim havzasi; 10 – mashinali kanal.

Bu sxema o'tkazish yo'lining tekis relyefli sharoitlarida NS binosini iloji boricha sug'orish maydoniga yaqin joyga qurish maqsadida, (bosim quvurlari uzunligini kamaytirish uchun) qabul qilinadi.

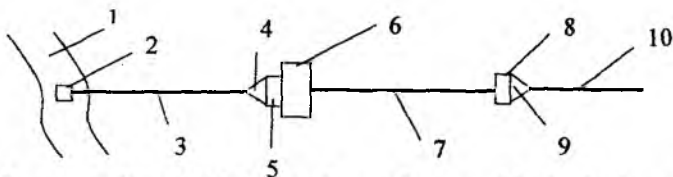
b) suv olish inshooti bilan birlashgan nasos stansiyasi sxemasi (2.13-rasm).



2.13-rasm. Suv olish inshooti bilan birlashgan NS sxemasi.

Bu sxema qirg'og'i tik bo'lgan va suv sathi o'zgarishi amplitudasi 5 metrgacha bo'lgan suv manbalari uchun qabul qilinadi.

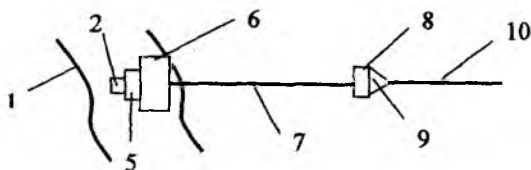
d) suv olish inshooti manba uzanida joylashgan NS sxemasi (2.14-rasm).



2.14 - rasm. Suv olish inshooti manba uzanida joylashgan NS sxemasi.

Bu sxema qirg'og'i yotiq va suv sathining o'zgarish amplitudasi katta bo'lgan suv manbalari uchun qabul qilinadi;

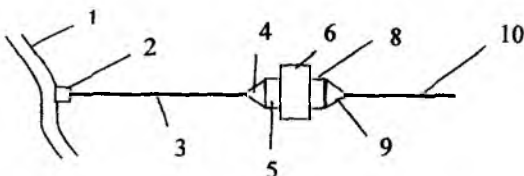
e) suv olish inshooti va NS binosi suv manbai uzanida joylashgan sxema (2.15-rasm).



2.15 - rasm. Suv olish inshooti va NS binosi suv manbai uzanida joylashgan sxema.

Bu sxema suv manbalaridagi suv sathi o'zgarish amplitudasi 8 metrdan ortiq va qirg'oqda inshoot ko'rish yetarli sharoit bo'lmaganda qabul qilinadi.

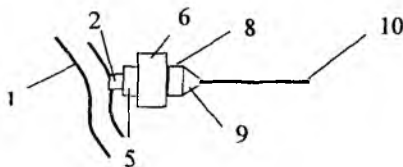
f) suv chiqarish inshooti bilan stansiya binosi birlashtirilgan sxema (2.16-rasm).



2.16 - rasm. Suv chiqarish inshooti bilan stansiya binosining birgalikdagi sxemasi.

Bu sxema past naporli nasos stansiyalarga taalluqlidir.

e) NS binosi bilan suv olish va chiqarish inshootlari birlashtirilgan sxema; (2.17-rasm).

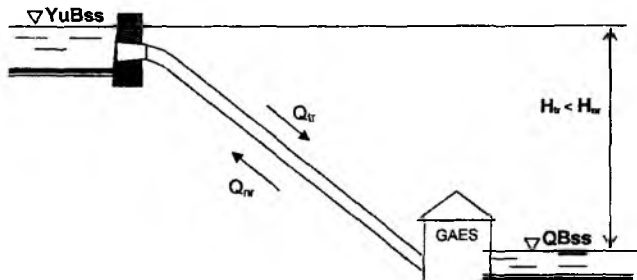


2.17 - rasm. NS binosi bilan suv olish va chiqarish inshootlari birlashtirilgan sxema.

Bu sxema nabori 5 metrgacha bo'lgan NSlar uchun qulaydir.

GAESlarning asosiy sxemalari. Yuqorida ta'kidlangandek qurilmalar turi bo'yicha GAES sof, GES – GAES, GES – NS kabi sxemalarga ega bo'lishi mumkin.

Sof GAES yoki buni oddiy akumulatsiyalash ham deb ataladi (2.18 - rasm).



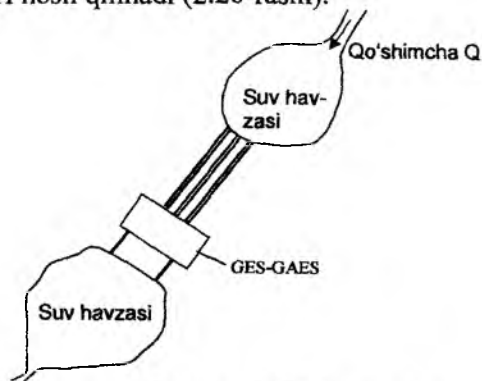
2.18 - rasm. Sof GAES sxemasi.

Bu sxema eng keng tarqalgan sxema bo'lib, qurilmada suv aylanish unda o'rnatilgan nasoslar yordamida yuqori havzaga haydab berilishi va undan turbinalar orqali quyi havzaga berilishi orqali amalga oshiriladi.

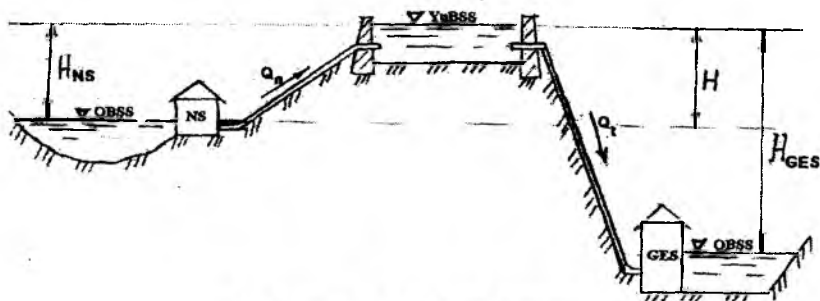
Bu sxemaning o'ziga xos xususiyatlaridan biri yuqori havzaga boshqa manbadan suv berilmasligidir. Bug'lanish, filtratsiyaga sarf bo'ladigan kichikroq suv hajmi quyi befda to'ldiriladi.

GES – GAES sxemasi bo'yicha GAES binosida odatdagi agregatlardan tashqari GES rejimida qo'shimcha energiya ishlab chiqaradigan turbinalar o'rnatiladi. Bu turbinalar yuqori suv havzasiga oqib keladigan qo'shimcha suv miqdori hisobiga ishlaydi (2.19 - rasm).

GES – NS sxemasida an'anaviy ikki suv havzasidan tashqari uchinchi suv havzasi ham energiya ishlab chiqarishda qatnashadi. Buning uchun yuqori suv havzasidan ma'lum miqdordagi suv NS yordamida yanada yuqorida joylashgan uchinchi havzaga beriladi. Natijada quyi havza oldida joylashgan GES uchun qo'shimcha oshirilgan napor H hosil qilinadi (2.20-rasm).



2.19 - rasm. GES – GAES sxemasi.



2.20 - rasm. GES – NS sxemasi.

2.5. GEQlarida energiya olish texnologik jarayonining umumlashgan modeli

GEQlari xiliga, napor hosil qilishga, gidravlik sxemasiga, ish rejimiga va boshqa ko'rsatkichlarga qarab har xil bo'ladi.

Shuning uchun gidroenergetika resurslaridan iqtisodiy, maksimum samaradorlik bilan foydalanish har bir GEQ aniq xiliga (tipiga) mos ravishda hal qilinadi.

GEQLarida energiya olish jarayoni juda ham murakkab hisoblanadi va faqat tartibli yaqinlashish usuli orqali o'rganilishi mumkin. Demak, GEQLarini alohida-alohida texnologik jarayon bo'limlari sifatida olib o'rganiladi. Bunday ajratib olish GEQLari rejim xususiyatlarini o'rganish muammosini osonlashtiradi va butun texnologik jarayon modelini tushunishga yordam beradi.

Tartibli yaqinlashish metodiga ko'ra GEQLaridagi hamma energiya yo'qolishini – texnologik va rejim kategoriyalariga ajratish mumkin. Birinchisiga GEQLarida uchraydigan va vaqtga kam bog'liq bo'lgan texnologik sxemaga mos hamma energiya yo'qotishlari kiradi.

Bu energiya yo'qotishni kamaytirish loyihalash texnologiyasi saviyasini oshirish, qurilish va GEQLarini to'g'ri ekspluatatsiya qilish hisobiga amalga oshirish mumkin.

Texnologik energiya yo'qolishi agregat va butun stansiya ishlariga ajraladi. Birinchisi asosiy gidroagregat rejimi bilan aniqlanadi (turbina, generator, quvvur blokida va boshqa energiya yo'qolishi). Ikkinchisi GEQLari hamma agregatlari ish rejimiga bog'liq (yuqori va quyi befda, derivatsiyada, umumiy quvvurda, bekordan suv quyilishda va boshqa yo'qotishlar).

Energiya yo'qotishning rejim kategoriyasiga GEQLari ishining ko'rsatkichlari, suv ombori bilan birgalikda aniqlanadi. Bu yo'qotishlarga, butun stansiyadagi quvvat, agregatlar optimal soni va suv keltiruvchi inshootlar, napor o'zgarishi va boshqalar kiradi.

GEQLari ishining samaradorligini baholash uchun rejim ko'rsatkichlarining absolyut, solishtirma va differensial xillarini qarash kerak. Absolyut ko'rsatkichlar N , Q , H , E va boshqalar. GEQLarini umuman rejim samaradorligini aniqlab, EHMda sonlar bilan hisoblash asosini tashkil etadi.

Solishtirma ko'rsatkichlar (absolyut ko'rsatkichlar nisbati) GEQ texnologik jarayonining material hajmini ko'rsatadi.

Differensial ko'rsatkichlar rejim ko'rsatkichi o'zgarishga ta'sirchan bo'lib, optimallashtirish hisoblarida keng qo'llaniladi, ayniqsa, har xil GEQ masalalarini analitik yechishda ishlatiladi.

Umuman gidroenergopotensialdan GEQLarida optimal foydalanish masalasini shunday izohlash mumkin:

Berilgan gidroenergopotensial kattaligiga E_{BER}^{GEQ} T vaqt oralig'ida shunday GEQ ekspluatatsiya rejimini topish kerakki, bunda yoki minimum energiya yo'qolishini ΔE_{GEQ} , yoki maksimal FIKni η_{GEQ} har xil shartlarni hisobga olgan holda ta'minlash bajarilsin:

$$E_{GEQ} = \int_m^T N_{GEQ}(t) dt \rightarrow \max \quad (2.37)$$

$$E_{GEQ}^{BER} = \int_m^T N_{GEQ}^{BER}(t) dt = A \quad (2.38)$$

$$\eta_{GEQ} = \frac{E_{GEQ}}{E_{GEQ}^{BER}} = 1 - \frac{\Delta E_{GEQ}}{E_{GEQ}^{BER}} \rightarrow \max \quad (2.39)$$

(2.37) – (2.39) formulalar GEQlarida texnologik jarayon energetik samaradorligini berilgan T vaqtda kursatadi va hamma gidroenergetik resurs yo'qolishlarini hisobga oladi.

Masalan, derivatsion GEQ uchun umumlashgan texnologik model quyidagi hollarni o'z ichiga olish mumkin: 1 - energoresursni tayyorlash va gidrouzelga keltirish; 2 - energoresursni yig'ish va vaqt bo'yicha taqsimlash; 3 va 4 suv energiyasini gidroagregatga derivatsiya va quvur orqali keltirish; 5 - gidroagregatda energiyani boshqasiga o'zgartirish; 6 - gidroagregatdan suvni chiqarib yuborish; 7 - GEQdan suvni butunlay chiqarish. (2.21-rasm).

Bu modelda hamma etap texnologik xususiyatga nisbatan alohida hisoblanib, bir-biri bilan suv sarfi Q orqali bog'langan.

Berilgan sxema uchun quvvat va energiya munosabatlarini quyidagicha yozish mumkin:

$$N_{GEQ} = N_{GEQ}^{BER} - \Delta N_{GEQ} = N_{GEQ}^{BER} - \sum_{i=1}^7 \Delta N_i = N_{GEQ}^{BER} - \left(\Delta N_1 + \Delta N_2 + \Delta N_3 + \Delta N_4 + \Delta N_5 + \Delta N_6 + \Delta N_7 \right) \quad (2.40)$$

$$E_{GEQ} = E_{GEQ}^{BER} - \Delta E_{GEQ} = E_{GEQ}^{BER} - \sum_{i=1}^7 \Delta E_i = E_{GEQ}^{BER} - \left(\Delta E_1 + \Delta E_2 + \Delta E_3 + \Delta E_4 + \Delta E_5 + \Delta E_6 + \Delta E_7 \right) \quad (2.41)$$

ΔN_i , ΔE_i – i etapga mos keluvchi quvvat va energiya yo'qolishi qiymatlari.

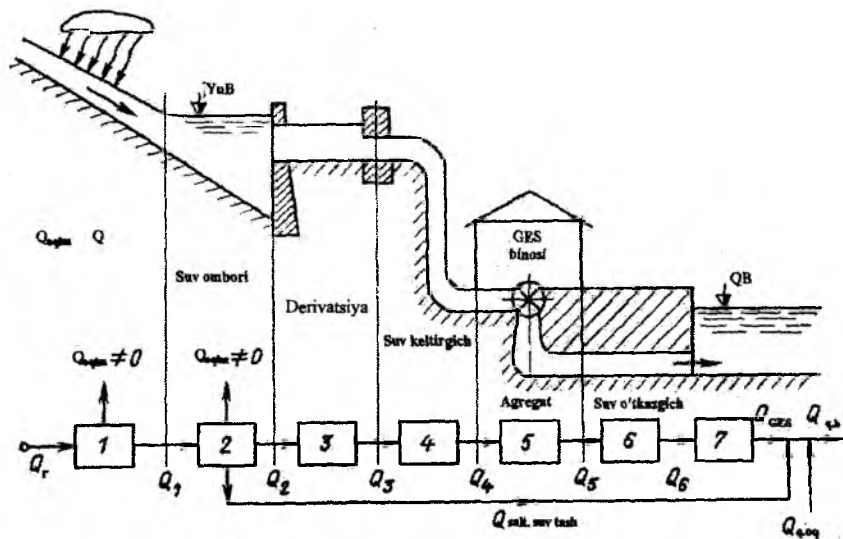
Har bir i etap GEQda energiyani o'zgartirishda N_i^{BER} va foydali N_i quvvat bilan xarakterlanadi.

Demak:

$$N_i^{BER} = 9,81 \cdot Q_i^{BER} \cdot H_i^{BER} \quad (2.42)$$

$$\eta_i = \frac{N_i}{N_i^{BER}} = 1 - \frac{\Delta N_i}{N_i^{BER}} \quad (2.43)$$

5 - etapdan tashqari, gidroresursni (suvni) keltirish, to'plash, qayta taqsimlash etaplari uchun energiya va quvvat yo'qolishi qiymatlari energiya berishda qatnashmaydigan suv sarfi ΔQ_i va napor ΔH_i yo'qolishlari bilan bog'langandir.



2.21 - rasm. Suv omborli GEQlarda energiya olishni umumlashgan texnologik modeli.

Bu holda FIK i - etap uchun:

$$\eta_i = \frac{(Q_i^{BER} - \Delta Q_i) \cdot (H_i^{BER} - \Delta H_i)}{Q_i^{BER} \cdot H_i^{BER}}, \quad (2.44)$$

u holda ΔN_i (2.43) va (2.44) ga asosan:

$$\begin{aligned} \Delta N_i &= 9.81 (\Delta Q_i \cdot H_i^{BER} + Q_i^{BER} \Delta H_i - \Delta H_i \cdot \Delta Q_i) = \\ &= \Delta N_Q + \Delta N_H - \delta \cdot N \approx \Delta N_Q + \Delta N_H \end{aligned} \quad (2.45)$$

Bunda ΔN_Q , ΔN_H - i - etapda suv sarfi va naporning kamayishi hisobiga yo'qolgan quvvat; δN - i - etapdagi quvvat kamayishi. Bu qiymat kichik bo'lganligi uchun hisobga olmasa ham bo'ladi.

GEQlari texnologik jarayonining har bir etapiga stansiya xiliga va xarakteriga to'g'ri keluvchi kursatkich va xarakteristikalar mavjuddir.

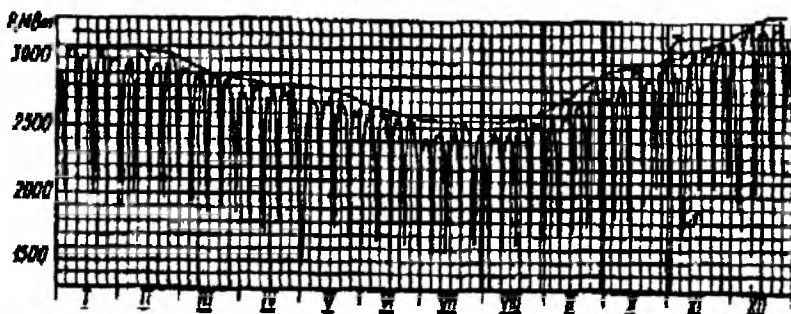
NS va GAES nasos rejimi uchun berilgan yuqorigi sxema qanoatlantiradi. Lekin bunda suv sarfi yoʻnalishi teskari, pastdan yuqoriga qarab boʻladi hamda suvni salt tashlash holati, yuqori befda suv ombori boʻlmasligi mumkin.

Daryo oʻzani GESlari uchun 3, 4, 5 etaplar qatnashmaydi, toʻgʻon orti GESlari uchun 3 etap (ayrim hollarda 6-etap) boʻlmasligi mumkin.

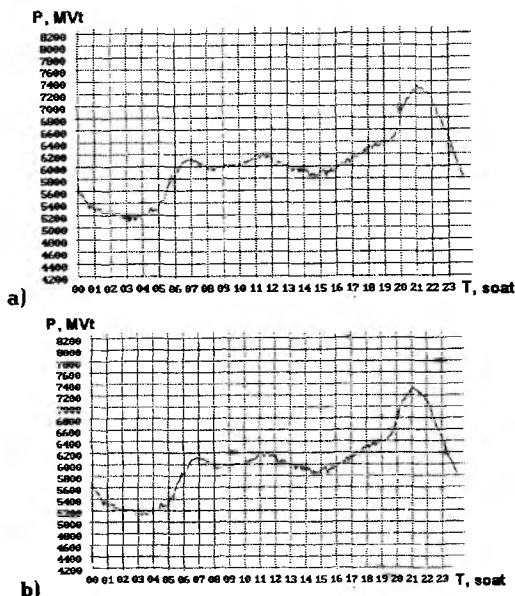
2.6. GEQlarning energetika tarmogʻidagi ishi

2.6.1. Elektroenergetika tarmoqlari, ularning tuzilishi va yuklanish grafiklari

Umumiy elektr tarmogʻida ishlayotgan elektr stansiyalari, kuchaytiruvchi (oshiruvchi) va pasaytiruvchi (kamaytiruvchi) podstansiyalar va elektr uzatish liniyalari elektroenergetika tarmoqlarini (EET) tashkil etadi. Bu tarmoq tarkibiga yordamchi korxonalar ham kiradi. Yuqori kuchlanishli elektr uzatish liniyalari bilan bogʻlangan bir necha tarmoqlar – birlashgan elektroenergetika tarmoqlarini hosil qiladi. Eng katta energotarmoq MDH ning Yevropa qismi va Markaziy Sibir birlashgan tarmoqlaridir. Markaziy Osiyo energotarmogʻi va Uzoq Sharq birlashgan tarmogʻi vujudga kelsa, unda butun MDH ning birlashgan energotarmoqlari hosil boʻladi. 2.22 a-rasmda birlashgan EET ning maksimal yillik yuklanish grafigi keltirilgan, 2.22 b-rasmda Oʻzbekiston EETning qishgi (a) va yozgi (b) sutkalik yuklanish grafigi berilgan.



2.22 a - rasm. Yillik yuklanish grafigi.



2.22 b - rasm. O‘zbekiston EETning qishgi (a) va yozgi (b) sutkalik yuklanish grafiqi.

Alohida tarmoqlarda elektr yuklanishi oshib ketsa yoki biror energotarmoqda avariya holati kuzatilsa, birlashgan umumiy energo-tarmoqdan bimalol foydalanish mumkin bo‘ladi.

2.6.2. Elektr stansiyalari tarkibi va ularning manevrchanligi (talabga mos holda tez o‘zgaruvchanligi)

Elektr stansiyalarning asosiy xillariga:

1. organik yoqilg‘i hisobiga ishlovchi kondensatsion ES (KES, GRES);
2. issiqlik elektr markazlari – IEM (TES);
3. atom ES (AES);
4. gidroelektrostansiyalar – GES;
5. gidroakkumulatsiya stansiyalari GAES;
6. dengiz to‘lqini ko‘tarilishi (pasayishi) hisobiga ishlovchi ES;
7. gaz turbinali ES (GTES) lar kiradi.

Hozircha eng katta KES quvvati 3600 MVt bo'lib, yaqin kelajakda 4800 va 6400 MVt ga yetishi mumkin. Eng katta turboagregat 1200 MVt quvvatga moslashib, bug' parametri 24 MPa (240 kgs/cm^2) bosimga teng va energotarmoq yuklanish garfigining bazis qismida ishlaydi. Bu quvvatni kamaytirish, maxsus hollarda, faqat 30-40 % ga ruxsat berilishi mumkin. Yoqilg'ining solishtirma sarfi bunday KES larda 1 KVt-soat energiya uchun 0,3-0,32 kg ga teng.

Manevrchan turboagregatlar qurilishi 500 MVt ga va 13 MPa bug' bosimiga mo'ljallanib, sutka davomida to'xtash imkoniga egadir.

MDHda eng katta IEM - 22 Moskvada bo'lib, quvvati 1250 MVt va ham energiya, ham sanoatga va kommunal - xo'jalik uchun issiqlik beradi.

AES quvvati 1000 MVt ga yetib, hozirda har bir katta AES belgilangan quvvatini 4000 MVt ga yetkazish rejalashtirilgan. Bu agregatlar asosan sutka davomida to'liq quvvat bilan ishlashga moslanadi. Ular quvvatini sutka davomida o'zgartirish iqtisodiy jihatdan foydasizdir.

GESlar juda manevrchanlik xususiyatiga egadir. Ishga tushirish, sinxron aylanishi va yuklanish rejimiga o'tishi gidroagregat uchun 1-2 minut vaqt talab qiladi.

GAES ishlash davomida cho'qqi yuklanishlarni tushirib, kechasi bo'ladigan yuklanish grafigi uzilishini to'ldiradi, KES va AES ishlash sharoitiga qo'laylik tug'diradi. Bu (fazilatlar) afzalliklar GAES larining energotarmoqdagi o'rnini yanada mustahkamlaydi.

GTES lar bizning mamlakatimizda keng taraqqiy etmagan. Ular juda ham manevrchandir, sutka davomida bir necha marta ish rejimini o'zgartirishi mumkin.

GTES agregatlari quvvati 100 MVt dan oshmaydi. GTES larning asosiy kamchiligi noyob yoqilg'ini ishlatishi va 1 KVt soat energiya ishlab chiqarishga 0,45-0,50 kg solishtirma sarfda yoqilg'idan foydalanishdir.

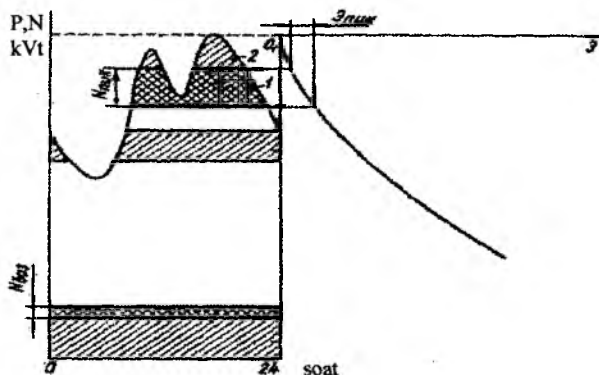
Hozirgi kunda mamlakatimizda IES solishtirma og'irligi - quvvat bo'yicha $\approx 84\%$ atrofida, GES larining esa $\approx 12\%$ tashkil etadi.

2.6.3. Elektr yuklanish grafiklari

Energotarmoq elektr stansiyalari umumiy yuklanish grafiklarida ishlaydi (2.23-rasm).

Umumiy energotarmoq qishki sutkalik grafiklari:

- a) GES va IES sutkalik ish rejimlari;
- b) o'rtacha sutkalik GES quvvati (Mvt)



2.23 - rasm. Sutkalik qishki yuklanish grafigida GES quvvati va energiyasini joylashtirish.

Bu grafikdan ko'rinadiki, tipik sutkalik qishki yuklanish grafigi sanoat rayonlari uchun 2 ta cho'qqidan va 2 ta pasayishdan iborat. Yozgi yuklanish grafigi esa 3 ta cho'qqidan - ertalabki, kunduzgi, kechki bo'laklardan iborat bo'ladi.

Energotarmoqlarni birlashtirganda yuklanish grafiklari to'liq shaklga ega bo'ladi, masalan, bitta energotarmoq grafigiga nisbatan.

Elektr yuklanish grafiklari hisobiga-energiya iste'moli, transformatorlardagi energiya yo'qolishi, elektr stansiyalar o'z ehtiyojlariga sarflanadigan energiyalar kiradi. Demak, sutkalik yuklanish grafigi, har bir vaqtda qanaqa quvvatni tarmoq generatorlari chiqishida olinishini ko'rsatadi. Sutkalik grafik (maydoni) yuzasi sutkalik elektr energiyasi ishlab chiqarish kattaligini beradi.

Haftalik yoki oylik davrda kuzatiladigan xarakterli sutkalik yuklanish grafigiga:

- a) eng katta yuklanishli grafik;
- b) o'rtacha ish kuni grafigi;
- d) minimal, yakshanba kuni grafigi kiradi.

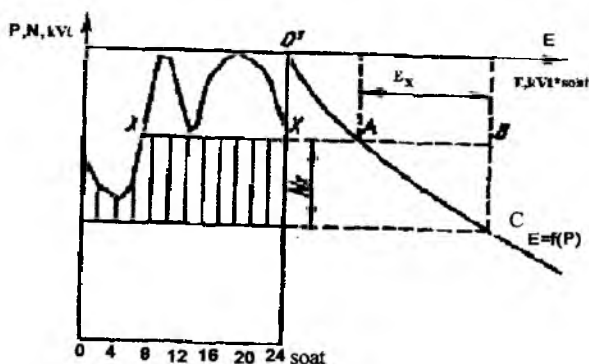
Yillik ishlab chiqarilgan elektrenergiyasi miqdorining yillik maksimum yuklanishga nisbati yillik maksimum yuklanishdan foydalanish soatlari sonini beradi:

$$T_{\max} = \frac{E_o}{P_{\max}}$$

$T_{\max}$ qancha katta bo'lsa, shunchalik elektr energiyasini iste'mol qilish bir tekis taqsimlangan bo'ladi (sutka, hafta, oy, yil davomida). Ulkan elektr tarmoqlari uchun sanoat yuklanishi katta hollarda $T_{\max} = 5500 \div 7000$ soatga yetadi.

2.6.4. Sutkalik yuklanish grafitingning tahliliy egri chizig'i

Sutkalik elektr energiya miqdorini joylashtirishga va GES sutkalik ish rejimini aniqlash uchun tahliliy egri chiziqdan foydalaniladi. Tahliliy egri chiziq deb sutkalik yuklanishning sutkalik energiyaga bog'liqligini ko'rsatuvchi grafikka aytiladi, ya'ni $E=f(P)$.



2.24 - rasm. Tahliliy egri chiziqdan sutkalik yuklanish grafidagi GES quvvati va energiyasini joylashtirish.

Tahliliy egri chiziqni qurish uchun sutkalik yuklanish grafidagi quvvat bo'yicha bir xil bo'lgan gorizontall bo'laklarga bo'linadi. Bu bo'laklarning yuzasi qabul qilingan masshtab koeffitsiyentiga ko'paytirilsa, quvvatga to'g'ri keladigan energiyani beradi.

Loyihalana yotgan GESning ishlash zonasi sutkalik grafikda gorizontall chiziqlar bilan ajratiladi. Sutkalik energiya qiymati E_x X-X chizig'idan pastda joylashtiriladi.

Ikki yoki uch cho'qqili sutkalik grafiklarini sutkalik taqsimlash hisoblarida qo'shimcha ravishda yordamchi tahliliy egri chiziqlarini har bir cho'qqi uchun va grafik pasaygan (uzilgan) qismi uchun ko'rish tavsiya etiladi.

2.6.5. Energotarmoqda GES va GAES lardan rezerv sifatida foydalanish

Energotarmoqda yuklanish grafigini rejali qoplashga kerakli quvvatdan tashqari rezerv ko'zda tutiladi, bu kattalik taxminan $(6 \div 15)\% P_{\max}$ ni tashkil qiladi va quyidagi qismlardan iborat bo'ladi:

1) avariya rezervi – bu agregatlarning avariyasiga, elektr liniyasiga va elektrostantsiyalarda avariya natijasida yuklanish pasayishiga ajratiladi: $(4 \div 8)\% P_{\max}$;

2) yuklanish rezervi – tasodifiy rejadan tashqari kuzatiladigan ortiqcha yuklanish uchun (elektr toki chastotasini taqsimlash) ajratiladi: $(1 \div 3)\% P_{\max}$;

3) remont rezervi – rejali, ogohlantiruvchi (kapital va yillik) remont – ayrim agregatlar ishlamaganda ko'zda tutiladi: $(3 \div 4)\% P_{\max}$;

4) xalq xo'jaligi zaxira - sanoatda ortiqcha mahsulot ishlab chiqarishga, oldindan ishga tushiriladigan zavod va fabrikalarni energiya bilan ta'minlashga ajratiladi.

Avariya rezervi hamma tarmoqlarda ko'zda tutiladi. Uni texnik - iqtisodiy hisoblardan ehtimollik nazariyasi asosida bir vaqtda avariya uchraydigan agregatlar soniga qarab qabul qilinadi. Dastlabki hisoblarda avariya rezervi $4 \div 8\%$ hisobida maksimal tarmoq yuklanishiga qarab olinadi, lekin bu eng katta agregat quvvatidan kam bo'lmashligi shart.

Yuklanish rezervi – tarmoq yuklanishi maksimumining

$1 \div 3\%$ kattaligida olinadi.

Hozirgi vaqtda hamma ta'mir rezervi tarmoqda $3 \div 4\%$ yillik yuklanish maksimumiga teng olinadi.

Xalq xo'jaligi rezervi – yuqori alohida hollarda belgilanishi mumkin.

Hisoblarga ko'ra hamma rezervlar energotarmoq yuklanish maksimumining $(6 \div 15)\%$ iga tengdir.

2.7. GESning sutkalik va haftalik ish rejimlari

Suv oqimidan energetik maqsadda foydalaniladigan energotarmoqda GESning ish rejimi optimal bo'lishi shart. Optimallik mezoni energotarmoq uchun keltirilgan xarajatlarning minimal qiymatidir, $\bar{X} \Rightarrow \min$. Eksploatatsiya vaqtida optimallik mezoni yillik chiqimlarning minumim qiymatiga ega bo'ladi, $C_{ch} \Rightarrow \min$. Bu mezon energotarmoqdagi yoqilg'i sarfi qiymatining (narxining) minumimiga keltirilgan qiymatidir.

Dastlabki (oldingi) GES rejimini belgilashda quyidagi shartlardan foydalanish mumkin:

1. GES dan iloji boricha ko'proq elektroenergiya olish.
2. Sanitariya va tabiat muhofazasi shartlarini qanoatlantiradigan holda energotarmoqqa GESdan ko'proq elektr quvvati berish.

2.7.1. Daryoda ortiqcha suv kuzatilganda GESning sutkalik ish rejimi

Daryodagi ko'p suv – suv omborini to'ldirishga va ko'proq elektr energiyasi olishga foydalaniladi. Suv ombori to'lganda va daryoda ortiqcha suv kuzatilganda GES sutka davomida to'liq belgilangan quvvat bo'yicha yuklanish grafigining bazisida ishlashi kerak. Ko'proq energiyani GESdan olish uchun rezerv agregatlar ham ishga tushiriladi. Bu vaqtda tarmoqdagi IESning rezerv quvvati ko'payadi. Kechasi kuzatiladigan kichik yuklanishlarda GES yuklanishini kamaytiriladi, bu KESning texnik yuklanish minumimini ta'minlash imkonini beradi. Natijada, suv omboridan majburiy ravishda suvni bekordan quyi befga o'tkazish holatlari kuzatiladi va GES ning energiya berishi pasayadi.

Sutkalik taqsimlash sharoitlari. Kam suvli davrda tabiiy suv rejimida GES unchalik katta bo'lmagan quvvatni sutka davomida berishi mumkin. Sutkalik taqsimlashda GESning energotarmoq yuklanish grafigini qoplash holatini oshirib, boshqa elektrostansiyalar quvvatini kamroq talab qiladi va ularning ish rejimini yaxshilaydi. GES sutkalik taqsimlash bo'yicha ishlaganda yuklanish grafigining pik soatida eng ko'p quvvat ishlab chiqaradi, minimal yuklanish soatlarida esa quvvatni sutka davomida o'zgartirishda suv sarfini yo'naltiruvchi apparat yordamida taqsimlanadi.

Sutkalik va haftalik suv miqdorini taqsimlashda to'g'on oldi stansiyalarida o'z suv ombori bo'lishi juda qulaydir. Derivatsion

qurilmalarda GES to'g'on befidan uzoqda joylashgan. Agar stansiya suv napor quvur orqali keltirilsa, unda to'g'on befni uzoqligiga qaramasdan sutkalik taqsimlash uchun foydalanish mumkin. Uzun kanal yoki naporsiz tunnel sutkalik taqsimlashni qiyinlashtiradi. Bunga sabab to'liq tarqalish vaqtida to'g'ondan napor basseynigacha kattadir. Bunday hollarda napor havzasi yaqinida maxsus sutkalik taqsimlash basseyni-havzasi (STB) quriladi.

Bu STB kichik suv sarfi va katta naporlarda, ya'ni katta naporli GES larda juda ham qulay hisoblanadi.

Sutkalik taqsimlashda GESning minimal va maksimal suv sarfida derivatsion kanaldagi erkin sirt egri chizig'i oralig'ida joylashadigan suv hajmidan foydalanish mumkin.

Sutkalik taqsimlash cheklangan va cheklanmagan bo'lishi mumkin.

Cheklanmagan sutkalik taqsimlanish: yuqori bef yoki STB katta hajmga ega bo'lsa: quyi befda suv sathi o'zgarishi chegaralanmasa; GES ning sutkalik ish rejimi ekspluatatsiyadagi inshootlar va jihozlar sharoiti cheklanmagan hollarda amalga oshirilishi mumkin.

2.7.2. Cheklanmagan sutkalik taqsimlanishdagi GESning ish rejimi

Kam suvli davr. Kam suvli davrda sutkalik taqsimlash vazifasi GES dan iloji boricha ko'proq quvvat olishdir. Aniqlik o'rtacha sutkalik suv sarfida Q GES ning yuklanish grafigi maksimumini qoplashda uning energiyasini sutkalik grafikning eng yuqori cho'qqisiga joylashtiriladi.

Bunda, ya'ni sutkalik taqsimlashda energiya yo'qolishi 1÷3% ni tashkil etadi. Dastlabki hisoblashda bu energiya yo'qolishi hisobga olinmasdan GES energiyasi bir xil ish rejimida ($N_{sut}=9,81 Q_{sut} H \eta$) qabul qilinadi.

Sutkalik energiya kVt.soatda:

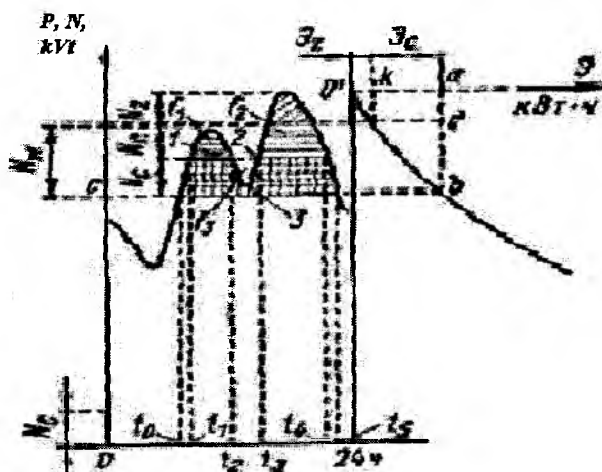
$$E_{sut}=N_{sut} \cdot 24 \quad (2.46)$$

Yuklanish grafigining cho'qqi qismi energotarmoqning boshqa GES lari bilan egallangan bo'lishi mumkin. Bu stansiyalar E_z ga teng energiya bilan N_z quvvatda ishlaydilar.

Energetik hajm:

$$E_s = (f_1 + f_2) - f_3$$

(2.46) formulada E_{sut} ning qiymatini masshtab bo'yicha K nuqtadan o'ng tamonda joylashtirib, a nuqtani topamiz. Bu nuqtadan tahliliy egri chiziq bo'yicha kesishguncha ab to'g'ri chiziqni o'tkazib, $b-d=N_m$ ni, ya'ni GESning maksimum yuklanishni qoplashdagi quvvatni aniqlaymiz. bc chiziqdan yuqoriga N_{sut} ning qiymatini qo'yib, qo'shimcha quvvat N_p ni olamiz. Bu N_{Π} quvvat sutkalik taqsimlash hisobiga olinadi. (2.25-rasm) dan ko'rinishicha t_5 dan 24 soatgacha va 0 dan t_0 soatgacha GES ishlamaydi va tabiiy suv miqdori yuqori befini yoki (sutkali tartibga solish basseni) to'ldirishga ishlatiladi. t_1-t_2 va t_3-t_4 soatlarda GES N_c quvvatdan katta quvvatda ishlaydi. t_2-t_3 soatlarda GES quvvati N_{sut} quvvatdan kam bo'lib, yuqori bef yoki S.T.B. qisman to'ldiriladi.



2.25-rasm. Kam suvli davrda chegaralanmagan sutkalik tartibga solishdagi GES ish rejimi.

Yuqori bef yoki S.T.B. energetik hajmi E_B gorizonttal shtrixlangan f_1 va f_2 yuzalarning yig'indisidan f_3 yuzani ayrilganiga teng bo'ladi.

Kerakli suv hajmi:

$$V_B = \frac{367 \cdot E_B}{H_{\text{ur}} \cdot \eta} \quad (2.47)$$

Energotarmoq cosφ sini yaxshilash maqsadida GES agregatlari ($0-t_0$) va (t_5-24) soatlarda sinxron kompensator rejimida ishlaydi. Bunda generator tarmoqdan energiya olib o'tayotgan sinxron dvigatel sifatida, turbina esa bekordan aylanadi, ya'ni yo'naltiruvchi apparat yopiq bo'ladi.

Energiya yo'qolishini kamaytirish uchun ishchi g'ildiragi kamerasidagi suvni chiqarib yuboradi. Agar quyi befda suv sathi katta bo'lsa, kameradagi suvni kompressor yordamida havo bilan siqib chiqariladi.

Sinxron kompensator rejimida ishlayotgan GES agregatlari energotarmoq rezervi bo'lib xizmat qiladi va bir onda generator rejimiga o'tish mumkin.

(t_0-t_5) gacha soatlarda butunlay foydalanilmayotgan GES quvvati ham energotarmoq uchun rezerv hisoblanadi.

Yoz vaqtidagi o'rtacha va yuqori suv sathi davri. Yozgi davrda GES ning hamma quvvatini grafikning cho'qqi qismida joylashtirish suvning bekordan quyi befga o'tkazilishga sabab bo'lishi mumkin. Bu davrda sutkalik taqsimlash rejimi texnik-iqtisodiy ko'rsatgichlardan aniqlanadi. Eksploatatsiya sharoitida yoqilg'i narxini IES da minimumga tushirish asosiy omil hisoblanadi. Minimum narxga yoqilg'ini tushirish uchun ham elektrostansiyalar quvvatini yuklanishga bog'liq holda oshirish talab qilinadi.

Loyihalashda rejimlarni to'g'ri chiziqlar bilan chegaralanadi hamda sutkalik taqsimlash grafigi hamma GES energiyasini $E_{sut}=N_{sut} \cdot 24$ va berilgan quvvatni N_M joylashtirishni hal qilish kerak.

Berilgan quvvat N_M GES grafikning cho'qqi qismini qoplashda belgilangan N_G quvvati teng bo'lishi yoki N_G dan rezerv kattaligiga $N_{R,GES}$ farq qilish mumkin.

$$N_M=N_G \text{ yoki } N_M=N_G-N_{R,GES},$$

E_1 energiyani yuklanish grafigida joylashtirish uchun abs (2.25-rasm) uchburchagini qurish kerak. Bu uchburchakning ab tomoni E_1 ga teng, bc tomoni N_{sut} ga teng. Uchburchakni tahliliy egri chiziq bo'yicha siljitib a va c uchlari shu egri chiziqda yotadigan holatda joylashtiriladi. Uchburchakning a va c uchlaridan gorizontal chiziqlar yuklanish grafigida o'tkazilib N_s (E_1) energiya quvvati joyi aniqlanadi. Bitta chizmada GES ish rejimining cho'qqi va yarim cho'qqi holatlarini grafikda birlashtirib, energotarmoqda GESning sutkalik ish grafigini olamiz.

2.7.3. Suv hajmi cheklanganda GESning sutkalik ish rejimlari

Sutkalik (taqsimlash) tartibga solish (s.t.b.) yoki yuqori bef hajmining kichik qiymatida yoki quyi befda kerakli suv sathini, sarfini ushlab turish uchun (chegaralangan) cheklangan bo'lishi mumkin.

Undan tashqari sanitariya talabi, pastda joylashadigan korxonalar, yashash joylari talablari ham sutkalik tartibga solishni cheklash mumkin.

Qish davrida suv sarfini ko'paytirish quyi befda suv sathining ko'tarilishiga olib keladi va muz hosil bo'lishi kuzatilishi mumkin.

GESning sutkalik ish rejimini loyihalashda va ekspluatatsiya davrida ko'p tomonlama energetika tarmoqlari, korxonalar, shaharlar qiziqishiga mos holda asoslash zarur bo'ladi.

GESning sutkalik ishini belgilashda turbinani kavitatsiya zonasida ishlashining oldini olish zarur.

Suv hajmi yetishmaganda cheklangan sutkalik taqsimlash lozim.

Yuklanish grafigining pik qismida N_P quvvatni joylashtirish mumkin:

$$N_P = N_M - N_{sut} = N_M - 9,81 \cdot \eta \cdot Q_{sut} \cdot H$$

Agar grafikning tik (yuqori) qismi boshqa elektrostansiyalar quvvati bilan qoplangan bo'lsa, N_P quvvat N_Z quvvatdan pastda joylashadi.

Bu grafikda berilgan N_P ga mos E_P energiyani (strelkalar yordamida ko'rsatilgan) tahliliy egri chiziqdan aniqlash mumkin. Bu energiyani grafikning tik qismida GES ishlab beradi. Energiyaning qolgan qismi taqsimlanmaydigan bo'lib, GESning o'rtacha quvvatida foydalaniladi.

$$E_1 = E_S - E_B = N_{sut} \cdot 24 - E_B \quad (2.48)$$

$$N_{sut} = 9,81 \cdot \eta \cdot Q_{sut} \cdot H \quad (2.49)$$

Suv hajmi yoki s.t.b. sutkalik taqsimlash uchun kerakli energiya:

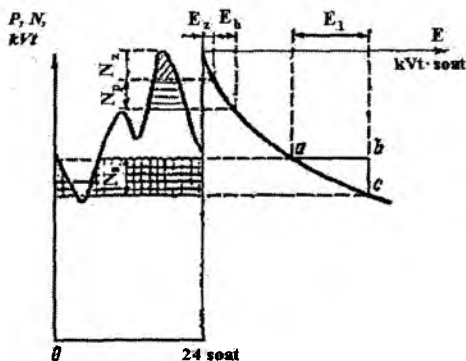
$$E_B = \frac{V_B \cdot H_{sm} \cdot \eta}{367} \quad (2.50)$$

Masalan, grafikning tik qismi boshqa GESlarga N_Z quvvatda ajratilib, E_Z energiya beradi (2.26-rasm).

E_Z energiyadan o'ngda E_B , bef hajmi energiyasini qo'yib, qaralayotgan GES qancha quvvat N_P bilan grafikning tik qismini qoplash mumkinligini aniqlaymiz.

Qolgan energiya $E_1 = N_{sut} \cdot 24 - E_B$ qayta taqsimlanmaydigan bo'lib, grafikka $N_{sut} = 9,81 \cdot \eta \cdot Q_{sut} \cdot H$ quvvat berilishi mumkin.

ABS uchburchakni ko'ramiz: $a-b=E_1$ ga, $b-s=N_S$ ga teng bo'lib, a-c uchlarini tahliliy egri chiziqqa joylashtirib, grafikda ($E_{sut}=N_{sut} \cdot 24$) energiyani joylashtiramiz va GES sutkalik yuklanish grafigida $N_M = N_{sut} + N_P$ quvvat bilan qatnashadi.



2.26-rasm. Yuqori bef yoki sutkalik tartibga solish basseyni chegaralangan hajmida GES sutkalik ish rejimi.

Ikki taktli yuqori bef ishida qaytadan suv yig'iladi – bu kunduzgi yuklanish kamayganda amalga oshirilib, GESning pik grafigini qoplashdagi hissasini oshiradi.

2.7.4. Suv manbalarini kompleks ishlatishda GESning sutkalik ish rejimlari

Suv resursidan kompleks foydalanishda GESning ish rejimi suv xo'jalik kompleksi (SXX) uchun optimal bo'lishi shart. Optimallik mezoni suv xo'jalik (SX) va energetik tarmoq bo'yicha jamlanib keltirilgan xarajatlarning minimumga ega bo'lishidir, $\bar{X} \Rightarrow \min$.

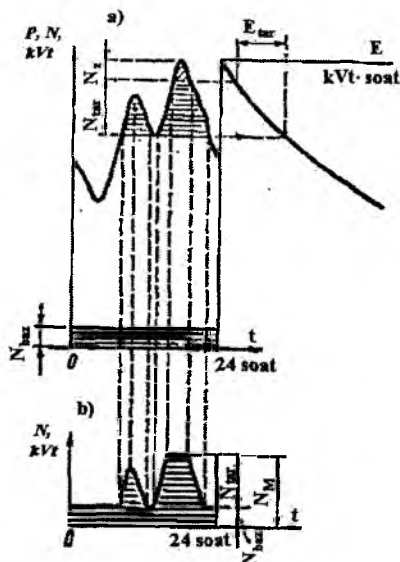
Ekspluatatsiya sharoitida optimallik mezoni qilib, SX va energetika tarmoqlarining birgalikdagi yillik chiqimlari minimumi olinadi, $C_{\text{ex}} \Rightarrow \min$.

Ish rejimini oldindan belgilashda uchta shartga muvofiq qoidadan foydalanish mumkin:

- 1) suvdan noenergetik maqsadlarda foydalanuvchilarning talabini berilgan SXX bo'yicha eng ko'p samara (effekt) olishini ta'minlash;
- 2) tabiat muhofazasi va sanitariya talablarini yaxshiroq qondirish;
- 3) GESdan eng ko'p energiya olib energotarmoqqa ko'proq quvvat yetkazib berish.

Sutkalik GES ish rejimi cheklanishi noenergetik suv iste'molchilari va suvdan foydalanuvchilar uchun suv sathi va sarfi miqdorlari kattaligiga bog'liqdir.

Yuqori befda cheklanganlik minimal sath bo'yicha (suv transporti uchun), suv ta'minotiga va boshqalarga (sohalarga) bo'lishi mumkin. Yuqori befdan suvni sug'orishga, suv ta'minotiga va boshqalar olinishi, GESning ish rejimiga ta'sir qiladi, ya'ni quvvat olish kamayadi (2.27-rasm).



2.27-rasm. Majburiy bazis suv sarfidagi Q_{baz} GES sutkalik ish rejimi: a – yuklanish grafigi; b – GES quvvati grafigi.

Quyi bef normal sathida sutkalik taqsimlash cheklanmaydi. Agar quyi bef normal sathga mo'ljallanmagan bo'lsa, GESning kechasi to'xtatilishi daryo oqimida joylashgan korxona va odamlar yashaydigan punktlarning, sug'orish tarmoqlarini va suv transporti ishini suv bilan ta'minlashni yomonlashtirishi mumkin. Bunday hollarda gidrouzel sutkalik ish rejimini iqtisodiy asoslash zaruriyati tug'iladi. Zaruriy talab GES turbinasidan minimal suv miqdorini sanitar-texnik talablar uchun gidrouzel quyi befga o'tkazib turish hisoblanadi.

Iqtisodiy asoslangan sutkalik taqsimlashning cheklanishi sutkaning har qanday soatida quyi bef suv sathini normal ushlab turish uchun Q suv sarfini o'tkazib turiladi. Bu suv sarfi sanitariya talabiga kerakli suv miqdoriga teng bo'ladi. Bu sarf har bir mavsumga har xil bo'ladi. GES turbinasidan o'tadigan bu suv sarfi bazis quvvatini beradi:

$$N_{BAZ}=9,81 \cdot Q_{BAZ} \cdot H \cdot \eta \quad (2.51)$$

Sutkalik taqsimlanishni o'rtacha suv sarfi uchun bajarish mumkin:

$$Q' = Q_{sut} - Q_{BAZ} \quad (2.52)$$

Yuqori bef suv hajmi yetarli bo'lsa, sutkalik taqsimlanadigan energiyani

$$\mathcal{E}_{reg} = 9,81 \cdot Q' \cdot H \cdot \eta \cdot 24 \quad (2.53)$$

yuklanish grafigining pik qismiga joylashtiriladi.

2.8. Haftalik taqsimlash usuli

Elektr energiyasini iste'mol qilish shanba va yakshanba kunlari kamayadi. Shu kunlari GES dagi yuklanish kamaytirilib, suv omborida suv yig'iladi. Yig'ilgan suv hajmini ish kunlari ishlatilib, GES dan elektr energiyasini olish oshiriladi.

Haftalik taqsimlash sutkalik taqsimlash bilan birgalikda olib boriladi.

GESning pik grafigiga ishlashida yuqori bef sathi kamayadi, natijada napor kattaligi o'zgaradi. Kam yuklanishda esa yuqori bef sathi ko'tariladi. GESning pasaygan sathda ishlashi hisobiga elektroenergiya yo'qolishi kuzatiladi.

Napor kamayishi va energiya yo'qolishining ikkinchi sababi sutkalik taqsimlashdagi quyi bef sathining o'zgarishidir.

Sutkalik taqsimlashda suv sarfining o'zgarishi suv keltiruvchi inshootlarda qo'shimcha napor yo'qolishiga olib keladi. Ayrim hollarda energiya yo'qolishi FIK o'zgarishi hisobiga bo'lishi mumkin.

Hamma ko'rinishdagi yo'qolishlar sutkalik taqsimlashda GES sutkalik quvvatining 1±3 % iga teng bo'ladi.

Haftalik taqsimlashda energiya yo'qolishi xuddi shu omillar (faktorlar) bilan aniqlanib past naporli gidrouzellarda ko'p bo'lishi yuqori naporlilarda esa STB kattalashishiga olib kelishi mumkin. Shuning uchun sutkalik taqsimlash ayrim hollarda haftalik taqsimlashsiz bajariladi.

2.9. GAES va NSlarning sutkalik ish rejimlari

GAES turbina rejimida yuklanish grafigining pik soatlarida ishlaydi va energotarmoqqa elektrenergiya beradi. Bu ish 4 - 5 soatdan oshmaydi.

Sutkalik yuklanish kamayganda *GAES* nasos rejimida ishlaydi va elektr tarmog'idan energiya olib, suvni quyi befdan yuqori befga haydaydi. Bu ish 6÷8 soat davom etadi. Qolgan sutka soatlarida *GAES* agregatlari sinxron kompensator rejimida ishlashi maqsadga muvofiqdir.

GAES asosan, sutkalik taqsimlash rejimiga moslashadi. Ko'pgina hollarda NSlari bir xil yuklanishda sutka davomida ishlaydi. Shuning uchun NS larini «Iste'molchi - regulator» rejimida ishlatish energotarmoq uchun qulaylik tug'dirishi mumkin. Buning uchun kerakli iqtisodiy - texnik hisoblarni bajarilishi shart.

Ko'pgina NS lari sug'orish tarmoqlarida kuzgi - qishki davrlarda ishlamaydi. Ularni sinxron kompensator rejimida ishlatilsa, energo-tarmoq uchun reaktiv quvvat ishlab berish mumkin, buning uchun nasos kamerasidan suvni siqib chiqaruvchi sharoit yaratilishi zarur.

Nazorat savollari

1. GEQ deb nimaga aytiladi?
2. GEQni qanday turlari mavjud?
3. GEQni asosiy parametrlariga nimalar kiradi?
4. Suv energiyasidan foydalanishning nechta sxemasi mavjud?
5. Elektroenergetika tarmog'i qanday rezerv quvvatlardan iborat?
6. GESning sutkalik ish rejimi deb nimaga aytiladi?
7. GESning haftalik ish rejimi deb nimaga aytiladi?

3 BO'LIM. GIDROENERGETIK QURILMALARNING JIHOZLARI

3.1. Hidravlik turbinalar. Gidroturbinalarning sinfiy guruhlari, tuzilishi, asosiy parametrlari va xarakteristikallari

3.1.1. Hidravlik turbinalarning sinfiy guruhlari

Gidravlik turbinalarda suv oqimining energiyasidan foydalanish usuli ulardagi ishchi g'ildirakdan suvning oqib o'tish turi va ishchi organlar konstruksiyalari bo'yicha sinflarga bo'lish mumkin (3.1 - jadval).

Aktiv turbinalar suvdan tashqarida joylashgan bo'lib faqat oqimning kinetik energiyasi hisobiga aylanadi.

Eng yirik cho'michli turbinalardan biri Norvegiyada Si-Sima GESida o'rnatilgan. Ularning nabori 250 – 1770 m ni tashkil qiladi. Uning quvvati 350 MVt, nabori 885 m, turbina suv sarfi 40,5 m³/s.

Cho'michli turbinalar nabori qiymatlari katta bo'lgan turbinalardan hisoblanadi. Reaktiv turbinalarda suv oqimining ham potensial, ham kinetik energiyasidan foydalaniladi. Bunday turbinalar suv ichida joylashadi va ularning ishchi g'ildiraklaridagi energiya o'zgarishi ko'p jihatdan potensial energiya oshishi hisobiga amalga oshiriladi.

Agar oqim parraklar tizimidan ishchi g'ildirak o'qiga parallel holda oqib o'tsa, bunday turbinalar o'qiy turbinalar deb ataladi.

3.1-jadval

Turbina turi	Turbina tizimi		Turbina markasi	Nabor, m	Ishchi g'ildirak diametri, m
	Asosiy belgisi	Qo'shimcha belgisi			
Reaktiv	O'qiy	Gorizontal	ПДГК 7, 15, 20, 25	1,0÷25	1,0÷7,0
		Vertikal parrakli va parrakli-burilmali	ПД 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80	3 – 95	1,8 – 12

	Diagonal	Vertikal parrakli va parrakli - burilma	ПЛД 50, 70,90, 115, 140, 170	40 ÷ 170	1,8 – 9
	Radial- o'qiy	Vertikal radikal - o'qiy	ПО 45, 75, 115, 140, 170, 230, 310, 400 500, 600	30 ÷ 800	1,25 – 10
Aktiv	Cho'- michli	Vertikal	K 400, 600,1000, 1500	250 ÷ 2000	1,12 – 5,5

Oqim meridional tezligining radial yo'nalishidan o'qiy yo'nalishga burilgan joyida parraklari o'rnatilgan turbinalar radial-o'qiy turbinlar deb ataladi.

Agar oqim meridional tezliklari g'ildirak o'qiga nisbatan burchak ostida yo'naltirilgan bo'lsa, bunday turbinalar diagonal turbinalar deyiladi.

Reaktiv turbinalar parraklari o'z o'qi atrofida ma'lum burchakka burilishi mumkin, bunday turbinalar parraklari buriluvchi turbinalar deyiladi. Agar turbinalarning parraklari burilmasa, unda ular propeller turbinalar deyiladi.

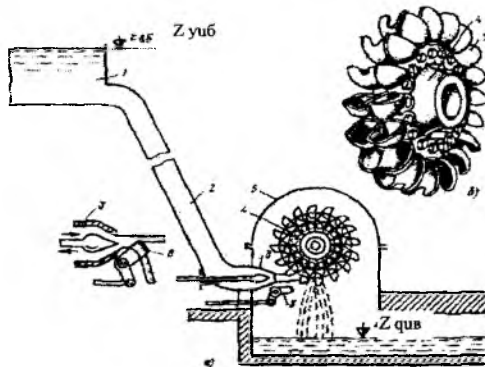
O'qiy turbinalar 80 – 95 metrgacha, diagonal turbinalar 170 metrgacha, radial o'qiy turbinalar 800 metrgacha bo'lgan napor qiymatlarida ishlatilishi mumkin. Bu turbinalar ishchi g'ildiraklari diametrlari 12 metrgacha bo'lishi mumkin.

3.1.2. Gidroturbinalar tuzilishi

Gidroturbinalarning geometrik tuzilishi ko'p jihatdan GESning gidroagregatlar qismining tuzilishiga bog'liq. Gidroagregatlar vertikal, gorizontaal va burchak ostida joylashishi mumkin. Vertikal gidroagregatlar hozirgi vaqtda respublikamizdagi GESlarning barchasida o'rnatilgan.

Ishlash nuqtayi nazaridan gidroturbinalarni ikki turga bo'lish mumkin:

a) aktiv turbinalar, bu turdagi turbinalarda oqimning faqat kinetik energiyasidan foydalaniladi (3.1 - rasm);



3.1 - rasm. Aktiv cho‘michli turbina qurilmasining sxemasi:

- b) ishchi g‘ildirak. 1 – yuqori bef; 2 – turbina quvuri; 3 – soplo;
4 – ishchi g‘ildirak; 5 – kojux; 6 – buruvchi moslama; 7 – cho‘michlar.

Yuqori befdan (1) quvur (2) orqali berilayotgan suv oqimi soplo (3) orqali chiqib ishchi g‘ildirakning cho‘michlariga (7) kelib tushadi va g‘ildirakni aylantiradi. Kelib tushayotgan suv oqimining miqdorini rostlash yoki kerak bo‘lganda suv yo‘lini to‘liq to‘shish uchun soplning ichidagi rostlovchi ignadan foydalaniladi. Zarurat tug‘ilganda suv oqimining yo‘nalishini tez o‘zgartirish uchun buruvchi moslamadan foydalaniladi. Aktiv turbinalarda ishchi g‘ildirak gorizontal yoki vertikal holda joylashishi mumkin.

b) reaktiv turbinalarning mexanik harakati oqimning kinetik va potensial energiyalari hisobiga yuzaga keladi .

Reaktiv turbinalar konstruksiyasi jihatdan uch turga bo‘linadi: o‘qli, radial - o‘qli va diagonal turbinalar.

O‘qli turbinalar ikki xil bo‘ladi:

a) vertikal parrakli va parrakli – burilma.

b) gorizontal kapsulali .

Radial – o‘qiy turbinalar ham ikki xil ko‘rinishga ega:

a) vertikal o‘qli;

b) gorizontal o‘qli.

Reaktiv turbinaning asosiy qismlari sifatida suv beriladigan qism - turbina kamerasi, yo‘naltiruvchi apparat, ishchi g‘ildirak va so‘rish quvurini ko‘rsatish mumkin.

Turbina ishchi g'ildiragi rotor bilan val yordamida birlashtiriladi. Val ikki qismdan: generator vali va turbina validan iborat. Bu qismlar bir - biri bilan flanes yordamida qattiq mahkamlanadi.

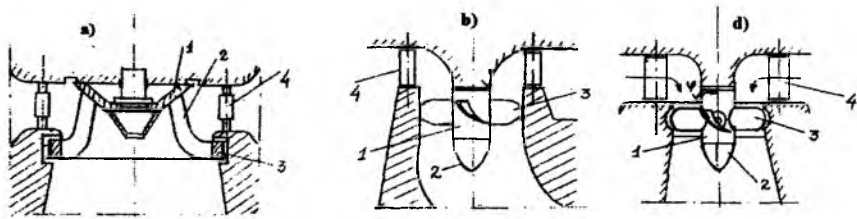
Gidroturbinalarning radial - o'qli, propeller va parrakli - buriluvchi kabi turlarini ko'rib chiqamiz.

Radial - o'qli turbinalarda suv oqimi ishchi g'ildirakka kirishda radial yo'nalishda harakatlanadi. Bunday turbinaning ishchi g'ildiragi stupitsa (1) va obod (3) aylanasi bo'ylab bir xil masofada joylashgan parraklardan (2) iborat (3.2a-rasm). Ushbu uchala element bitta umumiy yaxlit konstruksiyani tashkil qiladi. Parraklar soni 9 dan 21 tagacha bo'lishi mumkin. Turbina nabori parraklar soniga qarab oshib boradi. Ishchi g'ildirak oldida yo'naltiruvchi apparat (4) o'rnatilgan. Uning asosiy vazifasi turbina suv sarfini o'zgartirish va parraklarga suv oqimini to'g'ri yo'naltirib berishdan iboratdir.

Propeller turbinalar ishchi g'ildirak (1) va undagi vtulka (2) hamda ϕ burchak ostida o'rnatilgan parraklardan (3) iborat (3.2b - rasm). Suv oqimi parraklarga o'q bo'ylab yo'naltirilganligi uchun bunday turbinalar o'qiy turbinalar deyiladi. Bu turbinalarda ham yuqorida keltirilgan vazifalarni bajarish uchun yo'naltiruvchi apparat (4) o'rnatilgan. Parraklar soni 3 dan 8 tagacha.

Parraklari buriluvchi turbinalar propeller turbinalardan parraklarining (3) o'z o'qi atrofida burilishi bilan farq qiladi (3.2d - rasm). Turbina quvvatini yo'naltiruvchi apparat (4) ochilish darajasi va parrak burilish burchagi ϕ ga bog'liq ravishda o'zgartirish mumkin.

Vertikal gidroturbinalarda ularning vali qat'iy vertikal holatda bo'lishi kerak. Buning uchun u ikki turdagi podshipniklar bilan ushlab turiladi. Birinchi turdagi podshipniklar yo'naltiruvchi podshipniklar bo'lib, aylanayotgan valning radial yo'nalishida qimirlashining oldini oladi.



3.2 - rasm. Reaktiv turbinalar:

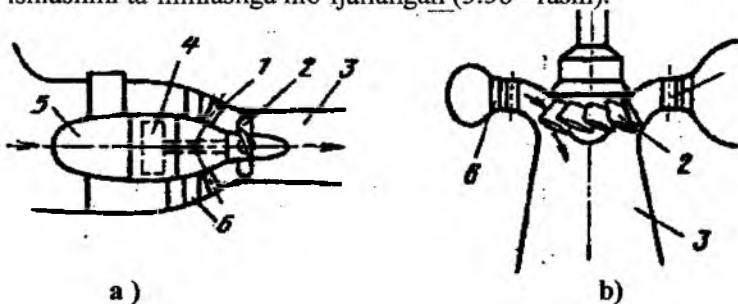
a) radial - o'qli; b) propeller; d) parrakli - buriluvchi.

Ikkinchi turdagi podshipniklar podpyatnik deb ataladi va u oqimning gidrodinamik hamda turbinaning aylanayotgan qismining o'qiy yo'nalishidagi bosimini qabul qiladi.

Gidrogenerator turiga qarab podpyatnikning joylashgan o'rni belgilanadi. Osmo generatorlarda podpyatnik va yuqori yo'naltiruvchi podshipnik yuqori krestovinaga tayanadi.

Soyabonli (zontik) generatorlarda podpyatnik rotor tagida joylashadi va pastki krestovinaga tayanadi.

Gorizontal kapsulali turbinalar ham o'qiy turbinalar qatoriga kiradi. Bu turbinalarda gidrogenerator (4) maxsus kapsula (kojux) (5) ichiga, kapsula esa suv oqimining o'rtasiga joylashadi (3.3a - rasm). Diagonal turbinalar o'qiy turbinalarning yuqori napor qiymatlarida ishlashini ta'minlashga mo'ljallangan (3.3b - rasm).

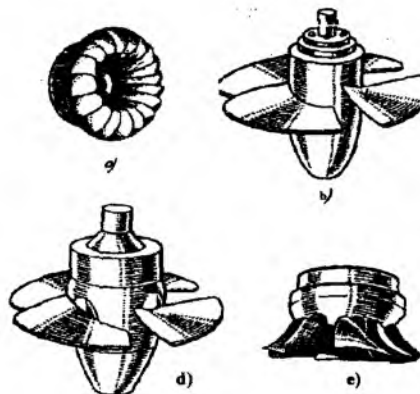


3.3 - rasm. Gorizontal kapsulali (a) va diagonal (b) turbina:

- 1 – yo'naltiruvchi apparat; 2 – ishchi g'ildirak; 3 – so'rish quvuri;
4 – generator; 5 – kapsula (kojux); 6 – turbina statori.

Bu turbinalarning ishchi g'ildiragi vtulkalarida parraklar 2 ma'lum burchak ostida joylashadi. Parraklar soni 14 tagacha yetishi mumkin. Suv oqimining parraklarga burchak ostida kelishi va chiqishda suv oqish kesimining keskin kengayib ketmasligi bu turbinalar f.i.k. ning boshqa o'qiy turbinalardan 1,5 – 2 % yuqori bo'lishiga olib keladi. Shu bilan birga diagonal turbinalarning tuzilishi murakkab bo'lganligi va kavitatsiya ko'rsatkichlarining nisbatan pastligi tufayli bu turbinalar ko'p tarqalmagan.

Gidravlik turbinalarning eng asosiy elementi ishchi g'ildirakdir. Ishchi g'ildiraklar har xil turlari 3.4 - rasmda keltirilgan.



3.4 - rasm. Reaktiv turbinalarning ishchi g'ildiraklari.

a) radial - o'qli; b) propeller; d) parrakli - buriluvchi; e) diagonal'.

3.1.3. Hidravlik turbinalarning asosiy parametrlari

Gidravlik turbinalarning asosiy parametrlari sifatida uning naporini H_m suv sarfini Q , m^3/s , quvvatini N , kVt , ishchi g'ildirak aylanish chastotasi n ob/min; ishchi g'ildirak nominal diametri D_l , m ; foydali ish koeffitsiyenti η_t % va so'rish balandligini N_s , m ni keltirish mumkin.

Gidroturbina naponi quyidagi turlarda bo'lishi mumkin:

- a) maksimal napor H_{max} ;
- b) hisobiy napor H_h ;
- d) minimal napor H_{min} ;
- e) o'rta vazn napor $H_{o'r.vaz}$;
- f) ishga tushirish naponi $H_{ish.t}$

Hisobiy napor qiymati turbina va generatorning me'yoriy quvvati ta'minlanadigan minimal napordir. Bu qiymat bo'yicha turbina diametri tanlanadi.

Minimal naporda turbinaning uzoq vaqt ishlashi kafolatlanadi.

O'rta vazn naponi turbinaning har xil, tez o'zgaruvchan naporlarda ishlashi to'g'ri kelganda hisobga olinadi.

$$H_{o'r.vaz} = \frac{\sum N_i \cdot H_i \cdot \Delta t_i}{\sum N_i \cdot \Delta t_i}; \quad m \quad (3.1)$$

Ishga tushirish naponi birinchi agregatning foydalanishga topshirilishida hisobga olinadi.

Gidroturbina suv sarfi ishchi g'ildirakka yo'naltiruvchi apparat yoki soplodan vaqt birligi ichida berilayotgan suv miqdori bilan aniqlanadi.

Gidroturbinalar geometrik o'lchamlari va massasini belgilovchi asosiy parametrlardan biri g'ildirakning nominal diametri hisoblanadi. O'qli turbinalar uchun bu diametr ishchi g'ildirak kameraning eng katta diametridir. Radial-o'qiy turbinalar uchun D_1 ishchi g'ildirak kirish qismining diametri hisoblanadi. Diagonal turbinalarda D_1 parraklar o'qi bilan ishchi g'ildirak kamerasi diametri kesishgan joy diametridir.

Cho'michli turbinalar uchun D_1 g'ildirak aylanmasining oqim o'qi bo'yicha diametridir.

Ishchi g'ildirak me'yoriy diametrini quyidagi formula bilan aniqlash mumkin:

$$D_1 = \sqrt{\frac{Q}{Q_h^1 \cdot \sqrt{H_h}}} \cdot m \quad (3.2)$$

Bunda, Q_h^1 – keltirilgan hisobiy suv sarfi, m³/s;

H_h – hisobiy napor, m.;

Q – turbinaning maksimal suv sarfi, m³/s.

Turbina quvvati quyidagi bog'lanish orqali aniqlanadi.

$$N = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H_h \cdot \eta_T, \quad \text{kVt} \quad (3.3)$$

Bunda, ρ, g – suv zichligi va erkin tushish tezligi;

Q – turbinadan o'tayotgan suv sarfi, m³/s;

H_x – turbina hisobiy napori, m;

η_T – turbina f.i.k., bu qiymat tajribalar yo'li bilan aniqlanadi.

$$\eta_T = \eta_g \cdot \eta_m \cdot \eta_h \quad (3.4)$$

η_g – turbinaga kirish qismidan boshlab so'rish quvuridan chiqishgacha bo'lgan masofadagi gidravlik napor yo'qolish qiymatini hisobga oluvchi FIK;

η_m – mexanik qarshiliklarni hisobga oluvchi FIK;

η_h – suv hajmining yo'qolishini hisobga oluvchi FIK.

Hozirgi zamon turbinalarida FIK qiymatlari 94% (o'qiy turbinalar uchun) va 95,8% (radial – o'qiy turbinalar uchun) gacha yetib boradi.

Gidravlik turbinaning aylanish chastotasi uning ishchi g'ildiragi diametri va naporiga bog'liq.

$$n = \frac{n_h^1 \cdot \sqrt{H_h}}{D_1}; \quad \text{ayl/min} \quad (3.5)$$

bunda, n – turbina aylanish chastotasi, ayl/min;

n^1_h – aylanish chastotasining hisobiy keltirilgan qiymati, ayl/min.

So‘rish balandligi N_s gidravlik turbinalarning quyi bef sathiga nisbatan joylashish balandligini bildiradi.

3.1.4. Gidroturbinalar xarakteristikalar

Gidroelektrostansiyalarni loyihalashda, ularni ishlatish samaradorligini oshirishga xizmat qiluvchi tadbirlarni qo‘llashda turbinalar haqida to‘liq ma‘lumotga ega bo‘lish lozim. Bu ma‘lumotlar grafik holdagi deyarli barcha rejimlarga mos bo‘lgan barcha kerakli parametrlarni aks ettirgan xarakteristikalarda beriladi.

Gidroturbinaning asosiy parametrlari Q , N va η ga asosan uning geometrik, kinematik, gidravlik omillari bilan belgilanadi. Masalan, turbina suv sarfi bilan uni belgilovchi bir-biriga bog‘liq bo‘lmagan parametrlar orasidagi funksional bog‘lanishni shunday ifodalash mumkin.

$$Q = f(D_1, a_0, H, N) \quad (3.6)$$

Xuddi shuningdek, N va η uchun mos bog‘lanishni keltirish mumkin.

$$N = f(D_1, a_0, H, n) \quad (3.7)$$

$$\eta = f(D_1, a_0, H, n) \quad (3.8)$$

Buriluvchan parrakli turbinalar uchun asosiy ko‘rsatkichlarni belgilovchi to‘rtta parametr yoniga yana bitta, ya‘ni parraklarning buralishi (o‘rnatilishi) burchagi φ ham qo‘shiladi.

$$Q, N, \eta = f(D_1, a_0, H, n, \varphi) \quad (3.9)$$

(3.2), (3.3) va (3.4) bog‘lanishlarning grafik holda tasvirlanishi turbina xarakteristikalar deyiladi.

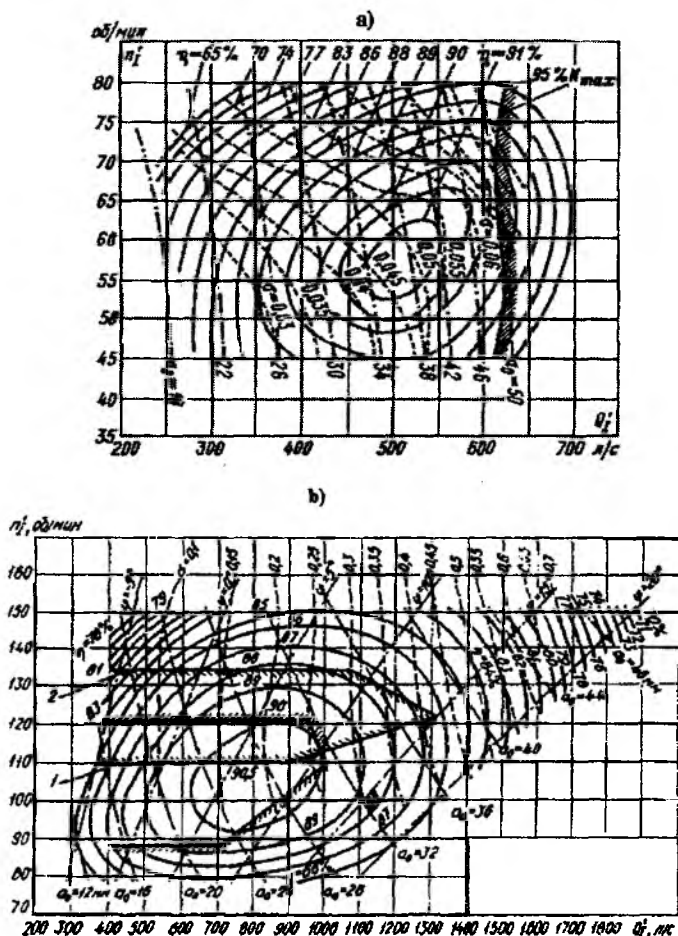
Lekin bir-biriga bog‘liq bo‘lmagan to‘rtta yoki beshta o‘zgaruvchi qiymatning funksional grafigini qurish mumkin emas.

Shu sababli xarakteristikalarni qurishda o‘zgaruvchan parametrlarning bir qismi o‘zgarmas qilib qabul qilinadi.

Gidroturbina xarakteristikalar uch xil ko‘rinishda bo‘lishi mumkin: bosh universal xarakteristika, ekspluatatsiya xarakteristikasi va ishchi xarakteristika.

Bosh universal xarakteristika gidroturbinalar uchun eng ko‘p qo‘llaniladigan xarakteristika hisoblanadi. Bu xarakteristika $D_1=1,0$ m va $H=1,0$ m qiymatlari uchun keltirilgan aylanishlar soni va suv sarfi

n_1^1 va Q_1^1 koordinatalarida model turbina tadqiqotlari natijalari asosida quriladi (3.5 - rasm).



1 – $D_1 = 4,5$ m; $n = 150$ ayl/min; $H = -1,2$ m; 2 – $D_1 = 4$ m; $n = 150$ ayl/min; $H = -6,7$ m.

3.5 - rasm. Turbinalar bosh universal xarakteristikalari:

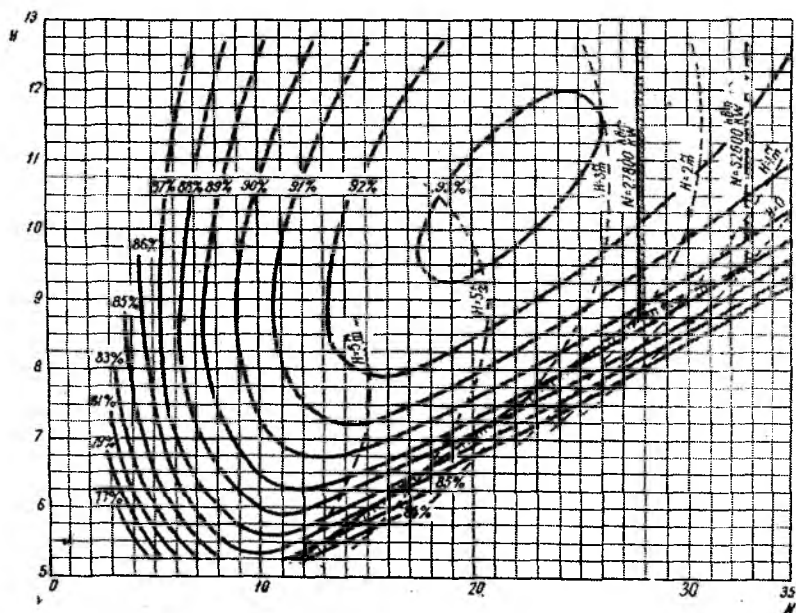
a) radial - o'qli turbina; b) buriluvchan parrakli turbina.

Xarakteristikada F.I.K.ning, kavitatsiya koeffitsiyentining σ yo'naltiruvchi apparat ochilish darajasining a_0 teng qiymatlari chizig'i ask ettiriladi. Bosh universal xarakteristikada radial o'qiy turbinalar

uchun quvvatning 5 % lik zaxira chizig'i, buriluvchan parrakli turbinalar uchun parraklarning burilish burchagi ϕ beriladi.

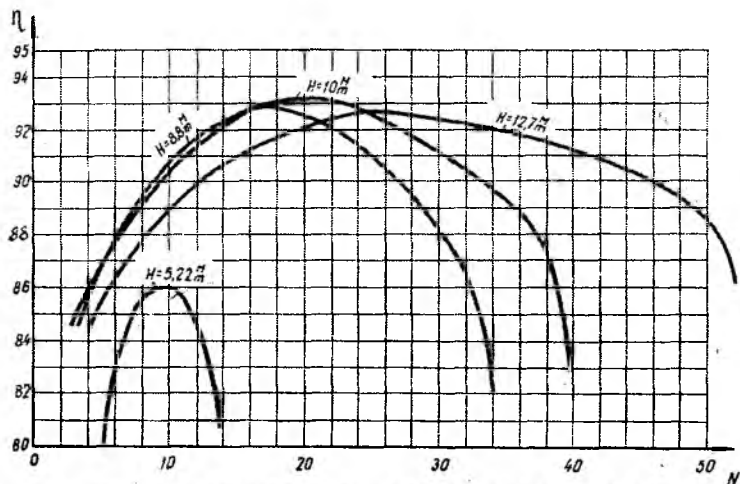
Gidroturbinaning ekspluatatsiya xarakteristikasi ishchi g'ildirak diametri D_1 va aylanishlar sonining n doimiy qiymatlari asosida ko'rilgan $\eta=f(H, N)$ grafiklaridan iborat (3.6 - rasm).

Ekspluatatsiya xarakteristikasi H va N koordinatalarida f.i.k.ning va so'rish balandligining H_s ga teng qiymatlari chizig'i aks ettiriladi. Ekspluatatsiya xarakteristikasi gidroturbinaning asosiy texnik hujjati bo'lib, uning energetik va kavitatsion sifatlarini har xil napor va quvvat qiymatlarida belgilab beradi. Bu xarakteristika bosh universal xarakteristika asosida quriladi va unda generator quvvati bo'yicha chegara chizig'i vs hamda turbina quvvati bo'yicha av chizig'i ko'rsatiladi.



3.6 - rasm. Turbinaning ekspluatatsiya xarakteristikasi.

Turbinaning ishchi xarakteristikalari sifatida o'zgarmas napor qiymatidagi bog'lanishlar $\eta=f(N)$, $\eta=f(Q)$ tushuniladi (3.7 - rasm).



3.7 - rasm. Turbinaning ishchi xarakteristikasi.

Ishchi xarakteristikani qurish uchun bosh universal xarakteristikani $\eta_1 = \text{const}$ bo'yicha qirib zarur egri chiziqlarni qurish mumkin.

Ishchi xarakteristikalari to'liq ma'lumotga ega emas, lekin ular oddiy ko'rinishda bo'lib, turbinalarining ba'zi bir xossalarini taqqoslash uchun xizmat qiladi.

3.1.5. Gidroturbinalarda suv oqim harakati

Gidroturbinalar suv oqish qismida oqim energiyasining ishchi g'ildirak mexanik energiyasiga aylanishi uning parraklar tizimi bilan oqim o'rtasidagi o'zaro ta'sir natijasida yuzaga keladi.

Ishchi g'ildirak parraklar bo'shlig'idagi oqim harakati o'ziga xos murakkablikka ega va asosan ikki harakatdan iborat: nisbiy va ko'chma harakat.

Nisbiy harakat – oqim zarrachalarining ishchi g'ildiragiga nisbatan harakati, ko'chma (ba'zan uni aylanma harakat deb ataladi.) harakat – ishchi g'ildirak va uning parraklarining s burchak tezlik bilan z o'q atrofida aylanish harakatiga aytiladi. Ikkala harakat yig'indisi mutlaq harakat deb ataladi.

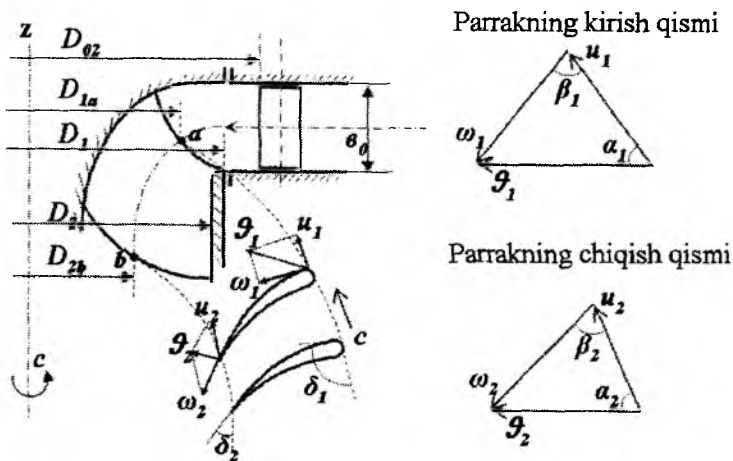
$$\vec{g} = \vec{u} + \vec{\omega} \quad (3.10)$$

bunda, $\vec{u}$ – ko'chma (aylanma) harakat vektori;

$\vec{\omega}$ – nisbiy harakat vektori.

Bunday holda uchta harakat orasidagi o‘zaro munosabat tezliklar uchburchagi yoki parallelogrammi bilan belgilanadi.

Turbinaning ish rejimi (demak, uning ishchi g‘ildiragidagi oqim harakati) uning suv sarfi Q va val aylanishlar soni n bilan belgilanadi. Ishchi g‘ildirakning aniq o‘lchamlari va berilgan n asosida tezliklar parallelogrammlari va uchburchaklarini aniqlash mumkin.



3.8 - rasm. Radial - o‘qli turbinaning ishchi g‘ildiragida tezliklar uchburchagi va parallelogrammlarini qurish.

Ko‘chma (aylanma) harakat tezligi parrakning kirish qismida quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$u_1 = \frac{\pi \cdot D_{1a} \cdot n}{60}. \quad (3.11)$$

Bunda, n – g‘ildirak aylanishlar soni, ob/min.

Parrakning kirish qismida mutlaq harakat tezligi quyidagicha ko‘rinishda bo‘ladi:

$$g_1 = g_{1m} + g_{1u} \quad (3.12)$$

Bunda, g_{1m} – mutlaq tezlik vektorining meridian tekislikka bo‘lgan proektsiyasi – meridian tuzuvchi tezlik deyiladi;

g_{1u} – aylanma tuzuvchi tezlik;

g_{1m} – qiymatini taxminan quyidagicha aniqlash mumkin.

$$g_{1m} = \frac{Q}{\pi \cdot D_{1a} b_a}; \quad (3.13)$$

Bunda, b_a – parraklarga kirish qismi balandligi.

g_{1u} qiymati yo'naltiruvchi apparatdan oqimning chiqish sharoitiga bog'liq va quyidagicha aniqlanadi.

$$g_{1u} = g_{0u} \cdot \frac{D_{02}}{D_{1a}}. \quad (3.14)$$

Bunda, g_{0i} – yo'naltiruvchi apparatdan chiqishdagi aylanma tezlik.

$$g_{0u} = g_0 \cdot \cos \alpha_0 \quad (3.15)$$

bunda,

$$g_0 = \frac{Q}{\pi \cdot D_{02} \cdot b_0 \cdot \sin \alpha_0}. \quad (3.16)$$

b_0 – yo'naltiruvchi apparat balandligi;

α_0 – yo'naltiruvchi apparatning chiqish burchagi.

(3.11) va (3.12)lar bo'yicha tezliklar parallelogrammi yoki uchburchagini qurib ω_1 qiymatini aniqlash mumkin.

Ishchi g'ildirak parraklaridan chiqish qismida tezliklar qiymatlari quyidagicha aniqlanadi.

$$u_2 = \frac{\pi \cdot D_{2b} \cdot n}{60}; \quad \omega_2 = \frac{g_{2m}}{\sin \beta_2}; \quad (3.17)$$

Gidroturbinalarda $\beta_2 = \delta_2$ deb qabul qilish mumkin, chunki nisbiy tezlik yo'nalishi parraklarga berilgan urinma yo'nalishiga mos keladi.

O'qiy turbinalarda oqim silindrik shaklga o'xshash bo'ladi,

Bu holda, $D_{1a} = D_{2v} = D_h$ – hisobiy diametr.

$$D_h = \sqrt{0,5(D_{21}^2 + d_{vr}^2)}; \quad (3.18)$$

O'qiy turbinalarda aylanma tezlik parrakning hamma joyida bir xil, ya'ni:

$$u_1 = u_2 = u = \pi \cdot D_h \cdot n / 60 \quad (3.19)$$

(3.13)dan ko'rinib turibdiki, o'qiy turbinalarda,

$$g_{1m} = g_{2m} = g_m = \frac{4Q}{\pi(D_1^2 - d_{vi}^2)}; \quad (3.20)$$

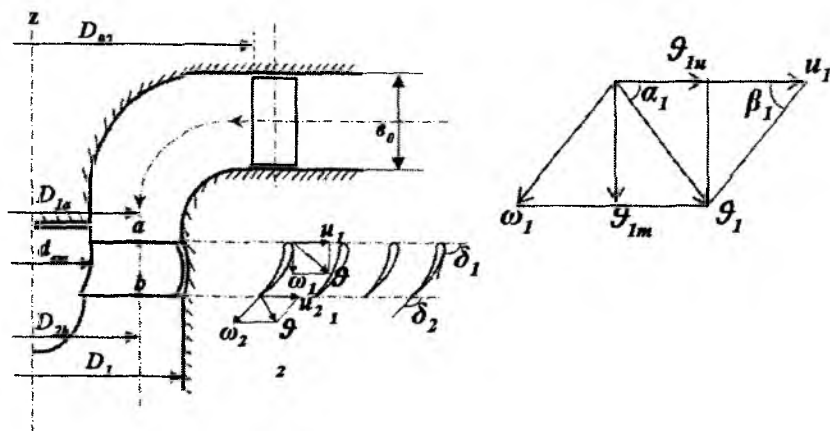
bunda, D_1 – ishchi g'ildirak diametri;

d_{vt} – vtulka diametri.

Parraklarga kirishdagi mutlaq tezlik quyidagi vektor yig'indisi bilan aniqlanadi:

$$\mathfrak{g}_1 = \mathfrak{g}_{1m} + \mathfrak{g}_{1n}$$

$\mathfrak{g}_{1n}$ qiymatlari (3.14) formulasi bilan aniqlanadi. Parraklardan chiqishdagi mutlaq tezlik qiymati $\mathfrak{g}_2 = u_2 + \omega_2$ formulasi bilan hisoblanadi, bunda ω_2 qiymati (3.17) asosida aniqlanadi.

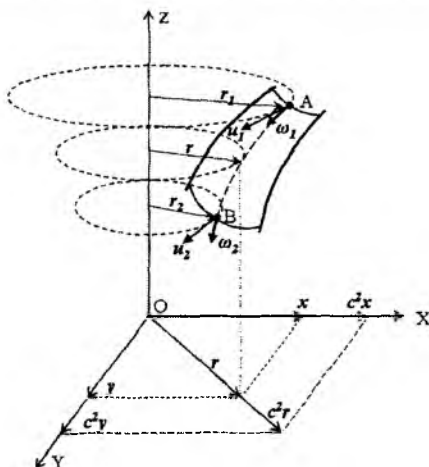


3.9 - rasm. O'qli turbina ishchi g'ildiragida tezliklar uchburchagi va parallelogrammi.

3.1.6. Gidravlik turbinalarning asosiy tenglamasi

Gidravlik turbinalarning asosiy tenglamasi uning napori va ishchi g'ildirakdagi oqimining kinetik parametrlari o'zgarishini ifodalaydi.

Asosiy tenglamani Bernulli tenglamasidan foydalanilgan holda keltirib chiqaramiz. Buning uchun ishchi g'ildirak kanallaridan oqayotgan suyuqlikka ta'sir qilayotgan massa kuchlari bilan bog'lanishda bo'lgan potensial funksiyani (P ni) aniqlaymiz. 3.10 - rasmda n aylanishlar chastotasi bilan aylanayotgan gidroturbina ishchi g'ildiragidagi oqim harakati tasvirlangan.



3.10 - rasm. Hidroturbina asosiy tenglamasiga oid.

Ishchi g'ildirak parragi kirish qismidagi A nuqtadan chiqish qismidagi B nuqtaga harakat qilayotgan elementar oqimchani qarab chiqamiz. Oqimchadagi nisbiy tezlikni ω deb belgilaymiz. G'ildirak o'z o'qi atrofida c doimiy burchak tezlik bilan aylanadi. Bunday holda suyuqlikka quyidagi massa kuchlari ta'sir qiladi: og'irlik kuchi, aylanma harakat inersiya kuchi, inersiyaning koriolis kuchi.

Massa birligiga nisbatan olingan og'irlik kuchi quyidagi proektsiyalarga ega bo'ladi.

$$F_x = F_y = 0; \quad F_z = -g. \quad (3.21)$$

Massa birligiga nisbatan olingan inersiya kuchi $c^2 r$ qiymatga teng. Uning proektsiyalari quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi.

$$F_x = c^2 x; \quad F_y = c^2 y; \quad F_z = 0; \quad (3.22)$$

Bizga ma'lumki, potensialga ega bo'lgan massa kuchlari I.S.Gromeka tenglamasi bo'yicha quyidagicha ifodalanishi mumkin.

$$-dP = F_x dx + F_y dy - F_z dz; \quad (3.23)$$

Bu tenglamani (3.21 va 3.22) dan foydalanib shunday ko'rinishda yozamiz.

$$-dP = c^2 x \cdot dx + c^2 y \cdot dy - g \cdot dz; \quad (3.24)$$

Tenglamani integrallab quyidagi holga keltiramiz:

$$P = -c^2(x^2 + y^2)/2 + g \cdot z + C \quad (3.25)$$

3.10 - rasmdan ko'rinib turibdiki, $r^2 = x^2 + y^2$, unda

$$P = g \cdot z - c^2 r^2 / 2 + C \quad (3.25')$$

Koriolis kuchi vektori oqim harakati nisbiy tezligi vektoriga perpendikular bo'lganligi uchun uning proektsiyasi nolga teng.

Potensialga ega bo'lgan massa kuchlari ta'sir qilayotgan, siqilmaydigan, yopishqoq bo'lmagan suyuqlikning harakati uchun Bernulli tenglamasi quyidagicha yoziladi.

$$P + \frac{P}{\rho} + \frac{\omega^2}{2} = \text{const} \quad (3.26)$$

Unda biz qarab chiqayotgan oqim harakati uchun Bernulli tenglamasi quyidagicha yoziladi, $gZ + \frac{P}{\rho} + \frac{\omega^2}{2} - \frac{c \cdot r^2}{2} = \text{const}$

Bizga ma'lumki, aylana tezlik qiymati $s \cdot r = u$ ga teng.

$$\text{Unda, } gZ + \frac{P}{\rho} + \frac{\omega^2}{2} - \frac{u^2}{2} = \text{const}$$

Bunday holda, A va B nuqtalari joylashgan kesimlar uchun Bernulli tenglamasi quyidagicha yoziladi.

$$\frac{P_1}{\rho g} + Z_1 + \frac{\omega_1^2}{2g} - \frac{u_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\rho g} + Z_2 + \frac{\omega_2^2}{2g} - \frac{u_2^2}{2g} + \sum \Delta h_{A-B} \quad (3.27)$$

Bu formulani shunday ko'rinishda ham yozish mumkin.

$$\frac{P_1}{\rho g} + Z_1 - \frac{P_2}{\rho g} - Z_2 = \frac{\omega_2^2 - \omega_1^2}{2g} + \frac{u_1^2 - u_2^2}{2g} + \sum \Delta h_{A-B}, \quad (3.28)$$

bunda, $\sum \Delta h_{A-B}$ A va B nuqtalari orasidagi suv yo'lida napor yo'qolish qiymati. Yuqoridagi tenglama nisbiy tezlik o'zgarishi tufayli yuzaga keladigan energiya o'zgarishini ifodalaydi. Bundan tashqari bizga ma'lumki, mutlaq tezlik o'zgarishini hisobga oluvchi tenglama yuqoridagi kesimlar uchun quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$E_1 - E_2 = \frac{P_1}{\rho g} + Z_1 + \frac{\omega_1^2}{2g} - \frac{P_2}{\rho g} - Z_2 - \frac{\omega_2^2}{2g}. \quad (3.29)$$

Ma'lumki, $E_1 - E_2 = H_T$

$$\text{Unda } H_T = \frac{P_1}{\rho g} + Z_1 - \frac{P_2}{\rho g} - Z_2 + \frac{\omega_1^2 - \omega_2^2}{2g}. \quad (3.30)$$

(3.28)dan foydalanib, bu tenglamani quyidagi ko'rinishga keltirish mumkin.

$$H_T = \frac{\omega_2^2 - \omega_1^2}{2g} + \frac{u_1^2 - u_2^2}{2g} + \frac{\omega_1^2 - \omega_2^2}{2g} + \sum \Delta h_{A-B} \quad (3.31)$$

Bunda H_T – ishchi g'ildirakdagi solishtirma energiyalar farqi yoki turbinaning haqiqiy nabori.

Agar $H_T - \sum \Delta h_{A-B} = H_T \cdot \eta_t$ – deb qabul qilsak, unda

$$H_T \cdot \eta_t = \frac{g_1^2 - g_2^2}{2g} + \frac{u_1^2 - u_2^2}{2g} + \frac{\omega_2^2 - \omega_1^2}{2g}. \quad (3.32)$$

Bizga ma'lumki tezliklar uchburchagi bo'yicha

$$\omega^2 = u^2 + g^2 - 2u \cdot g \cdot \cos \alpha \quad (3.33)$$

Bu holda (3.32) quyidagi ko'rinishga keladi.

$$H_T \cdot \eta_t = \frac{1}{g} (u_1 \cdot g_1 \cdot \cos \alpha_1 - u_2 \cdot g_2 \cdot \cos \alpha_2) \quad (3.34)$$

Bu tenglama Eyler tenglamasi deb nom olgan. Tenglama gidroturbina naborining ishchi g'ildirakka kirish va undan chiqishdagi tezliklar uchburchagiga bog'liq ekanligini ko'rsatadi. Demak, ishchi g'ildirak shakli va o'lchamlari turbina nabori qiymatini belgilaydi. O'qiy turbinalarda $u_1 = u_2$ chunki $r_1 = r_2$, demak, bu turbinalar nabori faqat mutlaq va nisbiy tezliklar qiymatlari bilan aniqlanadi. Bundan xulosa qilish mumkinki, o'qiy turbinalarda napor katta bo'lishi mumkin emas, chunki mutlaq va nisbiy tezliklar oshishi napor yuqolishining oshishiga olib keladi. Aylana tezliklar u_1 va u_2 orasidagi farqning oshishi H ning katta bo'lishiga asos bo'ladi.

Shu sababli yuqori naporli gidroturbinalarda D_1/D_2 qiymati oshib boradi.

3.1.7. Gidroturbinalarni modellashtirish. O'xshashlik mezonlari

Hozirgi zamon turbinalari yirik o'lchamlarga ega, masalan, ularning ishchi g'ildiragi diametrlari 10 – 12 metrgacha yetadi. Gidroturbinalar o'lchamlarini aniqlash uchun nazariy tadqiqotlar va hisoblar natijalari yetarli emas. Shu sababli gidroenergetik mashinalarni loyihalashda modellardagi tajribaviy tadqiqotlar haqiqiy gidro-mashinaning o'lchamlarini aniqlash uchun asos bo'lib xizmat qiladi. Buni amalga oshirish uchun o'xshashlik nazariyasiga asoslangan modellashtirilgan qonuniyatlaridan foydalaniladi.

Modellashtirish usullari gidroturbinalarda sodir bo'ladigan deyarli barcha jarayonlarni o'rganishga imkon beradi. Modellarda olingan natijalarni tabiiy holatdagi gidroturbinalarga ko'chirish uchun uchta shartni bajarish talab qilinadi.

Bu shartlar suyuqlik oqimida sodir bo'ladigan mexanik jarayonlar o'xshashligi nazariyasidan kelib chiqadi va quyidagicha ifodalanadi:

1) **geometrik o'xshashlik sharti.** Bu shartni bajarish uchun turbina suv oqish qismning barcha elementlarining geometrik o'lchamlari uning modelining shunday o'lchamlariga proporsional bo'lishi talab qilinadi. Bunda ikkala taqqoslanayotgan turbinalar suv oqish qismining g'adir-budirlik koeffitsiyenti teng bo'lishi zarur. Geometrik o'xshashlik miqyosi (ko'lami) sifatida haqiqiy (tabiiy) turbina ishchi g'ildiragi diametrining model turbina ishchi g'ildiragi diametriga nisbatan qabul qilinadi, ya'ni

$$\lambda = \frac{D_1^x}{D_1^m}; \quad (3.35)$$

2) **kinematik o'xshashlik sharti.** Bu shartning bajarilish talabi shundan iboratki, turbina va uning modeli suv oqish traktining mos nuqtalardagi bir xil nomdagi tezliklar vektori bitta yo'nalishga va proporsional qiymatlarga ega, ya'ni shu nuqtalarda tezliklar taqsimoti bir xil bo'lishi kerak. Shunday rejimlar izogonal rejimlar deb ataladi.

3) **dinamik o'xshashlik sharti.** Bu shartning bajarilishi uchun geometrik o'xshash bo'lgan turbina va modeldagi izogonal rejimlarda mos nuqtalarga ta'sir qilayotgan barcha kuchlarning proporsional qiymatlarga ega bo'lishi talab qilinadi. Buning uchun quyidagi mezoniy sonlar teng bo'lishi kerak.

a) ishqalanish kuchlari uchun Reynol'ds soni

$$Re = \vartheta \cdot D_1 / \nu \quad (3.36)$$

Bunda, ϑ – mos nuqtalardagi oqim tezligi, m/s

D_1 – ishchi g'ildirak diametri, m;

ν – suvning kinematik qovushqoqlik koeffitsiyenti.

b) og'irlik kuchi uchun Frud soni

$$Fr = \vartheta^2 / g \cdot D_1 \quad (3.37)$$

d) bosim kuchi uchun Eyler soni

$$Eu = \Delta P / \rho \cdot \vartheta^2 \quad (3.38)$$

Bunda, ΔP – bosimning o'zgarish qiymati.

e) inersiya kuchi uchun Struxal soni

$$St = \vartheta / n \cdot D_1 \quad (3.39)$$

Demak, amalda bu sonlarning barchasining tengligini ta'minlash mumkin emas. Shu sababli ko'rilayotgan gidrodinamik hodisa uchun qanday kuchlar belgilovchi ekanligini aniqlab, kerakli mezoniy sonlar tengligi sharti bajariladi.

Yuqorida keltirilgan sonlarning gidroturbinalar uchun qanday ifodalanishini ko'rib chiqamiz.

Reynol'ds soni teng bo'lishi uchun oqimda ishqalanish va inersiya kuchlarining proporsionalligi ta'minlanishi kerak. Agar bunda gidroturbina naporini hisobga olsak,

$$Re = \frac{D_1 \cdot \sqrt{H}}{\nu} \quad (3.40)$$

Demak, Re ni hisobga olish H ni aniqlashda napor yo'qolish qiymatlarini modellashtirish muhim ahamiyatga ega.

Frud sonlarining tengligi og'irlik va inersiya kuchlarining proporsionalligi bilan ta'minlanadi. Bunga amal qilish aktiv turbinalarda og'irlik kuchi asosiy hisoblangan yuzasi oqimlarini tatbiq qilishda bajariladi.

$$Fr = \frac{H}{D_1 \cdot g} \quad (3.41)$$

Struxal soni asosan, gidroturbinalardagi notur Gun rejimlarni, o'tkinchi jarayonlarni tadqiq qilishda asosiy hisoblanadi. Struxal sonlarini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$St = \frac{\sqrt{Hg}}{nD_1} \quad (3.42)$$

Eyler sonlarining tengligini ta'minlash uchun bosim va inersiya kuchlarining proporsionalligiga erishish kerak.

Agar Re va St sonlarining tengligi gidroturbina va uning modelidagi oqimlarda ta'minlansa, unda Eu tengligi ham ta'minlanadi.

Eyler sonini quyidagicha hisoblash mumkin;

$$Eu = \frac{g \cdot H \cdot D_1^2}{Q^2} \quad (3.43)$$

3.1.8. O'xshashlik tenglamalari. Gidroturbinaning ko'rsatkichlarini qayta hisoblash formulalari

Gidroturbinalar o'lchamlarining o'zgarishi ularning asosiy tavsifiy ko'rsatkichlariga qanday ta'sir qilishini o'xshashlik tenglamalari yordamida qiyoslash mumkin.

O'xshashlik tenglamalari geometrik, kinematik, gidrodinamik o'xshashlik shartlarining bajarilishi natijasida kelib chiqadi.

Ishchi g'ildiragi diametrlari D_1^I va D_1^{II} bo'lgan gidroturbinalar ish rejimlari o'xshash bo'lganda ularning asosiy parametrlari n, Q va N o'rtasidagi bog'lanish qanday bo'lishini ko'rib chiqamiz.

Geometrik o'xshash turbinalarning izogonal rejimlarida tezlik parallelogrammi va uchburchaklari o'xshash bo'ladi, ya'ni (3.9 va 3.10 - rasmlar).

$$\frac{u_1^I}{u_1^{II}} = \frac{g_1^I}{g_1^{II}} = \frac{\omega_1^I}{\omega_1^{II}} = \frac{u_2^I}{u_2^{II}} = \frac{g_2^I}{g_2^{II}} = \frac{\omega_2^I}{\omega_2^{II}}; \quad (3.44)$$

$$\begin{aligned} \alpha_1^I &= \alpha_2^{II}; & \beta_1^I &= \beta_1^{II}; & \delta_1^I &= \delta_1^{II}. \\ \alpha_2^I &= \alpha_2^{II}; & \beta_2^I &= \beta_2^{II}; & \delta_2^I &= \delta_2^{II}. \end{aligned} \quad (3.45)$$

Bunda harflardagi ^I va ^{II} belgilar taqqoslanayotgan turbinalarning mos belgilaridir. Bizga ma'lumki (3.11) formula bo'yicha yozishimiz mumkin.

$$\frac{u_1^I}{u_1^{II}} = \frac{\pi \cdot D_1^I \cdot n_1^I}{\pi \cdot D_1^{II} \cdot n_1^{II}} = \frac{D_1^I \cdot n_1^I}{D_1^{II} \cdot n_1^{II}}. \quad (3.46)$$

Mutlaq tezliklar nisbatini quyidagi formuladan foydalangan holda aniqlaymiz:

$$g = g_{1m} / \sin \alpha_1 \quad (3.47)$$

Bunda, g_{1m} ni (3.13) bo'yicha aniqlash mumkin. Unda quyidagi belgilanishga ega bo'lamiz:

$$\frac{g_1^I}{g_1^{II}} = \frac{g_{1m}^I / \sin \alpha_1^I}{g_{1m}^{II} / \sin \alpha_1^{II}} = \frac{g_{1m}^I}{g_{1m}^{II}} = \frac{Q^I / \pi \cdot D_1^I \cdot b_1^I}{Q^{II} / \pi \cdot D_1^{II} \cdot b_1^{II}} = Q^I \cdot D_1^I \cdot b_1^I / Q^{II} \cdot D_1^{II} \cdot b_1^{II}. \quad (3.48)$$

Gidroturbinalar geometrik o'xshash bo'lganligi uchun

$$b_1^I / b_1^{II} = D_1^I / D_1^{II}$$

U holda (3.13) ni shunday yozishimiz mumkin.

$$\frac{g_1^I}{g_1^{II}} = \frac{Q^I (D_1^I)^2}{Q^{II} (D_1^{II})^2} \quad (3.49)$$

(3.44) dan foydalanib tezliklar nisbatini quyidagi ko'rinishga keltirish mumkin:

$$\frac{u_1^I}{u_1^{II}} = \frac{g_1^I}{g_1^{II}} = \frac{D_1^I \cdot n_1^I}{D_1^{II} \cdot n_1^{II}} = \frac{Q^I (D_1^I)^2}{Q^{II} (D_1^{II})^2};$$

yoki

$$\frac{Q^1}{n^1 (D_1^1)^3} = \frac{Q^{11}}{n^{11} (D_1^{11})^3} \quad (3.50)$$

Bu bog'lanishni umumlashtirib quyidagi holga keltiramiz.

$$\frac{Q}{n \cdot D_1^3} = \text{const} \quad (3.51)$$

Endi gidroturbinalar naporlari orasidagi o'zgarishni ko'rib chiqamiz. Buning uchun (3.34) da berilgan Eyler formulasidan foydalanamiz.

Taqqoslanayotgan gidroturbinalar uchun bu formulani quyidagi ko'rinishda yozamiz:

$$H^1 \cdot \eta_g^1 = \frac{1}{g} (u_1^1 \cdot g_1^1 \cdot \cos \alpha_1^1 - u_2^1 \cdot g_2^1 \cdot \cos \alpha_2^1) \quad (3.52)$$

$$H^{11} \cdot \eta_g^{11} = \frac{1}{g} (u_1^{11} \cdot g_1^{11} \cdot \cos \alpha_1^{11} - u_2^{11} \cdot g_2^{11} \cdot \cos \alpha_2^{11}) \quad (3.53)$$

(3.44), (3.45) va (3.46) bo'yicha yozishimiz mumkin.

$$\alpha_1^1 = \alpha_1^{11}; \alpha_2^{11} = \alpha_2^1; \frac{u_1^1}{u_1^{11}} = \frac{g_1^1}{g_1^{11}} = \frac{u_2^1}{u_2^{11}} = \frac{g_2^1}{g_2^{11}} = \frac{D_1^1 \cdot n^1}{D_1^{11} \cdot n^{11}}.$$

Demak, $\cos \alpha_1^1 = \cos \alpha_1^{11}; \cos \alpha_2^1 = \cos \alpha_2^{11}$.

Bunday holda tezliklar qiymati,

$$u_1^1 = u_1^{11} \frac{D_1^1 \cdot n^1}{D_1^{11} \cdot n^{11}}; \quad u_2^1 = u_2^{11} \frac{D_1^1 \cdot n^1}{D_1^{11} \cdot n^{11}}; \quad g_1^1 = g_1^{11} \frac{D_1^1 \cdot n^1}{D_1^{11} \cdot n^{11}};$$

Olingan qiymatlarni (3.52) ning uning tomoniga joy - joyiga qo'yamiz.

$$\text{Unda, } H^1 \cdot \eta_g^1 = \frac{1}{g} \left(\frac{D_1^1 \cdot n^1}{D_1^{11} \cdot n^{11}} \right)^2 (u_1^{11} \cdot g_1^{11} \cdot \cos \alpha_1^1 - u_2^{11} \cdot g_2^{11} \cdot \cos \alpha_2^{11}) \quad (3.54)$$

$$(3.54) \text{ ni } (3.53) \text{ ga bo'lamiz } \frac{H^1 \eta_g^1}{H^{11} \eta_g^{11}} = \left(\frac{D_1^1 \cdot n^1}{D_1^{11} \cdot n^{11}} \right)^2 \quad (3.55)$$

Demak, aylanishlar chastotasi nisbatlarini oladigan bo'lsak

$$\frac{n^I}{n^{II}} = \frac{D_1^{II}}{D_1^I} \sqrt{\frac{H^I \cdot \eta_g^I}{H^{II} \cdot \eta_g^{II}}} \quad (3.56)$$

(3.50) va (3.56) lardan foydalanib Q^I/Q^{II} ni aniqlash mumkin.

$$\frac{Q^I}{Q^{II}} = \left(\frac{D_1^I}{D_1^{II}} \right)^2 \cdot \sqrt{\frac{H^I \cdot \eta_g^I}{H^{II} \cdot \eta_g^{II}}} \quad (3.57)$$

Gidroturbinalar quvvatlari nisbatini $N = 9.81 \cdot Q \cdot H \cdot \eta$ formulasi va (3.57) dan foydalanib quyidagicha qilib yozish mumkin.

$$\frac{N^I}{N^{II}} = \left(\frac{D_1^I}{D_1^{II}} \right)^2 \cdot \sqrt{\left(\frac{H^I \cdot \eta_g^I}{H^{II} \cdot \eta_g^{II}} \right)^3} \quad (3.58)$$

(3.56), (3.57) va (3.58) formulalari o'xshashlik tenglamalari deb ataladi va o'xshash turbinalarning parametrlarini aniqlashda keng qo'llaniladi.

Lekin bu tenglamalardan shu holatda foydalanish birmuncha noqulayroq, shu sababli turbinalarni tavsiflash uchun ixchamlashtirilgan, umumiy standart sharoitga keltirilgan ko'rsatkichlardan foydalaniladi. Standart sharoit sifatida $H = 1\text{m}$ va $D_1 = 1\text{m}$ qabul qilinadi. Demak, gidroturbinaning boshqa ko'rsatkichlari Q va n shu holatga nisbatan keltirilgan deb hisoblanadi, ya'ni n_I – keltirilgan aylanishlar chastotasi, Q_I^I – keltirilgan suv sarfi (3.56) va (3.57) dan foydalanib hamda f.i.k. qiymatlari o'zgarmaydi deb faraz qilsak,

$$\frac{n_I^I}{n^{II}} = \frac{D_1^{II}}{1} \sqrt{\frac{1}{H^{II}}} ; \quad \frac{Q_I^I}{Q^{II}} = \left(\frac{1}{D_1^{II}} \right)^2 \sqrt{\frac{1}{H^{II}}} ; \quad (3.59)$$

ko'rinishdagi formulalarga ega bo'lamiz. Bunda H^{II} , n^{II} , D_1^{II} va Q^{II} ko'rsatkichlarini umumiy holda H , n , D_1 va Q ko'rinishda yozsak, unda yuqoridagi formulalar quyidagi holga keladi.

$$n_I^I = \frac{n \cdot D_1}{\sqrt{H}} \quad (3.60)$$

$$Q_I^I = \frac{Q}{D_1^2 \sqrt{H}} \quad (3.61)$$

Gidroturbina quvvati uchun keltirilgan ko'rsatkichni quyidagi formula bilan aniqlash mumkin.

$$N_I^I = \frac{N}{D_1^2 \cdot \sqrt{H^3}} \quad (3.62)$$

Keltirilgan ko'rsatkichlarning qiymatlari o'xshash rejimlarda bir xil bo'ladi, ularning o'lchov birligi $(m/sec^2)^{1/2}$ bo'lsada, shartli ravishda ularning o'lchov birliklari aylanishlar soni uchun ayl/ min, suv sarfi uchun m^3/s , quvvati uchun kVt qilib qabul qilingan.

Gidroturbina samaradorligini ko'rsatuvchi parametrlardan biri tezkorlik koeffitsiyentidir. Tezkorlik koeffitsiyenti turbinalarning tavsiy ko'rsatgichi bo'lib, napor, quvvat va aylanishlar soniga bog'liq.

Tezkorlik koeffitsiyenti 1 kVt quvvatga ega bo'lgan turbinaning 1m napor qiymatidagi aylanishlar sonidir.

$$n_s = 1,167 \cdot n \frac{\sqrt{N}}{H \cdot \sqrt{H}} \quad (3.63)$$

Bunda, N – gidroturbina quvvati, kVt; H – napor, m

Tezkorlik koeffitsiyenti maksimal quvvat rejimlari uchun hisoblanadi.

Har xil turdagi turbinalar uchun tezkorlik koeffitsiyenti quyidagi qiymatlarga ega bo'ladi:

O'qli - buraluvchan parrakli	– 400 – 1000
Diagonal - buraluvchan parrakli	– 200 – 450
Radial - o'qli	– 50 – 450
Cho'michli	– 20 – 50

3.2. Nasoslar

3.2.1. Nasoslarning turlari va asosiy ko'rsatkichlari

Quvurlarda suyuqlikning bosimli harakatini amalga oshirishga mo'ljallangan gidravlik mashinalar *nasoslar* deyiladi. Nasos dvigateldan mexanikaviy energiya olib, uni suyuqlikning harakatlanayotgan oqimi energiyasiga aylantiradi.

Nasoslar xalq xo'jaligining barcha sohalarida: mashinasozlikda, metallurgiyada, kimyo sanoatida, qishloq xo'jaligida, suv ta'minotida, yer ishlarini gidromexanizatsiyalashda va texnikaning boshqa ko'pgina tarmoqlarida keng ishlatiladi.

Nasoslar juda ko'p turlarga ega, shulardan asosiylari ikki guruhga bo'linadi: dinamik nasoslar va hajmiy nasoslar.

Dinamik nasoslarda suyuqlik nasosning kirish va chiqish qismlari bilan doimo tutash bo'lgan kamerada gidrodinamik kuchlar ta'sirida harakatlanadi.

Hajmiy nasoslarda suyuqlik nasosning kirish va chiqish qismlari bilan navbatma-navbat tutashadigan hajmi o'zgaruvchi kamerada harakatlanadi.

Dinamik nasoslarni parrakli, inersiya va ishqalanish nasoslariga bo'lish mumkin.

Parrakli nasoslarda suyuqlik harakati ishchi g'ildirakning aylanish jarayonida parraklar tomonidan oqimga beriladigan energiya hisobiga amalga oshiriladi. Bu nasoslar asosan markazdan qochma va o'qli nasoslardan tashkil topadi.

Markazdan qochma nasoslarda suyuqlik ishchi g'ildirak orqali uning markazidan chetiga radial yo'nalishda harakatlanadi.

O'qiy nasoslarda suyuqlik ishchi g'ildirak o'qi bo'ylab unga parallel ravishda harakatlanadi.

Ishqalanish va inersiya nasoslarida suyuqlik ishqalanish va inersiya kuchlari hisobiga harakatlanadi. Bu guruhga uyurmaviy, labirint, oqimli, gidravlik taran nasoslari va boshqalar kiradi.

Hajmiy nasoslarni ham ikkiga bo'lish mumkin: rotorli va oldinga - orqaga harakatlanuvchi nasoslar.

Rotorli nasoslarda ishchi organ aylanma holda harakatlanadi. Bu nasoslarga tishli uzatmali, vintli, shnekli va boshqa nasoslar kiradi.

Oldinga - orqaga harakatlanuvchi nasoslarga porshenli, plunjerli va diafragmali nasoslar kiradi.

Nasosning asosiy ko'rsatkichlari. Nasosning asosiy ko'rsatkichlariga uning ish unumdorligi (suv berish qobiliyati) Q , napori H , surish balandligi $h_{so'r}$, quvvati N va foydali ish koeffitsiyenti (f. i. k) η kiradi.

Nasosning vaqt birligi ichida uzatib beradigan suyuqlik miqdori uning **ish unumdorligi (suv berish qobiliyati)** deyiladi va m^3/s , l/s , $m^3/soat$ o'lchov birliklarida ifodalanadi.

Nasos napori – uning kirish va chiqish qismlaridagi suyuqlik solishtirma energiyasi qiymatlarining farqidir va bu ko'rsatkich metr bilan o'lchanadi.

$$H = E_{ch} - E_k = \frac{P_{ch} - P_k}{\rho \cdot g} + \frac{g_{ch}^2 - g_k^2}{2 \cdot g} + (Z_{ch} - Z_k) \quad (3.64)$$

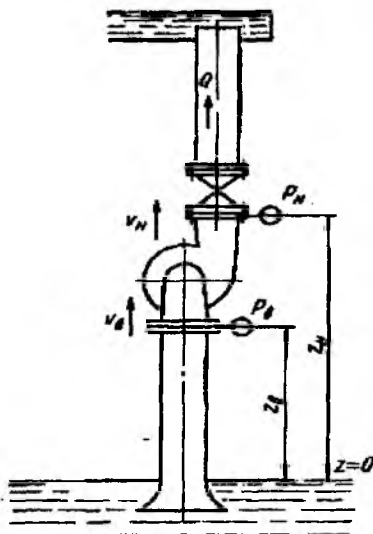
bunda, P_{ch} va P_k – nasosdan chiqishdagi va unga kirishdagi bosim qiymatlari, Pa (N/m^2); g_{ch} va g_k – oqimning nasosdan chiqishdagi va

unga kirishdagi o'rtacha tezlik qiymatlari, m/s; ρ – suyuqlik zichligi, kg/m³; Z_{ch} , Z_k – quyi befndagi suv sathidan nasosning chiqish va kirish qismlarigacha bo'lgan vertikal masofa, m.

Nasosdan chiqishdagi bosim qiymati manometr bilan va unga kirishdagi bosim qiymati vakuummetr bilan o'lchanadi. Bunday holda nasos napori quyidagicha aniqlanadi.

$$H = M_{ch} - V_k + (g_{ch}^2 - g_k^2)/2g \quad (3.65)$$

bunda, M_{ch} , V_k – manometr va vakuummetr ko'rsatkichlari, m. Agar manometr va vakuummetr ko'rsatkichlari kgs/sm² da berilgan bo'lsa, unda ularni Pa ga aylantirish uchun 98066,5 ga ko'paytirish kerak.



3.11 - rasm. Nasos naporini aniqlash sxemasi.

So'rish balandligi. Quyi befndan nasosning o'qigacha bo'lgan masofa nasosning geometrik so'rish balandligi deyiladi.

$$H_{gs} = \nabla O'n - \nabla QBSS, \text{ m.} \quad (3.66)$$

Bunda, $\nabla O'n$ – nasos o'qi sathi, m; $\nabla QBSS$ – quyi bef suv sathi, m.

Nasosning vakuummetrik so'rish balandligi quyidagicha aniqlanadi,

$$H_S = H_{gs} + \sum \Delta h_{so'r}, \text{ m.} \quad (3.67)$$

Bunda, $\Sigma \Delta h_{so'r}$ – so‘rish quvuridagi napor yo‘qolish qiymati, m
Nasos quvvati. Nasosning foydali quvvati quyidagicha aniqlanadi.

$$N_f = \rho g Q \cdot H, \text{ Vt.} \quad (3.68)$$

Nasosning iste‘mol quvvati quyidagicha aniqlanadi.

$$N_{ist} = \rho g Q \cdot H / \eta_n, \text{ Vt.} \quad (3.69)$$

Bunda, Q, H – nasosning ish unumdorligi va nabori, η_n – nasos f.i.k.

Nasosning foydali ish koeffitsiyenti. Bu qiymatni quyidagicha aniqlanadi:

$$\eta_n = \eta_g \cdot \eta_m \cdot \eta_h \quad (3.70)$$

η_g – nasosda gidravlik napor yo‘qolish qiymatlarini hisobga oladigan gidravlik f.i.k;

η_m – ishchi g‘ildirakning aylanish qismlaridagi mexanik qarshilikni hisobga oluvchi mexanik f.i.k;

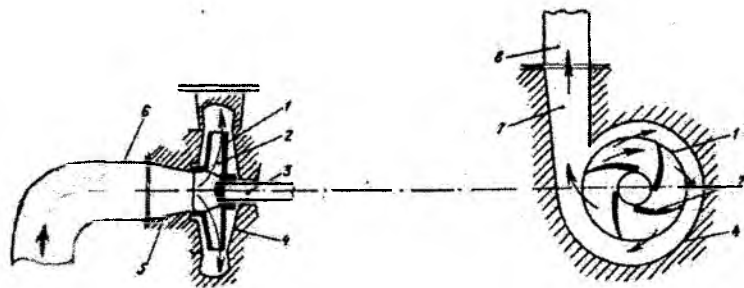
η_h – suvning nasosning ba‘zi qismlaridan sizib chiqib ketishini hisobga oluvchi hajmiy f.i.k.

Nasos FIK yirik nasoslarda 0,88 – 0,92 gacha, kichik nasoslarda 0,6 – 0,75 oralig‘ida o‘zgaradi.

3.2.2. Parrakli nasoslar, ularning turlari va tuzilishi

Markazdan qochma nasoslar. Nasos so‘rish quvuri 6 va ishchi g‘ildiragi 1 nasos ishga tushirilishidan oldin suyuqlik bilan to‘ldirilgan bo‘lishi kerak (3.12 - rasm).

Shundan keyin dvigatel ishga tushiriladi va u ishchi g‘ildiragi 1 ni aylantiradi. Suyuqlik g‘ildirak bilan birga aylanib, markazdan qochuvchi kuch ta‘sirida ishchi g‘ildiragining markazidan chekkasiga o‘tiladi va spiralsimon suv chiqarish qurilmasini to‘ldiradi. Bu vaqtda ishchi g‘ildirakka kirish oldida teskari, vakuummetrik bosim vujudga keladi.



3.12 - rasm. Markazdan qochma nasosning sxemasi:

1 – ishchi g'ildirak; 2 – parraklar; 3 – val; 4 – spiralsimon suv chiqarish qurilmasi; 5 – so'rish konfuzori; 6 – so'rish quvuri; 7 – bosim diffuzori; 8 – bosim quvuri.

Natijada, suyuqlik quyi bef suv sathiga ta'sir qilayotgan atmosfera bosimi yordamida so'rish quvuridan (6) nasosga kirib ishchi g'ildirakning markaziy qismini to'ldiradi va yana ma'lum hajmdagi suyuqlik markazdan qochma kuch ta'sirida g'ildirakning chekkalariga chiqarib tashlanadi. Shunday qilib, bu jarayon uzluksiz davom etadi va suyuqlikning markazdan qochma nasos orqali o'tadigan uzluksiz oqimi vujudga keladi.

Suyuqlikning ishchi g'ildirak orqali oqib o'tishida dvigatelning mexanik energiyasi suyuqlik oqimi energiyasiga aylanadi.

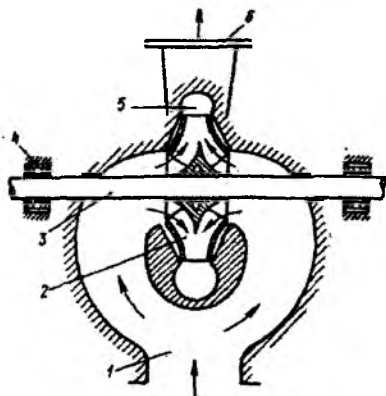
Markazdan qochma nasoslarning quyidagi turlari mavjud.

1. G'ildiraklarning soniga ko'ra: *bir bosqichli* va *ko'p bosqichli* nasoslar bo'ladi. Ko'p bosqichli nasoslarda suyuqlik ketma-ket ulangan ish g'ildiraklari orqali o'tadi. Bunday g'ildiraklarda bosim belgilangan miqdorgacha asta-sekin ortib boradi.

2. Ishchi g'ildirak valining joylashuviga ko'ra; *gorizontal* va *vertikal* nasoslar;

3. So'rish turiga ko'ra: suyuqlik *bir tomonlama* va *ikki tomonlama* so'riladigan nasoslar (3.13 - rasm).

4. Hosil qilinadigan bosimga ko'ra: *past bosimli* (20 metrgacha), *o'rta bosimli* (20–60 m) va *yuqori bosimli* (60 m dan yuqori) nasoslar.



3.13 - rasm. Ikki tomonlama soʻriladigan nasos sxemasi:

- 1 – soʻrish konfuzori; 2 – ishchi gʻildirak; 3 – val; 4 – podshipniklar;
5 – spiralsimon suv chiqarish qurilmasi; 6 – bosim diffuzori.

Bir bosqichli nasoslarning napori 120 metrgacha, ish unumdorligi $12 \text{ m}^3/\text{s}$ gacha borib yetadi. Koʻp bosqichli markazdan qochma nasoslarning napori 2000 metrgacha, ish unumdorligi 100 l/s gacha yetadi.

Markazdan qochma nasoslarning Oʻzbekistonda qabul qilingan rusumlari quyidagicha:

1. Ikki tomonlama soʻriladigan nasoslar – masalan, Д630 – 90 bunda, Д – ikki tomonlama soʻrilish, 630 – ish unumdorligi, m^3/soat , 90 – napori, m.

2. Bir tomonlama, konsolli markazdan qochma nasoslar – masalan, K200 – 125 – 330, bunda, K – konsolli, 200 – nasosning kirish qismi diametri, mm, 125 – nasosning chiqish qismi diametri, mm, 330 – ishchi gʻildirak diametri, mm.

A40ГH – 0,55/21, bunda A – agregat, Г – gorizontal, 0,55 – ish unumdorligi, m^3/s , 21 – napori, m, 40 – bosim quvuri diametri, sm.

3. Vertikal markazdan qochma nasoslar, masalan, 2400B – 25/40, bunda, 2400 – nasosning kirish qismi diametri, mm, B – vertikal, 25 – ish unumdorligi, m^3/s , 40 – napori, m.

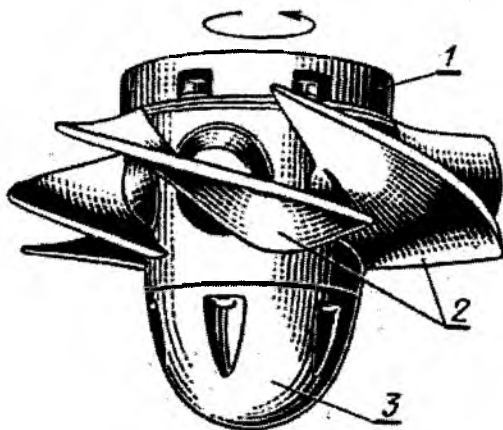
Oʻqli nasoslar $0,072 - 40,5 \text{ m}^3/\text{s}$ suv berish qobiliyatiga ega boʻlib, 2,5 – 26 metr napor qiymatlariga ega. Bu nasoslarning ishchi gʻildiragi propellerlarni eslatadi, shu sababli bu nasoslar baʼzan propeller nasoslar ham deb ataladi (3.14-rasm). Ushbu nasoslarning eng yirigi

Qarshi Bosh kanali nasos stansiyalariga o'rnatilgan. O'qiy nasoslar ikki xil ishchi g'ildirakka ega – O turdagi ishchi g'ildiraklarning parraklari burilmaydigan qilib o'rnatilgan, OP turdagi ishchi g'ildirakning parraklari buriladi, bu esa nasos ish rejimini o'zgartirish imkonini beradi. O'qiy nasoslar vertikal va gorizontol holda o'rnatilishi mumkin, ba'zan gorizontol o'rnatilgan nasoslar maxsus kapsulada ham joylashadi. 3.14 a, b-rasmda o'qiy nasos sxemasi berilgan. Ishchi g'ildirakdan 1 chiqayotgan suv oqimi bir oz aylanma harakatga ega bo'ladi. Uni o'q bo'ylab parallel holda yo'naltirish uchun ishchi g'ildirakdan keyin yo'naltiruvchi apparat 3 o'rnatiladi.

O'qiy nasoslarning respublikada qabul qilingan rusumlari quyidagicha:

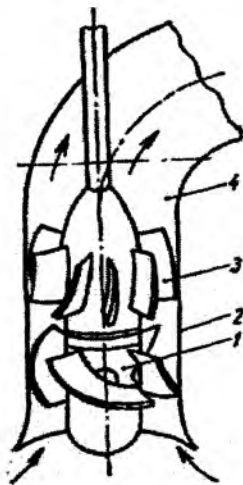
1. Masalan, ОПВ10 – 260, bunda О – osevoy (o'qli), П – parraklari buriluvchi, В – vertikal, 10 – modifikatsiya nomeri, 260 – ishchi g'ildirak diametri, sm.

2. А50ГО – 0,5/10, bunda А – agregat, 50 – bosim quvuri diametri, sm, Г – gorizontol, О – osobiy(maxsus), 0,5 – ish unumdorligi, m^3/s , 10 – nabori, m.



3.14, a - rasm. O'qiy nasos ishchi g'ildiragi:

1 – vtulka; 2 – parraklar; 3 – konus.



3.14, b - rasm. O'qiy nasos sxemasi:

1 – ishchi g'ildirak; 2 – kamera; 3 – yo'naltiruvchi apparat; 4 – suv chiqarish qurilmasi.

3.2.3. Parrakli nasoslarda oqim harakati

Bu harakat gidroturbinalardagi oqim harakatiga o'xshash bo'ladi (3.3.1). Suyuqlik ishchi g'ildirakka aksial yo'nalishda, ya'ni o'q bo'ylab ϑ_0 tezlik bilan beriladi. Ishchi g'ildirakda oqimning yo'nalishi radial holatga, ya'ni uning o'qiga perpendikular yo'nalishga o'zgaradi (3.15 - rasm). Parraklar orasiga ϑ_1 tezlik bilan kirgan suyuqlik va undan ϑ_2 tezlik bilan chiqib ketadi. Suyuqlik ishchi g'ildirakda bir tomondan u bilan birgalikda aylanma harakatda ishtirok etadi, ikkinchi tomondan markazdan qochma kuchlar ta'sirida parrakka nisbatan ω tezlik bilan harakatlanadi. Nisbiy harakat berilgan nuqtada parrak yuzasiga, aylanma harakat esa g'ildirak aylanisiga urinma yo'nalishiga ega bo'ladi. Matematik umumlashtirishni soddalashtirish uchun suyuqlik harakatini parrak holatiga mos ravishda amalga oshiriladi deb hisoblaymiz. Ishchi g'ildirakka kirish qismidagi tezliklar va burchaklar qiymatlari «1» indeksi bilan, chiqishda esa «2» indeksi bilan ifodalanadi. Ishchi g'ildirak aylanishida tezliklar qiymatlarini topish uchun ularning vektor qiymatlarini parallelogramm qoidasi bo'yicha qo'shamiz. Bunda α aylanma va mutlaq tezliklar orasidagi burchakni, β aylanma tezlikning

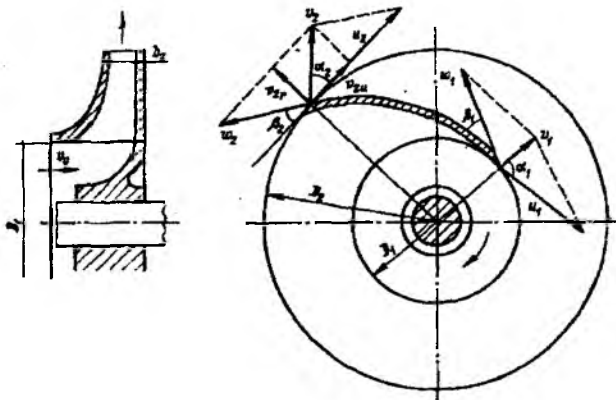
teskari yo'nalishi va nisbiy tezlik yo'nalishi orasidagi burchakni ifoda etadi.

Bu holda, suyuqlikning mutlaq tezligi aylanma va nisbiy tezliklarining geometrik yig'indisiga teng bo'ladi.

$$\vec{g} = \vec{\omega} + \vec{u} \quad (3.71)$$

Aylanma harakatning vektor yo'nalishiga perpendikular bo'lgan tezlikni radial tezlik deb ataymiz.

$$g_r = g \cdot \sin \alpha \quad (3.72)$$



3.15 - rasm. Suyuqlik oqimining markazdan qochma nasos ishchi g'ildiragidagi harakati.

Bu tezlik qiymatini shunday aniqlash mumkin

$$g_r = \frac{Q}{f} = \frac{Q}{2\pi \cdot r \cdot b \cdot \psi} \quad (3.73)$$

bunda, r – ishchi g'ildirakning qarayotgan nuqtaga mos keladigan radiusi, ψ – oqim ko'ndalang kesim yuzasining parraklar bilan qisilish koeffitsiyenti, bu qiymat $\psi = 0,75 - 0,83$ ga teng, b – parraklar kengligi. U holda tezliklar uchburchagi bo'yicha nisbiy tezlik qiymati quyidagicha aniqlanadi.

$$\omega = \frac{g_r}{\sin \beta} = \frac{Q}{2\pi \cdot r \cdot b \cdot \psi \sin \beta} \quad (3.74)$$

Xuddi shuningdek, mutlaq tezlik qiymatini ham aniqlaymiz.

$$g = \frac{g_r}{\sin \alpha} = \frac{Q}{2\pi \cdot r \cdot b \cdot \psi \sin \alpha} \quad (3.75)$$

Ishchi g'ildirakdagi oqim zarrachalarining aylanma harakati tezligi quyidagicha aniqlanadi.

$$u = \pi \cdot D \cdot n / 60, \quad (3.76)$$

bunda, D – ishchi g'ildirakning qaralayotgan nuqtaga mos keladigan radiusi, n – g'ildirak aylanishlar soni.

Yuqoridagilardan kelib chiqib aytish mumkinki, ishchi g'ildirakning suyuqlik oqimiga ta'siri darajasi uning diametriga, parraklar shakli va soniga hamda g'ildirak aylanishlar soniga bog'liq bo'ladi.

O'qiy nasoslarda suyuqlik ishchi g'ildirakka o'q bo'ylab kirib keladi va ushbu yo'nalishda davom etadi, shu tufayli radial tezlik nolga teng bo'ladi. Ishchi g'ildirak diametri kirishda va chiqishda bir xil bo'lganligi uchun aylanma tezlik qiymati o'zgarmaydi.

$$u_1 = u_2 = \pi \cdot D_1 \cdot n / 60 = \pi \cdot D_2 \cdot n / 60, \text{ chunki } D_1 = D_2$$

Mutlaq tezlik vektorining vertikal tekislikka (o'q yo'nalishiga) proeksiyasi o'qiy tezlik deb ataladi va u quyidagicha aniqlanadi.

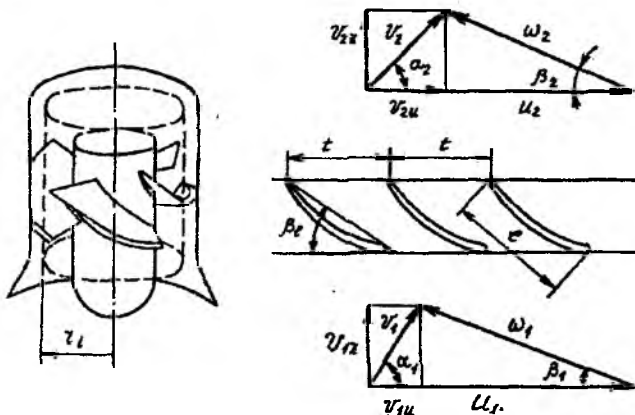
$\mathcal{Q}_z = \mathcal{Q} \sin \alpha = \omega \cdot \sin \beta$, bu qiymat ishchi g'ildirakka kirishda ham chiqishda ham bir xil qiymatga ega bo'ladi, ya'ni $\mathcal{Q}_{z1} = \mathcal{Q}_{z2}$. O'qli tezlik qiymati geometrik o'lchamlar bo'yicha quyidagicha aniqlanadi:

$$\mathcal{Q}_z = \frac{4Q}{\pi(D^2 - d_v^2)} \quad (3.77)$$

bunda, D – ishchi g'ildirak diametri, d_v – vtulka diametri.

Shunday qilib, o'qli nasoslarda parraklarga kirishda va chiqishda tezliklar uchburchagi bir xil asosga ega va ularning balandligi teng bo'ladi (3.16 - rasm).

Markazdan qochma nasosning ishchi g'ildiragi aylanganda naporining o'zgarishi nimalarga bog'liqligini ko'rib chiqamiz. Buning uchun 3.17 - rasmda tasvirlangan nasosning bosim quvuridagi qulfagi yopiq deb faraz qilamiz. Bu holda, nasos energiyasi ishchi g'ildirakka kirishdagi $P_1 / \rho g$ bosimni undan chiqishdagi $P_2 / \rho g$ bosimga oshirishga sarf bo'ladi. Qulfakning asta-sekinlik bilan ochilishi jarayonida suyuqlik bosim quvuriga oqa boshlaydi va bunda ishchi g'ildirakning kirish qismidagi nisbiy tezlik ω_1 parraklar orasidagi ko'ndalang kesim yuzasining oshishi hisobiga ω_2 gacha kamayadi. Buning natijasida ishchi g'ildirakdan chiqishda bosim oshadi.



3.16 - rasm. O'qli nasos ishchi g'ildiragida oqim tezligining uchburchaklari.

3.2.4. Parrakli nasoslarning asosiy tenglamasi

$$\frac{u_2^2 - u_1^2}{2g} + \frac{a_1^2 - a_2^2}{2g} = \frac{p_2}{\rho g} - \frac{p_1}{\rho g} = H_p \quad (3.78)$$

bunda, H_p – nasosda potensial energiyaning o'zgarishi hisobiga yuzaga kelgan napor.

Kirish va chiqishdagi bosimlar qiymatlari quyidagicha aniqlanadi.

Agar napor yo'qolish qiymatini hisob olmasak,

$$\frac{p_1}{\rho g} = \frac{p_a}{\rho g} - \left(\frac{g_1^2}{2g} + h_{\text{vor}} \right), \quad (3.79)$$

bunda, g_1 – ishchi g'ildirakka kirishdagi oqim tezligi.

$$\text{Xuddi shuningdek, } \frac{p_2}{\rho g} = \frac{p_a}{\rho g} + h_{\text{bas}} - \frac{g_2^2}{2g} \quad (3.80)$$

Olingan natijalarni (3.96) ga qo'yib, nasosning to'liq nazariy naporini H_{naz} deb belgilab hamda $\rho g = \gamma$ ekanligini hisobga olib quyidagilarni aniqlaymiz.

$$\frac{p_2}{\gamma} - \frac{p_1}{\gamma} = H_p = \frac{p_a}{\gamma} + h_{bos} - \frac{g_2^2}{2g} - \frac{p_a}{\gamma} + \left(h_{so'r} + \frac{g_1^2}{2g} \right).$$

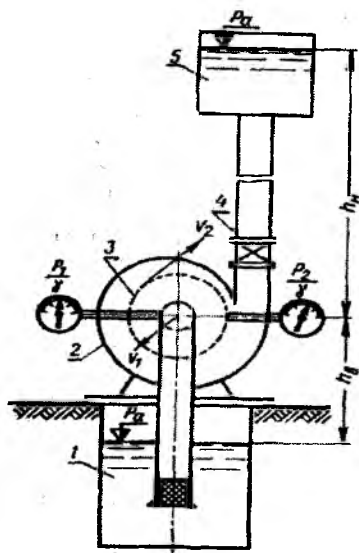
$$H_p = \frac{p_2}{\gamma} - \frac{p_1}{\gamma} = h_{bos} + h_{so'r} - \frac{g_2^2}{2g} + \frac{g_1^2}{2g},$$

$$\frac{u_2^2 - u_1^2}{2g} + \frac{\omega_2^2 - \omega_1^2}{2g} = h_{bos} + h_{so'r} - \frac{g_2^2}{2g} + \frac{g_1^2}{2g}, \quad (3.81)$$

$$h_{bos} + h_{so'r} = H_n$$

$$H_n = \frac{u_2^2 - u_1^2}{2g} + \frac{\omega_2^2 - \omega_1^2}{2g} + \frac{g_2^2 - g_1^2}{2g},$$

$$H_n = H_p + \frac{g_2^2 - g_1^2}{2g}.$$



3.17 - rasm. Nasos qurilmasi sxemasi:

1 – suv olish inshooti; 2 – markazdan qochma nasos; 3 – ishchi g'ildirak; 4 – qulfak; 5 – bosimli rezervuar.

Bu tenglama markazdan qochma nasosning asosiy tenglamasi deyiladi va u nasosdagi kinetik energiyaning o'zgarishini ko'rsatadi.

(3.81) tenglamani ω_1 va ω_2 larni kosinuslar teoremasi

$\omega^2 = u^2 + g^2 - 2u \cdot g \cos \alpha$ bo'yicha ekanligini hisobga olib quyidagi holga keltiramiz.

$$F_n = \frac{g_2 u_2 \cdot \cos \alpha_2 - g_1 u_1 \cdot \cos \alpha_1}{g} \quad (3.82)$$

Bu tenglama L. Eyler tenglamasi deb ataladi. Agar suyuqlik ishchi g'ildirakka radial holda kirsam yoki $\alpha_1 = 90^\circ$ bo'lsa (3.82), formula quyidagi ko'rinishga keladi.

$$F_n = \frac{g_2 u_2 \cdot \cos \alpha_2}{g} = \frac{u_2 u_2}{g} \quad (3.83)$$

3.2.5. Nasoslarni modellashtirish. Nasoslar ko'rsatkichlarini qayta hisoblash formulalari

Nasoslarni modellashtirishning asosiy maqsadi laboratoriya sharoitida yirik nasoslarning kichraytirilgan modellarida olib borilgan tajribalar natijalari asosida o'xshashlik mezonlariga amal qilgan holda nasoslarning haqiqiy ko'rsatkichlarini aniqlashdan iboratdir. Bundan tashqari nasosning biron bir ko'rsatkichining o'zgarishi uning boshqa parametrlariga qanday ta'sir qilishini oldindan aniqlashni ham model-lashtirish natijalari va ularni qayta hisoblash asosida amalga oshirish mumkin. Hidroenergetik qurilmalarni modellashtirishga qo'yiladigan talablar bir xil bo'lganligi uchun nasoslarni modellashtirish tartibi va qoidalarini (3.17 va 3.18) dagidek qabul qilamiz. Shunga asosan nasos-larning modellarda olingan natijalari asosida haqiqiy nasos ko'rsatkich-larini hisoblash formulalari quyidagilardan iborat:

$$\begin{aligned} \frac{n^1}{n^{11}} &= \frac{D_1^{11}}{D_1^1} \sqrt{\frac{H^1}{H^{11}}}; & \frac{Q^1}{Q^{11}} &= \left(\frac{D_1^1}{D_1^{11}} \right)^3 \cdot \frac{n^1}{n^{11}}; \\ \frac{N^1}{N^{11}} &= \left(\frac{D_1^1}{D_1^{11}} \right)^5 \cdot \left(\frac{n^1}{n^{11}} \right)^3; & \frac{H^1}{H^{11}} &= \left(\frac{n^1}{n^{11}} \right)^2 \left(\frac{D_1^1}{D_1^{11}} \right)^2 \end{aligned} \quad (3.84)$$

bunda, ko'rsatkichlardagi «1» indeksi model nasosda olingan natijalar, «2» indeksi bilan berilgan ko'rsatkichlar haqiqiy nasos ko'rsatkichlari hisoblanadi.

D_1 – ishchi g'ildirak diametri, Q , H , N , n – nasosning ish unumdorligi, napori, quvvati va aylanishlar soni qiymatlarini ifoda etadi.

Bu formulalar nasoslar ko'rsatkichlarini qayta hisoblash formulalari deb ataladi.

Qayta hisoblash formulalarida nasosning f.i.k. qiymatlari keltirilmagan. Buning asosiy sababi f.i.k. ni aniq modellashtirish murakkab masala hisoblanadi, shu sababli f.i.k.ni qayta hisoblash formulalari bo'yicha taxminiy natijalarni olish mumkin.

3.2.6. Nasoslarda kavitatsiya hodisasi va ularning chegaralangan so'rish balandligini aniqlash

Suyuqlik oqimida ko'p sonli havo pufakchalarining paydo bo'lishi natijasida oqim tizimining butunligining o'zgarishi kavitatsiya hodisasi deyiladi. Havo pufakchalari asosan nasosda suyuqlik oqish yo'lining bosimi pufakchalar ichki bosimidan kam bo'lgan joylarda paydo bo'ladi. Bunday joylar, asosan so'rish quvuri, ishchi g'ildirakning, parraklarning kirish qismidan iborat. Pufakchalarning ichki bosimining tashqi bosimdan kattaligi ularning o'lchamlarining oshishiga olib keladi va pufakchalar bir-biri bilan qo'shilishib kavernalar hosil qilishadi. Pufakchalar va kavernalar suyuqlik bilan oqib ishchi g'ildirak kirish qismiga yetib kelishganda, oqimning bosimi pufakchalar ichki bosimidan oshib ketadi va natijada ular bir zumda yo'q bo'lib, havo, gazlar kondensatsiyalanadi. Bu paytda yuqori bosimdagi oqim zarrachalari katta tezlik bilan hozirgina deyarli vakuummetrik bosimga ega bo'lgan havo, gazlar egallagan bo'shliqqa intiladi va bir-biri bilan urilib juda katta bosimga ega bo'lgan mikro gidrozarbalarni yuzaga keltiradi. Natijada, nasosning suyuqlik oqish qismida yoriqlar, chuqurchalar, ba'zi hollarda qismlarning sinib ketishi kuzatiladi. Kavitatsiya hodisasi ro'y berganda nasosning barcha ko'rsatkichlari keskin pasayib ketadi, shovqin, titrash alomatlari paydo bo'ladi. Bunday holda nasosni zudlik bilan to'xtatish zarur.

Nasosning bir me'yorda, kavitatsiyasiz ishlashi uchun suyuqlik bosimi pufakchalar ichki bosimidan katta bo'lishi kerak. Kavitatsiya eng ko'p ro'y beradigan joy ishchi g'ildirakning kirish qismi hisoblanadi. Shu sababli, ushbu joyda kavitatsiyaning ro'y berishi sharoitini tahlil qilamiz, buning aynan shu kesimdagi bosimni Bernulli tenglamasi orqali aniqlaymiz (3.18 - rasm.).

$$\frac{p_k}{\rho g} = \frac{p_a}{\rho g} - H_{gs} - \frac{\alpha Q_k^2}{2g} - \sum \Delta h_{so'r} \quad (3.85)$$

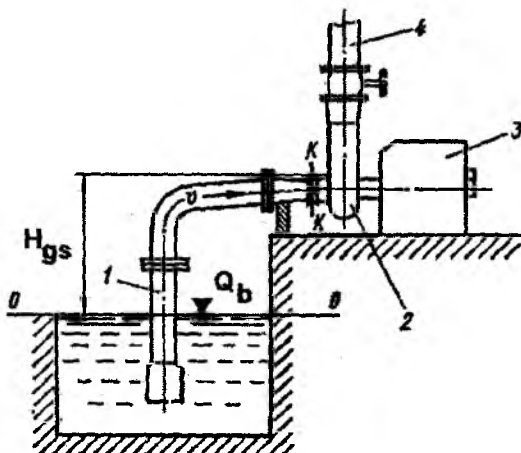
bunda, H_{gs} – nasosning geometrik so‘rish balandligi; p_k – nasosning k – kesimidagi bosimi; p_a – pastki befdagi atmosfera bosimi; $\sum \Delta h_{so'r}$ – so‘rish quvuridagi napor yo‘qolish qiymati; Q_k – ishchi g‘ildirakka kirishdagi oqim tezligi.

Tenglamada 0 – 0 kesimidagi oqim tezligini nolga teng deb qabul qilamiz.

Kavitatsiya hodisasi ro‘y bermasligi uchun k – k kesimda suyuqlik solishtirma energiyasi pufakchalarning ichki solishtirma energiyasidan katta bo‘lishi kerak.

$$\Delta h_k = E_n - E_p = \left(\frac{p_k}{\rho g} + \frac{\alpha Q_k^2}{2g} \right) - \frac{p_v}{\rho g} \quad (3.86)$$

bunda, ortiqcha energiya Δh_k – kavitatsiya zaxirasi deyiladi va bu qiymat nasosning turi va konstruksiyasiga bog‘liq bo‘lib, nasos ish rejimi o‘zgarganda o‘zgaradi. Δh_k qiymatlari laboratoriya sinovlari asosida aniqlanadi. Ishonchli kavitatsiyasiz rejimni ta‘minlash uchun Δh_k qiymati o‘qiy nasoslar uchun $k = 1, 15$, markazdan qochma nasoslar



3.18 - rasm. Nasos qurilmasi sxemasi:

1 – so‘rish quvuri; 2 – nasos; 3 – dvigatel; 4 – bosim quvuri.

uchun $k = 1,2 - 1,4$ koeffitsiyentiga ko'paytiriladi; p_p – pufakchalar ichki bosimi; $E_n - k - k$ kesimdagi suyuqlik solishtirma energiyasi; E_p – shu kesimdagi pufakchalar ichki solishtirma energiyasi.

Chegaralangan so'rish balandligini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$H_{gs} = \frac{p_a}{\rho g} - \frac{p}{\rho g} - k \cdot \Delta h_k - \sum \Delta h_{so'r} \quad (3.87)$$

Amaliy hisob - kitoblar tavsiyasiga ko'ra chegaralangan so'rish balandligi quyidagiga teng.

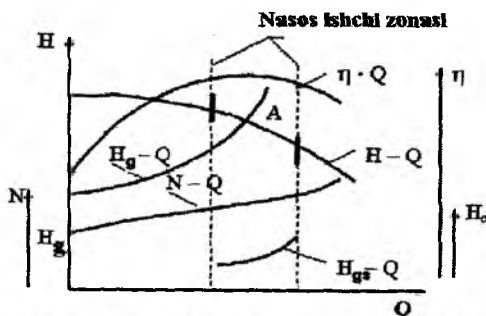
$$H_{gs} = 10 - \frac{\nabla QBSS}{900} - k \cdot \Delta h_k - \sum \Delta h_{so'r} \quad (3.88)$$

3.2.7. Nasoslarning xarakteristikalari

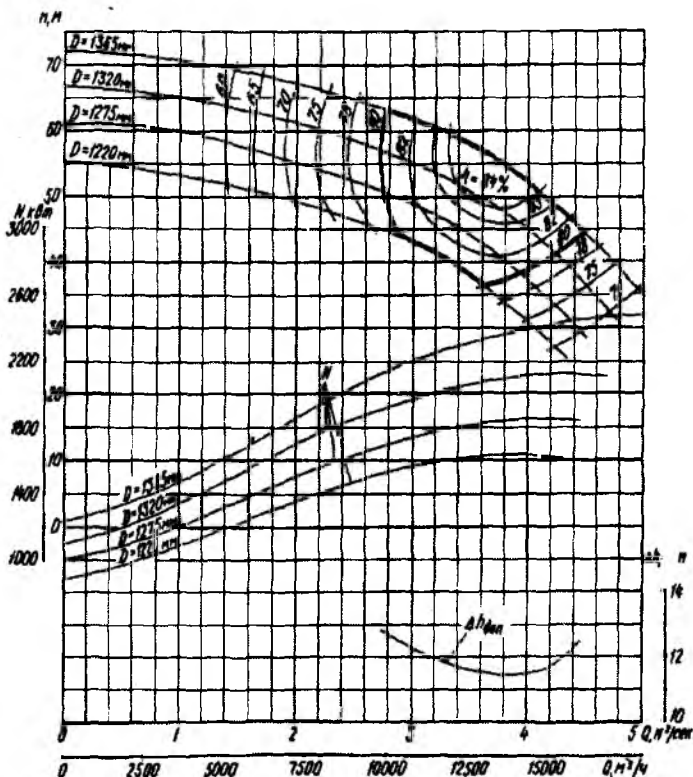
Nasosning asosiy ko'rsatkichlari H , N , η va H_{gs} qiymatlarining uning ish unumdorligi Q qiymatlariga bog'liqligini ifodalovchi egri chiziqli grafiklar *nasos xarakteristikalari* deb ataladi.

Nasos xarakteristikalari tajriba o'lchovlari yordamida aniqlanadi. Xarakteristikalar yordamida nasos ish unumdorligining barcha qiymatlarida uning boshqa parametrlari qanday o'zgarishini oldindan bilish mumkin, bu esa nasos ish rejimini rejalashtirish imkonini beradi. Qo'yilayotgan talablar asosida nasoslarni tanlash ham ularning xarakteristikalari asosida amalga oshiriladi.

Nasos xarakteristikalarini ikki turga bo'lish mumkin: ishchi xarakteristikalar va universal xarakteristikalar. Ishchi xarakteristikalar nasos ish rejimining muayyan bir holatini o'z ichiga oladi (3.19 - rasm).



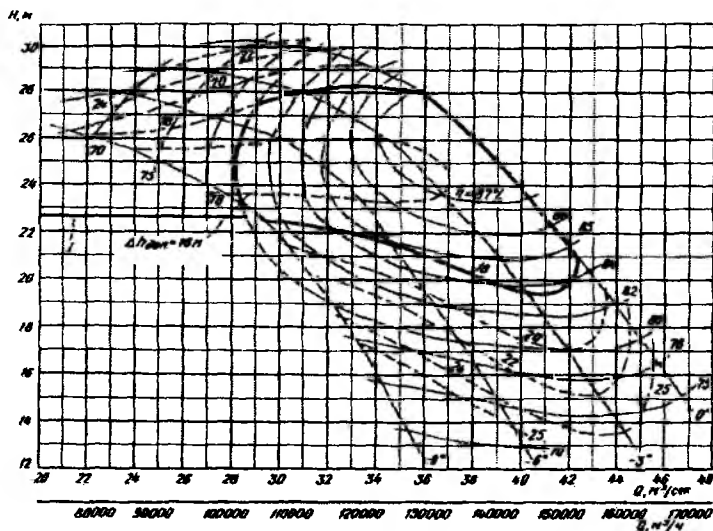
3.19 - rasm. Markazdan qochma nasosning ishchi xarakteristikasi.



3.20 - rasm. Vertikal markazdan qochma 1000B – 4/53 markali nasosning universal xarakteristikasi (Δh_{dop} – kavitatsiya zaxirasi chizig'i).

Bu xarakteristikalar nasos ishchi g'ildiragi va vali aylanishlar sonining o'zgarmas qiymatlarida olinadi. Universal xarakteristikalar nasosning barcha mavjud ish rejimlarini o'zida aks ettirishi mumkin. Universal xarakteristikalar nasos ishchi g'ildiragi va vali aylanishlar sonining bir nechta qiymatlaridagi grafiklarni aks ettirishi mumkin (3.20 - rasm).

O'qiy nasoslarning universal xarakteristikalarida parraklarning burilish burchaklariga (masalan $\varphi = 0^0, - 3^0, - 6^0, - 9^0$) mos keluvchi grafiklar ham beriladi (3.21 - rasm).



3.21 - rasm. OIB10 – 260 vertikal o'qiy nasos universal xarakteristikasi (Δh_{dop} – kavitatsiya zaxirasi chizig'i).

Xarakteristikalarda nasos uchun qulay bo'lgan optimal ish zonalari ajratib ko'rsatiladi (yuqoridagi xarakteristikalarda qalin chiziq bilan ko'rsatilgan), bu zonalar nasos yuqori f.i.k. qiymatlariga ega bo'ladi.

Nasosning ishchi nuqtasi. Nasosning napor xarakteristikasi $H - Q$ bilan quvurlar tizimining xarakteristikasi $H_q - Q$ kesishgan nuqta nasosning ishchi nuqtasi A deyiladi (3.19 - rasm).

Quvurlar tizimining xarakteristikasi $H_q - Q$ $H_q = H_g + \sum \Delta h_q$ bog'lanish asosida quriladi. Demak, nasos ish unumdorligining mavjud barcha qiymatlarida quvurlar tizimidagi napor yo'qolish qiymatining yig'indisi $\sum \Delta h_q$ hisoblanadi va geometrik suv haydash balandligining H_g o'zgarmas qiymatiga qo'shiladi. $\sum \Delta h_q$ qiymatlarini aniqlash

$$\sum \Delta h_q = k \cdot Q^2 \quad \text{formulasi orqali bajariladi.}$$

Bunda k quvurlar tizimining o'zgarmas qarshilik koeffitsiyenti. Formuladan ko'rinib turibdiki, $H_q - Q$ grafigi o'suvchi grafik, chunki Q ning qiymatlari oshishi bilan $\sum \Delta h_q$ qiymatlari ham oshib boradi.

Nasos ishchi nuqtasi $\eta - Q$ grafigidagi eng yuqori cho'qqiga mos kelsa, bunday nuqta *optimal ishchi nuqta* deb ataladi.

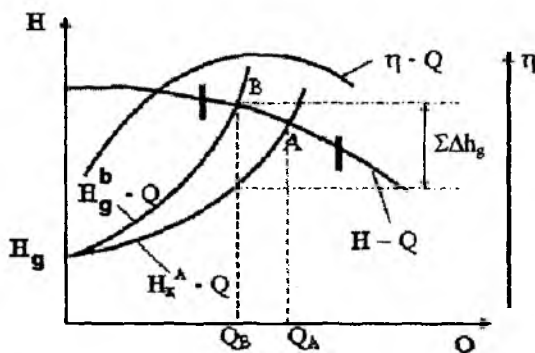
3.2.8. Nasos ish rejimini rostlash usullari

Nasosning napor xarakteristikasini yoki quvurlar tizimining xarakteristikasini suniy ravishda o'zgartirish yo'li bilan nasos ish rejimini talab qilingan ko'rsatkichlarga moslash nasos ish rejimini rostlash deb ataladi.

Nasos ish rejimini rostlashga bo'lgan zaruratning asosiy sababi shundan iboratki, haydab berilayotgan suyuqlik miqdori vaqt mobaynida tez - tez o'zgarib turadi, shuning uchun tizimning moddiy va energetik balansini saqlash maqsadida nasosning asosiy ko'rsatkichlarini talabga mos keladigan qiymatlarga keltirish kerak.

Nasos ish rejimini rostlashning quyidagi usullari bor.

Drossellash usuli. Bu usul keng tarqalgan usullardan bo'lib, asosan markazdan qochma nasoslarda qo'llaniladi. Drossellashning mohiyati shundan iboratki, bosim quvuriga o'rnatilgan qulfak (zadvijka) yordamida haydab berilayotgan suyuqlik sarfini qulfak ochilish darajasini o'zgartirish yo'li bilan rostlash mumkin. Bunda haydab berilayotgan suyuqlik miqdori qulfak ochilish darajasiga mos ravishda ko'payadi yoki kamayadi. Bunday rostlash sodda va oson bajariladi, ortiqcha jihozlar talab qilinmaydi. Lekin drossellash usuli tejamli emas, chunki dvigatel energiyasining bir qismi qulfakdagi qarshiliklarni yengishga sarflanadi. Buni 3.22 - rasmdagi grafikdan ko'rish mumkin. Bosim quvurida qo'shimcha qarshilik $\Sigma\Delta h_q$ paydo bo'lganligi uchun quvurlar tizimi xarakteristikasi $H_q^B - Q$ yanada balandroq ko'tariladi, rejim (ishchi) nuqtasi o'zgaradi (B nuqta) va nasos ish unumdorligi Q_A dan Q_B gacha kamayadi.



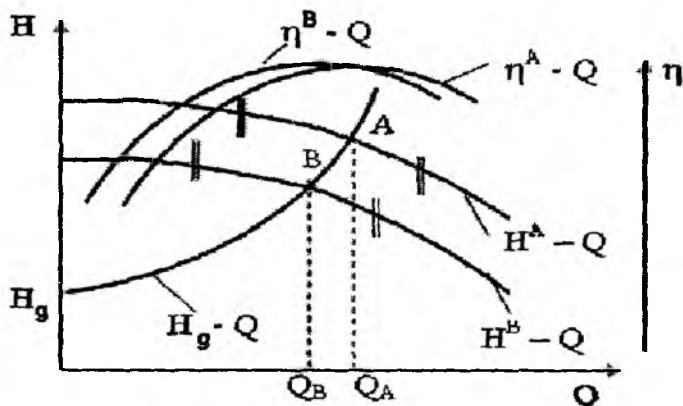
3.22 - rasm. Nasosning ish rejimini drossellash usuli bilan rostlash grafigi.

Nasos vali aylanishlar sonini o'zgartirish usuli bilan rostlash. Bu usul energiya sarfi jihatidan eng tejimli usullardan hisoblanadi. Nasos vali aylanishlar sonini o'zgartirish uning napor xarakteristikasining $H-Q$ proporsionallik qonuniyati asosida o'zgarishiga olib keladi (3.23 - rasm).

Talab qilingan Q_B suv miqdorini berish uchun nasos vali aylanishlar soni n_a dan n_b gacha kamaytiriladi, bunda nasosning napor xarakteristikasi $H^A - Q$ dan $H^B - Q$, f. i. k. xarakteristikasi $\eta^A - Q$ dan $\eta^b - Q$ ko'rinishga keladi va ishchi nuqta A dan B ga o'zgaradi. Nasos vali aylanishlar sonini oshirganda ham xuddi shunday vaziyat yuzaga keladi, lekin bunda yangi $H^B - Q$ xarakteristika $H^A - Q$ ga qaraganda yuqorida joylashadi. Nasosning suv oqish trakti, ishchi g'ildirak geometriyasi ma'lum suv miqdoriga mo'ljallanganligi uchun nasos vali aylanishlar sonini 15 – 20 % dan oshirish tavsiya qilinmaydi.

Valning aylanishlar sonini o'zgartirishning quyidagi usullari mavjud: o'zgaruvchan aylanishlar soniga ega bo'lgan elektrodvigateldan foydalanish, gidravlik, elektromagnit sirg'anuvchi muftalarni qo'llash, fazali rotorning zanjiriga qarshilik kiritish (reostat), dvigatel zanjiriga berayotgan kuchlanishning chastotasini o'zgartirish.

Keyingi paytlarda ko'proq qo'llanilayotgan usul kuchlanish chastotasini o'zgartirish usulidir. Buning asosiy sababi tokning chastotasini o'zgartirish dvigatelning energetik va mexanik ko'rsatkichlarini samarali ravishda boshqarish imkonini beradi.



3.23 - rasm. Nasosning ish rejimini nasos vali aylanishlar sonini o'zgartirish usuli bilan rostlash grafigi.

Nasos ish rejimini o'zgartirishning bulardan tashqari bosim quvuridan so'rish quvuriga ma'lum miqdordagi suvni tashlash usuli, so'rish quvuriga havo kiritish usuli, ishchi g'ildirakni yo'nish usuli va boshqalar mavjud. Lekin bu usullar qo'llash diapazoni cheklanganligi, nasos f. i. k. ga salbiy ta'sir ko'rsatganligi uchun keng qo'llanilmaydi.

O'qiy nasoslarda ish rejimini rostdlash uchun buriluvchi parraklardan foydalaniladi. Parraklarning burilish burchaklariga mos keluvchi napor xarakteristikalarini nasoslarning universal xarakteristikalarida (3.21 - rasm) beriladi.

3.2.9. Nasoslarning birgalikdagi ishi

Nasoslarning ishlash jarayonida shunday holat yuzaga kelishi mumkinki, bir yoki bir nechta nasosning alohida ishlashi ularning bir tizimda birgalikda ishlashiga qaraganda kam samara berishi mumkin. Shunday hollarda nasoslarning birgalikda ishidan foydalaniladi. Nasoslar birgalikda parallel yoki ketma-ket ishlashi mumkin.

Nasoslarning parallel ishi. Agar bir nechta nasos bir vaqtda umumiy bosim quvuriga suyuqlik haydab bersa, ularning bunday ishi *parallel ishlashi* deb ataladi. Nasoslarni parallel ulashdan asosiy maqsad bosim quvuriga sarf bo'ladigan xarajatlarni kamaytirishdir, chunki umumiy bosim quvuri qurilishiga sarf bo'ladigan xarajatlar har bir nasos bosim quvurlariga sarf bo'ladigan xarajatlar yig'indisidan ancha kam bo'ladi.

Nasoslarning parallel ishlashi uchun quyidagi talablarni bajarish zarur:

a) nasoslar markasi bir xil yoki napor va ish unumdorligi qiymatlari bir - biridan kam farq qilishi kerak;

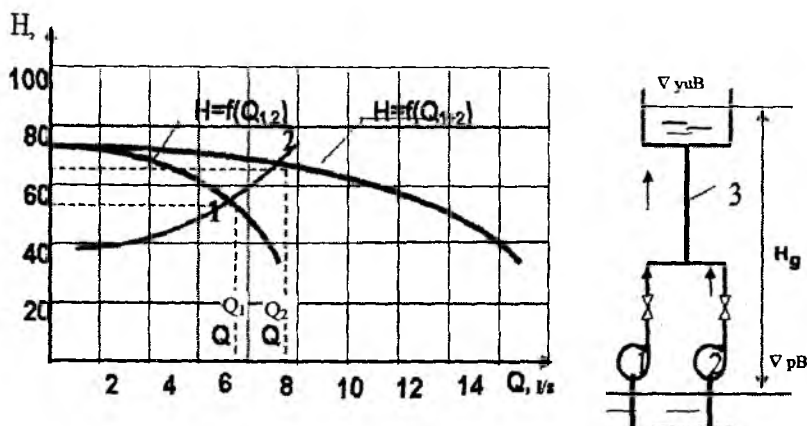
b) umumiy bosim quvurining optimal diametri texnik - iqtisodiy hisoblar yordamida aniqlanishi kerak;

d) bitta bosim quvuriga uchtdan ortiq nasoslarni ulash maqsadga muvofiq emas.

Parallel ishlayotgan ikkita bir xil nasosning umumiy napor xarakteristikasini $H=f(Q_{1+2})$ qurish uchun quyidagi qoidalariga amal qilish zarur.

H ning qiymatlariga mos keluvchi $Q_{1,2}$ qiymatlar ikkiga ko'paytirilib $Q_{um} = 2 Q_{1,2}$ qiymati topiladi va bu qiymatga hamda H ga mos keluvchi koordinata nuqtasi topiladi va xuddi shu tartibda qolgan nuqtalar ham topilib, ular egri chiziq bilan birlashtiriladi. Napor

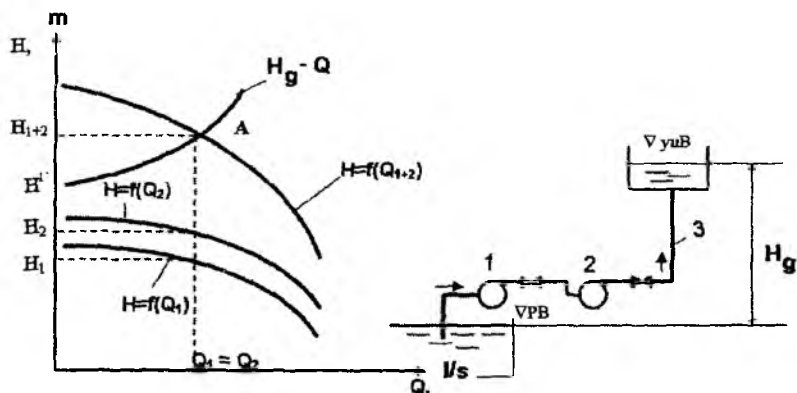
xarakteristikalari har xil bo'lgan nasoslarning umumiy napor xarakteristikasini $H=f(Q_{1+2})$ qurish uchun ikkala nasos ham $H = \text{const}$ bo'lgan qiymatlarida $Q_{\text{um}} = Q_1 + Q_2$ qiymatlari topiladi. 3.24-rasmda 1 - nuqta bitta nasosning ishchi nuqtasi, 2 - nuqta ikkala nasosning parallel ishidagi ishchi nuqtasi hisoblanadi, bunda Q_1 - bitta nasosning ish unumdorligi, $Q_2 = Q_{\text{um}}$ ikkala nasosning umumiy ish unumdorligi.



3.24 - rasm. Nasoslarning parallel ishlashi grafigi va sxemasi:
1, 2 – nasoslar , 3 – umumiy bosim quvuri.

Nasoslarning ketma - ket ishi. Birinchi nasos manbadan olingan suyuqlikni ikkinchi nasosning so'rish quvuriga yetkazib bersa, ikkinchi nasos uchinchi nasos so'rish quvuriga va hokazo, oxirgi nasos suyuqlikni umumiy bosim quvuriga haydab bersa, nasoslarning bunday ishi ularning *ketma - ket ishlashi* deyiladi.

Uzoq masofalarga yoki katta balandlikka suyuqlikni yetkazib berishda bitta nasosning nabori yetarli bo'lmaydi, shunday hollarda nasoslar ketma - ket ulanadi. Demak, ushbu tizimni qo'llashdan asosiy maqsad nasos qurilmasining umumiy naborini oshirishdir, bunda ma'lumki, qurilmaning ish unumdorligi o'zgarmaydi, ya'ni $Q_1 = Q_2$ (3.25 - rasm).



3.25 - rasm. Nasoslarning ketma - ket ishlashi grafigi va sxemasi:
1, 2 – nasoslar; 3 - umumiy bosim quvuri.

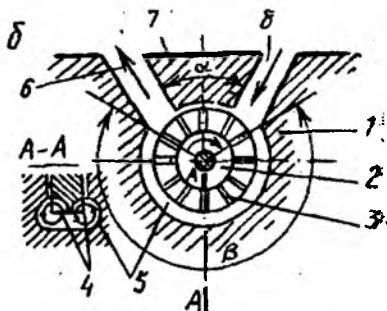
Grafikdan ko‘rinib turibdiki, talab qilinayotgan geometrik balandlik H_g ikkala nasosning ham naporidan (H_1, H_2) katta. Ketma - ket ishlayotgan ikki nasosning umumiy napor xarakteristikasini qurish uchun $Q_1=Q_2$ ga mos keluvchi napor qiymatlari qo‘shiladi, ya’ni $H_{1+2}=H_1+H_2$. Q ning qolgan qiymatlari uchun ham xuddi shuningdek, H_{1+2} ning boshqa qiymatlari topilib, olingan nuqtalar egri chiziq bilan birlashtiriladi va umumiy napor xarakteristikasi quriladi $H=f(Q_{1+2})$. Ushbu xarakteristikaning quvurlar tizimi xarakteristikasi $H_g - Q$ bilan kesishgan nuqtasi ketma-ket ishlayotgan nasoslar ishchi nuqtasi deyiladi.

Shuni ta’kidlash lozimki, ketma-ket ishlaydigan nasoslar qurilmasida nasoslar soni ikkitadan ortiq bo‘lishi maqsadga muvofiq emas, chunki nasoslarni ketma-ket ulashda ularning f. i. k. pasayadi, ba’zi qismlar orasidan suyuqlik sizib chiqish xavfi oshadi, nasosning mahkamlik darajasiga putur yetishi mumkin. Nasoslarni tanlashda iloji boricha bir xil nasoslarni tanlash kerak yoki ularning ish unumdorligi va napor qiymatlari bir - biriga yaqin bo‘lishi kerak.

3.2.10. Nasoslarning boshqa turlari

Uyurmaviy nasoslar. 3.26-rasmda uyurmaviy nasosning sxemasi ko‘rsatilgan. Qo‘zg‘almas korpus (1) ning ichida ish g‘ildiragi (2) joylashgan, uning gardishida ikki qator kalta radial parraklari (3) bor. G‘ildirakning ikkala tomonida joylashgan bu ikki qo‘shni parraklar bir -

biri bilan bo'shliqlar (4) hosil qiladi. G'ildirak (2) bilan korpus (1) orasida halqa shaklidagi oraliq (5) bo'lib, unga so'rish quvuri (8) orqali suyuqlik beriladi va bu suyuqlik oraliqni (5) va g'ildirakdagi bo'shliqni (4) to'ldiradi.



3.26 - rasm. Uyurmaviy nasos sxemasi:

1 – korpus; 2 – ishchi g'ildirak; 3 – parraklar; 4 – bo'shliq; 5 – oraliq;
6 – bosim quvuri; 7 – ko'prikcha; 8 – so'rish quvuri.

Ish g'ildiragi (2) aylanganida bo'shliq (4) va oraliq (5) dagi suyuqlik parraklar bilan aylanadi va markazdan qochuvchi kuch ta'sirida bo'shliqlarda buralib, *A-A* kesimda aylanma strelkalar bilan ko'rsatilganidek uyurma hosil qiladi. Shunday qilib, halqa shaklidagi oraliqda o'ziga xos juft aylanma uyurmali harakat yuzaga keladi, shu sababli nasos shunday nom olgan. Bunda suyuqlik zarrachalari vintsimon harakatda bo'lib, har bir parraklararo bo'shliqqa kirganda parraklardan qo'shimcha energiya oladi.

Shu sababli uyurmaviy nasoslar markazdan qochma nasoslarga qaraganda 2 – 4 baravar bosim hosil qilishi mumkin. So'rish va bosim quvurlari o'rtasida suyuqlikning so'rish quvuri tomoniga o'tishiga imkon bermaydigan juda kichik tirqishli ko'prikcha (7) bor.

Uyurmaviy nasosning afzalliklaridan yana biri ishga tushirishdan oldin uni suyuqlik bilan to'ldirish shart emas, chunki nasosning o'zi so'rish qobiliyatiga ega.

Bu nasosning kamchiliklari sifatida f. i. k. ning pastligi (0,25 – 0,5) va loyqa, qumli suyuqliklarni haydab berishda tezda ishdan chiqishini ko'rsatsa bo'ladi.

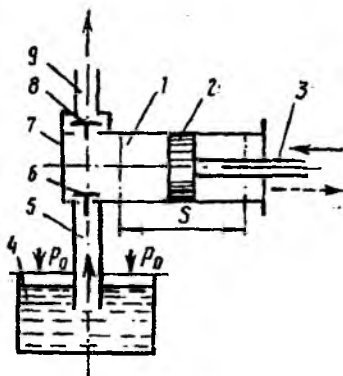
Uyurmaviy nasoslar 1 – 40 m³/soat ish unumdorligiga, 15 – 90 metr napor qiymatlariga ega bo'lishi mumkin.

Porshenli nasoslar. Porshenli nasoslar bilan har qanday qovushqoqlikdagi suyuqliklarni haydash mumkin. Porshenli nasoslardan

oz miqdordagi suyuqliklarni yuqori bosimda haydashda va suyuqlik sarfi o'zgarmas bo'lib, bosim keskin o'zgaradigan hollarda foydalanish qulay.

Porshen (2), silindr (1), shtok (3), ishchi kamera (7), so'rish (6) va haydash (8) klapanlari porshenli nasosning asosiy qismlari hisoblanadi (3.27 - rasm).

Shtok (3) vositasida krivoshipli mexanizm bilan birlashtirilgan porshen (2) silindr (1) ning ichida oldiga - orqaga harakat qiladi. Porshen bilan silindr orasidan suyuqlik sizib chiqmasligi uchun porshenning yon sirtiga metall yoki rezinadan ishlangan zichlash halqalari o'rnatiladi, ular silindrnng ichki devoriga zich yopishib turadi. Silindrda porshenning bir turish nuqtasidan ikkinchi turish nuqtasigacha siljish masofasi S *porshen yo'lining uzunligi* deyiladi.



3.27 - rasm. Porshenli nasos sxemasi.

So'rish quvuri (5) so'rish klapani (6) orqali pastki rezervuar (4) bilan, haydash quvuri (9) esa haydash klapani (8) orqali yuqori rezervuar bilan tutashtirilgan.

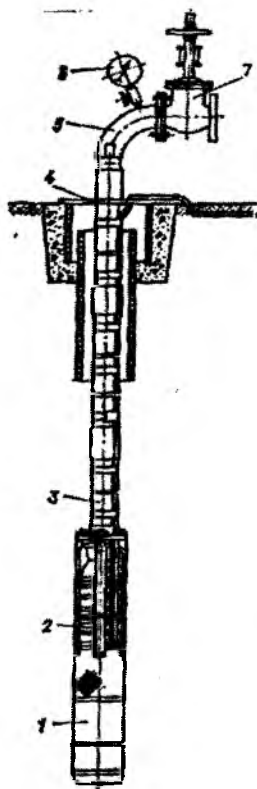
Oddiy porshenli nasos quyidagi prinsipda harakatlanadi: Nasos porsheni so'rish jarayonida o'ngga (orqaga) tomon harakat qiladi. Bunda ishchi kamerada bosim kamayib atmosfera bosimidan kichik bo'lib qoladi. Pastki rezervuardagi suyuqlikning erkin sirti atmosfera bosimi ta'siri ostida bo'lganligi (bu bosim kameradagi bosimdan katta) uchun suyuqlik rezervuardan so'rish quvuri bo'ylab silindrga ko'tariladi va so'rish klapanini ochib nasosning ishchi kamarasini to'ldiradi.

Porshenning o'ngdan chapga (olg'a) tomon teskari harakatida kamerada bosim keskin oshib ketadi, bu esa so'rish klapanining

yopilishiga va haydash klapanining ochilishiga olib keladi. Natijada, ishchi kameradagi suyuqlik haydash klapani orqali haydash quvuriga siqib chiqariladi.

Porshenli nasoslarning ish unumdorligi $0,01 - 250 \text{ m}^3/\text{soat}$, napori $0,25 - 250 \text{ MPa}$ gacha bo'lishi mumkin.

Quduq nasoslari. Quduqlardan suyuqlik ko'tarishga mo'ljallangan nasoslarning eng ko'p tarqalgani cho'kma ЭЦБ markali nasoslardir (3.28 - rasm).



3.28 - rasm. ЭЦБ markali quduq nasos sxemasi:

1 – elektrodvigatel; 2 – nasos; 3 – bosim quvuri; 4 – tayanch plitasi;
5 – tirsak; 6 – manometr; 7 – qulfak.

Bu nasoslar ish unumdorligi $0,63 - 1200 \text{ m}^3/\text{soat}$, napori $12 - 680$ metrgacha qiymatlarga ega bo'lib, diametri $100 - 486 \text{ mm}$ gacha

bo'lgan quduqlarga o'rnatilishi mumkin. Respublikamizda «Suv mash» zavodi bunday nasoslarning 16 – 255 m³/soat ish unumdorligi, 30 – 160 metr napor qiymatlariga ega bo'lgan va 200, 250, 300 mm diametrli quduqlarga o'rnatiladigan rusumlarini ishlab chiqarmoqda. Cho'kma nasoslar markazdan qochma nasoslar bo'lib, ularda yuqori bosim ishchi g'ildiraklarni ketma - ket o'rnatish hisobiga hosil qilinadi. Shu sababli bu nasoslarda ishchi g'ildiraklar soni o'ndan ham oshishi mumkin. Nasosning elektrodvigateli quduq tubiga, qurilmaning eng pastki qismiga joylashtiriladi. Aksariyat hollarda elektrodvigatel cho'lg'ami mahkam suv o'tkazmaydigan polietilen izolatsiyada bo'lib, u uzoq vaqt suvda ishlashi mumkin. Ba'zi hollarda dvigatel statori suv kirishidan himoyalangan silindr ichida joylashadi va u maxsus moy bilan to'ldiriladi.

Cho'kma nasoslar quyidagicha markalanadi, masalan, ЭҚБ 12–255 – 30, bunda, Э – elektrli, Қ – markazdan qochma (sentrobejniy), Б – suvga mo'ljallangan (vodyanoy), 12 – quduqning 25 marta kichraytirilgan diametri, mm, 255 – ish unumdorligi, m³/soat, 30 – napor, m.

3.2.11. Nasos stansiyalarida nasoslarni tanlash

Nasos stansiyalarda texnologik jarayonni amalga oshirishni, ya'ni qo'yilgan talabga monand ravishda suv yetkazib berishni asosiy jihozlar bajaradi.

Asosiy jihozlar tarkibiga iste'molchiga suv yetkazib beruvchi nasoslar va ularni harakatga keltiradigan elektrodvigatellar kiradi.

Nasos stansiyasining asosiy jihozlari texnik iqtisodiy hisoblar asosida stansiyaning suv berish unumdorligi va hisobiy naporiga bog'liq ravishda aniqlanadi.

Nasos stansiyasining suv berish unumdorligini iste'molchi tomonidan qo'yiladigan talab va suv hajmiga qarab aniqlanadi.

Agar nasos stansiyasi ochiq sug'orish sistemasiga xizmat qilsa, unda uning suv berish unumdorligi ixchamlashtirilib keltirilgan gidromodul qiymatiga bog'liq ravishda aniqlanadi, ya'ni:

$$Q_1 = \frac{\omega \cdot q_{ki}}{100 \cdot \eta_{st}}; \quad \text{m}^3/\text{s} \quad (3.89)$$

Bunda, ω – sug'orish maydoni (netto), ga;

q_{ki} – ixchamlashtirib keltirilgan gidromodul, l/sek, ga;

η_{st} – sug'orish tizimi foydali ish koeffitsiyenti;

i – sugʻorish davrlari.

Yuqoridagi formula asosida suv isteʼmol qiymati hisoblab chiqilib, suv isteʼmol grafigi quriladi.

Nasos stansiyasi suv berish unumdorligining hisobiy qiymatiga suv isteʼmoli grafigining maksimal ordinatasi mos keladi, oshirilgan suv berish qiymati undan 10 ... 30 % miqdorda koʻp boʻladi.

Agar nasos stansiyasi yomgʻirlatib sugʻoradigan mashinalarga suv bersa, unda uning suv berish unumdorligi bitta mashina sarf qiladigan suv miqdoriga va bir vaqtda ishlaydigan mashinalar soniga bogʻliq ravishda aniqlandi.

$$Q_i = q_m \cdot n \cdot i, \text{ m}^3/\text{s} \quad (3.90)$$

Bunda, q_m – yomgʻirlatib sugʻoruvchi mashinaning suv sarfi, m^3/s ;

n – bir vaqtda ishlaydigan mashinalar soni;

i – sugʻorish davrlari.

Nasos stansiyasining davrlarga mos keluvchi suv berish unumdorligi qiymatlari nasoslar markasi va sonini aniqlash uchun asos boʻladi.

3.2.12. Nasoslar sonini aniqlash

Nasos stansiyasidagi nasoslar soni odatda, suv isteʼmoli ehtiyojlarini toʻla qondirishga imkon beradigan va eng yaxshi iqtisodiy koʻrsatkichlariga ega boʻlgan variantni texnik - iqtisodiy hisoblar yordamida aniqlash asosida aniqlanadi.

Agar suv isteʼmoli grafigi teng pogʻonali grafik boʻlsa, unda nasoslar sonini quyidagi formula bilan aniqlash maqsadga muvofiqdir.

$$n = \frac{Q_{\max}}{Q_{\min}} \quad (3.91)$$

$Q_{\max}$ va $Q_{\min}$ – suv isteʼmoli grafigining maksimal va minimal suv sarflari qiymati. Bunda bitta nasosning suv berish unumdorligi

$Q_n \approx Q_{\min}$ boʻladi.

Lekin bu holda $Q_{NS} = n \cdot Q_n$ boʻlishini tekshirib koʻrish lozim. Chunki, agar bir nechta nasos bitta umumiy bosim quvuriga suv yetkazib bersa, unda $Q_{NS} < Q_n \cdot n$ boʻladi, bunda, n – umumiy bosim quvuriga suv beradigan nasoslar soni .

Agar suv isteʼmoli grafigi notekis pogʻonali, yaʼni qiymatlari bir - biridan nosimmetrik ravishda farq qilsa, yuqorida keltirilgan usul bilan nasoslar sonini aniqlab boʻlmaydi.

Bunday hollarda nasoslar sonini ko'paytirish yoki har xil suv berish unumdorligiga ega bo'lgan nasoslarni tanlash yaxshi natija berishi mumkin.

Bunda, $Q_n \approx 1/2 Q_{min}$ yoki $n_1 Q_n^I + n_2 Q_n^{II} = Q_{NS}$
 Q_n^I, Q_n^{II} – har xil suv berish unumdorligiga ega bo'lgan nasoslar.
 n_1, n_2 – mos nasoslar soni.

Lekin bunday hollarda shunga e'tibor berish lozimki, stansiyadagi nasoslar soni belgilangan miqdordan oshmasligi kerak. Masalan, nasos stansiyalarida asosiy nasoslardan tashqari zaxira nasoslari ham o'rnatiladi. Bu nasoslarning vazifasi ishdan chiqqan asosiy nasoslarni almashtirish, vegetatsiya davrida ba'zan yuzaga keladigan oshirilgan suv sarflari qiymatlarini ta'minlashdan iboratdir.

Sug'orish sistemasidagi nasos stansiyalar uchun zaxira nasoslari soni har 1... 8 ta nasos uchun 1 ta, ba'zi ichimlik va texnik suv ta'minoti nasos stansiyalarida har 2 – 3 nasosga 1 tadan qabul qilinadi.

3.2.13. Nasoslar markasini aniqlash

Nasoslar markasini nasoslar soni va suv berish unumdorligini hisoblash bilan birgalikda bir nechta variantlarni taqqoslash yo'li bilan aniqlash maqsadga muvofiqdir.

Nasoslarning ekspluatatsiya davrida buzilmasdan ishlashi muhim ahamiyatga egaligi hamda ularning yirik energiya iste'molchilari ekanligi nasoslarni tanlashda aniqlovchi faktorlar hisoblanadi. Shu sababdan tanlanadigan nasoslar mustahkam ekspluatatsiya ko'rsatkichlariga ega bo'lishi va energiyani mumkin qadar kam iste'mol qilishi lozim.

Shunday nasoslar markasi texnik iqtisodiy hisoblar yordamida aniqlanadi. Bu hisoblarda taqqoslanayotgan nasoslarni o'rnatish, quvurlarni, elektr jihozlarni joylashtirish stansiya binosini qurishga sarf bo'ladigan kapital xarajatlar va yillik ekspluatatsiya xarajatlari yig'indisining keltirilgan qiymatlari ko'rib chiqiladi.

Bu qiymatlar minimumi bo'yicha eng iqtisodiy qulay variant aniqlanadi.

Nasoslar markasi maxsus yig'ma grafiklar yordamida hisoblangan ko'rsatkichlar H va Q_n bo'yicha topiladi. H va Q_n qiymatlari albatta, nasoslar ishchi zonasiga to'g'ri kelishi va yuqori foydali ish koeffitsiyentiga ega bo'lishi lozim.

3.3. GEQ larning elektroenergetik jihozlari

Gidroenergetik qurilmalarning elektr qismi gidroturbina yoki nasos bilan bog'langan elektr mashina, transformator va taqsimlash tizimidan iborat. Qurilmaning elektr sxemasiga ko'ra uning hamma elektr uskunalari yopiq xona yoki ochiq havoda o'rnatilishi mumkin.

GES elektr sxemasining birlamchi zanjirida qulay ulanish shakllari qo'llaniladi. Bunga sabab, iste'molchini mukammal va ishonchli ravishda elektr energiya bilan ta'minlash zarur. Masalan, nasos stansiyalar uchun elektr energiya bilan ta'minlovchi sxema mukammal bo'lib, kerakli quvvatni nasos agregatiga ta'minlab beradi. Gidroenergetik qurilmaning elektr mashinalari uchta rejimda ishlashi mumkin.

a) GES larda – generator rejimida.

b) nasos stansiyalarda – dvigatel rejimida.

d) gidroakkumulatsion stansiyalarda – generator, dvigatel, sinxron kompensator va aylanuvchi zaxira rejimida.

GES elektr qismi gidrogenerator, transformator va taqsimlash qurilmalaridan tashkil topadi.

3.3.1. Gidrogeneratorlar, ularning ko'rsatkichlari, turlari va tuzilishi

Gidrogenerator turbinaning mexanik energiyasini elektr energiyasiga aylantirib berish uchun xizmat qiladi. Gidrogenerator qutbli tizimga ega bo'lgan rotordan va bir xil taqsimlangan sterjenli cho'lg'amdan iborat statordan tashkil topadi.

Rotor o'z o'qi atrofida aylanganda qutblar magnit maydonini yuzaga keltiradi va bu maydon stator sterjenlari cho'lg'amini kesib o'tadi, natijada unda elektr yurituvchi kuch paydo bo'ladi. Gidrogenerator elektr tarmog'iga ulanganda stator cho'lg'ami bo'ylab tok oqa boshlaydi va bu generatorda kuchlanishni yuzaga keltiradi.

Rossiyada ishlab chiqariladigan generatorlarning markalanishi quyidagicha qabul qilingan:

$CB \frac{1130}{250} - 48$, bunda CB – sinxron vertikal: 1130 – stator o'zagi (serdechnigi) diametri, sm; 250 – stator serdechnigi uzunligi, sm; 48 – qutblar soni.

Bundan tashqari gidrogeneratorning quyidagi markalari ham qo'llaniladi. BFC –vertikal generator sinxron;

CBΦ – ko‘proq sovutiladigan vertikal sinxron;
 CBO – vertikal sinxron teskari aylanadigan (obratimiy);
 CГK – sinxron gorizontal kapsulali.

Gidrogeneratorning aylanish tezligiga ko‘ra quyidagi turlari mavjud:

- a) 100 ayl/min gacha bo‘lgan sekin yurar gidrogeneratorlar;
- b) 100 – 200 ayl/min gacha bo‘lgan o‘rtacha tezlikli gidrogeneratorlar;
- d) 200 ayl/min dan ortiq bo‘lgan tezyurar gidrogeneratorlar.

Tezyurar gidrogeneratorlar yuqori bosimli qurilmalarda qo‘llaniladi va konstruktiv jihatdan vertikal yoki gorizontal qilib bajarilishi mumkin.

Gidrogeneratorning asosiy parametrlariga quyidagilar kiradi:

1. Gidrogenerator to‘liq quvvati, kVA(MVA).

$$S = \frac{N_t}{\cos \varphi} \quad (3.92)$$

Bunda, N_t – gidroturbina quvvati, kVt; η_{gen} – gidrogenerator f.i.k.;
 $\eta_{\text{gen}} = 90 - 98,5\%$.

Ba‘zan yirik mashinalarning gabarit o‘lchamlarini kamaytirish uchun $\cos \varphi = 0,85 - 0,95$ ga teng qilib olinadi. Kapsulali gidroagregatlar uchun $\cos \varphi = 0,98 - 1,0$.

2. Gidrogenerator faol quvvati kVt, MVt

$$R = S \cos \varphi \quad (3.93)$$

3. Gidrogenerator reaktiv quvvati, kvar, Mvar. (var–reaktiv quvvat o‘lchov birligi, volt -amper reaktiv).

$$Q = S \sin \varphi. \quad (3.94)$$

To‘liq quvvatni tarmoqdagi kuchlanish va tok kuchi orqali ham aniqlash mumkin.

$$S = I \cdot U \sqrt{3} \quad (3.95)$$

Bunda, U – kuchlanish, V, kV;

I – statordagi tok kuchi, A, kA.

Generatordagi kuchlanish standart qiymatlarga ega. $U = 3,15; 6,3; 10,5; 21\text{kV}$.

Agar generator quvvati 50 MVt dan oshsa, unda $U = 13,8; 15,75; 18; 20\text{kV}$ bo‘lishi mumkin.

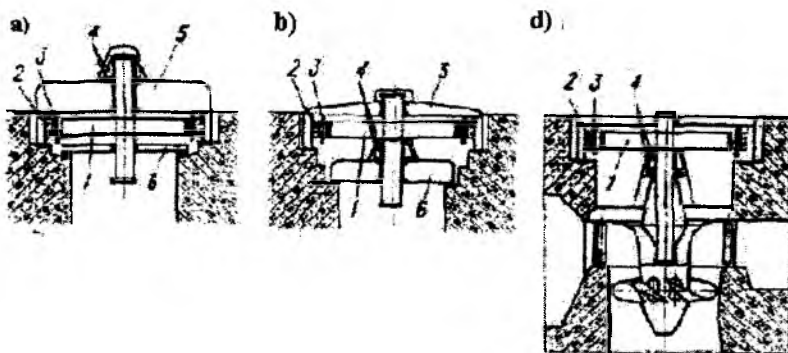
4. Me‘yoriy aylanish chastotasi, ayl/min

$$n_0 \frac{p}{2} = 60 f \quad (3.96)$$

bunda, p – qutblar soni (generator rotorining);

f – tarmoqdagi tok chastotasi, $f = 50$ Gs. Bunday holda $n_0=6000/P$ bo'lishi mumkin. Qutblar soni juft bo'ladi, $n_0>24$ bo'lganda 4 karra sonlarga ega bo'ladi.

Gidrogenerator asosan ikki qismdan iborat; qo'zg'almas qism – stator, aylanadigan qism – rotor.



3.29 - rasm. Vertikal gidrogenerator sxemasi:

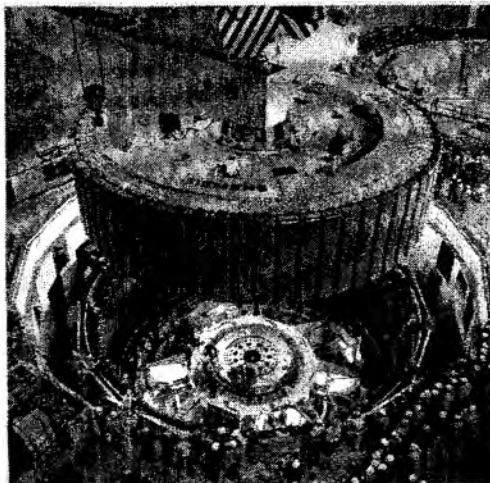
- a) osma turdagi; b) soyabonli generator; d) turbina qopqog'ida tayanch bo'lgan soyabonli generator. 1 – rotor; 2 – stator; 3 – stator cho'lg'ami; 4 – podpyatnik; 5 – yuqori krestovina; 6 – pastki krestovina.

Gidrogenerator o'qining joylashuviga qarab vertikal, gorizontal va egilgan bo'lishi mumkin.

Vertikal gidrogeneratorlar tayanch podshipnik (podpyatnik) joylashishiga qarab ikki turga bo'linadi:

- a) osma generatorlar;
- b) soyabonli generatorlar.

Osma generatorlarda tayanch podshipnik generator ustida joylashadi va bu generatorlar aylanish chastotasi $n_0 > 150$ ayl/min ga, rotor diametri $D < 10$ m ga teng bo'ladi. Soyabonli generatorlarda esa tayanch podshipnik generator ostida joylashadi, ularning aylanish chastotasi $n_0 < 150$ ayl/min, rotor diametri $D < 10$ m ga teng bo'ladi.



3.30 - rasm. Eng katta Itaypu GES generatori tasviri.

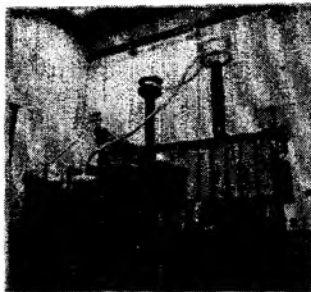
Hozirgi vaqtda eng katta generator Braziliyadagi Itaypu GES ida o'rnatilgan bo'lib, uning quvvati 824 MV.A ga teng (3.30 - rasm). Markaziy Osiyodagi Rogun GESida quvvati 666 MV.A teng generatorlar o'rnatilishi rejalashtirilgan.

3.3.2 Transformatorlar, ularning turlari va asosiy parametrlari

GESlardagi ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasining kuchlanishini o'zgartirish uchun kuchayturuvchi va kamaytiruvchi transformatorlar qo'llaniladi (3.31 - rasm).

Transformator ikki cho'lg'amli yoki uch cho'lg'amli bo'lishi mumkin, ikki cho'lg'amli transformatorlarda umumiy serdechnikda ikkita cho'lg'am joylashadi: past kuchlanishli va yuqori kuchlanishli. Uch cho'lg'amli transformatorlarda umumiy serdechnikda (yurakda) uch cho'lg'am joylashadi: bitta past kuchlanishli, bitta o'rta kuchlanishli, bitta yuqori kuchlanishli.

Transformatorlar uch fazali yoki bir fazali bo'lishi mumkin. Bir fazali transformatorlardan uch fazali transformatorlar uchta bir fazali transformatorlar guruhidan arzon va kam joy talab qiladi.



3.31 - rasm. Itaypu GES transformatori tasviri.

Transformatorlar nominal quvvati quyidagicha:

$N_{trans} = 10, 16, 25, 40, 63, 100, 160, 250, 400, 630, 1000, 1600$ va shunday, kV.A.

3.3.3 Elektr ulash sxemalari

Ishlab chiqarilgan elektr uzatish energiyasi iste'molchilarga elektr uzatish liniyalari orqali yetkazib beriladi.

O'zgaruvchan tok liniyasi 500,750 va 1150 kV va o'zgarmas tok liniyasi 400,750,1100, kV kuchlanish bilan ishlaydi va magistral liniyalar hisoblanadi.

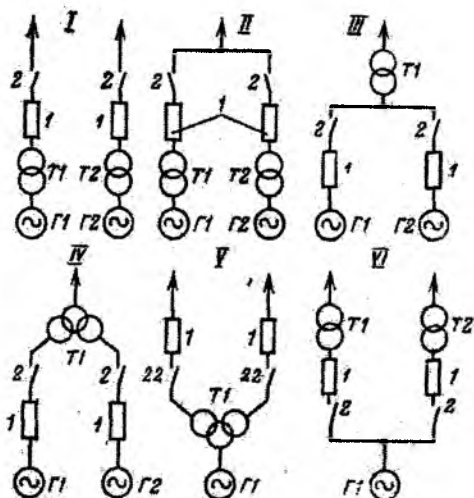
Umuman liniyalar kuchlanishini 3.2-jadval orqali tanlangani ma'qul.

3.2-jadval

Kuchlanish, kV	Liniya uzunligi, km.	Bir zanjirga beriladigan eng katta quvvat, MVt
110	50 – 150	25 – 50
220	150 – 250	100 – 200
330	200 – 300	300 – 400
500	800 – 1200	700 – 1000
750 – 1150	1200 – 2000	1800 – 2200

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, liniya qancha uzun bo'lsa, shuncha kuchlanish va beriladigan quvvat qiymati katta bo'ladi. Buning sababi shundan iboratki, energiya uzoq masofalarga berilganda uning katta miqdori yo'qoladi. Bu yo'qolishni kamaytirish uchun elektr liniyalarda katta kuchlanishda energiya uzatish maqsadga muvofiqdir.

Shu sababli GES larda generatorlarni yuqori kuchlanish hosil qiluvchi transformatorlarga va elektr liniyasiga ulashning zamonaviy va samarali usullari qo'llaniladi (3.32 - rasm).



3.32 - rasm. Bosh transformatorlarni generatorlarga ulash sxemalari.

G1, G2 – generatorlar; T1, T2 – transformatorlar; 1 – o'chirgich; 2 – ajratgich.

I variantda har bir generator o'zining ikki cho'lg'amli, uch fazali kuchlanishni oshiruvchi transformatori bilan ulangan va shu sababli bu sxema blokli sxema deyiladi. Bu sxema ko'p agregatli stansiyalarda, agar iste'molchi boshqa manbalarga ham ulangan bo'lsa qo'llaniladi.

II, III, IV variantlarda ikkita generator bitta liniyaga ulanadi, bu albatta, xarajatlarni ancha kamaytiradi. II sxemada bir xil quvvatga ega bo'lgan ikkita transformator qo'llangan bo'lsa, III sxemada quvvati ikki agregat quvvatiga teng bo'lgan bitta transformator o'rnatiladi. IV sxemada ham bitta bo'laklangan cho'lg'amlarga ega bo'lgan transformator o'rnatiladi, natijada energiyani iste'molchiga uzatish ishonchliligi oshadi, zaxiradagi transformator narxi pasayadi. III va IV sxemalarning kamchiligi shundan iboratki, transformatorni reviziya qilish vaqtida birdaniga ikki generatorni to'xtatishga to'g'ri keladi.

V variantda cho'lg'amlari bo'laklangan bitta transformator yordamida ikkita liniyani energiya bilan ta'minlash sxemasi berilgan,

VI variantda esa teskarisi, bitta generatorning ikkita uch fazali transformator bilan ikkita liniyaga xizmat ko'rsatish sxemasi berilgan. Har bir variant iste'molchilar kategoriyasi, ularda energiya iste'moli xarakteri, ularning joylashishi va energiya yuklanish grafigiga mos ravishda tanlanadi.

3.3.4. Nasos stansiyalarning elektroenergetik jihozlari

Nasoslarni harakatga keltirish uchun ba'zi hollarda ichki yonuv dvigatellari qo'llansada, o'zining ixchamligi, ishonchligi va iqtisodiy jihatdan qulayligi tufayli elektr dvigatellari deyarli barcha nasos stansiyalarda foydalaniladi. Ba'zi bir yirik nasos agregatlardan tashqari, barcha nasoslar elektrodvigatel bilan birgalikda ishlab chiqariladi.

Agar birgalikda chiqarilgan nasoslar o'rnatish talablariga javob bermasa yoki nasos ko'rsatkichlarni biroz o'zgartirishga to'g'ri kelsa, yangi elektrodvigatel tanlanadi. Yangi elektrodvigatel aylanishlar soni nasos aylanishlar soniga to'g'ri kelishi zarur. Uning quvvati quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$N_{dv} = N_n \cdot K_g, \quad \text{kVt} \quad (3.97)$$

N_n – nasos quvvati, kVt

K_g – qo'shimcha quvvat uchun koeffitsiyenti, $K_g = 1,05 \dots 1,15$.

Elektrodvigatellarni tanlashda quyidagi tavsiyalarga e'tibor qilish kerak:

- quvvati 200 kVt gacha bo'lgan nasoslar uchun past voltli asinxron elektrodvigatellar tanlash kerak;
- quvvati 250 kVt dan oshgan nasoslar uchun yuqori voltli elektrodvigatellar tanlash zarur;
- quvvati 400 kVt dan oshgan nasoslar uchun sinxron elektrodvigatellar qo'llash kerak;
- kataloglarda elektrodvigatellar quvvati 35°C harorat uchun beriladi, agar havo temperaturasi bu qiymatdan oshsa, unda dvigatel quvvatini quyidagi formulaga asosan hisoblash zarur.

$$N_{dv} = N_{kat} \cdot K_t, \quad \text{kVt} \quad (3.98)$$

N_{kat} – elektrodvigatelnin katalogda berilgan quvvati, kVt

$K_t = 0,95/0,95 \quad t = 40^{\circ}\text{C}$

$K_t = 0,90/0,875 \quad t = 45^{\circ}\text{C}$

$K_t = 0,85/0,75 \quad t = 50^{\circ}\text{C}$

K_t ning maxrajida berilgan qiymatlari sinxron elektrodvigatellar uchun ko'rsatilgan.

Nasos stansiyalarda o'rnatiladigan elektrodvigatellar ikki turga: asinxron va sinxron elektrodvigatellarga bo'linadi. Asinxron elektrodvigatellarda rotor aylanish chastotasi aylanayotgan magnit maydoni chastotasidan ozroq farq qiladi, shu sababli bu elektrodvigatellar asinxron elektrodvigatellar deyiladi. Qulayligi, arzonligi jihatidan bu elektrodvigatellar kichik va o'rta nasos stansiyalarning deyarli barchasida keng qo'llanilmoqda.

Sinxron elektrodvigatellar o'zgarmaydigan aylanish chastotasi bilan ishlaydi. Bu elektrodvigatellar asinxron elektrodvigatellarga qaraganda quyidagi afzalliklarga ega:

- sinxron elektrodvigatel bir va undan ham ortiqroq bo'lgan quvvat koeffitsiyenti;

- $\cos\varphi$ bilan ishlashi mumkin, bu esa elektr energiyasini tejash imkonini beradi, dvigatel f. i. k. ni oshiradi;

- tarmoqdagi kuchlanishning tebranishi sinxron elektrodvigatel ishiga kam ta'sir qiladi.

Sinxron elektrodvigatellarning asosiy kamchiligi ularni ishga tushirishda maxsus uyg'otuvchi moslamaning zarurligidir. Bu elektrodvigatellarning aylanish chastotasi quyidagiga asoslangan bo'lishi kerak:

$$n = 3000/p, \quad p - \text{qutblar soni.} \quad (3.99)$$

3.4. GEQlarning yordamchi jihozlari

3.4.1 GESning yordamchi jihozlari va ularning turlari

GESning yordamchi jihozlariga ko'tarish - tashish mexanizmlari, yog' xo'jaligi, texnik suv ta'minoti, GESning siqilgan havo bilan ta'minlash xo'jaligi, suvni chiqarib tashlash tizimi (sistemi) va boshqalar kiradi.

Ko'tarish - tashish mexanizmlari. GESning gidroturbina va elektrik jihozlarini montaj qilish, suv darvozalarni, qulfaklarni ko'tarish-tushirish hamda ta'mirlash ishlarini bajarish uchun ko'tarish-tashish mexanizmlari qo'llaniladi.

Ko'tarish-tashish mexanizmlariga osma, ko'priklar va yerda yuruvchi kranlar kiradi.

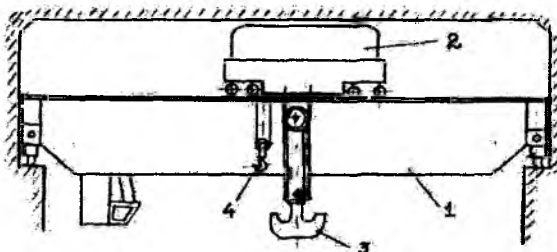
Osma kranlar kichik stansiyalarda o'rnatiladi. Bu kranlarning yuk ko'tarish qobiliyati 5 tn gacha bo'lib, stansiya binosi shipiga mahkamlagan relslar bo'ylab harakatlanadi. Ko'priklar kranlar GES binosi ichkari

qismining ikki yonida o'rnatilgan kolonnalarga yotqizilgan balkalar ustidagi relslarda harakatlanuvchi fermalardan iborat (3.33 - rasm).

Ko'tariladigan jihozlarni bino bo'yicha ko'ndalang yo'nalishda harakatlantirish uchun ko'prik kran (1) ustiga telejka (2) o'rnatiladi. Telejka ikki ilgak: asosiy (3) va yordamchi ilgaklar (4) bilan ta'minlanadi. Asosiy ilgak og'ir jihozlarni, yordamchi ilgak yengil jihozlarni ko'tarishga mo'ljallangan.

Seriya holda chiqariladigan ko'prik kranlar yuk ko'tarish qobiliyati 15/3 tonnadan 250/30 tonnagacha, ularning ko'tarish balandligi 16 – 32 m (maxrajda yordamchi ilgak yuk ko'tarish balandligi). Kichik GESlarda yuk ko'tarish qobiliyati 3 – 10 t bo'lgan osma kranlar ham qo'llaniladi.

Yerda yuruvchi kranlar ko'proq suv darvozalari ikki yonida o'rnatilgan relslarda harakatlanuvchi to'rt tayanchli mexanizmlardan iborat:



3.33 - rasm. Ko'prik kran sxemasi.

Yog' bilan ta'minlash xo'jaligi. GES yog' xo'jaligi gidroturbina jihozlarini moylash, asosiy transformatorlarni izolatsiya yog'lari bilan ta'minlash uchun xizmat qiladi. Bu yog'lar turbina va transformator yog'lari ham deb ataladi.

Bu ikkala turdagi yog'ni aralashtirish mumkin emas, shuning uchun ular har xil idishlarda saqlanadi. Moylash yog'larining miqdorini quyidagicha aniqlash mumkin.

$$G = K \frac{N_m \cdot \sqrt{D_1}}{H_{\max}}; \text{ kg} \quad (3.100)$$

bunda, N_m – gidroturbina me'yoriy quvvati, kVt;

D_1 – turbina ishchi g'ildiragi diametri, m;

$H_{\max}$ – maksimal napor, m;

K – koeffitsiyent, radial – o‘qiy turbinalar uchun 0,45 – 0,25, parrakli turbinalar uchun 0,9 – 1,1, cho‘michli turbina uchun 1,35 – 1,8.

Agregat moylash sistemasidagi yog‘ miqdori rostlash sistemasidagi yog‘ miqdorining 25 – 35 % ini tashkil qiladi.

Transformatorlarga beriladigan yog‘ miqdori uning har 1000 kv.A quvvatiga 3 kg dan qilib beriladi.

Rostlash tizimi sistemasida yog‘ ishlash muddati 12 – 15 min. soat tashkil qilsa, moylash sistemasida 500 – 1000 soatga teng bo‘ladi.

Texnik suv ta‘minoti. Texnik suv gidrogenerator sovutgichi uchun, tayanch podshipnigi vannasini, kompressorlarni sovutish uchun, pastki turbina podshipnigini moylash uchun beriladi.

Shundan, beriladigan suvning aksariyat qismi gidrogeneratorni sovutish uchun sarf bo‘ladi.

Generatorni sovutish uchun beriladigan suv miqdori quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$Q = \frac{0.36 \cdot N_m (1 - \eta_{gen})}{\Delta t}; \text{ m}^3/\text{s} \quad (3.101)$$

bunda, N_m – gidrogenerator me‘yoriy quvvati, kVt;

η_{gen} – generator f.i.k;

Δt – sovutish suvi temperaturasi farqi.

Agar Δt texnik suv ta‘minoti sistemasiga kirishidagi suv temperaturasi 20°C ga teng bo‘lsa, 10°C ga teng qilib olinadi, agar 25°C dan katta bo‘lsa 50°C ga teng bo‘ladi.

Generatorning 1 kVt quvvatiga taxminan 0,06 – 0,07 l/s texnik suv zarur.

Unga beriladigan texnik suv umumiy suv miqdorining 60 – 65 % ini, podpyatnik va podshipniklarni sovutishga 10 – 20 %, transformatorlarga 15% ini tashkil qiladi. Umumiy suv sarfi katta GESlarda 4 – 10 m³/s gacha bo‘lishi mumkin.

Sovutgichlarga beriladigan suv bosimi 0,03 – 0,08 MPa dan kam bo‘lmasligi kerak.

Siqilgan havo bilan ta‘minlash xo‘jaligi. Siqilgan havo asosan agregatlarni rostlash sistemasini, tormozlash sistemasini, kameradan suvni siqib chiqarish sistemasini ta‘minlash va boshqa maqsadlarda ishlatiladi. Bunda beriladigan havo bosimi 6 MPa gacha bo‘lishi mumkin. Uning miqdori har 1000 kVt o‘rnatilgan quvvatga 13 m³/min (atmosfera bosimida bo‘lishi mumkin).

3.4.2. Nasos stansiyasining yordamchi jihozlari

Mexanik jihozlar. Nasos stansiyasining mexanik jihozlariga suv darvozalari qulfaklari, oqiziq tutuvchi panjaralar, panjara tozalovchi mashinalar, ko'tarish - tashish mexanizmlari va boshqalar kiradi.

Suv darvozalari asosan suv qabul qilish va suv chiqarish inshootlarida o'rnatiladi.

Suv darvozalari asosiy, ta'mirlash, avariya darvoza turlariga bo'linadi.

Oqiziq tutuvchi panjaralar asosan suv qabul qilish inshootlariga gorizontga nisbatan $70^0 - 80^0$ burchak ostida o'rnatiladi. Bo'yi 2,5 m gacha bo'lgan panjaralar qo'l bilan, balandligi 2,5 m dan oshgan va vertikal holdagi panjaralar mashina yordamida tozalanadi.

Panjara sterjenlari orasidagi masofani o'qiy nasoslar uchun 35...150 mm oraliqda $v=0,05 \cdot D_{ig}$ formulasi bilan aniqlanadi. Markazdan qochma nasoslar uchun 30... 100 mm oraliqda $v=0,03 \cdot D_{ig}$ formulasi bilan aniqlanadi: D_{ig} - nasos ishchi g'ildiragi diametri, mm.

Qo'l bilan tozalanadigan panjaralarda sterjenlar orasidagi masofa 60 mm dan oshmasligi kerak.

Ko'tarish - tashish mexanizmlari o'rnatiladigan yuk og'irligi va bino o'lchamlariga bog'liq holda aniqlanadi. Nasos stansiya binosi ichida nasoslarni va elektrodvigatellarni o'rnatish uchun ko'tarish - tashish jihozlari o'rnatiladi. Agar yuk og'irligi 1 tonnagacha bo'lsa, balkaga o'rnatilgan tal qo'llaniladi.

Yuk og'irligi 1 - 5 tonna bo'lsa, osma kran qo'llaniladi.

Agar yuk og'irligi 5 - 50 tonna bo'lsa, ko'priklar qo'llaniladi.

Mexanizmning yuk ko'tarish quvvati quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$G_{kr} \geq (G_n \cdot G_{dv}) + 0,1(G_n \cdot G_{dv}) \quad (3.102)$$

Formulaga ko'ra nasos yoki elektrodvigatellardan qaysi og'ir bo'lsa, shuning og'irligi bo'yicha mexanizm yuk ko'tarish quvvati aniqlanadi.

Vakuum tizimlar (sistemalar). Pastki befdagi suv sathi nasosga nisbatan pastda joylashgan bo'lsa, ularni suv bilan to'ldirish vakuum tizim (sistema), ejektorlar, ko'tarilgan so'rish quvurlari yordamida amalga oshiriladi. Agar nasoslar soni ko'p bo'lsa va so'rish balandligi katta bo'lsa (4 - 6 m), vakuum sistemalar qo'llaniladi. Agar nasoslar so'rish balandligi kichik bo'lsa (2...2,5m), ularni suv bilan to'ldirish uchun suv havo ejektorlarini yoki ko'tarilgan so'rish quvurlarini qo'llash maqsadga muvofiqdir.

Doimo bitta yoki bir necha nasos ishlaydigan nasos stansiyalarda avto so'rish usulini qo'llash mumkin. Bu usulga ko'ra ishlayotgan nasos so'rish quvuri ishlayotgan nasos so'rish quvuri bilan ulanadi va unda kerakli vakuum hosil qiladi.

Agar stansiyada vakuum nasos o'rnatilsa, uning suv berish unumdorligini quyidagi formula bilan aniqlaymiz.

$$Q_v = H_a \cdot W \cdot K/T \cdot (H_a - H_{gs}), \quad \text{m}^3/\text{min} \quad (3.103)$$

bunda, H_a – atmosfera bosimiga mos keluvchi suv napori, m,

W – so'rish quvuri, nasos korpusi va bosim quvurining qulfakkacha bo'lgan hajmi, m^3 ;

$K = 1,05 \dots 1,1$ koeffitsiyent;

$T = 7 \dots 10$ – asosiy nasoslarni ishga tushirish vaqti;

H_{gs} – nasosning geometrik so'rish balandligi, m.

Hisoblangan Q_v qiymati bo'yicha vakuum nasos markasi aniqlanadi.

Texnik suv, moy va siqilgan havo bilan ta'minlash tizimlari.

Nasos stansiyalarda toza texnik suv texnologik jihozlarni sovtish va moylash uchun ishlatiladi.

Nasos agregatlarining soni, suv berish unumdorligi va quvvatiga qarab stansiyalarda markazlashgan, guruhlashgan va blokli texnik suv ta'minoti tizimlari (sistemalari) qo'llaniladi. Markazlashgan tizim o'rta va yirik nasos stansiyalarida nasoslar soni 5 tagacha bo'lgan hollarda hamda suv ichimlik suv tarmog'idan berilganda qo'llaniladi.

Guruhlashgan tizim nasoslar soni 5 dan oshganda qo'llaniladi.

Blokli tizimni har bir agregat uchun alohida holda nasoslar suv berish unumdorligi $5 \text{ m}^3/\text{s}$ dan oshganda qo'llash mumkin.

Texnik suv ta'minoti uchun K, KM va D markali markazdan qochma nasoslar qo'llaniladi. Nasoslar soni 2...3 ni tashkil qiladi.

Nasos stansiyalarda moylash va ishchi organlarda bosim hosil qilish uchun maxsus moy bilan ta'minlash tizimi (sistemi) o'rnatiladi. Bu tizim (sistema) moy to'ldirish qurilmasi, moy taqsimlash tizimi (sistemi) va moy nasoslardan iborat. Moy tishli uzatmali moy nasoslar bilan haydab beriladi.

Ba'zi bir nasos stansiyalarda siqilgan havo bilan ta'minlash tizimi (sistemi) o'rnatiladi. Siqilgan havo rostlash tizimi (sistema) lari uchun, pnevmatik asboblari uchun, jihozlarni changdan tozalash uchun, ishchi g'ildiraklar kameralaridan suvni siqib chiqarish uchun va boshqa maqsadlarga ishlatiladi. Siqilgan havo 0,7 MPa gacha bosim hosil qiluvchi kompressorlar yordamida beriladi.

Nasos stansiya binolarida quvurlarning o'lchangan joylaridan, gulfak, teskari klapan va boshqa texnologik jihozlardan suv sizib chiqishi mumkin. Bu suvlarni chiqarib tashlash uchun maxsus drenaj va quritish tizimi (sistemi) quriladi. Yer ustida joylashgan nasos stansiya binolarida yig'ilgan suv drenaj ariqchalari orqali o'z oqimi bilan pastki befga chiqarib tashlanadi. Yer ostida joylashgan nasos stansiyalarda drenaj quduqlarida yig'ilgan suv nasoslar yordamida chiqarib tashlanadi. Quduqlar binoning eng chuqur joyiga o'rnatiladi. Uning hajmi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$V = \sum q / T_k, \text{ l/s} \quad (3.104)$$

$\sum q = q_1 + q_2$ – sizib chiqqan suv miqdori, l/s;

T_k – quduqning to'lish vaqti, 600...1200 s;

q_1 – salniklardan sizib chiqqan suv miqdori, l/s; q_1 – vertikal tipdagi «0» va «B» markali nasoslar uchun katalogda ko'rsatilgan podshipniklarga moylash uchun beriladigan suv miqdoriga teng, gorizonta nasoslar uchun $q_1 = 0,05...0,1$ l/s ga teng (har bir salnik uchun);

q_2 – binoning poydevori va devorlaridan, quvurlar ulangan joydan sizib chiqqan suv miqdori, l/s

$$q_2 = 1,5 + K_{g.m.i} \cdot W \quad (3.105)$$

W – pastki bef maksimal suv sarfidan pastda joylashgan stansiya binosi hajmi, m³;

$K_{g.m.i}$ – qurilish - montaj ishlari sifatini belgilovchi koeffitsiyenti;

$K = 0,0005$ – yaxshi, $K = 0,001$ – o'rtacha, $K = 0,002$ – yomon.

Drenaj sistemasi uchun kamida ikkita K yoki Π markali nasoslar tanlanadi.

Nazorat savollari

1. Gidroturbina deb nimaga aytiladi?
2. Gidroturbinaning qanday turlari mavjud?
3. Gidroturbinaning asosiy parametrlari nimalardan iborat?
4. Nasos deb nimaga aytiladi?
5. Nasosning qanday turlari mavjud?
6. Nasosning asosiy parametrlari nimalardan iborat?
7. Nasosning ishchi nuqtasi qanday aniqlanadi?
8. Nasos parallel ishlashi deb nimaga aytiladi?
9. Nasosning ketma - ket ishlashi deb nimaga aytiladi?
10. Nasoslar soni qanday aniqlanadi?

4 BO'LIM. GEQ LARINING INSHOOTLARI TARKIBI

GEQ larining o'zaro bir-biri bilan bog'langan gidrotexnik inshootlari majmuasi **gidrobog'lama (gidrouzel)** deyiladi. Daryo uzanidan energetik foydalanishning to'g'onli sxemasida to'g'on va GES binosi daryo uzeli inshootini tashkil etadi. Suvdan kompleks foydalaniladigan har bir suv xo'jalik kompleksi(SXX). iste'molchisi uchun gidrouzel tarkibiga mos keluvchi inshootlar kiritiladi, masalan, baliq to'suvchi inshoot, sug'orishga suv beruvchi inshoot, ichimlik suv ta'minoti inshooti va boshqalar.

4.1. GESning inshootlari tarkibi va joylashishi

GESning derivatsion sxemasida inshootning bosh (daryo) va stansiyali uzellari, derivatsiya kabi xillariga ajratiladi. Bosh inshoot uzeligga to'g'on, suv qabul qiluvchi va kerakli hollarda tindirgichlar, muz qatlamini o'tkazuvchi inshootlar kiradi.

Stansiya binosi, turbina quvurlari, naporli havza, tenglashtiruvchi rezervuar va GESga yaqinlashgan suv o'tkazuvchi derivatsiya qismi stansion uzelga kiradi.

Bosh va stansion uzellar suv keltiruvchi derivatsiyadan iboratdir: kanal, tunnel yoki derivatsion quvurlar.

Inshootlar komponentlarini iqtisodiy asoslashning asosiy prinsipi keltirilgan xarajatlarning minimum qiymatiga erishishdir. Bunda GES hamma inshootlariga ketadigan kapital mablag'lar minimumini olishga erishish, kompleks foydalanishda esa, butun SXX inshootlari uchun kapital mablag' kamayishiga erishish talab qilinadi. Gidrouzel inshootlari komponentlarida asosiy talablarga :

- 1) GES va SXX inshootlarini mustahkam, xavfsiz, qulay va tejamkorlik bilan kam yo'qotilgan sarf va naporda;
- 2) optimal xarajatlar bilan inshootlar kompleksini tez va qisqa muddatlarda qurish;
- 3) ishlab chiqarish jarayonining qulayligi, transport yo'llarini va boshqa kerakli zavodlar joylashishini yaxshilash;
- 4) qurilish vaqtida suvni eng iqtisodiy, mustahkam va xavfsiz ravishda quyi befga o'tkazilishini ta'minlash;

5) quruvchilar va ekspluatatsion personal yashaydigan hududlarni maqsadga muvofiq joylashtirish;

6) Tabiiy sharoit va muhofaza holatini optimallashtirish va boshqalar kiradi.

4.1.1. GES gidrouzeli tarkibiga kiruvchi inshootlar

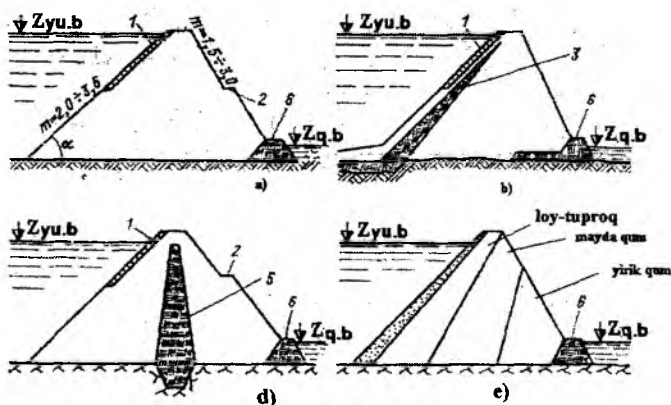
GES gidrouzeli tarkibiga kiruvchi asosiy inshootlar quyidagilardan iborat: to'g'on, GES binosi va taqsimlovchi qurilmalar, suv transporti va baliq to'suvchi inshoot, suv olish va suv qabul qilish inshootlari kiradi.

To'g'on daryo gidrouzeli tarkibiga kiradi. Suv energiyasidan foydalanishning to'g'onli sxemasida to'g'on asosiy gidrotexnik inshoot hisoblanadi. Hamma to'g'onlar ikkita guruhga ajratiladi. Tarkibida ishlatilgan materialiga ko'ra:

1) tuproq materiallaridan, tosh materiallardan va boshqa jinslardan tuzilgan (4.1 - rasm.);

2) betonli va temir-betonli ko'rinishlarda bo'ladi (4.2–4.4-rasmlar).

Birinci guruh to'g'onlar asosan yopiq holda (gluxoy), suv tushar novsiz quriladi va balandligi tuproqdan qilingan to'g'on uchun 200 m.gacha, tosh-shag'alli to'g'onlar uchun esa 100 m dan oshiqroq bo'lishi mumkin. Ikkinchi guruh to'g'onlar gravitatsion, arkali va kontrofors turlarga ajratiladi.



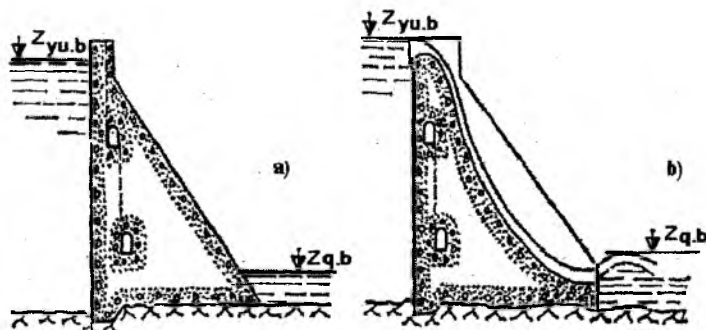
4.1 - rasm. Tuproq to'g'onlar:

a – yuqori qismi beton plitalar bilan mahkamlangan to'g'on; b – ponurli to'g'on; d – yadroli to'g'on; e – har xil tuproqlardan qurilgan to'g'on; 1 – beton plitalar; 2 – berma; 3 – ponur; 5 – yadro; 6 – drenaj prizmasi.

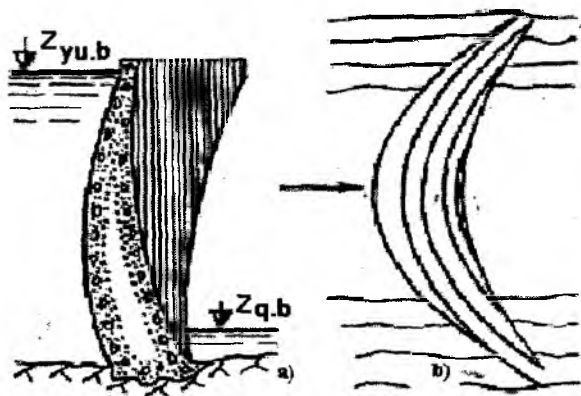
GES binolari va taqsimlovchi qurilmalar. Daryo o'zanida qurilgan GES binolari to'g'on bilan birgalikda napor fronti hosil qiladi. GES binosi to'g'on yoniga joylashtirilib, yer yuzasida bo'ladi. Napor $H > 35 \dots 45$ m bo'lganda GES binosi to'g'on ortida joylashadi.

To'g'on orti GESlarining binosi yer ostida va yer ustida bo'lishi mumkin, derivatsion GESlar binosi ham yer ostida yoki ustida joylashishi mumkin.

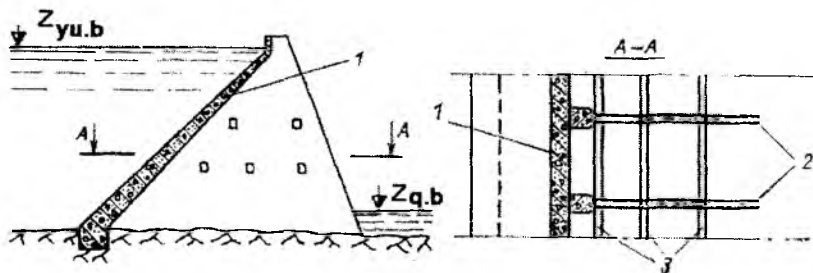
GES inshooti tarkibiga yuqori kuchlanishli taqsimlovchi qurilma ham kiradi va asosan ochiq xildagi tuzilishga ega bo'ladi. Tog' zonalardagi GESlarda kuchaytiruvchi podstansiyaalar yer ostiga joylashtirilgan bo'lishi mumkin.



4.2 - rasm. Gravitatsion to'g'on:
a – yopiq to'g'on; b – suv tushar to'g'on.



4.3 - rasm. Arkali to'g'on:
a – qirqim; b – reja (plan).



4.4 - rasm. Kontrfors to'g'on:

a – temir - beton plitalar; b – kontrforslar; 3 – mahkamlash balkalari.

Suv transporti va baliq o'tkazuvchi inshootlar. Suv transportini to'g'ondan o'tkazish uchun shluз kameralari quriladi. Bu kamera pastki va yuqorigi qismdan iborat bo'lib, ularda darvoza shluз galereyasini suv bilan to'ldirishga xizmat qiladi. Beflar sathining farqi 20 metrdan oshsa, pog'onali, ko'p kamerali shluзlar qo'llaniladi. Masalan, Buxtarma GES-da sathlar farqi 70 m, shuning uchun 4 kamerali shluз qurilgan. Suv transporti shluzlari ayrim hollarda suv o'tkazuvchi inshoot o'rnida ishlatilib, oqova nov o'lchamlarini kamaytirishga xizmat qiladi. Juda katta suv sathi farqlarida uncha katta bo'lmagan suv transporti uchun mexanik ko'targich qurilmalaridan foydalaniladi.

Baliq o'tkazuvchi inshootlarga – pog'onali baliq yo'li, ya'ni uncha katta bo'lmagan hovuzlardan iborat qirg'oqda joylashgan inshootga aytiladi. Quyi befdagi baliqlarni yuqorigi befga maxsus baliq ko'taruvchi kameralar bilan o'tkaziladi.

Suv olishga mo'ljallangan inshootlar. Tabiiy ravishda sug'orishda asosan ochiq suv oluvchi inshootlar betondan qilinib, zatvor (qulfak), panjara va boshqa maxsus qurilmalar bilan jihozlanadi. Suv ta'minoti va mashinali sug'orishda suvni daryodan nasos stansiyalari yordamida olinadi. Bunday hollarda NS asosiy gidrouzeldan alohida uzoqlikda qurilib, inshoot tarkibiga kiritilmaydi.

Suv qabul qiluvchi inshootlar. O'zanli va to'g'on orti GES larda suv qabul qiluvchi inshootlar turbinaga suv keltirishga xizmat qiladi. Bu inshoot daryo o'zani GES konstruksiya binosiga va stansion to'g'on konstruksiyasiga kiradi. Suv qabul qiluvchi inshootlar zatvorlar va suvda suzib yuruvchi jismlarni ushlab turish uchun xizmat qiladigan panjaralar bilan jihozlanadi.

Derivatsion GES suv qabul qiluvchi inshootlari bosh uzel inshooti tarkibiga kiradi va derivatsiya kanaliga suv berishiga yoki avariya vaqtda suvni to'xtatishga mo'ljallanadi.

4.1.2. Daryo o'zani GES lari komponovkasi

GES binosi to'g'on bilan bir qatorda suv naporini qabul qilsa, bunday GESlar daryo o'zani GES lari deyiladi. Bu GESlarning napori 25 – 30 metrdan oshmaydi (4.5 - rasm).

Gidrouzel inshootlari komponovkasi qurilish davridagi suvni xavfsiz o'tkazishni va inshootlarni qurish navbatini optimal ravishda bajarishni amalga oshirish imkonini berishi kerak.

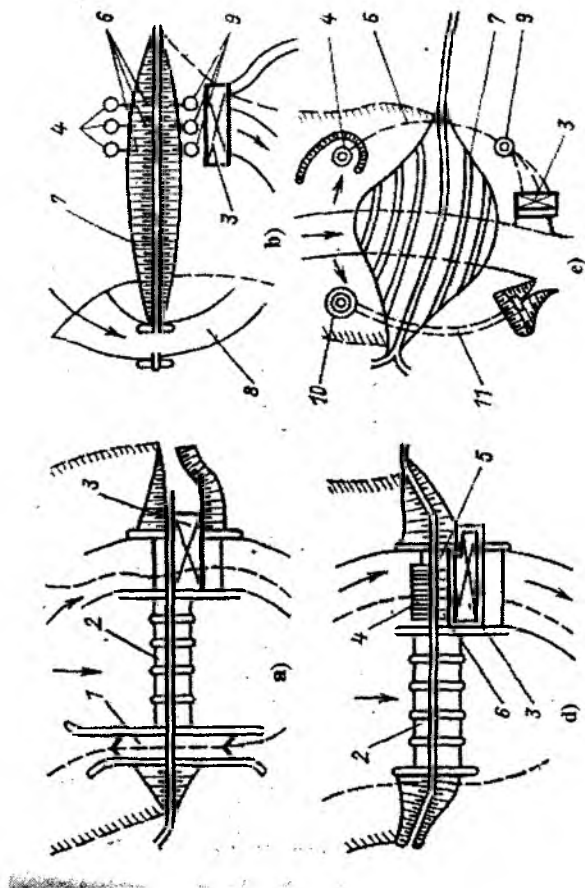
Suv o'tkazuvchi teshik o'lchamlarini inshoot qurilishi davrida, hisobiy suv sarfi uchun $p=(2-5)\%$ ta'minlanganlikda I va II sinfdagi inshootlar uchun, III va IV sinfdagi inshootlar uchun $p=10\%$ dagi daryo suvi qabul qilinadi.

Gidrouzellar komponovkasi daryo o'zanida yoki qirg'oqqa yaqin uchastkasida bo'lishi mumkin. Qirg'oq komponovkasida beton inshootlar va mahalliy material to'g'oni chap yoki o'ng tomonda yoki bir tomonda joylashtirilishi mumkin. Bu komponovka vaqtinchalik to'g'on balandligini kamaytirish imkonini beradi. Daryo suvi bu vaqtda asosiy o'zandan o'tkaziladi. Bu muz qatlamini va toshqin suvlarni o'tkazishni yaxshilaydi. Qirg'oq komponovkasi gidrouzel qurilish davrini kamayishiga yordam beradi. Daryo o'zani komponovkasida GES binosi va oqova nov to'g'oni tabiiy daryo o'zaniga joylashtiriladi. Inshoot qurilishida bajariladigan ishlar va o'zanni to'sish MDHda seksiyalash usuli bilan olib boriladi.

Vaqtinchalik o'zan yoki to'g'on to'silganda, daryo eni kichik bo'lmasligi, kam suvli davrda suv tezligi 2,5...3 m/s dan oshmasligi kerak.

Gidroenergetik obyektlarni daryoning eng tor uchastkasida qurish har doim ham qulaymasdir, chunki suv transporti, yog'och oqizish va muz qatlamini ochiq o'zandan o'tkazishga to'g'ri keladi. Hech qanaqa to'siqsiz muz qatlamini o'tkazish uchun daryo o'zanida 30...40 % ga teng joy qoldirilishi talab qilinadi.

Agar daryo o'zani xarakteri va oqim tezligi seksiyali vaqtinchalik to'g'on qurishga imkoniyat bermasa yoki uning qurilishi qimmatga tushsa, unda qurilish tunneli yoki aylanma kanal qilinish, qurilayotgan to'g'on aylantirilib, daryo quyi o'zanga quyiladi.



4.5 - rasm. GESning asosiy inshootlari sxemasi:

a – beton to‘g‘onli uzan GESi sxemasi; b – beton to‘g‘onli to‘g‘on orti GESi; d – tuproq to‘g‘onli to‘g‘on orti GESi; GESi; e – tuproq to‘g‘onli va shaxtali suv tashlash inshooti bilan ta‘minlangan to‘g‘on orti GESi;

1 – shluz; 2 – to‘g‘on; 3 – GES binosi; 4 – suv olish inshooti; 5 – yopiq to‘g‘on; 6 – turbina quvurlari;

7 – tuproq to‘g‘on; 8 – suv tashlash inshooti; 9 – tenglagich rezervuar; 10 – shaxtali suv tashlash inshooti;

11 – suv tashlash tunneli.

Amalda isbotlanishicha, toshsiz asosli daryolarda va muz hosil bo'lishi kuzatilganda qirg'oq komponovkali gidrouzel maqsadga muvofiq hisoblanadi. Daryo o'zani toshdan iborat bo'lsa, qo'shimcha o'zanli komponovka qulay hisoblanadi. O'zanli GES komponovkalarida tekislik daryolari uchun to'rtta asosiy inshootning birlashuvi - GES binosi, to'g'onlar, suv transporti shluzi va kuchaytiruvchi podstansiya xarakterlidir. Bu to'rtta inshootning o'zaro joylashuvi mahalliy sharoit va ekspluatatsiya talablari asosida aniqlanadi.

GES binosi, asosan qirg'oqda eng kam napor yo'qolishi sodir etadigan suvni turbinaga olib kelish hisobiga joylashtiriladi. GES dan quyi befga suvni eng qisqa yo'l bilan o'tkazish talab qililib, oqova novdan tushadigan suv fronti podpor hosil qilmaydigan (tortib oluvchi trubalarda) holatda bajariladi. Quyi befda aralash oqim hosil bo'lishi, GES naporining kamayishiga va agregatlarning noturg'un ishlashiga olib kelishi mumkin.

Ekspluatatsiya shartiga ko'ra eng qulayi GES binosi va to'g'onning bir to'g'ri chiziqda, ya'ni daryo oqimiga perpendikular chiziqda yotishi hisoblanadi. GES binosi va oqova nov oralig'ida yuqori va quyi beflariga cho'zilgan ustun (ustoy) o'rnatiladi. Bu ustun suv oqimini to'g'onga va GES binosiga ajratadi.

Oqova nov to'g'oni va GES binosi daryo qirg'og'i bilan tuproq yoki beton to'g'onlar bilan birlashtiriladi. Tuproq to'g'on oqova nov yoki GES binosi bilan temir-beton yoki beton ustunlar yordamida tutashtiriladi.

Yuqori kuchlanishli taqsimlovchi qurilmalar ochiq yoki yopiq podstansiyalarga bo'linib, GES binosi yaqinida yoki GES binosi turiga qarab joylashtiriladi.

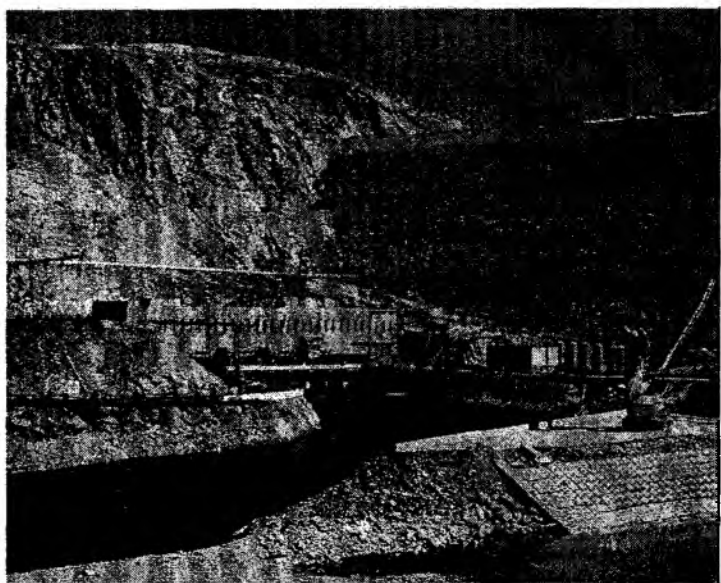
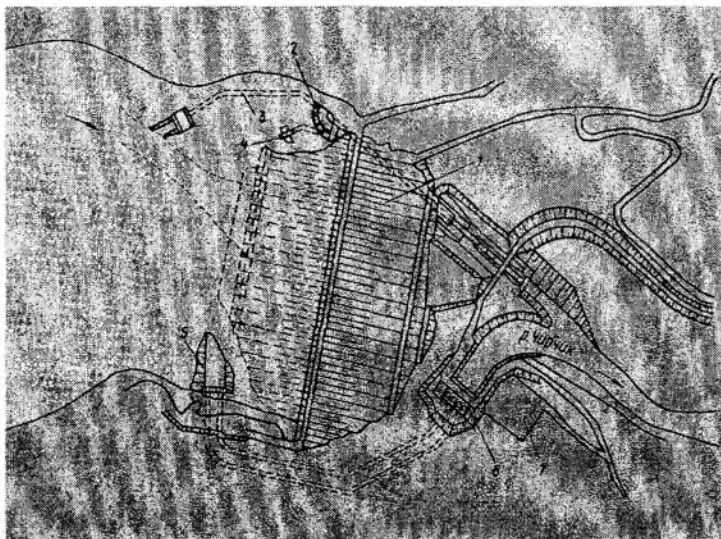
Kuchaytiruvchi podstansiya ochiq usulda GES binosining quyi bef tomonida joylashadi.

Juda qisilgan sharoitda podstansiyaga qulay joy topilmasa, uni GES binosi yoki tortib oluvchi truba ustiga joylashtiriladi.

4.1.3. To'g'on orti GESlari

To'g'on orti GESlari komponovkasi stvor kengligiga, to'g'on xiligiga va naporga bog'liq bo'ladi.

Hozirda qo'llaniladigan komponovkalarni bunday GES lar uchun 4.6 - rasmda ko'rsatilgan.



4.6- To'g'on orti kompanovkali Chorvoq GESi sxemasi:
 1 – to'g'on; 2 – katastrofik suv tashlagich; 3 – tunnel; 4 – suv
 tashlagich; 5 – suv olgich; 6 – GES binosi; 7 – 220 KV ochiq
 taqsimlovchi qurilma.

Gidrouzel tarkibiga to'g'on va GES binosi bilan birga suv transporti va baliq o'tkazuvchi inshootlar kiradi. O'rtacha GES naporida ko'p kamerali va shaxtali shluzlar, katta naporlarda esa kema ko'targichlar qo'llaniladi. Ochiq ko'chaytiruvchi podstantsiya quyi bef qirg'og'ida joylashadi. Agar bu holda xarajatlar ko'paysa, unda podstantsiyani GES binosi va oqova nov to'g'oni oralig'ida joylashtirish mumkin va uni ochiq yoki yopiq usulda quriladi. Betonli to'g'onda o'zanli komponovka ko'proq ishlatiladi. GES komponovkalari qisqa daryo stvorida yoki oddiy (odatdagi) xillarga bo'linadi.

Katta naporli to'g'on orti GES komponovkasiga Krasnoyarsk GESini keltirish mumkin. Yenisey daryosi o'zani granitdan iborat bo'lib, GES stvorida 750 m kenglikka ega. Betonli og'ir to'g'on balandligi 120 m bo'lib, oqova nov 25 metrli 7 ta teshikdan iborat. Oqova nov baland burunga ega bo'lib, suvni to'g'ondan 100 m uzoqlikka uloqtiradi va uni yuvilishdan saqlaydi.

GES binosi 12 ta agregatdan iborat va (har bir agregat quvvati 500 MVt) stansion to'g'on orqasida joylashgan.

Agar inshootlar fronti juda siqilgan va suv o'tkazuvchi inshootlarga daryo kengligi yetishmasa hamda beton to'g'onni qirg'oqqa kiritib qurish qimmatga tushadigan bo'lsa:

1) planda egri chiziqli to'g'on va GES binosi joylashishi (Sayano-Shushensk GESi);

2) ikki qatorli agregatlar joylashishi (Toxtag'ul GESi, Chirkey GESi);

3) oqova novli GES qurilishi (Bor, Sen-Eten-Kontal, Egel, Shastan (Fransiya), GES Salima (Ispaniya), Slapa GESi (Chexiya) Ivaylovgrad GESi (Bolgariya) va boshqa) amalga oshirilishi mumkin.

Ayrim hollarda GES binosi daryo o'zani Uzunligida joylashishi mumkin. Turbinaga suvni keltirishga, ortiqcha suvni suv omboridan qo'yishga naporli tunnel ishlatiladi. Bu tunnel daryo qirg'og'ida o'tkazilgan bo'ladi. Bunday komponovkali GES ga Boulder (AQSH, Kolorado daryosi) GESi misol bo'ladi. Bu GES natori 180 m.

Katta naporli to'g'on orti gidrouzellar qurilishi tog' sharoitda, daryoning qisqa stvorida vaqtinchalik to'g'on orqasida bajariladi. Daryo suvi bu vaqtda qurilish tunneli orqali o'tkazib turiladi va bu tunnellar keyinchalik ekspluatatsion suv tashlash inshooti bo'lib xizmat qilishi mumkin. GES binosiga va suv qabul qiluvchi inshootga avtomobil yo'llari quriladi. Ayrim hollarda GES binosi va suv qabul qiluvchi inshooti oralig'idagi aloqa xizmati funikulyor orqali amalga oshiriladi.

Tuproq yoki tosh to'plamidan qilingan to'g'on gidrouzellari komponentikasi bashnyali yoki qirg'oq suv qabul qiluvchi inshooti bilan xarakterlanadi. Bunda GES binosi to'g'ondan ancha masofada joylashib, turbina quvurlari yordamida suv olib kelinadi (tunnel yordamida ham). Bunga Nurek GESi misol bo'la oladi. Uning to'g'oni balandligi 300 m bo'lib, har biri 300 MVt.dan 9 ta agregat o'rnatilgan.

4.1.4. Derivatsion GESlar komponentikasi

A. Bosh uzel.

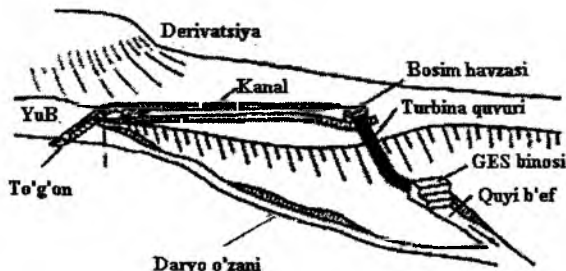
Bosh uzel komponentikasi to'g'on va suv quyish inshootlari xili va o'Ichamlariga qarab aniqlanadi. To'g'onlar, oqova novli bo'lib, zatvor bilan jihozlanadi va tog' daryosini butun kengligi bo'yicha to'sishi mumkin. Ayrim hollarda qirg'oqli suv qo'yish inshooti bo'lishi mumkin yoki suv tushirgichlar ko'rinishidagi inshootlar.

Har xil cho'kindilarni, muz parchalarini quyi befga o'tkazish zarurligi bosh uzel inshootlari joylashishiga va xarakteriga katta ta'sir ko'rsatadi.

Cho'kindilarning derivatsiya tarmog'iga tushishi mumkinligi qo'shimcha tadbirlar chorasini ko'rishga majbur etadi. Shulardan biri – suv tagida suzuvchi cho'kindilarni to'g'on orqali o'tkazishdir. Bunda past bo'sag'ali to'g'on eng yaxshi hisoblanib u zatvor bilan to'siladi. Cho'kindilar o'tishida zatvor qisman yoki butunlay ko'tariladi.

Bu holda zatvorlarning yuqoriga ko'tariladigan: silliq, segmentli va silindrik turlari ishlatiladi.

Suv oluvchi inshootlar qurilmasi va joylashishi asosiy hisoblanib kirish qismi daryo tubidan 1...2 m ga ko'tarilgan bo'sag'aga ega bo'lishi kerak. Bu bo'sag'ada suv tagida suzuvchi cho'kindilar ushlab qolinadi.



4.7 - rasm. Derivatsion GES sxemasi.

B. Derivatsion GES lar suv olish inshooti.

Derivatsiyaga suvni daryodan yoki suv omboridan bosh uzal chegarasida olinadi. Suv olish inshooti derivatsiyaga uzliksiz suv o'tkazishi, avariya holatida zatvorlar orqali suv to'xtalishi va yuzaki yoki chuqurlikda joylashgan bo'lishi mumkin. Suv olish inshooti juda kam napor yo'qolishiga olib kelishi va derivatsiyaga bir tekis ulanishi talab qilinadi. Suvda suzuvchi jismlarning suv olish inshootiga tushmasligini tutib qoluvchi balkalar yoki to'siqlar bajaradi.

Noturg'un o'zanli daryolarda suv olish inshooti loyihasi va uning joylashishini tanlab olish murakkab vazifa hisoblanadi.

Oqim tezligi suv olish inshootida 1,5...2,0 m/s qilib qabul qilinadi.

Daryodan derivatsiyaga suv oqimi burilishida suvda oqadigan cho'kindilar ham suv qabul qilish inshooti oldida to'planadilar.

Suvda oquvchi cho'kindilar bilan kurashishning eng qulay usuli – suv oluvchi inshoot bo'sag'asida pastki teshik galereya qurishdir. Bu teshikdan har xil chiqindilar quyi befga chiqarib yuboriladi.

Suv oluvchi inshootga suzuvchi yog'ochlar, muzlar va boshqalar kirishini ushlab qoluvchi balkalar va qo'pol panjaralar ishlatiladi. Bu balkalar temir-betonli devor bo'lib, ularning pastki qismi suv sathidan 0,5...1 m pastda joylashtiriladi. Undan tashqari bu balka (zatvor) qulf balandligini qisqartirib, chiqindilarni ushlab qoluvchi panjaralar uchun tayanch vazifasini bajaradi. Suv oluvchi inshoot zatvorlari silliq yoki segmentli, ayrim hollarda yengillashtirilgan zatvor, ya'ni shandor ko'rinishida bo'ladi.

Suv sathi tagidan suv olish inshootlari

Naporli derivatsiya tunnellariga suv yuqori befdan suv olish inshooti orqali beriladi. Chuqurlik suv olish inshooti eng ko'p ishlatiladigan tip hisoblanadi.

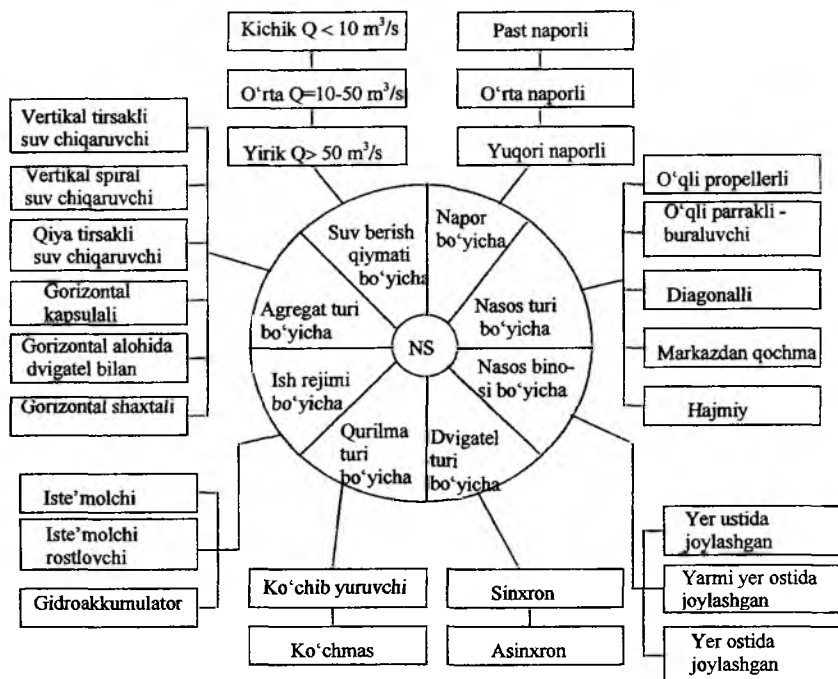
Bu inshootlar yuqori befda yoki suv omborida sezilarli sath o'zgarishi va kichik suv tezliklarida joylashtiriladi. Ular GES yuklanishiga muvofiq ravishda suvni energiya olish uchun berib turishi kerak.

4.2. Nasos stansiyalarining sinfiy guruhlari

Nasos stansiyalarining sinfiy guruhlarining bir necha xil variantlari bor. Shulardan eng mukammal va to'liq holdagisini (4.8-rasm) prof. V.I. Vissarionov taklif qilgan. NSning vazifasi, joyning tabiiy sharoitlari, stansiyada o'rnatilgan jihozlarning parametrlariga bog'liq ravishda inshootlarning bir - biriga nisbatan joylashishi har xil bo'lishi mumkin.

Inshootlarning joylashishi va ularning konstruktiv imkoniyatlari texnik-iqtisodiy hisoblar bilan aniqlanadi. Umuman, bu masalani hal qilishda quyidagi faktorlarni hisobga olish kerak:

- suv olish joyining injener-geologik, topografik va gidrogeologik sharoitlari;
- suv uzatish inshootlaridan mukammal (kompleks) foydalanish mumkinligi;
- qurilish-montaj ishlarida mahalliy ish materiallaridan foydalanish mumkinligi;
- NS qurilishida texnik yechimlarni maksimal unifikatsiyalashtirish;
- qurilishning navbatma-navbat tugallanishi, hali to'liq qurib bitilmagan inshootlardan foydalanish mumkinligi.



4.8 - rasm. Nasos stansiyalarning sinfiy guruhlari.

4.3. GEQlarining derivatsion kanallari

4.3.1. Kanallarning asosiy vazifalari

Kanallar qurilishi insonning bunyodkorlik injenerlik faoliyatida asosiy rolni o'ynaydilar. Kanallarning keng tarmoqlari tabiiy suv arteriyasini to'ldirib, tabiatning ajralmas qismi ko'rinishda qabul qilinadi. Kanallarni juda ko'p belgilariga qarab klassifikatsiyalash mumkin. Qo'llanilishiga ko'ra: kommunal va sanoat suv ta'minotida, sug'orishga, suv transportiga, energetikaga, yog'och oqizishga va boshqa turdagi kannalarga bo'linadi.

Bulardan tashqari kanallar bir maqsadli va qo'p maqsadli xillarga ajratiladi, yuza qismi boshqa material bilan qoplangan va qoplanmagan bo'lishi mumkin.

Bir maqsadli kanallar xalq xo'jaligining bir sohasiga, ko'p maqsadlilari esa bir necha sohalarga mo'ljallangan bo'ladi. Ko'p maqsadli kanallarni - kompleks maqsadli deyiladi.

MDHdagi sarfi $Q \geq 75 \text{ m}^3/\text{s}$ bo'lgan kanallar xarakteristikasi

4.1 - jadval

No	Nomi	α , km	Q , m^3/s	Suv ko'tarilik b-gi, m	i %	V, m	h, m	O'zani	Bitir. yili
1.	Qoraqum	110 0	820	-	0,03	110	5,0	yerdan	1966
2.	Irtish-Qarag'anda	458	75	418	0,06	34	6,5	—//—	1972
3.	Shimoliy-Qrim	403	380	114	0,02	44, 0	6,0	—//—	1963
4.	Katta-Farg'ona	270	211	-	0,12	39, 4	4,6	—//—	1939
5.	Dnepr-Donbass	263	120	265	-	64	5,5	—//—	1975
6.	Amu-Buxoro	234	112	115	0,08	-	-	Beton qumli	1975
7.	Qarshi Magistr.	165	175	132	0,09	43	6,0	Beton qumli	1973
8.	Katta Stavrap.	159	180	-	0,15	56	5,1	Yerdan	1957

9.	Terek-Qumskiy	150	100	-	-	15,7	4,2	Betonli	1961
10.	Shimoliy Farg'ona	132	110	-	0,12	-	-	Yerdan	1940
11.	Jan. Golodnoste pskiy	126	300	-	0,05	63,6	7,2	—//—	1970
12.	Qaxov Magistr.	125	370	24	0,004	82	8,2	Yerdan plyonka	1970
13.	Don Magistr.	112	250	-	0,03	93	7,0	Yerdan	1958
14.	Katta Andijon	109	330	-	0,15	-	4,5	—//—	1957
15.	VolgoDon suv transporti	101	160	88	-	-	-	—//—	1952

Agar kanaldan suv xo'jalik-ichish maqsadlarida foydalanilsa, ular suvining sifatini yaxshilash, sanitariya muhofaza zonasini yaratish talab qilinadi.

Kanallarni loyihalashda tabiatga ko'rsatadigan ko'p qirrali ta'sir omillarini hisobga olish kerak. Bu ularni normal ekspluatatsiya qilishni va muhofazalashni yaxshilaydi.

4.3.2. Kanal trassasini tanlash

Loyihalashda iqtisodiy eng qulay derivatsion kanal trassasini tanlash maqsadga muvofiq. Bu eng qisqa yo'l hisoblanib, suv qabul qilish inshootining stantsion uzelligicha bo'lgan masofadir. Kanal o'tkaziladigan relyefga asosan trassani chuqur kovlash ishlarini kamaytirib, yoki tuproqqa to'ldirish balandligini pasaytirib, trassa uzunligini oshirish ruxsat beriladi. Bunda sarflanadigan xarajatlar olinadigan iqtisodiy foydaga moslashishi kerak.

Kanal trassasini tanlashda geologik va gidrogeologik izlanishlarga, tuproq qatlamiga katta e'tibor berilishi kerak. Yer qatlami ko'chishi ro'y bermasligi ilmiy asoslanishi, aks holda maxsus tadbir ko'rilishi va ekspluatatsiya uchun qulay sharoit yaratilishi kerak.

Loyihalashda har xil kanal trassalarini bir-biri bilan taqqoslanadi va eng foydalisi tanlanadi.

Agar kanal trassasini egri chiziq ko'rinishida ko'rsatilsa, ruxsat etilgan minimal radiusi (egrilik) r kanaldagi o'rtacha tezlik g va harakat kesimi yuzasi ω orqali topiladi:

$$r = 11 \cdot g^2 \cdot \sqrt{\omega} + 12 \quad (4.1)$$

va 5b dan kichik bo'lmashligi talab qilinadi.

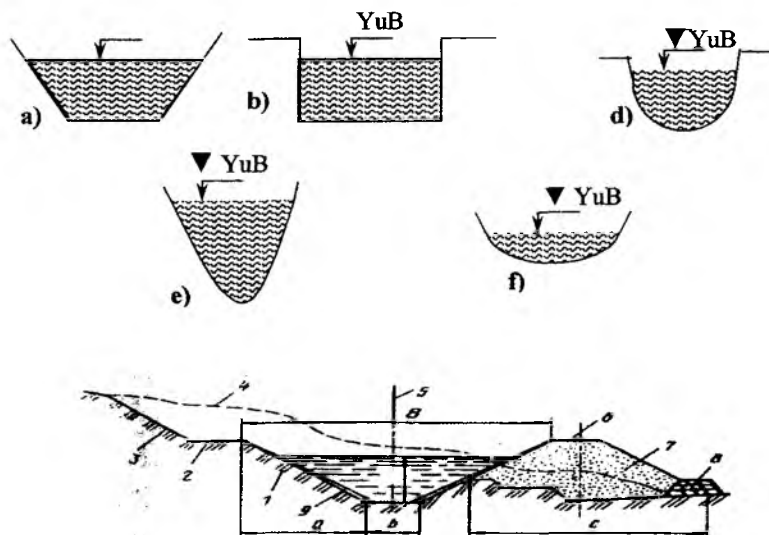
b – kanal tagidan (eni) kengligi.

Kanaldan muz va boshqa jismlar o'tkazilsa $r \geq 10b$ bo'lishi va burilish burchagi $\alpha \leq 35^\circ$; $\alpha > 55^\circ$ da $r \geq 20b$ bo'lishi zarur; $35^\circ < \alpha < 55^\circ$ da $r \geq 14btg\alpha$ qabul qilinadi.

Energetik kanallarni loyihalashda (QH va Q II-50-74) asosan, inshoot kapital klassi va (TSH va H) texnik shart hamda normadan foydalanish tavsiya etiladi.

Kanalning har xil suv oqimlari bilan kesishishida o'tish inshooti tanlashga to'g'ri keladi. Bunda inshootni kam suv o'tkazishga qurish osonroqdir.

Kanallarning ko'ndalang kesimi. Derivatsion kanal ko'ndalang kesimi joylashadigan relyefga va mahalliy yer materialiga ko'ra har xil ko'rinishga ega bo'lishi mumkin (4.9 - rasm)



4.9 - rasm. Kanallarning ko'ndalang kesim yuzasi va ko'ndalang kesim yuzasi bo'yicha ko'rinishi:

- a – trapetsiya shaklli; b – to'g'ri burchakli; d – yumaloq; l – parabolik;
 f – poliganal; I – suv osti qiyalik; 2 – berma; 3 – suv ustki qiyalik;
 4 – tabiiy joy yuzasi; 5 – kanal o'qi; 6 – damba usti;
 7 – damba; 8 – drenaj; 9 – qoplama.

Energetik kanallar uchun gidravlik eng qulaylilik b/h har doim ham qabul qilish mumkin emas. Bunga iqtisodiy va texnik talablar yo'l qo'ymaydi.

Qiyalik mustahkamligi, agar ular balandligi 10 m. dan oshsa, hisoblab tekshiriladi. Loyihalashning boshlang'ich qismida qiyalik koeffitsiyenti $m = ctg\phi$.

Har xil materiallar uchun qiyalik koeffitsiyentining qiymati 4.2 - jadvalda keltirilgan.

4.2- jadval

Kanal o'zanini tashkil etuvchi materiallar	m	
	suv ostida	suv ustida
Chang qumlari	3,0 ... 3,5	2,5
Supes	1,5 ... 2,0	1,5
Mayda, o'rtacha va kattalashgan qumlar	2,0 ... 2,5	2,0
zich qumlar	1,5 ... 2,0	1,5

Tosh uyumlaridan kanal yuzasi qoplangan bo'lsa, $m=1,5$.

Suv ustki qiyaligini suv osti qiyaligidan berma orqali ajratiladi va uning kengligi 1,5 m dan kam emas.

4.3.3. Kanallardagi ruxsat etilgan suv tezligi

Kanallardagi suv tezligi – uning o'zani yuvilmasligini (muz qatlami bilan) yuqori chegarada, quyi chegarada esa kanalning loyqa bosmasligi shartidan aniqlanadi.

Maksimal suv tezligi $\mathcal{Q}_{max}$ yuvilmaslik shartiga ko'ra tuproq xususiyatiga (xossasiga) bog'liq, qoplama bo'lgan taqdirda esa, uning materialidan va ko'ndalang kesim yuzasi shakliga (formasiga) bog'liq bo'ladi.

Ruxsat etilgan qoplamasiz kanallaridagi suv tezligining tarkibiy o'rtacha qiymatlari 4.3 - jadvalda keltirilgan.

4.3 - jadval

Yer materiallari xili	$\mathcal{Q}_{max}, m/s$
Supes (qumloq tuproqli) kuchsiz	0,7...0,8
Zichlangan	1,0
Suglinki (qumoq tuproq) yengil	0,7...0,8
O'rtgacha	1,0

Zich	1,1...1,2
Tuproq: yumshoq	0,7
O'rtacha	1,2...1,4
Zich	1,5...1,8
Ilistiy (serloyqa) graviy (shag'al)	0,5

Bu yerda $\mathcal{Q}_{\max}$ $R=1...2$ m uchun berilgan, agar $R>2$ m bo'lsa, tezlikni $\left(\frac{R}{2}\right)^{0,125}$ kattalikka oshiriladi.

Iqtisodiy foydali tezlik beton kanallarda 1,5...2,5 m/s tashkil etadi. Tog'dan uyilgan, katta g'adir- budurlikka ega kanallarda bulardan ham kichik tezlik ruxsat etilgan.

Eng kichik $\mathcal{Q}_{\min}$ tezlik – suvda suzuvchi zarralarning kanalda (o'tirib) cho'kib qolmasligidan topiladi.

Agar kanalni suv transportida ishlatilsa, suv tezligi $\mathcal{Q}\leq 1.5$ m/s qilib olinadi.

Shimoliy rayonlarda kanallar muzlashi tezlikning ($\mathcal{Q}\leq 0.60$ m/s) qiymatida, janubiy rayonlarda esa $\mathcal{Q}\leq 0.45$ m/s da kuzatiladi. Agar kanal muz bilan qoplansa, suv tezligini 1,25 m/s ga oshirish mumkin. Agar tezlik bu qiymatdan oshirilsa, muz yuvila boshlaydi.

Kanal o'zani suvga moslashgan o'simliklar qoplamasligi uchun $h=1,5$ m chuqurlikda $\mathcal{Q}_{\min}=0,6$ m/s bo'lishi kerak.

4.3.4.Derivatsion kanallarni gidravlik hisoblash

GESning ish rejimiga bog'liq ravishda derivatsion kanalda barqaror va beqaror suv harakati bo'lishi mumkin. Barqaror suv harakati bir tekis va notekis o'zgaruvchan xillarga bo'linadi.

Bir tekis harakat kanalda kuzatilsa, suv tezligi $\mathcal{Q}$ kanal tubi qiyaligi i va gidravlik radius R ga bog'liq bo'lib, Shezi formulasi orqali ifodalanadi:

$$\mathcal{Q} = C \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

bu yerda, C – Shezi koeffitsiyenti.

C – ni aniqlash uchun har xil formulalar mavjud bo'lib, shulardan:

1) N.N.Pavlovskiy formulasi

$$C = \frac{1}{n} R^y, \quad (4.2)$$

$$y=2,25\sqrt{h}-0,13-0,75\sqrt{R}\cdot(n-0,1)$$

Hisoblash ishlarini soddalashtirish maqsadida y va C uchun maxsus jadvallar tuzilgandir;

2) Manning formulasi

$$C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}} \quad (4.3)$$

bu yerda, n – koeffitsiyent, g'adir-budurlikka bog'liq va normaga muvofiq qabul qilinadi, chiziqli o'lchamlar esa metrda olinadi.

n – ning normativ qiymatlari 4.4 - jadvaldan tanlanadi.

4.4 - jadval

Kanal xarakteristikasi	n
Qoplamasiz:	
Yon va tub qismi – tekis, silliq. Cho'kindilar o'tirmagan yoki ular bir tekis zarrachalar plyonkasi sifatida joylashgan. Tuproq zich	0,018
O'zan notekis formaga ega. Yon qismi notekis, o'simliklar qoplagan; qum bilan qoplangan (yoki graviy cho'kindisi)	0,0225...0,025
Toshlik joyda:	
O'zan yuzasi ishlanmagan holda	0,025...0,035
Juda notekis o'zan yuzasida	0,035...0,045
O'zan qoplamaga ega	
Beton bilan shuvalgan silliq yuza	0,012...0,013
Shuvalmagan betonli yuza	0,014...0,017
Torkret qoplama:	
Ishqalgan va metall qoplamali	0,012...0,015
Ishqalanmagan	0,015...0,020

Agar qishda kanalda muz qatlami kuzatilsa, gidravlik hisoblarda keltirilgan g'adir-budurlik koeffitsiyenti n ishlatiladi va u A.A.Mojevitinov formulasidan topiladi:

$$n = \left[\frac{x}{x + x_m} \cdot n^{0,5+y} + \frac{x_m}{x + x_m} \cdot n_m^{0,5+y} \right]^{0,5+y} \quad (4.4)$$

bu yerda, n va x – g'adir-budurlik koeffitsiyenti va ho'llangan kanal o'zani perimetri; n_m va x_m – xuddi shu kattaliklar muz qatlami uchun;

G.K. Lotter tekshirishicha $n_m=0,01...0,013$, agar muz hosil bo'lishida $\vartheta < 0,6$ m/s bo'lsa, qachonki muz hosil bo'lganda $\vartheta > 0,6$ m/s bo'lsa $n_m=0,014...0,017$ olinadi.

Shezi formulasidan kanal qiyaligini aniqlash mumkin. Bu hisobiy suv sarfini Q_h o'tkazish imkoniyatini bir tekis harakatda beradi; $\vartheta = \frac{Q}{\omega}$ ekanligini hisobga olib

$$t = \frac{Q_h^2}{\omega^2 C^2 R} \quad (4.5)$$

ni yozish mumkin.

Kanaldagi suv erkin sirti uzunlik profilini qurish uchun ($Q \neq Q_h$ bo'lganda) gidravlik hisoblashni notekis harakat uchun bajarish kerak. Umumiyroq usul Charnomskiy usulidir. U Bernulli tenglamasiga asoslanib tuzilgan.

Bu usul suv ko'tarilish chizig'ini $Q < Q_h$ da va suv kamayish chizig'ini $Q > Q_h$ da qurish imkoniyatini beradi. Eng sayoz chuqurlikni h_{kr} kanal oxirgi uchastkasida Q_{kr} ga to'g'ri kelgan sarfni aytiladi, bundan ortiq suvni kanal o'tkazish imkoniyati yo'q, chunki uning bosh qismida h_1 .

Kritik chuqurlik egri chizig'ini $h_{kr}=f(Q)$ ushbu tenglamadan quriladi:

$$\frac{\omega_{kr}^2}{B_{kr}} = \frac{\alpha \cdot Q^2}{g} \quad (4.6)$$

bu yerda, ω_{kr} va B_{kr} — harakat kesim yuzasi va o'zan kengligi (suv urezi bo'yicha h_{kr} da).

Kanalni beqaror suv harakatida hisoblash uning bermasini va boshqa maqsadlarda aniqlik kiritish uchun bajariladi.

4.3.5. Kanallarda suvning yo'qolishi va ularni kamaytirish choralari

Kanaldagi suv bug'lanishga, zatvor inshootlaridagi sizib chiqishga va tuproq filtratsiyasiga yo'qoladi. Energetik kanallarni loyihalashda asosan filtratsiyaga yo'qoladigan suv asosiy rolni o'ynaydi. Hech qanaqa qoplamaga ega bo'lmagan energetik kanallarda $Q=30...100$ m³/s da o'rtacha suv o'tkazuvchanlikka ega tuproqdagi 1 km uzunlik kanalida kamayish 0,2...0,5 % hisobiy Q_p ga nisbatan bo'lishi mumkin.

Filtratsiya katta tuproqda kanal tubini va (qiyaligini) yonini betondan, temir-betondan va asfalt betondan qoplamalar qilinadi.

Bunday qoplamalar energetik kanaldagi filtratsiya yo'qolishlarini amalda yo'q qiladi.

Amalda kanallarni qurishda filtratsiyani kamaytirish uchun boshqa choralar ham ko'riladi. Masalan:

a) kanal o'zanini polimer material plyonkasi bilan qoplash; bunda plyonka tuproq bilan bostiriladi;

b) qoplama sifatida zichlangan tuproq qo'llanilib, ustidan yuvilmaydigan tuproq bilan himoyalanaadi;

d) suniy kolmataj.

Kolmataj deganda, tuproq skeletiga mayda zarrachalarning filtratsiya oqimi orqali o'tishi tushuniladi. Kolmatajni o'tkazish uchun qurilish tamomlanganda kanalning birinchi uchastkasini tuproq eritilgan suv bilan to'ldiriladi. Oqmas suvda, mayda tuproq zarrachalari kanal yuqori qatlamlari oralariga kiradi va suv o'tkazmaydigan qalinligi 1...10 sm qatlam hosil qiladi. Kanaldagi suv yo'qolishini filtratsiya hisoblariga asosan topiladi.

Masalan:

1. Agar kanal suv o'tkazuvchan bir jinsli tuproqqa ma'lum bir chuqurlikda o'tkazilgan bo'lsa, filtratsiya sarfi q kanalning bir uzunlik birligiga to'g'ri keladiganini quyidagi formuladan topiladi:

$$q = K_f(B + Ah),$$

bu yerda, B – suv sathidan kanal kengligi,

h – to'ldirilish chuqurligi,

K_f – filtratsiya ko'effitsiyenti,

A – m va $\frac{B}{h}$ funksiya kattaliklari grafikdan aniqlanadi, m – qiyalik ko'effitsiyenti.

2. Agar kanal tagida h chuqurlikda naporsiz yer osti suvi bo'lsa, unda filtratsiya suv sarfi bir uzunlik kanal birligida quyidagi formula orqali topiladi:

$$q = R \cdot \frac{K}{K'} \cdot H,$$

bu yerda, K va $K' = I$ tartibli to'liq elliptik integrallar λ va $\lambda' = \sqrt{1 + \lambda^2}$ modullarda.

Haqiqatan, bir jinsli tuproq juda kam uchraydi. Shuning uchun filtratsiyaga yo'qolgan suv sarfini topish qiyin masala hisoblanadi.

4.3.6. Derivatsion kanalning energoiqtisodiy hisoblari

A. Kanalda energiya yo'qolishi.

Energiya yo'qolishi ko'p yillik davrdagi o'rtacha yillik kattalik ko'rinishida aniqlanadi:

$$E = 9,81 \eta \int_0^T Q \cdot \Delta h \cdot dt \quad (4.7)$$

bu yerda, $T=8760$ soat.

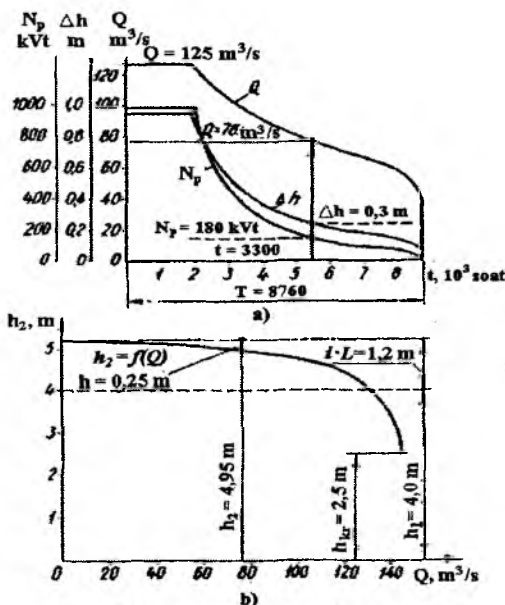
E – ni hisoblash uchun kanal turiga (tipiga) va GES ish xarakteriga ko'ra har xil usullar qo'llaniladi.

1. Suv sarfini o'zi tartibga solinadigan kanal.

GES o'zgaruvchan sarfda Q ishlaydi.

Q davom etishlik grafigi 4.10-rasmda ko'rsatilgan. Kanal oxiridagi chuqurlik h sarfiga bog'liqligi 4.10-rasmda ko'rsatilgan $h_2=f(Q)$.

Bu grafiklardan foydalanib napor yo'qolishi (Δh) ning davomlilik egri chizig'ini qurish mumkin.



4.10 - rasm. (a) va (b) rasmlar.

- a) suv sarfi, napor yo'qolishi va quvvatning vaqtga bog'liqligi;
- b) kanal oxiridagi suv chuqurligining suv sarfiga bog'liqligi.

Buning uchun berilgan davomlilikka ($t=3300$ soat/yil) to'g'ri kelgan ($Q=100 \text{ m}^3/\text{s}$) ni topamiz va unga mos $\Delta h=f(Q)$ dan $\Delta h=0,46 \text{ m}$ ni topamiz. Napor yo'qolishiga taqribiy mahalliy yo'qolishni Δh_m qo'shib, to'liq napor yo'qolishini hisoblaymiz:

$$\Delta h = \Delta h_k + \Delta h_m$$

Quvvat yo'qolishi $N_{yo'q}=9.81 \cdot \eta \cdot Q \cdot \Delta h$. Shu tartibda bir nechta nuqtalar topib Δh va $N_{yo'q}$ yetishlilik egri chiziqlari quriladi. $N_{yo'q}$ egri chizig'i bilan chegaralangan yuza qabul qilingan masshtabda yillik yo'qolgan energiyaning qiymatini beradi (qaralgan masalada $E_p=3,53 \cdot 10^6 \text{ Kv.t. soat}$).

Agar daryoda suv ko'p bo'lib, GES napori $N > N_h$ bo'lsa, kanaldagi napor yo'qolishi sarfning ko'paytirilishi orqali kompensatsiya qilinishi mumkin. U holda shu davrda $E_{yo'q}$ hisobga olinmaydi. Agar bu davrda $N < N_h$ bo'lsa, unda kanaldagi napor yo'qolishi hisobiga suv sarfi Q kamayadi. Quvvat yo'qolishi maksimal sarf kamayishiga qarab hisoblanadi.

Dastlabki hisoblashlarda $N > N_h$ bo'lganda quvvatni

$$N \approx 15 \cdot \eta \cdot Q \cdot \Delta h \quad (4.8)$$

orqali topiladi.

Agar GES sutkalik taqsimlanishda ishlasa, unda grafik qurish qiyinlashadi, chunki sutka davomidagi suvdan notekis foydalanishni hisobga olish kerak.

2. Suv sarfini tartibga solinmaydigan kanal.

Suv qo'yish inshooti sathi kanal derivatsiyasi oxirida kanaldagi suv sathidan balandroq ($Q_{\max}$ uchun) joylashgan.

Bunday holda $\Delta h_{\max}=\text{const}$ qilib qabul qilinadi, sarf esa o'rtacha yillik kattalikda qabul qilinadi $\bar{Q}_{yil}$.

Energiya yo'qolishi GES T-soat ishlaganda

$$E = 9,81 \cdot \eta \cdot \bar{Q}_{yil} \cdot \Delta h_{\max} \cdot (T - T_b) + E \quad (4.9)$$

dan topiladi. Bu yerda, T_b – daryo suvi ko'paygan davr, soat; E – shu davrda energiya yo'qolishi.

Bu $H > H_n$ bo'lganda hisobga olinmaydi, aks holda, ya'ni $H < H_n$ da $E^* 4.8$ tenglamasidan hisoblanadi.

Hisoblash ishlari kanal bosh qismida sezilarli suv sathi o'zgar-ganda qiyinlashadi.

Bekordan-bekor suv o'tkazilganda energiya yo'qolishini hisobga olish kerak.

B. Kanalning eng qulay parametrlarini tanlash.

Bunday parametrlar (ko'ndalang kesimi o'lchamlari, hisobiy suv sarfi, kanal tubi qiyaligi) kanal uchun yig'indi xarajatlari minimumiga qarab aniqlanadi: X_{Σ}

$$X_{\Sigma} = X_d + X_{alm} + X_s \quad (4.10)$$

bu yerda, X_d – derivatsion kanal bo'yicha hisobiy xarajatlar;

X_{alm} – ishlab chiqilgan energiya va belgilangan quvvatni almashtirish hisobiy xarajatlari (derivatsiyada yo'qoladigan napor va suv sarfi ta'sirida);

X_s – kanaldagi har xil inshootlarga ketadigan hisobiy xarajatlar.

(4.10) bog'lanishni boshqacha yozish mumkin:

$$X_{\Sigma} = X + P,$$

bu yerda, $X = X_d + X_s$; $P = X_{alm}$ – yo'qolgan energiyaning hisobiy narxi.

Hisobiy xarajatlar quyidagi formuladan topiladi:

$$X = E_n \cdot K + I.$$

Yillik kanaldagi chiqimlarni I_d va undagi inshootlar chiqimi I_s larni ular kapital xarajatlarining $p \approx 0,05$ qismiga teng qabul qilinadi. Unda,

$$X_d = (E_n + p) \cdot K_d \text{ va } X_s = (E_n + p) \cdot K_s.$$

Ayrim hollarda yetarli aniqlikda solishtirma hisobiy xarajatlar S_r dan $P = S_r \cdot E_{yo'q}$ ko'rinishda foydalanish mumkin. Bunda $S_r = S + K_n \cdot E_n$ ga teng, bu yerda, K_n – solishtirma kapital almashtiruvchi xarajat quvvat bo'yicha.

Harakat kesimi o'lchamlari oshganda ekspluatatsiyaga sarflandigan hisobiy xarajatlar ko'payadi va $X = f(\omega)$ bog'lanish buni ko'rsatadi. ω – oshganda, suv tezligi v , napor yo'qolishi h_w , energiya yo'qolishi $E_{yo'q}$ kamayadi.

Loyihalash sharoitida quyidagi uchta hol uchrashi mumkin (4.11-rasm):

1) $b = \text{const}$ (suv chuqurligi o'zgaradi). Bunda ishlash jarayoniga ko'ra kanal tubi kengligi (b) berilgan. X , P va X_{Σ} grafiklarini suv chuqurligi « h » bo'yicha qurish qulaydir. X_{Σ} ning minimumi eng optimal « h » ga to'g'ri keladi.

2) $h = \text{const}$ (b o'zgaradi) h ni bir xil ushlab turish hamma taqqoslanadigan variantlarda geologik sharoitga ko'ra amalga oshirilishi mumkin. X , P va X_{Σ} larning b ga bog'liqlik egri chiziqlari quriladi.

3) b va h lar o'zgaradi. Bunday holda $b_1, b_2 \dots b_n$ kattaliklarini berib $X_{\Sigma} = \varphi(h)$ egri chiziqlarini qurish kerak. Bu egri chiziqlardan $X_{\min}$ ga

to'g'ri keladigan h topiladi. So'ngra har bir h ga to'g'ri keladigan $X_{\Sigma \min}$ nuqtalari topilib egri chiziq chiziladi (--- egri chiziq).

Bu topilgan qiymatlardan b_{ek} topiladi. Shu b_{ek} qiymatga to'g'ri kelgan h_{ek} --- chiziq bilan ko'rsatilgan.

Iqtisodiy hisoblar natijasiga ko'ra kanalning eng qulay o'lchamlari topiladi.

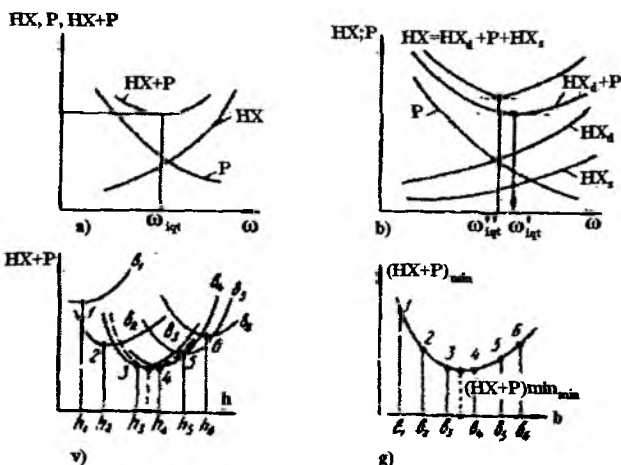
Agar texnik va iqtisodiy hisoblardan pasayish rejimi GES to'liq sarfi Q_{GES} , uchun asoslangan bo'lsa, unda suv chuqurligini kanal oxirida tekshirish kerak.

Kanaldagi chegaraviy sarf $Q_{kr} > Q_{GES}$ bo'lishi talab qilinadi.

$K = \frac{Q_{kr}}{Q_{GES}}$ ko'effitsiyenti, kanal uzunligiga, g'adir-budurlik

ko'effitsiyenti mustahkamligiga bog'liq bo'lib, himoya ko'effitsiyenti deyiladi.

Hozirgi paytda GES loyihalari avtomatik ravishda tuzilmoqda. Optimal parametrlarni butun inshootlar bo'yicha topish uchun EHM lardan foydalanish mumkin.



4.11 - rasm. Kanalning optimal parametrlarini aniqlash grafiklari:

a) – HX, P va $HX+P$ ni ω ga bog'liqligi; b) – kanal bo'yicha xarajatlar

HX va tutash inshootlar HX ini iqtisodiy samarador kanal kesimi ω qiymatiga ta'sirini ko'rsatuvchi bog'liqlik; v) – $(HX+P) = f(h)$ grafigi;

g) – $(HX+P)_{\min} = f(b)$ grafigi.

4.4. GEQlarining bosim quvurlari

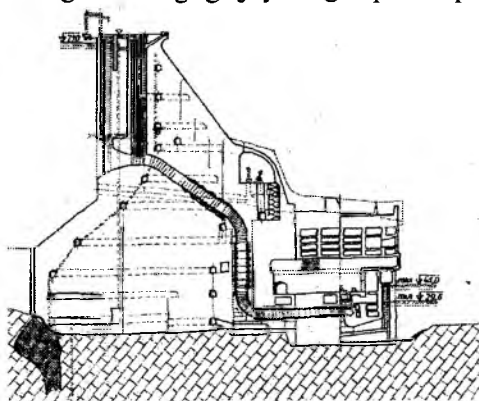
To'g'onli va derivatsion sxemali o'rtacha va katta naporli GES larda bosimli stansion quvurlaridan foydalaniladi. Stansion quvur yer sirtida, ko'milgan holda, to'g'on oralig'ida, tunnelda, shaxtada, tog' jinsida joylashgan hamma konstruksiya xillarini o'z ichiga oladi.

Stansion quvur sifatida eng ko'p ishlatiladigani bosimli po'lat quvurlardir. Ular napor 20...200 m bo'lganda qo'llaniladi. Ayrim hollarda, napor 200...300 m bo'lganda temir-beton va po'lat-temir-beton quvurlar ishlatiladi.

Hozirgi zamon ilm-fani rivoji stansion quvur uchun o'ta pishiq plastmassa va boshqa yangi materiallarni ishlab chiqmoqda. Demak, yaqin kelajakda yengil, chidamli, ekspluatatsiya uchun qulay quvurlar GEQ larida ishlatilishi mumkin.

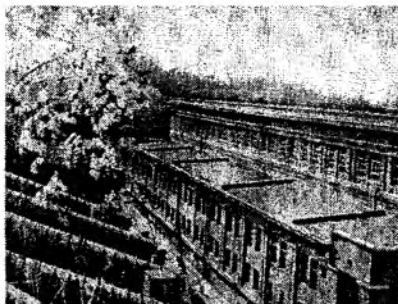
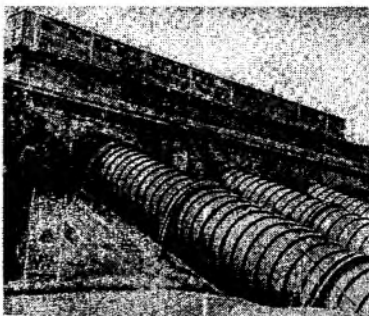
Joy relyefiga, statik ish rejimiga va GES komponovkasiga ko'ra stansion quvurlar uchta guruhga birlashadi:

1. Beton to'g'on oralig'iga joylashgan po'lat quvurlar.



4.12 - rasm. Beton to'g'on oralig'iga joylashgan po'lat quvur tasviri.

2. Derivatsion sxemali GES va GAES larda qo'llaniladigan yer sathida joylashgan erkin holatda yotqiziladigan po'lat quvurlar. Ular har xil tabiiy: sel oqimlari, zilzila, shamol ta'siriga uchramasligi uchun transheya tunnel va gallereyalarda joylashtiriladi. Bunday quvurlar tashqi tomoniga har doim tekshirish va remont (ta'mir) ishlarini bajarishga imkon yaratiladi. Shuning uchun ularni ochiq quvurlar deyiladi.



4.13 - rasm. Farxod GES derivatsion quvurlari.

3. Ko'milgan quvurlar transheyalarga yotqiziladi va yengil tuproq bilan berkitiladi. Shuning uchun bunday quvurlar tashqi tomondan gidroizolatsion material bilan qoplanadi.

Stansiya to'g'onida va umuman quvur trassasini tanlashda qisqaroq, har xil variantlar taqqoslanib, material xarajati va bosim yo'qolishi minimal holda olinishi taklif etiladi.

Quvur trassa variantini baholash quvur inshootiga hamda yo'qotiladigan energiyani kompensatsiya qilish xarajatlarini taqqoslanib optimal stansiya quvuri joylashishi olinadi.

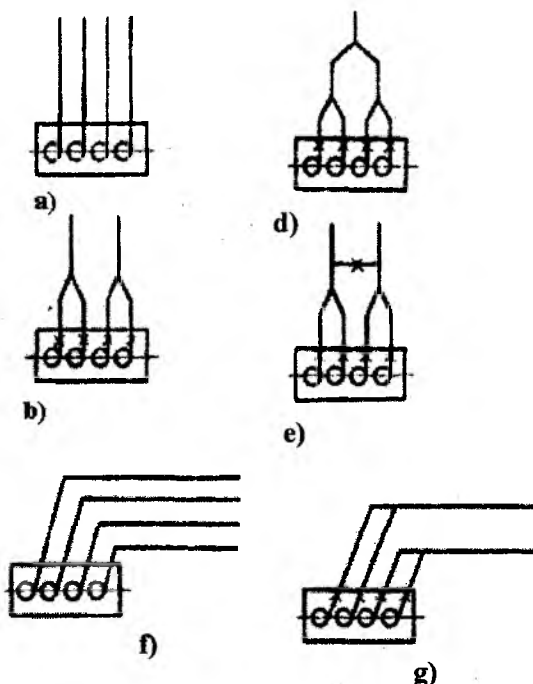
Hozirgi vaqtda suvni turbinaga keltirishning bir necha sxemalari mavjud (4.14-rasm):

a) sxema eng qulayi hisoblanib, quvurlar soni agregatlar soniga teng. Bu sxemada napor yo'qolishi eng kam bo'lib, o'rtacha napor va katta suv sarfida qo'llaniladi;

b) va d) sxemalarda quvurlar tarmoqlangan yoki birlashgan holatda agregatlarga suv keltiradi. Bu sxemalar katta napor va kichik suv sarfida qo'llanilishi mumkin.

Quvur soni kamaytirilsa, tayanchlar, kompensator soni va xarajat miqdori kamayadi, lekin umumiy quvur ishdan chiqsa, hamma agregatlar ishlamasligi mumkin.

Frontal suv keltirishda (a, b, d, sxemalar) quvurlar avariyasi GES binosini ishdan chiqarishi mumkin. Shuning uchun katta naporli GEQ larida suv uzatuvchi kanalni quvur tomonidan quriladi va uzunasiga suv keltirish sxemasidan (v, g, e) foydalaniladi.



4.14-rasm. GES turbinasiga suv keltirish sxemasi.

4.4.1. Turbina quvurlari xillari va gidroagregatlarga suv keltirish sxemalari

Turbina quvurlari GES turbinalariga suv keltirish uchun xizmat qiladi. To'g'on orti GES larida po'lat quvurlar to'g'on oralig'iga (ichiga) joylashadi. Bunday quvurlar ichiga o'rnatilgan deyiladi. Ularga Bratsk, Ust-Ilmsk GES lari misol bo'la oladi.

To'g'on orti GES lari uchun boshqacha turbina quvur konstruktiv sxemasiga to'g'on pastki tashqi tomoniga chiqarilgan xili kiradi.

Bunday quvurlar Krasnoyarsk, Zeya, Sayano-Shushinsk GES lari to'g'onida o'rnatilgan. Bunday quvurlarni montaj qilish va betonlash ishlari bir vaqtda olib boriladi.

Stansiya to'g'onini qurishda tashqariga chiqarilgan quvurlar osonroq bo'lib, ularning montaji beton qilingan to'g'on qismida olib

boriladi. Undan tashqari tashqi quvurlar stansion to'g'on kesimini zaiflashtiradi, bu katta diametrli quvurlarda katta ahamiyatga ega.

Tuproq to'g'onli GESlarda quvur to'g'on ostiga joylashtiriladi yoki to'g'onni aylantirib o'rnatiladi. Suv qabul qiluvchi inshoot to'g'onning yuqori qismida joylashadi.

Derivatsion GESlarda quvurlar ochiq va ko'milgan hollarda o'rnatilishi mumkin. Ochiq quvurlarni kuzatish va tekshirish oson bo'lib, ular temperatura va havo ta'siriga uchraydilar. Ko'milgan quvurlarga esa tashqi atmosfera ta'siri bilinmaydi.

Yer sathi ostida joylashgan GES va GAES quvurlarini tog'li tosh massiviga joylashtiriladi. Bunday quvurlar tunnel-quvurlar deyiladi. Ayrim hollarda quvurni tunnelda bimalol o'rnatilib, unga har tomonlama tekshirish uchun yo'lak qoldiriladi.

Quvurlarni po'latdan, temir-beton va sintetik materiallardan tayyorlanadi. Ilgarilari yog'och quvurlar ishlatilgan. Har bir GEQsi uchun texnik jihatdan muvofiq va iqtisodiy foydali konstruksiyadagi quvurni ishlatish kerak.

Katta naporli GEQlarida quvurlar juda ham katta mas'uliyat talab qiladigan inshoot hisoblanadi. Quvur buzilishi katta avariyaqa olib kelishi mumkin. Shuning uchun turbina quvurlariga katta talab qo'yiladi.

Katta naporli GEQsida quvurlar po'latdan tayyorlanib 200 m naporga mo'ljallanishi mumkin. Katta diametr va 30...50 m naporda quvurlar temir-betondan tayyorlanadi, bu metall sarfini kamaytiradi va yetarli mustahkamlikni amalga oshiradi.

Po'lat-temir-betonli quvurlar 300 m gacha naporga tayyorlanishi mumkin.

Statik sxemasiga ko'ra quvurlar qirqimi va butun qilinishi mumkin.

Butun bo'lak quvurlar uncha uzun bo'lmagan suv keltirishda va temperatura o'zgarishi sezilarsiz hollarda ishlatiladi. Bu sxema ko'milgan quvurlar uchun xarakterlidir.

Ochiq sxemada, asosan, qirqma quvurlar ishlatilib, anker va oraliq tayanchlar bilan jihozlanadi. Qirqilgan oraliqlarga temperatura - kompensatorlari o'rnatiladi.

Quvur trassasi eng qisqa tanlanib, joy relyefi geologik tuzilishi hisobga olinadi. Quvur uzunligini qisqartirish, uning narxini kamaytirish bilan birga, gidravlik zarb vaqtida GES ish rejimini napor tebranishi kamayishi hisobiga yaxshilashi mumkin. Quvur har xil ko'chishlardan, siljishdan, qulab tushadigan jinslardan saqlanishi shart. Quvur trassasi bo'yicha filtratsiya, yer usti suvlarini, avariya holatida hosil bo'ladigan

suvlarni oqizish ko'zda tutilgan bo'lishi kerak. Quvur ankerli tayanchlarga mahkamlanadi. Anker tayanchlar oralig'ida quvur o'qi to'g'ri chiziqqa ega bo'lishi kerak. Dastlabki hisoblarda oraliq masofa $L \leq 6D_{TR}$ kattaligida olinadi. Anker tayanchlar soni texnik-iqtisodiy hisoblardan har xil variantlar taqqoslanib aniqlanadi.

Quvurni loyihalashda ekspluatatsiya sharoitini hisobga olish zarur. Quvurni shunday joylashtirish kerakki, gidravlik zarb vaqtida vakuum hosil bo'lishining oldini olish uchun, u eng past pezometrik sathdan pastda bo'lsin. Zatvorlardan keyin havo beruvchi trubalar yoki klapanlar (vantuz) suv kamayganda va quvur to'ldirilganda havoni chiqarish uchun o'rnatilishi kerak.

Quvurni remont qilish uchun va tekshirishga teshiklar eng qulay joyda qoldiriladi. Agar quvur diametri 820 mm dan kam bo'lsa, flanes qismlarida olinadigan (qo'yiladigan) qopqoqlar o'rnatiladi.

Suvni turbinaga yo'naltirish sxemalari 4.14-rasmda keltirilgan.

Eng qulay sxema har bir agregatga alohida suv keltirish hisoblanadi. Bunday napor yo'qolishi eng kam bo'lib, o'rtacha naporda va katta suv sarfida qo'llaniladi. Krasnoyarsk GESida b) sxema ko'rinishda quvurlar joylashtirilgan. D_{TR} unchalik katta bo'lmagan holda, katta napor va kichik suv sarfida guruh (gruppa) quvurlaridan foydalaniladi.

4.4.2. Ochiq po'lat quvurlar

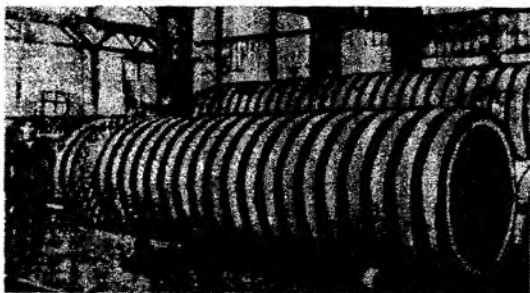
A. Quvurlar konstruksiyasi.

GEQ larida napor 50 m dan oshsa, asosan, po'lat quvurlar ishlatiladi. Truba qobig'i kam uglerodli (karbonli) po'latdan tayyorlanib, 210-290 MPa ($2100-2900 \text{ kgs/sm}^2$) qarshilikka mo'ljallanadi. Katta naporda esa legirlangan po'lat 450-500 MPa qarshilikkacha qo'llaniladi.

Quvurlar oddiy uglerodli po'latlardan tayyorlanganda 40^0 C temperaturaga mo'ljallanadi. 65^0 C temperaturada esa quvurlar normallashtirish po'latdan tayyorlanadi. Maxsus asoslar bo'lsa, quvurlar tayyorlashda payvandlanadigan, mo'rt-sovuq deformatsiya ta'sirida sovuqqa va issiqqa chidamlilikka ega po'lat ishlatiladi.

Tayyorlanish usuliga ko'ra po'lat quvurlar yaxlit uzunlikda, payvandlangan va parchinlangan (mixlangan) qo'llaniladi. Yaxlit trubalar turbina vodovodi sifatida katta naporli GEQlarda 0,6 m.dan~ kichik diametrda ishlatiladi. Mixlangan quvurlar MDHda ishlatilmaydi. Payvandlangan quvurlar eng qulayi hisoblanib, mustahkam konstruksiya sifatida keng qo'llaniladi.

Quvurning tashqi ko‘rinishiga – kompensatorlar, kalena va troyniklar kiradi. Kompensatorlar temperaturaga, cho‘kishga va temperaturali cho‘kish xillariga bo‘linadi. Temperatura kompensatorlari quvurlarni (gorizontal) o‘qiy yo‘nalishda bemaol uzunligining o‘zgarishiga yordam beradi. Bunda truba qobig‘iga ta’sir ko‘rsatuvchi temperaturaviy kuchlanish kamaytiriladi.



4.15 - rasm. Bandajlangan quvur.

Eng ko‘p tarqalgani salnikli kompensatorlar hisoblanadi. 1000 m naporda payvandlangan kompensatorlar qo‘llaniladi. Qistirma materialiga rezina shnur kvadrat qirgimda ishlatiladi. Agar $H=100$ m dan kam bo‘lsa, qistirma zig‘ir tolasi materialidan ichiga rezina o‘zak qilinib tayyorlanadi. Diametr 1 m dan~ kam va 1000 m dan yuqori naporlarda qo‘yma salnikli kompensatorlar bronza qistirmali yoki texnik teridan tayyorlanadi.

Cho‘kish va temperaturalik – cho‘kish salnikli kompensatorlari quvur tayanchi yumshoq jinlarda qo‘llaniladi.

Yopiq zatvorga (tiqinga). ta’sir qiluvchi suv bosimidan hosil bo‘ladigan o‘qiy kuch

$$A_1 = \gamma \cdot \frac{\pi \cdot D^2 \gamma \cdot h}{4} \quad (4.11)$$

Agarda truba oxiri bemaol o‘z o‘qi bo‘yicha qo‘zg‘alsa, bu kuch truboprodga cho‘zuvchi o‘qiy kuchlanish hosil qiladi.

4.4.3. Quvurga va uning tayanchiga ta’sir qiluvchi kuchlar

Ochiq usulda joylashgan quvurlar anker tayanchlarga mahkamlanadi. Bu tayanchlar quvurga ta’sir qiluvchi kuchlarni qabul qilib, trassada quvur turg‘unligini ta’minlaydi. Ochiq tayanchlar esa anker tayanchlar oralig‘ida (o‘rtasida) joylashib quvurni ushlab turadi. Qirqma

quvurlar oraliq tayanchlarda bemalol o'qiy deformatsiyaga mos ravishda siljishi mumkin, cho'kadigan tuproqlarda esa quvurlarning balandligi bo'yicha o'zgarishini ta'minlaydi.

Anker tayanchlar orasidagi masofa 150...200 m qilib olinadi. Quvur qiyaligi gorizontga nisbatan kichik bo'lib, ular kompensatorlarga ega bo'lsa, Uzunlik masofalari anker tayanchlar uchun 350...400 m bo'lishi mumkin.

Quvurga ta'sir qiluvchi kuchlar tashqi ta'sir va yuklanish hisobiga vujudga keladi. Yuklanishlar - normal ekspluatatsiya davrida va avariya holatda (ayrim quvur elementlari ishlamaganda, seysmik ta'sirda, quvur tekshirilayotganda va boshqalar kuzatiladigan kuchlarga ajratiladi).

Eng qulay kuchlar majmuasi quvur egilgan qismida suv yo'q holda bo'lishi mumkin, ya'ni tayanchni quvur asosiga qisuvchi kuch teng ta'sir etuvchisi yo'q, $R_A=0$.

Hisobiy yuklanish kuchi R_H quvurga yoki uning tayanchiga yuklanishning ortiqcha og'irlik koeffitsiyenti ko'paytmasiga teng (QN va L II-50-74, 8b).

4.5 - jadval

№	Yuklanishlar	Ortiqcha og'irlik koeffitsiyenti
1.	Gidrostatik bosim	$K_{or,og'ir} = 1$
2.	Gidraul. zarb bosimi	1,2
3.	Quvur og'irligi	1,1
4.	Suvning og'irligi	1
5.	Quvur ichki bosimi kamayganda havoning tashqi bosimi	1,2
6.	Temperatura ta'siri	1,1
7.	Kompensatorda ishq. kuchi	1,2
8.	Oraliq tayanchlarda ishq. kuchi	2
9.	Qurilish-montaj yuklanishi	1
10.	Tekshirish yuklanishi	1
11.	Seysmik ta'sir	1

Yopiq zatvorga ta'sir qiluvchi suvning bosim kuchi o'qiy kuch hosil qiladi.

$$A_1 = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot \gamma \cdot H}{4} = \gamma \cdot \omega \cdot H \quad (4.12)$$

D_1 diametr D_2 diametrga o'tishda hosil bo'ladigan o'qiy kuch

$$A_2 \approx \gamma \frac{H_1 + H_2}{2} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (D_1^2 - D_2^2) \quad (4.13)$$

To'g'ri uchastkali quvur gorizontga ϕ burchak ostida joylashganda suv og'irligi quvur o'qiga nisbatan quyidagicha kuch hosil qiladi:

$$N_1 = G \cdot \cos \phi \quad (4.14)$$

Tayanchlarga bu kuch l masafada quyidagicha kattalikda bo'ladi:

$$N_1 = \phi \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot l \cdot \cos \phi$$

Quvur og'irligi o'qiy tashkil etuvchini beradi:

$$A_3 = G_1 \cdot \sin \phi \quad (4.15)$$

Normal tashkil etuvchi esa:

$$N_2 = G_1 \cdot \cos \phi \quad (4.16)$$

Oraliq tayanchlardagi ishqalanish kuchi

$$A_4 = \pm f(N_1 + N_2) \quad (4.17)$$

bu yerda, f – ishqalanish koeffitsiyenti.

4.4.4. Po'lat quvurlarning mustahkamligini hisoblash asoslari

Anker tayanchlar oraliq'idagi quvur diametrining texnik-iqtisodiy hisobga ko'ra eng qulayi tanlanadi. Quvur qobig'i qalinligi mustahkamlik hisobiga asosan aniqlanadi. Ayrim hollarda quvur turg'unligi (qattiqligi) hisoblanadi. Anker tayanchlar oraliq'idagi quvur diametri bir xil olinadi. Qobiq qalinligi quvur oxirgi qismida eng yuqori, boshlang'ich qismida esa eng kichik.

Po'lat quvur qobig'ini hisoblash oxirgi holat usuli bo'yicha amalga oshiriladi. Po'latning hisobiy qarshiligi $R_b = R_H / K_k$, bunda, R_H – normativ qarshilik, k_k – materialning xavfsizlik koeffitsiyenti. Normativ qarshilik sifatida statik yuklanishni hisoblashda normativ oquvchanlik chegarasi qabul qilinadi. Dastlabki hisoblashda quvur qobig'i mustahkamligi quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$N_p \leq R_b \cdot \frac{m}{k_n} \cdot c \quad (4.18)$$

bu yerda, N_p – ortiqcha yuklanish koeffitsiyenti orqali topiladigan yuklanish (ta'sir) kattaligi;

c – asosiy qarshilikdan erkin material qarshiligiga o'tish koeffitsiyenti;

R_b – materialning hisobiy qarshiligi;

m – ish sharoitini hisobga oluvchi koeffitsiyent;

k_n – mustahkamlik koeffitsiyenti.

Materialning xavfsizlik koeffitsiyenti po'latning sinfiga (klassiga) va tayyorlanish usuliga bog'liq.

k_n – esa mustahkamlik klassiga qarab: I – klass inshootlariga

$k_n=1,20$; II klassga $k_n=1,15$; III klassga esa $k_n=1,1$.

Koeffitsiyent – m ichki bosim ta'sirida $\approx 0,75$, tashqi bosim ta'sirida $\approx 0,9$ qilib olinadi.

c – koeffitsiyent kattaligi normal zo'riqishda 1,0...1,2, urinmali zo'riqishda esa 0,6 qilib olinadi.

Butun quvur qismlari uchun hisoblash deformatsiyaga tekshirish va statik yuklanish ta'sirida siljishga bajariladi.

Po'lat quvurlarni loyihalashda yemirilish va zanglashdan himoya qilish ko'zda tutilishi shart. Qobiqning minimal qalinligi 6...10 mm olinadi, $D=6,2...7$ m da $\delta=14$ mm.

Normal zo'riqishda quvur chidamlilik qobiliyati keltirilgan zo'riqish kattaligidan mustahkamlikning energetik nazariyasiga ko'ra aniqlanadi. Mustahkamlik sharti:

$$\sigma_{k,z} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 \cdot \sigma_2 + 3\tau_{1,2}^2} \leq R_h, \quad (4.19)$$

bu yerda, $\sigma_{k,z}$ – keltirilgan zo'riqish;

σ_1, σ_2 – o'qiy va aylanaviy zo'riqishlar;

τ – urinmaviy zo'riqishlar;

R_H – hisobiy qarshilik.

Quvur qobig'ini hisoblash buralma moment hosil bo'lganda juda qiyinlashadi.

Dastlabki hisoblash vaqtida

$$\delta \geq \frac{p \cdot D}{2 \cdot R_h} = \frac{\gamma \cdot H \cdot D}{2 \cdot R_h} \quad (4.20)$$

bog'lanishni quyidagi tenglikdan olib bajariladi:

$$2S = pD \quad (4.21)$$

Silindrning yarim qismiga D-diametr, m, uzunligi 1 m va ichki suv bosimi P, Pa, da qabul qilinadi.

V_1 yoki V_2 qobiq kesimi uchun gorizontall quvur o'qida (5) olinadi.

Kuchlanish $S = \delta \cdot \sigma$ (N) ga teng. Bu yerda, σ – cho'zuvchi zo'riqish (Pa) ga δ o'rniga hisobiy qarshilikni R_h qo'yib, quvur qobig'i qalinligini δ (m) ni olamiz:

$$\delta \geq \frac{P \cdot D}{2 \cdot R_h} = \frac{\gamma \cdot H \cdot D}{2 \cdot R_h} \quad (4.22)$$

Agar $\frac{D}{2} \cdot \cos \varphi > 0,05 \cdot H$ bo'lsa, unda quvurdagi suv og'irligi hisobga olinadi va δ, S – qirqim bo'yicha aniqlanadi:

$$\delta \geq \frac{r \cdot H \cdot D}{2 \cdot R} \cdot \left(H + \frac{D}{2} \cdot \cos \varphi \right) \quad (4.23)$$

Bunda, φ -truboprovod quyi va gorizontal tekislik o'rtasidagi burchak.

4.4.5. Po'lat-temir-beton quvurlar

Quvurda suv oqishi bekitilsa va uning yuqori qismidagi zatvor yopiq bo'lsa hamda havo o'tqazuvchi (trubalar) qurilmalar funksiyasi buzilsa, vakuum hosil bo'lishi mumkin. Tashqi havo bosimi quvur ichida vakuum bo'lganda uning qobig'ining ezilishiga olib kelishi mumkin, agarda bosimlar farqi kritik bosimdan oshsa.

Yumaloq quvurlar uchun kritik bosim qiymati qattqlik halqasi bo'lmaganda:

$$P_k = 2E \left(\frac{\delta}{D} \right)^3$$

bu yerda, δ – qobiqning hisobiy qalinligi;

E – po'latning elastiklik moduli;

D – quvur diametri.

Haqiqiy ortiqcha tashqi bosim ortiqcha yuklanish koeffitsiyenti bilan kritik bosimdan kichik bo'lishi kerak $P/m < R_{kr}$

$m=0,5$ – ish sharoiti koeffitsiyenti.

4.6- jadval

Truba ichki diametri, m	Halqalar oralig'idagi masofa qobig'i δ , mm da						
	10	12	14	16	18	20	22
2	6	10,8	20,0	-	-	-	-
3	4,5	6	8	12	16,5	-	-
4	3,0	4,5	6	8	10,8	12,6	20
5	2,0	3,6	5	7,2	8	10	12,6

4.4.6. Quvur tayanchlari

Ochiq usulda joylashgan quvurlar anker tayanchlarga mahkamlanadi. Bu tayanchlar har xil quvurga ta'sir qiluvchi kuchlarni qabul qilib, trassada quvur turg'unligini ta'minlaydi. Oraliq tayanchlar anker tayanchlar o'rtalig'ida joylashib quvurni ushlab turadi. Qirgma quvurlar oraliq tayanchlarda bemalol o'qiy deformatsiyaga mos ravishda siljishi

mumkin Cho'kadigan tuproqlarda quvurning balandlik bo'yicha (tik) o'zgarishini ta'minlaydi.

Anker tayanchlar orasidagi masofa 150...200 m qilib olinadi. Quvur qiyaligi gorizontga nisbatan kichik bo'lib, ular kompensatorga ega bo'lsa, uzunlik masalalari anker tayanchlar uchun 350...400 m bo'lishi mumkin.

Quvurlar asosi bo'lib (ND) kattaligi hisoblanadi va shu kattalik orqali qanday po'lat materialdan tayyorlanishi aniqlanadi. Masalan, kam uglerodli po'lat uchun $ND \approx 550...650$. Legirlangan po'lat ishlatilganda $ND \approx 1500...2000$.

4.4.7. Turbina quvurlari parametrlarini texnik-iqtisodiy asoslash qoidalari

Quvur diametrini oshirsak, uning og'irligi, xarajatlar miqdori X va narxi ko'payadi. Biroq katta diametrda suv tezligi kamayib, energiya va quvvat, ularning narxi P kamayadi. Iqtisodiy eng qulay diametr hamma hisobiy quvur xarajatlari X va yo'qotiladigan energiya qimmatiga P ko'ra aniqlanadi va ushbu shart bajarilishi kerak.

$$X + P \rightarrow \min$$

Bir necha diametr uchun X va P kattaliklarini hisoblab $X + P = f(D)$ bog'lanishni qurish mumkin va D ni aniqlash mumkin.

1 m uzunlikdagi quvur og'irligi m , t :

$$t = \rho_p \cdot \pi \cdot D \cdot \frac{\delta}{100} \cdot \alpha, \quad (4.24)$$

bu yerda, $\rho_p = 7,85 \frac{kg}{m^3}$ po'lat zichligi;

δ – quvur qobig'i qalinligi;

$\alpha = 1,1...1,2$ quvur og'irligining qattqlik halqalari, flanes, payvandlash hisobiga oshishi koeffitsiyenti. (zanglash va ishqalanishdan qobiq qalinligining o'zgarishi ham).

Dastlabki hisoblashda $D = 0,85 \cdot \sqrt{Q_{max}}$ - NS uchun;

$$D \approx \sqrt[3]{\frac{5,2 \cdot Q_{max}}{H}} - \text{GES uchun.}$$

Quvur narxi anker va oraliq tayanchlar bilan:

$$K = K_{TP} + K_{man} = m \cdot c \cdot e, \quad (4.25)$$

bu yerda, c – 1 t quvurning montaj va buyoq hisobidagi narxi (so'm)
 ε – koeffitsiyent bo'lib, tayanch narxini quvur diametriga bog'liq joyini hisobga oladi.

Hisobiy xarajatlar

$$X = E_N \cdot K + U = (E_N + R_e) \cdot K = R_x \cdot K \quad (4.26)$$

bu yerda, E_N – samaradorlikning solishtirma normativ kattaligi;

R_e – quvur bo'yicha ekspluatatsiya xarajatlarining bir qismi;

R_z – hisobiy xarajat koeffitsiyenti (m -n, $E_z=0,12$ va $R=0,05$ bo'lsa $R_z=0,17$).

1 m quvur uzunligidan o'rtacha yillik yo'qolgan energiya:

$$E_n = \int_0^{T_{\text{ish}}} N_{\text{yo'q}} dt = 9.81 \cdot \eta_{\text{ga}} \cdot n \cdot \int_0^{T_{\text{ish}}} Q \cdot \Delta H \cdot dt, \text{ kVt} \cdot \text{soat} \quad (4.27)$$

bunda, η_{bl} – o'rtacha FIK agregat blok uchun;

ΔH – naporning ishqalanish kamayishi, m;

$n=1,04 \dots 1,1$ mahalliy qarshilikni hisobga oluvchi koeffitsiyent.

1 m quvur uzunligida napor kamayishi:

$$\Delta H = \lambda \cdot \frac{v^2}{2gB} = 8,1 \cdot 10^{-2} \lambda \frac{Q^2}{D^5}.$$

Ekspluatatsiya tajribasiga ko'ra λ ni 0,012...0,016 kattaligida o'zgaras qilib olish mumkin. Unda $\lambda=0,014$ bo'lsa,

$$\Delta H = 1,13 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{Q^2}{D^5}$$

Agar $a \approx 1,1$, $v \approx 1,2$, $n \approx 1,1$ qilib tanlasak, quvurning kichik naporli uchastkasida ($\delta = \text{const}$)

$$D_{\text{iqf}} = \sqrt[5]{\frac{Q_h \cdot T_{\text{ish}} \cdot S_{\text{iqf}} \cdot \eta \cdot \beta}{\delta \cdot c}} \quad (4.28)$$

$\delta = \text{var}$ bo'lganda:

$$D_{\text{iqf}} = \sqrt[5]{\frac{Q_h^3 \cdot T_{\text{ish}} \cdot \sigma \cdot S_{\text{iqf}} \cdot \eta \cdot \beta}{C \cdot H}} \quad (4.29)$$

bu yerda, Q_h^3 – hisobiy o'rtacha kubik suv sarfi; m^3/s ;

T_{ish} – energiya yo'qolishini hisobga olish hisobiy davomligi, s ;

β – koeffitsiyent, energiya yo'qolishini toshqin suv paytida suv sarfi kamayishni hisobga oladi;

$\sigma \leq \sigma_{\text{ruxsat}}$ – cho'zilishga ruxsat etilgan zo'riqish (MPa);

H – quvur o'rta qismida gidravlik zarb hisobiga topilgan napor, m.

NS uchun bu tenglamalarga o'rtacha kubik suv Q_N^3 qiymatini, nasos ishining davomlilikini T_N , iste'mol qilingan energiya narxini S_N , η_{na} - nasos bloki FIK va $\beta=1$ olinadi.

4.4.8. Turbina quvuridagi hisobiy o'rtacha kubik suv sarfini aniqlash

O'rtacha yillik energiya yo'qolishi $E_{yo'q}$ (kVt·s/yil) o'rtacha kubik suv sarfiga proporsional bo'ladi:

$$E_{yo'q} = 9,81 \cdot \eta \cdot \int_0^T Q \Delta h dt, \quad (4.30)$$

Napor yo'qolishini tezlik kvadratiga proporsional ko'rinishda yozsak:

$$\Delta h = a \cdot g^2 = b \cdot Q^2 = \frac{L \cdot Q^2}{\omega^2 \cdot C^2 \cdot R}, \quad (4.31)$$

$$E_{yo'q} = \frac{9,81 \cdot \eta \cdot L}{\omega^2 \cdot C^2 \cdot R} \cdot T \cdot Q_{o'k}^3 = m \cdot Q_{o'k}^3 \cdot T \quad (4.32)$$

Suv sarfining kubi $Q_{o'k}^3$ o'rtacha qiymati:

$$Q_{o'k} = \sqrt[3]{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T Q^3 \cdot dt} = \sqrt[3]{A}, \quad (4.33)$$

bu yerda, $A - m^9/s^3$;

$Q_{o'k}^3$ - o'rtacha arifmetik suv sarfidan katta bo'ladi.

Sutkalik rejimdagi GES quvuri uchun haqiqiy suv sarfi davomlilik grafigini qurish energotarmoqdagi bir necha yil uchun qiyindir. Agar GES agregatlari: 1) to'liq quvvatda, 2) maksimal F.I.K. bilan ishlaydi deb olsak, hisoblash ishlari soddalashadi.

Agar quyi befda sanitariya shartiga ko'ra minimal suv sarfi Q_{min} talab qilinsa, GES yuklanish grafigi bazisida N_{min} bilan ishlaydi.

GES o'rtacha sutkalik suv sarfi davomlilik grafigidan gidroagregatlarning qancha soat to'liq quvvat bilan bazisda, qancha soat cho'qqi qismida, qancha soat N_{min}^b bilan bazisda ishlashini baholashga to'g'ri keladi.

Turbina maksimal suv sarfi $Q_{max} = \frac{Q_{CT}}{n}$

Q_T sarf bilan gidroagregat toshqin suv kuzatilganda bazisda T_b soat, kam suvli davrda T_p vaqt grafikning cho'qqi qismida bir yilda ishlaydi. Q_E suv sarfini η_E maksimal FIK bilan:

$$Q_E = \frac{N_E}{9,81 \cdot \eta_E \cdot H_{o'rt}} \quad (4.34)$$

bu yerda, N_E – agregatning optimal quvvati, kVt;

$H_{o'rt}$ – o'rtacha napor, m;

Q_E sarf bilan agregat ishlash vaqti

$$T_E = \frac{\frac{W_{o'rt}}{n} - Q_T(T_b + T_P) - Q_{min} \cdot T_b}{Q_E}, \quad (4.35)$$

bu yerda, $W_{o'rt}$ – GES da ishlatiladigan o'rtacha yillik suv miqdori, m^3 , uning kattaligi rasmdagi 1 chiziq, koordinatalar o'qi oralig'idagi yuzaga teng. (4-5-6-7 figura yuzasi).

Agar T_b vaqtda (ortiqcha suv bo'lganda) GES nabori turbina hisobiy naboridan kichik bo'lsa, $Q_{o'k}$ alohida quvurda haqiqiy o'rtacha kubik suv sarfiga teng bo'ladi.

$$Q_h = \sqrt[3]{\frac{Q_T^3(T_b + T_P) + Q_E^3 \cdot T_E + Q_{min}^3 \cdot T}{T_b + T_P + T_E + T_g}}, \quad (4.36)$$

Hisobiy energiya yo'qolish davomlilik vaqti quyidagiga teng bo'ladi:

$$T_H = T_{AGR} = T_b + T_P + T_E + T_V, \quad (4.37)$$

Dastlabki hisoblarda $Q_{HISOB} \approx \frac{1,2 \cdot W_{inh}}{n \cdot T_{AGR}}$ qilib olish mumkin.

T_b vaqtda (toshqin suvni) bekordan suv o'tkazilsa $N_{GES} > N_H^{TURB}$ energiya yo'qolishi quyidagicha hisoblanadi:

$$T_H = T_P + T_E + T_V \quad (4.38)$$

Daryoda ortiqcha suv bo'lsa, napor yo'qolishi foydalanilayotgan suv sarfini oshirish bilan kompensatsiya qilinishi mumkin.

Unda Q_{XIS} ushbu ko'rinishda topiladi:

$$Q_{xus} = \sqrt[3]{\frac{Q_T^3 \cdot T_P + Q_E^3 \cdot T_E + Q_{min}^3 \cdot T_V}{T_P + T_E + T_V}} \quad (4.39)$$

Qo'yi befda yetarli suv bo'lsa, GES ni kechasi to'xtatib qo'yish mumkin va $Q_{min} = 0$, $T_V = 0$.

Eng iqtisodiy foydali rejim nasos stansiya to'liq Q da ishlashi hisoblanadi. $Q_{o'k}$ hisob NS va GAES uchun Q_{NOM} ga teng olinishi mumkin, davomlilikini esa, nasosning bir yildagi ish soatiga teng bo'ladi.

GAES ning turbina rejimida $Q_{o'k}$ sarfga teng qilib, T_h vaqtini - haqiqiy agregat ish soatiga teng olinadi va $\beta = 1$ hisoblanadi.

4.4.9. Quvur diametrini aniqlashni texnik-iqtisodiy asoslash uslubi

Quvur diametri oshib borishi bilan uning og'irligi, narxi va montaj xarajatlari miqdori X ko'payadi. Shu bilan birgalikda diametr qiymatlari oshganda suv tezligi kamayadi, bu esa energiya va quvvat yo'qolishining kamayishiga olib keladi va shuning hisobiga ushbu yo'qolish xarajatlari P teжалadi. Iqtisodiy eng qulay diametr quvurni qurib bitkazishga sarf bo'lgan xarajatlarning bir yilga keltirilgan qiymati X va yillik xarajatlar miqdoriga P ko'ra aniqlanadi va bunda ushbu shart bajarilishi kerak.

$$X + P \rightarrow \min \quad (4.40)$$

Bir necha diametr uchun X va P kattaliklarni hisoblab $X+P=f(D)$ bog'lanishni qurish va iqtisodiy eng qulay diametr D_i ni aniqlash mumkin.

Quvurning taxminiy, birlamchi diametrini turbina quvurlari uchun

$$D_u \approx \sqrt[3]{\frac{5,2 \cdot Q_{\max}}{H}} \quad (4.41)$$

bilan, NS bosim quvurlari uchun

$$D_u = 0,85 \cdot \sqrt{Q_{\max}} \quad (4.42)$$

formulalari bilan aniqlash mumkin. Yuqoridagi formulalar bo'yicha $Q_{\max}$ qiymatlari oshib borishi bilan shunga mos ravishda quvur diametri ham oshib boradi. Lekin bunda shuni ta'kidlash lozimki, katta diametrli quvurlarni qurish xarajatlari haddan tashqari oshib ketadi, shu sababli bu formulalar quvurlar diametri 2, 0 m dan oshganda uncha to'g'ri kelmaydi.

Nasos stansiyalarda loyihalash tajribasiga tayangan holda bosim quvurining taxminiy diametri quyidagi jadval orqali beriladi [13].

4.7 - jadval

$Q_h, \text{m}^3/\text{s}$	0,5	1,0	2,0	4,0	9,0	15,0	25,0	50,0
D_u, mm	0,7	0,9	1,2	1,5	1,9	2,5	3,0	4,0

Bunda, Q_h – quvurning hisobiy suyuqlik o'tkazish unumdorligi, m^3/s . Bu qiymatni taxminan quyidagicha aniqlash mumkin.

$$Q_h = (0,7 \dots 0,9) Q_n \cdot n \quad (4.43)$$

Q_n – nasosning o'rtaicha ish unumdorligi, m^3/s , n – bitta quvurga bir vaqtda ishlaydigan nasoslar soni.

Q_h ning aniqroq qiymatini hisoblashda quvurdan o'tadigan suyuqlik miqdorining ish davrida tez-tez o'zgarib turishi hisobga olinadi.

$$Q_h = \sqrt[3]{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T Q^3 \cdot dt} \quad (4.44)$$

Q – belgilangan vaqtdagi quvurning suyuqlik o'tkazish unumdorligi, m^3/s

T – quvurning yil davomida ishlash vaqti.

Gidroenergetik qurilmalarning ish rejimi bosqichli grafik asosida bo'lganligi uchun yuqoridagi formulani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin.

$$Q_h = \sqrt[3]{\frac{\sum Q_i^3 \cdot T_i}{\sum T_i}} \quad (4.45)$$

Quvurning ish jarayonida gidravlik qarshiliklarni yengishga sarf bo'lgan energiya qiymati ham turbina quvurining suv o'tkazish miqdoriga proporsional ravishda aniqlanadi.

$$E = 9,81 \cdot \eta_{GES} \int_0^T Q \Delta h dt \quad (4.46)$$

Bunda, η_{GES} – GES f. I. K., Δh – quvurdagi napor yo'qolish qiymati.

$\Delta h = S \cdot Q^2$, bunda S – quvurning gidravlik qarshilik koeffitsiyenti

Demak, $E = 9,81 \cdot \eta_{GES} \cdot S \int_0^T Q^3 \Delta h dt$, bunda $Q_h^3 = \frac{1}{T} \int_0^T Q^3 dt$ deb qabul qilsak,

$$E = 9,81 \cdot \eta_{GES} \cdot S \cdot Q_h^3 \cdot T \quad (4.47)$$

Xuddi shuningdek, nasos stansiyalarning bosim quvurlarida yo'qolgan energiya qiymati quyidagiga teng bo'ladi:

$$E = \frac{\gamma}{102 \cdot \eta_{NS}} S \cdot Q_h^3 \cdot T \quad (4.48)$$

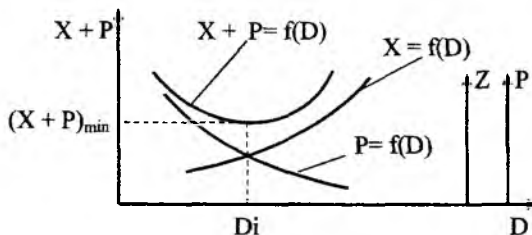
Yo'qolgan energiya narxini quyidagicha aniqlash mumkin:

$P_e = E \cdot a$, bunda a – 1 kVt-soat elektr energiyasi narxi, γ – suyuqlik solishtirma og'irligi.

Quvurning yillik xarajatlariga yo'qolgan energiyani qoplashga sarf bo'lgan xarajatlardan tashqari uni ta'mirlashga, foydalanishga sarf bo'lgan xarajatlar va amortizatsiya ajrimlari kiradi. Bu xarajatlar belgilangan me'yor asosida hisoblanadi.

$$P = P_e + P_t + P_a \quad (4.49)$$

Quvurning eng iqtisodiy qulay diametrini aniqlashning grafik holdagi ko'rinishi quyidagicha (4.16-rasm):



4.16 - rasm. Bosim quvurining eng iqtisodiy qulay diametrini aniqlash grafigi.

Gidroenergetik qurilmalarning bosim quvurlari ularning muhim inshootlaridan biri hisoblanadi. Ba'zi hollarda uning xarajatlari gidroenergetik qurilmalar xarajatlaridan oshib ketishi mumkin.

Gidroenergetik qurilmalar bosim quvurlari asbestsement, temir-beton va po'lat quvurlaridan iborat bo'lishi mumkin. Keyingi paytlarda polivinilxloriddan, polietilendan qilingan quvurlar ham ishlatilmoqda.

1. Asbestsement quvurlar (BT-6, BT-9, BT-12) diametri $D_u = 100 \dots 500$ mm bo'lishi mumkin. Bu quvurlar 1,5 MPa bosimgacha mo'ljallangan.

2. Yig'ma temir - beton quvurlari diametri $D_u = 250 \dots 1500$ mm gacha bo'lib 0,5 – 15 MPa bosimga mo'ljallangan.

3. Diametri 1000 mm dan oshiq bo'lgan monolit temir - beton quvurlar o'rnatilish joyida tayyorlanadi va 0,5 MPa bosimga mo'ljallanadi.

4. Polietilen, polipropilen va polivinilxlorid kabi sun'iy materiallardan qilingan quvurlar diametri $D_u = 10 \dots 600$ mm bo'lib, 0,25...10 MPa bosimga mo'ljallangan.

Cho'yan quvurlarni yoki bo'ylama va spiral payvandli po'lat quvurlarni gidroenergetik qurilmalarning bosim qismida qo'llash maqsadga muvofiq emas.

Nasos stansiyasi bosim quvurlarining soni, agar ularning uzunligi 100 metrdan kam bo'lsa, nasoslar soniga teng qilib olinadi. Agar quvur uzunligi 100 – 300 metrni tashkil qilsa, quvurlarni birlashtirish texnik -

iqtisodiy hisoblar bilan asoslanishi kerak. Bosim quvuri uzunligi 300 metrdan oshganda ularni albatta, birlashtirish maqsadga muvofiq hisoblanadi. Lekin shuni ham e'tiborga olish zarurki, bitta quvurga suv beradigan nasoslar soni uchtdan (juda kam hollarda to'rtta) oshmasligi kerak.

Bosim quvurlari soni bir nechta bo'ladigan bo'lsa, ular orasidagi masofani quyidagicha qabul qilish kerak:

$l=0,7$ m	agar quvur diametri	$D_{\delta k} < 400$ mm
$l=1,0$ m	$D_{\delta k} = 400 \dots 1000$ m	bo'lganda
$l=1,5$ m	$D_{\delta k} > 1000$ mm	bo'lganda

4.5. GEQlarining tenglagich rezervuarlari (TR)

4.5.1. Tenglagich rezervuarlarni qo'llashning shartlari va vazifasi

GES yuklanishi tez o'zgarganda turbina quvuridagi suv tezligi va bosimi birdaniga o'zgarib gidravlik zarb hodisasi hosil bo'ladi.

Tenglagich rezervuarlar (TR) o'rnatilmagan bo'lsa, gidravlik zarb butun bosimli derivatsiya uzunligi bo'yicha tarqalishi va suv bir necha o'n va 100 marta oshishiga olib kelishi mumkin. Tenglagich rezervuar bosimli suv keltiruvchi tunnel oxiriga o'rnatilgan bo'lsa, gidravlik zarb to'liqini qaytariladi va u tunnelga o'tmaydi. Undan tashqari rezervuar hisobiga turbina quvuridagi suv bosimi kamayib o'tish jarayonida turbinani tartibga solish yaxshilanadi.

Tenglagich rezervuarining zarurligini o'tish jarayonini analiz qilish asosiga va har xil variantlarning texnik-iqtisodiy hisoblarini solishtirish natijasiga ko'ra aniqlanadi. Bu holda, albatta, GESning energotarmoqdagi qatnashuvi turbinani tartibga solish rejimlari hisobga olinishi kerak bo'ladi.

Dastlabki bajariladigan hisoblarda TR inshootini qurish GES bosimli suv keltiruvchi inshootidagi suv massasi inersiyasiga ko'ra aniqlanadi.

Bosimli (naporli) suv keltiruvchi tarmoq uchun inersiya vaqti T_v quyidagicha hisoblanadi:

$$T_v = \frac{Q}{gH} \left(\sum \frac{l_v}{f_v} + \sum \frac{l_{sk}}{f_{sk}} + \sum \frac{l_{so'z}}{f_{so'z}} \right) \quad (4.50)$$

bu yerda, Q, H – hisobiy GES suv sarfi va nabori;

l_v, f_v – naporli vodovod alohida uchastkalarining uzunligi va kesim yuzasi;

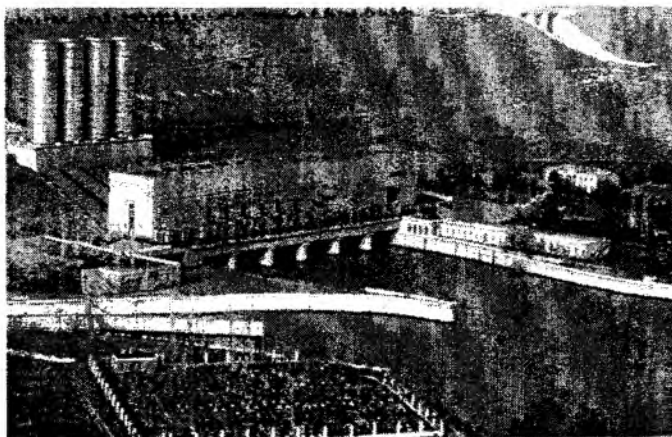
l_{sk}, f_{sk} – gidroturbina spiral kamerasi ichki uzunligi va yuzasi;

$l_{so'r}, f_{so'r}$ – so'rish trubasi uzunligi bo'yicha vodovod uzunligi va kesim yuzasi.

ΣLV – turbina quvuri, spiral kamera va so'rish trubasi uzunligi va shu uzunlikdagi suv tezligi.

Katta quvvatli GESlarda TR zarurligi inersiya doimiysi $T_v > 3...5$ s da yoki $\Sigma LV > (30...50)H$ ko'rinishda hisoblanadi.

O'rtacha quvvatli GESlarda $T_v > 5...6$ s yoki $\Sigma LV > (50...60)H$ shartlardan aniqlanadi.



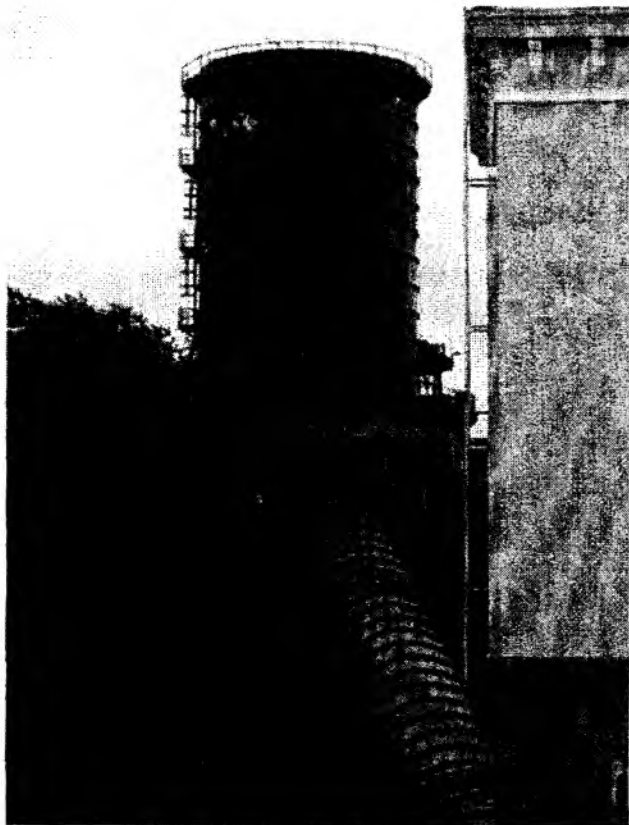
4.17 - rasm. Mingechaur GESi.

Ayrim GESlar uchun vodovod inersiya doimiysi $5...6 s < T_v < 10...12$ s oraliqda bo'lsa, unda rezervuar, turbina g'ildaragi oldidagi quyi befga suv chiqarib yuborishga, qulay va maqsadga muvofiqligiga qarab tanlanadi.

Uzun naporli vodovodi bo'lgan GES lar uchun $T_v > 10 \dots 12$ s yoki $\Sigma LV > (100 \dots 120)H$ bo'lsa rezervuar inshooti qurish zarur hisoblanadi.

Agar GESda ortiqcha suvni chiqarish inshooti ko'zda tutiladigan bo'lsa, uning gidravlik zarbga ta'siri (baholanishi) tekshirilishi zarur.

GESdan keyin suv uzun naporli derivatsiya orqali quyi befga uzatilsa, unda quyi rezervuarga zarurat tug'ilishi mumkin. Bu rezervuar to'g'ridan-to'g'ri suv uzatuvchi derivatsiya boshlanishida joylashadi. (4.17 va 4.18-rasm)larda ekspluatatsiyadagi tenglagich rezervuarlar o'rnatilgan GESlar ko'rsatilgan.



4.18 - rasm. Oqqovoq GESi tenglashtirgich rezervuari.

4.5.2. Tenglagich rezervuarlarning turlari

GES va GAESlarda tenglagich rezervuarlar(TR)ning asosiy vazifasi turbina quvurida suv oqimi tezligi keskin o'zgarganda yuzaga keladigan gidravlik zarbaning oldini olishdan iboratdir. Tenglagich rezervuarlari bosim quvuri (tunneli)ning oxirida o'rnatiladi, agar ular bo'lmasa, gidravlik zarba paytidagi bosim keskin oshib ketadi va bu holat katta talofatga olib kelishi mumkin. TR 12 xil ko'rinishda bo'lishi mumkin(4.17-rasm).

I. Silindr (dumaloq) ko'rinishdagi rezervuar. Bu rezervuar shaxta ko'rinishda bo'lib, bir xil yuzaga ega. Konstruksiyasi eng soddahisoblanadi va past naporda ishlatiladi. Eng qulay tomoni turbina tezlikregulatori ishini boshqa xildagilarga nisbatan asta-sekinlik bilan o'zgarishiga olib keladi va sekin ta'sir qiluvchi regulatorlar zarur quvvatni ta'minlaydi.

II. Balandlikka kengayuvchi rezervuarlar past va o'rtacha naporli GESlarda qo'llanilishi mumkin. Yuklanish kamayganda napor derivatsiyasida suv sathini kamaytirish uchun ishlatiladi.

III. Qo'shimcha qarshilikli rezervuar. Bunday rezervuarlar silindrik shaklda bo'lib qo'shimcha qarshilik orqali napor derivatsiyasi bilan ulanadi. Bunda gidravlik qarshilik zarb to'lqinini pasaytiradi. Shuning uchun umumiy ko'rinish kattaligi I xildagi rezervuardan kichik bo'ladi. Bunday rezervuarlar uchun tez harakatlanuvchi tezlikregulatorlari kerak bo'ladi. Ular o'rtacha naporli GESlarda qo'llaniladi.

IV. Ikki kamerali rezervuar yuqorigi va pastki kameralardan iborat bo'lib, shaxta (10) orqali bir-biri bilan birikadi shaxta qiyshiq, to'g'ri shaklda bajarilishi mumkin. Bunday rezervuar katta naporli GESlarda ishlatiladi.

GES yuklanishi to'xtalganda shaxtadagi suv sathi tezda ko'tariladi; suv yuqorigi kamerani to'ldirayotganda, sath ko'tarilishi sekinlashadi. Derivatsiyadagi suv kinetik energiyasi potensial energiyaga o'tadi. Bir xil suv sathida suv hajmi og'irlik markazi yuqorigi kamerada silindrik rezervuarga nisbatan balandda joylashadi. Shuning uchun bu kameraning hajmi silindrik rezervuarga nisbatan kichik bo'ladi. Yuklanish oshganda shaxtada suv sathi va pastki kamera ishlay boshlaydi.

V. Ikki kamerali oqova novli rezervuar. Bunday rezervuarda yuqorigi kamera o'lchamlarini kamaytirish uchun oqova nov aylana shaklida qo'shimcha ravishda quriladi. GES yuklanishi kamayganda shaxtada suv sathi tezda ko'tarilib oqova nov uchigacha boradi va

yuqorigi kamera to'la boshlaydi. Oqova novli yuqorigi kamera hajmi har doim oqova novsiz kameradan kichik.

Yuqori kameradan suv chiqarish uchun tik ushlagich (11) da teshiklar (13) qilinadi. Katta naporli GESlarda tenglagich rezervuarlar oqova novli bo'lsa, eng yaxshi konstruksiya hisoblanadi. Bunda oqova nov o'tish jarayoni payti bir xil napor hosil qiladi va turbina tezligini tartibga solishni yengillashtiradi. Pastki kamera GES yuklanishi (nagruzka) oshirilganda ikki kamerali rezervuar kabi ishlay boshlaydi.

VI va VII. Tenglagich differensial rezervuar. Ular tashqi kameradan va uning ichida joylashgan tik silindrdan iborat bo'lib, u napor derivatsiya bilan tutashgan. Ichki silindr teshiklarga ega bo'lib, tepa qismi ochiq va suv sathi ko'tarilganda, suv tashqi (14) silindrni to'ldira boshlaydi. Yuklanish to'xtatilganda VI rezervuar oqova novli rezervuar kabi ishlaydi, yuklanish oshganda qo'shimcha qarshilik (III kabi) sifatida ishlaydi. Qarshilik hosil qiladigan diafragma silindrning tepa qismida joylashishi mumkin (VII kabi). Agarda differensial rezervuarlarni yer yuzasida qurishga to'g'ri kelganda hamda ekspluatatsiya sharoitiga ko'ra to'liqsiz tez turbina ochilishi ko'zda tutilganda.

Bunda GES quvvati oz-moz oshishi to'lig'icha yoki birdaniga quvvat to'liq qiymatidan nolgacha o'zgara oladigan holat kuzatiladi. Bunda turbina tezlik regulatori ishi yengillashadi, GES yuklanishi oshirilganda sezilarli tez harakat talab qilinmaydi.

VIII. Pnevmatik tenglagich rezervuarlar yopiq havo o'tmaydigan kameradan iborat bo'lib, uning ichki qismida suv yuza qismidagi bosim havo bosimidan oshiq, $R > R_h$.

GES yuklanishi yo'qolganda suv sathi pnevmatik rezervuarda ko'tarilib, havo qisiladi va suvning ko'tarilishga qarshilik ko'rsatadi. Napor tarmog'ida suv massasining tebranma harakatida havo bosimning o'zgaruvchan siqilishi kuzatilib, qisman havo bosimini tekshirib turish yoki kerak hollarda pnevmatik rezervuarga qayta havo to'ldirib turish talab qilinadi.

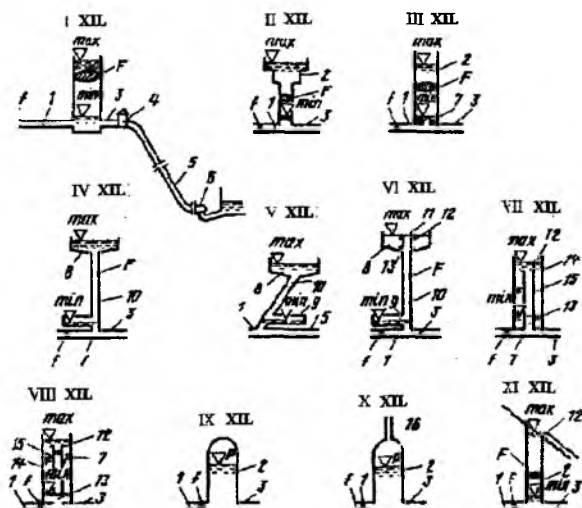
IX. Yarimpnevmatik tenglagich rezervuarlar yopiq kameradan va uning tepa qismidagi teshikdan iborat. Bu kichik teshik havoning pnevmatik rezervuardan chiqishi yoni unga kirishi uchun qarshilik bo'lib xizmat qiladi. Suv sathi tepasidagi siqiladigan havo borligi turbinani tezlik regulatoridan tez harakat qilishni talab qilinadi. MDHdagi GESlarda yarimpnevmatik rezervuarlarni ishlatish tajribalari ularning suv bosimi tebranishini sezilarli so'ndira olishi kuzatilgan.

X. Suv tashlovchi rezervuar. Rezervuar balandligini kamaytirish maqsadida va inshoot narxini nisbatan pasaytirish uchun ayrim hollarda suv tashlovchi rezervuarlar qo'llanilishi mumkin. Bu holda gidro-qurilmada elektroenergiyasi yo'qolishi va suv tashlovchi inshoot qurilishidagi mablag' sarfi kuzatiladi. Bunday rezervuar qurilishi nihoyatda aniq texnik-iqtisodiy hisoblar orqali amalga oshirilishi zarur.

XI va XII. Suv uzatuvchi derivatsiyadagi rezervuarlar. Quyi rezervuarlar tunnel ustida emas, vodovoddagi kabi, balki suv uzatuvchi tunnel trassasida joylashtirish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Nisbatan katta bo'lmagan quyi bef sathi tebranishida rezervuarini uzun kamera ko'rinishida balandligi bo'yicha kattalashadigan qilib derivatsiyada o'rnatish taklif qilinadi (XI xil).

Tebranish amplitudasini kamaytirish maqsadida ayrim hollarda rezervuar diafragma ega bo'lishi mumkin (bir yoki ikki teshikka ega holda). Har bir teshik yuzasi suv uzatish vodovod kesim yuzasidan kichik bo'lmashligi kerak. Aks holda o'tish jarayoni vaqtida suv bosimi uzatish tunnelida va uzatuvchi truba oldida oshib ketishi mumkin. Agar rostlagich kamera uzun bo'lsa, kamerani qurish hajmini kamaytirish uchun, diafragma o'rniga kamera tubi otmetkasini suv uzatuvchi tunnel tubi otmetkasidan ko'tarish taklif etiladi.



4.19 - rasm. Tenglagich rezervuar xillari.

4.5.3. TRLar parametrlarini aniqlash

Tenglagich rezervuarlarini hisoblashda aniqlanishi zarur kattaliklarga:

1) gorizontall kesimining kritik F_{kr} yuzasi (tebranishni so'ndiradigan);

2) GES yuklanishi «0» ga tenglashgandagi rezervuardagi eng katta suv sathi;

3) GES yuklanishi tezda oshganda rezervuardagi eng past suv sathi kiradi.

IV va V tipdagi rezervuarining tutashtiruvchi shaxtalari yuzasi tebranish to'liq turg'unligi shartiga ko'ra tanlanadi. Bu shaxta balandligi esa eng chetki (pastki va yuqorigi) sathlardan aniqlanib, bu zonada kichik tebranishlar GES turg'un ishiga ta'sir ko'rsatishi mumkin. Bunday sathlar eng baland statik sathdan barqaror GES rejimidagi $Q=\max$ eng past sath esa suv omboridagi minimal sathiga to'g'ri keladigan vaqtda tanlab olinadi.

Yuqori otmetka tutashtiruvchi shaxtada eng baland statik sathdan teparoqda, pastkisi esa GES barqaror rejimidagi rezervuar qo'zg'almas sathidan kamroq olinadi.

Differensial rezervuarlar uchun (VI va VII tip) (5) va (6) shartlar tashqi silindrga tegishli bo'lib, ichki silindr maydoni ham hisobga olinadi.

Differensial VI va VII rezervuarlar va I va III tipdagi silindrik rezervuarlar kesimi yuzasi (7) shartdan beriladi va iqtisodiy hisoblarga ko'ra GES yuklanishsiz shartlarga asosan eng so'nggi F qiymati aniqlanadi.

Eng (katta) baland suv sathi, GES birdaniga yuklanishsiz qolganda, suv omboridagi sath eng yuqori otmetkadagi holda kuzatiladi. Suv oqib tushishi rezervuar tepa qismidan ruxsat etilmaydi. Shuning uchun rezervuar tepa qismi otmetkasi eng baland suv sathidan yuqoriroq olinadi.

Eng past sath suv omboridagi sath qo'zg'almas sathdagi holda kuzatiladi. Bunda avariya holati bir yoki ikki agregatlarning boshqalari qatoriga qo'shilishi va maksimal yuklanishda GES rejimini (o'rnatish) belgilash mumkin. Agregatlar FIK $\eta = \max$ bo'lishi ta'minlanadi.

Chetki sathlarni ($Z_{\max}$ va $Z_{\min}$) hisoblashda g'adir-budurlik koeffitsiyentining mumkin bo'lgan (chetlanish) farqlanishiga ko'ra tuzatish kiritiladi. Tenglagich rezervuarini yuklanish pasayishiga

hisoblashda naporli derivatsiya g'adir-budurlik koeffitsiyentini kamroq (0,001 ga) qilib olinadi. Masalan, 0,013 o'rniga 0,012 olinishi kerak. $Z_{\min}$ ni topishda esa pastki kamera hajmi oshganda g'adir-budurlik koeffitsiyenti 0,001 ga oshirilib topiladi.

Hisoblash quyidagicha bajariladi:

Birinchisi F_{kr} topiladi va $F > F_{kr}$ bir necha kattaliklar I, III, VI va VII tipdagi rezervuarlar uchun beriladi. IV va V tipdagi rezervuarlar uchun birlashtiruvchi shaxta kesimi yuzasi (F_{kr}) dan topilib, bir necha kamera kesimi uchun kattalik beriladi. Har bir variant uchun $Z_{\max}$ va $Z_{\min}$ topiladi.

Rezervuarining optimal parametri texnik iqtisodiy hisoblarga ko'ra rezervuarining o'lchamlarining napor, derivatsiya va turbina quvuriga xarajatiga ta'siridan aniqlanadi. Iqtisodiy asoslangan derivatsiya va trubaprovod diametri aniq bo'lsa, optimallik mezoni bo'lib kapital xarajatlarning minimum qiymati rezervuarga, derivatsiyaga va turbina quvurning bir qismiga nisbatan olinishi mumkin. Quvur qobig'i qalinligi rezervardagi maksimal suv sathiga ko'ra o'zgaradigan qismi olinadi.

Inguri GES ida tog' jinsida o'yib qilingan rezervuar balandligi 140 m ga teng

$$X_{\min} + X_{\text{zah}} \Rightarrow \min \quad (4.51)$$

Kamerali tenglagich rezervuar uchun $X_{\max}$ ning ko'payishi yuqorigi kamera hajmini kamaytiradi va quvur narxini pasaytiradi. $Z_{\max}$ oshganda derivatsiyada suv bosimi oshib, uning narxi oshishiga olib keladi.

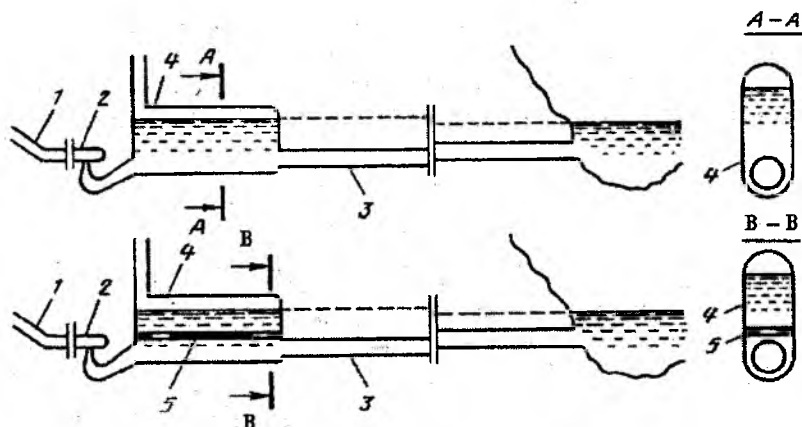
Agar $Z_{\max} = 1$ m bo'lsa, yig'indiy xarajatlar 3-grafikka asosan $Z_{\max} = 4$ m ligini ko'rsatadi. Iqtisodiy tan olingan $Z_{\max} = 3 - 5$ m ekanligi isbotlangan. Xuddu shuningdek, $X_{\min}$ ni aniqlash mumkin.

Quvurni tanlashda aniqlovchi omil (faktor) bo'lib, suv havzasidan foydalanish chuqurligi h , m derivatsion vodovod uzunligi va kesim yuzasi va maksimal suv o'tqazish kattaligi xizmat qiladi.

4.5.4. Tenglagich rezervuarlarda suv sathi o'zgarishining asosiy tenglamasi

GES yuklanishi birdaniga o'zgarganda turbina quvurida gidravlik zarb hosil bo'lib, tenglagich rezervuar va naporli derivatsiyada harakatlanayotgan suv massasining beqaror tebranma harakati vujudga keladi. Boshlang'ich, qisqa vaqt davrida, ikkala jarayon bir xilda

kuzatiladi, so'ngra gidravlik zarb hodisasi juda tez so'nadi, suv massasining napor tarmog'idagi tebranishi davom etadi.(4.20-rasm).



4.20-rasm. Suv olib ketuvchi derivatsiyadagi tenglashtirgich rezervuar:

1 – turbinaga suv keltiruvchi vodorod; 2 – turbina; 3 – bosimli suv olib ketuvchi derivatsiya; 4 – tenglashtirgich rezervuar; 5 – diafragma.

Tarmoqdagi suvning tebranma harakati quyidagicha yoziladi.

1. Tenglagich qo'shimcha qarshilikli rezervuar uchun suvning notekis harakati tenglamasi:

$$-Z = h + h_r + \frac{L}{g} \frac{d\vartheta}{dt} \quad (4.52)$$

bunda, z – suv omboridagi va rezervuardagi suv sathlari o'rtasidagi farq;

h – pezometrik naporlar derivatsion vodovod uzunligidagi farqi;

h_r – qo'shimcha qarshilikdagi napor yo'qolishi;

L – naporli derivatsiya uzunligi (suv omboridan rezervuargacha);

V – suvning naporli derivatsiyadagi o'rtacha tezligi;

$\frac{Ld\vartheta}{gdt}$ – inersiya naporlari hisoblanadi.

2. Suv oqimining uzluksizlik tenglamasi Z o'qi yuqoriga yo'nalganda tenglamaning ko'rinishi:

$$Q_{TR} = \vartheta f - F \frac{dz}{dt} \quad (4.53)$$

bu yerda, Q_{TR} – quvurdagi suv sarfi;

f – naporli derivatsiya ko‘ndalang kesimi yuzasi;

$\frac{dz}{dt}$ – rezervuardagi suvning (vertikal) tik ko‘tarilish tezligi.

3 Beqaror rejim davrida turbina napor tenglamasi

$$N_t = H_{st} + z + h_r - \Delta h_{quv} \quad (4.54)$$

bu yerda, N_t – turbina napor;

H_{st} – gidroturbinaning statik napor;

Δh_{quv} – quvurdagi napor yo‘qolishi.

4. GES quvvati o‘zgarishi tenglamasi

$$N = N(t). \quad (4.55)$$

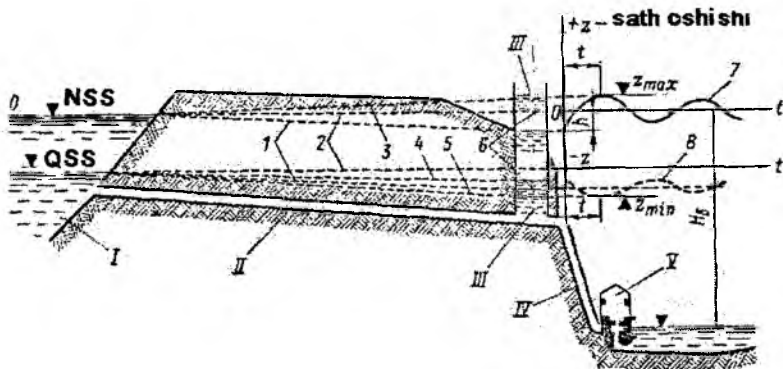
4.5.5. «Suv ombori - derivatsiya -tenglagich rezervuar» tarmog‘idagi suv massasi tebranishi

Tenglagich rezervuarli GESlarda yuklanish o‘zgarishi suv massasining naporli derivatsiyada va rezervuardagi tebranishini hosil qiladi. GES yuklanishi butunlay (yo‘qolganda) kamayganda quvurda suv harakati to‘xtaydi, lekin naporli derivatsiyada inersiya hisobiga bir necha vaqt davom etadi. Tenglagich rezervuarga qo‘yiladigan suv, unda sath ko‘tarilishiga olib keladi va derivatsiyada suv tezligi sekinlashadi (4.22-rasm). Rezervuardagi va suv omboridagi suv sathlari tenglashganda, derivatsiyada suv inersiya hisobiga ozgina vaqt davom etadi. Rezervuar to‘lganda, naporli derivatsiyadan unga suv tushishi to‘xtaydi. So‘ngra, suv teskari yo‘nalishda - rezervuardan suv qabul qiluvchi inshoot tomon harakatlanadi va rezervuardagi sath pasaya boshlanadi. «Naporli derivatsiya-tenglagich rezervuar» tarmog‘ida tebranma harakat vujudga kelib, ishqalanishga sarflanadigan energiya hisobiga so‘nadi. Natijada rezervuarda gidrostatik sathlar bir xilligi yuzaga keladi (2-chiziq).

Birdaniga GES yuklanishi ortsa, turbinadagi suv sarfi ko‘payib, rezervuardagi suv sathi kamaya boshlaydi, naporli derivatsiyadagi suv tezligi osha boradi va rezervuardagi 8 - chiziq ko‘rinishidagi tebranma harakat hosil bo‘ladi.

Rezervuardagi suv tebranishi kattaligini va uning so‘nish xarakterini bilish uchun (4.52)-(4.53) tenglamalarni birgalikda yechish kerak.

Tenglagich rezervuarlarning gidravlik hisobi EHMLarda bajariladi. Bu hisoblashlarda gidravlik, mexanik va elektromexanik jarayonlar GES va energotarmoq uchun hisobga olinadi.



4.21-rasm. Tenglashtirgich rezervuarlarda suv sathini tebranishini ko‘tsatuvchi sxema.

I – suv ombori; II – bosimli tunnel; III – tenglagich rezervuar;
IV – turbina quvuri; V – GES binosi;

1 – $Q_{\max}$ dagi pezometrik chiziq; 2 – gidrostatik sath; 3 – $Z_{\max}$ dagi pezometrik chiziq; 4 – ∇QSS va $Q < Q_{\max}$ dagi pezometrik chiziq; 5 – $Z_{\min}$ dagi pezometrik chiziq; 6 – barqaror suv sathining holati; 7 – yuklanish kamaygandagi suv sathi tebranishi; 8 – $Q_{\max}$ gacha yuklanish oshgandagi suv sathi tebranishi.

4.5.6. Tenglagich rezervuardagi tebranishlar turg‘unligi

GES ning beqaror ish rejimi uning gidravlik, mexanik va elektromexanik (bo‘linmalarida) qismlarida o‘tish jarayonlarini keltirib chiqaradi.

Gidravlik o‘tish jarayonlariga naporli quvurda gidravlik zarb natijasida suv tezligi va bosimining o‘zgarishi va suv massasining «derevatsiya-rezervuar tarmog‘ida turbina yuklanishining tez o‘zgarishiga qarab tebranishi kiradi.

Mexanik o‘tish jarayonlari turbina aylanishlar sonining nominal qiymatidan farqi hisobiga hosil bo‘ladi. Aylanishlar sonining «p» o‘zgarishi har xil mexanizmlarning suv sarfi va turbina aylanishini o‘zgartirishga olib keladi.

Elektromexanik o‘tish jarayonlari rotorning tebranishiga va natijada elektr yurituvchi kuch va kuchlanish o‘zgarishi hisobiga vujudga keladi.

O'tish jarayonlarining oldini olish uchun maxsus elektromexanik qurilmalar yoki tenglagich rezervuar o'lchamlarini qulay tanlash orqali erishish mumkin.

GEQlarning normal ekspluatatsiyasi uchun har qanday beqaror jarayon uning har qanday tarmog'ida tezda so'nadigan va barqaror harakatga o'tadigan bo'lishi shart.

GEQlarning ekspluatatsiyasida beqaror jarayonlarni so'ndirish shartini aniqlash masalasi, elektrostansiya turg'un ish rejimini ta'minlash masalasi deyiladi.

Turg'unlikning umumiy nazariyasi tenglagich rezervuarli GES barqaror rejimda «kichik» va «katta» turg'unlikka ajratiladi, bu esa elektrotexnikada «statik» va «dinamik» turg'unlik deb yuritiladi.

Kichik turg'unlik deganda tarmoqqa ta'sir qilayotgan boshlang'ich qo'zg'alishga (to'qinlanishga) aytiladi.

Katta turg'unlikni tekshirish (o'rganish) butun tarmoq turg'unligini har qanday oxirgi barqaror harakat qo'zg'alishidagi turg'unligini aniqlashdan iborat. Bunda tebranish so'nishi bilan tarmoq boshlang'ich barqaror harakat rejimiga yoki yangisiga o'tish mumkin.

4.5.7. Alohida GES ishining kichik boshlang'ich tebranishdagi turg'unligi

Masalan, GES silindrik tenglagich rezervuar bilan alohida tarmoqda ishlayotgan bo'lsin. GES da tez harakat qiluvchi avtomatik tezlik turbina regulatori o'rnatilgan bo'lsin va u eng kichik tartibga solish parametri o'zgarishini hisobga olsin. FIK beqaror harakatda doimiy deb qabul qilamiz va GES quvvati o'zgarmas kattalikda turadi.

GES quvvati N_0 suv sarfi Q_0 va napor H_0 da, qandaydir sabab bilan rezervuarda suv sathi ΔZ ga kamaysa, unda agregat naporini kichik kattalikka kamayadi. Tezlik regulatori quvvatni N_0 o'zgarmas qilishi uchun suv sarfi ΔQ kattalikka oshiriladi. Napor derivatsiyasida suv tezligi ham Δv ga oshadi va bu naporning uzunlikda sarflanishiga (yo'qolishga) olib keladi.

Quvvatning N_0 va N (sarf va napor o'zgarishidagi) tenglik shartidan tenglama hosil qilamiz. Bu tenglamaning matematik analizi kichik tebranishlar so'nishi ikkita turg'unlik shartiga ko'ra aniqlanishini ko'rsatadi.

1. Rezervuar gorizontaal kesimi yuzasi F kritik yuzasidan F_{kr} katta bo'lishi kerak.

$$F > F_{kr} = \frac{L \cdot Q_0^2}{2gfh_0(H_{st} - h_0 - 3h_{to})h_0} \quad (4.56)$$

2. Tunnel h_0 va trubaprovoddagi h_{to} napor yo'qolishi yig'ilishi ($Q_0 \max$.da) statik napor N_{st} ning uchdan bir qismidan kichik bo'lishi kerak.

$$h_0 + h_{to} < 1/3 N_{st} \quad (4.57)$$

bu yerda, L —uzunlik, f —tunnel ko'ndalang kesimi yuzasi.

Agar turbina FIK o'zgarishini hisobga olsak, suv omborida va suv uzatuvchi kanaldagi to'liqiniy hodisalar rezervuar yuzasini F 5% ga oshirish kerak bo'ladi.

Katta tebranishlar turg'unligini ta'minlash uchun GES yuklanishi o'zgarganda tenglagich rezervuar maydoni $1,05 \cdot F_{kr}$ bo'lishi aniqlangan. Agar real sharoitda loyiha kattaligining o'zgarishi ham hisobga olinsa:

$$F = (1,1-1,15) \cdot F_{kr} \quad (4.58)$$

ekanligi qabul qilinadi.

GES boshqa ES lar bilan elektroenergetika tarmog'ida ishlayotgan turg'unlik sharti quyidagidan aniqlanadi.

$$F = \left(\frac{1,5N_k}{N_{EET}} - 0,5 \right) F_{kr} \quad (4.59)$$

N_k — GES kafolatlangan quvvati;

4.5.8. Derivatsiya tarmog'idagi tenglagich rezervuarlar va bir necha rezervuarlarning birgalikdagi ishi

Naporli suv uzatuvchi derivatsiyada rezervuar suv uzatuvchi trubadan keyin joylashadi. Rezervuar o'rnatilishi suv uzatuvchi trubada vakuum ($N_v > B-10$) qiymati gidravlik zarb fazasida kuzatilgan hollarda ruxsat etiladi. B - barometrik bosim turbina o'rnatilgan otmetkada olinadi (4.22-rasm).

Vakuum qiymati

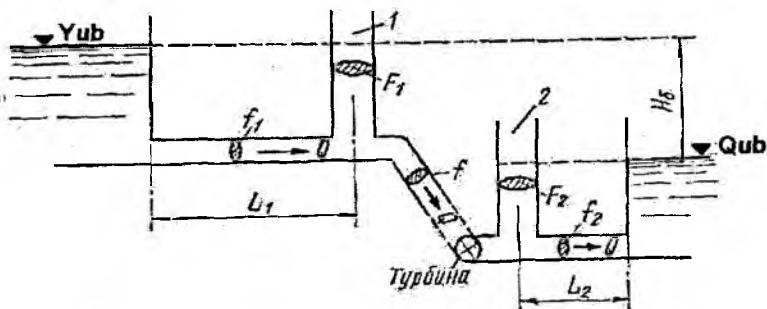
$$H_0 = H_{st} + \frac{L(q_1 \cdot g_1^2) - L_v(q_1 \cdot g_v^2)}{2g} (1 + \Delta h) - h_w + \Delta h H_0 \frac{L_{wv} \cdot g_{wv}}{\sum L \cdot g} \quad (4.60)$$

bunda, H_{si} — i kesimda suv tortish balandligi;

v_1 va v_v — i kesimda va suv uzatuvchi trubadan chiqishdagi kesimdagi suv tezliklari (H_0 — naporda va $q_{10}=1$ ξ suv sarfida);

L_i va L_v suv tezligining notekis taqsimlanganlik koeffitsiyentlari;

h_w — suv uzatuvchi trubadagi napor yo'qolishi.



4.22-rasm. Ikki tenglashtirgich rezervuarli GES sxemasi.

1 – suv keltiruvchi derivatsiyadagi rezervuar; 2 – suv olib ketuvchi derivatsiyadagi rezervuar.

Agar GES da bitta rezervuar o'rnatilgan bo'lsa, ularning turg'unligini ko'rsatadigan tenglamalar o'z kuchini yo'qotmaydi. Bunda L va f – naporli suv uzatuvchi derivatsiya uzunligi va kesimi yuzasi; h_0 – shu uzunlikdagi napor yo'qolishi barqaror rejimda va $Q_{0\max}$ da topiladi.

GES ishi turg'unlik sharti ikkita rezervuar qo'llanilganda anchagina qiyinlashadi.

4.6. GES va GAESning gidrotexnik tunnellari

4.6.1. Gidrotexnik tunnelling turlari

Gidrotexnik tunnellar suv o'tkazish uchun mo'ljallangan bo'lib, ularni loyihalash qurilish norma va qoidalariga mos bo'lishi shart.

GEQ larning gidrotexnik tunnellari vazifasiga ko'ra 1) derivatsion; 2) suv tashlovchi; 3) turbinaga oid xillarga bo'linadi. Suv keltiruvchi va suv (uzatuvchi) chiqazuvchi tunnellar GEQ larida napor hosil qiladi. Suv tashlash tunnellari suv omboridagi ortiqcha suvni o'tkazish uchun mo'ljallanadi. Bunday tunnellar ekspluatatsiya va qurilish tunnellariga ajratiladi.

Chorvoq GESi shaxtali suv tushirish ($\varnothing 11$ m) inshooti $1200 \text{ m}^3/\text{s}$ suvni 150 m naporda o'tkazish qobiliyatiga ega. Turbina tunneli diametri 9 m. MDH dagi hamma tunnellar uzunligi 500 km ga yaqin. Hozirgi davrda tunnelli derivatsiyali GES larda 50 ga yaqinini qurish mo'ljallanmoqda. Ulardan ayrimlarida gidroagregatlar yer ostida joylashadi.

Gidrotexnik tunnellar naporli, naporsiz va o'zgaruvchan rejimda ishlaydigan xillarga bo'linadi. Naporli tunnellarida ichki suv bosimi ortiqcha bo'ladi. Napor tunnellarini suv omboridan suv chuqurligi katta hollarda qo'llaniladi. Suv olish teshiklari yuqori bef eng past sathidan 1,5...2 m chuqurlikda joylashtiriladi.

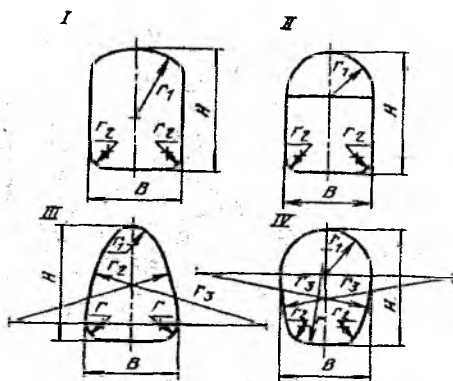
Naporsiz tunnellar yuqori bef suv sathi o'zgarmas yoki kam o'zgaradigan hollarda va yer qatlami tuzilishi nisbatan kuchsiz jinsli bo'lganda ishlatiladi.

Naporsiz tunnel oxirida sutkalik taqsimlashni amalga oshirish maqsadida maxsus havza qilinadi. Naporsiz tunnel (formasi) shakli yerning geologik sharoitiga bog'liq ravishda olinadi.

Qattiq toshlarda to'g'ri burchakli qirqimda tik devorli, kuchsiz jinslarda esa taqasimon qirqim olinadi. Dumaloq shaklli qirqim naporsiz tunnellarida shitli kovlash ishlarida qabul qilinadi. Naporli tunnel qirqimining dumaloq bo'lishiga sabab, silindr ishlov berish ichki suv bosimini yaxshi qabul qilishidir (4.23 - rasm).

Suv keltiruvchi va chiqaruvchi tunnellar uchun har xil parametrlari qirqim qatorlari qabul qilingan bo'lib, tunnel diametrlari 2...6 m gacha 0,5 m dan; 6...15 m intervalda esa 1 m dan olinadi.

Ko'ndalang kesim tunnellar uchun ish bajarish shartiga ko'ra tanlanadi: yumaloq kesim uchun minimal diametr 2 m. boshqa qirqimlar uchun kenglik 1,5 m va balandligi 1,8 m olinadi. Turbina tunnellarida turbinaga suv keltirish uchun mo'ljallanib, har doim naporli qilib quriladi.



4.23 - rasm. Bosimsiz tunnelning ko'ndalang kesimi:

I – botiq yoysimon to'g'ri burchakli; II – yarim aylanasiimon to'g'ri burchakli; III – tuxumsimon; IV – taqasimon.

4.6.2. Derivatsion tunnel yo'lini tanlash

Injener-geologik izlanishlar natijasiga ko'ra derivatsion tunnel trassasi tanlanadi. Bu izlanish natijalariga qarab, uzunlik va ko'ndalang geologik qirqimlar har bir trassa variantiga tuziladi.

Suv olish inshootidan stansiya uzeligacha tunnel o'qi eng qisqa yo'nalishda o'tkazilishi kerak.

To'g'ri chiziqli tunnel: tog' massiviga yo'nalganda ikkala tomonidan boshlab qaziladi.

Oxirgi paytda tunnel qazishda kombayn usulidan foydalanilmoqda. Qazish tezligi 100 m^2 kesimda 400 m/oy , 10 m^2 yuzada 2 km/oy ga teng bo'lishi mumkin.

Asosiy derivatsion tunnel trassasi har tomonlama texnik-iqtisodiy analiz orqali qabul qilinadi.

Inguri GES ida naporli suv keltiruvchi tunnel ichki diametri $9,5 \text{ m}$. Tunnel uzunligi 15 km . Yer osti binosida $1,3 \cdot 10^6 \text{ kVt}$ quvvatli agregat joylashgan. Hisobiy suv sarfi $Q_h = 450 \text{ m}^3/\text{s}$. Suv chiqaruvchi tunnel kesimi shu sarfga mo'ljallangan bo'lib, 116 m^2 ni tashkil etadi, uning uzunligi $3,15 \text{ km}$. Ko'p uchastkasida uchraydigan monolit beton qoplamasi qalinligi $0,5 \dots 0,7 \text{ m}$.

Agar derivatsion tunnel egri chiziqli trassa bo'yicha loyiha qilinayotgan bo'lsa, burilish burchagi 60° dan oshmasligi va egrilik radiusi 5 diametrdan kam bo'lmasligi kerak. Boshlang'ich va oxirgi uchastkalarda kovlash oralig'iga teng, lekin 6 m dan kam bo'lmagan ravishda trassa o'qi to'g'ri chiziqli bo'lishi kerak.

To'lig'icha geologik-qidiruv bajarilmaganligi juda katta xatoliklarga va trassani o'zgartirishga olib kelishi mumkin. Bu GES qurilishining qimmatlashuviga va uzoq muddatda bajarilishiga majbur qiladi.

4.6.3. Gidrotexnik tunnellingning ichki qismini mahkamlash

Tunnellarni vaqtincha mustahkamlashni kovlash vaqtida (kreplar) ushlab turg'ichlar yordamida amalga oshiriladi. Kovlashni mustahkamlash va tunnelga ichki qiyofa berish uchun mo'ljallangan konstruksiyani ishlov berish yoki qoplama qilish deyiladi.

Ishlov berish konstruksiyalari tutib (ko'tarib) turuvchi va to'g'rilovchi (ko'tarmaydigan) xillarga ajratiladi. Gidrotexnik tunnellinglarga ishlov berish tog' bosimini qabul qilishga, suvning ichki bosimini,

tog' jinsini suv va havo ta'siridan himoya qilishga, suvi chiqishining oldini olishga, g'adir-budurlikni kamaytirishga mo'ljallanadi.

Pardoz beruvchi qoplamalar – mustahkam, uzoq turadigan, suv o'tkazmaydigan bo'lishi kerak. Ishlov berish parametrlariga qalinlik, g'adir-budurlik va boshqalar kiradi. Bu parametrlar texnik-iqtisodiy hisoblardan asoslanadi. Ishlov berish shakli va konstruksiyasi yer osti inshooti gabariti, nimaga mo'ljallangani, injener-geologik sharoitlari va kuch ta'sirlariga qarab aniqlanadi.

Napor tunnelini qoplamasiz mustahkam toshli yerlarda loyihalash mumkin. Bunda tunnel chuqurligi ichki suv napori qiymatining yarmidan katta bo'lishi talab qilinadi. G'adir-budurlikni kamaytirish uchun tunnelda silliq portlatish ishlari amalga oshiriladi. Qoplama material bo'lib beton, temir-beton, po'latlar ishlatiladi. Bu materiallarning modifikatsiyalangan turiga purkalma-beton, armaturalangan purkalma-beton, torkret, temir-betonlar kiradi.

4.6.4. Derivatsion tunnel parametrlarini tanlashda gidravlik va iqtisodiy hisoblash

Derivatsion tunnel parametrlarini tanlashda texnik-iqtisodiy taqqoslash natijasiga ko'ra asosiy variantlar qabul qilinadi.

Buning uchun ishlar hajmi, qoplamalar mustahkamligi, gidravlik rejim, filtratsiya va boshqa hisoblarini bajarish va uning natijalariga ko'ra, kapital mablag' -K, yillik ekspluatatsiya chiqimlari -I va hisobiy xarajatlar topiladi -X,

$$X = E_N \cdot K + I.$$

A. Naporsiz tunnel.

Gidravlik va iqtisodiy hisoblar derivatsion kanallarnikiga o'xshash.

Qiyalik $i = \frac{Q_h^2}{\omega^2 \cdot C^2 \cdot R}$ formuladan tunnelning maksimal sarfi tinch rejimdagi holatida olinadi.

Iqtisodiy qulay tunnel kesimi keltirilgan xarajat X_0 , aralash inshootlar X_S , yo'qolgan energiya va quvvat hisobiy narxi P xarajatlari hisoblanadi.

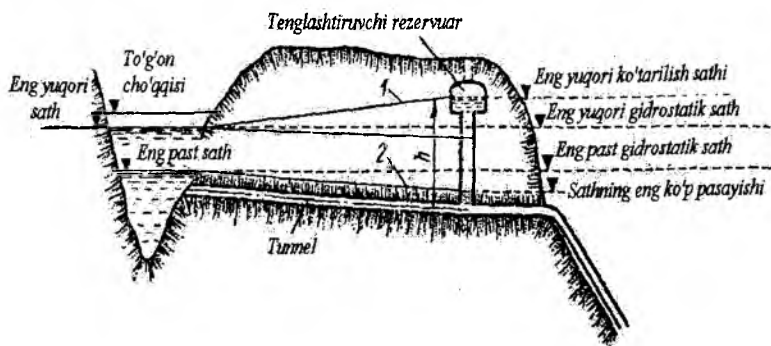
Tunnel ishlari ochiq kanal ishidan qimmat bo'lganligi uchun eng qulay suv tezligi naporsiz tunnelda 2,5...3,5 m/s olinadi.

B. Naporli tunnel.

Naporli tunnel gidravlik jihatdan quvurga o'xshash. Suvning tunneldagi barqaror harakatida pezometrik qiyalik

$$i = \frac{g^2}{C^2 R} = \frac{Q^2}{\omega^2 C^2 R} \quad \text{formuladan aniqlanadi.}$$

Pezometr chiziq 1 ning eng baland nuqtasi beqaror suv harakati hisoblaridan topiladi. Shunda tunnel qoplamasi mustahkamligini hisoblashga napor topiladi. 2-liniya eng past suv sathida qo'shilgan yuklanishida aniqlanadi. Bulardan tashqari tunnelga kirish va chiqish o'tmetkasini belgilash kerak, chunki tunnelda vakuum bo'lmashligini va havo so'rilishning oldini olish kerak bo'ladi (4.24-rasm).



4.24-rasm. Bosimli derivatsion tunnel uchun pezometr chiziqlari.

Iqtisodiy foydali tunnel diametri tenglagich rezervuar optimal parametrlarini aniqlash orqali va suv qabul qilish inshooti va turbina quvuri narxining o'zgarishi orqali olinadi.

Napor tunneli to'liq kesimda ishlagani uchun, o'rtacha yillik energiya yo'qolishi $E_{yo'q}$, Q ga proporsional bo'ladi:

$$E_{yo'q} = 9,81 \cdot \eta \int_m^T Q \cdot \Delta h \cdot dt \quad \text{kVt-soat/yil,}$$

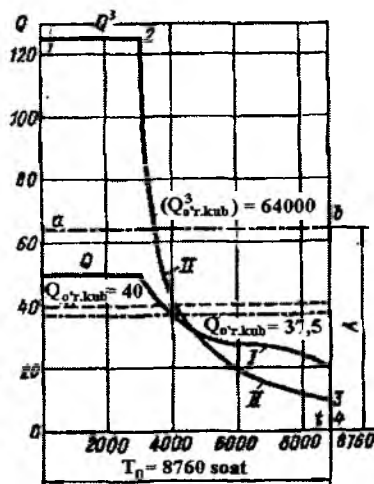
bunda, $\eta \approx 87\%$

$$\Delta h = a \cdot g^2 = B \cdot Q^2 = \frac{L \cdot Q^2}{\omega^2 \cdot C^2 \cdot R}, \quad (4.61)$$

$$E_{yo'q} = \frac{9,81 \cdot \eta \cdot L}{\omega^2 \cdot C^2 \cdot R} \cdot T \cdot Q_{o'k}^3 = m \cdot Q_{o'k}^3 \cdot T, \quad (4.62)$$

$Q_{o'k}^3$ – o'rtacha kubik suv sarfi; T – tunnel o'rtacha yillik ishlash soati.

Agar tunnel sarfi grafigi aniq bo'lsa, sutkalik taqsimlashda (1-egri chiziq), unda hamma ordinalarni (suv sarfini) kubga ko'tarib II - egri chiziqni olamiz (4.25-rasm):



4.25 - rasm. Suv sarfining davomlilik grafiklari.

$$Q_{o'k} = 3 \sqrt{\frac{1}{T} \int_M^T Q^3 \cdot dt} = 3 \sqrt{A}, \quad (4.63)$$

bu yerda, A – to'g'ri burchak Oab-4 ordinatasi (m^9/s^3)

Tunnel kesimi maksimal tezlikka Q_{max} da tekshiriladi. $v_{max}=2,5...5(4...6)$ m/s olinib, u GES ning turg'un ish rejimi bo'yicha mumkin bo'lishi kerak.

Turg'un ishlash shartiga ko'ra, Q_{max} da turbina quvuridagi va tunneldagi napor yo'qolishi $h_{\Sigma}=(h_{tum}+h_{quv})$ statik naporning uchdan bir qismidan kichik bo'lishi kerak.

$$h_{\Sigma} < \frac{1}{3} H_{st}, \quad h_{\Sigma} = h_{tum} + h_{quv} \quad (4.64)$$

A.A. Morozov taklifiga ko'ra tunneldagi maksimal tezlik

$$v_{max} = (0,7...0,8) \cdot v_{chigara}$$

yoki

$$v_{max} = (0,4...0,45) \sqrt{\frac{H_0 C^2 R}{L}}$$

kattalikda ruxsat etiladi.

Energo-iqtisodiy hisoblardan D_{igt} aniqlanadi. Dastlabki hisoblarda $D_{igt} = 0,85 \sqrt{q_{quv}}$, q_{quv} - l p.m. (Pogon.metr) quvur uzunligidagi o'rtacha kubik suv sarfi.

4.7. GEQlarning bosim havzalari

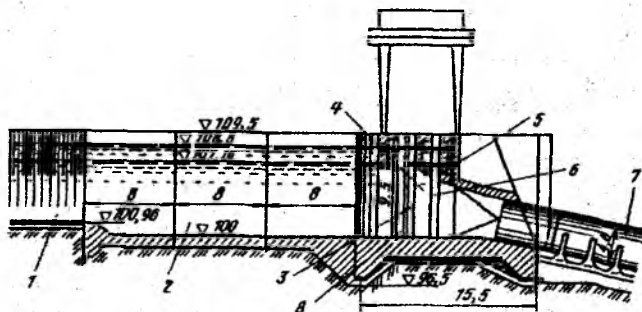
4.7.1. GEQlarning bosim havzalari jihozlari va inshootlari komponovkasi

Naporsiz derivatsiyani (kanal, tunnel, lotok) GES turbina quvuri bilan tutashtirishda bosim havzasi qo'llaniladi.

Demak, bosh funksiya – bosim havzasi uchun naporsiz oqimni naporli oqimga o'tkazishdir. Bundan tashqari bosim havzasidan sanoatga, kommunal xo'jaligiga, qishloq xo'jaligi suv ta'minotiga suv olinishi mumkin. Suvda suzuvchi zarrachalar kanalda uchrasa avankamera qo'shimcha ravishda tindirgich vazifasini bajaradi.

Inshoot joylashishi tabiiy, texnik va iqtisodiy omillardan aniqlanadi. Planli komponovka GES turbinasiga suv berish vazifasiga ko'ra frontal, yondan, qiyshiq xillarga ajratiladi.

Bosim havzasida avankamera (2) kengaygan va chuqurlashtirilgan oxirgi uchastkasiga va suv olish inshootiga (4) ajratiladi. Bu oraliqda suv oqimi GES turbina quvurlariga taqsimlanadi. Agar suv qabul qilish inshooti bir tomonlama suv bosimiga uchrasa, uni naporli devor deb ataladi (2.26-rasm).



4.26 - rasm. Bosimli havza elementlari:

- 1 – derivatsion kanal; 2 – avankamera; 3 – ta'mirlash to'sig'i pazlari;
4 – suv qabul qiluvchi kamera; 5 – havo o'tkazuvchi quvur; 6 – avariya
to'sig'i pazlari; 7 – turbina quvuri; 8 – chiqindi ushlovchi panjara
pazlari.

Agar avankamera kesimi yuzasi derivatsiya kesimidan 1,5...2 marta katta bo'lsa, bosim havzasi frontal qisqa deyiladi. Qisqa napor frontli avankamerada o'rtacha suv tezligi 0,6...0,8 m/s bo'lishi kerak.

Agar yuzalar nisbati (2,6...8) ga teng bo'lsa, keng napor frontli deyiladi.

Avankamera tubi va qiyaligi silliq qilib derivatsiya bilan tutash-tiriladi. Ular beton bilan qoplanadi, bu qoplama suv filtratsiyasini kamaytiradi.

Suv olish inshooti bir necha suv oluvchi kameradan iborat. Bu kameralar zatvor va qaytaruvchi balka bilan jihozlanadi. Bu balkaning uchi suv sathidan 0,5...1,5 m chuqurlikda joylashadi.

4.7.2. Bosim havzasi gidravlik hisoblari

Bosim havzasi o'lchamlari, shakli va kattaligi gidravlik hisob-lardan, model tekshirishlaridan va har xil variantlarni texnik-iqtisodiy taqqoslashdan aniqlanadi.

Gidravlik hisoblash natijasida quyidagilar aniqlanadi:

- 1) GES ish rejimiga mos avankameradagi suv sathi;
- 2) napor havzasi chegarasida napor yo'qolishi va bu kattalikning suv o'tkazuvchi trakt elementlari bo'yicha tashkil etuvchilari;
- 3) cho'kindilarning harakatlanishini;
- 4) muz harakatini;
- 5) tezlik taqsimlanishining uzunlik va ko'ndalang oqimdagi xarakterini va boshqalar.

Suvga botmaydigan sathni bosim havzasi suv oluvchi qismida GES yuklanishini butunlay to'xtatganda hisoblanadi.

Bu holda avankamera va naporsiz derivatsiyada beqaror suv harakati kuzatiladi. Agar suv sathining maksimal ko'tarilishini $\Delta h_{\max}$ dastlabki hisoblashda

$$\Delta h_{\max} = \frac{Q}{B}(C - g) \quad (4.65)$$

formuladan olinadi.

B – avankameradagi normal yuklanishdagi suv sathi kengligi;

g – yuklanishda avankamera oxiridagi suv tezligi;

Q – to'xtatiladigan turbina suv sarfi.

Taqriban hisoblashda yetarli aniqlikda C ushbu formuladan topiladi:

$$C = \sqrt{g \cdot h_a} , \quad (4.66)$$

bu yerda, h_a – avankamera oxirida barqaror harakatdagi suv chuqurligi.

Suvga cho'kmaydigan devor sathi d avankamerada maksimal sathdan ΔZ balandlikda belgilanadi. Uning kattaligi

$$\Delta Z = h_g + \delta , \quad (4.67)$$

bu yerda, h_a – shamoldan hosil bo'lgan to'liq balandligi;

δ – shamol to'liqini ustidagi qo'shimcha sath.

Sarfi 100 m³/s dan ortiq napor havzasi uchun $\delta=0,40...0,75$ m, $Q<30$ m³/s da $\delta=0,25...0,35$ m ruxsat etiladi.

Gravitatsion shamol to'liqini balandligi h_g QNvaQ (СНВП) II-57-75 dan aniqlanadi.

GESning hamma agregatlari ishlaganda (1-tasi ishlamasligi mumkin), va T_0 vaqtda shu agregat to'liq quvvatiga ishlasa, eng past suv sathi $-\Delta h_{\max}$ taqriban topilishi mumkin:

$$-\Delta h_{\max} = \frac{Q_1}{C \cdot B} , \quad (4.68)$$

bu yerda, Q_1 – 1-ta agregat suv sarfi,

$-\Delta h_{\max}$ – hisoblanib $Z_{\min}$ topiladi. Keyin turbina quvurning yuqori qismini cho'ktirish balandligi belgilanadi va havo so'rinishga yo'l qo'yilmaydi. Qo'shimcha ΔZ balandlik 0,5 m qilib olinadi va quyidagi formula orqali tekshiriladi:

$$\Delta Z = 3 \cdot \frac{g_{\text{qv}}^2 - g_{\text{kir}}^2}{2g} \quad (4.69)$$

Suv oluvchi kamera ko'ndalang oqim bo'yicha shunday qabul qilindiki, bunda panjaradan tezlik kattaligi ruxsat etilgandan katta bo'lmasligi va bir tekis turbina quvuriga suv berish ta'minlangan bo'lish kerak.

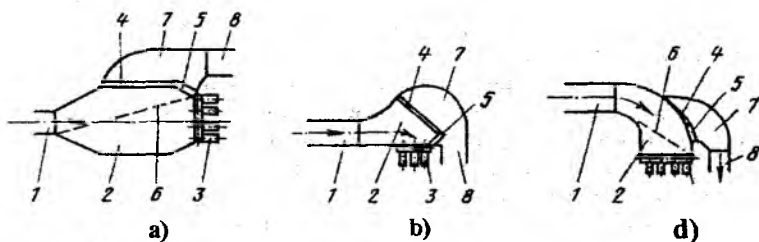
4.7.3. Sutkalik tartibga solish bosim havzalari

Sutkalik tartibga solish bosim havzalar (STSBH) sun'iy ravishda hosil qilinib, suv hajmini to'plashga mo'ljallanadi va GES ishini sutkalik tartibga solish imkonini beradi. Havza foydali hajmi va suv olinish chuqurligi energo-iqtisodiy hisoblardan aniqlanadi. Havza asosan, naporsiz derivatsiya oxirgi uchastkasida yaratiladi.

Birinchi sxema qulay hisoblanadi va toshqin suv davrida STSBH loyqa bosishi tezlashadi. Boshqa sxemalarda toshqin suv davrida sutkalik basseyn SB ajratib quyilishi mumkin.

STSBH ning derivatsion kanalda joylashgani 4.27-rasmda ko'rsatilgan.

- a) STSBH to'g'ridan - to'g'ri kanalda joylashgan;
- b) STSBH kanalning bir tomonida;
- d) STSBH aylanma kanal bilan.



4.27 - rasm. Suv qabul qilish kamerasiga suv keltirish sxemasi:

a – frontal; b – yon tomonlama; d – egri; 1 – derivatsion kanal; 2 – avan-kamera; 3 – turbina quvuri; 4 – oqova nov; 5 – muz tashlagich; 6 – yo'naltiruvchi devor; 7 – tez oqimni qabul qiluvchi lotok; 8 – tez oqim.

Naporsiz derivatsiya past o'tmetkali joylarda ko'llarni, chuqurliklarni kesib o'tsa, ularni SB yaratishga foydalanish kerak. U holda derivatsiya komponovkasini ikki uchastkaga bo'linadi: yuqorigi-tartibga solinmaydigan kanal ko'rinishida va quyi-tartibga solinadigan kanal ko'rinishida, uni pik kanal deb ataladi.

STSBH joylashishi suv keltiruvchi derivatsiya gidravlik rejimiga ta'sir ko'rsatadi.

STSBH sun'iy suv havzasi bo'lgani uchun u yer osti suvlarining tabiiy rejimini buzadi. Shuning uchun loyihalashda filtratsiya hisoblariga katta ahamiyat beriladi.

STSBHni loyqa bosishi qo'zg'almas suv sathini belgilashda hisobga olinadi. Cho'kindilarni yuvuvchi qurilmalar mavjud bo'lganda qo'zg'almas suv sathi balandligi 1 m (Rion va Krasnopolyansk GES lari). $V_f^{SB}=258000 \text{ m}^3$ Krasnopolyansk GESi da. Foydali hajm 6 m chuqurlikka ishlatilganda $F=48000$ dan 38000 m^2 gacha o'zgaradi.

STSBH ni loyihalashda, undan kompleks foydalanish vazifasi qo'yiladi. Masalan: STSBH da suvda suzuvchi qushlarni ko'paytirish, baliqlarni urchitish yoki dam oluvchilar uchun sport bazasi yaratish maqsadga muvofiqdir. STSBH ni xo'jalik uchun ishlatilsa, qo'shimcha inshootlar ko'zda tutiladi.

Suv energetika hisoblarini STSBH uchun bajarishda bug'lanishga suv yo'qolishini, sovuq iqlim sharoitida muz hosil bo'lishini hisobga olinadi.

Ekspluatatsiya qilinishiga ko'ra STSBH muzlaydigan va muzlamaydigan xillarga ajratiladi.

Sutkalik havza hajmi:

$$V = \frac{367 \cdot E}{H}, \text{ m}^3$$

bu yerda, H – napor;

E – SBH hisobiga ishlab chiqiladigan energiya.

Nazorat savollari

1. Gidrouzel deb nimaga aytiladi?
2. Gidrouzel tarkibiga qanday inshootlar kiradi?
3. To'g'on deb nimaga aytiladi?
4. To'g'onning qanday turlari mavjud?
5. Daryo o'zani GES lari komponovkasi deb nimaga aytiladi?
6. To'g'on orti GESlari komponovkasi deb nimaga aytiladi?
7. Derivatsion GESlar komponovkasi deb nimaga aytiladi?
8. Kanal deb nimaga aytiladi?
9. Kanallar ko'ndalang kesimi bo'yicha qanday turlanadi?
10. Suv sarfini tartibga soladigan kanal deb nimaga aytiladi?
11. Suv sarfini tartibga solmaydigan kanal deb nimaga aytiladi?
12. Joy relyefiga, statik ish rejimiga va GES komponovkasiga ko'ra stansion quvurlar necha guruhga ajraladi?
13. GES turbinasiga suv keltirish sxemasini tushuntirib bering.
14. Quvurga va uning tayanchiga qanday kuchlar ta'sir etadi?
15. Tenglagich rezervuarlar nima maqsadda qo'llaniladi?
16. Tenglagich rezervuarlarni qanday turlarini bilasiz?
17. Gidrotexnik tunnelling qanday turlari mavjud?
18. GEQ larning bosim havzalari nima maqsadda quriladi?
19. Suv qabul qilish kamerasiga suv keltirish uchun qanday sxemalarini bilasiz?
20. Sutkalik tartibga solish bosim havzalari nima uchun xizmat qiladi?

5 BO'LIM. GIDROENERGETIK QURILMALAR BINOLARI

5.1. Gidroelekt stansiyasi binolari

GESlarning eng murakkab inshootlaridan biri uning binosidir. GES binosi unda asosiy va yordamchi jihozlarni o'rnatish uchun xizmat qiladi.

GES binolari uch xil turda bo'lishi mumkin, ya'ni o'zanda joylashgan, to'g'onli va derivatsiyali.

Bino turi birinchi navbatda napor hosil qilish sxemasiga va uning qiymatiga hamda unda o'rnatiladigan jihozlar turiga bog'liqdir. Bino turlarining tavsiflari 5.1 - jadvalda keltirilgan.

GES binosi ikki qismdan iborat: pastki qism va yuqori qism.

Pastki qismda gidromashina suv oqish trakti joylashgan bo'lib, bu qism asosan monolit betondan quriladigan konstruktiv elementlardan iborat.

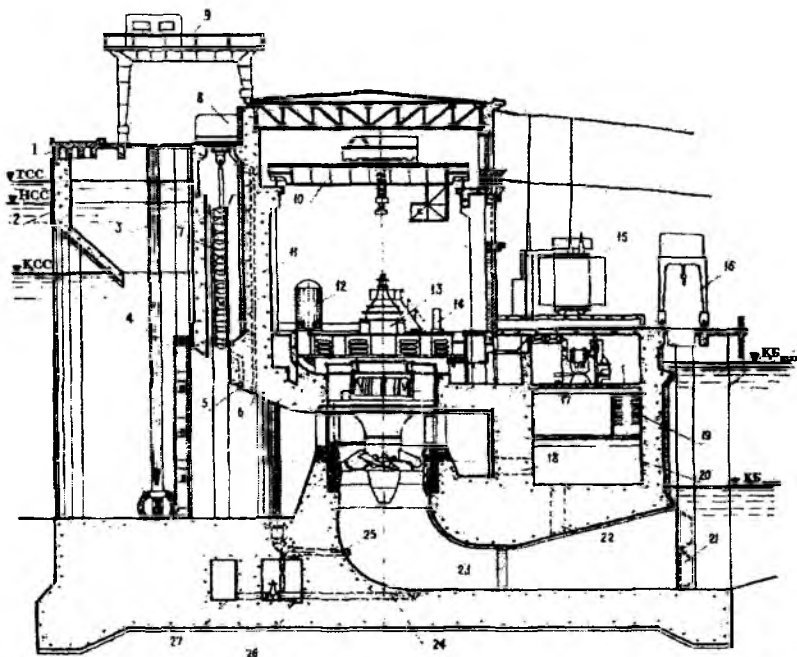
Yuqori qismda mashinalar zali, montaj maydonchasi, boshqaruv pulti va ko'plab maxsus xonalar joylashadi. Bu qismda ta'mirlash ishlarini bajaradigan jihozlar, jumladan, ko'tarish- tashish mexanizmlari ham joylashgan.

5.1 - jadval

№	GES binolari turlari	Turbina turi	Napor, m	Agregatlar o'qi
1	Daryo yoki kanal o'zanida joylashgan H = 5 – 40 m	Kapsulali	5 – 25	Gorizontal
		Parrakli,	5 – 40	Vertikal
		Parrakli-buriluvchi	5 – 40	
		Radial - o'qli	30 – 40	
2	To'g'onli, H = 30 – 250 m. Daryo o'zanida, suv omborida to'g'on ortida joylashadi	Parrakli-buriluvchi	30 – 90	Vertikal
		Diagonal	50 – 170	
		Radial - o'qli	30 – 250	
3	Derivatsiyali, H = 10 – 1800 m (kanalda yoki bosim quvuri trassasida)	Parrakli-buriluvchi	10 – 90	Vertikal (kam hollarda gorizontal)
		Diagonal	50 – 170	
		Radial - o'qli	30 – 700	
		Cho'michli	400 – 1800	Vertikal, gorizontal

5.1.1. O'zanda joylashgan GES binosi

Bu turdagi GES binolari daryo yoki derivatsiya kanallari o'zanida joylashgan bo'lib, yuqori befdan beriladigan suv bosimini o'ziga qabul qiladi. Bu binoda asosan past naporli gidroagregatlar o'rnatiladi.



5.1 - rasm. O'zanda joylashgan GES binosi:

- 1 – ko'prik; 2 – balka; 3 – panjara tozalaydigan greyfer; 4 – oqiziq ushlovchi panjara; 5 – turbina kamerasini suv bilan to'ldirish bayпасi;
- 6 – havo berish teshigi; 7 – suv darvozasi; 8 – darvoza lebedkasi;
- 9 – yuk krani; 10 – ko'prik kran; 11 – bosim devori; 12 – bosimli moy qurilmasi; 13 – gidrogenerator; 14 – boshqaruv kolonkasi;
- 15 – transformator; 16 – yuk krani; 17 – elektr ta'minlash qurilmalari;
- 18 – spiral kameraga kirish teshigi; 19 – kabel yo'lakchalari;
- 20 – nasoslar xonasi; 21 – suv darvozasi; 22 – so'rish quvuriga kirish teshigi; 23 – so'rish quvurining oraliq devori; 24 – so'rish quvuridan suvni olib tashlash quvuri; 25 – spiral kameradan suvni olib tashlash quvuri; 26 – qulfaklar galereyasi; 27 – nasoslar galereyasi.

O‘zan GESi binosi suv oqish trakti suv qabul qilish qismi, shaklli beton turbina kamerasi va egilgan so‘rish quvuridan iborat.

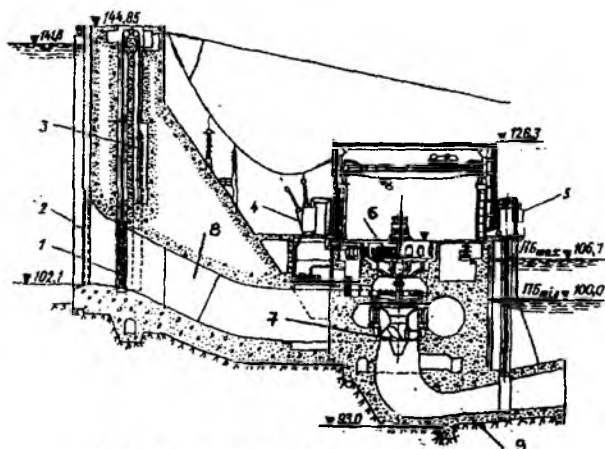
Bino o‘lchamlari asosan turbina kamerasi va so‘rish quvuri o‘lchamlariga mos holda aniqlanadi.

Agar bitta agregatga mos keladigan bino qismini bitta blok deb oladigan bo‘lsak, unda shu blokning oqim bo‘ylab uzunligi (turbina kamerasiga kirish qismidan so‘rish quvurining chiqish qismigacha bo‘lgan masofa) D_1 (6,3 – 6,6) , eni D_1 (2,6 – 3,2) ga teng bo‘ladi. Fundament plitasining quyi bef suv sathiga nisbatan joylashishi so‘rish balandligi qiymatiga bog‘liq. Parrakli - buriluvchi vertikal agregatlar uchun bu qiymat D_1 (2,3 – 2,5) ni tashkil qiladi (5.1-rasm).

5.1.2. To‘g‘onli GES binolari

Bunday turdagi binolar to‘g‘on ortida joylashgan bo‘lib, o‘ziga suv bosimini qabul qilmaydi. To‘g‘onli GES binolarida asosan o‘rta naporli gidroagregatlar o‘rnatiladi (5.2 - rasm).

Yuqori befdan berilayotgan suv kalta bosim quvurlari orqali agregatga yetkazib beriladi. Bosim quvurlari to‘g‘onning ichida ham, ustida ham joylashishi mumkin.



5.2 - rasm. To‘g‘onli GES binosi:

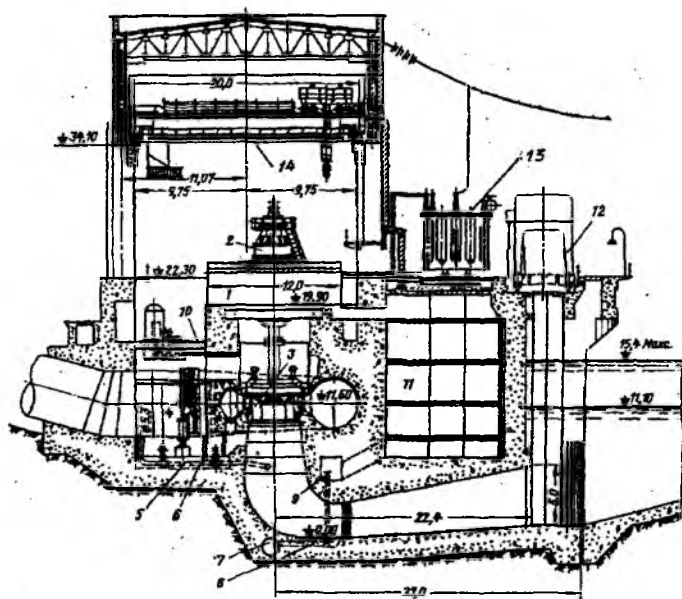
- 1 – suv darvozasi; 2 – oqiziq ushlash panjarasi; 3 – gidropodyomnik;
- 4 – transformator; 5 – kran; 6 – gidrogenerator; 7 – turbina;
- 8 – turbina quvuri; 9 – so‘rish quvuri.

5.1.3. Derivatsiya GESi binosi

Derivatsiya GESi binosi odatda reaktiv, ba'zi hollarda aktiv yuqori naporli gidroagregatlar bilan jihozlanadi. Bunday turdagi binoning o'lchamlari boshqa turdagi binolar o'lchamlariga qaraganda anchagina kichik.

Buning asosiy sababi katta naporlarda turbina diametri, generator o'lchamlari kichik bo'ladi (5.3- rasm).

Derivatsiya GESida turbina quvurlari (bosim quvurlari) katta uzunlikka ega, bu esa o'z navbatida turbina oldidagi quvurlarda qulfaklar o'rnatilishini taqozo etadi. Qulfaklar maxsus xonalarda yoki mashinalar zali doirasida o'rnatilishi mumkin.



5.3 - rasm. Derivatsiya GES i binosi:

- 1 – gidrogenerator; 2 – podpyatnik; 3 – radial o'qiy turbina; 4 – diskli qulfak; 5 – turbina quvuridan suvni olib tashlash quvuri; 6 – spiral kameradan suvni olib tashlash quvuri; 7 – suv chiqarib tashlash kollektori; 8 – so'rish quvuridan suvni olib tashlash quvuri; 9 – suv olib tashlash quvuri qulfagi; 10 – lyuk; 11 – texnologik xonalar; 12 – yuk krani; 13 – transformator; 14 – ko'prik kran.

Agar qulfak mashinalar zalida o'rnatilsa, unda gidroagregat quyi bef tomonga siljiydi.

Ta'mirlash ishlari boshlanishidan oldin qulfak yopiladi va kamera bilan so'rish quvuridagi suv chiqarib tashlanadi.

Gidroagregat ta'mirdan keyin ishga tushirilishidan oldin suv bilan to'ldirilishi shart. Bu ishlar maxsus baypas quvurlari yordamida bajariladi.

5.1.4. GES binosi hisoblari va loyihalashning asosiy masalalari

GES binosini loyihalashning asosiy bosqichi gidroagregat blokini joylashtirish va uning o'lchamlari (gabaritlarini) aniqlashdir. Gidroagregat blokini joylashtirishda turbinaga nisbatan generator holati, generator osti tayanch elementlari turlari, turbina shaxtasi o'lchamlari, blokning gorizontal va vertikal o'lchamlari hisobga olinadi.

Bizga ma'lumki, GES binosi ikki qismdan pastki va yuqori qismlardan iborat. GES gidroagregat bloki o'lchamlarini aniqlashni ham shu ikki qismga bo'lib amalga oshiriladi.

A. Stansiya binosining pastki qismi.

Binoning pastki qismida agregatning suv oqish trakti joylashgan. Suv oqish trakti turbina kamerasi va so'rish quvuridan tashkil topgan. Shu qismning vertikal o'lchamlari quyi befning hisobiy sathi va so'rish balandliklariga qarab aniqlanadi.

$$VI.G. = \nabla QBSS + H_s \quad (5.1)$$

bunda, VI.G. – ishchi g'ildirak sathi, m;

$\nabla QBSS$ – quyi bef suv sathi, m;

H_s – so'rish balandligi, m.

Undan keyin so'rish quvurining, turbinā kamerasi, turbina shaxtasi, gidrogenerator o'lchamlarini bilgan holda bino pastki qismi balandligini aniqlash mumkin (5.4 - rasm).

$$H_{p,q} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5, m \quad (5.2)$$

bunda, h_1 – fundament plitasi qalinligi, m;

h_2 – so'rish quvuri balandligi, m;

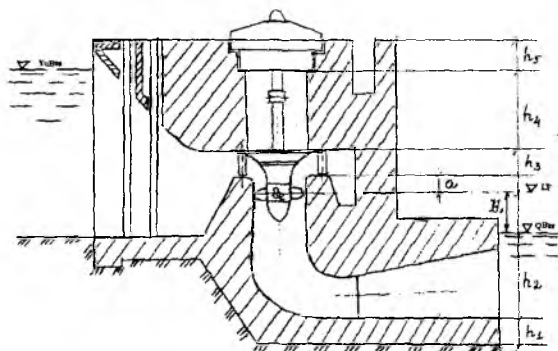
h_3 – yo'naltiruvchi apparat balandligi, m;

h_4 – turbina shaxtasi balandligi, m;

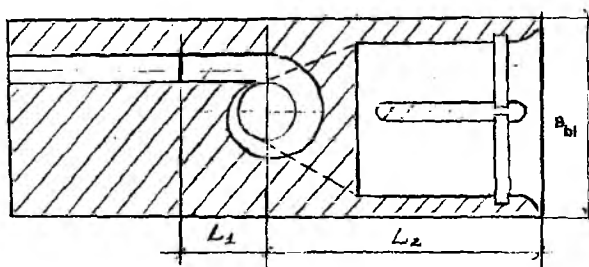
h_5 – gidrogenerator o'lchami, m.

Bino pastki qismi o'lchamlari birinchi navbatda spiral kamera va so'rish quvurining o'lchamlari bilan aniqlanadi. Bu o'lchamlar standart holatda zavodlar tomonidan beriladi.

Pastki qism gorizontaal o'lchamlarini 5.5 - rasm bo'yicha aniqlash mumkin.



5.4 - rasm. Binoning pastki qismi vertikal o'lchamlari.



5.5 - rasm. Binoning pastki qismi gorizontaal o'lchamlari.

O'zanda joylashgan GES binolarida, ba'zan to'g'onli GESlarda tavr shakldagi kesimli beton spirallar qo'llaniladi.

$$B_{BL} = (2,9 \dots 3,1) D_1 \text{ m.} \quad (5.3)$$

Yuqori naporli GESlarda qamrab olish burchagi $345^\circ - 360^\circ$ bo'lgan metall spiral kameralar qo'llaniladi. Bunday kameralarda $B_{BL} = (4 - 4,5) D_1$, yuqori qiymatli naporlarda $B_{BL} = (3 - 3,5) D_1$.

L_2 - so'rish quvuri uzunligi $H \leq 230 \text{ m}$ bo'lganda $L_2 = (4 - 5) D_1$, $H \geq 230 \text{ m}$ da $L_2 = (5 - 6) D_1$.

B. GES binosi yuqori qismi.

GES binosining yuqori qismi aksariyat hollarda yig'ma temir-beton konstruksiyalardan quriladi. Bu konstruksiyalar pastki qismga bog'langan kolonnalar, kran osti balkalari, tom fermalari va plitalardan iborat.

Binoning uzunligi L_b quyidagicha aniqlanadi.

$$L_b = n \cdot B_{BL} + L_{mm}$$

bunda, n – agregatlar soni; B_{BL} – blok eni, m; L_{mm} – montaj maydonchasi uzunligi, m.

Montaj maydonchasi o'lchamlari bitta agregatni transport vositasidan tushirish yoki unga joylashtirish imkoniyati nuqtayi nazaridan aniqlanadi.

Montaj maydonchasi eni $B_{m.m} = B_b$, ya'ni mashinalar zali eniga teng bo'ladi.

Montaj maydonchasi uzunligi agregatlar soni 4 – 5 ta bo'lganda $L_{m.m} = (1,0 - 1,2) B_{BL}$.

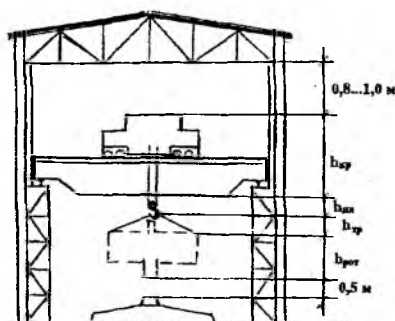
Agar agregatlar soni 10 dan ortiq bo'lsa $L_{m.m} = (1,5 - 2) B_{BL}$ qabul qilinadi. Ko'p hollarda montaj maydonchasi uzunligi $L_{m.m} = 1,5 B_b$ dan oshmaydi.

Mashinalar zalining eni B_b generatorning tashqi o'lchamlariga bog'liq holda aniqlanadi.

$$B_b = D_{gen} + 5 \text{ m.}$$

Mashinalar zali balandligi quyidagicha aniqlanadi.

$$H_{m.z} = h_{rot} + h_{tros} + h_{il} + h_{kr} + (0,8 - 0,1) + 0,5 \text{ m.}$$



5.6 - rasm. Bino yuqori qismi o'lchamlari.

Bunda, h_{rot} – rotor o'lchami;

h_{tr} – rotor mahkamlanadigan tros o'lchami, $h_{tr} = 0,5 - 1,0$ m;

h_{il} – ilgak balandligi, $h_{il} = 1,0 - 1,5$ m;

h_{kr} – kran balandligi.

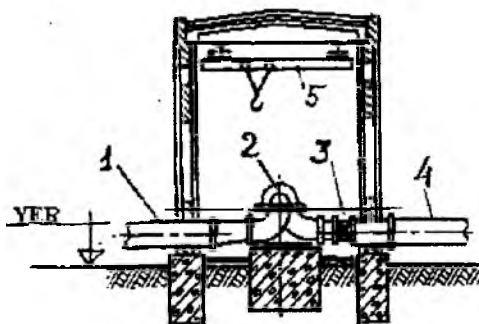
Agar ishchi g'ildirak o'lchami rotor o'lchamidan katta bo'lsa, unda h_{rot} o'rniga ishchi g'ildirak balandligi qabul qilinadi.

5.2. Nasos stansiyasi binolari

Nasos stansiya binolari tanlangan jihozlar turiga, stansiyaning vazifasiga va suv manbai turiga qarab quyidagi turlarga bo'linadi:

5.2.1. Yer ustida joylashgan nasos stansiya binosi

Bu bino turi asosan suv sathi o'zgarishi katta bo'lmaganda va suv manbai qirg'oqlari mahkam bo'lganda qabul qilinadi. Bino poli yerga nisbatan birmuncha yuqori, nasoslar esa alohida poydevorga o'rnatiladi (5.7 - rasm). Binoga asosan gorizontal markazdan qochma nasoslar o'rnatiladi. Aksariyat hollarda bu binolarga o'rnatiladigan nasoslar ish unumdorligi $Q_n < 2 \text{ m}^3/\text{s}$.

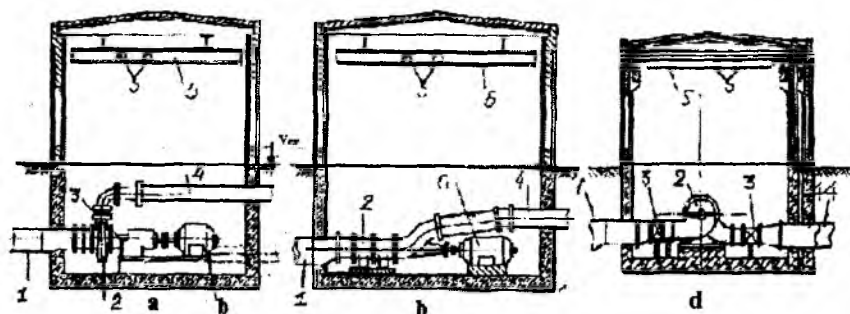


5.7-rasm. Yer ustida joylashgan nasos stansiya binosi sxemasi:

1 – so‘rish quvuri; 2 – nasos; 3 – qulfak; 4 – bosim quvuri; 5 – yuk ko‘tarish krani.

5.2.2. Yarmi yer ostida joylashgan nasos stansiya binosi

Bu bino turi suv manbai sathining o'zgarish amplitudasi nasosning chegaralangan so'rish balandligidan oshganda qabul qilinadi. Bu binoda nasoslar yerga nisbatan pastda joylashgan umumiy poydevorga o'rnatiladi (5.8-rasm). Nasoslar suv sathining minimal qiymatiga nisbatan pastda joylashganligi munosabati bilan ular doimo suv bilan to'lgan holda bo'ladi, bu esa nasoslarni ishga tushirishni yengillash-tiradi.



5.8 - rasm. Yarmi yer ostida joylashgan nasos stansiya binosi:

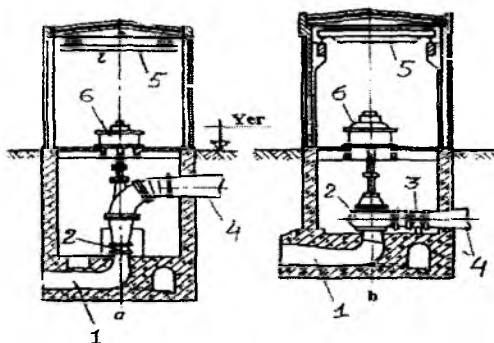
1 – so‘rish quvuri; 2 – nasos; 3 – qulfak; 4 – bosim quvuri; 5 – yuk ko‘tarish krani; 6 – elektrodvigatel.

5.8 - rasmda konsolli markazdan qochma (a), «O» markali o‘qiy (b) va «Д» markali gorizontall markazdan qochma nasoslar (B) bilan jihozlangan nasos stansiya sxemalari keltirilgan.

Bu binolarda asosan gorizontall markazdan qochma, «O» – markali o‘qiy nasoslar, ba’zi hollarda suv berish unumdorligi $4 \text{ m}^3/\text{s}$ dan kam bo‘lgan vertikal «B» markali markazdan qochma nasoslar o‘rnatiladi.

5.2.3. Blokli nasos stansiya binosi

Bu turdagi binolar suv sathi o‘zgarishining har qanday qiymatlarida qabul qilinadi. Binoda vertikal «ОП» va «B» markali suv berish unumdorligi $4 \text{ m}^3/\text{s}$ dan katta nasoslar o‘rnatiladi. Ba’zi hollarda yirik markali «Д» gorizontall nasoslar qo‘llanilishi mumkin. Nasoslar egilgan tirsaksimon so‘rish quvurlariga ega bo‘lib, ularda suv oqimi boshdan oxirigacha alohida blokli suv oqish traktidan o‘tadi (5.9 - rasm). Binoda nasoslar suv sathidan pastda joylashgan bo‘lib, suv qabul qilish inshooti bino bilan qo‘shib quriladi. Agar binoda past naporli nasoslar o‘rnatilsa, ba’zi hollarda bino suv chiqarish inshooti bilan ham qo‘shib qurilishi mumkin.



5.9-rasm Blokli nasos stansiya binosi sxemasi:

a) «ОПБ» markali o'qiy nasoslar o'rnatilgan bino; b) «В» markali vertikal markazdan qochma nasoslar o'rnatilgan bino; 1 – so'rish quvuri; 2 – nasos; 3 – qulfak; 4 – bosim quvuri; 5 – yuk ko'tarish krani; 6 – elektrodvigatel.

5.2.4. Nasos stansiya binosini loyihalashning texnik shartlari va qoidalari

Nasos stansiya binosi o'lchamlari jihozlarning optimal ish rejimini ta'minlashi, ularga xizmat ko'rsatishning va xizmatchi xodimlar ish sharoitining qulayligini ta'minlash kerak. Bino qurilishining minimal xarajatlariga ega bo'lishi va mustahkam bo'lishi kerak.

Nasos stansiya binosini loyihalashning asosiy shartlari quyidagilardan iborat:

- bino loyihasining optimal yechimini texnik-iqtisodiy hisoblar bilan aniqlash kerak;

- asosiy nasoslarning joylashish sathini to'g'ri belgilash juda muhim, bu ko'rsatkich hisoblangan sathga teng yoki pastda joylashishi kerak;

- nasos stansiyasining energiya taqsimlash qurilmalari va xizmat xonalari mashina zalining yonida yoki alohida binolarda joylashishi kerak. Yirik nasos stansiyalarda zal bo'ylab qurilgan qo'shimcha xonalar o'rnatilishi lozim (5.10 - rasm);

- murakkab kabel tizimiga (sistemasiga) ega bo'lgan stansiya-larda (quvvati 1000 kVt dan, soni to'rt va undan ortiq agregatlariga ega) balandligi 1,8 metrdan kam bo'lmagan qo'shimcha qavat bo'lishi lozim;

- og'irligi 100 kg dan oshadigan jihozlar yuk krani harakati zonasida joylashishi kerak.

5.2.5. Nasos stansiya binosining gorizontall tekislikda joylashish shartlari (planda)

Yer ostida joylashgan va blokli nasos stansiyasi binolari yer usti va yer osti qismlardan iborat. Bu ikki qism orasida ma'lum bog'liqlik bo'lishi kerak:

a) binoning yer osti qismi.

Binoning yer osti qismida asosiy nasoslar (gorizontall nasoslarda elektrodvigatellar ham), quvurlar, texnik suv ta'minoti tizimi (sistemi), moy xo'jaligi, drenaj tizimi (sistemi) va boshqalar joylashadi.

Bu qismni loyihalashda quyidagi tavsiyalarni hisobga olish kerak:

- bino yer osti qismi hajmi minimal bo'lishi kerak;
- bino yer osti qismi o'lchamlariga qarab yer osti qismi o'lchamlarni kattalashtirish mumkin emas;
- vertikal agregatlar qo'llanganda valni uzaytirish yo'li bilan elektrodvigatellar yer usti qismiga olib chiqilishi kerak;
- bino yer osti qismi tubi va devorlari qalinligi $0,1 \cdot N_{st}$ dan kam bo'lmazligi kerak (N_{st} — pastki bef maksimal suv sathidan bino tubigacha bo'lgan masofa, m);
- bino uzunligi 18 m dan oshsa, unga kirish - chiqish joyi ikkita bo'lishi kerak;
- binoning yer osti qismida yer ustida joylashtirilishi mumkin bo'lmagan eng zarur jihozlar joylashishi kerak;
- yer osti qismi konstruksiyasi iloji boricha sodda, qurish oson bo'lgan elementlardan iborat bo'lishi kerak.

Bino yer osti qismi va bo'yini aniqlashda quyidagilarga e'tibor berish kerak:

- agregatlar bir qatorda joylashishi kerak, agar nasoslar gorizontall bo'lib, ular soni to'rttadan oshsa, ikki qatorda joylashtirish mumkin;
- agregatlar orasidagi yoki agregat binosi konstruksiyalari orasidagi masofa:

a) quvvati 1000 kVt gacha bo'lgani uchun — 1 m.;

b) quvvati 1000 kVt dan oshiq agregat uchun — 1,2 m.;

juda zarur bo'lganda bu o'lchamlarni 0,2 — 0,4 m gacha uzaytirish mumkin;

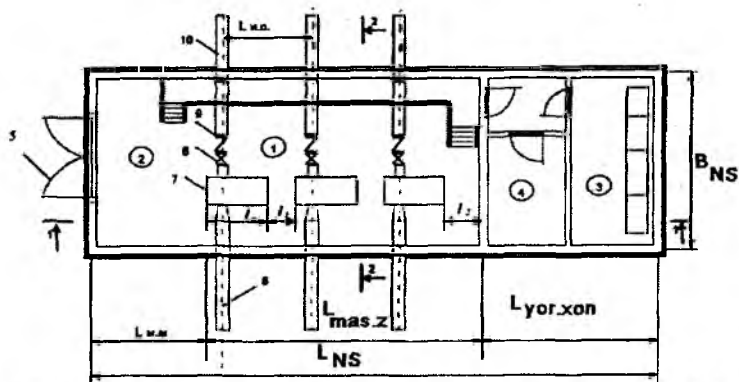
- agregat bilan boshqaruv jihozlarining (pult yoki blok) oldi tomoni orasidagi masofa 2 metrdan yon qismi orasidagi masofa 1 m dan kam bo'lmazligi kerak;

- dvigatellarning harakatlanuvchi qismlari orasidagi masofa 1,2 m dan kam bo'lmashligi kerak;
- elektr jihozlari shkafllari va devor orasidagi masofa 1,0 – 1,2 m dan kam bo'lmashligi kerak;
- ikki qator joylashgan agregat qatorlari orasidagi masofa 1,2 – 1,5 m dan kam bo'lmashligi kerak.

Binoning yer usti qismida asosiy elektrodvigatellar (blokli bino), asosiy agregatlar (yer ustidagi bino), ko'tarish - tashish mexanizmlari, energiya taqsimlash qurilmalari joylashadi.

Bu qismni loyihalashda quyidagilarga e'tibor qilish kerak:

- bino yer usti qismi bir qavatli bo'lib to'g'ri to'rtburchak shaklida bo'lishi kerak;
- mashinalar zalining balandligi 4,8 metrdan oshiq bo'lganda xizmat xonalari va taqsimlash qurilmalari alohida quriladi;
- binoning eni qurilish konstruksiyalari o'lchamiga bog'liq holda quyidagi standart qiymatlarga ega bo'ladi; $B_{NS} = 6; 9; 12; 15; 18; 21$ va 24 m;
- agar bino eni 6,0 m va karkassiz bo'lsa, uning uzunligi har 1,5 m da oshib boradi, masalan, $B_{NS} = 6,0; 7,5; 9,0; 10,5; 12,0$ va hokazo;
- agar bino eni 6,0 dan oshsa, devor ustini yopish balkalar orqali amalga oshiriladi.



5.10 - rasm. Nasos stansiya binosining gorizontal tekislikda joylashishi (plani):

- 1– mashinalar zali; 2–montaj maydonchasi; 3– energiya taqsimlash xonasi; 4– boshqaruv pulti va navbatchilar xonasi; 5 – darvoza; 6 – so'rish quvuri; 7 – nasos agregati; 8 – qulfak; 9 – teskari klapan; 10 – bosim quvuri.

Balkalar orasidagi masofa 6,0 ga teng bo'lgan kolonnalarga o'rnatiladi. Demak, bu holda bino uzunligi har 6,0 metrda oshib boradi, masalan, 6,0; 12,0; 18,0; 24,0 va hokazo. Lekin shuni ta'kidlash kerakki, agar binoga yuk ko'tarish quvvati 5 t dan oshadigan ko'priklar o'rnatilsa, unda bino eni qancha bo'lishdan qat'i nazar, u karkasli qilib yopiladi.

Binoning gorizontallikdagi joylashish rejasini shartli ravishda uchga bo'lish mumkin; mashinalar zali, montaj maydonchasi, yordamchi xonalar (5.10 - rasm).

Montaj maydonchasi eni bino eniga teng, uzunligi esa nasoslar orasidagi masofaning bir yarim baravariga teng. Yordamchi xonalar uchun ajratiladigan maydon quyidagicha qabul qilinadi:

a) dvigatel quvvati 250 kVt gacha bo'lsa, $\omega_{\text{yor.x}} = 54 - 60 \text{ m}^2$

b) dvigatel quvvati 250 - 1000 kVt bo'lsa, $\omega_{\text{yor.x}} = 180 - 200 \text{ m}^2$

d) dvigatel quvvati 1000 - 2000 kVt bo'lsa, $\omega_{\text{yor.x}} = 280 - 300 \text{ m}^2$.

Agar dvigatel quvvati 2000 kVt dan oshsa, yordamchi xonalar maydoni alohida hisoblar bilan aniqlanadi.

Bino o'lchamlari quyidagicha aniqlanadi:

$L_{\text{m.m.}}$ – montaj maydonchasi uzunligi, m;

$L_{\text{mash.zali}}$ – mashinalar zali uzunligi, m;

$L_{\text{yor.x.}}$ – yordamchi xonalar uzunligi, m;

$L_{\text{m.m.}} = 1,5 \cdot L_1$, m. L_1 – nasoslar o'qi orasidagi masofa;

$L_{\text{mash.zali}} = L_n \cdot n + (n - 1) a + b$, m, n – nasoslar agregatlari soni;

L_n – agregat uzunligi, m;

$L_{\text{yor.xon.}}$ – qiymati B_{NS} ning standart qiymati va $\omega_{\text{yor.x}}$ qiymatlaridan kelib chiqadi; $l_1 = 1,0 \div 1,2$ m; $l_2 = 1,5 \div 2,0$ m.

5.2.6. Nasos stansiya binosining vertikal tekislikda joylashish shartlari

Bunday holatda ikki variant qaraladi.

a) yer osti qismi bo'yicha:

– bino yer osti qismining eng yuqori sathi pastki bef maksimal suv sathidan 0,6 ... 1,0 m balandda joylashishi kerak;

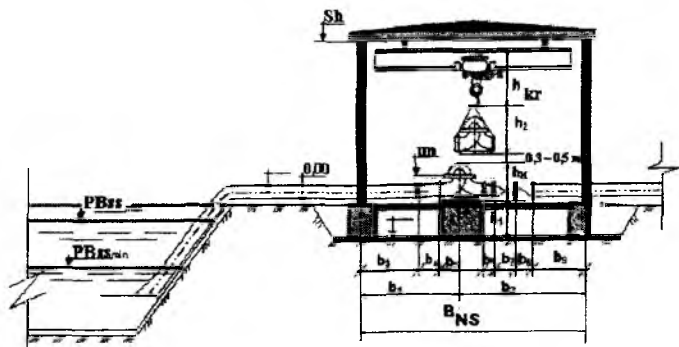
– bino tubining qalinligi pastki befda suv chuqurligining 10% idan kam bo'lmasligi kerak;

– agar binoda gorizontallik markazdan qochma nasoslar o'rnatilsa, ular o'rnatiladigan poydevor balandligi 0,2 – 0,3 m ni tashkil qiladi;

– bino yer osti qismining balandligi pastki bef sathlari o‘zgarish amplitudasiga bog‘liqdir.

b) yer usti qismi bo‘yicha:

Bino yer usti qismi bir qavatli mashinalar zali, montaj maydon-chasi, yordamchi xonalardan iborat. Bino balandligi 4,8 metrdan oshganda barcha yordamchi xonalar qo‘shimcha binoga ko‘chiriladi.



5.11 - rasm. Nasos stansiya binosining ko‘ndalang kesimi.

Bino yer usti qismi balandligi (pol sathi $\nabla 0,00$ dan tom plitasi pastki qismi, shipgacha ∇Sh bo‘lgan masofa) quyidagi qiymatlarga ega bo‘lishi kerak:

$H = 3,0; 3,6; 4,2; 4,8; 5,4; 6,0$ m.

Agar bino ko‘prik kranlar bilan jihozlangan bo‘lsa, bu qiymatlar quyidagiga teng:

$H = 8,4; 9,6; 10,8; 12,6; 14,4; 16,2; 18,0$ m.

Nasos stansiyasi binosining eni va balandligi o‘lchamlarini quyidagicha aniqlash mumkin:

$b_3 = 0,5 \div 0,7$ m; $b_4 = (4 \div 5) \cdot (D_{sur} - D_1)$, m;

b_5 – nasos eni, m; $b_6 = 0,15 - 0,2$ m; b_7 – qulfak o‘lchami;

$b_8 = 0,15 - 0,2$ m; b_9 – teskari klapan o‘lchami;

$b_9 - B_{NS}$ ning standart o‘lchami bo‘yicha aniqlanadi; $B_{NS} = 6; 9; 12; 15; 18$ metr;

$H = h_1 + h_n + h_2 + h_{kr} + 0,2 \div 0,3$ m; h_1 poydevor balandligi; $h_1 = 0,1 \cdot H_g$, m;

h_n – nasos balandligi, m; $h_2 = h_n + (1,0 \div 1,5)$ m; h_3 – kran o‘lchami; $h_4 = 0,15 \div 0,2$ m.

5.2.7. Nasos stansiyasining ichki bosim kommunikatsiyalari

Stansiya ichki bosim kommunikatsiyalariga nasosdan bosim quvurigacha bo'lgan suv oqish trakti qismlari va ularga o'rnatilgan jihozlar kiradi.

Qoida bo'yicha har bir nasos bosim quvurigacha alohida bosim kommunikatsiyalari orqali suv yetkazib beradi. Bosim kommunikatsiyalari quyidagilardan iborat:

a) markazdan qochma nasoslar uchun montaj halqasi, teskari klapan, qulfak, diffuzor va quvur;

b) o'qiy nasoslar uchun bosim kommunikatsiyasi diffuzordan iborat, agar suv nasosdan keyin 90^0 ga burilsa, qo'shimcha olib ketish qurilmasi (otvod) ham o'rnatiladi.

Montaj halqalari nasos suv chiqarish qismi diametriga teng qilib olinadi. Ba'zi hollarda montaj halqasi o'rniga salnikli kompensator o'rnatilishi mumkin.

Teskari klapanlar bosim quvuri uzun bo'lmaganda yoki vertikal nasoslar quvurida (O va OII markali nasoslar) o'rnatilmaydi. Agar nasos suvni teskari klapaniga haydab berish bilan ishga tushirilsa va bu vaqtda qulfak ochiq bo'lishi kerak bo'lsa, teskari klapan nasos bilan qulfak o'rtasida o'rnatiladi. Nasos yopiq qulfakka suv haydash yo'li bilan ishga tushirilsa, klapan qulfakdan keyin o'rnatiladi.

Qulfakni qo'llashda quyidagi tavsiyalarga e'tibor berish kerak:

- bosim kommunikatsiyasi quvuri diametri $D_u \leq 100$ mm bo'lganda kran yoki ventil o'rnatiladi;

- bosim kommunikatsiyasi quvuri diametri $100 \leq D_y \leq 1000$ mm da flanetsli parallel qulfaklar (zadvijkalar), $D \geq 1000$ mm bo'lganda diskli, burilma darvoza (zatvorlar) qo'llaniladi;

- agar quvur diametri 400 mm dan kichik bo'lsa, qulfak va teskari klapan diametrlari ham shu diametrlarda qabul qilinadi;

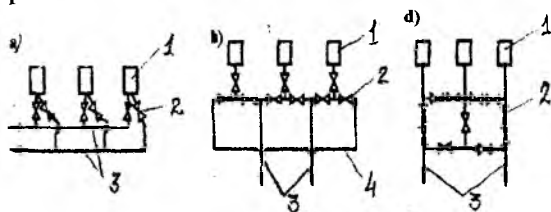
- agar quvur diametri 400 mm dan oshiq bo'lsa o'rnatiladigan kommunikatsiya diametrlari texnik - iqtisodiy hisoblar bilan aniqlanadi;

- qulfak diametri $D_k \geq 400$ mm bo'lgan hollarda ularni boshqarish elektrlashgan yoki gidravlik uzatma orqali avtomatik ravishda bajariladi;

- bosim kommunikatsiyalaridagi diffuzor bir diametrli quvurdan kattaroq diametrli quvurga o'tishni ta'minlaydi. Uning uzunligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\ell_q = (6 \dots 7)(D - d)$$

Bosim kommunikatsiyalarni bosim quvurlariga ulash (birlashtirish) sxemalari 5.12 va 5.13 - rasmlarda ko'rsatilgan. Ichimlik suv ta'minoti nasos stansiyalarining ishonchlilik darajasiga talab katta, shu sababli bu stansiyalarda har bir nasos barcha bosim quvurlariga suv yetkazib berish imkoniga ega bo'lishi kerak. Shu sababli bu stansiyalarda bironta nasos yoki qulfakning ishdan chiqishining boshqa nasoslar va qulfaklar ishiga ta'siri minimal bo'lishi kerakligi hisobga olinadi. Masalan, 5.12 d - rasmda ko'rsatilgan sxemalar bo'yicha bitta qulfakning ishdan chiqishida faqat bitta nasos ishdan to'xtatiladi.

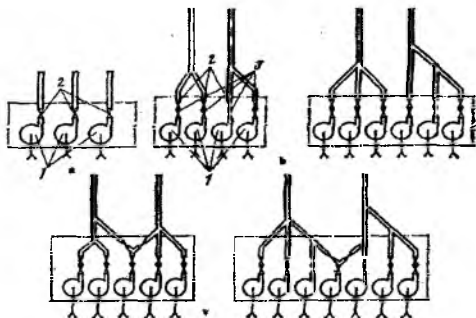


5.12 - rasm. Ichimlik suv ta'minoti nasos stansiyalarining ichki bosim kommunikatsiyalarini ulash sxemalari:

1 – nasoslar; 2 – qulfaklar; 3 – bosim quvurlari; 4 – kollektor.

Ushbu sxemalar bo'yicha kommunikatsiyalar to'liq nasos stansiyasi binosi ichida joylashadi.

Sug'orish nasos stansiyalarida texnologik jarayonga talab birmuncha kichikroq bo'lganligi uchun bosim kommunikatsiyalarining sxemalari ham soddaroq. Bundan tashqari sug'orish nasos stansiyalari quvurlarida katta miqdorda suv haydab berilganligi uchun ularda gidravlik qarshilikni kamaytirish muhim ahamiyat kasb etadi.



5.13 - rasm. Sug'orish nasos stansiyalarida ichki bosim kommunikatsiyalarini ulash sxemalari:

1 – nasoslar; 2 – qulfaklar; 3 – teskari klapanlar.

Shu sababli bosim kommunikatsiyalarida 90^0 li burilishlar, krestovinalar, troyniklar bo'lmaydi. Ikkita nasosni bir quvurga 60^0 burchak ostida, uchta nasosni 45^0 burchak ostida birlashtirish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Bosim kommunikatsiyalari quvurining diametri undagi chegaraviy tezlik bo'yicha aniqlanadi.

$$d_{bk} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_n}{\pi \cdot g_{bk}}}, m \quad (5.4)$$

Chegaraviy tezlik qiymatlari quyidagicha qabul qilinadi.

$g_{bk} = 1,5 \dots 2,0$ m/s, $d_{bk} \leq 250$ mm bo'lganda,

$g_{bk} = 2,0 \dots 2,5$ m/s, $d_{bk} > 250$ mm bo'lganda.

Nazorat savollari

1. GES binolari qanday turda bo'lishi mumkin?
2. Stansiya binosining pastki qismi o'lchamlari qanday aniqlanadi?
3. GES binosi yuqori qismi o'lchamlari qanday aniqlanadi?
4. Nasos stansiya binolari qanday turda bo'lishi mumkin?
5. Nasos stansiya binosining gorizonta tekislikda joylashish shartlarini aytib bering.
6. Nasos stansiya binosining vertikal tekislikda joylashish shartlarini aytib bering.

6 BO'LIM. GEQ LARDAN FOYDALANISH

6.1. GEQ lardan foydalanishning asosiy masalalari

GEQ lardan foydalanish oliy o'quv yurtlarida maxsus fan sifatida «GES lardan foydalanish», «Nasos stansiyalardan foydalanish» nomlari bilan o'rgatiladi. Shu sababli bu bo'limda GEQ lardan foydalanishning asosiy masalalari yoritiladi.

Hozirgi vaqtda ishlab chiqarish korxonalarining samaradorligini oshirish, ishlab chiqarishda ekologik talablarning oshib borishi jihozlardan va inshootlardan foydalanishning samarali usullarini qo'llashni talab etadi.

GEQ lardan foydalanishning asosiy masalalari quyidagilardan iborat:

- barcha asosiy va yordamchi jihozlarni, inshootlarni ularga yuklatilgan funksiyaning a'lo darajada bajarilishini ta'minlaydigan ishchi holatda saqlash;

- iste'molchi talablaridan kelib chiqqan holda zarur elektr energiyasini ishlab chiqarish yoki zarur miqdordagi suvni yetkazib berish;

- o'lchash, qayd qilish ishlarini muayyan ravishda olib borish va ular asosida inshootlarning gidromexanik, energetik va mexanik jihozlarning mustahkamligini, talab darajasidagi ish rejimlari ko'rsatkichlarini ta'minlash;

- stansiya xodimlarning mehnat unumdorligini oshirish, materiallar sarfini kamaytirish va mahsulot tannarxini kamaytirish bo'yicha tadbirlarni amalga oshirish;

- tabiatni muhofaza qilish talablarini bajarish, suv manbalaridan oqilona foydalanish bo'yicha rejalashtirilgan ishlarni amalga oshirish;

- inshootlar va jihozlarni joriy va kapital ta'mirlash muddatlarini belgilash va unga amal qilish;

- jihozlarning mustahkamligini, ishonchliligini va ishlash resurslarini oshirish bo'yicha tadbirlarni amalga oshirish.

Yuqorida keltirilgan masalalarni hal etishda GEQlarda quyidagi asosiy ishlarni amalga oshirish zarur:

1. Stansiya va gidrouzel ish rejimlarini boshqarish. GEQ lardan foydalanishning alohida tomoni shundan iboratki, jihozlar va inshootlar ish rejimi ko'p jihatdan suv manbalarining gidrologik ko'rsatkichlarga bog'liq bo'ladi. Shu sababli GEQ ish rejimini tez-tez o'zgartirish, uni energetik tizim yoki suv xo'jaligi talablariga moslash, suv inshootlari, shu jumladan, suv omborining ish rejimini stansiya ish rejimiga mos holda amalga oshirish foydalanishning eng asosiy funksiyasi hisoblanadi. Bu funksiyani bajarishda stansiyalarda zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalariga asoslangan avtomatlashtirilgan tizimlardan foydalaniladi. Bunda ko'p sonli texnik, iqtisodiy va ekologik faktorlar hisobga olinadi.

Stansiya ish rejimini boshqarishda agregatlarning tezkorligi katta ahamiyatga egadir. Odatda GEQ larning agregatlari 40 sekundgacha bo'lgan vaqtda to'liq ish rejimiga o'tish kerak. Agregatlarni ishga tushirish, uni talab qilingan yuklamaga o'tkazish, kompyuterlashtirilgan tizim asosida amalga oshirilishi kerak. Bunda gidrogeneratorlarning quvvat koeffitsiyenti $\cos \varphi$ 0,85 – 0,95 ga teng bo'lishi kerak. GEQlarda energotizimda yuklamalar o'zgarishi natijasida agregatlarni sinxron kompensator rejimiga o'tkazishga to'g'ri keladi, bu jarayon tarmoqdan olinadigan aktiv quvvatni kamaytirishga olib keladigan barcha ishlarni amalga oshirish asosida bajarilishi kerak.

GEQ agregatlarning energotizimda foydalanish darajasini ko'rsatuvchi parametrlardan biri ularning ishga tushirish chastotasi koeffitsiyentidir. Bu koeffitsiyent agregatning bir soat ishi mobaynida uni ishga tushirish va o'chirishlar soni bilan aniqlanadi. Nasos stansiyalarda bu koeffitsiyent GESlarga nisbatan juda kichik sonini tashkil qiladi. GAESlarda esa bu koeffitsiyent juda katta songa teng bo'ladi, chunki turbina rejimidan nasos rejimiga tez-tez o'tish GAES agregatlarning asosiy ishi hisoblanadi. Masalan, Angliyadagi Dinorvik GAESida ishga tushirish chastotasining koeffitsiyenti 1,67 ga teng.

2. Gidrotexnik inshootlar va jihozlarning ishlash resursini oshirish. Inshootlar va jihozlarning uzoq vaqt mobaynida talofatsiz ishlashini ta'minlash uchun ularning holatini uzluksiz ravishda kuzatib, mos keladigan profilaktik va ta'mirlash ishlarini o'z vaqtida amalga oshirish ularning ishlash resursini oshiradi. Bundan tashqari inshootlar va jihozlarning foydalanish sharoitini yaxshilaydigan yangi konstruktiv o'zgartirishlar, foydalanish usullari va tizimlari ham ularning ishchi holatining yaxshi saqlanishiga katta ijobiy ta'sir ko'rsatadi.

3. Jihozlarning ishonchliligi va buzilmasligini ta'minlash. GEQ ning barcha texnologik jihozlarning soz ishlashi ularning ishonchliliga bog'liq. Bu omil (faktor) jihozlarning ishga tayyorlik koeffitsiyenti bilan baholanadi. Bu koeffitsiyent qanchalik yuqori bo'lsa, shunchalik darajada jihoz ishonchli bo'ladi.

$$K_G = \sum_T t_{ish}/T; \quad \sum_T t_{ish} = \sum_T (t_{yukl} + t_{sk} + t_{zah}),$$

bunda, t_{yukl} – yuklama ostida ishlash, t_{sk} – sinxron kompensator rejimida ishlash, t_{zah} – zaxirada turish vaqti. $T = 8760$ soat bir yil davomida kalendar vaqt.

Yirik GEQ lar uchun K_G ning qiymati o'rtacha 0,88 – 0,91 gacha. K_G ning 0,95 gacha oshishi foydalanish xarajatlarini 20 – 25 % gacha kamaytiradi.

6.2. Gidrotexnik inshootlar va bosim quvurlaridan foydalanish

Gidrotexnik inshootlardan foydalanishda eng asosiy e'tibor ularning mustahkamligi, ishonchliligi va xavfsizligini ta'minlashdan iborat bo'lishi kerak.

GEQ tarkibiga kiruvchi to'g'onlar ishonchliligi yuqori darajada ta'minlanishi kerak bo'lgan inshoot hisoblanadi. Shu sababli to'g'onlardagi o'zgarishlar to'xtovsiz kuzatib boriladi va mos choralar ko'riladi. Ayniqsa, to'g'onning beton qoplamasidagi yoriqlar, cho'kmalar va filtratsiya holati sinchkovlik bilan kuzatilishi kerak. Suv omborining to'lishi va undagi suvning kamayishida yuzaga keladigan bosim o'zgarishi tufayli paydo bo'ladigan salbiy holatlar bartaraf etilishi kerak.

Energetik kanallardan foydalanishning asosiy shartlari kanal tub qismining va yon qiyaligining yuvilib ketishining oldini olish, o'zan g'adir-budurligini kamaytirish, filtratsion suvlar miqdorini kamaytirish, kanal o'zanining loyqalanmasligining oldini olish kabi ishlardan iboratdir.

Bosim quvurlaridan foydalanishda stansiya xodimlari quvurlarining tebranish darajasi, quvur tayanchlarining mustahkamligini, choklarning butunligini doimo kuzatib boradi. Quvurlardagi jihozlar – qulfaklar, teskari klapanlar, vakuum yo'qotish klapanlari, vantuzlar, gidravlik zarbani so'ndiruvchi moslamalar, tenglagich rezervuarlarini ishchi holatda saqlashga katta e'tibor beriladi.

Stansiya ishchi xodimlari GEQ ish rejimini tezkor boshqarishda zarur bo'lgan rostlovchi jihozlar – qulfaklar, suv darvozalari, yo'naltiruvchi apparat mexanizmlari, parraklarni burish moslamalarining to'liq, kafolatlangan ishlashini ta'minlashga katta e'tibor berishlari zarur.

GEQlarning gidromexanik va energetik jihozlaridan (turbina, nasos, generator, dvigatel) foydalanish ushbu jihozlardan foydalanishni to'liq belgilovchi hujjatlarga qat'iy mos holda amalga oshiriladi. Texnik xodimlar GEQ ish rejimlarini boshqarishda faqat dispatcher ko'rsatmalariga amal qilishadi. Yuqori kuchlanishli elektr taqsimlash qurilmalari, boshqaruv pultidagi avtomatik va telemexanik tizimlar, quvurlardagi qulfaklar, to'g'onning suv darvozalari bilan ishlash faqat bu ishlarga ruxsat etilgan malakali texnik xodimga yuklatiladi va uning har bir bajaradigan operativ ishi dispatcher tomonidan belgilanadi.

6.3. Jihozlar va inshootlarni ta'mirlash

Ta'mirlash ishlari ikki turda: joriy ta'mirlash va kapital ta'mirlash ko'rinishida olib boriladi.

Joriy ta'mirlash yil davomida maxsus grafik asosida deyarli barcha inshoot va jihozlarda amalga oshiriladi.

Ko'proq amalga oshiriladigan joriy ta'mirlash ishlari quyidagilardan iborat:

- bosim beton gidroinshootlar bo'yicha: ineksiya ishlari (beton qoplamaning buzilgan, yorilgan joylariga, metall qoplamaning orqasida paydo bo'lgan bo'shliqlarga bosim ostida beton aralashmasini yuborish), burg'ulash (inshoot tubi yoki tanasidagi drenaj quduqlarini tiklash va tozalash uchun), torkretlash (beton qoplamalar yuzasidagi korroziyaga uchragan qismlarini ta'mirlash uchun), deformatsiya choklarini ta'mirlash;

- tuproq to'g'onlar bo'yicha: drenaj qurilmalarni tozalash; teskari filtrlarni ta'mirlash, to'g'onning bosimli qiyaliklar qoplamalarini ta'mirlash, plitalar ostidagi bo'shliqlarni to'ldirish, kerakli joylarga mayda tosh yotqizish;

- kanallar bo'yicha: kanallarni loyqadan va o'simliklardan tozalash, filtratsiyaga qarshi moslamalarni ta'mirlash, beton qoplamalarning buzilgan joylarini ta'mirlash;

- metall konstruksiyalar bo'yicha: lak va buyoqlar bilan qayta bo'yash, qulfaklarni, metall jihozlarni korroziyaga qarshi ishlab chiqish, metall jihozlarning yoyilgan joylariga metall eritib quyish;

– asosiy jihozlar bo'yicha: jihozlarni to'liq yechib tashlashni talab qilmaydigan ta'mirlash ishlari (defektlarni yo'qotish, ba'zi kichik detallarni almashtirish, moylash, podshipniklar, klapanlar, qulfaklarni ta'mirlash, kerak bo'lsa almashtirish va boshqalar).

Joriy ta'mirlash bir yilda 1–3 marta o'tkazilishi mumkin. Nasos stansiyalarda joriy ta'mirlash jihozlarning har 1 – 2 ming soatlik ish jarayonidan keyin amalga oshiriladi.

Kapital ta'mirlash. Gidrotexnik inshootlarni kapital ta'mirlash ularni modernizatsiya va rekonstruksiya qilish maqsadlarida amalga oshiriladi.

Gidroturbinalar kapital ta'mirlash 4 – 6 yilda bir marta, nasoslar 20–40 ming soat ishlagandan keyin kapital ta'mirga jalb qilinadi. Generator ishga tushirilganda 1 yil o'tgandan keyin, keyinchalik har 4 – 6 yilda, transformatorlar har 6 yilda 1 marta kapital ta'mirlanadi.

Kapital ta'mirlash davomida jihozlar to'liq yechib olinadi, zarur qismlari almashtiriladi. Agregatlarning boshqaruv tizimi to'liq ko'rikdan o'tkaziladi.

6.4. Gidroenergetik qurilmalardan foydalanishda agregatlarning ish rejimi o'zgarishi jarayonlari

GEQ lardan foydalanish mobaynida barqaror ish rejimlari bilan bir qatorda beqaror, ya'ni ish rejimi o'zgarishi (bir rejimdan ikkinchi rejimga o'tish) jarayonlarida ham ishlaydi. Barqaror rejimlarga gidroagregatning nasos, turbina, kompensator (turbina yoki nasos aylanishida) rejimlarida belgilangan parametrlar bilan ishlash rejimlari kiradi. Ish rejimi o'zgarishi jarayoni gidroagregatning belgilangan me'yoriy foydalanish holatida yoki avariya holatida kuzatiladi.

Me'yoriy foydalanish holatida ish rejimlari o'zgarishi nazorat ostida bo'lganligi uchun GEQ jihozlariga katta xavf tug'dirmaydi. Lekin avariya holatida ish rejimi o'zgarishi to'satdan, keskin yuz berganligini jihozlar uchun juda xavfli va katta talofatlarga olib kelishi mumkin.

GESlarda xavfli ish rejimi o'zgarishiga quyidagilar kirishi mumkin:

a) yuklamaning keskin kamayishi. Bu holatda bosim quvurida suv tezligi keskin pasayadi, yo'naltiruvchi apparat yopila boshlaydi, natijada quvurda va spiral kamerada bosim oshib ketadi, so'rish quvurida esa bosim kamayib ketadi, ba'zi hollarda vakuum paydo bo'lib, oqim uzluksizligi buzilishi ham mumkin. Ushbu holat ayniqsa, xavfli,

chunki bu paytda suv oqimi bir qancha vaqt quyi bef tomon harakatlalib, keyin orqaga qaytadi va katta kuch bilan ishchi g'ildirak parraklariga kelib uriladi va ba'zan ularni sindirib ham yuborishi mumkin.

b) yuklamaning tezlik bilan oshishi. Bu rejimda yo'naltiruvchi apparat yanada kengroq ochiladi, quvurda suv tezligi oshadi, so'rish quvurida bosim oshib ketadi, bosim quvuri va spiral kamerada bosim kamayadi. Bu rejimning xavfli tomoni shundan iboratki, suv oqimining katta tezligida quvurning burilish qismlarida vakuum hosil bo'lishi mumkin, bu esa quvur mustahkamligi uchun xavf tug'diradi.

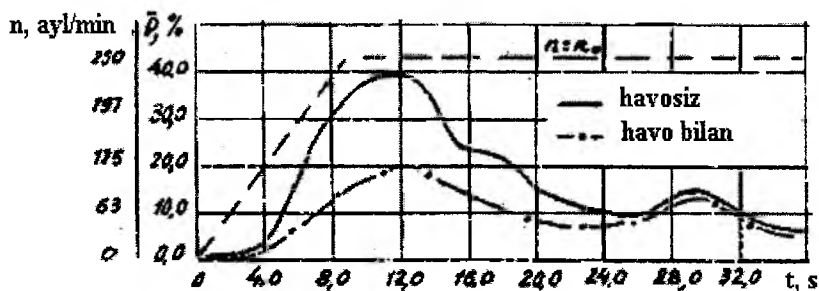
Nasos stansiyalardagi ish rejimi o'zgarishi jarayonlari ham me'yoriy foydalanish holatida va avariya holatida yoki alohida ish rejimi o'zgarishi ham bo'lishi mumkin. Me'yoriy foydalanish holatida yuz beradigan ish rejimi o'zgarishi jarayonlari – nasosni ishga tushirish, sifonli suv chiqarish inshootini to'ldirish yoki bo'shatish, suv berish qiymatini o'zgartirish, nasosni ishdan to'xtatish.

Alohida ish rejimi o'zgarishiga yoki avariya holatlariga nasosning pompaj rejimida ishlashi, nasos ishlab turgan paytda dvigatelga energiya berishning to'xtatilishi kiradi.

Nasosni ishga tushirish jarayoni quyidagi bosqichlardan iborat:

- tinch holatdan aylanma harakat holatiga o'tish, sinxron aylanish chastotasiga va sinxronizatsiyaga erishish;
- quvurning suv bilan to'lishi va naporning oshishi;
- nasosning qulfak ochilgunga qadar yoki vakuum yo'qotish klapani yopilishigacha oshirilgan napor bilan ishlashi;
- belgilangan rejimga o'tish.

Me'yoriy foydalanish holatida nasosni ishga tushirish bo'sh bosim quvuriga yoki markazdan qochma nasoslar uchun qulfagi yopilgan quvurga amalga oshiriladi. Nasosni ishga tushirishda elektrodvigatelga beriladigan tok kuchi me'yordagidan 5 – 7 marta ortiq bo'ladi, rostlovchi apparat va bosim quvuri zonasida bosim pulsatsiyasi, titrash amplitudasi oshib ketadi. Mualliflar ishtirokida Qarshi Bosh kanalining nasos stansiyalarida o'tkazilgan tajribalarga asoslanib aytish mumkinki, nasos ishga tushirilganda maksimal gidrodinamik bosim pulsatsiyasi yo'naltiruvchi apparatdan chiqish zonasida yuzaga keladi va uning qiymati me'yoriy ishchi rejimdagi qiymatga nisbatan 5 – 7,5 barobar katta bo'lishi va naporning 40 – 50 % ini tashkil qilishi mumkin. Buning natijasida nasosning ba'zi qismlarining (so'rish quvuri konusi) titrash amplitudasi me'yorga nisbatan 10 barobargacha oshib ketadi, bu esa ularning mustahkamligi uchun salbiy ta'sir ko'rsatadi.



6.1- rasm. OIB10 – 260Г nasosini ishga tushirishda yo‘naltiruvchi apparatning chiqish zonasida gidrodinamik bosim pulsatsiyasi ($\bar{P}$ naporga nisbatan % hisobida).

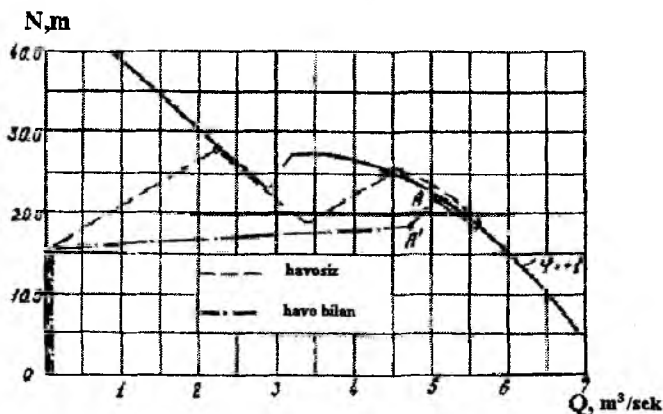
Nasosni ishga tushirish davrida gidrodinamik zo‘riqishni kamaytirish maqsadida B.Urishev tomonidan yo‘naltiruvchi apparatning chiqish zonasiga nasos suv berish unumdorligining 0,7 % miqdorida bosimli havo berish taklif qilindi va bu taklif Qarshi Bosh kanalining 6 - nasos stansiyasida sinab ko‘rildi. Sinovlar natijalari shuni ko‘rsatdiki, nasos ishga tushirilgandan keyin 24 sekund mobaynida, ya‘ni sinxronizatsiya va quvurning suv bilan to‘lishi bosqichlarida havo berilishi bosim pulsatsiyasini 2 barobarga kamaytiradi (6.1 - rasm). Havo berilishi va bosimning o‘zgarishi jarayonini boshqarish va kuzatishni amalga oshirish uchun B.Urishev tomonidan «Nasos quvuriga berilayotgan havo sarfini rostdlash tizimi» nomli ixtiro taklif qilingan (AS №1239407).

Nasosning ishchi xarakteristikasidagi rejim nuqtasi (napor va suv berish unumdorligi qiymatlarini belgilovchi nuqta) uni ishga tushirishda bir nechta bosqichlardan, ya‘ni gidrodinamik zo‘riqish katta bo‘lgan bosqichlardan o‘tib boradi. Ushbu zo‘riqishlarni kamaytirish maqsadida nasosni ishga tushirish bilan parallel ravishda uning bosim qismiga havo berish B.Urishev tomonidan «Nasosni rostdlash usuli» ixtirosida (AS№1408115) taklif qilingan.

Havo nasosning rejim nuqtasi o‘zining ishchi xarakteristikasidagi statsionar, ishchi nuqtasi joyini egallaguncha beriladi.

Teskari klapan bilan jihozlangan bosimli quvurga ega bo‘lgan nasoslarni ishga tushirishda agregat yanada katta gidrodinamik zo‘riqishlarga duchor bo‘ladi. Buning sababi nasos teskari klapan orqasida suv bilan to‘ldirilgan bosimli quvurga suvni haydab beradi.

Bunday holda nasos ishga tushirilganda rejim nuqtasi pompaj zonasiga tushib qolishi mumkin, natijada katta gidrodinamik zo‘riqlashlar yuzaga kelishi mumkin (6.2 - rasm). Ushbu salbiy holatning oldini olish uchun nasosni ishga tushirishda ishchi g‘ildirak ostiga bosimli havo berish yaxshi natija beradi. Ishchi g‘ildirak ostiga berilayotgan ma’lum miqdordagi havoning napor va suv sarfini kamaytirish xususiyati tufayli rejim nuqtasi napor xarakteristikasining pompaj zonasini chetlab o‘tib ishchi nuqtaga yetib keladi.



6.2 - rasm. Bosim quvurida teskari klapan bilan jihozlangan ONB3 -110 nasosini ishga tushirishda rejim nuqtasining harakat chizig‘i.

Nasosning to‘xtash jarayoni quyidagi bosqichlardan iborat:

1 – suv chiqarish inshootidagi qulfakning yoki vakuum yo‘qotish klapanining ishga tushishi paytida naporning oshishi.

2 – dvigatelga energiya berishning to‘xtatilishi (tormozlangan nasos rejimi). Bu paytda nasos vali aylanishlari soni kamayadi, suv oqimi tezligi nolga yaqinlasha boshlaydi.

3 – teskari oqim rejimi. Bunda ishchi g‘ildirak nasos rejimida aylanadi, lekin suv oqimi pastga, so‘rish quvuri tomonga harakatlana boshlaydi. Bu rejim nasos to‘xtashi bilan tugaydi.

4 – turbina rejimi, bu rejimda nasos teskari tomonga aylana boshlaydi va uning aylanish chastotasi nominal qiymatgacha yetib boradi.

5 – tezkor turbina rejimi. Bu rejimda nasosning teskari aylanish chastotasi nominaldan oshib ketadi.

6 – tormozlangan turbina rejimi. Bu rejim bosim quvuridagi suv to‘liq pastga oqib chiqqandan keyin yoki teskari klapan yopilgandan keyin to‘xtaydi.

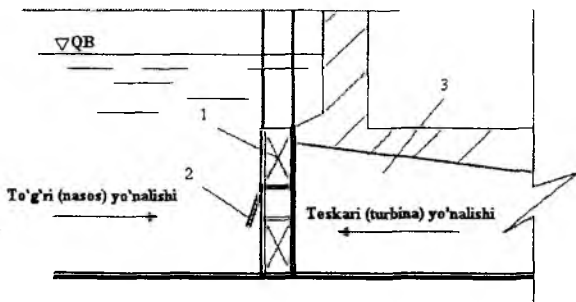
7 – teskari nasos rejimi. Bu rejimda inersiya va potensial energiya kuchi hisobiga quyi befga oqib o‘tgan suv yana yuqori bef tomon qayta boshlaydi. Bu rejim juda qisqa bo‘lib nasosning to‘liq to‘xtashi bilan tugaydi.

Nasos stansiyalardagi ish rejimi o‘zgarishi jarayonlarining eng xavfli dvigatelga berilayotgan energiyaning to‘satdan to‘xtatilishi tufayli yuzaga keladigan jarayon. Bu jarayonda bosim quvuri to‘liq quvvat bilan ishlayotgan, qulfak, vakuum yo‘qotish klapani harakatga keltirilmagan bo‘ladi, agar ular o‘z vaqtida ishga tushirilmasa, nasos o‘ta tezkor turbina rejimiga o‘tib ketadi. Nasos aylanish chastotasi nominal qiymatdan bir necha barobar oshib ketishi, jihozlarda katta zo‘riqishlar, hatto avariya holati yuzaga kelishi mumkin.

Nasos stansiyalardagi ish rejimi o‘zgarishi jarayonlarida xavfli gidrodinamik bosim pulsatsiyasini hamda titrash qiymatlarini kamaytirish bo‘yicha bir qancha usullarni keltirish mumkin. Nasosning o‘ta tezkor turbina rejimiga tushmasligini ta‘minlashning eng samarali usullaridan biri elektrodinamik tormozlash usulidir. Bu usul turbina rejimida elektrodvigatel rotoriga qo‘shimcha manbadan o‘zgarmas tokni berib uni tormozlashga asoslangan.

Mualliflar ishtirokida Qarshi Bosh kanalining 6 - nasos stansiyasida amalga oshirgan tajribalar shuni ko‘rsatdiki, nasosning turbina rejimida $n = n_{nom}$ chastota bilan aylanishini ta‘minlaydigan elektrodinamik tormozlashda gidrodinamik bosim amplitudasi 80 – 100 % gacha kamayishi mumkin.

Elektrodinamik tormozlashdan tashqari M.M. Muhammadiyev, B.U.Urishev tomonidan nasoslarning avariya holatida to‘xtashi mobaynida nasosning o‘ta tezkor turbina rejimiga o‘tmasligining oldini olishga mo‘ljallangan patent bilan himoyalangan ixtiro taklif qilingan (O‘z. Res. patenti, №2625). Ixtironing nomi «Nasos stansiyasining yassi zatvori» (6.3 - rasm).



6.3 - rasm. Nasos stansiyasining yassi zatvori.

Yassi zatvorning (1) o'rtasida faqat so'rish quvuri tomonga ochiladigan kichik o'lchamli qopqoq (2) o'rnatiladi. Nasos to'xtash paytida turbina rejimiga o'tganda bosim quvuridagi suv quyi befga tomon oqa boshlaydi. Bu paytda so'rish quvuridagi (3) yassi zatvor (1) tezlik bilan tushib suvning yo'lini yopadi va undagi qopqoq (2) ochilib suvning bir qismini quyi befga o'tkaza boshlaydi. Bu holat birinchidan zatvor yopilgan paytdagi gidravlik zarbaning oldini oladi, ikkinchidan bosim quvuridagi suv tezligini va bunga mos ravishda nasos aylanish chastotasini kamaytiradi. Qopqoq o'lchamlari nasosning mos aylanish chastotasini ta'minlaydigan qiymatlarda olinadi. To'g'ri (nasos) yo'nalishida qopqoq germetik holda yopiladi va suvni so'rish quvuriga o'tkazmaydi.

6.5. Gidroenergetik qurilmalarda gidravlik zarba

6.5.1. Gidravlik zarbaning fizik asoslari

Bosimli quvurda suv tezligining tez o'zgarishi natijasida bosim oshishi va kamayish hodisasi gidravlik zarba deyiladi. Agar quvurda qulfak (zatvor, zadviyka) tezda yopilsa, uning oldida bosim oshadi, orqasida bosim kamayadi. Qulfak tezlik bilan ochilsa, uning oldida bosim kamayib, orqa tomonida bosim oshadi. Tezlik o'zgarishi hisobiga suvning energiyasi o'zgaradi va bu bosim o'zgarishiga olib keladi.

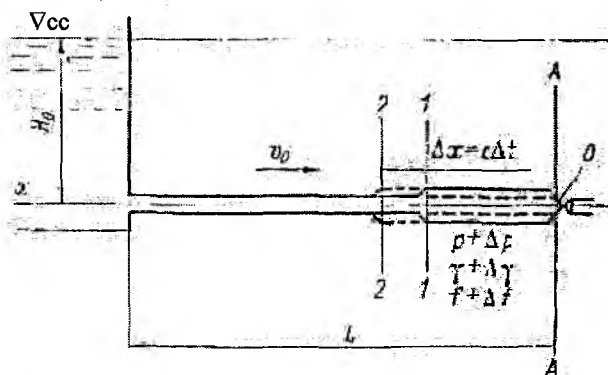
GEQ larida qulfak roli juda kattadir, chunki ular suv sarfini tartibga soladi. GES da yuklanish pasayganda turbina quvurida bosim oshishi, suv chiqarish quvurida vakuum hosil bo'lishi kuzatiladi. Agar suv chiqarish quvurida vakuum oshadigan bo'lsa, oqim uzilishi hosil bo'lib, suv o'z inersiyasiga ko'ra quyi bef tomon bir muddat

harakatlanadi, to'xtaydi va orqa tomonga yo'nalishini o'zgartiradi. Shunday hodisalar past naporli GES larda kuzatilib, turbina va yo'naltiruvchi apparat parraklarini ishdan chiqaradi.

GES yuklanishi tezda oshirilsa ham bosim o'zgarishi vujudga kelib quvurlarni hisoblashda bu bosimni ham hisobga olish zarur.

6.5.2. Gidravlik zarbaning asosiy tenglamasi. Quvurning birinchi xarakteristikasi

Quvur qobig'i elastik (deformatsiyalanadigan), suv esa siqiluvchan. Gidravlik zarba ta'sirida, ya'ni quvur oxirida jo'mrak yopilganda, quvurda 1-1 kesimgacha o'zgarish seziladi, suv zichligi bu uchastkada oshadi. Gidravlik zarba to'lqini tezligi C , D diametrli, qalinligi δ bo'lgan quvurda (6.4-rasm):



6.4-rasm. Zatvorning yopilishida gorizontal o'qli quvurda gidravlik zarb sxemasi.

$$c = \frac{C_0}{\sqrt{1 + \frac{\varepsilon D}{E \delta}}} \quad (6.1)$$

bu yerda, C_0 – suyuqlikdagi tovush tezligi, suv uchun $C_0 = 1425$ m/s;
 ε – suyuqlikning hajmiy elastiklik moduli, $\varepsilon_{\text{suv}} = 2,1 \cdot 10^4$ kg s/sm² $\approx 2,1$ GPa;

E – quvur materiali elastiklik moduli; har xil material uchun ular kattaligi quyidagichadir:

po'lat va temir	$E = 2,1 \cdot 10^6$ kg s/sm ² ≈ 210 GPa
chugun	$E = 1 \cdot 10^6$ kg s/sm ² ≈ 100 GPa

beton $E=2,1 \cdot 10^5 \text{ kg s/sm}^2 \approx 21 \text{ GPa}$

yog'och $E=1 \cdot 10^5 \text{ kg s/sm}^2 \approx 10 \text{ GPa}$

Po'lat quvurlar uchun $c=750 \div 1200 \text{ m/s}$, temir-beton quvurlar uchun $c=900 \div 1100 \text{ m/s}$, yog'och quvurlari esa $c=250 \div 700 \text{ m/s}$ olinadi.

Quvur uzunligi L bo'lsa, zarba to'liqini L/c vaqtida rezervuarga yetib boradi, orqaga qaytgan to'liqin qulfakka qarab harakatlanadi va shu (protsess) jarayon bosim normal qiymatiga yetguncha davom etadi.

Odatda, qulfakni bir onda yopish qiyin, T_Z sekunda uni yopish mumkin L/c da birinchi to'liqin rezervuarga yetib, orqaga L/c da qaytadi. Bu vaqtni **zarba to'liqini fazasi** deyiladi:

$$\tau = \frac{2 \cdot L}{c}$$

Agar $T_Z \leq \tau$ bo'lsa, rezervuardan qaytgan to'liqin qulfak yopilganda unga yetib keladi. Bunday zarba **to'g'ri zarba** deyiladi.

$T_Z > \tau$ da bosim ko'payishi maksimal qiymatiga yetib ulgurmaydi. Buni **teskari (noto'g'ri) zarba** deyiladi.

Qulfak ochilganda manfiy gidravlik zarba kuzatiladi.

Zarba hodisasi uchun hamma kuchlarning x o'qiga proeksiyasi:

$$[(f + \Delta f)(p_0 + \Delta p) - f \cdot p_0 - \Delta f(p_0 + \Delta p)] \Delta t = \Delta p f \Delta t \quad (6.2)$$

Harakat miqdori qonuniga asosan:

$$-m \cdot \Delta g = \Delta p \cdot f \cdot \Delta t$$

$m = \gamma \cdot f \cdot \frac{\Delta x}{g}$ va $\Delta x = C \cdot \Delta t$, va $\Delta t \leq \frac{L}{C}$, ekanligini hisobga olib, gidravlik zarba tenglamasini yozamiz:

$$\Delta p = -\frac{\gamma}{g} \cdot c \cdot \Delta g = -\rho \cdot c \cdot \Delta g \quad (6.3)$$

$\frac{\Delta p}{\gamma} = \Delta H_n$ — ekanligini inobatga olib N.E. Jukovskiy formulasini olamiz.

$$\Delta H = -c \cdot \Delta g / g \quad (6.4)$$

$$yoki \quad \Delta H_p = H - H_0 = -c \cdot \Delta g / g \quad (6.5)$$

ΔH_p , Δg — bosim va quvurdagi suv tezligi o'zgarishi qiymati.

(6.4) va (6.5) formulalarda $\Delta g > 0$ da va $\Delta H_p < 0$ bosim kamayishi kuzatiladi. Bu formulalardan quvur uzunligi $L_{quv} = 20 \cdot D_{quv}$ hollarda foydalanish mumkin.

Agar quvurda suv tezligi g_0 dan g gacha o'zgarsa, napor oshishi:

$$\Delta H_{max} = H - H_0 = \frac{c}{g} (g_0 - g) \quad (6.6)$$

Maksimal bosim o'zgarishi $g_{0 \max}$ dan $g=0$ da yuz beradi:

$$\Delta H_{MAX} = \frac{c \cdot g_{0MAX}}{g} \quad (6.7)$$

$$\text{yoki} \quad \Delta H_{max} = H_{max} - H_0 = \frac{c \cdot g_{0MAX}}{g} = \xi \cdot H_0 \quad (6.8)$$

O'Ichamsiz ξ kattalikni *quvurning xarakteristikasi* deyiladi.

$$\xi = \frac{C \cdot g_{0MAX}}{g \cdot H_0} \quad (6.9)$$

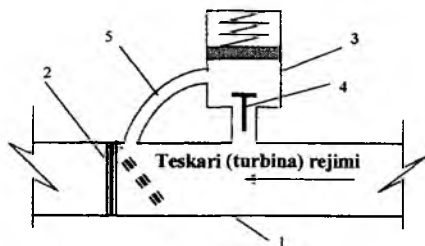
Agar GES nabori $H_0 = 100$ m bo'lsa, unda $\xi = 5,1$ va zarba vaqtida quvur oxirgi uchastkasida nabor $H_{max} = H_0 + \Delta H = 100 + 510 = 610$ m, ya'ni 6 marta oshadi.

6.5.3. Gidravlik zarbaning oldini olish usullari

GEQ larda gidravlik zarbaning kuchini kamaytirish uchun turli usullardan foydalaniladi. Ularning orasida eng samarali usullardan biri suv yo'lini yopuvchi moslamalar (qulfak, yo'naltiruvchi apparat, yassi zatvor va bosh.) ishini gidravlik zarba qiymatini kamaytirishga dastur asosida moslashdir. Bu usul gidravlik zarba dasturli yopilishi deb ataladi va uning mohiyati shundan iboratki, gidravlik zarba o'zining tabiatiga ko'ra suv tezligi keskin o'zgargandagina yuzaga keladi, agar suv tezligi asta-sekin ma'lum bir qoida asosida o'zgartirilsa, bu hodisa yuz bermaydi. GES larda suv yo'lini yopuvchi moslamalarning yopilish vaqtini T_{yop} agregatning aylanish chastotasini hisobga olgan holda aniqlashadi.

Gidravlik zarbaning qiymatini kamaytirishning usullariga tenglagich rezervuarlarni o'rnatish, suvni chiqarib yuborish, quvurning vakuum hosil bo'ladigan joylariga havo kiritish, nasoslarda teskari klapan yoniga rezervuarlar, suv-havo qalpoqlarini o'rnatish va boshqalar kiradi. Bosim quvuridagi suv ichiga havo kiritilishi natijasida zarba to'liqining tarqalish tezligi kamayadi va natijada gidravlik zarba miqdori ham kamayadi.

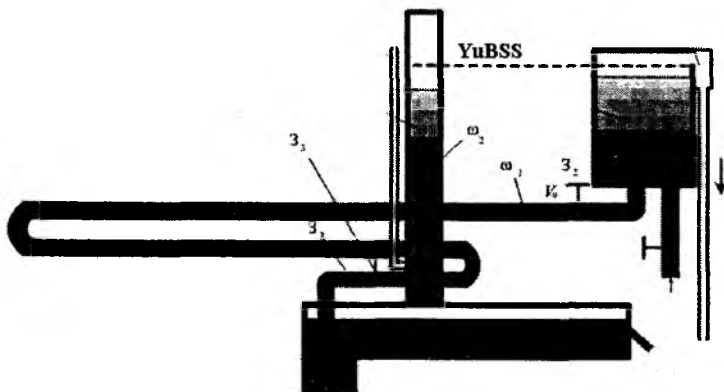
M.M. Muhammadiyev, B.Urishev, U.U. Jonqobilov nasos stansiyalarning uzun bosim quvurlarida teskari klapan oldiga o'rnatiladigan elastik demfper (so'ndiruvchi) konstruksiyasini (O'z.Res. patenti №5924) taklif qilishgan (6.5-rasm). Ushbu elastik demfperning boshqalardan afzalligi shundan iboratki, uning konstruksiyasi nafaqat to'g'ri gidravlik zarbani, shuningdek, teskari gidravlik zarbani ham so'ndirish imkonini beradi.



6.5 - rasm. Gidravlik zarbani so'ndiruvchi elastik demfer sxemasi.

Nasosning to'xtash jarayonida turbina rejimi yuzaga kelishi bilan bosim quvuridagi (1) teskari klapan (2) yopiladi va prujinali zarbani so'ndirish moslamasidagi (3) teskari klapan (4) ochilishi natijasida to'g'ri gidravlik zarbaning kuchi so'ndiriladi. Suv oqimining teskari klapaniga urilib orqaga qaytishi natijasida yuzaga keladigan teskari gidravlik zarba va vakuum prujinali zarbani so'ndirish moslamasidagi bosim tufayli undagi suv oqimi vakuum yo'qotish quvurchasi (5) orqali bosim quvuriga beriladi va vakuum yo'qotiladi.

Toshkent davlat texnika universiteti «Gidroenergetika» kafedrasida gidravlik zarbni o'rganish maqsadida virtual tajriba stendi yaratilgan (6.6 - rasm). Bu stend GESga suv keltiruvchi quvur (truba) va tenglagich rezervuaridagi suv sathi o'zgarishi o'rganiladi.



6.6 - rasm. Gidravlik zarbni o'rganish virtual tajriba stendi.

Nazorat savollari

1. GEQ lardan foydalanishning asosiy masalalari nimalardan iborat?
2. Stansiya va gidrouzel ish rejimlari qanday boshqariladi?
3. GESlarda xavfli ish rejimi o'zgarishiga nimalar kiradi?
4. Nasosni ishga tushirish jarayoni qanday bosqichlardan iborat?
5. Nasosning to'xtash jarayoni qanday bosqichlardan iborat?
6. Gidravlik zarb deb nimaga aytiladi?
7. Quvurning birinchi xarakteristikasi deb nimaga aytiladi?
8. Gidravlik zarbaning oldini olishning qanday usullarini bilasiz?

7 BO'LIM. KICHIK GIDROENERGETIK QURILMALAR

7.1. Kichik GESlar sinfiy guruhlari

Jahonning ko'pgina mamlakatlarida keyingi paytda kichik quvvatli GESlarga e'tibor kuchayib ketdi. Buning asosiy sabablari sifatida quyidagilarni keltirsa bo'ladi:

- elektr stansiyalardan uzoqda joylashgan, borish qiyin bo'lgan joylarda lokal, mahalliy energiya ta'minotini yo'lga qo'yishning afzalligi;

- kichik quvvatli GESlarni qurishning nisbatan yengilligi, arzonligi;

- kichik quvvatli GESlarni faoliyat ko'rsatayotgan gidrotexnik inshootlarga kam xarajat sarf qilib o'rnatish mumkinligi;

- energiya resurslari bozorida markazlashgan holda beriladigan energiya bahosining oshib borishi.

Respublikamizda ham kichik quvvatli GES larni barpo qilishga keyingi yillarda e'tibor berilmoqda, hozirgi kunda kichik gidroenergetik resurslar va ularni o'zlashtirish bo'yicha hukumatning bir qator dastur va qarorlari qabul qilingan.

Hozirgi davrgacha KGESlar uchun amaliyotda qabul qilgan umumiy klassifikatsiya yo'q. Ular klassifikatsiyasi har xil parametrlarga asosan berilishi mumkin. Masalan, Lotin Amerikasi mamlakatlariga nominal quvvat bo'yicha: mikroGES - 100 kVt gacha; mini-GES - 100-1000 kVt, kichik - 1000 - 10000 kVt.

Jahon energetik komissiyasining 1977-yil Stambulda bo'lib o'tgan X kongressida KGES larga 10000 kVt gacha GESlar kiritilishi tanlangan. Ko'pgina davlatlarda KGESlar quvvati 30 MVt gacha olinadi.

MDHda napor bo'yicha KGES klassifikatsiyasi quyidagicha:

- past naporli $H < 20$ m;

- o'rta naporli $H = 20 \dots 75$ m;

- katta naporli $H > 75$ m turlarga ajratiladi.

Bundan tashqari, gidroagregat maksimal quvvati 10 MVt, umumiy nominal quvvat 30 MVt bo'lishi mumkin. Gidroturbina diametri 3 m gacha bo'lishiga e'tibor qaratilgan.

KGES klassifikatsiyasini ish rejimiga ko'ra: elektroenergetika-tarmog'iga; alohida iste'molchiga; alohida iste'molchiga boshqa energiya manbai bilan parallel ishlaydigan xillarga ajratiladi; avtomatlashtirilgan va boshqa klassifikatsiyalarini keltirish mumkin.

Suv miqdoridan foydalanishga ko'ra tabiiy suvdan, tartibga solingan suvdan foydalanishga ajratilishi mumkin.

KGESdan elektroenergiya iste'molchilari foydalanishiga ko'ra quyidagicha guruhlariga ajratilishi mumkin:

- 200 odam yashaydigan qishloq posyolkasi – 100 kVt;
- 25000 t/yil pishiradigan non zavodi – 250 kVt;
- 100000 m³/yil taxta chiqaradigan zavod – 500 kVt;
- Temir-beton mahsuloti chiqaradigan zavod, 100000 m³/yil - 1000 kVt;
- shakar chiqaradigan zavod 30000 t/yil – 100 kVt;
- nasos stansiya yordamida sug'oriladigan 4000 ga maydon - 10000 kVt.

7.2. Kichik GESlar sxemasi va ularning asosiy parametrlarini aniqlash

7.2.1. Kichik GESlarda suv oqimi energiyasidan foydalanish sxemalari

Zamonaviy KGESlarni loyihalash texnologiyasi bir necha xarakterli xususiyatlarga ega. Bunda XX asr 50-yillardagi gidroenergetik obyektlarni loyihalash tajribasining yetarli emasligi, ularni faqat ayrim adabiyotlardan va ekspluatatsiyadagi KGESlardan foydalanib bilish mumkin bo'lgan. Shuning uchun ular hozirgi normativ va uslubiy ishlanmalarda ko'rsatilmagan.

KGESlarni kelajakdagi avlodini yaratish uchun yangi yondashuvlar, ishlanmalar, ilmiy izlanishlar zarur. Buning uchun bunday tahlil va izlanishlarni davom ettirilib, quyidagi tartib va talablarni asoslash kerak:

1. KGESlar to'la avtomatlashtirilgan va doimiy ekspluatatsion personalsiz ishlashi shart. Bunda ularning iqtisodiy samaradorligi oshirilib, ekspluatatsiya xarajatlari va kapital sarf kamayishiga erishiladi.

2. Aniq KGES obyektini loyihalash unifikatsiyalashgan loyihaviy yechimlar asosida olib borilishi kerak.

Unifikatsiyaga butun gidrouzel inshootlari yoki ayrim energetik va gidrotexnik inshootlari to'g'ri kelishi mumkin.

Energetik inshootlarni unifikatsiyalashgan yechimlariga KGES binosi, turbina vodovodlari va suv qabul qilish inshootlari kiritilib, ularning bir gidroagregat quvvati 3...5 MVt gacha qo'llanilishi mumkin. Katta quvatli KGESlar uchun alohida iqtisodiy yechimlar topishga to'g'ri keladi.

Bunda ham albatta unifikatsiyalashgan gidravlik kuch jihozlari va avtomatik tizimlardan foydalanish zarur.

3. Unifikatsiyalangan KGES loyihasidan foydalanishda bir etap ishlarini bajarish lozim. KGES qurilishi texnik-iqtisodiy hisoblardan asoslangan keyin ishchi loyiha bajariladi va ishchi hujjatlar aniq sharoit uchun ishlab chiqiladi.

Agar KGESlar kompleks gidrouzel tarkibiga kiritilsa, ularni loyihalash bir etapda gidrouzel bilan bajariladi.

Bu ko'rsatma va fikrlarga asosan KGESlar loyihasida suv oqimidan foydalanish sxemalari napor hosil qilish usuliga ko'ra:

- to'g'onli;
- derivatsiyali (7.1 - rasm);
- aralash sxemali xillarga ajratiladi.

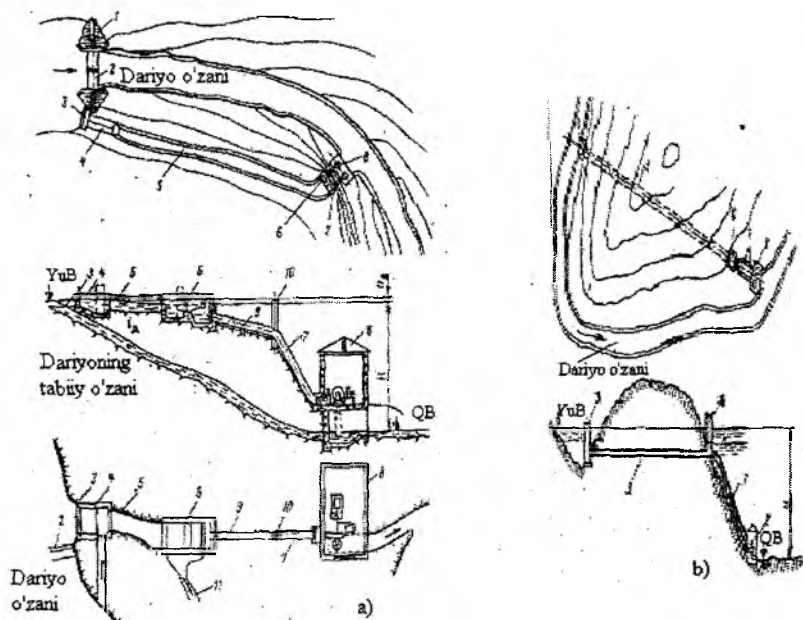
To'g'onli sxema orqali napor hosil qilishda daryo oqimiga perpendikular ravishda stvor-to'g'on quriladi. Bunda hosil bo'ladigan suv ombori daryo suvini qayta taqsimlashga xizmat qiladi.

Daryo o'zani KGESi joylashiga ko'ra ikkita komponovka variantiga ega bo'ladi.

KGES binosi daryo o'zanida joylashganda napor hosil qiluvchi inshootlar tarkibiga kiradi va napor ta'siri ostida joylashadi. KGES binosi balandligi napor orqali aniqlanib, ular komponovkasidan 4...6 m gacha foydalaniladi.

KGES binosi qurilishiga kapital sarfning oshishiga sabab daryo o'zanida (peremichka to'sinlar qurishga va kotlovandan suvni chiqarib), daryo suvini o'tkazib turishga to'g'ri keladi.

KGES binosining aylanma kanalda joylashishi daryo o'zanidan nariroqda bo'lib, asosiy inshootlarini (KGES binosi, oqova nov) quruq sharoitda yaratishga va qurilish ishlab chiqarishni soddalashtirishga va natijada umumiy gidrouzel narxini kamaytirishga yordam beradi.



7.1-rasm. Derivatsion GESli gidrouzel inshootlarini joylashtirish variantlari.

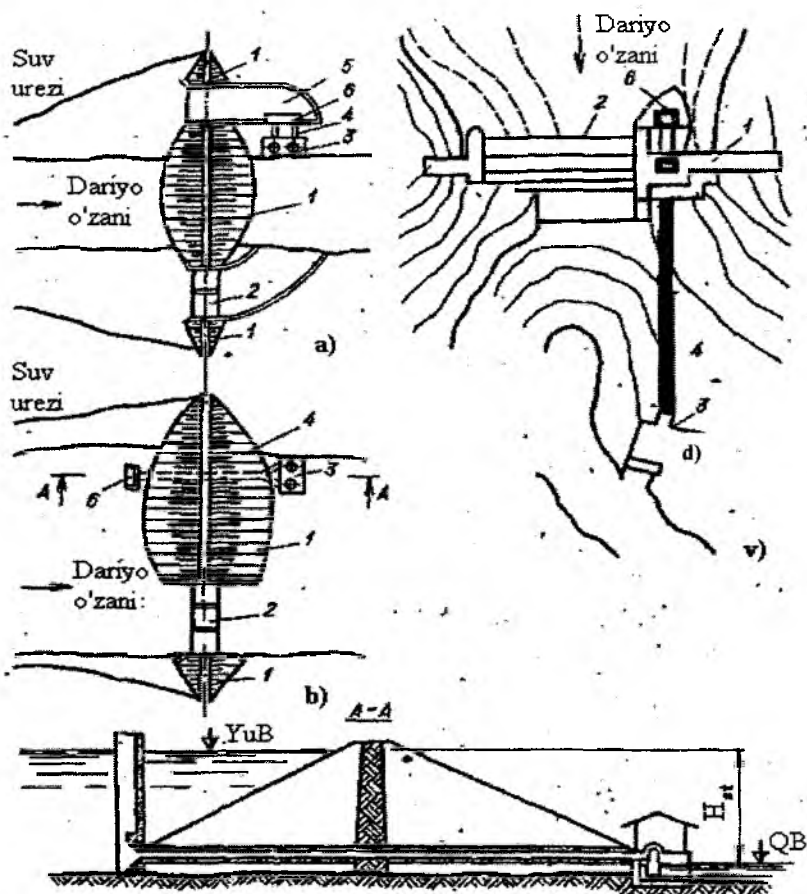
1—berk to‘g‘on; 2—oqova nov to‘g‘on; 3—suv qabul qilgich; 4—suv tindirgich; 5—derivatsion kanal; 6—bosimli basseyn; 7—turbina vodovodlari; 8—GES binosi; 9—derivatsion bosimli tunnel (truboprovod); 10—tenglagich rezervuar; 11—bosimli basseyn suv tashlagichi.

Bunday komponovkalar napor 6... 8 m oralig‘ida ishlatiladi, to‘g‘on orti KGES komponovkasida u to‘g‘on orqasida quyi bef tomonida joylashtiriladi (7.2-rasm).

Gidroturbinalarga suvni maxsus naporli vodovodlar yordamida keltiriladi. Bunda KGES binosi napor ta’siri ostida joylashmaydi va 15...20 m gacha naporda foydalaniladi.

Derivatsion sxemada napor hosil qilish uchun tabiiy daryo o‘zanidan suvni sun‘iy vodovod, kanal yoki tunnel orqali tarmoqqa olinadi. Shu sababli vodovod oxirida suv sathi daryo sathidan katta bo‘ladi. Bu farq orqali napor hosil qilinib, u 15...20 m dan oshiq bo‘ladi.

Derivatsion vodovod xiliga ko‘ra uni, ya’ni KGESni naporli yoki naporsiz derivatsiyali deb ataladi.



7.2-rasm. To'g'on orti GESi gidrouzel inshootlarini joylashtirish (kompanovkalash) variantlari:

- a – suvni GES binosiga bosimli basseyn orqali keltirish; b – suvni GES binosiga tuproqli to'g'on tagida joylashtirilgan truboprovod orqali keltirish; d – suvni GES binosiga tunnel orqali keltirish; 1 – berk to'g'on; 2 – oqova nov to'g'oni; 3 – GES binosi; 4 – turbinali vodovod; 5–bosimli basseyn; 6–suv qabul qilish inshooti.

Naporsiz derivatsiyali KGESlarda suv daryodan naporsiz vodovod (ochiq kanal, lotok) yoki tunnel orqali tarmoqqa olinadi.

Bunda derivatsiya yo'li yuqori bef sathiga yaqin qilib olinadi. Uning uzunligi topografik sharoitdan va texnik-iqtisodiy samaradorlik orqali aniqlanib bir necha kilometrga yetishi mumkin.

Naporli derivatsion KGESda truboprovoddan yoki naporli tunneldan foydalanib, uni yuqori bef otmetkasidan pastda joylashtiriladi va suv ombori foydali hajmi va ishlatish chuqurligini ko'paytirish imkoniyati tug'iladi. Topografik sharoit yaxshi bo'lsa, derivatsion vodovod uzunligi qisqartiriladi.

7.2.2. Kichik GESlar energetik ko'rsatkichlari

Umuman, gidroenergetik qurilmalarning suv energetik yoki suv xo'jalik hisoblarini, jumladan, KGES uchun ham suv energetika hisoblarini bajarish natijasida ular nominal quvvati va ishlab chiqadigan elektr energiya kattaligi, har xil rejimdagi suv sarfi yuqori va quyi beflardagi suv sathi o'zgarishi, napor o'zgarishi diapazoni va boshqalar aniqlanadi.

Bu hisoblarni bajarish uchun quyidagi kattaliklar talab qilinadi: mo'ljallanayotgan KGES stvori uchun daryo suvi miqdori ma'lumotlari; maksimal va minimal daryo suvi miqdori; qishki va yozgi davrlardagi suv sarfi va sathi o'rtasidagi bog'lanishlar; suv ombori topografik xarakteristikalari, ya'ni W , $F=f(Z_{yub})$; elektr energiyasi iste'molchilari haqidagi ma'lumotlar, ya'ni sutkalik yuklanish grafigi $N=f(t)$; yil davomidagi suvdan foydalanuvchilar to'g'risida ma'lumotlar.

Daryo suvi miqdorini tartibga solish imkoniyati darajasi foydali va o'rtacha ko'p yillik suv miqdori nisbatidan, ya'ni W_f/W_{quvi} dan va tabiiy suv miqdorining vaqt bo'yicha notekis taqsimlanganidan topiladi. Ko'p yillik, mavsumiy va hatto haftalik suv miqdorini tartibga solish KGESda amalda qo'llanilmaydi, chunki bunda kerakli foydali hajm suv ombori uchun kapital sarf oshishiga va KGES qurilishi samaradorligining pasayishiga olib keladi.

Sutkalik tartibga solish KGES uchun eng asosiy hisoblanib, ko'pgina hollarda KGES tartibga solinmas tabiiy rejimda ishlaydi. Bunday KGESlarda yuqori bef sathi o'zgarishsiz qolib, sezilsiz o'zgarishlar quyi befda napor tebranishi hisobiga kuzatilishi mumkin.

KGESlarda sutkalik tartibga solish hisobiga elektr energiyasi ishlab chiqarish tabiiy daryo rejimidan kamroq bo'ladi, chunki quyi bef suv sathi davomida balandroq kuzatiladi. O'zgarmas suv sarfida, ya'ni tabiiy rejimda esa suv sathi quyi befda past bo'ladi.

Sutkalik energiya yo'qolishi $\Delta E_{sut}=9,81 \cdot Q \Delta h \eta_{ga}$ foydalaniladigan napor kattaligiga bog'liq. Kichik naporda bu yo'qotishlar sezilarli bo'lib, past naporli KGESda u 3...5 % gacha tabiiy suv sarfida kuzatilishi mumkin.

Suv energetika hisoblari xarakterli yil uchun bajarilib, quyidagilar olinadi:

– o'rtacha suvli yil, ko'p yillik o'rtacha suv miqdoriga yaqin; bu yil bo'yicha hisobiy suv sarfi GES uchun tanlanib Q_h^{GES} berilgan naporda W_{GES} va E_{GES} ni topishga yordam beradi;

– kamsuvli 75% yoki 90% li ta'minlanganlikka ega suv miqdori; bu yil bo'yicha GES suv bilan ta'minlanganligi tekshirilib, kam suvli davrdagi elektr energiyasi hisoblanadi.

Gidrometrik ma'lumotlar yetarligiga ko'ra o'rtacha yoki kam suvli davr tanlanadi. Bu kuzatishlar 8...10 yil bo'lganda statik tahlil usuli qo'llanilib, kuzatishlar qisqa muddatli bo'lsa, o'xshashlik usulidan foydalaniladi. To'g'ridan-to'g'ri daryo suvi kuzatishlari yetishmasa, hisobiy gidrograflar suv miqdori moduli va koeffitsiyenti orqali maxsus xaritalardan foydalanib quriladi.

Kichik GES quvvati $N_{GES}=9,81 \cdot QH \eta_{en,quv}$ (7.1)
bu yerda, H – foydali sof napor, m; Q – suv sarfi, m^3/s ;
 $\eta_{en,quv}$ – energoqurilmalar F.I.K.

7.3. Kichik GESlar iqtisodiy samaradorligi

7.3.1. Kichik GESlar texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari

KGESlar iqtisodiy ko'rsatkichlari ko'pgina omillar – nominal (o'rnatilgan) quvvat, tayyor napor fronti mavjudligi, energetik jihozlarning standartlashtirilganlik darajasi (individual yoki seriyali tayyorlanganligi), loyihaviy qarorlarning namunaviyligi, boshqaruvning avtomatlashtirilganlik darajasi va boshqalarga bog'liq.

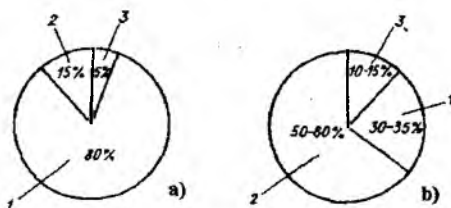
Katta GESlardagi kabi KGESlarni qurish vaqtida ham boshlang'ich xarajatlar boshqa xildagi elektr stansiyalardan nisbatan balandroqdir. AQSHda KGESga ajratiladigan kapital xarajatlar 1100-1400 dol./kVt ga, Shvesariyada 1800-2300 dol./kVt ga, Angliyada 2500 dol./kVt gacha, Yaponiyada 2300-3000 dol./kVt ga yetadi.

AQSH energetik federal komissiyasi bergan ma'lumotlarga qaraganda boshqa xildagi elektr stansiyalarga ajratiladigan solishtirma kapital xarajatlar quyidagidan iborat:

- Organik yoqilg'ida ishlovchi IES – 1500 dol./kVt gacha.
- AES – 2000 dol./kVt.
- Ulkan GESlar - 1750 dol./kVt.

KGESlar bo'yicha yillik xarajatlar normal holatdadir, gohida esa issiqlik elektr stansiyalaridagiga qaraganda ancha pastdir. Bu esa yoqilg'iga ajratiladigan ortiqcha xarajatning mavjud emasligi, ekspluatatsiya, ta'mirlash ishlari va ishlatishga ajratiladigan xarajatning katta emasligi, shuningdek, KGESlarning ko'p yillik davri bilan xarakterlanadi. Shunday qilib, hozirgi kunda AQSHda 1 kVt.soat elektr energiyasining tannarxi quyidagidan iborat (sent/(kVt.soat)):

- GES ($N < 10$ ming kVt) – $1,8 \div 2,5$;



7.3-rasm. Narx ko'rsatkichini taqqoslash:

a–yirik GES ($N=626$ ming kVt, $H=16$ m); b–kichik GES ($N=1,5$ ming kVt, $H=14$ m); 1–qurilish-montaj ishlari; 2–jihoz; 3–qurilishni loyihalash va uni boshqarish.

- Dizelli elektr stansiyalari – 10;
- IES ($N=100$ ming kVt) – $3,4 \div 5,5$;
- IES ($N=1000$ ming kVt) – $3,1 \div 4,3$;
- AES ($N=1000$ ming kVt) – $2,8 \div 3,8$.

KGESlarda katta GESlarga qaraganda qurilishga ketadigan xarajatlarning boshqa turdagi tuzilishiga tegishlidir. KGESlar texnologik jihozlariga ketadigan xarajatlar miqdori qurilish-montaj ishlarini o'z ichiga olgani holda unchalik katta emas, gohida esa undan oshishi ham mumkin. Bu 7.4-rasmda keltirilgan. Ushbu rasmda Xalqaro energetik komissiya tomonidan berilgan ma'lumotlar bo'yicha katta va KGESlar xarajatlari tuzilishi solishtirilgan.

XXRda qurilgan 4,5÷612 m naporda ishlovchi, quvvati 150-1200 kVt bo'lgan 25 ta KGESlar bo'yicha aniqlangan xarajatlar tuzilishi quyidagichadir:

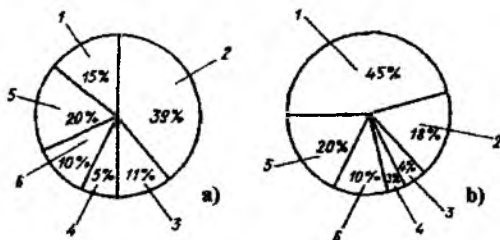
- qurilish ishlari – 42÷65%;
- jihoz - 31÷48%;
- elektr uzatish liniyalari qurilishi - 4÷14%.

Finlandiyaning 25 ta KGESini loyihaviy qayta ishlash natijasida olingan xarajatlar strukturasi 18.1-jadvalda keltirilgan.

Ulkan va katta GESlardagi kabi KGESlarda ham gidrotexnik inshootlarni kompleks ishlatish natijasida texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarni sezilarli darajada yaxshilanadi. Amerikaning «Alis-Chalmers» firmasi tomonidan olib borilgan hisob-kitoblar bo'yicha tayyor napor hosil qilingan joylarda quriladigan KGESlarning solishtirma xarajatlari 30÷50% gacha va undan ko'proqqa ham kamayishi mumkin.

Standart va unifikatsiyalashtirilgan qarorlarni qabul qilish KGESlar xarajatlarini sezilarli ravishda pasaytiradi: AQSH mutaxassisleri bergan ma'lumotlarga ko'ra standart jihozlarni jalb qilishdan olingan foyda jihozlarga ajratiladigan umumiy xarajatlar sonining 10÷15% dan 30÷50% gacha bo'lishi mumkin.

KGESlar samaradorligini oshirishning muhim yo'nalishlaridan biri loyihalash va qurilish muddatini qisqartirishdan iborat. Ko'pgina chet el firmalari unifikatsiyalangan loyihalardan keng qamrovda foydalanish yo'li bilan KGESlarni topshiriq olingandan keyin 12÷15 oy o'tgach ekspluatatsiyaga topshirishni ta'minlaydi. Unifikatsiyalangan loyihalardan foydalanish qurilish narxini ham pasaytirish imkonini beradi.



7.4-rasm. Kichik GESlarga ishlatiladigan chiqimlar tuzilishi:

a–tayyor napor fronti mavjud bo'lganda; b–yangi stvorda; 1–qurilish qismi; 2–gidroturbina-generator; 3–yordamchi elektr jihozlar; 4–boshqa qolgan jihozlar; 5–loyihaviy izlanish ishlari; 6–qurilish davrida chiqimlarning oshishi.

Xarajatlar strukturasi misol (Finlandiya)

7.1-jadval

GES quvvati, ming kVt	Qurilish bahosi, %				
	GES binosi	To'g'on va suv yo'llari	Jihozlar		Qolgan sarf-xarajatlar
			mexanik	elektr	
<5	19	21	29	17	14
5÷10	25	22	19	17	17
>10	21	18	18	15	28

KGESlarni unifikatsiyalashtirishdan iqtisodiy samara chizmalarni unifikatsiyalashtirish (6 ta GES uchun faqat 175 ta chizma chiqarilgan edi, oddiy loyiha ishlarida 450 ta chiqarilishi kerak), montaj narxini kamaytirish hisobiga jihozlarning umumiy bahosini 20% ga kamaytirish va xizmatdagi xodimlarni o'qitish natijasida olingan edi.

6 ta KGES qurilishi bo'yicha xarajatlarning umumiy kamayishi 25% ga yetdi.

Biroq, ko'pgina chet el firmalarining ta'kidlashicha unifikatsiyalangan loyihalardan faqatgina quvvati 5 ming kVt dan yuqori bo'lgan KGESlarni qurish ishlari individual loyihalar orqali bajarilishi tavsiya etiladi. Amerika mutaxassislari bergan ma'lumotlarga ko'ra KGESlarni qurish xarajatlari napor kamaygani sari qisqaradi.

MDHlari energetik korxonalarning ta'riflar siyosati va ish faoliyati federal energetik komissiya tomonidan umumdavlat maromida, mahalliy joylarda esa regional energetik komissiya tomonidan boshqariladi. Bunda energiya va quvvatning federal ulgurji bozori (EQFUB) ta'riflari federal maromning ustama sarfini aytarlik o'z ichiga olmaydi va EQFUBda energiya ishlab chiqarish real bahosiga yaqin hisoblanadi, energiya va quvvatning regional ta'riflari esa ko'pincha turli xil energotizimlar uchun o'ta farqli ustama sarfning bir qismini o'z ichiga oladi, bu esa har doim ishlab chiqarishning real bahosiga mos keladi. Shunga bog'liq holda energetik loyihalarning samaradorligini asoslash vaqtida EQFUB elektr energiyasining qo'llanilayotgan va taxmin qilinayotgan ta'riflariga mo'ljallashga to'g'ri keladi.

Hozirgi davrda, iqtisodiyotning rivojlanish davrida energiya bozorlaridagi (birlashgan energotizimlarda ishlovchi obyektlar uchun) sarf-xarajat va ta'riflarning pasayishi nuqtayi nazaridan energoobyektning investitsion tahliliga alohida e'tibor ajratish lozim.

KGESlarning investitsion loyihalarining iqtisodiy samaradorligini masalan, RAO «Rossiya GESlari» tomonidan berilgan tavsiyalar bilan mos ravishda davstlabki baholash ishlarini olib borish uchun, energiyaning investitsion loyihalar qoplanishini ta'minlovchi ta'riflari samaradorligining kattalashtirilgan ko'rsatkichlari qo'llaniladi. Bunda ko'rilayotgan KGESlar energiyasining loyihalar qoplanishini ta'minlovchi ta'riflarini energiya va quvvatning ulgurji bozorida aylangan ta'riflari bilan solishtirish natijasida samarasiz loyihalarni chetlashtirishga va shu bilan birga potensial ravishda keyingi realizatsiya uchun to'g'ri keluvchi loyihalar sonini kamaytirishga imkon yaratadi.

KGESlar samaradorligini baholash uchun taklif etilayotgan, ular funksiyalarini bajarish sharoitini hisobga oluvchi yondashuv, loyihaaning dastlabki bosqichida ishlatilishi mumkin. Bunda markazlashtirilgan energota'minot bilan ishlovchi energotizimlar tarkibiga kiritilgan, shuningdek, markazlashtirilmagan, avtonom ravishda ishlovchi KGESlar ko'rib o'tiladi.

Markazlashtirilgan energota'minot bilan ishlovchi energotizim tarkibiga kiritilgan KGESlarning iqtisodiy samaradorligini aniqlash KGES tomonidan ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasi ta'rifining (T_e^{GES}) energotizimdagi elektr energiyasi ta'rifi (T_e^{ES}) yoki eksport ta'rif (T_e^{ES}) bilan (chet el hamkorlari bilan elektr energiyasini sotib olish ishlari mavjud bo'lganda) solishtirish yo'li orqali amalga oshiriladi. KGES quyidagi talab bajarilgandagina samarali hisoblanadi:

$$T_e^{GES} \leq T_e^{ES}. \quad (7.1)$$

Elektr energiyasi ta'riflarini shakllantirish asosida uni ishlab chiqarish uchun GESlarda ishlatiladigan sarf-xarajat yotadi.

KGES tomonidan ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasi ta'rifi quyidagicha aniqlanadi:

$$T_e^{GES} = \frac{I^{GES} + BF + QQS}{E_o^{GES}}, \quad (7.2)$$

bu yerda, I^{GES} – ishlab chiqarish uchun ketadigan yillik sarf-xarajat;

BF – elektr energiyasi sotuvidan tushgan balans (to'liq) foyda (soliqlar hisobga olinmaganda);

QQS – qo'shimcha qilingan narx uchun soliq;

E_o^{GES} – KGES tomonidan ishlab chiqarilayotgan o'rtacha yillik elektr energiyasi.

KGESlarda elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun ketadigan sarf-xarajat to'g'ridan-to'g'ri ekspluatatsion sarfni (ishlab chiqarishdagi xodimlar uchun oylik maosh, nafaqa fondiga to'lovlar, sotsial kafolat

fondlari, yordamchi materiallar, ishlab chiqarish xizmatlari uchun ketadigan sarf-xarajat), shuningdek, amortizatsiya uchun ajratilgan sarfni o'z ichiga oladi:

$$I^{GES} = I_{ekz}^{GES} + I_a^{GES}, \quad (7.3)$$

bu yerda, I_{ekz}^{GES} – to'g'ridan-to'g'ri ekspluatatsion sarf-xarajatlari;

I_a^{GES} – amortizatsiya uchun ajratilgan sarf-xarajat.

Amortizatsion ajratmalar asosiy fondlar bahosi va «Asosiy fondlar bo'yicha amortizatsion ajratmalar normalar...» bilan mos ravishda amortizatsion normalar bo'yicha aniqlanadi. KGESlar uchun quyidagi ko'rsatkichlar qabul qilinishi mumkin: asosiy inshootlar bo'yicha – 1%, GES jihozlari bo'yicha – 2,2%.

KGESlar iqtisodiy samaradorligining dastlabki hisoblarida ishlab chiqarish uchun ketadigan sarf-xarajatlarni kapital xarajatlar miqdoridan aniqlash mumkin:

$$I^{GES} = p_k \cdot K^{GES}, \quad (7.4)$$

bu yerda, p_k – o'lchamsiz koeffitsiyent;

K^{GES} – KGES bo'yicha kapital xarajatlar.

Kapital xarajatlar kattaligi K^{GES} , qurilish-montaj ishlari bahosi K_{qur}^{GES} , texnologik jihozlari bahosi K_{jih}^{GES} , shuningdek, loyiha-izlanish ishlari uchun ketadigan sarf-xarajatlar K_{loyih}^{GES} ni o'z ichiga oladi:

$$K^{GES} = K_{qur}^{GES} + K_{jih}^{GES} + K_{loyih}^{GES}. \quad (7.5)$$

Smeta hisoblari mavjud bo'lmaganda, KGESlarda kapital xarajatlarni taxminiy baholash uchun statik qayta ishlash natijasida olingan, umumlashtirilgan bog'liqlik qo'llanilsa bo'ladi:

$$K^{GES} = L \cdot k \cdot (N \cdot H^{-a})^q \cdot k_k, \quad (7.6)$$

bu yerda, L – obyekt qurilayotgan region xususiyatlariga bog'liq holda KGESning narx ko'rsatkichlari xilma-xilligini hisobga oluvchi koeffitsiyent, $L=15600-22000$;

$k=0,67$ - o'lchamga ega bo'lmagan koeffitsiyent;

N – nominal quvvat, kVt;

H – napor, m;

$\alpha=0,3$; $\beta=0,82$ – o'lchamsiz koeffitsiyentlar;

k_k – AQSH dollari kursini hisobga oluvchi koeffitsiyent.

Oldin ishlagan, hozir esa rekonstruksiyalash lozim bo'lgan KGES uchun kapital xarajatlar quyidagi formula bilan topiladi:

$$K_{rek}^{GES} = k_1 \cdot K^{GES}, \quad (7.7)$$

bu yerda, k_1 – KGES bahosi pasayishi koeffitsiyenti bo‘lib, saqlanib qolgan inshoot va jihozlardan foydalanish imkonini hisobga oladi.

KGES uchun balans foyda ishlab chiqarishning yillik sarf-xarajati 12% miqdorida o‘rnatilgan:

$$BF = 0,12I^{GES}. \quad (7.8)$$

NDS esa yillik sarf-xarajat va balans foydaning yig‘indisi 18% miqdorida o‘rnatilgan:

$$QQS = 0,18(I^{GES} + BF). \quad (7.9)$$

GES tomonidan ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasining yillik miqdori quyidagicha aniqlanadi:

$$E_o^{GES} = P_R^{GES} \cdot T_U^{GES} (1 - k_m^{GES}), \quad (7.10)$$

bu yerda, P_u^{GES} – GESning nominal quvvati;

T_u^{GES} – nominal quvvat ishlatilgan soatlar soni;

k_m^{GES} – KGES o‘z manfaati uchun elektr energiyasi sarfini hisobga oluvchi koeffitsiyent.

Qayta qurilgan (rekonstruksiya) KGESda ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasi ta‘rifi quyidagicha aniqlanadi:

$$T_E^{GES} = \frac{1,12 \cdot p_k \cdot L \cdot k \cdot (N \cdot H^{-\alpha})^{\beta} \cdot k_v + QQS}{E_o^{GES}}, \text{ sum/kVt.soat} \quad (7.11)$$

Rekonstruksiya qilingan KGESlar ishlab chiqarayotgan elektr energiyasi ta‘rifi aniqlanishi quyidagicha:

$$T_E^{GES} = \frac{1,12 \cdot p_k \cdot L \cdot k \cdot (N \cdot H^{-\alpha})^{\beta} \cdot k_v + QQS}{E_o^{GES}}, \text{ so‘m/kVt.soat} \quad (7.12)$$

KGES samaradorligini (1) orqali aniqlash qarayotgan regiondagi elektr energiyasi ta‘rifi solishtirish yo‘li bilan amalga oshiriladi. Ta‘rif kattaligi iste’molchilar guruhi, energiyadan foydalanish hajmi, regionda ishlab chiqarilayotgan (generatsiyalanayotgan) quvvat strukturasi, regiondagi yetishmovchilik defitsitlik holati va boshqa ishlab chiqarish hamda aniq bir regionning sotsial-iqtisodiy xususiyatlariga bog‘liq holda shakllantiriladi.

Avtonom yuklanishga ishlovchi KGESlar samaradorligi ular tomonidan ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasi ta‘rifini alternativ elektr stansiyalari (odatda, dizel elektr stansiyasi (DES) qabul qilinadi) tomonidan ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasi ta‘rifi bilan solishtirish orqali aniqlanadi.

Agar

$$T_E^{GES} < T_E^{DES} \quad (7.13)$$

bo'lsagina KGES samarali hisoblanadi. Bu yerda T_e^{DES} – DES tomonidan ishlab chiqiladigan elektr energiyasi ta'rifi.

DESda ishlab chiqiladigan elektr energiyasi ta'rifi quyidagicha aniqlanadi:

$$T_e^{DES} = \frac{I^{DES} + BF + QQS}{E_o^{DES}}, \quad (7.14)$$

bu yerda, I^{DES} – DESda elektr energiyasi ishlab chiqarish uchun ketadigan sarf-xarajat;

BF – DES elektr energiyasini sotishdan olingan balans foyda;

QQS – qo'shimcha qilingan narx uchun soliq;

E_o^{DES} – DES tomonidan ishlab chiqiladigan elektr energiyasi.

DESda ishlab chiqarishga ketadigan yillik sarf-xarajat to'g'ridan-to'g'ri ekspluatatsion xarajatlar, amortizatsiya ajratmalari, shuningdek, yonilg'i uchun ketadigan sarf-xarajatlarni o'z ichiga oladi:

$$I^{DES} = I_{eks}^{DES} + I_a^{DES} + I_v^{DES}, \quad (7.15)$$

bu yerda, I_{eks}^{DES} – to'g'ridan-to'g'ri ekspluatatsion sarf-xarajatlar;

I_a^{DES} – amortizatsion ajratmalar;

I_v^{DES} – yonilg'i uchun ketadigan xarajatlar.

Dastlabki hisoblar uchun to'g'ridan-to'g'ri ekspluatatsion xarajatlar va amortizatsion ajratmalar yig'indisi kapital xarajatlarning 15% ga teng deb olinishi mumkin:

$$I_{eks}^{DES} + I_a^{DES} = 0,15 K^{DES}, \quad (7.16)$$

bu yerda, K^{DES} – DES bo'yicha kapital xarajatlar.

DES bo'yicha kapital xarajatlar kattaligi quyidagi bog'liqlikdan foydalanilgan holda aniqlanishi mumkin:

$$K^{DES} = k_u^{DES} \cdot R_u^{DES}, \quad (7.17)$$

bu yerda, k_u^{DES} – DES bo'yicha solishtirma kapital xarajatlar, so'm/kVt (7.5-rasmga qarang);

R_u^{DES} – DESning o'rnatilgan quvvati;

$$R_u^{DES} = R_u^{GES} \cdot k_c^{DES}, \quad (7.18)$$

k_r^{DES} – quvvat bo'yicha ekvivalentlik koeffitsiyenti bo'lib, DESning o'z manfaati uchun ketkazilgan qo'shimcha quvvatni hisobga oladi va (1÷1,1)ga teng bo'ladi.

Yonilg'i uchun xarajatlar quyidagicha aniqlanadi:

$$I_r^{DES} = V_t^{DES} \cdot S_t, \quad (7.19)$$

bu yerda, V_t^{DES} – DESda yonilg'i sarfi, t;

S_t – 1 t dizel yonilg'isi narxi.

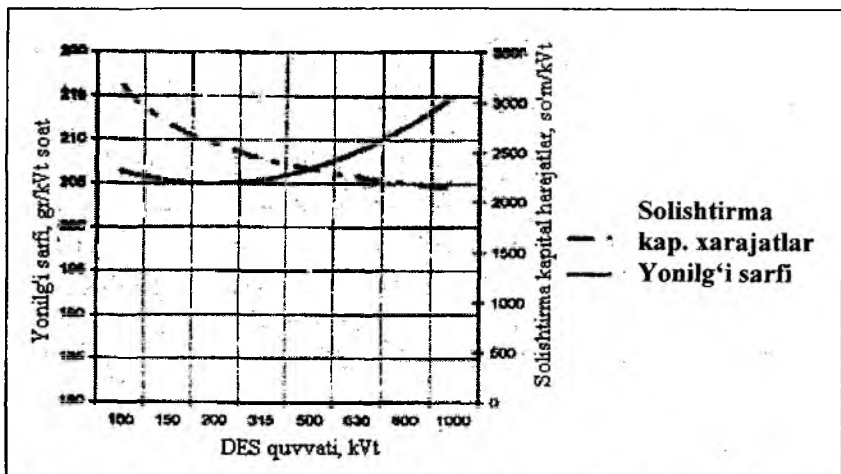
DESda yonilg'i sarfi quyidagicha aniqlanadi:

$$V_i^{DES} = b_u^{DES} \cdot E^{DES}, \quad (7.20)$$

bu yerda, b_u^{DES} – yonilg‘ining solishtirma sarfi (g/kVt.soat) (7.5-rasm);
 E^{DES} – DESdan olinayotgan elektr energiyasi bo‘lib, u quyidagicha aniqlanadi:

$$E^{DES} = R_u^{GES} \cdot T_u^{DES} \cdot k_m^{DES}, \quad (7.21)$$

k_{sn}^{DES} – elektr energiyasi bo‘yicha ekvivalentlik koeffitsiyenti bo‘lib, DESning o‘z manfaati uchun ketkazilgan qo‘shimcha elektr energiyasi sarfini hisobga oladi ($1 \div 1,05$).



7.5-rasm. Yonilg‘i sarfi va solishtirma kapital sarf-xarajatlarning DES quvvatiga bo‘lgan bog‘liqligi.

DES tomonidan ishlab chiqariladigan elektr energiyasi miqdori quyidagicha aniqlanadi:

$$E_o^{DES} = E^{DES} (1 - k_m^{DES}). \quad (7.22)$$

7.3.2. MikroGES qurilishining moliyaviy sharoitlari va ularning narx ko‘rsatkichlari

Rivojlanib borayotgan davlatlarda mikroGESlar uzoqda joylashgan, umumdavlat tizimi bilan bog‘liq bo‘lmagan rayonlarni elektr energiyasi bilan ta‘minlashning eng arzon va qulay usuli sifatida quriladi. Xitoyda mikroGESlar qurilishi uchun ketadigan vositalar mahalliy boshqaruv organlari tomonidan chiqariladi, lekin davlat

tomonidan ham qisman moliyaviy yordam ko'rsatiladi. Qurilishni loyihalash ishlari alohida okruglar tomonidan olib boriladi, shunday bo'lsada, ishlarning umumiy nazorati (koordinatsiyasi) suv resurslari vazirligi departamenti tomonidan amalga oshiriladi. Xitoyning mikroGESlarni yaratish bo'yicha olgan yutuqlari ulkandir. 90 ming kichik GESlar orasidan 60 mingtasi mikroGESlar razryadiga kiradi. Ular uchun kerak bo'ladigan jihozlar standartlashtirilgan bo'lib, 12 kVt quvvatdan boshlab qo'llaniladi.

1990-yilning aprelida Edinburg shahrida (Shotlandiya) kichik gidroenergetikani loyihalash bo'yicha bo'lib o'tgan seminarda davlat qurilishi uchun quvvati 500 kVt dan kichik bo'lmagan gidrouzellar sxemalari mos keladi degan xulosa qabul qilindi. Kichik quvvat (jumladan, mikroGES) sxemalari xususiy ishlab chiqarish uchun ko'proq mosdir.

Xususiy kapitalning kichik gidroenergetikaga jalb etilishi Osiyo-Tinch okeani regionlari davlatlari uchun ko'rilmogda. Ushbu davlatlarda aholining katta qismi elektr energiyasidan mahrumdir. Masalan, Indoneziyada aholining 76%, Filippin va G'arbiy Malayziyada 50%, Tailandda 36% ni tashkil etadi. Osiyoning rivojlanish banki GESlar qurilishiga 42 mln doll. miqdorida mablag' ajratgan, biroq ushbu mablag' kamlik qiladi.

Rossiyaga kelsak, shuni aytish kerakki, bu yerda ham kichik gidroenergetika mahalliy va regional obyektlar qatoriga kiritilgan. Shunga ko'ra ular qurilishni moliyalash respublikalar, avtonom okruglar, viloyatlar, tegishli korxonalar, fermer xo'jaliklari va jismoniy shaxslar tomonidan amalga oshirilishi kerak. MikroGESlarni xususiy-lashtirishga to'g'ri keluvchi obyektlar soniga kiritilishi kerak.

Davlat hujjatlari stimullashtirilgan bo'lganiga qaramay, mikroGESlarning rivoji Rossiyada ham, MDH davlatlarida ham boshlang'ich darajadadir. Ko'pgina adabiyotlarda bunday holatning sababi sifatida mikroGESlar uchun kerakli gidravlik kuch jihozlarining naqd emasligini aytib o'tishgan. Bildirilgan bunday fikrlar noto'g'ridir. MDH respublikalarida suv oqimining turli parametrlariga mos keluvchi jihozlarni ishlab chiqarishga tayyor bir qator korxonalar mavjud. Lekin boshqa davlatlarga qaraganda bu yerda bunday mahsulotga talab uncha katta emas.

Bugungi kunda xususiy-lashtirish tezligi uncha katta bo'lmagani sabab mikroGESning rivojlanish tezligi ham o'smaydi. MDH territoriyasida umuman e'tiborsiz qolgan minglab to'g'on, tegirmon va boshqa gidrotexnik inshootlar mavjud. Bu yerlarda esa ortiqcha sarf-

xarajatsiz gidravlik kuch jihozlari o'rnatilishi mumkin. Faqatgina xususiy korxonalar va ayniqsa, yangi paydo bo'layotgan fermer xo'jaliklari bu joylardagi holatni yaxshilashi mumkin.

MikroGESlarning iqtisodiy ko'rsatkichlari ularning o'rnatilgan quvvati va tayyor napor fronti mavjud yoki aksincha mavjud emasligiga bog'liqdir. Oxirgi ikki yil ichida Nepal, Shri-Lanka va Peruda qurilgan, quvvati 5÷100 kVt gacha bo'lgan 40 ta mikroGESning narx ko'rsatkichlarini statik qayta ishlash natijasida quyidagi narx taqsimlarida to'xtaldi:

- qurilish qismi.....28%;
- elektr qismi.....30%;
- mexanik qismi.....33%;
- va boshqalar.....9%.

MikroGES jihozlarining optimal varianti uchun ushbu tashkil etuvchilar orasidagi bog'liqlik quyidagi sonlar bilan xarakterlanadi:

- qurilish qismi.....39,8%;
- elektr qismi.....20,4%;
- mexanik qismi.....39,8/16%.

Energotizimdan uzoq masofada joylashgan iste'molchilar uchun mikroGESdan arzonroq va ishonchliroq energiya manbaini taklif qilish qiyin masala. Masalan, Qirg'izistonda joylashgan, quvvati 1,5 kVt ga teng bo'lgan mikroGES 3 yil davomida ishlab (18000 soat) 22348 kVt miqdorida elektr energiyasi ishlab chiqargan. Elektr qabul qilgich sifatida kir yuvish mashinasi, radiopriyomnik, muzlatkich, ovqat pishirish uchun mo'ljallangan elektr plitasi kabi mexanizmlar qo'llanilgan. Elektr energiyasining ortib qolgan qismi xonalarni isitish uchun ishlatilgan.

Shunday qilib, mikroGESlar organik yoqilg'ida ishlovchi elektr stansiyalariga qaraganda samaraliroq hisoblanadi. Bugungi kunda yoqilg'i defitsit bo'lganda, uning narxi esa borgan sari oshib borayotgan bir vaqtda mikroGESlar samarasi yanada yaqqolroq ko'zga tashlanmoqda. 1 kVt.soat elektr energiyasini olish uchun ketadigan benzin va dizel yoqilg'isi sarfi 7.2-jadvalda ko'rsatilgan.

MikroGESlarni shamol dvigatellari bilan solishtirganda ham ularning hamma ko'rsatkichlar bo'yicha samarali ekani ma'lum bo'ladi.

7.4. Kichik GESlarning asosiy texnologik jihozlari

GES asosiy texnologik jihozlariga gidroturbina, gidrogenerator, kuchaytiruvchi transformator, yuqori kuchlanishli ajratgich yacheyka-

lari, boshqarish va qo'zg'atish organlari va boshqalar kiradi. Bunda butun gidravlik energiyani elektr energiyasiga aylantiruvchi texnologik jarayonga kerakli jihozlar kiradi.

Kichik gidroenergetikani rivojlantirishda va ular uchun kerakli gidroagregatlarni yaratish XVIII asrdan boshlangan.

Kichik gidroagregatlarni yaratishga katta hissa qo'shgan MDH konstruktorlari va olimlari qatoriga V.S. Kvyatkovskiy, I.V. Kotenev, N.M.Shapov, M.M.Oraxelashvili, M.N.Katko, G.M.Stroyev, N.A.Komissarov, K.F.Kostin, B.N.Neyman, G.I.Kravchenko, B.A.Vaxrameyev va boshqalarni kiritish mumkin.

Organik yoqilg'ida ishlovchi elektr agregat xarakteristikasi

7.2 - jadval

Belgisi, seriyasi	Quvvati kVt	Chiqish kuchlani-shi, V	Yoqil-g'i sarfi, kg/soat	Og'ir-ligi, kg	Gabarit o'lchamlari, mm
Benzinda ishlovchi elektr agregatlari (A-72, A-76)					
AB-0,5	0,5	230~	0,66	28	475x300x477
AB-1	1	230~	0,8	70	690x395x525
AB-2	2	230~	1,4	170	940x628x740
AB-4	4	400~	2	200	1150x645x740
AB-16	16	230~ 400~	7,2	624	1725x740x1580
Dizelda ishlovchi elektr agregatlari					
2DG7	8	400~	2,6	660	1450x660x1080
0801...0	8	230~	2,6	495	1100x670x1000
810	8	400~	2,6	685	1500x980x1250
AD-8	10	400~	2,8	1240	2215x1035x1415
AD-10	12	-	-	-	-
AD-12	16	230~	5,0	730	1510x700x940
1601...1	16	400~	4,8	1180	2090x1165x1525
621	16	400~	4,8	860	-
AD-16	30	400~	9,0	1060	1695x870x1000
E16MA1	30	230~	9,0	1040	1670x850x1000
3001...3	60	400~	18	4000	4500x2440x2010

012	100	230~	29	3600	2890x1180x1570
AD-30	100	400~	25	2250	2540x1020x1470
AD-60		230~			
ASDA-100		400~			
AD100S		400~			

Standart kichik gidroagregatlarni Ural gidromashina, Yerevan nasos, Moskva nasos, Riga gidroturbina zavodlarida tayyorlangan. Generatorlar esa ular uchun Ural elektroapparat, Lesven turbogenerator, Elektromexanika zavodlarida tayyorlashni yo'lga qo'yilgan. Hozirgi paytda kichik GESlarda o'rnatilayotgan turbinalar quyidagi ko'rsatkichlarga ega:

Napor – 2 – 400 m;

Quvvati – 10 – 8000 kVt;

Ishchi g'ildirak diametri – $D_1 = 0,2 - 2,0$ m.

Kichik gidroturbina F.I.K. (η_k) katta qiymatga ega bo'lib, 88...90 % ni tashkil qiladi, maksimal yuklanishda esa 82...95 % bo'lishi mumkin. Bu shartlarga ko'ra KGES $N_t \leq 10$ MVt va $D_1 \leq 2,8$ m bo'lganda napor o'zgarishi 1... 1000 m da $Q = 0,05... 1000$ m³/s bo'lishi mumkin.

F.I.K. katta bo'lishi suv sarfini samarali ishlatilishini ta'minlaydi, bu esa suv miqdori tartibga solinadigan KGESlarda katta ahamiyatga ega.

Katta GESlardan farqli o'laroq KGESlarda hozircha ma'lum hamma turbina xillaridan foydalaniladi. O'qli-kuraklari buraladigan va propeller turbinalar past naporlarda 25 m gacha ishlatiladi. Napor 2...800 m da radial-o'qli va 60...1000 m da cho'michli turbinalar xillari qo'llaniladi. Optimal yechim har bir turbinani texnik-iqtisodiy hisob-larning taqqoslanishidan aniqlanadi. Taqqoslashda, albatta turbinaning xarakteristikasini, kavitatsion ko'rsatkichlari va gidroturbina narxini hisobga olish kerak. Ishchi xarakteristikalarni taqqoslashdan ko'rinadiki, o'zgaruvchan yuklamalarda aktiv va kuraklari buraladigan o'qiy turbinalar samarali ishlatilishi mumkin, chunki bunda suv sarfining keng diapazonida katta F.I.K. ga erishish mumkin.

Turbinaning tezyurarlik koeffitsiyenti:

$$n_s = 1,165 \frac{n}{H} \sqrt{\frac{N}{H}}, \quad (7.23)$$

bu yerda, n – turbina aylanishlar soni, ayl./min. 7.3-jadvalda kavitatsiyasiz musbat n_s da naporga bog'liq tezyurarlik koeffitsiyenti

turli turbinalar uchun berilgan. Shu jadvalga muvofiq tajribada olingan p kattaligi qurilayotgan KGES texnologik jihozlarini tanlashda ishlatiladi.

Tezyurarlik koeffitsiyenti n_s ning turli turbinalar uchun o'rnatilgan kattaliklari

7.3-jadval

Gidroturbinalar		p_s	H, m
Sinfi	Xili		
Reaktiv	O'qli	1100/350	2/25
	Tezyurar radial-o'qli	450/250	25/100
	O'rtachayurar radial-o'qli	250/150	100/250
	Sekinyurar	150/60	250/600
Aktiv	Ikki karrali	300/30	20/200
	Ko'p sonli cho'michli	70/30	100/400
	Bir sonli cho'michli	30/10	400/1800

• **Izoh.** 1. n_s ning katta qiymati minimal naporga to'g'ri keladi yoki aksincha.

2. Kasr suratida maksimal, maxrajida minimal kattalik hisoblanadi.

KGES turbinalari narxi uning o'lchamlariga, og'irligiga va quvvatiga qarab o'zgaradi. Solishtirma narx esa gidroturbinalar xiliga ko'ra o'zgarib, napor oshishida kamayadi. Bu nomerlashda avstriyalik olimlarning 100 dan oshiq gidroturbinalar texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarini tahlil qilish asosida qurilgan.

Turbinalar narxini kamaytirish, ular mustahkamligini va ishlash davrini uzaytirish bilan birga, ishlab chiqarishni standartlashtirish hisobiga amalga oshiriladi.

Yangi nomenklatura ishlab chiqarilguncha KGES uchun turbina tanlash loyihalash bosqichida katta GES uchun qo'llanilgan uslubiyatga ko'ra bajarilishi mumkin. Bunda asosiy berilgan kattaliklar bo'lib, hisobiy H_h , maksimal H_{max} va minimal H_{min} naporlar; H_h – hisobiy (nominal) turbina quvvati; ∇ – quyi bef absolyut o'tmetkasi va h.k.lar xizmat qiladi. Keltirilgan n_1' va Q_1' kattaliklarini va kavitatsiya koeffitsiyenti σ 7.4-jadvaldan olinadi, aniqroq qilib universal xarakteristikadan olinadi. Bunda:

$$n_1' = \frac{nD_1}{\sqrt{H}}; \quad Q_1' = \frac{Q}{D_1^2 \sqrt{H}}; \quad H_s \leq 10 - \frac{\nabla}{900} - \sigma H \quad (7.24)$$

7.4-jadval

Ko'rsatkichlar	Kuraklari buraladigan kapsulali turbinalar	
	(ПЛК) 10 KBK	(ПЛК) 16 KBK
Napor, m	1-10	3-16
Keltirilgan ayl. soni, ayl/min		
n_1^{opt}	170	155
n_1^h	210	175
Keltirilgan suv sarfi, l/s		
Q_1^{max}	4200-3800	3000-2800
Kavitatsiya koeffitsiyenti- σ		
Q_1^h ga to'g'ri keladi	2,8-2,2	2-1,6

7.5-jadval

Ko'rsatkichlar	Kuraklari buraladigan o'qli turbinalar						
	ПЛ15	ПЛ20	ПЛ30	ПЛ40	ПЛ50	ПЛ60	ПЛ70
Maksimal napor, m	15	20	30	40	50	60	70
n_1^{opt} , ayl/min	150-160	135-140	125-130	120-125	115-120	110-115	105-110
$Q_1^{maks.h}$	2300-1900	2200-1750	1950-1500	1800-1400	1600-1300	1500-1200	1400-1000
$\sigma (Q_1^{maks.})$	1,3-0,9	1,1-0,7	0,95-0,6	0,75-0,45	0,65-0,35	0,65-0,3	0,55-0,25

7.6-jadval

Ko'rsatkichlar	Radial-o'qli turbinalar (POT)									
	PO 45	PO 75	PO 115	PO 140	PO 190	PO 230	PO 310	PO 404	PO 500	PO 740
Maksimal napor, m	45	75	115	140	170	230	310	400	500	700
n_1^{opt} , ayl/min	85	80	75	72	70	67	65	60	60	55
$Q_1 (S\%)$, l/s	1400	1250	1050	900	770	570	450	340	250	180
σ	0,22	0,17	0,13	0,11	0,09	0,07	0,055	0,045	0,038	0,03

Hisoblash ishlari quyidagicha olib boriladi:

1. Turbina xili $H_{\max}$ orqali tanlanadi.
2. O_h ni H_h orqali aniqlanadi.

$$Q_h = \frac{N_h}{9,81 H_h \eta_t} \quad (7.25)$$

η_t – F.I.K, IIII turbina uchun 87–90% olinadi. RO' turbinaga 90–92%.

3. Gidroturbina diametrini aniqlash:

$$D_1 = \sqrt{\frac{Q_h}{Q_{1h} \sqrt{H_h}}}, \quad (7.26)$$

bu yerda, Q_{1h} 7.6-jadvaldan yoki xarakteristikadan topiladi.

4. Gidroturbina aylanishlar soni:

$$n = \frac{n'_{1h} \sqrt{H_h}}{D_1} \quad (7.27)$$

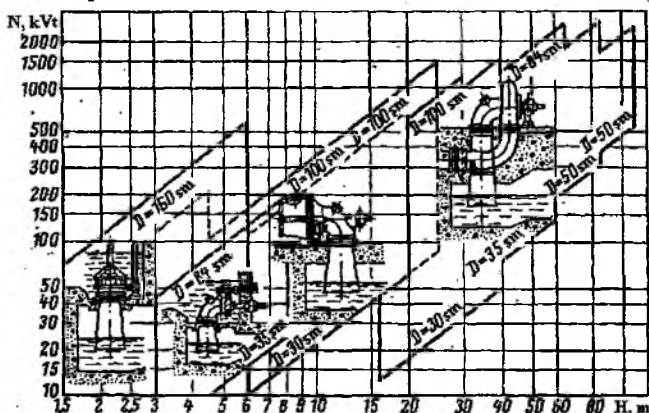
bu yerda, n_{1h} qiymati RO' turbinaga $\eta_{\max}$ ga mos qiymatda, IIII turbinada esa $n'_{1, \text{opt}}$ dan kattaroq qiymat olinadi. Loyihalanayotgan KGES uchun sinxron aylanishlar soniga n_s teng olinadi.

$$n_s = 6000/p,$$

bu yerda, p – generator rotor qutblar soni.

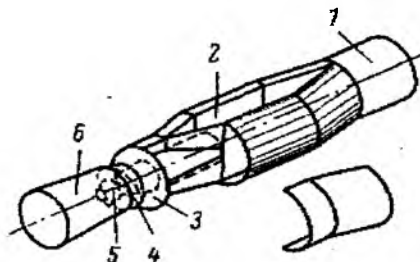
5. Ruxsat berilgan H_s kattaligiga zaxira koeffitsiyenti 1,1–1,2 qo'shib topiladi.

Turbina asosiy o'lchamlari, turbina kamerasi va so'rish quvuri D_1 ga qarab aniqlanadi.



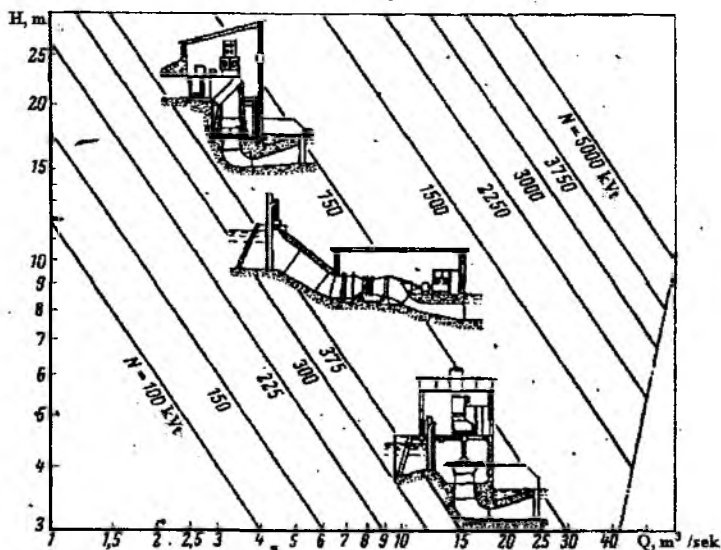
7.6-rasm. Kichik turbinalarning MDH da qabul qilingan nomenklaturasi.

KGES qurilishida ayrim hollarda turbina o'rniga standart o'qiy va markazdan qochma nasoslar ishlatilishi mumkin. Bunday variant yechimlari, ayniqsa, KGES quvvati 150 kVt gacha bo'lganda iqtisodiy samarali bo'lishi mumkin. Xuddi shu quvvat diapazonida ko'pgina kerakli nasoslar bo'lib, ularni ishlatish ekspluatatsiyaning texnologik jarayoniga to'g'ri keladi.



7.7-rasm. Suv yo'nalishi ikki tomonlama bo'lgan «quvurli» o'qli turbina:

1—bosimli truboprovod; 2—multiplikator yoki uzatish uchun bo'shliq;
3—yo'naltiruvchi apparat; 4—ishchi g'ildirak kamerasi; 5—ishchi g'ildirak;
6—so'rish quvuri.



7.8 - rasm. Quvvati kichik bo'lgan o'qli turbinalar standart konstruksiyalarining qo'llanilish sohasi grafiqi.

7.5. Gidroturbina turlari va ularning asosiy parametrlari

Turbina quvvati quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$N = 9,81QH\eta_t,$$

bu yerda, N – turbina validagi foydali quvvat, kVt; η_t – turbinaning foydali ish koeffitsiyenti.

Kichik turbinalar FIK yuqori qiymatlarga ega bo‘ladi va ish rejimi optimal bo‘lganda $\eta_{\max}=88\ldots90\%$, yuklanish maksimal bo‘lgan sharoitlarda esa $\eta_{\max}=82\ldots85\%$ ga yetadi.

FIKning yuqori bo‘lishi suvni tejamli sarflash imkonini beradi, bu esa juda muhim, ayniqsa, oqim tartibga solinadigan KGESlarda.

Katta GESlarga qaraganda KGESlarda hozirgi kunda ma‘lum bo‘lgan turbinalarning hamma turlari ishlatiladi. O‘qli burama-kurakli va propellerli (qo‘zg‘almas kurakli) turbinalar napor past – 25 m gacha bo‘lganda qo‘llaniladi (7.8 - rasm). Napor o‘zgarishi katta bo‘lganda, masalan, 2-800 m naporda radial-o‘qli turbinalar qo‘llanilishi mumkin. cho‘michli va qiyshiq oqimchali turbinalar napor 60-1000 m bo‘lganda qo‘llaniladi.

Shunday qilib, napor 2-25 m bo‘lganda o‘qiy, ham radial-o‘qli turbinalar, napor 60 m dan yuqori bo‘lganda esa 2 guruhdagi turbinalar–reaktiv (radial-o‘qli) va aktiv (cho‘michli va qiyshiq oqimchali) turbinalar qo‘llanilishi mumkin. Optimal yechim mavjud variantlar texnik-iqtisodiy solishtiruv hisoblari asosida tanlanadi. Bunda ishchi xarakteristikalar, kavitatsion ko‘rsatmalar va turbinalar tannarxi oxirgi qiymatlarga ega bo‘ladi.

KGESlarda so‘rish balandligi N_s odatda, musbat (0-3 m oralig‘ida) qiymatga ega. Faqatgina past naporli va agregat quvvati baland bo‘lgan GESlarda manfiy H_s ga yo‘l qo‘yiladi (1-1,5 m gacha). Bundan asosiy maqsad ishchi g‘ildirak diametri kichik va aylanish soni katta bo‘lgan tezyurar turbinalardan foydalanishni ta‘minlashdir. Turbinalarning tezyurarlik koeffitsiyenti η_s 7.3-jadvaldan olinadi.

Kichik GESlarni foydalanilayotgan irrigatsiya inshootlariga o‘rnatish ancha qulay. Chunki kichik GESlar binolari murakkab emas, katta qurilish ishlarini talab qilmaydi.

O'zanda joylashgan GES binolari uchun ishchi g'ildirak diametri $D_1 = 0,5\text{m}$ bo'lgan radial - o'qiy turbinali binoni tavsiya qilish mumkin (7.9-rasm).

Shunday turbinani $H = 2 - 4 \text{ m}$ bo'lgan hollarda qabul qilish maqsadga muvofiqdir. Bu konstruksiyada turbina kamerasi ochiq, so'rish quvuri esa to'g'ri o'qli konussimon shaklga ega, turbina esa vertikal holatda joylashgan.

Napor qiymati $2 - 6 \text{ m}$ bo'lgan inshootlarda ham diametri $D_1 = 1\text{m}$ bo'lgan ochiq turbina kamerasiga va konussimon to'g'ri so'rish quvuriga ega bo'lgan vertikal agregatlarni qo'llasa bo'ladi, shu bilan bir qatorda S shakldagi so'rish quvuriga ega bo'lgan gorizontal o'qiy agregatlarni tanlash maqsadga muvofiqdir (7.10-rasm).

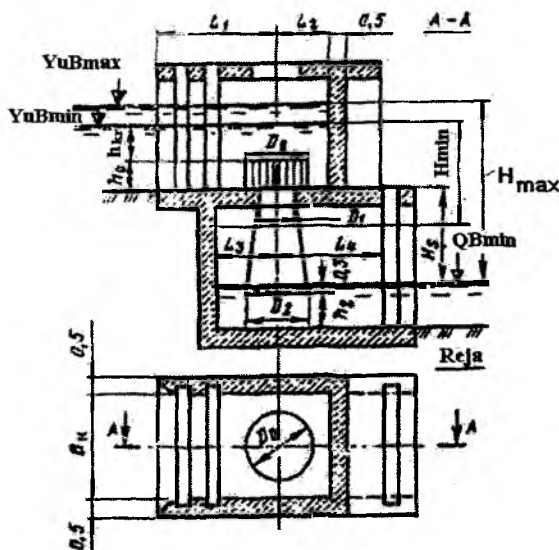
Ishchi g'ildirak diametri $D_1 = 1,0 \text{ m}$ ga teng turbinalarni bundan tashqari napor qiymati $6 - 10 \text{ m}$ ga teng bo'lgan spiral turbina kamerali, egilgan so'rish quvurli va vertikal agregatli GES binolarida o'rnatish mumkin (7.11-rasm).

Ishchi g'ildirak diametri $2,0 - 3,0 \text{ metr}$, napor qiymati $4 - 12 \text{ m}$ bo'lganda beton kam sarf bo'lishi jihatidan shubhasiz eng yaxshi variantlardan biri gorizontal to'g'ri o'qli va kapsulali agregatlar bilan jihozlangan GES binolaridir. Lekin bu binolarda metall ko'p sarf bo'lishini, agregatlarni ishlatish ancha murakkabligini hisobga olib, ushbu sharoitlar uchun 7.10-rasmdagi variant tavsiya etiladi.

Napor qiymatlari $10 - 15 \text{ m}$ ni tashkil qilsa birinchi navbatda 7.11-rasmda keltirilgan variantni ko'rib chiqish o'rinlidir.

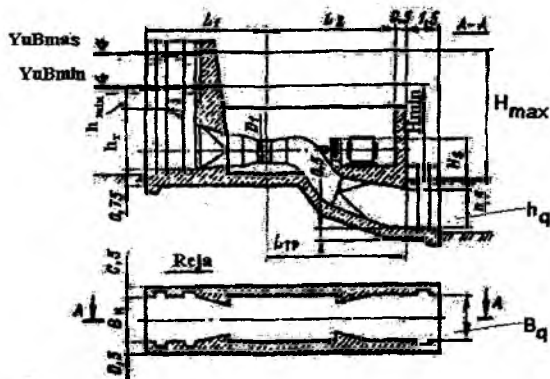
Katta naporlarda o'rnatiladigan turbinalar o'lchamlari kichrayadi. $10 - 30 \text{ m}$ naporlarda ishchi g'ildirak diametri $D_1 = 0,5 \text{ m}$ bo'lgan o'qiy vertikal va burchak ostida joylashgan turbinalarni kojuxli frontal suv berish kamerasi va egilgan so'rish quvuri bilan o'rnatish maqsadga muvofiqdir (7.12 - rasm).

Naporning shu qiymatlariga, ya'ni $H = 10 - 30 \text{ m}$ ga xuddi shunday, lekin ishchi g'ildiragi diametri $D_1 = 1,5\text{m}$ bo'lganda o'qli gidroturbinalar ham to'g'ri keladi. To'g'onli GESlar uchun napor diapazoni $50 - 150 \text{ m}$ bo'lganda diametri $D_1 = 0,5\text{m}$ bo'lgan gorizontal radial - o'qli turbinalarni qo'llash talablarga javob beradi (7.13-rasm).



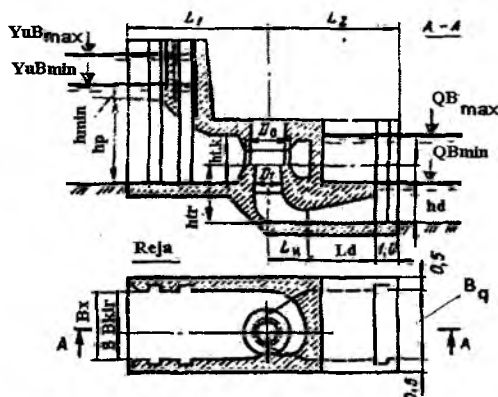
7.9 - rasm. O'zanda joylashgan kichik GES binosi.

$L_1 = (3,5 - 4,0)D_1$; $L_2 = 1,5 \cdot D_1$; $L_3 = (1,5 - 2,0)D_1$; $L_4 = (3,5 - 4,0)D_1$;
 D_1 ; $h_{kr} = 1,2 \cdot D_1$; $h_0 = 0,9 \cdot D_1$; $h_2 = D_1$; $D_0 = 1,8 \cdot D_1$; $B_k = 3 \cdot D_1$.



7.10 - rasm. Gorizontali turbinali o'zanda joylashgan kichik GES binosi.

$L_1 = (5 - 6) D_1$; $L_2 = (6 - 7) D_1$; $L_q = (6 - 6,5) D_1$; $h_{min} = D_1$;
 $h_p = (2,5 - 3,0) D_1$; $h_q = (1,5 - 2,0) D_1$; $B_k = B_q = 2D_1$.



7.11 - rasm. O'zanda joylashgan kichik GES binosi.

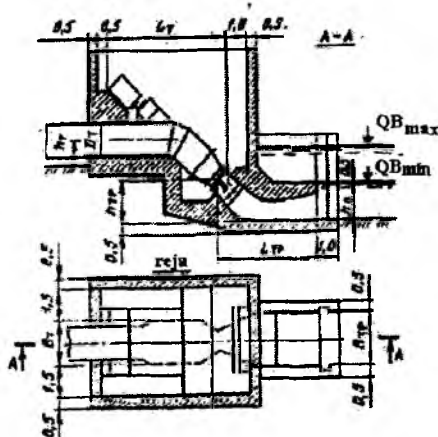
$$L_1 = (5 - 6) D_1; \quad L_2 = (5 - 6) D_1; \quad L_k = (1,5 - 1,8) D_1; \quad L_d = (2,5 - 3,0) D_1.$$

$$h_{\min} = 0,75 D_1; \quad h_p = 3 \cdot D_1; \quad h_{tk} = (1,8 - 2,0) D_1; \quad h_q = (2,0 - 2,5) D_1;$$

$$h_d = (1,2 - 1,4) D_1; \quad B_k = B_q = (2,8 - 3,0) \cdot D_1; \quad B_{vx} = 1,7 \cdot D_1.$$

Bu holda turbina metall kojuxli kameraga va to'g'ri o'qli konussimon so'rish quvuriga ega bo'ladi.

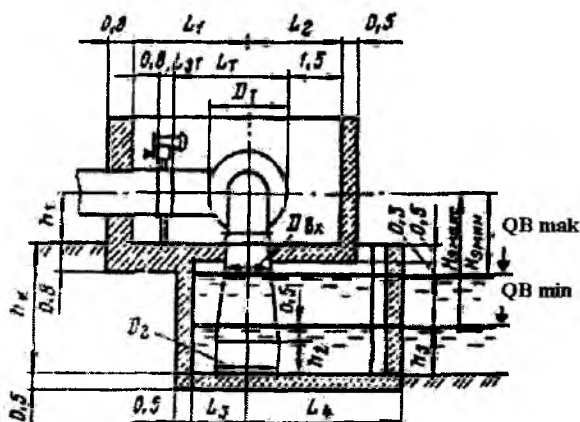
Napor yanada yuqori qiymatlarga ega bo'lsa, ya'ni $H=100 - 400$ m ga teng bo'lganda ham GES binosida gorizontal radial-o'qli turbinalarni qo'llash o'rindidir.



7.12 - rasm. Egilgan o'qli turbinali kichik GES binosi.

$$L_1 = 6,0 \cdot D_1; \quad L_q = 5 \cdot D_1; \quad h_q = 2 \cdot D_1; \quad h_d = (1,2 - 1,4) D_1; \quad B_T = 2 \cdot D_1;$$

$$B_q = (2,5 - 3,0) D_1.$$

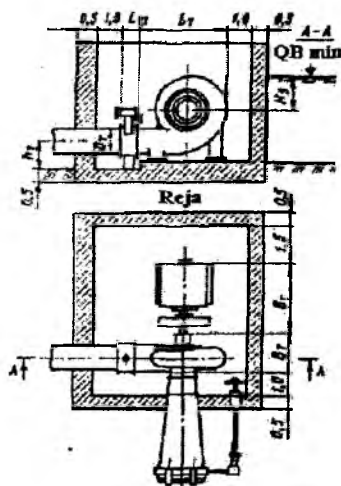


7.13 - rasm. To'g'onli kichik GES binosi.

$$L_1 = (3,5 - 4,0) D_1; \quad L_2 = 3 \cdot D_1; \quad L_T = (3,5 - 4,0) D_1; \quad D_T = 2,5 \cdot D_1; \quad D_{vx} = 1,4 \cdot D_1;$$

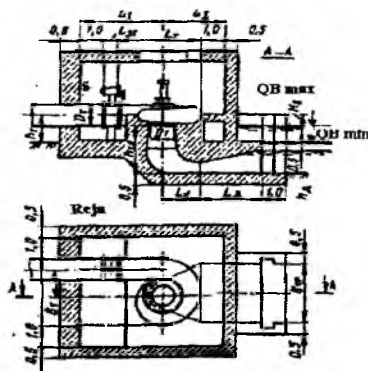
Pastki kamera o'lchamlari 7.9 - rasmdagi o'lchamlar kabi olinadi.

Bunda turbina metall spiral kamera va konussimon gorizontall so'rish quvuri bilan jihozlanadi (7.14 - rasm).



7.14 - rasm. Gorizontall radial-o'qli turbinali kichik GES binosi.

$$L_t = 3,5 \cdot D_1; \quad B_t = 1,5 \cdot D_1$$



7.15 - rasm. Vertikal radial-o'qli turbinali kichik GES binosi.

$$L_1 = (3,5 - 4,0)D_1; \quad L_2 = (2,5 - 3,0)D_1; \quad L_3 = 3,5 \cdot D_1; \quad L_n = (1,5 - 2,0)D_1; \\ L_d = (2,5 - 3,0)D_1; \quad h_q = (2,0 - 2,5)D_1; \quad h_d = (2,5 - 3,0)D_1; \quad B_t = (3,0 - 3,5)D_1; \quad B_q = 3 \cdot D_1.$$

7.6. Kichik GES generatorlari va ularning asosiy parametrlari

KGESlarda turbina aylanishining mexanik energiyasini elektr energiyasiga aylantirish uchun uch fazali o'zgaruvchan tokli generatorlardan foydalaniladi. Generatorlar rotorlari turbinaning ishchi g'ildiraklari bilan to'g'ridan-to'g'ri yoki uzatgich orqali ulanadi. Ushbu uzatgichlar generatorlar o'lchamlari va og'irligini kamaytirish uchun uning rotorini aylanishi chastotasini ishchi g'ildirak aylanish chastotasiga qaraganda oshirish imkonini beradi.

Hozirgi kunda KGESlarda sinxron generatorlardan eng ko'p foydalanilmoqda. Ushbu generatorlarda bosh magnit oqim qo'zg'atuvchi o'zgarmas tokning magnitlanuvchi kuchi orqali yaratiladi. Ushbu tokni esa mashina qo'zg'atuvchidan oladi. Bunday generatorlarning asosiy texnik ko'rsatkichlari – quvvat, kuchlanish, aylanish chastotasi, $\cos\phi$ va tok chastotasi, aylanma moment, FIKlaridir.

Generatorlarning nominal quvvati, kVt:

$$N_{gen} = \eta_{gen} N_t, \quad (7.28)$$

bu yerda, N_t – turbina validagi nominal quvvat; η_{gen} – generator FIK.

Nominal quvvat – bu generatorning aktiv (mavjud) quvvatidir. Generator o'lchamlari to'liq quvvat (tasavvurdagi) orqali aniqlanadi, S, kV.A:

$$N_{gen} = S \cdot \cos \varphi = \frac{\sqrt{3}}{1000} \cdot UI \cos \varphi, \quad (7.29)$$

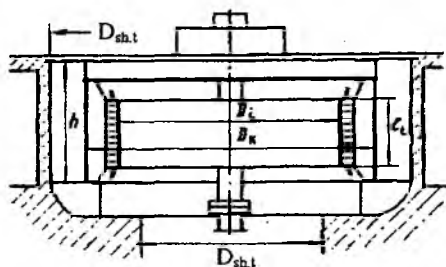
bu yerda, $\sqrt{3}$ – uch fazali tizimni xarakterlovchi koeffitsiyent;

U – generator chiziqli cho‘lg‘amidagi nominal chiziqli kuchlanish, V;

I – nominal tok kuchi, A.

Odatda, generatorlar nominal $\cos \varphi$ ga ega: $\cos \varphi = 0,8 \div 1,0$ $\cos \varphi$ qiymati elektr energiyasi iste‘molchilariga bog‘liq bo‘lib, generatorning energotizimdagi ish sharoitidan kelib chiqib o‘rnatiladi.

Generatorlar uchun standart kuchlanishlar qabul qilingan: 400, 660 V; 3,15; 6,3; 10,5; 13,8 kV. Kuchlanish past, ya‘ni 400, 660 V bo‘lganda generatorlar 2500 kV.A quvvatgacha ishlaydigan qilib (tabiiyki, kuchaytiruvchi uzatma bilan birga) tayyorlanadi. Kuchlanish 3,15 kV dan yuqori bo‘lganda, generatorlar quvvati 1000 kVA va undan yuqori bo‘ladi.



7.16-rasm. Gidrogenerator gabarit o‘lchamlari:

h – yuqori krestovina balandligi; $D_{sh.t}$ – turбина shaxtasi diametri; D_i – star-torning ichki rastochkasi diametri; D_k – turбина qopqog‘i diametri.

O‘zgaruvchan tok chastotasi f (Gs) generatorning aylanish chastotasi n va juft polyuslar soni bilan quyidagi bog‘liqlik orqali ifodalanadi:

$$f = \frac{pn}{60}.$$

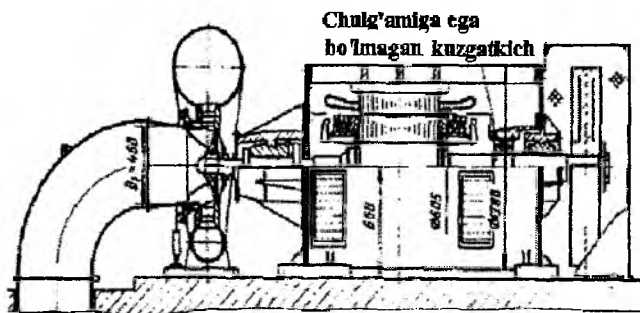
KGES gidroagregati elektr yuklanishining tez o‘zgarishi natijasida turbinaning aylanish momenti va generatorning elektr qarshiligi momenti orasidagi muvozanat yo‘qoladi. Buning natijasida gidroagregatning aylanish chastotasi o‘zgaradi va avtoregulator ishga tushadi. Avtoregulator tartibga solishning ayrim vaqti o‘tgach, o‘zgarayotgan yuklanishga mos ravishda turбина YA ning ochilishini yuzaga keltiradi va agregatning nominal aylanish chastotasini tiklaydi. Agregatning

aylanma momenti qancha katta bo'lsa va turbina YA yopilishi vaqti qancha kichik bo'lsa, agregat aylanishi chastotasi shuncha kam o'zgaradi.

Agregatning aylanma momenti turbinani harakatga keltiruvchi momentlar yig'indisi (generator rotori, turbina IG', vallar, maxovik, uzatma shesternalari yoki shkiylari va shu kabilar) ga teng. Turbina va generator vallari to'g'ridan-to'g'ri ulangan bo'lsa yoki ular bir valga joylashtirilgan bo'lsa, ko'pincha turbina IG' aylanma momenti generator rotori aylanma momentiga qaraganda kichik bo'ladi va ko'pincha hisobga olinmaydi. Generator rotorining aylanma momenti tayyorlagan zavodning katologida ko'rsatiladi.

KGES o'ta kuchli energotizimga ulangan bo'lsa, unda o'zgarmas tokli asinxron generatorlar o'rnatilishi mumkin. Bu generatorlar sinxron generatorlarga qaraganda ayrim afzalliklarga egadir. Ushbu mashinalar konstruksiyasi soddaligi va ishonchililigi, nisbatan arzonligi bilan ajralib turadi.

Quvvat bir xil bo'lsada, generator o'lchamlari va qiymati, u qanchalik tez aylangani sayin kamayadi. Shuning uchun generator turbina bilan bir valda ishlaganda tezyurar o'qiy turbinaning qo'llanilishi tavsiya etiladi. Bu turbinalar radial-o'qli turbinalarga qaraganda napor doimiy (o'zgarmas) bo'lganda, nisbatan katta aylanish chastotasini beradi.



7.17-rasm. Quvvati 500 kVt bo'lgan PO turbinali gidroagregat.

Agregat valining joylashuviga qarab generatorlar konstruktiv joylashuvi vertikal yoki gorizontal bo'lishi mumkin. Generator tanlovining oxirgi qarori KGES binolarining bir necha variantlarini turli xil turbinalar o'rnatilgan holda solishtirib, so'ng qabul qilinadi.

Quvvat 500÷1000 kVt gacha bo'lganda odatda gorizontal generatorli kompanovka qo'llaniladi.

7.7 Jahonda kichik GESlarni rivojlantirishning hozirgi zamon an'analari

Jahon mamlakatlarida 1970-yildan boshlab qaytalanuvchan energiya manbalarini o'zlashtirishga qiziqish ortdi. Bunga sabab neft va neft mahsulotlarining narxi oshgani edi. Bunda noan'anaviy – quyosh, geotermal, shamol energiyalari bilan birga, ana'naviy, ya'ni daryolarning gidravlik energiyasi ham ko'zda tutilgan edi.

Yonilg'i-energetika manbalarni ishlatish, faqat uning qiymatiga qarab emas, balki atrof-muhitga ta'siri va ekologik jarayonining nihoyatda murakkablashganligi bilan ham uning cheklanishiga olib keldi.

Gidroenergetik manbalarning katta GESlar orqali o'zlashtirilgani, kichik gidroenergetikaga ham e'tibor qaratilishini ko'rsatadi.

Birinci kichik GESlar qurilishi XIX asrdan boshlab amalga oshirildi va asosan alohida korxonalarni va uncha katta bo'lmagan posyolkalarni elektr ta'minoti ko'zda tutilgan. Bunday GESlar soni uncha katta bo'lmagan. So'ngra ular kichik issiqlik elektr stansiya (IES)lari bilan siqib chiqarilgan, chunki ularni har qanday joyda joylashtirish mumkin edi.

KGESlarning ikkinchi qurilish etapi 40–50 y.y. ga to'g'ri keldi. Bunda MDH, AQSH, Yaponiya, Fransiya va boshqa davlatlarda ularning soni 1000 dan ortiq bo'ldi. Shundan so'ng yana KGESlarga e'tibor pasayib, ko'pgina davlatlarda 100 lab, 1000 lab KGESlar ekspluatatsiyadan chiqarilib tashlandi. Bunga bosh sabab katta energetikaning rivojlanishi va katta-katta GES, IES, AES va elektr uzatish liniyalari qurilishidir.

KGESlar rivojining uchinchi etapi oxiri 10 yil davomida sifat jihatdan yangi pog'onada qurila boshlandi.

Har bir yangi etap KGES qurilishi, loyihasi va ekspluatatsiyasida ko'pgina taraqqiyotga erishilgani, texnik-iqtisodiy saviyasi yuqoriligi bilan xarakterlanadi.

Masalan, dastlabki gidromexanik qurilmalarga almashtirilgan ikkinchi etapdagi takomillashgan gidravlik turbinalar 50-yillardan keyin ham foydali ish koeffitsiyenti yuqoriligi bilan xarakterlanadi.

Lekin takomillashgan gidroagregatlar bilan jihozlangan KGESlar bir necha kamchiliklarga ega bo'lib, shulardan biri katta solishtirma qurilish bahosi hisoblanadi.

Uchinchi etapda avtomatika va boshqarish tizimlarida erishilgan muvaffaqiyatlar KGESlarni to'lig'icha avtomatlashtirish imkoniyatini yaratadi.

Hozirda MHDda 300 dan ortiq KGES ekspluatatsiya qilinmoqda, shulardan 24 tasi O'zbekistondadir. Bu GESlar konstruksiyasi, texnik darajasi bilan bir-biridan farq qiladi. KGESlarni iqtisodiy tahlili ko'rsatishicha ularning hammasi rentabelli hisoblanadi.

MHDda KGESlar qurilishini rivojlantirish va parametrlarini asoslashning uzoq muddatli dasturi ishlab chiqilgan. Bu ilmiy-texnik izlanishlarning asosiylariga quyidagilar kiradi:

✓ ekspluatatsiyadan chiqarilgan, ishlashi to'xtatilgan hamma KGESlarni texnik jihatdan qayta jihozlash, rekonstruksiya qilish, modernizatsiyalash;

✓ individual elektr energiyasi iste'molchilari uchun yangi KGESlar qurilishini amalga oshirish va dizel elektr stansiyalarga yoqilg'i iste'molini kamaytirishga erishish;

- suv xo'jalik tarmoqlaridagi suv ombori va kanallarda KGES inshootini qurish;

- yangi texnik konstruksiyalarni KGES uchun qo'llash, gidroenergo komplekslar yaratish;

- KGES asosiy va yordamchi jihozlari bahosini kamaytirish va boshqalar;

- KGESlarning QES, ShES, bioGEQ va boshqalar bilan ishlashni optimallashtirish va joriy qilish.

Yer shari aholisi 6 mlrd.ga yetdi va yiliga 2...3% ga ko'paymoqda. O'rtacha jon boshiga elektr energiyasi iste'moli - 0,8 kVt bo'lib, milliy tafovut energiya iste'moli bo'yicha juda katta hisoblanadi: AQSHda ~10 kVt, Yevropa mamlakatlarida ~4 kVt, markaziy Afrikada esa ~0,1 kVt. Milliy daromad zamonaviy mamlakatlarda yiliga 2-5%ni tashkil etadi. Bunday hollarda aholi soniga mos energiya iste'moli yiliga 4-8%ga oshishi kerak. Buni ta'minlash qiyin masala hisoblanadi.

Yuqori komfort sharoitida har bir kishiga 2 kVt energiya iste'moli talab qilinsa, yer shari har bir m² yuzasidan 500 Vt quvvatni qaytalanuvchan energiya manbaidan olish mumkin. Samaradorlik energiya o'zgartirishda 4% deb qabul qilinsa, 2 kVt quvvat olish uchun 100 m² maydon kerak bo'ladi. O'rtacha aholi zichligi shahar va uning

atrofida 1 km² ga 500 ta odamga to'g'ri keladi deb hisoblasak, ularni 2 kVt energiya bilan ta'minlash uchun 1 km² maydondan - 1000 kVt elektr quvvat olishga to'g'ri keladi. Shunday qilib, qaytalanuvchan energiya manbalari (quyosh, shamol, geotermal, to'lqin, gidravlik va boshqalar) aholi hayot talabini qondirish uchun xizmat qilishi mumkin. Faqatgina ularni elektr energiyasiga aylantiruvchi o'zgartgichlarning qulay konstruksiyasi, narxi oshishi va boshqa omillar o'rganilishi kerak.

Nazorat savollari

1. Kichik GESlar qanday sinfiy guruhlariga ajraladi?
2. Kichik GESlarni napor bo'yicha qanday klassifikatsiyalanadi?
3. Kichik GESlarni quvvati bo'yicha qanday klassifikatsiyalanadi?
4. Kichik GESlar energetik ko'rsatkichlariga nimalar kiradi?
5. Kichik GESlar texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlariga nimalar kiradi?
6. Kichik GESlar asosiy texnologik jihozlariga nimalar kiradi?
7. Turbina regulatorlar vazifasi nimadan iborat?

8 BO'LIM. GIDROENERGETIK QURILMALARNING TEXNIK-IQTISODIY HISOBLARI

8.1. Gidroenergetik qurilmalarda kapital mablag'lar, yillik chiqimlar, mahsulot tannarxi tushunchalari

Hozirgi zamonda sanoati rivojlangan mamlakatlar iqtisodiyoti – bu aralash iqtisodiyotdir. Bunda ishlab chiqarishni rivojlantirish – maxsus bozor kuchlari orqali amalga oshiriladi, natijada ishlab chiqaruvchilar aktivligi oshadi. Bu jarayonlarni davlat tartibga soladi, biznesning asosiy qoidalarini ishlab chiqadi va ularga amal qilishni ta'minlaydi, nazorat qiladi hamda sotsial, iqtisodiy va siyosiy rejalarni amalga oshiradi.

Aralash iqtisodiyot sharoitida gidroenergetik obyektlarga ajratiladigan investitsiyalar mikroiqtisodiyot yo'nalishiga tegishlidir. Katta va ulkan GEQlarni qurish ayrim hollarda mamlakat makroiqtisodiyotiga tegishli bo'lishi mumkin.

Investitsiya – kelajakda foyda yoki boshqa ijobiy natijalarni beradigan loyihalar uchun ajratiladigan pul tushumlaridir.

Investorlar sifatida davlat kompaniyalarini, katta hissadorlik jamiyatlarini, banklarni, xususiy firmalarni hisoblash mumkin.

Zaruriy investitsiya hajmi bitta yoki bir nechta investorlar yordamida hosil bo'lishi mumkin. Bunda har bir investor o'zining hissasiga muvofiq uzoq muddatli kreditlar beradi va buning uchun xususiy foyz stavkasini belgilaydi.

Investitsiya umumiy hajmi (kapital sarf) K_{INV} quyidagicha aniqlanadi:

$$K_{INV} = K_{ILI} + K_{QUR} + K_{YORD} + K_{K.MT.} + K_{SOS} + K_{EK} \quad (8.1)$$

Bunda, K_{ILI} – ilmiy tadqiqot, loyiha - izlanish ishlariga;

K_{QUR} – GEQ qurilishiga;

K_{YORD} – yordamchi obyektlar, yo'l, EUL va bosh.;

K_{KMT} – qurilish mashinalari, transportga;

K_{SOS} – sotsial obyektlarga;

K_{EK} – ekologik va tashkiliy ishlarga ajratilgan investitsiyalar.

Yordamchi obyektlar, qurilish mashinalari va transportlar, sotsial va ekologik maqsaddagi obyektlar keyinchalik boshqa tashkilot va

firmalarga sotilib, olingan pul – K_p investorlar o'rtasida taqsimlanishi mumkin.

Bunday holatda kapital sarf gidrouzel bo'yicha K_p qiymatga kamayadi:

$$K_G = K_{INV} - K_p \quad (8.2)$$

Agar GEQ inshootlari yoki uning qurilishi tufayli yuzaga kelgan obyektlar boshqa maqsadlarda ham ishlatilsa, unda investitsiyaning faqat gidroenergetikaga qarashli ulushini belgilab olish zarur.

$$K_{GEQ} = \alpha_E \cdot K_G \quad (\alpha_E \leq 1,0) \quad (8.3)$$

bu yerda, α_E – gidrouzel qurilishi uchun ajratilgan investitsiya tarkibidagi gidroenergetika hisssasi.

GEQlarda yillik chiqimlar I_{GEQ} (sum/yil), foydalanish xarajatlari I_{EKS} , amortizatsiyaga ajratiladigan I_{AM} , mehnat haq fondi I_{MHF} , soliqlar I_S , banklarga to'lov I_B va gidrouzelga ajratiladigan chiqimlardan (I_G) hosil bo'ladi:

$$I_{GEQ} = I_{EKS} + I_{AM} + I_{MHF} + I_S + I_B + \beta_E I_G \quad (8.4)$$

bunda, $\beta_E \leq 1,0$ – gidroenergetikaning gidrouzelnini ishchi holatida saqlab turishga ajratiladigan yillik chiqimlardagi hissasini belgilovchi koeffitsiyent.

Foydalanish xarajatlari yillik chiqimlarning taxminan 10 – 20% ini, amortizatsiya xarajatlari esa 50 – 60 % ini tashkil qiladi

$$I_{EKS} = (10 \div 20\%) \cdot I_{GEQ}; \quad I_{AM} = (50-60\%) I_{GEQ} \quad (8.5)$$

Bank kreditlari yoki investitsiya foizlarini to'lash tartibi yillik chiqimlar miqdori va tarkibiga katta o'zgartirishlar kiritadi. Shu sababli I_B xarajatlariga bog'liq holda qolgan xarajatlar belgilanadi.

GEQ tomonidan ishlab chiqarilgan elektroenergiya tannarxi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\Delta E = \frac{I_{GEQ}}{E_{yil}} \text{ so'm/kVt.soat} \quad (8.6)$$

bunda, E_{yil} – bir yilda GEQ dan berilgan elektr energiyasi miqdori, kVt.soat

Nasos stansiyalarda iqtisodiy ko'rsatkichlar sifatida 1 m^3 haydab berilgan suv tannarxi, iste'mol qilingan elektr energiyasining 1 m^3 haydab berilgan suv miqdoriga keltirilgan solishtirma qiymati aniqlanadi.

$$\Delta W = \frac{I_{GEQ}}{W} \text{ so' m/m}^3; \quad \Delta N = \frac{E_{ist}}{N_{ist}} \text{ (kVt.soat)/m}^3 \quad (8.7)$$

E_{ist} – yillik iste'mol qilingan elektr energiya.

8.2. Kapital mablag'larning umumiy iqtisodiy samaradorligi

Kapital mablag'larning umumiy iqtisodiy samaradorligini aniqlash investitsion loyihalarni moliyaviy baholash uchun amalga oshiriladi.

Obyektning umumiy iqtisodiy samaradorligini (UIS) xarakterlovchi kattalik *rentabellik koeffitsiyenti* deyiladi va u quyidagicha aniqlanadi:

$$R = \frac{P}{K}; \quad (8.8)$$

bu yerda, P – yillik foyda (kirim);

K – kapital sarf.

Ekspluatatsiyadagi korxonalarda yillik kirim P_{yil} - ning asosiy F_{as} va aylanma fond (mablag') F_{ayl} yig'indisiga nisbatan topiladi:

$$R = \frac{P_{yil}}{F_{ayl} + F_{as}} \quad (8.9)$$

Asosiy mablag'larga uskuna jihozlar, asosiy va yordamchi inshootlar bahosi va boshqalar kiradi. Aylanma fondlarga – korxona aktivi va xomashyo resurslari bahosi kiradi (bu resurslar tovar ishlab chiqarishda qatnashishi kerak).

R ga teskari kattalik kapital sarfni qaytarish davri deyiladi.

$$T_q = \frac{K}{P}, \text{ yil} \quad (8.10)$$

Qaralayotgan hamma variantlardan optimali $R \rightarrow \max$ va $R \rightarrow \min$ ga ega bo'lishi kerak.

GEQ da R_{GES} ajratilgan kapital sarf va yillik chiqimlar hisobiga aniqlanadi:

$$R_{GEQ} = \frac{P_{GES}}{K_{GES}} \quad (8.11)$$

Oldingi yillarda R kattaligi normativ R_n bilan taqqoslangan. Xalq xo'jaligi bo'yicha o'rtacha umumiy kapital sarf samaradorligi normativi $R_n = 0,14$ qabul qilingan.

R va T_q vaqt omili hisobiga aniqlanishi mumkin. Buning uchun R ni τ yilga keltirilgan kattaligini hisoblashga quyidagi formula ishlatiladi:

$$R_{GES} = \frac{\sum_{t=t_e}^{T_2} \Delta P_t (1+d)^{T-t}}{\sum_{t=1}^{T_1} K_t (1+d)^{T-t}} \quad (8.12)$$

bu yerda, ΔP_t – t yilda (t-1)ga nisbatan kirim oshishi;

t_e – GEQ ekspluatatsiya boshlanish yili .

T_1 – investitsiyani kiritish davri.

T_2 – GEQ to‘liq quvvatini o‘zlashtirish yillar soni;

d – diskontlash koeffitsiyenti, u foydaning minimal qiymatini ko‘rsatadi.

Diskontlash koeffitsiyenti kapital bozoridagi investorlar berishi mumkin bo‘lgan uzoq muddatli qarz (zayyom)ning stavka(foiz) miqdorini belgilovchi ko‘rsatkich. GEQ qurilishi tufayli olinadigan daromadning eng kichik miqdori (foizi) diskontlash koeffitsiyentidan kichik bo‘lmasligi kerak, shundagina investor loyihani moliyalashtirishi mumkin.

8.3. Iqtisodiy samaradorlikni taqqoslash usuli

Kapital sarfni va yillik chiqimlarni har xil texnik variantlar uchun ko‘riladi va qo‘shimcha kapital sarf bo‘yicha taqqoslash samaradorligi ko‘rsatgichi aniqlanadi:

$$E = \frac{I_2 - I_1}{K_1 - K_2} \quad (8.13)$$

bu yerda, K_1 va I_1 – ko‘proq mablag‘ talab qiladigan variant bo‘yicha kapital sarf, so‘m, va yillik chiqim, sum/yil;

K_2 va I_2 – xuddu shunday mablag‘ talab qiladigan variant bo‘yicha.

Taqqoslanadigan texnik yechim variantlari bir xil shartga keltirilgan bo‘lishi shart; energetikada – chiqarayotgan elektroenergiya sifat va soni; irrigatsiyada – bir xil qishloq xo‘jaligi mahsuloti yetishtirish; suv ta‘minotida – kerakli miqdorda va sifatda suv berish va boshqa.

Kapital mablag‘ ko‘p talab qiladigan variant iqtisodiy samarali bo‘lishi uchun ushbu shart bajarilishi kerak.

$$E = \frac{I_2 - I_1}{K_1 - K_2} = \frac{\Delta I}{\Delta K} \geq E_N. \quad (8.14)$$

bu yerda, E_N – qo‘shimcha kapital sarfning taqqoslash samaradorligi normativ koeffitsiyenti. Oldingi yillari $E_N=0,12$ qabul qilingan.

Taqqoslash samaradorligi ko'rsatgichi bo'lib qo'shimcha kapital sarfni qaytarish davri T_q hisoblanadi.

$$T_q = \frac{K_1 - K_2}{I_2 - I_1} \quad (8.15)$$

T_q - ning normativ kattaligi. T_q ni quydagi ko'rinishda ham yozish mumkin:

$$T_q = \frac{1}{E_n} \quad (8.16)$$

Ko'p variantlarni taqqoslashda umumiy ko'rsatgich - keltirilgan xarajatlar X qabul qilinadi.

$$X = E_N \cdot K + I, \text{ so'm / yil} \quad (8.17)$$

Eng optimal variantda:

$$X \rightarrow \min \quad (8.18)$$

bo'lishi shart.

8.4. Gidrouzel parametrlarini asoslash va GES samaradorligini aniqlash

Energetik gidrouzellarning asosiy parametrlariga normal suv stahi (NSS), suv ombori hajmi V , GES nominal quvvati N_G va o'rtacha yillik energiyasi E_G kiradi. Bosh parametr NSS hisoblanib, u suv bosadigan va yer osti suvi ko'tariladigan maydon yuzasini va gidrotexnik inshoot hamma parametrlarini aniqlaydi.

NSS ga yuqoridagi V , N_G , E_G va boshqa NSS kattaliklar bog'liq oshishi bilan suv omboriga va gidrouzelga kapital sarf ko'payadi hamda suv ombori hajmi V va N_G oshadi.

GES nominal quvvati N_G texnik-iqtisodiy hisoblardan topiladi. Umumiy iqtisodiy ko'rsatkich solishtirma kapital sarf A_G bo'lib nominal quvvatni xarakterlaydi.

$$A_G = \frac{K_G}{N_G} \text{ yoki } A_G = \frac{J_e}{N_G}, \text{ (so'm/kVt)} \quad (8.19)$$

bu yerda, K_E – energetikaga ajratilgan kapital sarf.

A_G 1 kVt nominal quvvatga ajratilgan o'rtacha solishtirma kapital sarfni bildiradi.

Berilgan NSS da nominal quvvat oshganda A_G kamayadi, bunga sabab o'zgarmas kapital sarf K_0 miqdorining to'g'on va suv ombori bo'yicha GES nominal quvvatining katta qiymatlariga bo'linishidir.

Ko'p hollarda $K_G = 1(N_G)$ bog'lanishi.

$$K_G \cong K_0 + a_G N_G \quad (8.20)$$

ko'rinishda yozilishi mumkin.

bu yerda, K_0 – gidrotexnik inshootlar va suv ombori bo'yicha;

$N_G = 0$ dagi kapital sarf;

a_G – oshiqcha kapital sarf solishtirma kattaligi yoki qo'shimcha kvT bahosi.

GES berilgan quvvati $N_g = N_{g1}$ bo'lsa, unda suv omborli gidrouzel kapital sarfi K_{g1} ga teng bo'ladi.

Nominal quvvati ΔN_G ga oshirsak K_G ham $\Delta K_G = a_G \Delta N_G$ ga oshadi.

Unda:

$$a_G = \frac{K_{G2} - K_{G1}}{N_{G2} - N_{G1}} = \frac{\Delta K_G}{\Delta N_G} \quad (8.21)$$

a_g bahosiga GES binosini kengaytirish, jihozlar bahosi va boshqa inshootlar kapital sarf o'zgarishi kiradi.

Daryo o'zani GESlarida tik quvvat joylashtirilsa, qo'shimcha kapital sarf quyi bef sezilarli rol o'ynab qish oyida suv sathi ko'tarilishiga bog'liq bo'ladi.

Derivatsion GESlarda qo'shimcha quvvat kapital sarfiga suv qabul qilish inshootini derivatsiyani, napor basseynini, tenglagich rezervuarini, turbina truboprovodini, GES binosi va jihozlarini hamda suv chiqarish kanalini va boshqa kengaytirish kiradi.

GES naminal quvvati N_G berilgan NSS va V hajimda aniqlangani uchun N_G oshirilganda suv ombori bo'yicha kapital sarf o'zgarmaydi. Aniq hisoblarda a_G kattaligi N_G ni GESning bitta agregatida oshirilganda aniqlanadi.

N_G oshishi bilan E_G GESda oshadi, lekin ΔE_G ko'payishi kamayuvchan xarakterga ega rasmda bu o'zgarish tartibga solingan o'rtacha oylik GES quvvati bo'yicha berilgan NSS va V uchun ko'rsatilgan.

GES qo'shimcha kvT quvvatdan foydalanish soati quyidagi ko'rinishga ega:

$$t = \frac{\Delta E_G}{\Delta N_G}$$

GESlar uchun asosiy xarakteristikalaridan biri nominal quvvatidan foydalanish soati hisoblanadi:

$$T = \frac{E_G}{N_G} \quad (8.22)$$

$T_n^{\text{naz}} = 8760 \text{ s. ga teng.}$

8.5. Gidrouzel normal suv sathini tanlash

Gidrouzel normal suv sathini NSS tanlashda har bir NSS varianti uchun dastlabki hisoblarda suv ombori ishlatilish chuqurligi, GES nominal quvvati va suv miqdorini tartibga solish rejimi optimal kattaliklarda qabul qilingan deb shart qo'yiladi.

NSS ni o'zgartirish pog'onadagi boshqa gidrouzellarga ta'sir qiladi. NSS ni oshirilsa napor, quvvat va elektr energiyasi yuqori gidrouzelda kamayadi.

Aksincha NSS ko'payishi suv ombori tartibga solish hajmini yaxshilaydi va quyida joylashgan gidrouzel energetik ko'rsatkichlarini ko'taradi.

Bunda ekologik muammolar hosil bo'lib, katta shaharlarni suv bosishdan saqlash, sanoat korxonalarini ko'chirish, qishloq xo'jaligi yerlarini ta'sirsiz qoldirish va boshqalarni hal qilishni talab qiladi.

NSS tanlashda optimallik mezonini bo'lib

$$HX_{GES} < HX_{IES}$$

bu yerda, HX_{GES} va HX_{IES} – hamma hisobiy xarajatlarni GES va almashinuvchi IES bo'yicha oshirish.

Dastlabki hisoblashda NSS ning bir nechta variantlari belgilanib EETda gidrouzelni ishga tushirishda xarajatlar oshishi ΔHX , boshqa gidrouzel pog'onasida xarajatlar $\Delta HX_{pog'}$ va EETda almashinadigan (KES) elektrostansiya xarajati aniqlanadi. ΔHX_{eul} va ΔHX_{ze} kattaliklariga EUL va podstansiya bo'yicha qo'shimcha xarajatlar kiradi. Hisoblashga ΔHX_{gq} va ΔHX_{zq} – ya'ni qo'shimcha obyektlarga yoki boshqa tadbirlarga, GES va KES energetik effektini tenglashtirishga xarajatlar ham kiradi.

NSS otmetkasini ketma-ket oshirish ikkita aralash otmetka bo'yicha taqqoslashda xarajatlar oshish tenglashguncha bajariladi.

$$\Delta HX_g + \Delta HX_{gq} + \Delta HX_{pog'} \approx \Delta HX_{ze} + \Delta HX_{zq} \quad (8.23)$$

Keyingi NSS otmetkasini oshirish iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq emas, chunki qo'shimcha xarajatlar qaralayotgan va boshqa gidrouzellar bo'yicha xarajatlar almashinuvchi elektrostansiya xarajati-dan katta bo'ladi.

NSS otmetkasi quyidagi shart bajarilganda iqtisodiy asoslangan bo'ladi.

$$\Delta HX_k + \Delta HX_{pog'} + \Delta HX_{gq} \approx \Delta HX_{ze} + \Delta HX_{ar} + \Delta HX_{zq} \quad (8.24)$$

bu yerda, ΔHX_{ar} – kompleks foydalaniladigan gidrouzelda xarajatlar oshishi;

ΔHX_k – kompleks suvdan foydalanuvchilar xarajati iqtisodi.

NSS otmetkasini oxirgi tanlash gidrouzeldan energetik va kompleks foydalanilgan holda amalga oshiriladi, ya'ni sotsial, tabiat muhofazasi, mudofaa, suv va elektr ta'minoti ishonchliligi, suv hamda energiya sifati va boshqalar.

8.6. GES va GAES nominal quvvatlarini tanlash asoslari

GES nominal quvvatini asoslashda uning ish rejimini va regionini aniqlash zarur. Katta GES quvvatlarini tanlashda hozirgi va kelajakdagi (15...20 y.) EET talabni o'rganish zarur.

GES royani tanlanganda, texnik iqtisodiy asoslash orqali N_{nom} aniqlashda EET rivojlanishi variantlari taqqoslanadi:

- 1) GES quvvatini ko'paytirishda;
- 2) EET boshqa elektrostansiyani quvvatini oshirishda.

Xarajatlar minimumi sharti bajarilishi GES N_G quvvatini ΔN_G ga oshirganda quyidagi tenglik bajarilishi kerak:

$$\Delta HX_{GES} < \Delta HX_{iqt} \quad (8.25)$$

bu yerda, ΔHX_{GES} – GES bo'yicha hamma xarajatlar ko'payishi;

ΔHX_{iqt} – Hamma xarajatlar (ekonomiyasi) iqtisodi.

Xarajatlar iqtisodi GES nominal quvvatini oshirishda EET da eng zarur (qishki) oylarda ta'minlanganligiga bog'liq.

8.7. GES ning ta'minlangan siqib chiqaruvchi va dublyor (zaxira) quvvati

GES o'rtacha oylik ta'minlangan quvvati deb ko'p yillik davrda hisobiy ta'minlanganlikka P_{taq} ega tartibga solingan o'rtacha sutkalik quvvatiga aytiladi. $\bar{N}_{sut}$ – ta'minlangan o'rtacha sutkalik quvvat haftaning EET da eng katta yuklanishli kunlarida aniqlanadi. Haftalik tartibga solishda

$$N_{sut}^t > N_{oy}^t \quad (8.26)$$

GES ta'minlangan pik quvvati deb uning maksimal quvvatiga N_{max}^t aytiladi va u pik soatlarida $E_t = N_{sut}^t \cdot 24$ ga teng energiya ishlab

chiqaradi. Sutkalik tartibga solish imkoniyati bo'lganda $N_{\max}^t$ tahliliy egri chiziqqa E_t kattaligini joylashtirish orqali topiladi.

Siqib chiqaruvchi quvvat deb – GESning EETda boshqa elektrostansiyalari nominal quvvatini o'rini qoplaydigan kattaligiga aytiladi.

$$N_{S,CH} = \overline{N}_{\max}^T + \overline{N}_{suv.omb}^{ky} \quad (8.27)$$

tenglikdan topiladi. Bunda $\overline{N}_{suv.omb}^{ky}$ – suv omboridagi yig'ilgan suv hisobidagi GES rezerv quvvati.

GESning $N_{S,CH}$ dan katta quvvati mavsumiy quvvat deyilib, faqat daryoda ko'p suv bo'lganda foydalaniladi. EETda remont rezervi talab qilinmasa mavsumiy quvvatni dublyor quvvat deb ataladi va u KES nominal quvvatini o'rini qoplay olmaydi. GES dublyor quvvat bilan atalganda boshqa elektrostansiyalar yuklanish kamayadi (m.n KES).

EETda remont rezervi talab qilinsa, mavsumiy GES quvvati remont rezervi sifatida ishlatiladi. Bunday holatda 1kVt mavsumiy GES quvvati $t_m/10$ kVt KES nominal quvvatini o'rini qoplashi mumkin, bu yerda, t_m –hisobiy kam suvli davrda GES mavsumiy quvvatida ishlash oylari soni.

GES nominal quvvatini ΔN_d ga oshirganda hisobiy xarajatlar ham ΔHX_d ga oshadi.

$$\Delta HX_d = (R_O a_G + I_G) = \Delta N_G HX_{sol} \quad (8.28)$$

bu yerda, R_O – bank foizi; a_G 1 kVt qo'shimcha GES nominal quvvatiga solishtirma kapital sarf (quyi bef, podstansiya, EUL kapital sarf bilan); I_G – solishtirma yillik chiqimlar D_G dagi dek; HX_{sol} – solishtirma hisobiy xarajatlar:

$$HX_{sol} = R_O a_G + I \quad (8.29)$$

GES quvvati KES quvvati o'rini qoplasa hisobiy xarajatlar iqtisodi

$$\Delta HX_E = (R_O a_T + I_T) \Delta N_G + S_b \Delta E_T \quad (8.30)$$

bu yerda, a_T – KES qo'shimcha 1kvt nominal quvvati solishtirma xarajatlari (podstansiya va EUL kapital sarfi bilan); I_T – a_T ga mos yillik chiqimlar (yoqilg'i chiqimisiz); sum; S_b – 1 kVt. s energiya ishlab chiqarishga yoqilg'i tashkil etuvchisi

$$S_b = VS$$

bu yerda, V – yoqilg'i solishtirma sarfi, kg/kVt·soat;

S – yoqilg'i bahosi, so'm/kg.

(8.29) va (8.31) tenglamalar o'ng tomonlari tengligi shartidan va hamma hadlarini ΔN_G ga bo'lib GES optimal quvvatini iqtisodiy asoslashning asosiy bog'lanishini topamiz:

$$R_{OaG} + I_G \equiv S(R_{OaT} + I_T) + \emptyset S_b t_b \quad (8.31)$$

bu yerda, $t_b = \frac{\Delta E_G}{\Delta N_G}$ – 1kvt qo'shimcha quvvatdan foydalanish soati (IESda yoqilg'i iqtisodi hisobida).

Aniq sharoitlarda GES nominal quvvatini asoslashda, unda qulaylik bo'lishi uchun quyidagi uchta holat bo'lishi shart:

- 1) ta'minlangan pik quvvat;
- 2) mavsumiy dublyor quvvat;
- 3) EET da remont rezervi.

Nazorat savollari

1. Hidroenergetik qurilmalarda kapital mablag'lar deb nimaga aytiladi?
2. Hidroenergetik qurilmalarda yillik chiqimlar deb nimaga aytiladi?
3. Hidroenergetik qurilmalarda mahsulot tannarxi deb nimaga aytiladi?
4. Investitsiya umumiy hajmi qanday aniqlanadi?
5. Rentabellik koeffitsiyenti deb nimaga aytiladi?
6. Solishtirma kapital sarf deb nimaga aytiladi?
7. GES va GAES nominal quvvatlarini tanlash qanday amalga oshiriladi?
8. Siqib chiqaruvchi quvvat deb nimaga aytiladi?
9. Dublyor quvvat deb nimaga aytiladi?

XULOSA

Hozirgi davrda energetik resurslarning insoniyat hayotida va ishlab chiqarish jarayonidagi o'rni beqiyosdir. Shuning uchun qayta tiklanuvchan energiya manbalari ichida eng ko'p ishlatilayotgan gidravlik energiyaga e'tibor qaratish, uni rivojlantirish qayta tiklanmaydigan energetik manbalar (ko'mir, neft, gaz va b.)ni ishlatilishini cheklash atrof-muhit muhofazasiga ulkan hissa qo'shadi.

Suv energiyasidan keng miqyosda foydalanish tabiiy boyliklarni optimal ishlatib sotsial-iqtisodiy jihatdan mamlakatni rivojlantirishni nazarda tutadi.

Gidroenergetik qurilmalar (GES, GAES, STES) elektroenergetika tizimida eng asosiy o'rinni egallaydi, chunki ularda energotarmoq yuklanishini tezda qoplash imkoniga ega maneverchan gidroagregatlar ishlatiladi.

O'zbekiston qishloq va suv xo'jaligi tizimida hamda energetika tarmog'i foydalaniladigan issiqlik elektr stansiyalari va boshqa iqtisodiyot sohalarini suv bilan ta'minlashda GEQlarning eng ko'p tarqalgan turi nasos stansiyalarining o'rni nihoyatda kattadir.

Suv manbalaridan kompleks foydalanilganda hamma suvdan foydalanuvchilar va suv iste'molchilari qiziqishini zamonaviy texnik-iqtisodiy, sotsial-ekologik nuqtayi nazardan qarash kerak bo'ladi.

Ilmiy-texnik taraqqiyot davom etayotgan XXI asrda bu darslikda keltirilgan ma'lumotlar kengayishi, ko'paytirilishi mumkin. Ma'ruzalarda talabalarga ana shunday yangiliklar, gidroenergetikadagi muvaffaqiyatlar to'g'risida axborot berib boriladi. Darslikdan tashqari talabalar internet yangiliklari, maxsus jurnallar bilan tanishib borishlari lozim.

GEQ darsligidan olinadigan bilimlarni talabalar gidroenergetik obyektlarni amaliy loyihalash, qurish va ekspluatatsiya qilish sharoitlarida qo'llaydi deb umid bildiramiz.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Bakiyev M., Nosirov B., Xo'jaqulov R. Gidrotexnika inshootlari. O'quv qo'llanma. –T.: O'MKTM, «Bilim» nashriyoti, 2004.
2. Vasilev Yu.S., Muhammadiyev M.M., Tashmatov X.K. Gidroenergetik obyektlar ekologiyasi. O'quv qo'llanma. ToshDTU, 2004.
3. Василев Ю.С., Саморуков И.С., Хлебников С.Н. Основное энергетическое оборудование гидроэлектростанций. Учебное пособие. Изд. СПбГТУ, 2002.
4. Васильев Ю.С., Претро Г.А. Гидроаккумулирующие электростанции. Учебное пособие. – Л.: ЛПИ, 1984.
5. Гидроэнергетические установки: Учебник для вузов/ Под ред. Д. С. Щавелева. 2 – е изд. переработ. и доп. – Л.: Энергоиздат, 1981. – 520 с., ил.
6. Гидроэлектрические станции: Учебник для вузов/Под ред. В.Я. Карелина, Г.И. Кривченко. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 464 с.
7. Елистратов В.В. Гидроэлектростанции малой мощности. Уч. пособие. –СПб.: Изд. Политехника, 2004.
8. Использование водной энергии: Учебник для вузов/ Под ред. Ю.С. Васильева. – СПб: Энергоатомиздат, 1995.
9. Насосы и насосные станции: Учебник для вузов/ Под ред. В.Ф. Чебаевского. – М.: Колос, 1990.
10. Лысов К.И., Григорьев К.Т. Насосы и насосные станции. – М.: Колос, 1977.
11. Muhammadiyev M.M., Urishev B.U. Nasos stansiyalarni loyihalash: O'quv qo'llanma. –T.: TDTU, 1997.
12. Muhammadiyev M.M., Urishev B.U. va boshqalar. Gidrotexnik inshootlarni loyihalash: O'quv qo'llanma. –T.: TDTU, 1997.
13. Muhammadiyev M.M., Urishev B.U. va boshqalar. Gidroenergetik qurilmalar: O'quv qo'llanma. –T.: ToshDTU, 2007.
14. Мухаммадиев М.М. и Потоенко К.Д. Возобновляемые источники энергии. Учеб.пособ., ТашГТУ, 2005.
15. Muhammadiyev M.M., Nizamov O.X. Gidroturbinalar. O'quv qo'llanma. –T.: ToshDTU, 2006.
16. Непорожний П.С., Обрезков В.И. Гидроэлектроэнергетика: Учеб. пособие. –М.: Энергоиздат, 1982.
17. Проектирование насосных станций и испытание насосных установок/ Под ред. В.Ф. Чебаевского. – М.: Колос, 1982.

18. Потапов В.М., Ткаченко П.Е., Юшманов О.А. Использование водной энергии. – М.: Колос, 1972.
19. Турк В.И., Минаев А.В., Карелин В.Я. Насосы и насосные станции: Учебник для вузов. – М.: Стройиздат, 1977.
20. Чугаев Р.Р. Гидравлика – Л.: «Энергия», 1971.
21. <http://www.gidrav1.narod.ru>
22. <http://www.ges.ru>
23. <http://www.nasos.ru>
24. <http://www.allpumping.ru>
25. <http://tstu.uz>

MUNDARIJA

KIRISH.....	3
1 BO'LIM. GIDROENERGETIKA VA SUV XO'JALIGI. SUV RESURSLARIDAN MUKAMMAL FOYDALANISH	
1.1. Suv manbalari va suv oqimi energiyasi.	8
1.2. Suv manbalari va ulardan kompleks foydalanish	10
1.3. Suv omborlari va ularning parametrlari	15
1.4. Suv miqdorini yillik va ko'p yillik tartibga solish hisoblari..	18
1.5. Suv miqdorini tartibga solishda dispetcherlik grafiklari	24
 2 BO'LIM. GIDROENERGETIKA QURILMALARI TURLARI VA SUV ENERGIYASIDAN FOYDALANISH	
2.1. GEQlarning turlari	26
2.2. GEQlarning asosiy parametrlari.	30
2.3. Suv energiyasidan foydalanish sxemalari.	39
2.4. Nasos stansiyalari va GAESning asosiy sxemalari	43
2.5. GEQlarida energiya olish texnologik jarayonining umum- lashgan modeli.....	46
2.6. GEQlarning energetika tarmog'idagi ishi	50
2.6.1. Elektroenergetika tarmoqlari, ularning tuzilishi va yuklanish grafiklari	50
2.6.2. Elektr stansiyalari tarkibi va ularning manevrchanligi (talabga mos holda tez o'zgaruvchanligi.....	51
2.6.3. Elektr yuklanish grafiklari	53
2.6.4. Sutkalik yuklanish grafigining tahliliy egri chizig'i	54
2.6.5. Energotarmoqda GES lardan rezerv sifatida foydalanish..	55
2.7. GESning sutkalik va haftalik ish rejimlari	56
2.7.1. Daryoda ortiqcha suv kuzatilganda GESning sutkalik ish rejimi	56
2.7.2. Cheklanmagan sutkalik taqsimlanishdagi GESning ish rejimi	57
2.7.3. Suv hajmi cheklanganda GESning sutkalik ish rejimlari ...	59
2.7.4. Suv manbalarini kompleks ishlatishda GESning sutkalik ish rejimlari	61
2.8. Haftalik taqsimlash usuli	63
2.9. GAES va NSlarning sutkalik ish rejimlari	63

3 BO'LIM. GIDROENERGETIK QURILMALARNING JIHOZLARI

3.1. Gidravlik turbinalar. Gidroturbinalarning sinfiy guruhlari, tuzilishi asosiy parametrlari va xarakteristikalar.	65
3.1.1. Gidravlik turbinalarning sinfiy guruhlari.	65
3.1.2. Gidroturbinalar tuzilishi.	66
3.1.3. Gidravlik turbinalarning asosiy parametrlari.	70
3.1.4. Gidroturbinalar xarakteristikalar.	72
3.1.5. Gidroturbinalarda suv oqim harakati	75
3.1.6. Gidravlik turbinalarning asosiy tenglamasi.	78
3.1.7. Gidroturbinalarni modellash. O'xshashlik mezonlari.	81
3.1.8. O'xshashlik tenglamalari. Gidroturbinaning ko'rsatkichlarini qayta hisoblash formulalari.	83
3.2. Nasoslar.	87
3.2.1. Nasoslarning turlari va asosiy ko'rsatkichlari.	87
3.2.2. Parrakli nasoslar, ularning turlari va tuzilishi.	90
3.2.3. Parrakli nasoslarda oqim harakati.	94
3.2.4. Parrakli nasoslarning asosiy tenglamasi	97
3.2.5. Nasoslarni modellash. Nasoslar ko'rsatkichlarini qayta hisoblash formulalari.	99
3.2.6. Nasoslarda kavitatsiya hodisasi va ularning chegaralangan so'rish balandligini aniqlash.	100
3.2.7. Nasoslarning xarakteristikalar.	102
3.2.8. Nasos ish rejimini rostdash usullari.	105
3.2.9. Nasoslarning birgalikdagi ishi	107
3.2.10. Nasoslarning boshqa turlari	109
3.2.11. Nasos stansiyalarida nasoslarni tanlash	113
3.2.12. Nasoslar sonini aniqlash.	114
3.2.13. Nasoslar markasini aniqlash.	115
3.3. GEQlarning elektroenergetik jihozlari.	116
3.3.1. Gidrogenatorlar, ularning ko'rsatkichlari, turlari va tuzilishi.	116
3.3.2. Transformatorlar, ularning turlari va asosiy parametrlari.	119
3.3.3. Elektr ulash sxemalari.	120
3.3.4. Nasos stansiyalarning elektroenergetik jihozlari.	122
3.4 GEQlarning yordamchi jihozlari.	123
3.4.1. GESning yordamchi jihozlari va ularning turlari.	123
3.4.2. Nasos stansiyasining yordamchi jihozlari.	126

4 BO‘LIM. GIDROENERGETIK QURILMALARNING INSHOOTLARI TARKIBI

4.1. GESning inshootlari tarkibi va joylashishi.	129
4.1.1. GES gidrouzeli tarkibiga kiruvchi inshootlar	130
4.1.2. Daryo o‘zani GES lari komponovkasi	133
4.1.3. To‘g‘on orti GESlari.	135
4.1.4. Derivatsion GESlar komponovkasi.....	138
4.2. Nasos stansiyalarining sinfiy guruhlari.....	139
4.3. GEQlarining derivatsion kanallari.....	141
4.3.1. Kanallarning asosiy vazifalari.....	141
4.3.2. Kanal trassasini tanlash.....	142
4.3.3. Kanallardagi ruxsat etilgan suv tezligi	144
4.3.4. Derivatsion kanallarni gidravlik hisoblash	145
4.3.5. Kanallarda suvning yo‘qolishi va ularni kamaytirish choralari.....	147
4.3.6. Derivatsion kanalning energoiqtisodiy hisoblari	149
4.4. GEQlarining bosim quvurlari	153
4.4.1. Turbina quvurlari xillari va gidroagregatlarga suv keltirish sxemalari ..	155
4.4.2. Ochiq po‘lat quvurlar	157
4.4.3. Quvurga va uning tayanchiga ta’sir qiluvchi kuchlar.....	158
4.4.4. Po‘lat quvurlarning mustahkamligini hisoblash asoslari...	160
4.4.5. Po‘lat-temir-beton quvurlar.....	162
4.4.6. Quvur tayanchlari	162
4.4.7. Turbina quvurlari parametrlarini texnik-iqtisodiy asos- lash qoidalari	163
4.4.8. Turbina quvuridagi hisobiy o‘rtacha kubik suv sarfini aniqlash.....	165
4.4.9. Quvur diametrini aniqlashni texnik-iqtisodiy asoslash uslubini.....	167
4.5. GEQlarining tenglagich rezervuarlari (TR)	170
4.5.1. Tenglagich rezervuarlarni qo‘llashning shartlari va vazifasi	170
4.5.2. Tenglagich rezervuarlarning turlari.	173
4.5.3. TRlar parametrlarini aniqlash	176
4.5.4. Tenglagich rezervuarlarda suv sathi o‘zgarishining asosiy tenglamasi	177
4.5.5. «Suv ombori - derivatsiya-tenglagich rezervuar» tarmog‘idagi suv massasi tebranishi	179

4.5.6. Tenglagich rezervuardagi tebranishlar turg'unligi	180
4.5.7. Alohida GES ishining kichik boshlang'ich tebranishdagi turg'unligi.....	181
4.5.8. Derivatsiya tarmog'idagi tenglagich rezervuarlar va bir necha rezervuarlarning birgalikdagi ishi	182
4.6. GES va GAESning gidrotexnik tunnellari	183
4.6.1. Gidrotexnik tunnellarning turlari.	183
4.6.2. Derivatsion tunnel yo'lini tanlash	185
4.6.3. Gidrotexnik tunnellarning ichki qismini mahkamlash.	185
4.6.4. Derivatsion tunnel parametrlarini tanlash gidravlik va iqtisodiy hisoblash.....	186
4.7. GEQ larning bosim havzalari.	189
4.7.1.GEQ larning bosim havzalari jihozlari va inshootlari kom- ponovkasi	189
4.7.2.Bosim havzasi gidravlik hisoblari	190
4.7.3. Sutkalik tartibga solish bosim havzalari	191

5 BO'LIM. GIDROENERGETIK QURILMALAR BINOLARI

5.1. Hidroelektr stansiyasi binolari.	194
5.1.1. O'zanda joylashgan GES binosi	195
5.1.2. To'g'onli GES binolari.	196
5.1.3. Derivatsiya GESi binosi	197
5.1.4. GES binosi hisoblari va loyihalashning asosiy masalalari.	198
5.2. Nasos stansiyasi binolari.	201
5.2.1. Yer ustida joylashgan nasos stansiya binosi	201
5.2.2. Yarmi yer ostida joylashgan nasos stansiya binosi.	201
5.2.3. Blokli nasos stansiya binosi.	202
5.2.4. Nasos stansiya binosini loyihalashning texnik shartlari va qoidalari	203
5.2.5. Nasos stansiya binosining gorizontal tekislikda joylashish shartlari (planda)	204
5.2.6. Nasos stansiya binosining vertikal tekislikda joylashish shartlari.....	206
5.2.7. Nasos stansiyasining ichki bosim kommunikatsiyalari ...	208

6 BO'LIM. GIDROENERGETIK QURILMALARDAN FOYDALANISH

6.1. GEQ lardan foydalanishning asosiy masalalari.	211
6.2. Gidrotexnik inshootlar va bosim quvurlaridan foydalanish.	213
6.3. Jihozlar va inshootlarni ta'mirlash.	214
6.4. Gidroenergetik qurilmalardan foydalanishda agregatlarning ish rejimining o'zgarishi jarayonlari	215
6.5. Gidroenergetik qurilmalarda gidravlik zarba	220
6.5.1. Gidravlik zarbaning fizik asoslari	220
6.5.2. Gidravlik zarbaning asosiy tenglamasi. Quvurning birinchi xarakteristikasi.....	221
6.5.3. Gidravlik zarbaning oldini olish usullari	223

7 BO'LIM. KICHIK GIDROENERGETIK QURILMALAR

7.1. Kichik GESlar sinfiy guruhlari.	226
7.2. Kichik GESlar sxemasi va ularning asosiy parametrlarini aniqlash.....	227
7.2.1. Kichik GESlarda suv oqimi energiyasidan foydalanish sxemalari	227
7.2.2. Kichik GESlar energetik ko'rsatkichlari	231
7.3. Kichik GES iqtisodiy samaradorligi.	232
7.3.1. Kichik GESlar texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari	232
7.3.2. MikroGES qurilishining moliyaviy sharoitlari va ularning narx ko'rsatkichlari	240
7.4. Kichik GESlarning asosiy texnologik jihozlari.	242
7.5. Gidroturbina turlari va ularning asosiy parametrlari	249
7.6. Kichik GES generatorlari va ularning asosiy parametrlari....	254
7.7. Jahonda kichik GESlarni rivojlantirishning hozirgi zamon an'analari	257

8 BO'LIM. GIDROENERGETIK QURILMALARNING TEXNIK- IQTISODIY HISOBLARI

8.1. Gidroenergetik qurilmalarda kapital mablag'lar, yillik chiqimlar, mahsulot tannarxi tushunchalari	260
8.2. Kapital mablag'larning umumiy iqtisodiy samaradorligi...	262
8.3. Iqtisodiy samaradorlikni taqqoslash usuli	263
8.4. Gidrouzel parametrlarini asoslash va GES samaradorligini aniqlash	264

8.5. Gidrouzel normal suv sathini tanlash.....	266
8.6. GES va GAES nominal quvvatlarini tanlash asoslari	267
8.7. GES ning ta'minlangan siqib chiqaruvchi va dublyor (zaxira) quvvati	267
Xulosa	270
Foydalanilgan adabiyotlar	271

M.M. MUXAMMADIYEV, B.U. URISHEV

GIDROENERGETIK QURILMALAR

Toshkent – «Fan va texnologiya» – 2013

Muharrir:	M.Hayitova
Tex. muharrir:	M.Holmuhamedov
Musavvir:	E.Majidov
Musahhih:	F.Ismoilova
Kompyuterda sahifalovchi:	N.Hasanova

**Nashr.lits. AIN№149, 14.08.09. Bosishga ruxsat etildi: 17.04.2013.
Bichimi 60x84 ¹/₁₆. «Times Uz» garniturası. Ofset usulida bosildi.
Shartli bosma tabog‘i 17,75. Nashr bosma tabog‘i 17,5.
Tiraji 200. Buyurtma № 40.**