

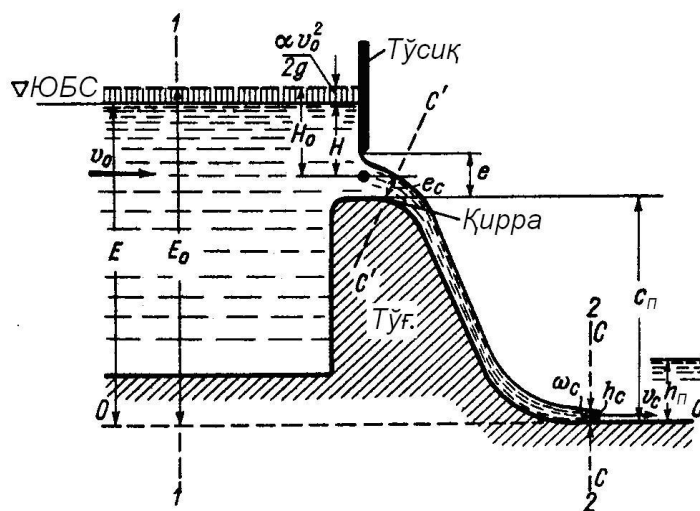
XIII BOB

TO‘G‘ON QURILGANDA BEFLARNING TUTASHISHI

13. 1. BEFLARNI TUTASHISHIDAGI MAVJUD SXEMALAR VA REJIMLAR

Inshoatning yuqori befdagi suv oqimi suv o‘tkazgichdan oshib tushayotganda yoki gidrotexnik inshoatda qurilgan suv chiqarish inshoati kirish qismida sarfni rostlash yoki ma’lum miqdordagi suv sarfini o‘tkazish uchun qo‘llaniladigan harakatchan to‘siqlar ostidan o‘tayotgan tranzit oqimchalar. Gidrotexnik inshoatlar pastki befidagi suv oqimi bilan birlashishi bu beflar tutashishi deb yuritiladi. Oqim yuqori befdan pastki befga to‘g‘on orqali oqib tushayotganda quyidagi uch xil vaziyatda harakatlanishi mumkin:

1. To‘g‘on ustiga o‘rnatilgan T to‘siq ostidan oqimning oqib chiqishi (13. 1-rasm);
2. Oqimning to‘g‘on ustidan oqib tushishida (harakatlanuvchi to‘siq butunlay ochiq, 13. 2-rasm);
3. Inshoat tubida suv bilan aralashgan loyqa chiqishiga mo‘ljallangan tirqishdan oqimning oqib o‘tishi. Bunday holat harakatlanuvchi to‘siq ko‘tarilganda, uning ostidan oqim harakatlana boshlaganda kuzatiladi (13. 3-rasm).



13. 1-rasm. Beflar tutashgandagi umumiy holat.

Toʻsiq toʻgʻondan oldinda turibdi

Umuman, shuni taʻkidlash kerakki, oqimning 13. 2 va 13. 3-rasmlardagi harakatlarini 13. 1-rasmdagi oqim harakatining hususiy holati deb qabul qilish mumkin.

Endi quyidagi qoʻshimcha kattaliklar bilan tanishamiz: E – pastki bef tubidan yuqori befdagi suv sathigacha boʻlgan balandlik; E_0 – shu balandlikning yaqinlashish tezligini hisobga olgan holatdagi kattaligi.

$$E_0 = E + \frac{\alpha v_0^2}{2g} \quad (13. 1)$$

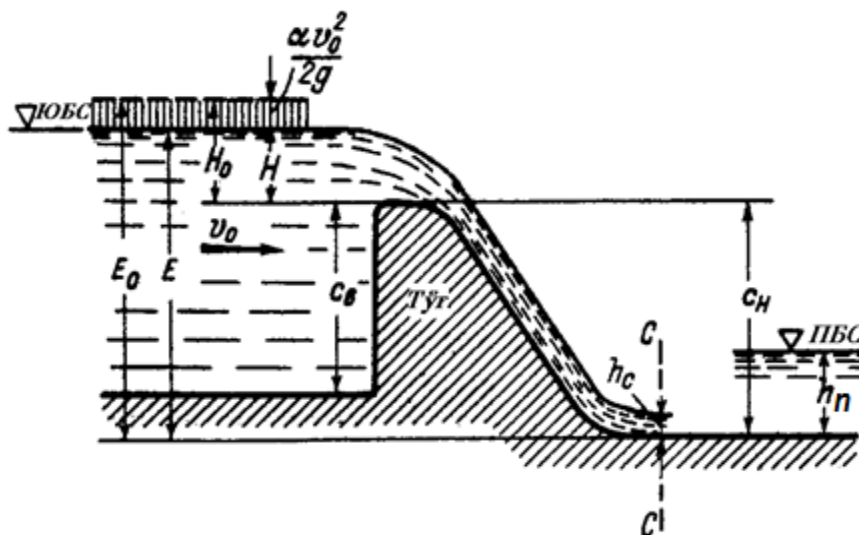
bunda E_0 – pastki bef tubiga nisbatan *suvning toʻliq energiyasi*; h_c – siqilgan chuqurlik, bu chuqurlik S-S kesimda mavjud boʻladi. (13. 1, 13. 2 va 13. 3-rasmlar).

Toʻgʻonning pastki befidagi oqim chuqurligi h_n deb belgilanadi. Beflar tutashishining gidravlik hisobi bajarilganda bu kattalik gidrometrik oʻlchovlar natijasida qurilgan pastki befdagi kanalning (h_n) chuqurligini sarfiga bogʻliqligi ($h_n = f(Q_{\text{IB}})$) grafigiga asosan aniqlanadi.

Bundan tashqari, bu hisoblarni bajarishda quyidagilar malum boʻladi:

1. Yuqori befdagi suv sathi balandligi belgisi (∇YUBSS);

2. To'g'ondagi qirqimlar o'lchamlari, ularning to'g'ondagi joylashishi, bu qirqimlar supalarining joylashish balandligi belgilari (qarang 12. 23 chizma);
3. Yuqorida qayd etilgan grafik ($h_n = f(Q_{\text{IIB}})$);



13. 2-rasm. Beflar tutashgandagi hususiy holat.

To'siqsiz to'g'on

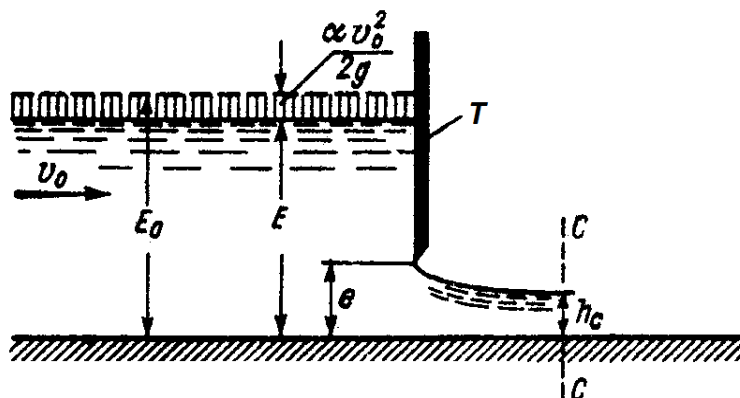
4. Inshoatning yon atrofidagi majmualar (masalan, gidroelektrostansiya) dan tashlanayotgan oqim sarflari miqdori haqida ma'lumot;
5. Pastki bef tubi balandligining belgisi.

To'g'onning pastki befini loyihalashtirishdagi asosiy vazifalar:

- a) pastki bef suv sathi bilan tutashuvchi oqimchanning erkin sirti shaklini aniqlash;
- b) pastki befda quriladigan turli inshootlarga (o'zanni mustahkamlash uchun oqimning harakatini boshqarish va energiyasini so'ndirish uchun) oqim ta'sirini aniqlash;
- c) inshootdan keyingi oqimning yuvilish qobiliyatini aniqlash;

Bu muammolarni to'g'on to'sig'ining turli vaziyatlardagi holati uchun aniqlashga to'g'ri keladi, chunki ekspluatatsiya sharoitlari shuni taqozo etadi.

To'siqning ochilish darajasiga qarab, pastki befga tashlanadigan oqim sarfi o'zgarganligi sababli, ta'kidlash mumkinki, bu ochilishning har bir vaziyatiga ma'lum kattalikdagi pastki bef chuqurligi h_n mos keladi.



13. 3-rasm. Beflar tutashgandagi hususiy holat. To'siq ostidan oqimchanning oqishi

Pastki befda o'zanning kengligi to'g'onning suv oqimi tushayotgan qirqimga nisbatan nihoyatda kengligi sababli, (to'g'ondan tushayotgan kesimga nisbatan) oqim harakati fazoviy, ya'ni uch o'lchamli ko'rinishda o'zgaradi. Bunda fazoviy ko'rinishdagi gidravlik sakrash jarayoni ro'yberishi mumkin. Ma'lum bir sharoitlarda transit oqimchanning to'g'ri yoki egri chiziqli yo'nalishida q solishtirma suv sarfi miqdori bilan xarakterlanuvchi uzilishi (barqaror va beqaror) paydo bo'lishi mumkin.

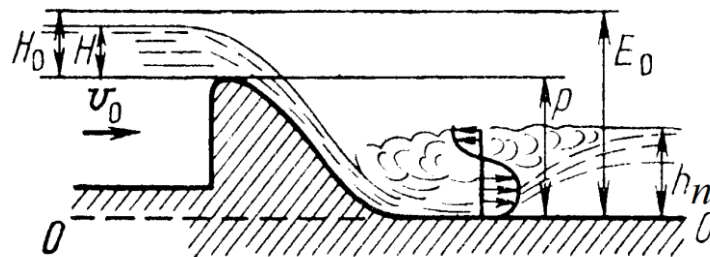
Agar to'g'on balandligi sezilarli darajada yuqori bo'lib, oqimning tushish tezligi kata bo'lsa, ($40 \div 50 \text{ m/s}$) bunday harakatlanishda *aeratsiya* xodisasi ro'y berishi mumkin. Ya'ni suv oqimi havo bilan aralashgan holatda harakatlanadi. Ma'lum bir uchastka uzunligida suv emas, suv-havo aralashmasi harakatlanishi mumkin.

Bunday katta tezlikka ega bo'lgan oqim inshoatning tugash qismida *kavitatsiya* jarayonini vujudga keltiradi. Bu jarayoninshoatni *kavitatsion emirilishiga* olib kelishi mumkin.

Gidrotexnik inshootning yuqori befidan oqib tushayotgan oqim bilan pastki befi chiqish kanalidagi suv oqimlari o‘zaro quyidagi uch rejimda tutashishi mumkin.

1. Tubga yaqin harakatlanish rejimi

Tranzit oqimcha pastki bef o‘zani tubiga yopishib harakatlanadi va tezlikning chuqurlik bo‘yicha taqsimlanishi tubga yaqin sohada maksimal qiymatga ega bo‘ladi (13. 4-rasm);



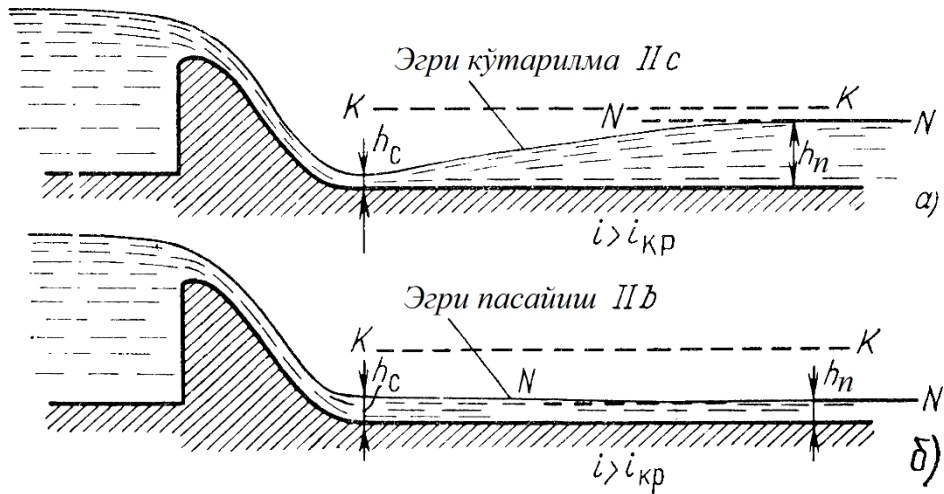
13. 4-rasm. Tubga yaqin harakatlanish rejimi

Tubga yaqin harakatlanish rejimini amaliy profilli suv o‘tkazgichdan oshib tushayotgan tranzit oqimchanning to‘g‘ri nishabli o‘zandagi oqim bilan tutashishini qarab chiqamiz:

Suv o‘tkazgich ortida siqilgan kesimda shovqinli holatda harakatlanadi, ya’ni $h_c < h_k$, $\Pi_{k.э.} > 1,0$

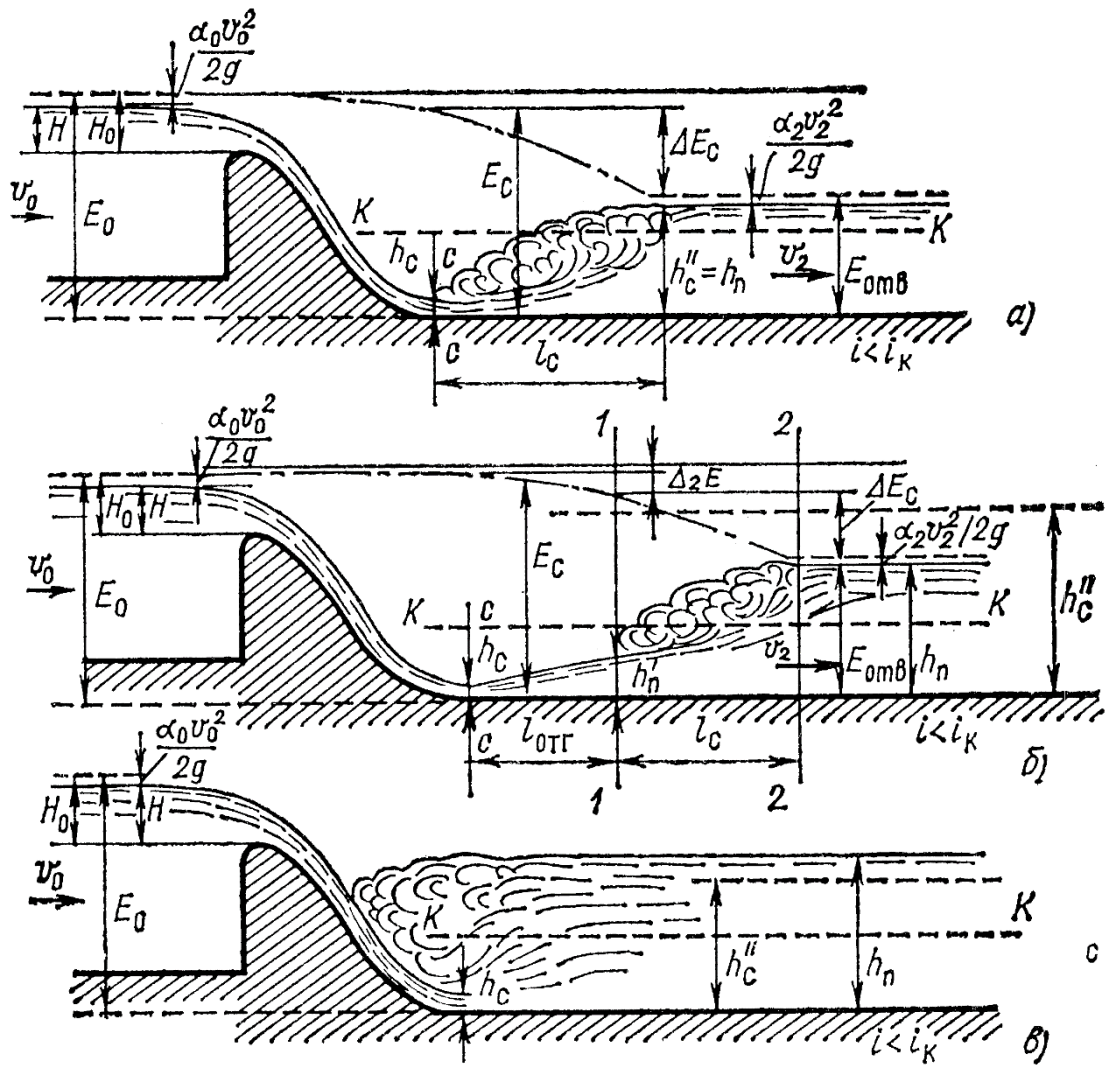
Oqim ikki xil holatda bo‘lishi mumkin:

- $i > i_k$ bo‘lganda, oqim shovqinli harakat holatida bo‘ladi, ya’ni $h_c = h_n < h_k$ (13. 5-rasm);



13. 5-rasm. Shovqinli harakat

- $i < i_{\kappa}$ bo'lganda, oqim sokin harakat holatida bo'ladi, ya'ni $h_c = h_n > h_{\kappa}$ (13. 6-rasm).



13. 6-rasm. Sokin harakat

Bunda oqim holati gidravlik sakrash shaklida o'zgaradi (13. 6-rasm). Gidravlik sakrash shakli oqimning kinetiklik parametri bilan aniqlanadi. Gidravlik sakrash tutash chuqurligi va kinetiklik parametri qiymati noma'lum bo'lganligi sababli, GTI pastki befida $P \leq 0,375$ – to'liq amalga oshgan gidravlik sakrash uchun va $P \geq 0,375$ – to'liqinsimon gidravlik sakrashlar uchun qabul qilinadi.

Gidravlik sakrashning joylashgan vaziyati (h_c'') gidravlik sakrash ikkinchi tutashchuqurligining GTI pastki befi chiqish kanalidagi suv oqimi chuqurligi (h_n) bilan munosabatiga bog'liq bo'ladi:

a) agar ($h_c'' = h_n$) bo'lsa, gidravlik sakrash siqilgan kesimda amalga oshadi (13. 6, a-rasm). Bunda oqimning siqilgan kesimdagi to'liq solishtirma energiyasi (E_c) GTI pastki befdagi chiqish kanalida harakatlanayotgan oqim to'liq solishtirma energiyasi (E_{kanal})dan gidravlik sakrash amalga oshganda yo'qoladigan energiyaga teng miqdordagi kattalikka farqlanadi, ya'ni

$$(E_{kanal} = E - \Delta E_f^{z.c.}) \quad (13. 2)$$

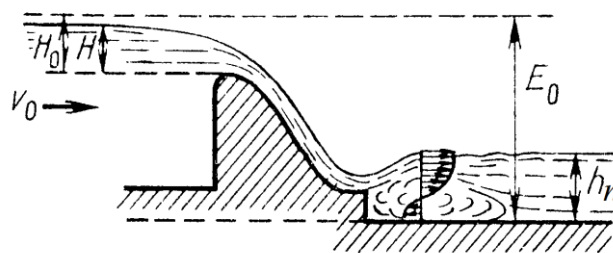
b) agar ($h_c'' > h_n$) bo'lsa, ta'kidlanganidek uzoqlashgan gidravlik sakrash amalga oshib, (13. 6, b-rasm), ular o'zaro tenglashgan kesimda gidravlik sakrash boshlanadi. Bunda oqim gidravlik sakrash amalga oshganda yo'qoladigan energiyadan ko'p qo'shimcha energiya (ΔE_κ) ga ega bo'lib, bu kattalik gidravlik sakrash boshlanadigan kesimgacha bo'lgan masofada qarshilikni engishga sarflanadi, ya'ni

$$(E_{kanal} = E - \Delta E_f^{z.c.} - \Delta E_\kappa) \quad (13. 3)$$

Bu qo'shimcha energiya qancha katta qiymatga ega bo'lsa, gidravlik sakrash uzoqlashish sohasidagi oqimning ko'tariluvchi sath egriligi shunga mos ravishda uzun bo'ladi. Sath egriligi uzunligi notekis harakatdagi sath egriligi uzunligini aniqlashdagi kabi aniqlanishi mumkin;

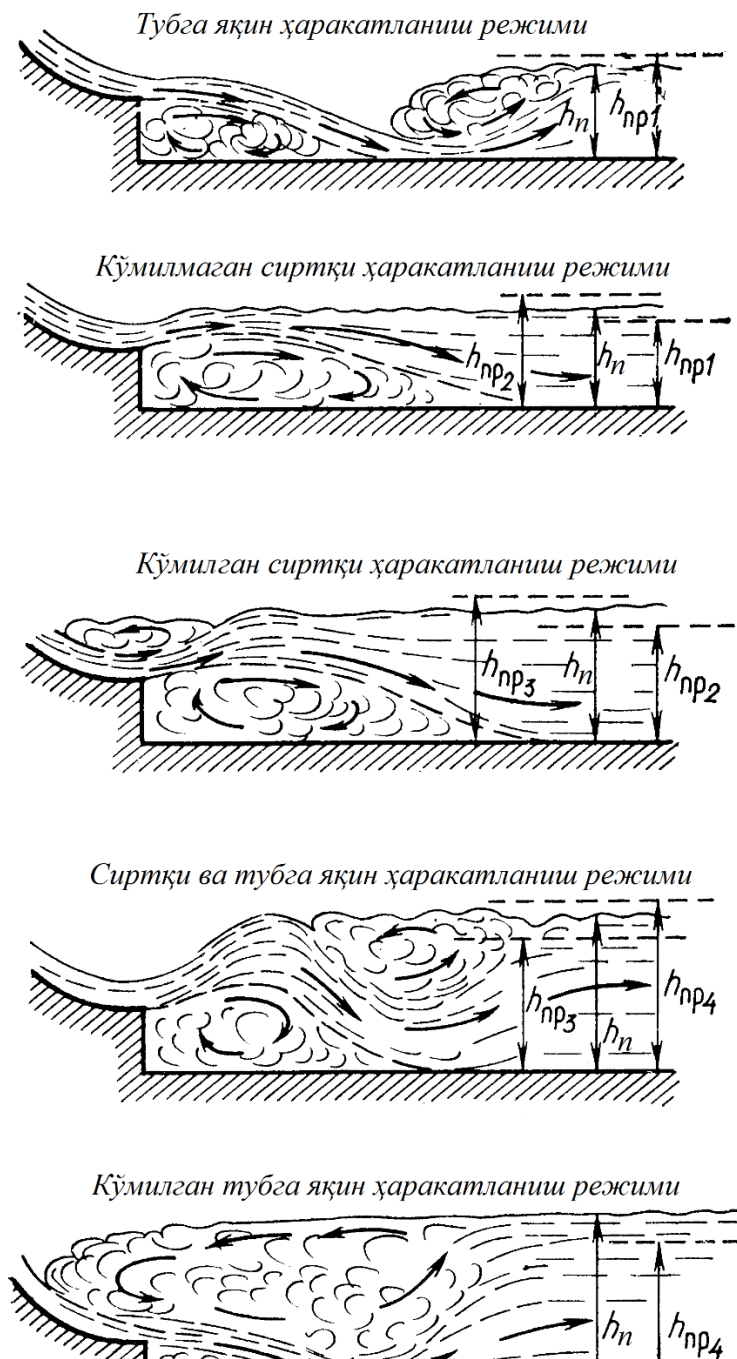
c) agar ($h_c'' < h_n$) bo'lsa, taqalgan gidravlik sakrash amalga oshadi (13. 6, v-rasm). Bunda gidravlik sakrash ko'milgan bo'ladi.

2. Sirtqi harakatlanish rejimi (13. 7-rasm). Tranzit oqimcha pastki befdagi oqim sirtida yoki unga yaqin sohada harakatlanadi va tezlikning vertikal bo'yicha taqsimlanishi sirtqi sohada maksimal qiymatga ega bo'ladi;



13. 7-rasm. Sirtqi harakatlanish rejimi

3. Kombinatsiyalashgan sirtqi va tubga yaqin harakatlanish rejimi. (13. 8-rasm). Tranzit oqimcha pastki befga yaqin sohada sirtqi rejimda harakatlansa, oqim bo‘ylab pastga harakatlanadi, bunday rejimning bir necha ko‘rinishlari 13. 8-rasmda keltirilgan.



13. 8-rasm. Kombinatsiyalashgan sirtqi va tubga yaqin harakatlanish rejim

Yuqorida tanishgan vaziyatlar uchun to'g'onlarni loyixalashda to'liq nazariyani hisobga olib, to'g'onlarning gidravlik hisobini bajarishning imkoniyati yo'q. Shu sababli, nihoyatda ma'suliyatli inshootlarni loyixalashtirishda maxsus laboratoriyalarda tajribalar o'tkazishga to'g'ri keladi.

Biz quyida pastki beflar tutashishining faqat nazariy asoslarini o'rganamiz. Qolgan barcha inshootlarni loyixalashtirish bilan bog'liq muammolar «Gidrotexnik inshootlar qurilishi» kursida batafsil o'rganiladi.

13. 2. OQIMNING SIQILGAN KESIMDAGI CHUQURLIGINI ANIQLASH

Beflarning gidravlik hisobini bajarishda, asosiy muammolardan biri bu h_c siqilgan chuqurlik kattaligini aniqlashdir (13. 1, 13. 2-rasmlar). Agar to'g'onning nishabligi kichik hamda to'g'ri chizikli bo'lganda edi, h_c kattalikni oqimning notekis harakati tenglamasi yordamida oson aniqlash mumkin bo'lar edi. Lekin to'g'onning suv oqib o'tadigan qismi nishabligi katta va egri ko'rinishda bo'lganligi sababli, h_c chuqurlikni aniqlash ancha murakkabroq.

Buning uchun pastki befdagi o'zan tubidan o'tuvchi 00 tekislikni tanlab olib (13. 1-rasm), 1-1 va 2-2 kesimlar o'tkazamiz. Bunda 1-1 kesim yuqori befdagi oqim harakati tekis o'zgaruvchan bo'lgan vaziyatda o'tkazilsa, 2-2 kesim siqilgan kesimdan o'tkaziladi. 1-1 va 2-2 kesimlar uchun 00 tekislikka nisbatan Bernulli tenglamasini yozamiz. Bunda 1-1 kesimdan 2-2 kesimgacha oqim naporining yo'qolishini

$$h_f = \zeta \frac{v_c^2}{2g} \quad (13. 4)$$

ko'rinishda qabul qilamiz. Bunda v_c – siqilgan kesimdagi o'rtacha tezlik, ζ – qarshilik koeffitsienti.

$$E_0 = h_c + \frac{v_c^2}{2g} + \zeta \frac{v_c^2}{2g} = h_c + (1 + \zeta) \frac{v_c^2}{2g} \quad (13. 5)$$

$$E_0 - h_c = (1 + \zeta) \frac{v_c^2}{2g} \quad (13.6)$$

$$v_c = \frac{1}{\sqrt{1 + \zeta}} \sqrt{2g(E_0 - h_c)} \quad (13.7)$$

bunda

$$\frac{1}{\sqrt{1 + \zeta}} = \varphi_c \quad (13.8)$$

bunda φ_c – inshoot yaqinida napor yo‘qolishini hisobga oluvchi tezlik koeffitsienti

$$(I) \quad \boxed{v_c = \varphi_c \sqrt{2g(E_0 - h_c)}} \quad (13.9)$$

Yana yozishimiz mumkinki:

$$(II) \quad v_c = \frac{Q}{\omega_c} \quad (13.10)$$

bunda ω –siqilgan kesimdagi oqim yuzasi,

$$\omega_c = f(h_c) \quad (13.11)$$

(I) va (II) ifodalar v_c va h_c parametrlar noma’lum bo‘lgan ikki noma’lumli tenglamalar sistemasidir. Ularni birgalikda echish bilan h_c kattalikni topishimiz mumkin. Bu tenglamalar sistemasi pastki befda o‘zan kesimining ixtiyoriy shakli uchun bo‘lib, agar kesim shakli to‘g‘ri to‘rtburchak yoki trapetsiya ko‘rinishda bo‘lsa, birmuncha soddalashishi mumkin.

1⁰. Agar pastki befda o‘zan kesimi shakli trapetsiya ko‘rinishida bo‘lsa, u holda

$$\omega_c = h_c(b + mh_c) \quad (13.12)$$

bunda m – o‘zanning qiyalik koeffitsienti; b – o‘zan tubining kengligi.

Demak,

$$Q = \varphi_c h_c (b + mh_c) \sqrt{2g(E_0 - h_c)} \quad (13.13)$$

Bu tenglama noma'lum h_c ni tanlab olish usuli yordamida aniqlashga to'g'ri keladi. Bundan tashqari, A. N. Raxmanov tomonidan bu tenglamani echish natijasida maxsus grafik ham tuzilgan. Bu grafik orqali h_c parametrni aniqlash juda oson.

2^o. *Pastki befda o'zan kesimi to'g'ri to'rtburchak bo'lganda* (tekis masala)

$$Q = qb; \omega_c = bh_c \quad (13.14)$$

bundan,

$$q = \frac{Q}{b} = \frac{v_c \omega_c}{b} = \frac{v_c bh_c}{b} = v_c h_c \quad (13.15)$$

Demak,

$$v_c = \frac{q}{h_c} \quad (13.16)$$

(13.16) ifodani (13.9)ga qo'ysak,

$$\frac{q}{h_c} = \varphi_c \sqrt{2g(E_0 - h_c)} \quad (13.17)$$

yoki

$$\boxed{E_0 = h_c + \frac{q^2}{2gh_c^2\varphi_c^2}} \quad (13.18)$$

Bu tenglamadan ham tanlab olish usulidan foydalanib, h_c kattalikni topamiz. Tenglama uchta ildizga ega: biri – manfiy, ikkinchisi $0 < h_c < h_\kappa$ shartga mos kelsa, uchinchisi $h_c > h_\kappa$ shartga javob beradi, bunda h_κ – kritik chuqurlik.

Haqiqiy h_c chuqurlik

$$0 < h_c < h_\kappa \quad (13.19)$$

shartni bajarishi kerak.

Agar E_0 katta qiymatga ega bo'lsa, (13.18) tenglamada h_c ning hisobini olmasdan,

$$h_c = \frac{q}{v_c} = \frac{q}{\varphi_c \sqrt{2gE_0}} \quad (13.20)$$

deb qabul qilish mumkin.

Bu tenglamadan

$$\frac{E_0}{h_\kappa} \geq 5 \quad (13.21)$$

shart bajarilganda foydalanish mumkin.

Bunda o‘zanlarda h_c kattalikni hisoblashni soddalashtirish maqsadida maxsus grafiklar tuzilgan bo‘lib, shulardan biri bo‘lgan N. P. Pavlovskiy grafigi bilan tanishamiz.

Bizga ma’lumki,

$$h_\kappa^3 = \frac{\alpha q^2}{g} \approx \frac{q^2}{g} \quad (13.22)$$

(13.18) ifodani h_κ ga bo‘lamiz va (13.22) ni hisobga olsak:

$$\xi_0 = \xi_c + \frac{1}{2\varphi_c^2 \xi_c^2} \quad (13.23)$$

bunda
$$\xi_0 = \frac{E_0}{h_\kappa} \quad \text{va} \quad \xi_c = \frac{h_c}{h_\kappa} \quad (13.24)$$

(13.23) tenglamaga asoslanib, 13.9-rasmdagi grafik tuzilgan bo‘lib, bunda φ_c koeffitsientni $\varphi_c = 0,80; 0,85; 0,90; 0,95; 1,00$ qiymatlari uchun egriliklar chizilgan.

Bu grafik yordamida hech qanday qiyinchiliksiz h_c kattalikni quyidagi tartibda aniqlash mumkin:

1. h_κ kattalikni aniqlaymiz;
2. $\xi_0 = E_0 : h_\kappa$ kattalikni aniqlaymiz;
3. φ_c kattalikni qabul qilamiz;
4. Grafik yordamida ξ_c kattalikni topamiz;
5. h_c kattalikni topamiz.

$$h_c = \xi_c h_k \quad (13.25)$$

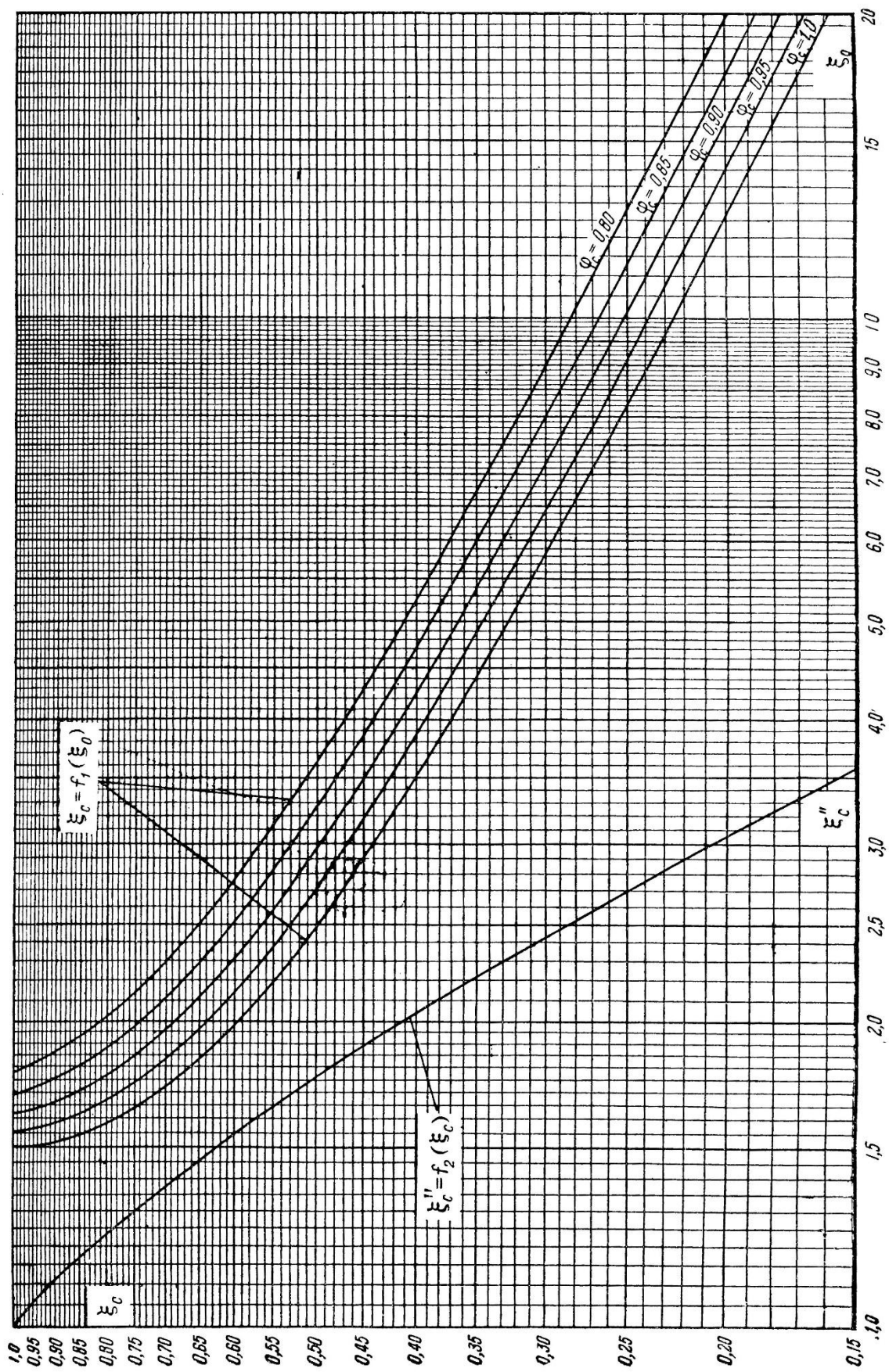
φ_c koeffitsientning son qiymatlari quyidagicha:

1) 13. 1-rasmdagi holat uchun $\varphi_c = 0,85 \div 0,95$;

2) 13. 2-rasmdagi holat uchun $\varphi_c = 0,90 \div 0,98$;

3) Suv o'tkazgich devori silliq bo'lmagan suv o'tkazgich uchun $\varphi_c = 0,80 \div 0,90$;

Baland to'g'onlar uchun yuqoridagi qiymatlardan kichikrog'i qabul qilinadi.



13. 9-rasm. Siqilgan kesimdagi h_s siqilish chuqurligini aniqlash grafiği

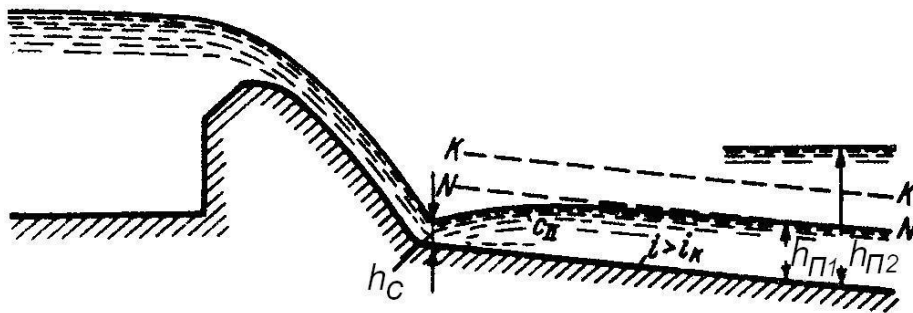
13. 3. TO‘G‘ONDAN PASTGA OSHIB TUSHAYOTGAN OQIMCHALARNING PASTKI BEFDA TUTASHISHI

Oqimchalarning bunday tutashishida, asosan ikki xil holatni farqlash kerak:

1. Pastki befdagi o‘zan tubi nishabligi kritik nishablikdan katta bo‘lgan holat $i > i_{\kappa}$ (amaliyotda kam uchraydi);

2. Pastki befdagi o‘zan tubining nishabligi kritik nishablikdan kichik bo‘lgan holat $i < i_{\kappa}$ (asosan amaliyotda uchraydigan holat).

Birinchi holatdagi ko‘rinishni 13. 5-rasmdagi kabi ifodalash mumkin. Agar $h_c < h_n$ shart bajarilsa, c_{II} ko‘rinishdagi ko‘tariluvchi sath egriligini kuzatish mumkin.



13. 10-rasm. Pastki befdagi oqimning notinch harakatida beflar tutashishi

Shuni ta’kidlash kerakki, har doim $h_c < h_{\kappa}$ bo‘ladi. Agar $h_n > h_{\kappa}$ holat bo‘lsa, to‘g‘ondan pastda gidravlik sakrash paydo bulishi mumkin.

Endi ikkinchi ($i < i_{\kappa}$) holatni ko‘rib chiqadigan bo‘lsak, bunda uch xil ko‘rinish bo‘lishi mumkin.

1-ko‘rinish. Uzoqlashgan gidravlik sakrash orqali beflar tutashishi (13. 11-rasm). Bunda *l-gidravlik sakrashning uzoqlashish masofasi* deb ataladi (rasmga qarang). Bu c_1 – ko‘tariluvchi egri sirt ko‘rinishida bo‘lib, kesimlardagi chuqurlik h_c va

h' ga teng bo‘ladi (agar $i = 0$ bo‘lsa, c_0 ko‘rinishda bo‘ladi). Bunda h' pastki bef chuqurligi h_n bilan tutashuvchi bo‘ladi.

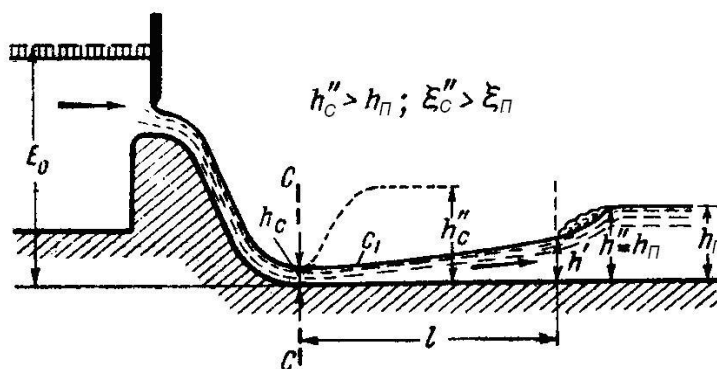
2-ko‘rinish. Ko‘milgan gidravlik sakrash orqali beflar tutashishi (13. 12-rasm). Bu holatda sakrashning ko‘milish darajasi deb ataluvchi tushuncha kiritiladi.

$$A = \frac{h_n}{h_c''} \quad (13. 26)$$

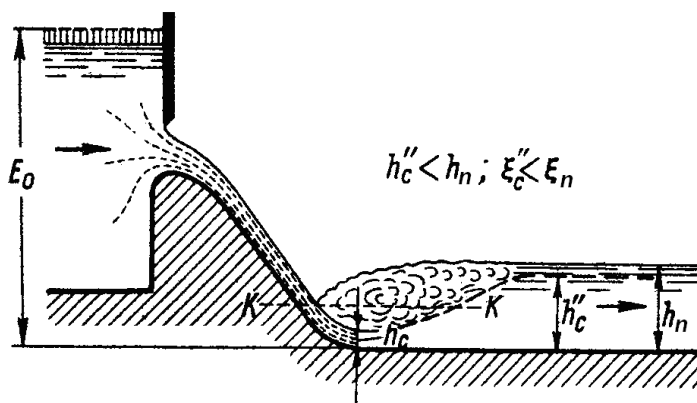
bunda h_c'' – ikkinchi tutash chuqurlik. Bu holatda A parametr qiymati 1,0 dan katta bo‘lishi kerak.

3-ko‘rinish. Siqilgan kesimdagi gidravlik sakrash (13. 13-rasm).

Beflarni tutashtirish



13. 11-rasm. Uzoqlashgan gidravlik sakrash orqali beflar tutashishi



13. 12-rasm. Ko‘milgan gidravlik sakrash orqali beflar tutashishi

uchun hisob bajarilayotganda yuqoridagi sanalgan ko‘rinishlardan qaysi shaklda bo‘lishini aniqlash kerak.

Buning uchun quyidagi tartibda ish olib boriladi:

13. 2-mavzudagi ko‘rsatmalarga asosan h_c hisoblanadi va gidravlik sakrash tenglamasida foydalanib, h_c'' kattalik topiladi (13. 14-rasmdagi shtrix chiziqqa qarang).

Endi quyidagicha fikr yuritamiz:

1. Agar

$$h_n < h_c'' \quad (13. 27)$$

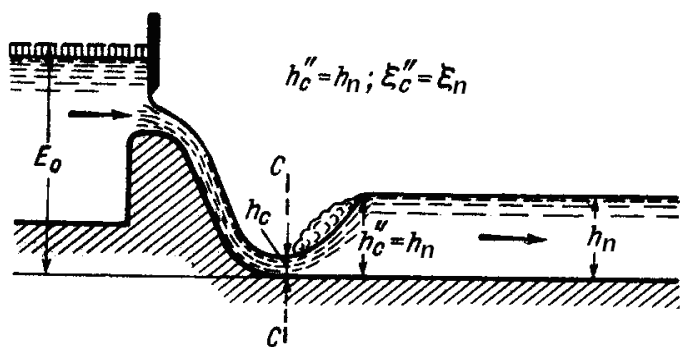
bo‘lsa, uzoqlashgan gidravlik sakrash mavjud bo‘ladi (1-ko‘rinish);

2. Agar

$$h_n > h_c'' \quad (13. 28)$$

bo‘lsa, ko‘milgan gidravlik sakrash mavjud bo‘ladi (2-ko‘rinish);

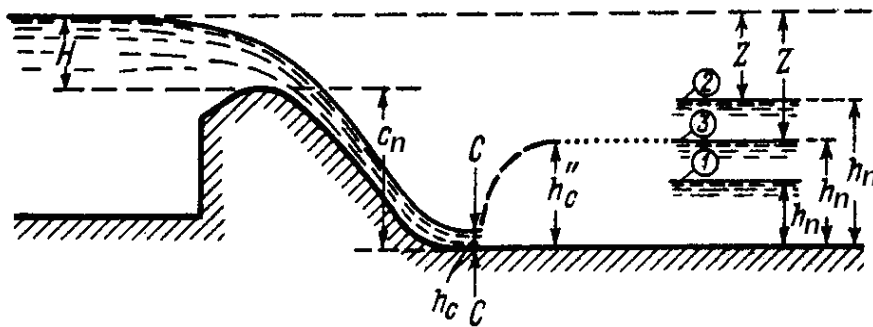
3. Agar



13. 13-rasm. Siqilgan kesimdagi gidravlik sakrash

$$h_n = h_c'' \quad (13. 29)$$

bo‘lsa, ko‘milgan gidravlik sakrash siqilgan kesimda ro‘y berib, 3-ko‘rinishda bo‘ladi.



13. 14-rasm. Beflar tutashishining turini aniqlash

Demak, xulosa qilish mumkinki, beflar tutashishining ko‘rinishi chuqurliklarning o‘zaro munosabatiga bog‘liq ekan.

$$h_c'' > h_n \quad (13.30)$$

Beflar tutashishini hisoblashda

- a) h_c siqilgan chuqurlikni;
- b) h_c'' ikkinchi siqilgan chuqurlik bilan tutashgan chuqurlikni aniqlash talab qilinadi.

Bundan ashqari, 1-ko‘rinishdagi holatda gidravlik sakrashning uzoqlashgan masofasi ham aniqlanadi.

Beflar tutashishini hisoblashning uch xil usuli mavjud: analitik, grafiklar yordamida va taqribiy (soddalashtirilgan) usullar.

1^o. Analitik usul. Bu usul yordamida

1. Berilgan H naporga asoslanib, Q sarf yoki Q sarfga asoslanib, H napor aniqlanadi;
2. H naporni bilgan holda, pastki befdagi o‘zan tubiga nisbatan solishtirma energiya E va to‘liq solishtirma energiya E_0 topiladi (13. 1 va 13. 2-rasmlar);
3. h_c siqilgan chuqurlik aniqlanadi;
4. Gidravlik sakrash tenglamasidan foydalanib, h_c'' ikkinchi tutash chuqurlik aniqlanadi;

5. h_c'' va h_n chuqurliklar taqqoslanadi;

6. Agar uzoqlashgan gidravlik sakrash mavjud bo'lsa, u holda, l gidravlik sakrashning uzoqlashuv masofasi, l_c sakrash uzunligi, $l_{c.K}$ sakrashdan keyingi uchastka uzunligi aniqlanadi, bunda

a) ma'lum h_n chuqurlikdan foydalanib, $h_n = h''$ deb hisoblab, gidravlik sakrash tenglamasiga asosan tutash chuqurlik h' topiladi;

b) Baxmetov tenglamasidan foydalanib, h_n va h' chuqurliklar bilan chegaralanuvchi l uzunlik aniqlanadi;

v) 11-bobdagi ko'rsatmalarga asosan l_c va $l_{c.K}$ uzunliklar aniqlanadi.

2⁰. *Grafiklar yordamida hisoblash.* Ko'pgina mualliflar tomonidan hisoblash qulay bo'lishi uchun turli grafiklar taklif etilgan. Bu grafiklar yordamida h_c'' kattalikni oson aniqlash mumkin.

Bu grafiklarni tushunish uchun quyidagi kattaliklar bilan tanishamiz: (13.30) ifodani har ikkala tomonini h_K ga bo'lamiz:

$$\frac{h_c''}{h_K} < \frac{h_n}{h_K} \quad (13.31)$$

Belgilash kiritamiz:

$$\frac{h_c''}{h_K} = \xi_c'', \quad \frac{h_n}{h_K} = \xi_n \quad (13.32)$$

bunda ξ_c'' – sakrashning nisbiy chuqurligi; ξ_n – pastki befdagi nisbiy chuqurlik.

(13.32) ifodaga asoslanib, (13.31) tengsizlikni quyidagicha yozishimiz mumkin:

$$\xi_c'' < \xi_n \quad (13.33)$$

bundan ko'rinib turibdiki,

1. Agar

$$\xi_c'' > \xi_n \quad (13.34)$$

bo'lsa, uzoqlashgan gidravlik sakrash mavjud bo'ladi;

2. Agar

$$\xi_c'' < \xi_n \quad (13.35)$$

bo'lsa, ko'milgan gidravlik sakrash mavjud bo'ladi;

3. Agar

$$\xi_c'' = \xi_n \quad (13.36)$$

bo'lsa, gidravlik sakrash siqilgan kesimda amalga oshadi.

(13.23) ifodaga asoslanib ξ_c kattalik ξ_0 ning funksiyasi ekanligini ta'kidlash mumkin:

$$\xi_c = f_1(\xi_0) \quad (13.37)$$

gidravlik sakrash tenglamasiga asosan:

$$\xi_c'' = f_2(\xi_c) \quad (13.38)$$

Demak,

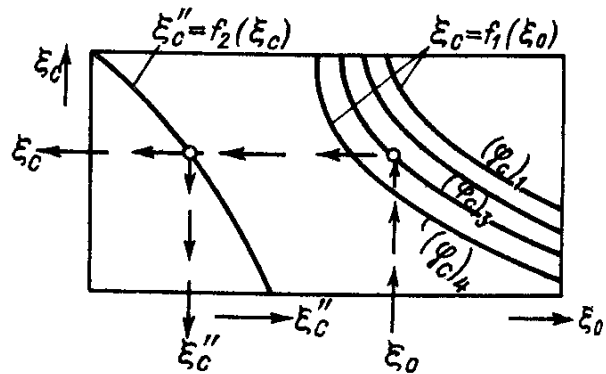
$$\xi_c'' = f(\xi_0) \quad (13.39)$$

deb yozish mumkin.

13.9-rasmda φ_c koeffitsientining turli qiymatlari uchun (13.23) va (13.37) ifodalar asosida qurilgan Uginchus va Pavlovskiy egriliklari ko'rsatilgan.

13.15-rasmdagi grafik M. D. Chertousov tomonidan tuzilgan bo'lib, bu grafik yordamida beflar tutashishini quyidagicha aniqlash mumkin: ξ_0 kattaligini bilgan holda rasmda ko'rsatilganidek ξ_c va

ξ_c'' kattaliklar aniqlanadi; ξ_c'' va ξ_n kattaliklar orasidagi munosabatni o'zaro taqqoslab, beflar tutashishi aniqlanadi.

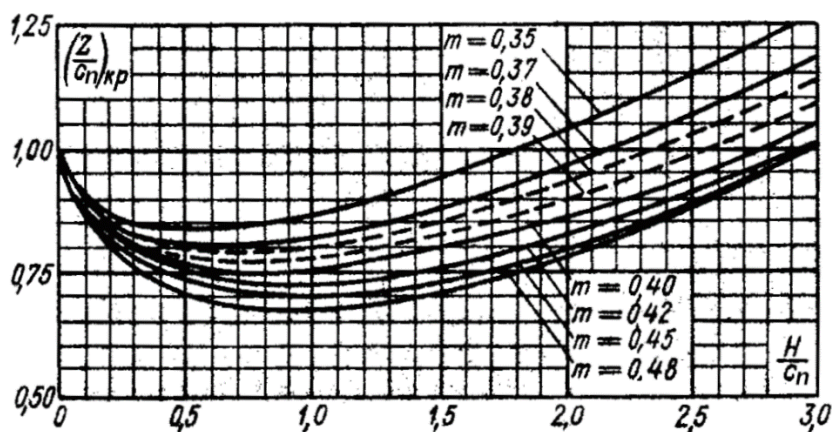


13.15-rasm. Beflarni tutashtirish uchun hisoblashga doir

3^o. Taqribiy (soddalashtirilgan) usul. Hisobning bu usuli bilan suv o'tkazgichlarni hisoblashda tanishganmiz. Bunga asosan, agar to'g'on ustida vaziyatini tik yo'nalishda o'zgartiruvchi to'siq bo'lmasa va

$$\frac{Z}{c_n} > \left(\frac{Z}{c_n} \right)_{kp} \quad (13.40)$$

bo'lsa, uzoqlashgan gidravlik sakrash orqali beflar tutashadi. Bu holda, (Z) sathlar farqini to'g'onning pastki bef tomondan balandligiga nisbati 0,70÷0,75 ga teng qabul qilingan.



13. 16-rasm. Kritik qiymatlarni aniqlash grafigi

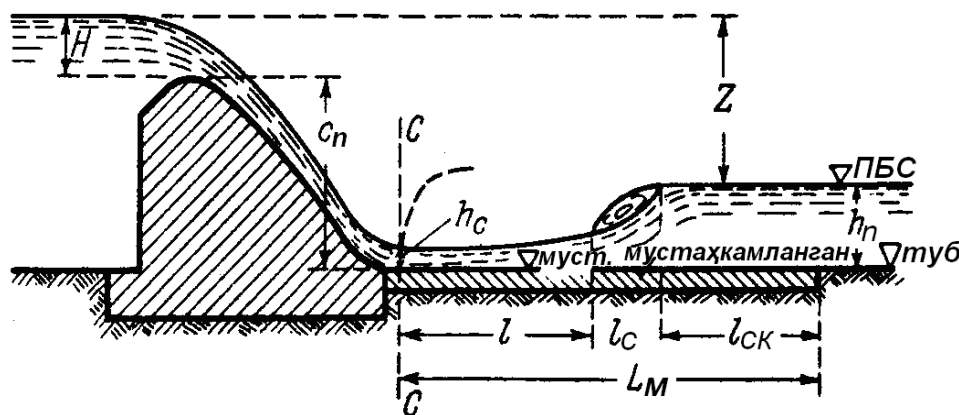
$\left(\frac{Z}{c_n} \right)_{kp}$ kattalikni esa amaliy profilli suv o'tkazgichlar uchun 13. 16-rasmdagi m sarfkoeffitsientiga asoslanib topish mumkin.

13. 4. TO'G'ON PASTKI BEFINING TUZILISHINI LOYIHALASHTIRISH VA HISOBLASHGA DOIR UMUMIY KO'RSATMALAR

Yuqori befdan oqib tushayotgan suv oqimining nisbatan katta potensial energiyasi, to'g'ondan pastga tushish sohasida qisman kinetik energiyaga

aylanadi. Bu esa o‘z navbatida pastki befda oqim tezligini keskin oshishiga olib keladi. 13. 17-rasmda ifodalangani kabi, beflarni uzoqlashgan gidravlik sakrash orqali tutashgan deb, faraz qilaylik.

Suv tashlamalardan farqli o‘laroq, to‘g‘onlardan suv oqimlari oqib tushadi. C-C siqilgan kesim to‘g‘onning konstruksiyasiga bog‘liq bo‘ladi.



13. 17-rasm. Pastki befning L_m mustahkamlanish uzunligini hisoblashga doir

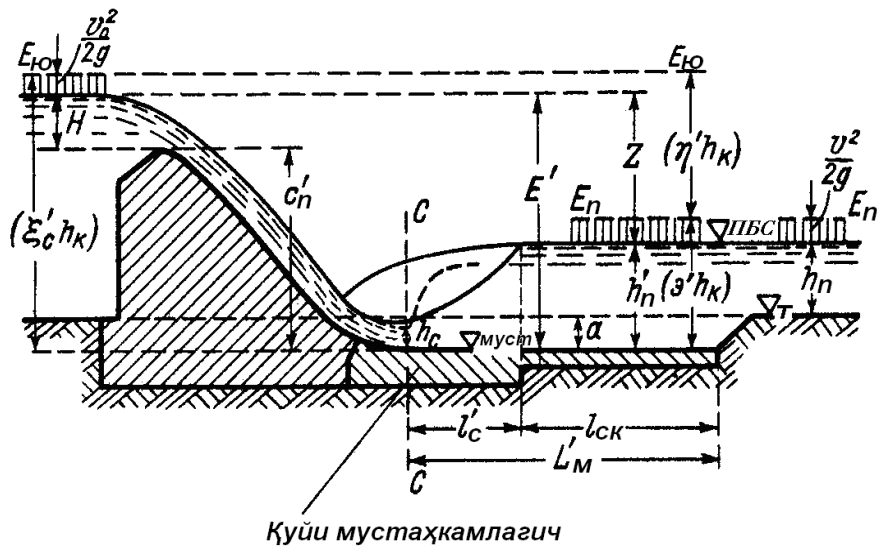
Siqilgan kesimda va undan keyin oqimning tezligi nihoyatda katta bo‘lganligi sababli, bu sohada oqimning yuvuvchanlik qobiliyati yuqori bo‘ladi. Shu sababli, to‘g‘ondan keyingi sohaning ma‘lum uzunlikdagi kesimini mustahkamlashga to‘g‘ri keladi. Bu soha uzunligi quyidagicha aniqlanadi:

$$L_m = l + l_c + l_{c.k} \quad (13.41)$$

bunda L_m – mustahkamlanish uzunligi; l – sakrashning uzoqlashish masofasi; l_c – gidravlik sakrash uzunligi; $l_{c.k}$ – sakrashdan keyingi soha uzunligi.

Demak, xulosa qilib aytish mumkinki, uzoqlashgan gidravlik sakrash bo‘lgan holda, ko‘proq sezilarli qurilish ishlarini olib borishga to‘g‘ri keladi. Shu sababli, *iqtisodiy nuqtai nazardan tubi toshloq bo‘lmagan joylarda to‘g‘onlar qurilishida uzoqlashgan gidravlik sakrash ro‘y beradigan beflar tutashishi loyihalashtirilmaydi. Bunda beflar asosan, ko‘milgan gidravlik*

sakrash yordamida tutashtiriladi. Bunda sakrashning ko‘milish darajasi $A=1,10 \div 1,05$ deb qabul qilinadi.



13. 18-rasm. Pastki befning engil mustahkamlanish balandligini hisoblashga doir

Ko‘milgan gidravlik sakrash jarayonini amalga oshirish uchun pastki bef tubini a kattalik darajasida chuqurroq qilishga to‘g‘ri keladi. 13. 18-rasmdan ko‘rinib turibdiki, to‘g‘on balandligi pastki bef tomondan kattalashadi, demak, ko‘milish chuqurligi osha boshlaydi. Yangi chuqurlik deb ataluvchi h'_n kattalik quyidagicha aniqlanadi.

$$h'_n = h_n + a \quad (13.42)$$

bunda h_n – berilgan sarfga mos keluvchi pastki befdagi haqiqiy chuqurlik.

$$L'_M = l'_c + l_{CK} \quad (13.43)$$

bunda l'_c – ko‘milgan sakrash uzunligi:

$$l'_c \approx 6(h'_n - h_c) \quad (13.44)$$

yoki

$$l'_c \approx (5,2 \div 5,5)h'_n \quad (13.45)$$

Yuqorida ta’kidlanganidek, h_n pastki befdagi chuqurlik berilgan sarf uchun $h_n = f(Q_{IB})$ grafikdan foydalanib topiladi. Bu sarf

$$Q_{IIБ} = Q + Q' \quad (13.46)$$

bunda $Q_{IIБ}$ – pastki befdagi oqim sarfi; Q – loyihalashtirilgan to‘g‘ondan tushadigan oqim sarfi; Q' – yon tomondagi inshootdan tushayotgan sarf.

Q sarf harakatlanuvchi to‘siq vaziyatiga qarab, $Q=0$ dan $Q=Q_{\max}$ qiymatgacha o‘zgarishi mumkin, bunda Q_{\max} – barcha to‘siqlar to‘liq ochilganda yuqori befdagi suv sathi eng yuqori bo‘lgandagi sarf.

Beflarni tutashtirishni loyixalashda hisobiy sarf Q_{xis} sifatida inshootlar tutashishining eng og‘ir sharoitiga mos keluvchi kattalik qabul qilinadi. Q_{xuc} suv sarfida gidravlik sakrashning uzoqlashishi eng katta bo‘lishi kerak yoki ko‘milganlik darajasi eng kichik bo‘lish kerak.

Sarfning ixtiyoriy qiymatiga ma’lum h_n chuqurlik mos kelganligi sababli, sarf qancha katta bo‘lsa $h_c'' > h_n$ tengsizlikdagi h_c'' kattalik shunga mos miqdorda katta bo‘ladi va h_n ham o‘sadi.

Hisoblashlar natijasi shuni ko‘rsatdiki, inshootlar tutashishining eng qiyin sharoiti Q_{\max} ga teng bo‘lgan o‘tkazuvchanlik bo‘lganda emas, balki oraliq miqdorga Q_0 teng bo‘lgan o‘tkazuvchanlikda ro‘y berar ekan.

$$0 < Q_0 < Q_{\max} \quad (13.47)$$

Bu shart quyidagi holat mavjud bo‘lganda bajarilishi mumkin:

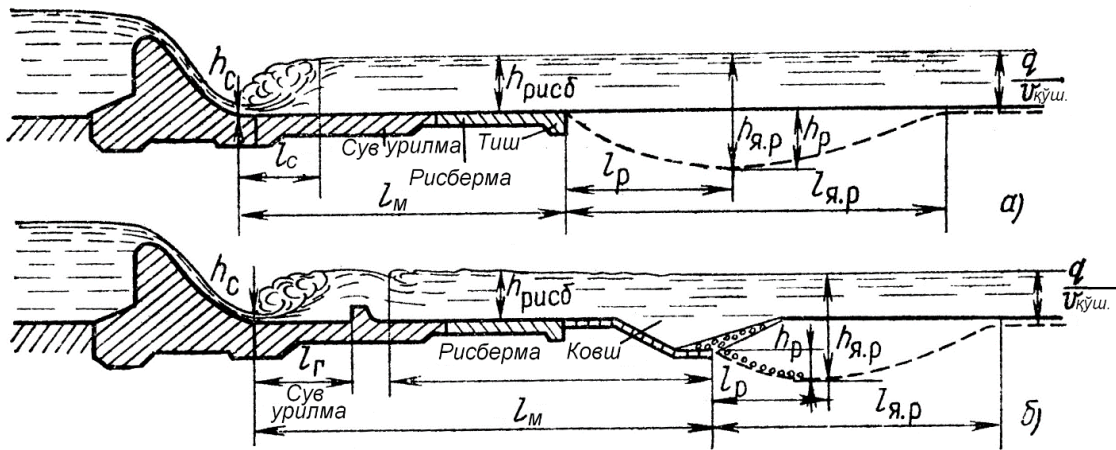
- a) yuqori befdagi eng katta suv sathi bo‘lganda;
- b) Q' ning eng kichik qiymati mavjud bo‘lganda;
- c) qandaydir oldindan noma’lum bo‘lgan to‘siqlarning ochiqlik darajasida.

Bunday sharoitda $Q_{xuc} = Q_0$ kattalik harakatlanuvchi to‘siqlarning turlicha ochilish vaziyatiga bog‘liq bo‘lib, tanlab olish usulida topiladi.

13. 5. INSHOATLARNING PASTKI BEFLARIDA OQIMNING KINETIK ENERGIYASINI SO‘NDIRISH

Bizga oldingi mavzulardan ma’lumki, to‘g‘onning yuqori befidagi suvning nisbiy potensial energiyasi qisman kinetik energiyaga o‘zgaradi, bu esa o‘z navbatida pastki befda suv tezligining oshishiga olib keladi. Pastki befda oqim tezligining yuqoriligi, uning yuvuvchanlik qobiliyatini oshirib, pastki befda buzilish jarayonini boshlanishiga olib keladi. Hidrotexnik inshootlarning ish jarayonida bunday noxush holatlarni oldini olish uchun pastki bef qurilishida nihoyatda qimmat bo‘lgan mustahkamlash ishlarining bajarilishini taqozo etadi. Bu soha *mustahkamlangan soha* deb yuritiladi. Bu sohada amalga oshadigan deformatsion jarayonlar *mahalliy yuvilishlar* deyiladi. Mustahkamlangan soha – suv uriladigan soha (vodoboy) va risbermalardan iborat (13. 19-rasm).

Buning sababi, pastki befda tutashish uzoqlashgan gidravlik sakrashning ro‘y berishi ehtimolidir. Uzoqlashgan sakrash qancha uzoqda ro‘y bersa, inshoot ortidagi kesimdan sakrash boshlanadigan kesimgacha bo‘lgan sohada tezlikning yuqoriligi sababli, buzilishni oldini olish uchun mustahkamlash inshootlarini loyihalashtirib, qurish kerak. Bu albatta, inshoot tannarxini ancha oshirib yuboradi. Uzoqlashgan gidravlik sakrashning uzunligini kamaytirish asosan sun’iy g‘adir-budurlik yaratish orqali amalga oshirilsa, inshoot ortidagi pastki bef chuqurligini oshirish natijasida oqim chuqurligi oshadi va bu o‘z navbatida ortiqcha energiyani so‘ndirish imkoniyatini beradi.

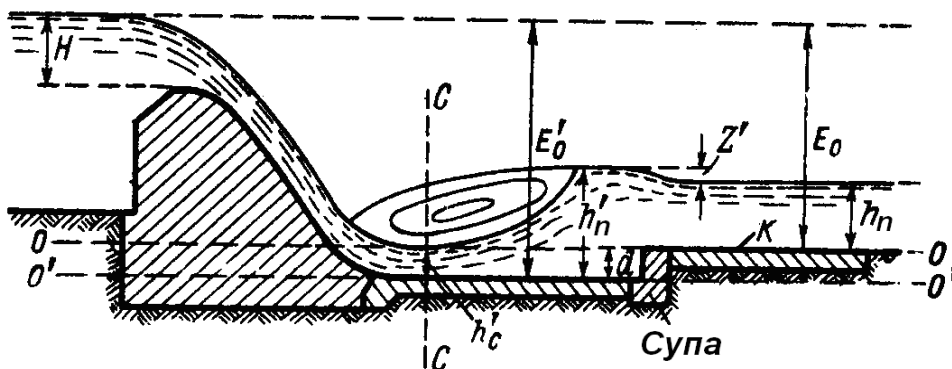


13. 19-рasm. Mustahkamlangan soha

Bunday quriladigan inshootlarni pastki beflaridagi mustahkamlangan soha uzunligini kamaytirish bilan narxini pasaytirish uchun quyidagilarga e'tiborni qaratish kerak:

a) h_c chuqurlikni h_n chuqurlik kattaligiga etkazish bilan pastki befga tushayotgan oqim kinetik energiyasining bir qismini potensial energiyaga aylantirish;

b) ortiqcha kinetik energiyani ishqalanish kuchi hisobiga bajarilgan ish bilan issiqlikka aylantirib, so'ndirish.



13. 20-рasm. Суғурилма hovuz

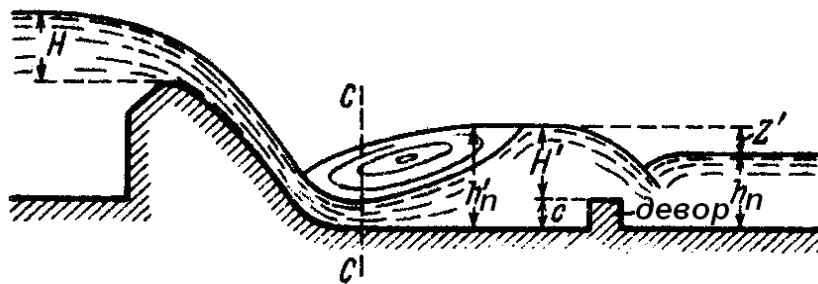
Pastki befdagi ortiqcha energiyani soʻndirish natijasida u yerda uzoqlashgan gidravlik sakrash jarayoni oʻrniga pastki befda koʻmilgan gidravlik sakrash amalga oshadi.

Bu pastki befning mustahkamlanish quvvatini ancha kamaytirishi mumkin.

Pastki befda energiyani soʻndirish uchun quriladigan maxsus inshootlar *energiya soʻndirgichlar* deb ataladi.

Bunday inshootlarning quyidagi turlari mavjud:

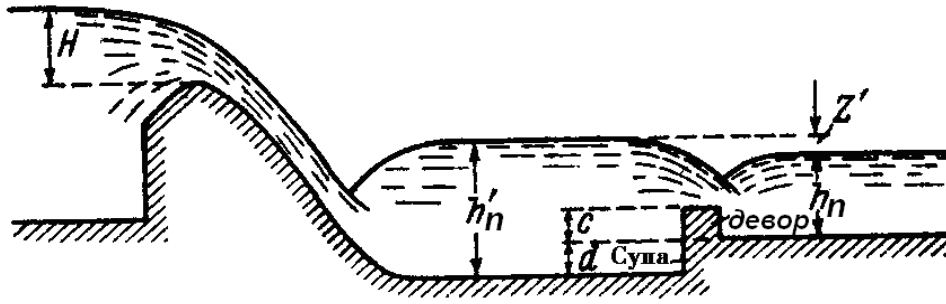
1) *Suv urilma hovuz* (13. 20-rasm). Bunda oqim energiyasi pastki bef chuqurligini sunʼiy oshirish hisobiga soʻndiriladi. Bu chuqurlik miqdori d kattalik bilan belgilanadi. Gidravlik nuqtai nazardan 13. 18-rasmdagi vaziyat vujudga keladi.



13. 21-rasm. Suv urilma devori

2) *Suv urilma devor* (13. 21-rasm). Bunda h'_n koʻmilish chuqurligi h_n pastki bef chuqurligidan Z' kattaligi bilan farqlanadi. Bu farqlanish suv uriladigan devor qurilishi hisobiga amalga oshiriladi.

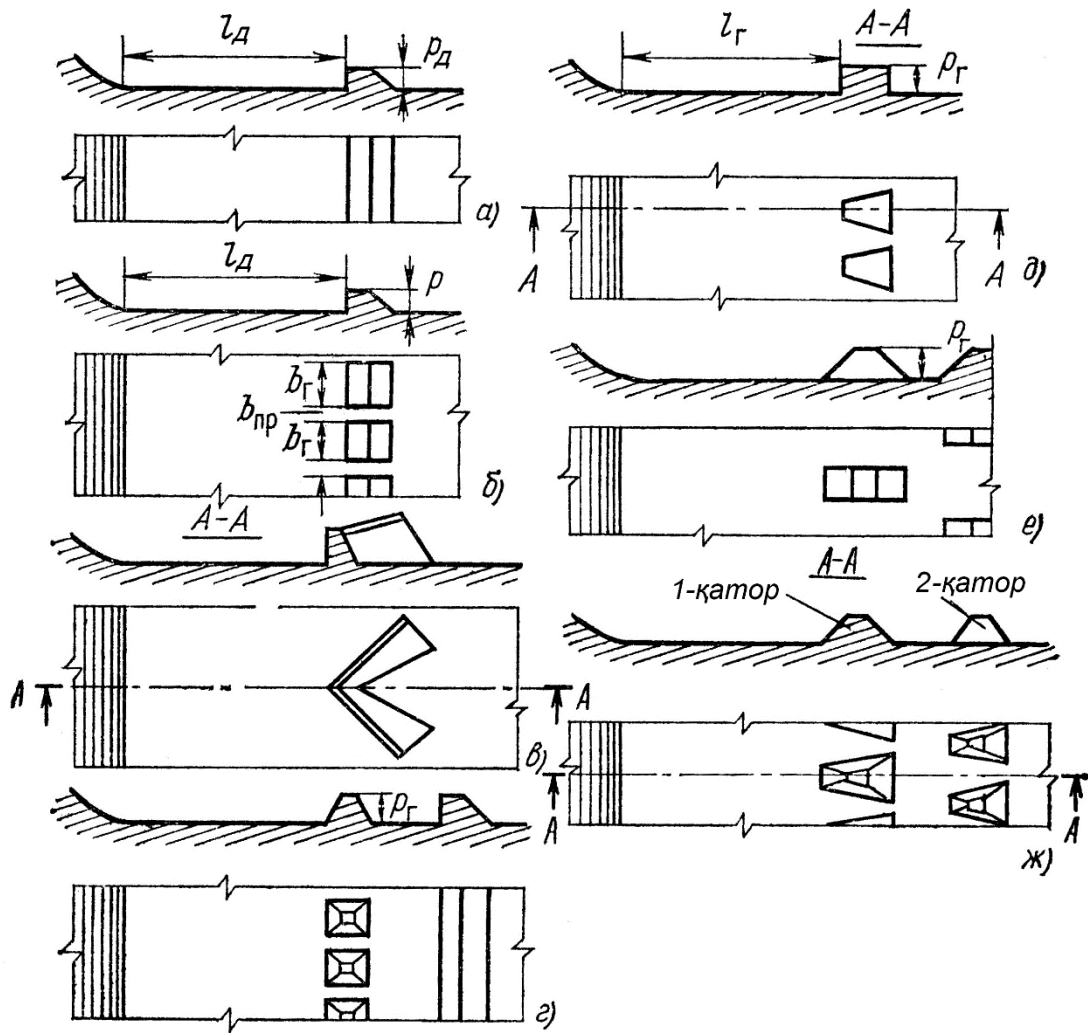
3) *Umumlashtirilgan koʻrinishdagi suv urilma devori* (13. 22-rasm). Bu holatda oqim tubining pasayishi hisobiga pastki befdagi chuqurlik oshadi.



13. 22-rasm. Umumlashtirilgan suv urilma devori

4) *Maxsus energiya soʻndirgichlar*. Oqim harakatini sekinlashtiruvchi har xil toʻsiqlar majmuasi shunday maxsus soʻndirgichlarga kiradi. Oqim harakatining deformatsiyalanishi natijasida energiyaning soʻnishi roʻy beradi. Bunday toʻsiqlar 13. 23-rasmida shashka yoki pirs shaklida keltirilgan.

Suv urilma quduqlari va suv urilma devorlaridan farqli oʻlaroq maxsus energiya soʻndirgichlarning gidravlik hisobi bajarilmaydi, faqat laboratoriya tadqiqotlari natijasida ularning oʻlchamlari va joylashtirilishini aniqlash mumkin. Bu haqda «Gidrotexnik inshootlar qurilishi» kursida batafsil maʼlumotlar berilgan. Biz quyida eng sodda soʻndirgichlar boʻlgan suv urilma devori va hovuzchalarining gidravlik hisoblari bilan (analitik va grafiklar yordamida) tanishamiz.



13. 23-rasm. Energiya soʻndirgichlar sxemasi

13. 6. PASTKI BEF TUBI BELGISI VA SUV URILMA HOVUZI CHUQURLIGINI ANIQLASHNING ANALITIK USULI

1⁰. Umumiy koʻrsatmalar. Hovuzcha qurish uchun toʻgʻon orqasidagi oʻzan tubi 00 vaziyatdan 0'0' vaziyatgacha d kattalikka pastga tushiriladi, bunda d – suv urilma hovuz chuqurligi (13. 20-rasm).

Natijada quyidagiga ega boʻlamiz:

a) oqimning tushish balandligi E_0 balandlikdan E'_0 balandlikkacha oʻsadi;

b) h_c chuqurlik h'_c ga teng chuqurlikkacha kamayadi;

c) h'_c chuqurlik qiymati kamayganligi sababli, u bilan tutash chuqurlik h''_c oshadi natijada, shunga mos ravishda $(h''_c - h'_c)$ gidravlik sakrash balandligi oshadi;

d) gidravlik sakrash balandligi oshganligi sababli undan energiya yo'qolishi ham oshadi, chunki energiya yo'qolishi – sakrash balandligining uchinchi darajasi bilan to'g'ri proporsionaldir.

Suv urilma hovuzining ishlashini yana quyidagicha izohlash mumkin: bizga ma'lumki, uzoqlashgan gidravlik sakrash (beflar tutashishida keraksiz holat):

$$h''_c > h_n \quad (13.48)$$

shart bajarilganda ro'y beradi. Suv urilma hovuzining qurilishi h'_n chuqurlikning oshishiga olib keladi:

$$h''_c > h'_n \quad (13.49)$$

Ko'milish darajasi $A = (1,05 \div 1,10)$ bo'lgan ko'milgan gidravlik sakrash jarayoni bo'lishi uchun suv urilma hovuzning chuqurligi quyidagicha bo'lishi kerak:

$$d = (1,05 \div 1,10)d_0 + (0,05 \div 0,10)h_n \quad (13.50)$$

bunda d_0 – suv urilma hovuzining nazariy chuqurligi deb atalib, bunday chuqurlik mavjud bo'lganda gidravlik sakrash siqilgan kesimda amalga oshadi va ko'milganlik darajasi $A = 1,0$ ga teng bo'ladi (13. 24-rasm).

Yuqoridagi formulaning to'g'riligini quyidagicha asoslashimiz mumkin: gidravlik sakrashning ko'milganlik darajasini quyidagicha ifodalaymiz:

$$A \approx \frac{h'_n}{(h''_c)'} \quad (13.51)$$

bunda h'_n va $(h''_c)'$ chuqurliklar mos ravishda 13. 14 va 13. 18-rasmlarda ifodalangan.

Agar Z' sathlar farqini hisobga olmasak, yuqoridagi ifoda o'rniga quyidagini yozishimiz mumkin:

$$A = \frac{d + h_n}{d_0 + h_n} \quad (13.52)$$

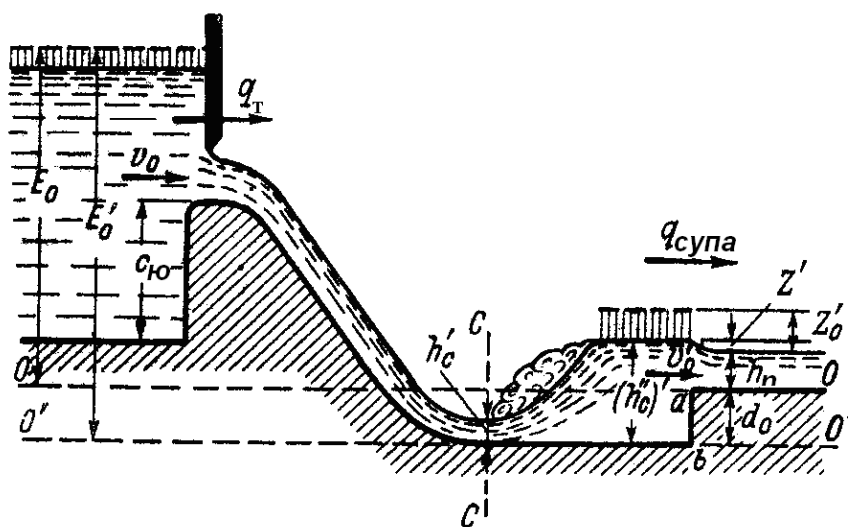
bundan

$$d = Ad_0 + (A-1)h_n \quad (13.53)$$

bo'lib, $A = 1,05 \div 1,10$ bo'lganda (13.50) formula kelib chiqadi.

(13.50) formula yordamida hovuzchaning loyihada qo'llaniladigan d amaliy chuqurligini aniqlash uchun, d_0 nazariy chuqurlikni bilishimiz kerak. Endi d_0 kattalikni aniqlashga e'tiborni qaratamiz.

2°. *Suv urilma hovuzining nazariy chuqurligini aniqlash.* «prim» (') belgisi bilan suv urilma hovuzi qurilishi natijasida o'z chuqurligini o'zgartirgan kattaliklarni belgilaymiz. Shuni ta'kidlash kerakki, 13.24-rasmda biz erishadigan gidravlik ko'rinish emas, balki d_0 nazariy chuqurlikni aniqlash uchun hisoblash sxemasi berilgan.



13.24-rasm. Suv urilma hovuzining d_0 nazariy chuqurligini aniqlashga doir

To'g'ondan oqib tushayotgan oqimning solishtirma sarfini aniqlaymiz.

$$q_T = Q/B \quad (13.54)$$

bunda B – to'g'onni suv oshib tushayotgan qismining kengligi.

Q sarfni hisoblashda oqimning tirqishdan siqilib chiqishidagi hisoblash formulalaridan foydalanamiz. q_T kattalikni bilgan holda, ishni quyidagi tartibda bajaramiz:

Hisoblashning 1-bandi:

1. d_0 kattalikka ixtiyoriy qiymat beramiz;
2. E'_0 kattalikning yangi qiymatini topamiz:

$$E'_0 = E_0 + d \quad (13.55)$$

3. E'_0 kattalikdan foydalanib, h_c siqilgan chuqurlikning yangi qiymati h'_c kattalikni topamiz;

4. h'_c kattalikka mos keluvchi h''_c tutash chuqurlikning $(h''_c)'$ kattaligini topamiz;

5. Suv urilma hovuzining tugash qismida keng ostonali ko'milgan suv o'tkazgichdagi suv urilma devori kabi ishlovchi ab suv uriluvchi supaga ega bo'lamiz. Shu sababli, ab supa sohasida Z' suv sathi farqi mavjud bo'ladi.

$(h''_c)'$ kattalikni aniqlab $(h''_c)' = h'_n$ deb qabul qilamiz va Z' farq kattaligini aniqlaymiz:

$$Z' = (h''_c)' - d_0 - h_H \quad (13.56)$$

6. Oqimning supaga yaqinlashish tezligini aniqlaymiz:

$$v'_0 = \frac{q_T}{(h''_c)'} \quad (13.57)$$

7. Yaqinlashish tezligini hisobga olgan holda suv uriluvchi supadagi sath farqini aniqlaymiz:

$$Z'_0 = Z' + \frac{\alpha(v'_0)^2}{2g} \quad (13.58)$$

8. Keng ostonali ko'milgan suv o'tkazgichni hisoblash formulasidan foydalanib, suv uriluvchi supadagi oqimning solishtirma sarfini aniqlaymiz:

$$q_{cyna} = \varphi_{cyna} h_n \sqrt{2gZ'_0} \quad (13.59)$$

bunda φ_{cyna} – oqimning supadagi tezlik koeffitsienti ($\sim 0,95$).

Hisoblashning 2-bandi:

d_0 nazariy chuqurlikka boshqa qiymat berilib, 1-bandga asosan q_c kattalik topiladi va x. k. Hisoblanish jarayoni eng kamida uch marta takrorlanib,

$$q_c = f(d_0) \quad (13.60)$$

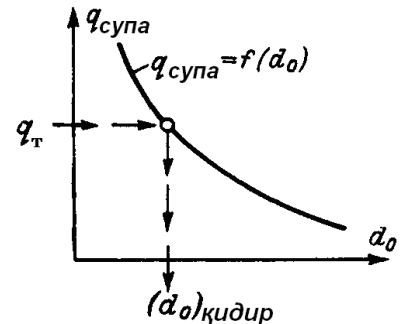
grafigini chizamiz. Bu grafik 13. 25-rasmda ifodalangan.

$$q_c = q_T \quad (13.61)$$

munosabatni e'tiborga olgan holda, 13.

25-rasmdan foydalanib, (12. 61)

shartni bajaruvchi d_0 kattalik qiymati topiladi.



13. 25-rasm. Hovuzchaning (d_0) nazariy chuqurligini aniqlashga doir

13. 7. TO‘G‘ONDAN KEYIN MUSTAHKAMLANISHNING BELGISINIANIQLASH VA SUV URILMA HOVUZI CHUQURLIGINI GRAFIKLAR YORDAMIDA ANIQLASH

Suv urilma hovuzlarning chuqurligini aniqlash uchun bir necha grafiklar mavjud bo‘lib, biz quyida N. N. Pavlovskiy grafigi bilan tanishamiz. Buning uchun 13. 26-rasmda suv urilma hovuzni ifodalab, undagi parametrlarni nisbiy qiymatlarda ifodalaymiz.

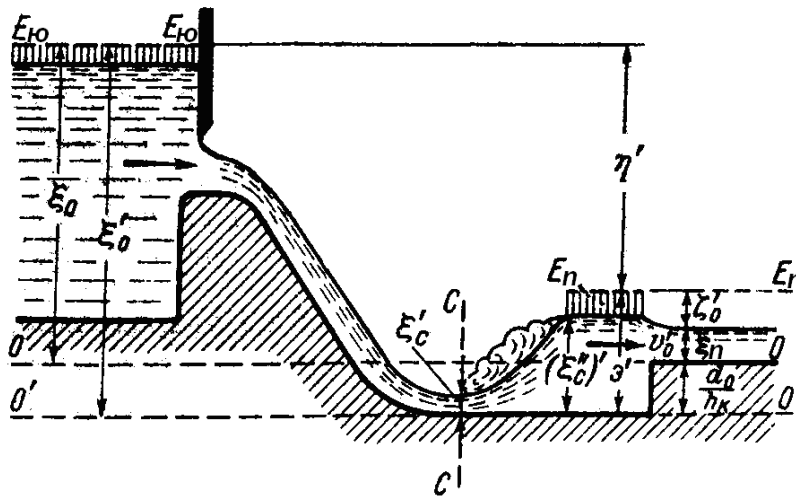
$$\xi_0 = \frac{E_0}{h_K}; \xi'_0 = \frac{E'_0}{h_K}; \zeta'_0 = \frac{Z' \frac{\alpha(v'_0)^2}{2g}}{h_K} = \frac{Z'_0}{h_K}; \xi_n = \frac{h_n}{h_K} \quad (13.62)$$

13. 26-rasmda η' – inshootdagi napor yo‘qolishining kritik chuqurlikka nisbatan nisbiy qiymati.

Rasmga asosan

$$\eta' = \xi_0 - \xi_n - \zeta'_0 \quad (13.63)$$

bunda E_0 , h_n , va h_K parametrlarni bilgan holda ξ_0 va ξ_n kattaliklarni tez topish mumkin.



13. 26-rasm. Pavlovskiy grafigiga asoslanib, suv urilma hovuzi chuqurligini aniqlashga doir

ζ'_0 nisbiy farq kattaligini ko‘milgan keng ostonali suv o‘tkazgichni hisoblash formulasidan foydalanib, hisoblashimiz mumkin,

$$q = \varphi_{cyna} h_n \sqrt{2gZ'_0} \quad (13.64)$$

bundan

$$Z'_0 = \frac{q^2}{g} \frac{1}{2\varphi_{cyna}^2 h_n^2} = \frac{h_K^2}{2\varphi_{cyna}^2 h_n^2}$$

Demak,

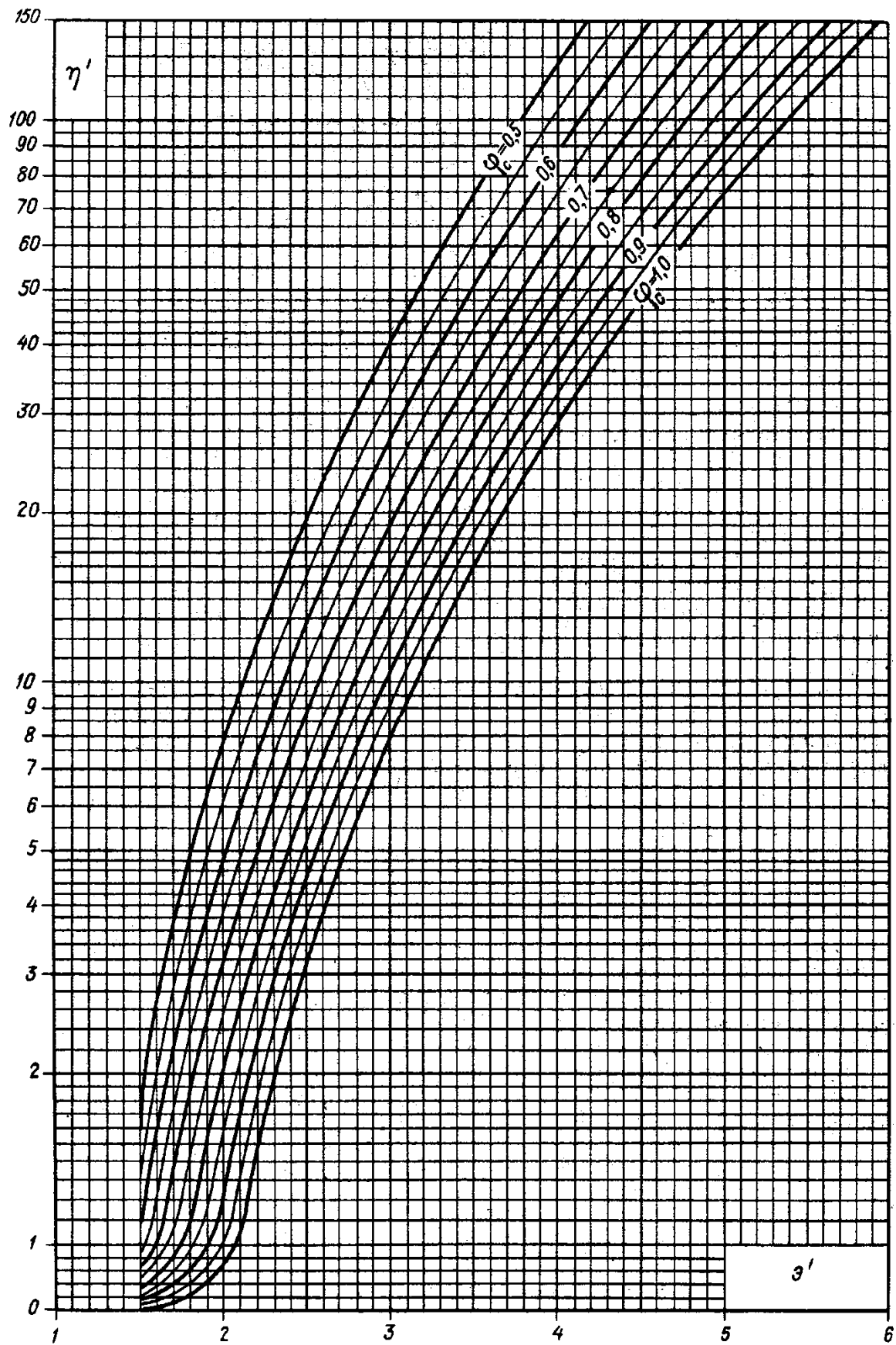
$$\zeta'_0 = \frac{Z'_0}{h_{\kappa}} \frac{1}{2\varphi_{cyna}^2 \xi_n^2} \approx \frac{1}{2\xi_n^2} \quad (13.65)$$

bunda $\varphi_{cyna} \sim 1,0$ – suv uriluvchi supa uchun tezlik koeffitsienti.

(13. 66) munosabatni hisobga olgan holda (13. 63) ifodani quyidagicha yozish mumkin:

$$\eta' = \xi_0 - \xi_n - \frac{1}{2\xi_n^2} \quad (13.66)$$

Berilgan E , Q va h_n kattaliklar uchun η' parametr topiladi va 13. 27-rasmdagi N. N. Pavlovskiy grafigidan φ_c tezlik koeffitsientiga mos keluvchi ϑ' kattalik topiladi.



13. 27-rasm. Suv urilma qudug'i chuqurligi va to'g'ondan keyingi

mustahkamlagich sathlarini aniqlashga doir grafik

ϑ' ni aniqlab, suv urilma hovuzining d_0 nazariy chuqurligi topiladi

$$d_0 = (\eta' + \vartheta' - \xi_0)h_\kappa = \left(\vartheta' - \xi_H - \frac{1}{2\xi_n^2} \right) h_\kappa \quad (13.67)$$

Bu kattalikni bilgan holda, 13. 6-mavzuning 1⁰-bandidagi kabi haqiqiy amaliy chuqurlik d topiladi. Bunda quyidagilarni e'tiborga olishga to'g'ri keladi: agar $\xi_0 - E_{yu} - E_{yu}$ napor chizig'iga nisbatan suv urilma hovuz tubining nisbiy chuqurligi bo'lsa, $E_p - E_p$ pastki befdagi napor chizig'iga nisbatan suv urilma hovuz tubining nisbiy chuqurligi ϑ' ga teng.

Pavlovskiy grafigi yordamida pastki befdagi juda qulay mustahkamlanish balandligini topish mumkin, buning uchun (13. 50), (13. 63), (13. 67) ifodalardagi d_0 va d kattaliklarni a_0 va a belgilanishlar bilan almashtiramiz.

13. 8. SUV URILADIGAN DEVORNING BALANDLIGINI HISOBLASHNING ANALITIK USULI

1⁰. *Umumiy ko'rsatmalar.* 13. 28-rasmda ifodalanganidek, gidravlik sakrash siqilgan kesimda amalga oshayotgan bo'lib, c_0 bilan suv uriladigan devorning nazariy balandligini belgilaymiz. Bunday holatda suv uriladigan devor amaliy profilli suv o'tkazgich kabi ishlab, ikki xil holatda bo'lishi mumkin:

a) ko'milgan holat;

b) ko'milmagan holat, bunda to'g'on orqasida oqim o'z holatini uzoqlashgan gidravlik sakrash orqali o'zgartiradi.

Suv uriladigan devor uchun solishtirma sarf quyidagicha aniqlanadi:

$$q_d = \sigma'_k m' \sqrt{2g} (H'_0)^{3/2} \quad (13.68)$$

bunda

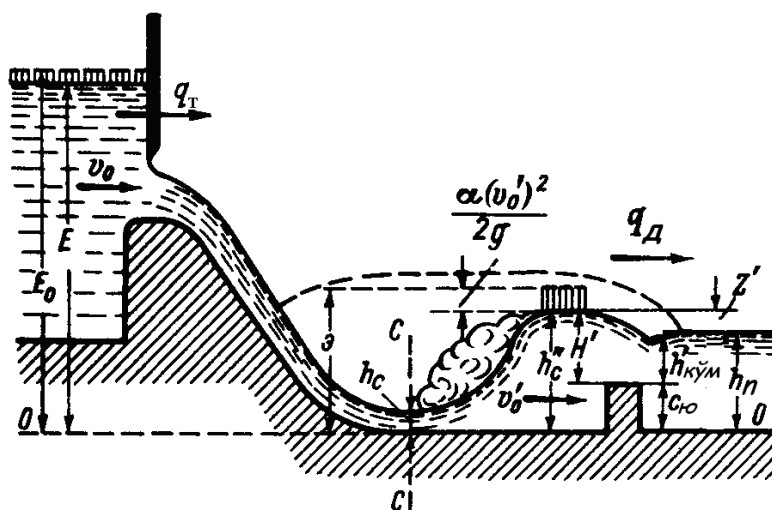
$$H'_0 = H' + \frac{\alpha(v'_0)^2}{2g} \quad (13.69)$$

va

$$\sigma'_k = f\left(\frac{h'_n}{H'_0}\right) \quad (13.70)$$

Suv uriladigan devorning gidravlik hisobi – suv urilma hovuz hisobiga nisbatan osonroq, chunki hovuzcha chuqurligi d_0 o'zgarishi bilan h_c va h'_c tutash chuqurliklar o'zgaradi. Suv uriladigan devorda esa (c_0) devor balandligining o'zgarishi $E_0 = \text{const}$ bo'lganda, h_c va h'_c chuqurliklar qiymatiga ta'sir etmaydi.

Suv uriladigan devor balandligini topib, keyin ko'milgan gidravlik sakrashni amalga oshiradigan devor balandligini topish mumkin (bunday sath egriligi 13.28-rasmda shtrix chiziq orqali ko'rsatilgan).



13.28-rasm. (c_0) suv uriladigan devorning nazariy balandligini aniqlashga doir

Suv uriladigan devorning amaliy balandligini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$c = c_0 + (0,05 \div 0,10)h_c'' \quad (13.71)$$

Chunki

$$A = \frac{h_H'}{h_c''} = \frac{c + H'}{h_c''} = \frac{c + (h_c'' - c_0)}{h_c''} \quad (13.72)$$

bunda h_n' – 13. 21-rasmda va h_c'' – 13. 28-rasmda ko‘rsatilgan.

Bundan $A = 1,05 \div 1,10$ bo‘lsa,

$$Ah_c'' = c + h_c'' - c_0 \quad (13.73)$$

va

$$c = c_0 + (A - 1)h_c'' \quad (13.74)$$

va (13. 71) ifoda kelib chiqadi.

Endi suv uriladigan devorning nazariy balandligi (c_0)ni aniqlashni suv o‘tkazgich devorining ko‘milgan va ko‘milmagan holati uchun ko‘rib chiqamiz.

2⁰. Suv o‘tkazgich devorining ko‘milmagan holati uchun c_0 nazariy balandligini aniqlash.

Bu kattalikni aniqlash uchun tanlash usulidan foydalaniladi. Hisoblash tartibi quyidagicha bo‘ladi:

1. E pastki bef tubiga nisbatan to‘liq energiyaning aniq qiymatiga va $q_r = (Q : B)$ sarfga mos keluvchi h_c siqilgan chuqurlik aniqlanadi;
2. Hidravlik sakrashning asosiy tenglamasidan foydalanib, h_c'' chuqurlikni topamiz;
3. Oqimning suv uriladigan devorga yaqinlashish tezligini aniqlaymiz

$$v_0' = \frac{q}{h_c''} \quad (13.75)$$

yana $\frac{\alpha(v_0')^2}{2g}$ tezlik naporini hisoblaymiz;

4. (13. 68) ifodani hisobga olib, $q_{\text{д}} = q_{\text{т}}$ va $\sigma'_{\kappa} = 1,0$ deb qabul qilib, H'_0 napor kattaligini topamiz:

$$H'_0 = \left(\frac{q_{\text{т}}}{m' \sqrt{2g}} \right)^{2/3} \quad (13. 76)$$

bunda sarf koeffitsienti m quyidagicha aniqlanadi:

$$m' \approx 0,40 \div 0,44 \approx 0,42$$

5. To'liq naporni bilgan holda, geometrik naporni aniqlashimiz mumkin:

$$H' = H'_0 - \frac{\alpha(v'_0)^2}{2g} \quad (13. 77)$$

6. Nihoyat, c_0 devor balandligini aniqlaymiz:

$$c_0 = h_c'' - H' \quad (13. 78)$$

3⁰. Suv o'tkazgich devorining ko'milgan holati uchun c_0 nazariy balandligini aniqlash.

Bu holatda masalani tanlab olish usulida hisoblaymiz. Yuqoridagi 2⁰-banddagi tartibda quyidagi kattaliklar hisoblanadi:

$$q_{nn}, h_c, h_c'', v'_0, \frac{\alpha(v'_0)^2}{2g} = h'_v. \quad (13. 79)$$

Endi quyidagicha ish tutamiz:

1. Balandlikka ixtiyoriy qiymat beramiz: $c_0 = c'_0$ va quyidagilarni hisoblaymiz:

$$a) H' = h_c'' - c'_0 \quad (13. 80)$$

$$b) H'_0 = H' + \frac{\alpha(v'_0)^2}{2g} \quad (13. 81)$$

$$c) h'_n = h_n - c'_0 \quad (13. 82)$$

d) 12. 28-rasmda keltirilgan amaliy profilli suv o'tkazgichning ko'milish koeffitsientining kattaligini aniqlash grafigidan σ_{κ} koeffitsient aniqlanadi;

Devor uchun oqimning solishtirma sarfi aniqlanadi

$$q_{cm} = q'_{cm} = q_d = \sigma'_\kappa m' \sqrt{2g} (H'_0)^{3/2} \quad (13.83)$$

bunda,

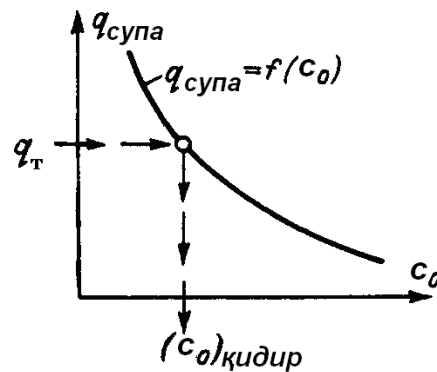
$$H'_0 = H' + \frac{\alpha(v'_0)^2}{2g} \quad (13.84)$$

va

$$\sigma'_\kappa = f\left(\frac{h'_n}{H'_0}\right) \quad (13.85)$$

2. Balandlikka yana ixtiyoriy qiymat berib, $c_0 = c'_0$, 1-banddagi kabi hisoblash bajarib, q''_{cm} kattalik aniqlanadi va shu tartibda kamida 3 marta hisoblash bajariladi.

Grafik $q'_{cyna} < q_d < q''_{cyna}$ yoki $q'_{cyna} > q_d > q''_{cyna}$ shart bajarilgunga qadar olib boriladi. Hisoblash natijasiga asosan, $q_{cyna} = f(c_0)$ grafigi qurilib, undan $q_{cm} = q_{nn}$ ga mos keluvchi $(s_0)_{qidr}$ kattalik aniqlanadi (13. 29-rasm).



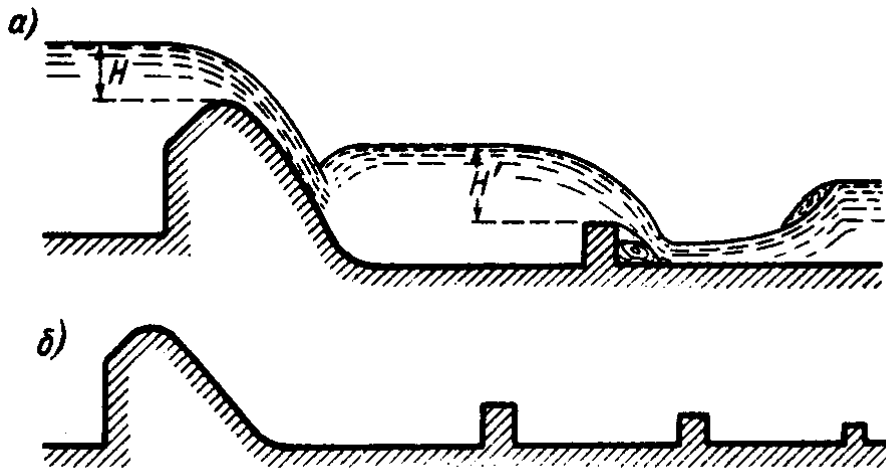
13. 29-rasm. $q_{cm} = f(c_0)$ grafigi.

4⁰. Xulosalar.

1. Ko‘pincha suv urilma devorida hosil bo‘lgan suv o‘tkazgich ko‘milgan yoki ko‘milmagan holatda ishlashi noma’lum bo‘ladi. Shu sababli, devor dastlab, ko‘milmagan holatda deb qabul qilinib, hisob bajariladi, agar u

ko‘milgan holatda ishlasa, u holda hisoblash ko‘milganlikni hisobga olgan holda, qaytadan bajariladi;

2. Devor balandligini to‘g‘onga o‘rnatilgan to‘siqning turli balandlikda ochilganligi uchun hisoblanib, ulardan eng kattasi qabul qilinadi;



13. 30-rasm. Suv urilma devoridan keyingi
beflar tutashishi

3. Suv urilma devorini hisoblashda unda oqim o‘tgandan keyin beflar tutashishini hisobga olish kerak, chunki undan keyin uzoqlashgan gidravlik sakrash jarayoni ro‘y bersa, bir yoki ayrim hollarda ikki o‘lchamli (avvalgilardan kichik bo‘lgan) suv devorlari qurishga to‘g‘ri keladi (13. 30,*a*, *b*-rasm).

13. 9. SUV URILADIGAN DEVOR BALANDLIGINI GRAFIKLAR YORDAMIDA HISOBLASH

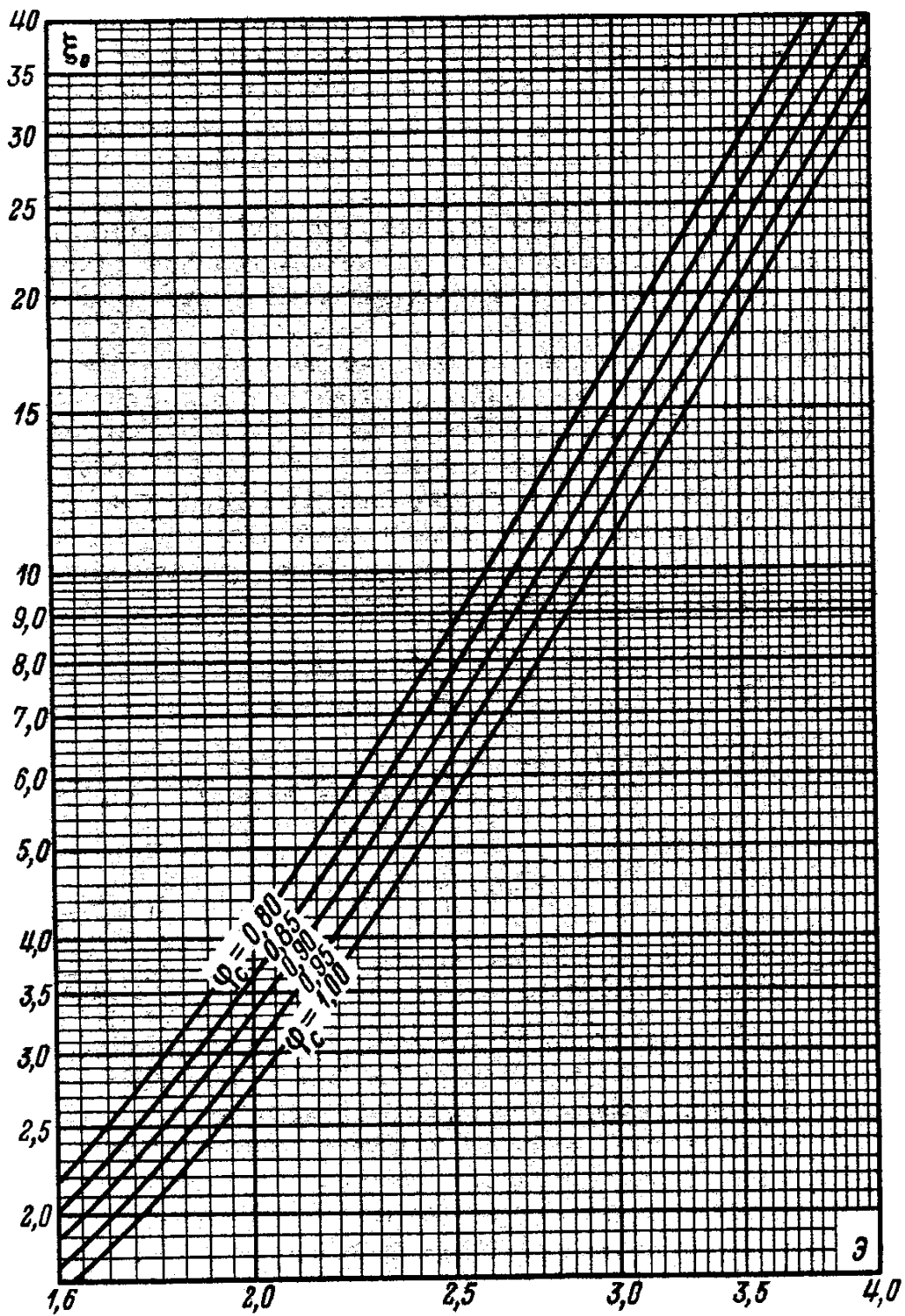
Bunda ikki holat uchun hisoblash bajariladi;

1^o. Suv urilma devor ko‘milgan suv o‘tkazgich kabi ishlaganda. Bu holatda N. N. Pavlovskiy formulasiga asoslanib,

$$c_0 = h_{\kappa} \left(\vartheta - \frac{1}{\sqrt[3]{2m'^2}} \right) \quad (13.86)$$

ifodani yozishimiz mumkin. Bunda $m' = 0,42$ – suv urilma devorning sarf koeffitsienti.

13. 31-rasmdagi grafikdan foydalangan holda, devor balandligi aniqlanadi.



13. 31-rasm. Ko‘milmagan suv urilma devorining balandligini aniqlashga doir grafik

2^o. *Suv urilma devor ko‘milgan suv o‘tkazgich kabi ishlaganda* (13. 28-rasm).

N. N. Pavlovskiy formulasiga asosan

$$c_0 = h_{\kappa} \left(\xi_c'' - \frac{\zeta'}{\eta_n} \right) \quad (13. 87)$$

bunda

$$\xi_c'' = \frac{h_c''}{h_{\kappa}} \quad (13. 88)$$

bo‘lib, 13. 9-rasmdagi grafikdan q , E_0 , φ_c , m kattaliklarning ma‘lum qiymatlari uchun aniqlanadi.

ζ' kattalikni quyidagicha topish ham mumkin:

$$\zeta' = \frac{h_c'' - h_n}{h_{\kappa}} = \xi_c'' - \zeta_n \quad (13. 89)$$

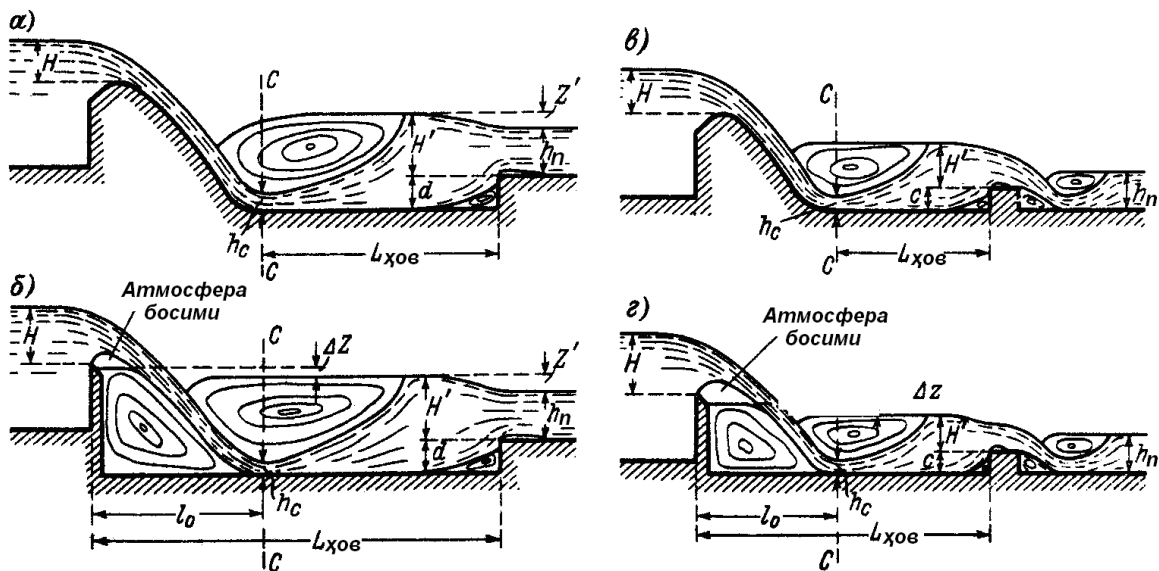
13. 10. SUV URILMA DEVOR QURILISHI VA O‘ZAN TUBINING CHUQURLASHTIRILISHI NATIJASIDA PAYDO BO‘LADIGAN SUV URILMA HOVUZLAR UZUNLIGINI ANIQLASH

Umuman, shuni ta’kidlash kerakki, to‘g‘ondan oshib tushayotgan oqimning kinetik energiyasining oshishi natijasida to‘liq energiyaning oshgan miqdorini so‘ndirish uchun gidrotexnika amaliyotida pastki beflarda quriladigan inshootlarning bo‘ylama o‘lchamlarini aniqlashni bilgan holda, uning gorizontaal yo‘nalishidagi o‘lchami, ya’ni uzunligini bilish muhim rol tutadi. Bu kattalikni aniqlash uchun quyidagicha ish tutamiz.

13. 32-rasmda ko‘rsatilgan inshootlarni quyidagi holatlarga asosan bir-biridan farqlanishini ko‘ramiz.

1-holat. Suv oqimi oshib tushayotgan kesimdan boshlab suv hovuzchasi qurilishi, bunda hovuzcha uzunligi $C-C$ kesimdan boshlab o'lchanadi. $C-C$ kesim joylashgan vaziyat inshootning konstruktiv tuzilishiga bog'liqdir (13. 32, a, b -rasmlar).

2-holat. Oqim tushishini ko'rsatadigan tik tekislikdan keyin hovuzcha uzunligi o'lchanadigan holat (13. 32, v, g -rasmlar). Bu holatda hovuzcha uzunligi $S-S$ kesimdan emas, balki tik tekislikdan boshlab o'lchanadi. Bunda hovuzcha uzunligi birinchi holatga nisbatan oqimchanning oshib tushish uzunligi l_0 ga o'zgaradi. Bunaqa holatga sharsharalarning gidravlik hisobini bajarishda duch kelishimiz mumkin.



13. 32-rasm. Suv urilma devordagi suv oqimi sxemasi

Biz bu mavzuda faqat 1-holat bilan tanishamiz. 13. 32, a, b -rasmdan ko'rinib turibdiki, hovuzchada ko'milgan sakrash jarayoni ro'y berib, aylanma harakatning paydo bo'lishi hisobiga energiyaning so'nishi ro'y bermoqda. Bunda, hovuzchanning uzunligi shunday qabul qilinishi kerakki, aylanma harakat to'liq amalga oshishiga va ikki aylanma harakat ustma-ust tushmasligi ta'minlangan holda amalga oshishi kerak. Shundagina, suv oqimi hovuzchanning suv uriladigan devoriga yaqinlashishi qulay shaklda bo'ladi. Bu mulohazalarni

nazarda tutgan holda 13. 33-rasmdagi nazariy holni ko‘rib chiqamiz. Rasmdan ko‘rinib turibdiki, $a-a$ kesim o‘tkazilgan vaziyatda oqimning yuqori qismidagi aylanma harakat tugagan, pastki qismdagi aylanma harakat esa boshlangan. Shu holni hisobga olib, hovuzcha uzunligini quyidagicha hisoblash mumkin:

$$L_{xoe} = l_c + l' \quad (13.90)$$

bunda, l_c – ko‘milmagan gidravlik sakrash uzunligi; l' – pastki aylanma harakat uzunligi.

1. Inshoatda ingichka devorli suv o‘tkazgich bo‘lganda suv urilma hovuzi uzunligini quyidagicha aniqlash mumkin:

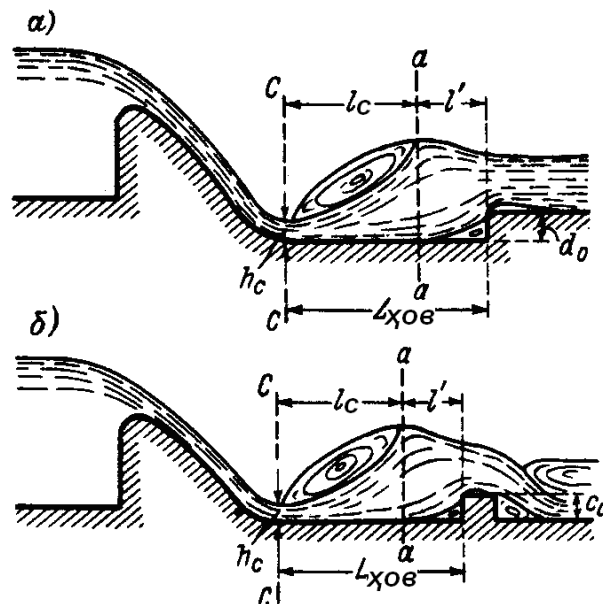
$$L_{xoe} = 0,33H_0 + 1,38\sqrt{H_0(c_n + 0,45H_0)} \quad (13.91)$$

2. Amaliy profilli suv o‘tkazgich bo‘lganda:

$$L_{xoe} = 1,33\sqrt{H_0(c_n + 0,33H_0)} \quad (13.92)$$

3. Keng ostonali ko‘milmagan suv o‘tkazgich uchun M. D. Chertousov formulasiga asosan aniqlanishi mumkin:

$$L_{xoe} = 1,64\sqrt{H_0(c_n + 0,24H_0)} \quad (13.93)$$



13. 33-rasm. Hovuzdagi suv oqimining hisobiy sxemalari

Tajribalar natijasiga asosan, ta'kidlash mumkinki, yuqoridagi formula yordamida aniqlangan hovuzcha uzunligining qiymati haqiqiy kerakli qiymatdan ancha yuqori bo'lgan kattaliklarni beradi. Buning asosiy sababi – gidravlik sakrashning chegaralanganligidir.

Albatta, chegaralangan sakrash uzunligi erkin sakrashga nisbatan ancha kichik bo'ladi. Shu sababli, bir qancha tadqiqotchilar bu kattalikni aniqlash uchun formulalar taklif etishgan.

Shulardan M. D. Chertousov formulasi:

$$L_{x06} = \beta l_c \quad (13.94)$$

bunda,

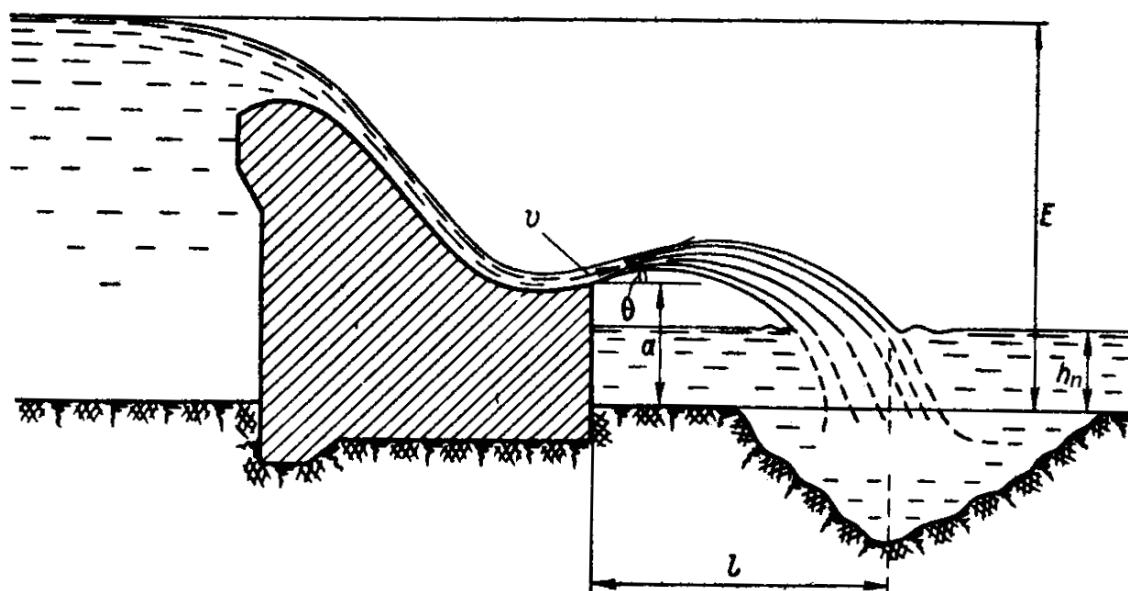
$$\beta = 0,7 \div 0,8 \quad (13.95)$$

bunda, β – empirik koeffitsient.

Shuni alohida ta'kidlash kerakki, agar loyixada hovuzcha uzunligi etarli kattalikda olinmasa, oqim hovuzcha ichidan gidravlik sakrash jarayoni amalga oshmasdan harakatlanadi va natijada oqim katta tezlikda o'zanning tubiga va qirg'og'iga uriladi, natijada yuvilish jarayoni ro'y berishi mumkin. Bu jarayon natijasi juda katta noqulay vaziyatlarga olib keladi.

13. 11. TO‘G‘ONNING PASTKI BEF BILAN TUTASHISHI BALAND POG‘ONA ORQALI BO‘LGANDA UNI HISOBLASHGA DOIR UMUMIY KO‘RSATMALAR

Gidrotexnika amaliyotida to‘g‘onlarning pastki befdagi bunday tutashishi, asosan, toshli tog‘ gruntlarida qurilganda qo‘llaniladi (13. 34-rasm). Bunday hollarda, oqimchalar ancha uzoq masofaga otilib tushib, yuvilish aylanalarini tashkil qiladi. Agar to‘g‘on to‘g‘ri loyihalashtirilsa, yuvilish aylanishi shunday masofaga to‘g‘ondan uzoqlashadiki, bu yuvilish unga ta’sir etmaydi.



13. 34-rasm. Baland pog‘onali to‘g‘on

To‘g‘onlarni gidravlik hisobini bajarishda, asosan ikki xil muammo bo‘lishi mumkin.

1. Pog‘ona balandligi ma’lum bo‘lganda oqimchanning uchib borib tushish masofasini va yuvilish aylanishi joylashgan vaziyatni aniqlash talab etiladi. Bu masalani echishda 10. 2 va 10. 3-mavzulardagi fikrlarni hisobga olishga to‘g‘ri keladi.

2. Yuvilish aylanasining chuqurligini aniqlashda hozirgi vaqtgacha aniq natija beruvchi empirik formulalar yoki usullar topilmagan. Bu masalani hal qilishda 13. 5-mavzudagi keltirilgan formulalardan foydalanish mumkin.

13. 12. TO‘SIQ OSTIDAGI LOYQA O‘TKAZUVCHI TIRQISHDAN SUV OQIMCHASI CHIQQANDA BEFLAR TUTASHISHI VA UNDA QO‘LLANILADIGAN ENERGIYA SO‘NDIRGICHLAR

To‘g‘onning pastki befida oqimning ortiqcha kinetik energiya suv urilma sohasida amalga oshadi. Suv urilma sohasiga oqimning dinamik ta’siri katta bo‘lganligi sababli, suv urilma sohasi qalinligi katta qiymatga ega bo‘lishi mumkin. Bu holda, hamma to‘g‘ondan oqim oshib tushayotgan holatdagi kabi uch xil ko‘rinishda beflar tutashishi bo‘lishi mumkin:

- uzoqlashgan gidravlik sakrash bilan beflar tutashishi (13. 35, *a*-rasm);
- siqilgan kesimdagi sakrash bilan beflar tutashishi (*C-C* kesimda);
- ko‘milgan sakrash orqali beflar tutashishi (13. 35, *b*-rasm).

To‘siq ostidagi *C-C* siqilgan kesimda mavjud bo‘lgan siqilgan chuqurlik quyidagicha aniqlanadi:

$$\boxed{h_c = \varepsilon_0 e} \quad (13. 96)$$

bunda, e – to‘siqning ochilish balandligi; ε_0 – tik yo‘nalishdagi siqilish koeffitsienti bo‘lib, $0,62 \div 0,64$ ga teng deb qabul qilinadi.

Uzoqlashgan gidravlik sakrash

$$h_n < h_c'' \quad (13. 97)$$

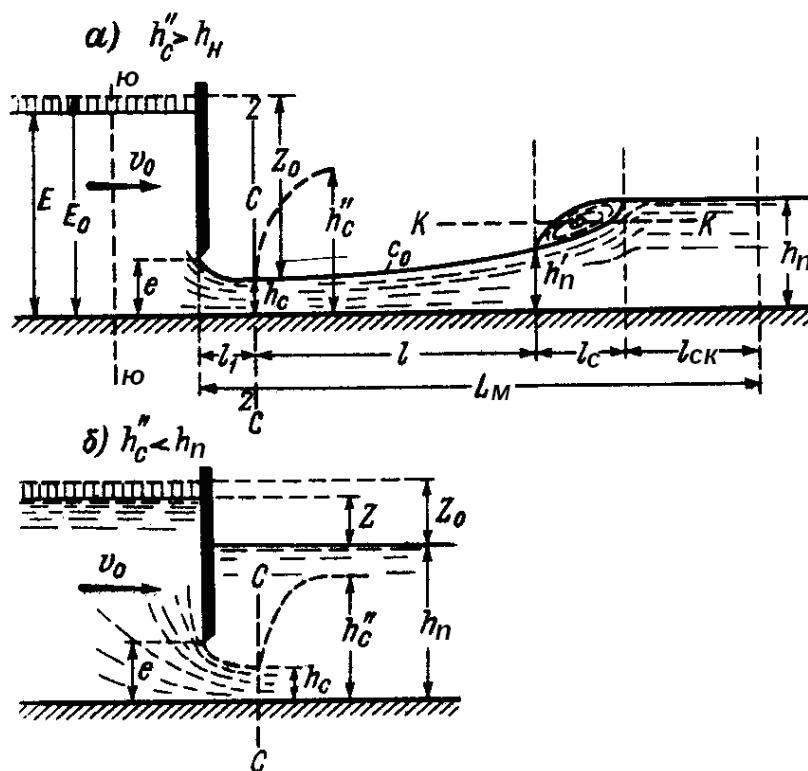
shart mavjud bo‘lganda amalga oshadi. Ko‘milgan sakrash esa

$$h_n < h_c'' \quad (13. 98)$$

shart bajarilganda amalga oshadi. Bunda, h_c'' – C-C kesimdagi gidravlik sakrashning ikkinchi tutash chuqurligi bo‘lib, h_c siqilgan chuqurlikning ma’lum qiymati uchun gidravlik sakrashning asosiy tenglamasidan foydalanib topiladi.

Energiya so‘ndirgichlar gidrotexnika amaliyotida suvurilma sohasidan tashqari risbermalarda ham qurilishi mumkin. Risbermaning tugash qismida oqimning solishtirma sarfi o‘zan kengligi bo‘yicha tekis taqsimlanib, u dastlabki vaziyatidagiga yaqin mahalliy o‘rtalashtirilgan tezliklar va pulsatsion xarakteristikalariga ega bo‘lishi kerak. Gidrotexnika amaliyotida bu holatlarda quyidagi energiya so‘ndirgichlar qo‘llaniladi:

- siqilgan kesimdan $l_\delta = 3h_c''$ masofada joylashgan yaxlit suv urilma devori (13. 23, *a*-rasm);
- siqilgan kesimdan $l_\delta = 3h_c''$ masofada joylashgan uzilishli suv urilma devori (13. 23, *b*-rasm);
- D. I. Kumin tomonidan taklif etilgan so‘ndirgich-yoyuvchi $l_{\text{cyH}\delta} = 1,3h_{\text{kp}}$ (13. 23, *v*-rasm);
- suv urilma devoridan pastda joylashtiriladigan, trapetsiodal pirs ko‘rinishidagi so‘ndirgich (13. 23, *g*-rasm);
- shashka yoki pirs shakliga ega bo‘lgan so‘ndirgich (13. 23, *d*-rasm).



13. 35-rasm. To'siq ostidan suyuqlikning oqishi

Bunday so'ndirgichlarning balandligi va kengligi, qatorlari oralig'idagi masofa, siqilgan kesimgacha masofa, so'ndirgichlarning o'zaro joylashishi, pastki, yuqori, yon tomondan joylashish qiyaligi eksperimental tadqiqotlar natijasida aniqlanadi. TIQXMMIning "Gidravlika va gidroformatika" kafedrasida laboratoriyasida bu yo'nalishda ilmiy tadqiqotlar bajarilayotganligini e'tirof etish mumkin. So'ndirgich oqimni suv urilma devoriga taqab, sakrash so'ndirgich qurilmagan holatdagiga nisbatan kichikroq chuqurlikda amalga oshadi. Bu farq 25% ni tashkil etadi. So'ndirgich samaradorligini baholashning bir necha kriteriyalari mavjud. Asosan so'ndirgich ortidagi sohada oqimning yuvuvchanlik qobiliyati qabul qilinadi. Yuvilish chuqurchasining kichik o'lchamini tashkil etadigani eng sarasi hisoblanadi. Bundan tashqari, ikkincha tutash chuqurlikni kamaytirish kriteriyasi ham amaliyotda keng qo'llaniladi.

So'ndirgichlar energiya yo'qolishiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. So'ndirgichlar ta'sirida yuqori darajadagi turbulent aralashish va katta tezlik

gradienti mavjud bo'lgan oqimning qo'shimcha suv aylanma sohalari paydo bo'ladi. Urinma kuchlanishlarni oshishi energiya dissipiyasini jadallashishiga olib keladi. Bu jarayon oqimning bir necha oqimchalarga bo'linishini ta'minlovchi uzilishli suv urilma devorlarda, shashkalarda, pirlarda yaqqolroq namoyon bo'ladi.

Shuni ta'kidlash kerakki, oqimning tezligi 12-14 *m/s* gacha bo'lganda kavitatsiya jarayoni ro'y bermaydi, bu qiymatdan yuqori bo'lganda kavitatsiya jarayoni boshlanishi mumkin. Kavitatsiya quyidagi nisbat bilan xarakterlanuvchi ikki bosqichga bo'linadi:

$$\beta = \frac{K}{K_{\kappa}} \quad (12.99)$$

bunda, K_{κ} – kavitatsiyaning boshlanishiga mos keluvchi kavitatsiyaning kritik parametri; K – hisoblanayotgan inshoot uchun berilgan sharoitga mos keluvchi kavitatsiya parametri:

$$K = \frac{p_c - p_{\delta}}{\frac{\rho v_{xap}^2}{2}} \quad (12.100)$$

bunda, p_c – so'ndirgich yuqorigi qirrasiga ta'sir etuvchi bosim,

$$p_c = p_{am} + \rho gh \quad (12.101)$$

p_{δ} – berilgan haroratga mos keluvchi suvning to'yingan bug'i bosimi.

Kavitatsiyani xarakterlovchi koeffitsientning qiymatlarga qarab, quyidagi bo'g'inlarga bo'linadi:

- boshlang'ich kavitatsiya $\beta = 1,0 \div (0,7 \div 0,8)$;
- rivojlanayotgan kavitatsiya $\beta = (0,7 \div 0,8) \div (0,2 \div 0,1)$;
- superkavitatsiya $\beta \leq (0,2 \div 0,1)$

13. 13. TO‘SIQ OSTIDAGI O‘ZAN TUBIGA YAQIN TIRQISHDAN SUV OQIMCHASI CHIQQANDA MAHALLIY YUVILISHLAR

Yuqorida ta’kidlanganidek, gidrotexnik inshootlarning pastki beflarida risbermalardan keyingi sohada o‘zan yuviluvchan gruntlardan o‘tsa, mahalliy yuvilishlar bo‘lib, yuvilish chuqurliklari paydo bo‘ladi, natijada u bosqichma-bosqich chuqurlashib, uzunlik bo‘yicha o‘lchamlarini oshira boshlaydi. Tekis masalani qarayotganligimiz sababli, oqimni pastki bef fronti bo‘ylab harakatini tekis deb qarab, shunga mos ravishda chuqurchaning kanal kengligi bo‘yicha o‘lchamini bir xil deb qabul qilamiz. Chuqurchaning yuvilish jarayoni bir maromda davom eta boshlagandan so‘ng chuqurchaning chuqurligini quyidagi formula yordamida aniqlaymiz:

$$h_u = K_1 \frac{q}{v_{10}} \quad (12. 102)$$

Pastki bef chiqish kanalidagi oqimning solishtirma sarfi esa quyidagicha aniqlanishi mumkin:

$$q = \frac{Q}{nb + (n-1)b_0} \quad (12. 103)$$

bunda b – suv oqib chiqayotgan oraliqlar kengligi; n – oraliqlar soni; b_0 -oraliqlar orasidagi devor kengligi; K_1 – pastki befdagi turbulentslikning oshishi bilan oqimning yuvuvchanlik qobiliyatini o‘shirishini ko‘rsatuvchi koeffitsient.

Beflar tutashishini hisoblashda oqimni tashqariga chiqishida uning gidravlik rejimini o‘zgarishini inobatga olish kerak.

Bundan tashqari, pastki befga oqim tiniqlashgan holda chiqishi – uning yuvuvchanlik qobiliyatini oshirishini, buning natijasida oqim nanoslar bilan to‘yinib, uning loyqalanganligi oshirishini ham hisobga olishimiz kerak. Ma’lum bir sharoitlarda oqimning loyqalanganligi oshib, tashuvchanlik qobiliyatiga tenglashishi ham mumkin. Shuning hisobiga suv omborining pastki befida va

chiqish kanali o‘zanida umumiy yuvilishlar ham kuzatilishi mumkin. Bu o‘zan tubi va suv sathi balandligi belgilarini pasayishiga olib keladi. Bu masalalar “Gidrotexnik inshootlar qurilishi” kursida batafsilroq yoritiladi.

13. 14. HARAKATLANUVCHI TO‘SIQ OSTIDAN O‘TAYOTGAN SUV OQIMCHASI ERKIN OQQANDA KERAKLI SARFNI O‘TKAZISH UCHUN TO‘SIQNING KO‘TARILISH BALANDLIGINI ANIQLASH

Gidrotexnika amaliyotida suv olish, suv chiqarish, suv tashlash inshootlarining tirqishlari tekis, bir, ikki qavatli, vertikal yoki qiya, segment, sektor yoki silindrik shakldagi harakatlanuvchi to‘siqlar bilan ta‘minlanib, ular orqali kerakli sarf chiqarilishi ta‘minlanadi. Shu o‘rinda harakatlanuvchi to‘siq ostidan chiqayotgan erkin va chegaralangan oqimchalar tushunchasiga aniqlik kiritamiz.

Agar tirqishdan chiqayotgan oqim atmosfera bosimi bilan tutashgan bo‘lsa, ya‘ni inshoot pastki befi oqimga ta‘sir ko‘rsatmasa, *u erkin oqib chiqayotgan oqimcha* deb yuritiladi. Aks holda, ya‘ni oqimcha ustida ma‘lum bir suv qatlami mavjud bo‘lib, inshootpastki befi oqimchaga ta‘sir ko‘rsatsa *u chegaralangan oqimcha* hisoblanadi.

Bu inshootlardan chiqayotgan oqimning sarfini aniqlashda vertikal siqilish koefitsienti qiymati muhim ahamiyatga ega. Ostonasiz inshootga vertikal vaziyatda o‘rnatilgan pastki qismi o‘tkir harakatlanuvchi to‘siq uchun (13. 34-rasm) siqilgan chuqurlik (h_c)ni quyidagicha aniqlash mumkin:

$$h_c = \varepsilon e \quad (13. 104)$$

bunda, ε – vertikal siqilish koefitsienti;

e – harakatlanuvchi to‘siqning ko‘tarilish balandligi.

N. E. Jukovskiy tomonidan oqimning potensial harakati uchun bu kattalikni aniqlash uchun quyidagi ko‘rinishdagi nazariy ifoda olingan:

$$\varepsilon = f\left(\frac{e}{H}\right) \quad (13.105)$$

Tabiatda va texnika amaliyotida vixrsiz yoki noburama harakat mavjud bo‘lmaydi. Lekin, ayrim harakat sohalarida shartli ravishda noburama, ya’ni potensial harakatni mavjud bo‘ladi, deb qarash mumkin. Potensial harakat katta tezlikda harakatlanuvchi tranzit oqimchalar uchun mavjud bo‘ladi, deb hisoblash mumkin.

Bu bog‘liqlikka asosan, hisoblash natijasida quyidagi jadval tuzilgan:

N. E. Jukovskiy formulasiga asosan, harakatlanuvchi to‘siq ostidan o‘tayotgan suv oqimining vertikal siqilish koeffitsienti (ε)ni aniqlash

13. 1-jadval

e/H	ε	F	$\zeta = \varepsilon \frac{e}{H}$
0,10	0,615	0,264	0,062
0,15	0,618	0,388	0,092
0,20	0,620	0,514	0,124
0,25	0,622	0,633	0,156
0,30	0,625	0,750	0,188
0,35	0,628	0,865	0,220
0,40	0,630	0,967	0,252
0,45	0,638	1,060	0,284
0,50	0,645	1,182	0,323
0,55	0,650	1,265	0,365
0,60	0,660	1,363	0,395
0,65	0,675	1,457	0,440
0,70	0,690	1,538	0,482
0,75	0,705	1,611	0,529

Bu jadvaldagi qiymatlar aniqligi Kirxgofning nazariy formula asosida olingan qiymatlariga, A. I. Bogomolov va K. A. Mixaylov tajribalari natijasiga mos kelgan. S. M. Slisskiy yon tomondan siqilish bu vertikal siqilish koeffitsienti kattaligiga ta'sir etishini e'tirof etgan. Lekin, amaliyot uchun bu ta'sirni inobatga olmaslik mumkin. Chunki, ta'sir kattaligi hisobga olmaydigan darajada kichikligi ta'kidlangan.

Oqimchanning tezligini aniqlash uchun Bernulli tenglamasidan foydalanamiz. 1-1 kesimni napordan katta masofada inshootning yuqori befidan 2-2 kesimni esa oqimcha siqilgan inshootning pastki befidan olib, pastki befidan taqqoslash tekisligini o'tkazamiz va Bernulli tenglamasini yozamiz:

$$H + \frac{p_0}{\gamma} + \frac{\alpha_0 v_1^2}{2g} = h_c + \frac{p_0}{\gamma} + \frac{\alpha_c v_c^2}{2g} + \sum \xi \frac{v_c^2}{2g} \quad (13.106)$$

Bu formuladan oqimchanning siqilgan kesimdagi tezligini aniqlash formulasini yozishimiz mumkin:

$$2g(H_0 - h_c) = v_c^2(\alpha_c + \sum \xi) \quad (13.107)$$

$$v_c = \frac{1}{\sqrt{\alpha_c + \sum \xi}} \sqrt{2g(H_0 - h_c)} \quad (13.108)$$

$\frac{1}{\sqrt{\alpha_c + \sum \xi}} = \varphi$ – tezlik koeffitsienti deb yuritilishi bizga ma'lum.

Endi to'siq ostidagi oqimcha tezligini aniqlash formulasini yozamiz:

$$v = \varepsilon v_c = \varepsilon \frac{1}{\sqrt{\alpha_c + \sum \xi}} \sqrt{2g(H_0 - h_c)} = \varepsilon \varphi \sqrt{2g(H_0 - h_c)} \quad (13.109)$$

Oqimchanning sarfini aniqlash formulasini yozamiz:

$$Q = eb\varepsilon\varphi\sqrt{2g(H_0 - h_c)} \quad (13.110)$$

b – tirqish kengligi.

$\mu = \varepsilon\varphi$ – sarf koeffitsienti,

Demak,

$$Q = eb\mu\sqrt{2g(H_0 - \varepsilon e)} \quad (13.111)$$

Tezlik koeffitsienti kattaligi eksperimental tadqiqotlar natijasiga asosan aniqlanadi. Agar inshoot ostonasiz bo'lsa, $\varphi = 0.95 \div 0.97$ deb qabul qilinsa, keng ostonali inshootlarda, $\varphi = 0.85 \div 0.95$ qabul qilinadi.

Bu sarfni hisoblash formulasi yordamida, kerakli oqim sarfini o'tkazish uchun qancha balandlikka to'siq ko'tarilishini aniqlash mumkin. Buning uchun tanlab olish usuli va I. I. Agroskin usullari mavjud.

Tanlab olish usuli.

1. Geometrik va to'la naporni aniqlanadi:

$$E = H = h - C_{\text{ю}}; E_0 = H_0 = H + \frac{\alpha v^2}{2g}; v = \frac{Q}{\omega} = \frac{Q}{(b + mh)h} \quad (13.112)$$

bunda b – bir oraliq kengligi; m – qiyalik koeffitsienti, h – inshoot yuqori belidagi oqim chuqurligi.

2. Ko'tarilishni (ko'milishni) tekshirish:

$$c_n = P + c_{\text{ю}} \quad (13.113)$$

Agar $c_{\text{ю}} > h_0$ bo'lsa, unda sath ko'milgan bo'ladi.

3. Agar inshoot bir necha oraliqlardan iborat bo'lsa, bir oraliq sarfini aniqlaymiz:

$$\bar{Q} = \frac{Q}{N} \quad (13.114)$$

n – oraliqlar soni.

4. Tekis harakatlanuvchi to'siqning ko'tarilish balandligini aniqlash formulasidan foydalanib, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$Q = e\mu bN\sqrt{2g(H_0 - \varepsilon e)} \quad (13.115)$$

bu yerda ε – vertikal siqilish koeffitsienti:

$$\varepsilon = 0,57 + \frac{0,043}{1,1 - \frac{e}{H_0}} \quad (13.116)$$

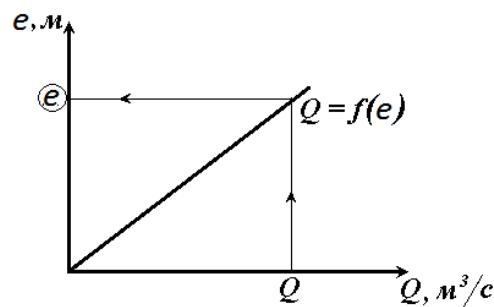
ε quyidagi nisbat $\frac{e}{H_0}$ bilan bog'langan.

Masalaning hisobini tanlash usulida hisoblaymiz. «e»ga bir necha ixtiyoriy qiymat berib, shu qiymatlar uchun sarf Q aniqlaymiz. Hisoblashni jadvalda olib boramiz:

13. 2-jadval

E	$\frac{a}{H_0}$	ε	εe	μ	$\sqrt{2g(H_0 - \varepsilon e)}, m/s$	$Q, m^3/s$

Jadvaldagi qiymatlarga asosan $Q = f(e)$ grafigini quramiz va berilgan sarf Q uchun darvozani ko'tarilish balandligini aniqlaymiz (13. 36-rasm).



13. 36-rasm. $Q = f(e)$ funksiyasi grafigi

I. I. Agroskin usuli.

1. Geometrik va to'la naporni aniqlanadi:

$$E = H = h - C_{\omega}; E_0 = H_0 = H + \frac{\alpha v^2}{2g}; v = \frac{Q}{\omega} = \frac{Q}{(b + mh)h} \quad (13. 117)$$

2. Tezlik koeffitsienti kattaligi yuqoridagi mulohazalarga asosan qabul qilinadi $\varphi = 0,95 \div 0,97$;

3. Solishtirma sarfni hisoblab olamiz:

$$q = \frac{Q}{b} \quad (13. 118)$$

4. F funksiya kattaligini $H \approx H_0 \approx E_0$ shartni qabul qilib, hisoblaymiz:

$$\Phi = \frac{q}{\varphi E_0^{3/2}} = \frac{q}{\varphi H^{3/2}} \quad (13.119)$$

5. 13.1-jadvaldan F funksiya qiymatiga mos keluvchi e/H nisbat qiymati yozib olinadi;

6. Berilgan sarfga mos keluvchi harakatlanuvchi to'siqning ko'tarilish balandligini hisoblaymiz:

$$e = \Phi H \quad (13.120)$$

13.15. HARAKATLANUVCHI TO'SIQLARNING KO'RINISHLARI

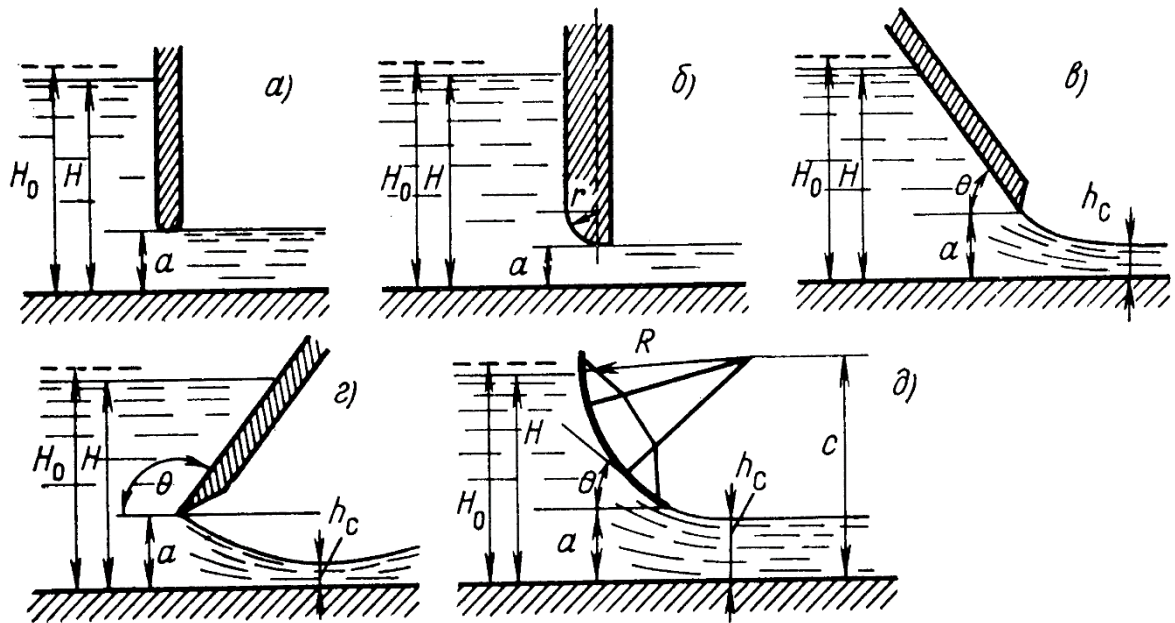
Harakatlanuvchi to'siq vaziyati vertikal yoki qiya bo'lganda (13.37-rasm) sarfni va o'rtacha tezlikni yuqorida keltirilgan formulalardan foydalanib aniqlash maqsadga muvofiqdir.

Ta'kidlash lozimki, to'siq yuqori befi tomonga qiyalangan holda loyilastirilib qurilgan bo'lsa, vertikal siqilish koeffitsienti va o'z navbatida sarf koeffitsienti yuqori qiymatga ega bo'lib, bunday holat amaliy jihatdan qulay hisoblanadi.

Vertikal siqilish koeffitsienti qiyalanish burchagi $0^0 < \theta < 90^0$ bo'lgan holatlar uchun K. F. Ximitskiy formulasiga asosan hisoblash tavsiya etiladi:

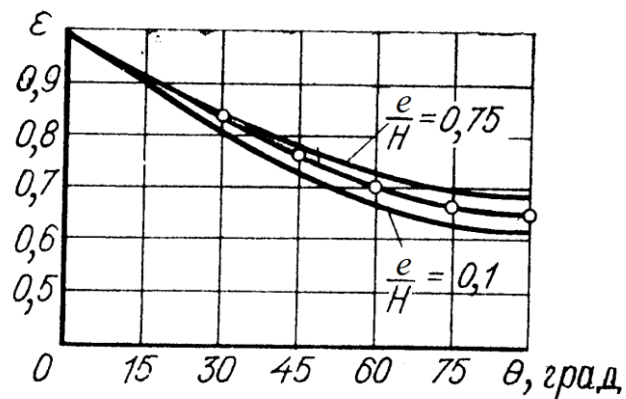
$$\varepsilon = \frac{1}{1 + \sqrt{0,4 \sin^2 \theta \left[1 - \left(\frac{e}{H} \right)^2 \right]}} \quad (13.121)$$

Agar yon tomondan siqilish mavjud bo'lsa, $\frac{e}{H} = \frac{\omega}{\Omega}$ munosabat o'rinli bo'ladi, bunda, ω , Ω – mos ravishla tirqish va inshoot yuqori befi tirqish yaqinidagi harakatdagi kesimlari yuzasi.



13. 37-rasm. Harakatlanuvchi to'siqning ko'rinislari

Qiyalanish burchagini va $\frac{e}{H} = \frac{\omega}{\Omega}$ nisbatni o'zgarishi bilan vertikal siqilish ko'effitsientining o'zgarishi 13. 38-rasmdagi grafikda ifodalangan.



13. 38-rasm. Qiyalanish burchagi va $\frac{e}{H} = \frac{\omega}{\Omega}$ nisbatiga bog'liq holda vertikal siqilish ko'effitsientining o'zgarishi

23. 3- rasm.

To'siq pastki beftomonga qiyalangan holda loyihalashtirilib qurilgan bo'lsa, vertikal siqilish ko'effitsienni va o'z navbatida sarf ko'effitsienti past qiymatga ega bo'ladi, bunday holat amaliy jihatdan noqulay hisoblanadi.

Pastki qismi aylantirilgan tekis harakatlanuvchi vertikal vaziyatda qurilgan to'siqlar (13. 37, a-rasm) uchun tadqiqotlar sarf koeffitsientini yuqori bo'lishini ko'rsatgan ($\mu = 0,90 \div 0,97$).

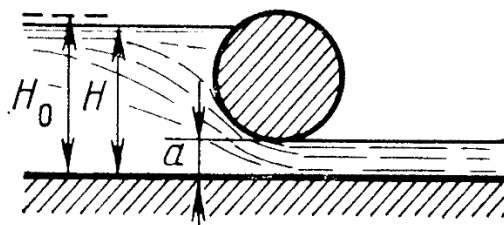
Agar bu to'siqlar pastki qismi ma'lum bir radiusda aylantirilgan bo'lsa (masalan r), ular uchun vertikal siqilish mavjud bo'lmagan holatda $\frac{e}{r} \leq 1$ shart bajarilganda sarf koeffitsienti $\mu = 0,92 \div 0,95$ qiymatlarga teng bo'ladi.

Bunday to'siqlar laboratoriya sharoitlarida qo'llanilishi bilan birga meliorativ kanallarda o'lchov qurilmalari o'rnatilganda ham keng qo'llaniladi.

Bundan tashqari, gidrotexnika amaliyotida silindrik-valsli harakatlanuvchi to'siqlar (13. 39-rasm) ham qo'llaniladi. Bu to'siqlar ostidan oqimcha yuqori sarf koeffitsientiga ega bo'lib oqib o'tishi D. V. Shterenlixt va V. A. Polenina tadqiqotlari bilan ham tasdiqlangan. $\frac{e}{H} \leq 0,07 \div 0,5$, $\varepsilon \approx 1$ shart bajarilganda $\mu = 0,94 \div 0,98$.

Gidrotexnik inshootlarning yuqori beflarida oqim sathini me'yorda doimiy saqlab turish uchun avtomatik boshqariladigan harakatlanuvchi to'siqlardan keng foydalaniladi.

Quyida biz Ya. V. Bochkaryov tomonidan ishlab chiqilgan korobkali teleskopik harakatlanuvchi to'siqni ko'rib chiqamiz (13. 39-rasm).



13. 39-rasm. Korobkali teleskopik harakatlanuvchi to'siq

Suv o'tkazgich yoki to'siq ostidan keraksiz sarf tashlab yuboriladi va shu orqali sath me'yorda doimiy saqlab turiladi. Inshoot devori oldida qurilgan

vertikal devorchadan suv oqimi oshib tushib, asosiy oqimga qarshi oqib chiqadi va qarshilik yaratadi. Yuqori befdagi sarf va sath o'zgarishiga qaramasdan doimiy sarf pastki befga chiqib turadi. Bu sarf quyidagi formula yordamida aniqlanishi mumkin:

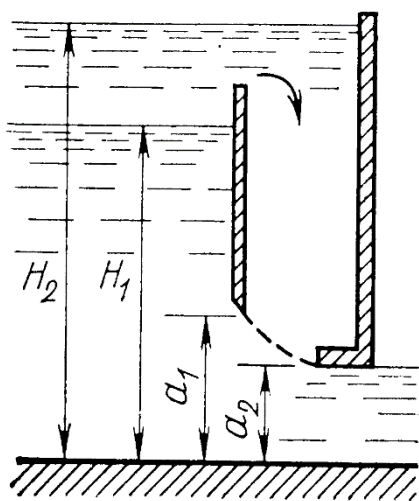
$$Q = \mu e b \sqrt{2g(H_0 - \varepsilon e)} = const \quad (13.122)$$

Bu formulani quyidagi ko'rinishda yozib olish ham mumkin:

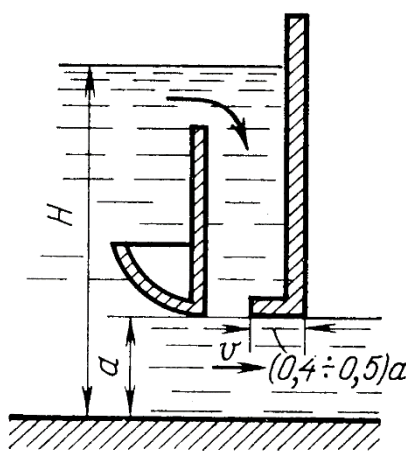
$$Q = \varphi \varepsilon \frac{e}{H_0} b \sqrt{2g \left(1 - \frac{\varepsilon e}{H_0}\right)} H_0^{3/2} = \varphi \zeta b \sqrt{1 - \zeta} \sqrt{2g} H_0^{3/2} \quad (13.123)$$

$\zeta = \varepsilon \frac{e}{H_0}$ – nisbiy chuqurlik.

Gidromeliorativ sistemalarda suv taqsimotini avtomatlashtirishda korobkali (13. 40-rasm) va kombinatsiyalashtirilgan avtomat (13. 41-rasm) harakatlanuvchi to'siqlardan keng foydalaniladi.



13. 40-rasm. Korobkali harakatlanuvchi avtomat



13. 41-rasm. Kombinatsiyalashtirilgan avtomat harakatlanuvchi to'siq

Avtomat korobkali harakatlanuvchi to'siq tuzilishi. Oldingi devor ostidan suv oqimi chiqib ketsa, sarf oshishi va naporning ko'tarilishi bilan devor ustidan oldingi va keyingi devorlar oralig'iga tushib, e_2 ning kichik qiymatlarida ham harakat amalga oshadi. Naporning maksimal (N_2) qiymatlarida ham sarfni

vertikal devordan oshib tushadigan miqdoriga etgunga qadar davom etadi. Bu sarfni quyidagi formula yordamida hisoblashimiz mumkin:

$$Q = \varphi \varepsilon_2 e_2 b \sqrt{2g(H_2 - \varepsilon_2 e_2)} \quad (13.124)$$

Kombinatsiyalashtirilgan avtomat harakatlanuvchi to'siq– inshoot yuqori bef devori oldida ma'lum masofada ostki qismi, oqim sath egriligi ko'rinishidagi moslama devor va inshoot devori osti uzunligi $(0,4 \div 0,5)a$ shartni bajaruvchi gorizontaal vaziyatdagi moslamalar bilan ta'minlangan bo'ladi. Bu moslamalar sarf koeffitsientining $\mu = 0,95$ qiymatga ko'tarilishini ta'minlaydi.

Suv oqimchasining to'siq ostidan chiqishida ta'sir etuvchi kuch va momentlar kattaligini aniqlash muhim ahamiyatga ega. To'siqqa ta'sir etayotgan kuchlarning miqdori va ularning to'siq yuzasi bo'ylab taqsimlanishi gidrostatik qonuniyatdan keskin farq qilib, gidrodinamik qonuniyatga bo'ysunadi.

Hisoblarni bajarishda to'siqlarning havfli tebranishi ehtimollarini inobatga olishga to'g'ri keladi.

Gidromeliorativ tizimlarda avtomatlashtirilgan tarzda suv oqimi sarfini o'lchashda segment ko'rinishidagi harakatlanuvchi to'siqlardan keng foydalaniladi (13. 37, *d*-rasm). Bu to'siqlarda quyidagi shartlar bajarilganda sarfni hisoblanish formulasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

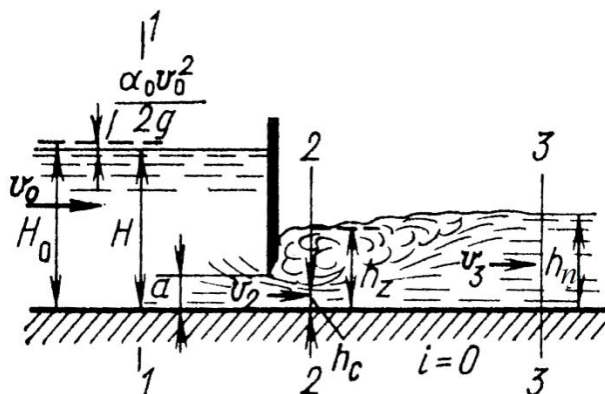
$$\frac{e}{R} = 0,03 \div 0,33; \quad \frac{e}{H} = 0,05 \div 0,5; \quad \frac{c}{R} = 0,4 \div 0,9 \quad (13.125)$$

$$Q = \left[0,4 \left(\frac{c-e}{R} \right)^2 + 0,5 \right] eb \sqrt{2g(H - 0,7e)} \quad (13.126)$$

R – segment radiusi.

13. 16. HARAKATLANUVCHI TO‘SIQLAR OSTIDAN OQIB CHIQUYOTGAN CHEKLANGAN OQIMLAR VA BUNDAY HOLLARDA TO‘SIQNING KO‘TARILISH BALANDLIGINI HISOBLASH

Gidrotexnik inshootlar pastki beflariga oqimchalar chiqqanda ko‘milgan holatda bo‘lib, taqalgan gidravlik sakrash amalga oshadi $h_3 > h_c''$. Siqilgan kesimda (13. 42-rasm) h_z chuqurlik paydo bo‘lib, $h_2 < h_z < h_3$ shartni bajaradi.



13. 42-rasm. Harakatlanuvchi to‘siq ostidan oqimchanning cheklangan ko‘rinishda chiqishi

Bu vaziyatlarda 2-2 va 3-3 kesimlarda bosim taqsimlanishi gidrostatik qonuniyatga bo‘ysunadi degan cheklanish qabul qilib, 1-1 va 2-2 kesimlar uchun Bernulli tenglamasini yozib, siqilgan kesimdagi oqimcha tezligi va sarfni aniqlash formulalarini olamiz:

$$H_0 = h_z + \frac{\alpha_c v_c^2}{2g} + \sum \zeta \frac{v_c^2}{2g} \quad (13. 127)$$

Bu formuladan oqimchanning siqilgan kesimdagi tezligini aniqlash formulasini yozishimiz mumkin:

$$2g(H_0 - h_z) = v_c^2(\alpha_c + \sum \zeta) \quad (13. 128)$$

$$v_c = \frac{1}{\sqrt{\alpha_c + \sum \zeta}} \sqrt{2g(H_0 - h_z)} \quad (13.129)$$

$\frac{1}{\sqrt{\alpha_c + \sum \zeta}} = \varphi$ – tezlik koeffitsienti deb yuritilishi bizga ma'lum.

Endi to'siq ostidagi oqimcha tezligini aniqlash formulasini yozamiz:

$$v = \varepsilon v_c = \varepsilon \frac{1}{\sqrt{\alpha_c + \sum \zeta}} \sqrt{2g(H_0 - h_z)} = \varepsilon \varphi \sqrt{2g(H_0 - h_z)} \quad (13.130)$$

Oqimchanning sarfini aniqlash formulasini yozamiz:

$$Q = eb\varepsilon\varphi\sqrt{2g(H_0 - h_z)} \quad (13.131)$$

b – tirqish kengligi.

$\mu = \varepsilon\varphi$ – sarf koeffitsienti,

Demak,

$$Q = eb\mu\sqrt{2g(H_0 - h_z)} \quad (13.132)$$

Ko'milish chuqurligi h_z aniqlash uchun 2-2 va 3-3 kesimlar oralig'idagi sohada harakat miqdorini o'zgarishini qarab chiqamiz. Bu sohada o'zan tubini ($i \approx 0$) gorizontal vaziyatda deb hisoblab, ishqalanish kuchi proeksiyasini bu oraliqda inobatga olmasdan harakat miqdori o'zgarishi teoremasiga asosan quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\rho\alpha'q(v_3 - v_2) = \frac{1}{2}\rho g(h_z^2 - h_3^2) \quad (13.133)$$

Bu tenglama ko'milgan gidravlik sakrash to'g'ri to'rtburchakli o'zanlarda amalga oshganda quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\frac{2\alpha'q}{g}(v_3 - v_2) = h_z^2 - h_3^2 \quad (13.134)$$

Tenglamaning har ikkala tomonidagi ifodalar manfiy bo'lganligi sababli, bu ishoralarni inobatga olmaslik mumkin. Bussinesk koeffitsienti son qiymatini 1,0 deb qabul qilib, bu tenglamada solishtirma sarf va qaralayotgan kesimlardagi tezliklarni quyidagi ko'rinishda yozib olamiz:

$$\alpha' = 1,0; q = \frac{Q}{b}; v_2 = \frac{q}{h_c}; v_3 = \frac{q}{h_3}; h_c = \varepsilon e \quad (13.135)$$

bundan quyidagi ko‘rinishdagi tenglamaga ega bo‘lamiz:

$$h_z^2 = h_3^2 - \frac{2q^2}{g} \frac{h_3 - h_c}{h_3 \cdot h_c} \quad (13.136)$$

yoki, kritik chuqurlik $h_{kp} = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}}$ ni bu formulaga kiritsak:

$$h_z^2 = h_3^2 - 2h_{kp}^3 \frac{h_3 - h_c}{h_3 \cdot h_c} \quad (13.137)$$

Solishtirma sarfning kattaligini yozamiz:

$$q = \frac{Q}{b} = \frac{eb\mu\sqrt{2g(H_0 - h_z)}}{b} = e\mu\sqrt{2g(H_0 - h_z)} \quad (13.138)$$

$$h_z^2 = h_3^2 - 4\mu^2 e^2 (H_0 - h_z) \frac{h_3 - h_c}{h_3 h_c} \quad (13.139)$$

Bu tenglamaga

$$M = 4\mu^2 e^2 \frac{h_3 - h_c}{h_3 h_c} \quad (13.140)$$

belgilash kiritsak, quyidagi kvadrat tenglamaga ega bo‘lamiz:

$$h_z^2 + M + \left[h_3^2 - MH_0 \right] = 0 \quad (13.141)$$

Bu kvadrat tenglama echimi, ko‘milish chuqurligining qiymatini beradi:

$$h_z = \sqrt{h_3^2 - V \left(H_0 - \frac{M}{4} \right)} + \frac{M}{2} \quad (13.142)$$

Gidrotexnika amaliyotida GTI pastki befiga chiqayotgan oqimcha sarfi (Q), napor (H_0), pastki befda harakatlanayotgan oqim chuqurligi (h_3) ma’lum bo‘lib, chegaralangan oqimchani shu sarf bilan o‘tkazish uchun qancha balandlikda to‘siqni ko‘tarish kerakligini aniqlash talab etiladi. Buning uchun hisoblashni quyidagi mantiqiy ketma-ketlikda olib borish maqsadga muvofiqdir:

1. Harakat miqdorini o'zgarishi tenglamasiga bevosita 2-2 kesimdagi siqilgan oqimcha tezligini aniqlaydigan quyidagi ko'rinishdagi tenglamani yozamiz:

$$v_c = \frac{1}{\sqrt{\alpha_c + \sum \zeta}} \sqrt{2g(H_0 - h_z)} = \varphi \sqrt{2g(H_0 - h_z)} \quad (13.143)$$

$$h_z^2 + \frac{\alpha'q}{g} \varphi \sqrt{2g(H_0 - h_z)} - h_3^2 - \frac{2\alpha'q}{g} \frac{g}{h_3} = 0 \quad (13.144)$$

2. Bu tenglamadan sarfni aniqlash formulasini yozamiz:

$$Q = \frac{h_3^2 - h_z^2}{\alpha'b \left(\varphi \frac{1}{g} \sqrt{2g(H_0 - h_z)} - \frac{2}{h_3} \right)} \quad (13.145)$$

3. Qo'milish chuqurligiga ixtiyoriy qiymatlar berib, tanlab olish usulidan foydalanib, hisobiy sarfga mos keluvchi kattalikni aniqlab olamiz. Hisoblashni jadval ko'rinishida olib boramiz:

4. Tezlik koeffitsienti erkin oqimcha oqishidagi kabi qabul qilinadi:

13.3-jadval

h_z	h_z^2	$h_3^2 - h_z^2$	$\varphi \frac{1}{g} \sqrt{2g(H_0 - h_z)}$	$\varphi \frac{1}{g} \sqrt{2g(H_0 - h_z)} - \frac{2}{h_3}$	$\alpha'b \left(\varphi \frac{1}{g} \sqrt{2g(H_0 - h_z)} - \frac{2}{h_3} \right)$	$Q, m^3/s$

5. Jadvaldagi qiymatlarga asosan $Q = f(h_z)$ grafigini quramiz va berilgan sarf Q uchun darvozani h_z ko'tarilish balandligini aniqlaymiz;

6. Sarfni hisoblash formulasidan foydalanib, quyidagi tenglikni yozishimiz mumkin:

$$\varepsilon \frac{e}{H_0} = \frac{Q}{\varphi b \sqrt{2g(H_0 - h_z)} H_0} = const; \quad (13.146)$$

7. $H \approx H_0$ munosabatni qabul qilib, N. E. Jukovskiy formulasiga asosan hisoblangan jadvaldan foydalanib, $\varepsilon \frac{e}{H_0}$ kattalikka mos keluvchi $\frac{e}{H_0} = K$ aniqlab olinadi;

9. Harakatlanuvchi to'siqning berilgan chegaralangan oqimcha sarfini o'tkazish uchun kerakli balandligini hisoblaymiz:

$$e = KH_0 \quad (13.147)$$

Gorizontal tubli to'g'ri to'rtburchak ko'rinishdagi o'zanga chegaralangan oqimcha chiqqanda sarfni inshoot pastki befidagi oqim chuqurligi orqali ifodalanuvchi quyidagi formula yordamida ham aniqlash mumkin:

$$Q = h_3 b \varphi_3 \sqrt{2g(H_0 - h_3)} \quad (13.148)$$

Bu formulada 1-1 va 3-3 kesimlar oralig'idagi napor yo'qolishlari, jumladan gidravlik sakrashdagi yo'qolishlar ham inobatga olinadi. Shu sababli tezlik koeffitsienti (φ_3) o'zgaruvchan kattalik bo'lib, uning son qiymatini $\frac{e}{h_3}$ kattalikka bog'liq holda o'zgarishini A. S. Gins, A. S. Inozemsev, A. V. Andreevskaya, E. S. Beglyarova, V. V. Varlamovlar tadqiqotlar o'tkazish yo'li bilan tasdiqlashib, quyidagi jadvalni tuzishgan:

13. 4-jadval

$\frac{e}{h_3}$	φ_3	$\frac{e}{h_3}$	φ_3	$\frac{e}{h_3}$	φ_3
0,05	0,035	0,40	0,325	0,75	0,810
0,10	0,070	0,45	0,380	0,80	0,860
0,15	0,105	0,50	0,445	0,85	0,90
0,20	0,145	0,55	0,515	0,90	0,95
0,25	0,185	0,60	0,600	0,95	0,98
0,30	0,230	0,65	0,685	1,00	1,00
0,35	0,275	0,70	0,750		

Suv taqsimotini avtomatlashtirilgan tarzda boshqarishda, bir vaqtning o'zida inshoot yuqori va pastki beflardagi suv sathi aniqlanib, suv hajmining yig'ilishi va chiqarib tashlanadigan miqdori aniqlanganda, sarf quyidagi formula ko'rinishida bo'ladi:

$$Q = h_3 \omega_3 \sqrt{2g(H_0 - h_3 + il)} \quad (13. 149)$$

bunda, $\omega_3 - h_3$ chuqurlik mavjud bo'lgan kesim; $l-H$ va h_3 chuqurliklar aniqlanayotgan kesimlar oralig'idagi masofa; i - shu sohadagi o'zan tubi nishabligi.

Bunday vaziyatda dastlab, gidrometrik o'lchash yo'li bilan $\varphi_3 = f\left(\frac{e}{h_3}\right)$

va $\omega_3 = f(h_3)$ grafiklari qurib olinadi va yuqoridagi formuladan foydalanib, sarfni aniqlash mumkin.

$$Q = eb\mu\sqrt{2g(H_0 - h_z)} \quad (13. 150)$$

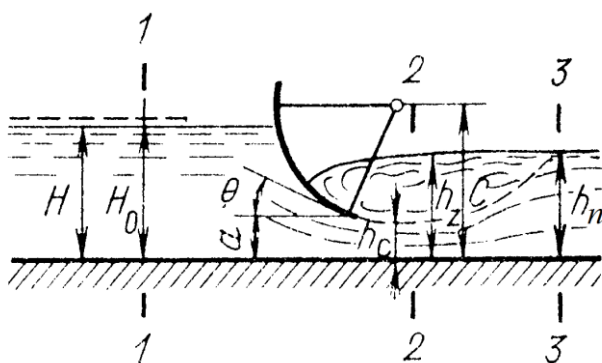
Oqimcha segment shaklidagi harakatlanuvchi to'siq ostidan chegarlangan ko'rinishda chiqayotgan bo'lsa (13. 43-rasm), chiqish kanali tubi gorizonta

holat uchun tezlik koeffitsienti $\varphi = 0,99$ deb qabul qilinib, sarf quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

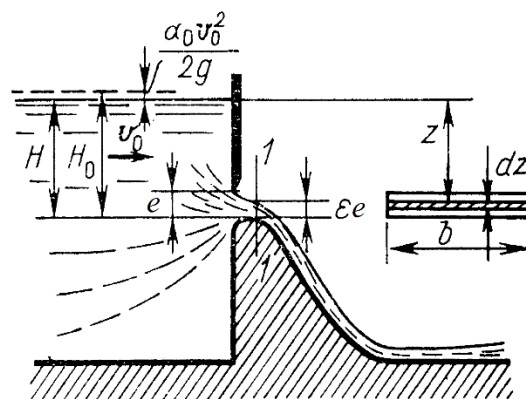
Oqimchalarning tekis shaklli harakatlanuvchi to'siq ostidan erkin oqishi amaliy profilli suv o'tkazgichlarning qirrasi ustida yon tomondan siqilmagan holatda amalga oshishi mumkin (13. 44-rasm).

13. 43-rasmda tasvirlangan bunday hollarda hisoblash formulasi quyidagi ko'rinishda bo'lib, tezlik koeffitsienti $\varphi = 0,95$ qabul qilinadi:

$$Q = eb\mu\sqrt{2gH_0} \quad (13. 151)$$



13. 43-rasm. Segment ko'rinishidagi to'siq ostidan chegaralangan oqimchanning chiqishi



13. 43-rasm. Amaliy profilli suv o'tkazgich qirrasi ustidan vertikal vaziyatda qurilgan tekis shaklli harakatlanuvchi to'siq ostidan oqimchanning erkin oqishi.

Vertikal siqilish koeffitsienti kattaligini N. E. Jukovskiy formulasiga asosan tuzilgan jadvaldan yoki eksperimental tadqiqotlar yo'li bilan aniqlash mumkin.

XIII bobga doir test-nazorat savollari

1. Amaliyotda beflarni tutashtirishning qanday vaziyatlarini uchratish mumkin?

- a) to'g'on ustiga o'rnatilgan to'siq ostidan oqimning oqib chiqishi;
- b) oqimning to'g'on ustidan oqib tushishi (harakatlanuvchi to'siq butunlay ochiq);
- c) inshoot tubida suv bilan aralashgan loyqa chiqishiga mo'ljallangan tirqishdan oqimning oqib o'tishi;
- d) barchasi to'g'ri.

2. Pastki befda deformatsion jarayonlar bo'lishiga sabab nima?

- a) oqim kinetik energiyasining keskin oshishi, oqim o'rtacha tezligini oshishi;
- b) potensial energiyani oshishi;
- c) naporning keskin oshishi;
- d) naporning kamayishi.

3. To'g'ondan pastga oqib tushayotgan oqimchalarning pastki befda tutashishida qachon gidravlik sakrash xodisasi sodir bo'ladi?

- a) pastki befda oqim chuqurligi kritik chuqurlikdan katta bo'lganda ($h_n > h_k$);
- b) ($h_n < h_k$) bo'lganda;
- c) ($h_n = h_k$) bo'lganda;
- d) barcha holatda.

4. Beflar tutashishi hisobining nechta usuli bor? Ularni sanab o'ting.

- a) analitik;
- b) grafiklar yordamida;
- c) taqribiy usul;

d) barchasi to‘g‘ri.

5. Energiyani so‘ndirishda qanday inshootlardan foydalaniladi?

a) suv urilma hovuzi;

b) suv urilma devori, kombinatsion (umumlashgan) usul;

c) maxsus energiya so‘ndirgichlar (shashka yoki pirs);

d) barchasi to‘g‘ri.