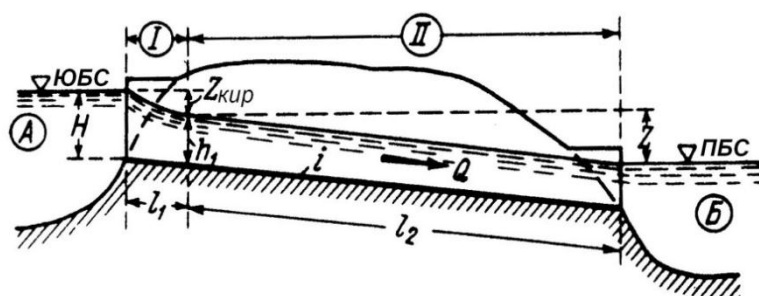


XVBOB

KANALLAR BILAN BEFLARNI TUTASHTIRISH

15. 1. UMUMIY KO'RSATMALAR

Gidrotexnika amaliyotida ko'p hollarda ikkita suv inshootlarini kanallar bilan o'zaro tutashtirishga to'g'ri keldi. Bunday kanallar qaralayotganda umuman olganda, ularni II sohaga bo'lish mumkin (15. 1-rasm):



15. 1-rasm. Ikkita bejni tutashtiruvchi kanal

I. Birinchi soha l_1 uzunlikda, oqim bu sohada Z_{kup} kattalikka teng balandlikda pastlashadi;

II. l_2 uzunlikdagi ikkinchi sohada oqim sathi Z kattalikka teng balandlikda pastlashadi.

Birinchi soha gidravlika nuqtai nazaridan qaraganimizda maxalliy yo'qolishlar h_m mavjud bo'lgan suv o'tkazgichdir (suv o'tkazgichlarda uzunlik bo'yicha napor yo'qolishi inobatga olinmaydi).

Z_{kup} pasayishining paydo bo'lishini yuqori befdagi suv oqimining potensial energiyasini pastki befdagi kanalga tushayotganda kinetik energiyaga aylanishi bilan tushuntirish mumkin. Bunday holatda kanalga kirayotgan

oqimning o'rtacha tezligi keskin oshadi. Bundan tashqari Z_{kup} kattalik qiymatiga h_M maxalliy yo'qolishining ham ta'siri bor.

Ikkinchi soha bu kanaldir. Kanalda oqimning tekis yoki notekis sekin o'zgaruvchan harakati mavjud bo'ladi. Bu yerda faqat h_l uzunlik bo'yicha napor yo'qolishi hisobga olinadi.

Yuqoridagiga asoslanib, amaliyotda uch xil holatning uchrashini e'tirof etish mumkin:

1-holat. l_2 unchalik katta emas. SHu sababli h_l uzunlik bo'yicha napor yo'qolishini inobatga olmaslik mumkin. Chunki, bu kattalik h_M naporning mahalliy yo'qolishidan ancha kichik. Bunday inshoot suv o'tkazgichdek ishlaydi.

2-holat. l_2 uzunlik katta, shu sababli, bunda l_1 sohada mahalliy napor yo'qolishini l_2 sohada uzunlik bo'yicha napor yo'qolishidan ancha kichik bo'lganligi sababli, uni inobatga olmaslik mumkin. Bunday kanallar *uzun kanalar* deb ataladi. Bunday kanallarning oqim tezligi unchalik yuqori bo'lmaydi, shunga asoslanib, Z_{kup} farq hisobga olinmasdan, kanal boshidagi oqim sathi yuqori befdagi oqim sathi bilan teng deb qabul qilinadi.

3-holat. Bu holatda h_M va h_l kattaliklar va l_1 , l_2 uzunliklar sezilarli katta qiymatlarga ega bo'ladi. Bunda har ikkala napor yo'kolishlari hisobga olinadi. Bu holatda biz kanal va suv o'tkazgichdan iborat gidravlik sistema mavjudligini e'tirof etamiz. Bu kanallar *qisqa kanallar* yoki lotoklar deb ataladi. Agar sistemada to'g'ri nishabli ($i > 0$) katta qiymatga ega bo'lsa, *tezoqar* deb atashimiz mumkin. Endi biz qisqa kanalar bilan tanishamiz. Uzun kanallar esa "Suv energiyasidan foydalanish" va "Melioratsiya" kurslarida batafsil o'rganiladi.

Qisqa kanalar asosan amaliyotda to'g'on ustida qurilib, undan me'yordan ortiq suv va daraxt qoldiqlarini o'tkazishda foydalaniladi.

Qisqa kanallarni hisobini quyidagilar tashkil etadi:

Berilgan:

- 1) kanal ko'ndalang kesimi va bo'ylama qirqimi o'lchamlari;
- 2) kanal devorlari va tubiningg'adir-budirlik koeffitsienti;
- 3) yuqori va pastki beflardagi oqim sathi.

Topish talab qilinadi:

- 1) kanaldagi suv sarfi – Q ;
- 2) kanalda harakatlanayotgan oqim sath egriligini qurish va shu yo'l bilan kanalning turli qismlaridagi ko'ndalang kesimlarida oqimning chuqurligi va o'rtacha tezligi xaqida ma'lumotga ega bo'lishimiz mumkin.

Bu ishni bajarishda ko'p holatlarda ro'y berayotgan gidravlik sakrashning ham joyini aniqlashga to'g'ri keladi.

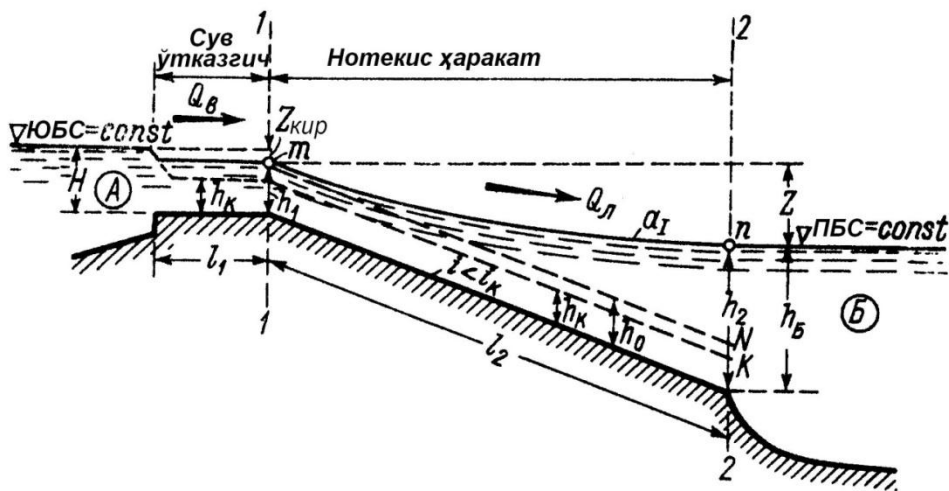
15. 2. TUBINING NISHABLIGI KRITIK NISHABLIKDANKICHIK

$(i < i_k)$ BO'LGAN QISQA KANALLAR HISOBI

Quyidagi 15. 2-rasmda shunday kanal ta'svirlangan. Bunda $(i < i_k)$ bo'lganligi sababli, gidravlik sakrash hodisasi ro'y bermaydi. Bunday kanallarda chuqurlik kritik chuqurlikdan katta bo'ladi.

$$h > h_k \quad (15. 1)$$

demak, kanal xuddi ko'milgan suv o'tkazgich kabi ishlaydi. Bunda, yuqori suv o'tkazgichni keng ostonali suv o'tkazgich deb qabul qilamiz, agar u ko'milmagan bo'lsa, Baxmetev usulida kritik chuqurlik qiymati aniqlanadi. Bunda h_E kanalning tugash qismi tubidan pastki befdagi oqim sathigacha bo'lgan chuqurlik. Bu bizga ma'lum kattalik.



15. 2-rasm. Qisqa kanal ($i < i_k$)

h_1 – (1-1) kesimdagi biz uchun noma'lum bo'lgan oqimning chuqurligi. Agar bizga kanaldagi suv sarfi Q ma'lum bo'lsa, 2-2 kesimdagi chuqurlikni $h_2 = h_B$ deb qabul qilib, sath egriligini qurib olamiz va shu yo'l bilan h_1 chuqurlikni topib olamiz.

Suv o'tkazgichning tugash qismidagi h_1 chuqurlikning qiymati noma'lum bo'lsa, suv o'tkazgichni hisoblash formulasidan foydalanib, sarfni hisoblay olmaymiz. SHu sababli, Q sarf qiymati kuyidagicha aniqlanadi.

1) lotokda harakatlanayotgan oqim sarfi uchun ixtiyoriy qiymatlar beramiz: Q'_1 , Q''_1 , Q'''_1 , ... va bu sarflarga mos keluvchi 1-1 kesmadagi h'_1 , h''_1 , h'''_1 , ... chuqurliklarni notekis harakat tenglamasidan topib olamiz. Hisoblashda lotokning tugash qismidagi h_2 chuqurlikni h_B ga teng deb qabul qilamiz.

2) olingan natijalar asosida

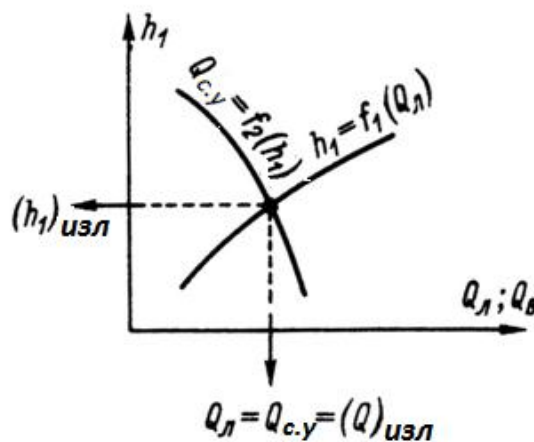
$$h_1 = f_1(Q_1) \quad (15.2)$$

egrilik grafigini chizamiz (15. 3-rasm)

3) olingan $h_1', h_1'', h_1''', \dots$ chuqurliklar uchun suv o'tkazgichlarning ko'milgan holatda deb hisoblab, keng ostionali suv o'tkazgich hisoblash formulasidan foydalanib, $Q_{c.y}$ sarfni hisoblaymiz:

$$Q_{c.y.} = \varphi_{\kappa y M} b h_1 \sqrt{2g(H_0 - h_1)} \quad (15.3)$$

bunda $\varphi_{\kappa y M}$ – ko'milgan suv o'tkazgich uchun tezlik koeffitsienti, b – suv o'tkazgich kengligi, bunda kanal va suv o'tkazgich kengligi bir-biriga teng deb olinadi.



15. 3-rasm. Qisqa kanalni hisoblashga doir ($i < i_k$)

4) 3-banddagi olingan natijalar asosida ikkinchi egrilik

$$Q_{c.y.} = f_2(h_1) \quad (15.4)$$

grafigini chizamiz. Bunda lotokdagi suv sarfi suv o'tkazgichdagi suv sarfiga tenglashishi kerak:

$$Q_n = Q_{c.y.} \quad (15.5)$$

Demak, 15. 3-rasmdagi har ikkala grafik kesishgan nuqtadagi sarf biz izlayotgan kanaldagi oqim sarfi Q_{uzn} kattaligiga teng bo'ladi. 1-1 kesimdagi oqim chuqurligi h_1 ham yuqorida qayd etilgan egriliklarning kesishish nuqtasiga mos keluvchi chuqurlik bo'ladi.

Sarfni bilgan holda oqimning notekis harakati tenglamasidan foydalanib, kanalda harakatlanayotgan oqimning erkin sathi egriligini chizib olishimiz mumkin.

Agar aniqlangan chuqurlik h_1

$$h_1 < h_B \quad (15.6)$$

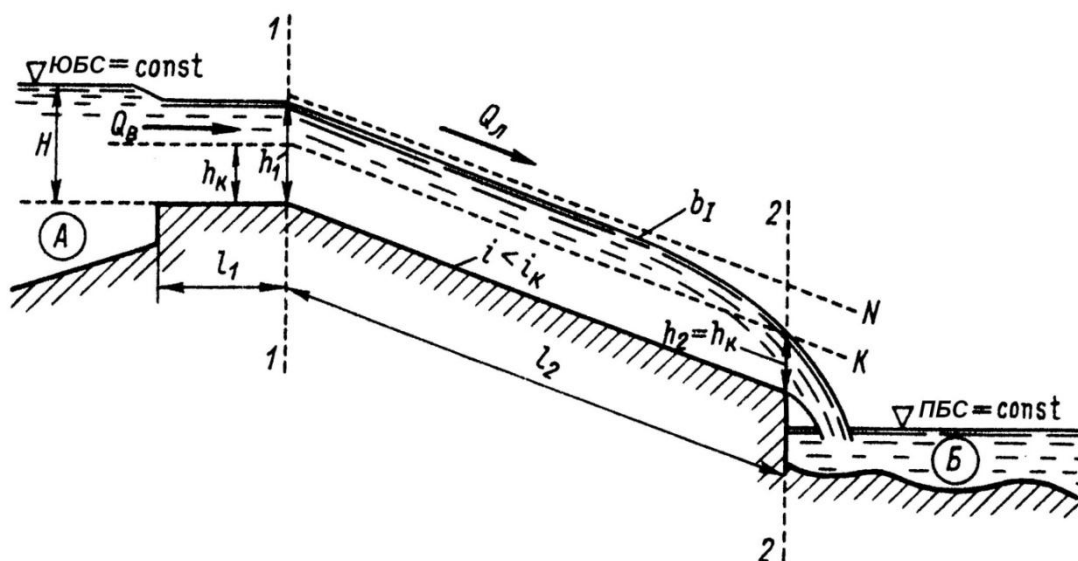
shartni bajarsa, kanalda a_1 , ko'tariluvchi sath mavjud bo'ladi (15. 2-rasm).

$$h_1 > h_B \quad (15.7)$$

Agar (15. 7) shart bajarilsa, tushuvchi b_1 sath egriligi mavjud bo'ladi.

Endi pastki befdagi oqim sathi past bo'lsa (15. 4-rasm), h_2 chuqurlik h_k ga teng bo'lgan holatni ko'ramiz:

$$h_2 = h_k \quad (15.8)$$



15. 4 rasm. Qisqa kanal ($i < i_k$); oqimning atmosferaga chiqishi.

Bu holatda hisoblash tartibi quyidagicha o'zgaradi.

Sarfga ixtiyoriy qiymatlar berib, $Q'_n, Q''_n, Q'''_n, \dots$ ularning har qaysisi uchun $h'_k, h''_k, h'''_k, \dots$ – kritik qiymatlar aniqlanadi, $h_2 = h_k$ deb qabul qilib $h'_1, h''_1, h'''_1, \dots$ chuqurliklarni topib olamiz.

Qolgan hisob tartibi o'zgarmasdan qoladi. (15. 8) shart

$$h_B < h_k \quad (15. 9)$$

bajarilganda o'z kuchini saqlaydi.

Bu hisoblarda $i > 0$ deb qabul qilingan. $i = 0$ bo'lgan holatda ham hisob shu tartibda bajariladi.

15. 3. KRITIK NISHABLIKDAN KATTA NISHABLIKKA EGA BO'LGAN ($i > i_k$) QISQA KANALLARNING GIDRAVLIK HISOBI

1. *Oqimning qisqa kanaldan atmosferga oqib chiqayotgan holati.* Bunday holatda $i > i_k$ bo'lganligi sababli, kanalda harakatlanayotgan oqim chuqurligi kritik chuqurlikdan kichikdir.

$$h < h_k \quad (15. 10)$$

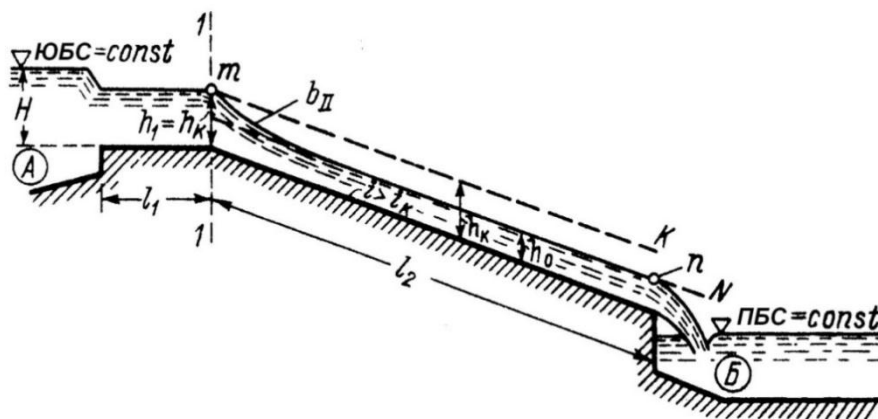
Demak, kirishdagi suv o'tkazgich ko'milmagan suv o'tkazgich shaklida ishlab, 1-1 kesimdagi oqim chuqurligini Baxmetev usuliga asosan aniqlab, uni

$$h_1 = h_k \quad (15. 11)$$

deb qabul qilish kerak.

Ko'milmagan suv o'tkazgich uchun sarf quyidagi formula asosida topiladi:

$$Q = mb\sqrt{2g}H_0^{3/2} \quad (15. 12)$$



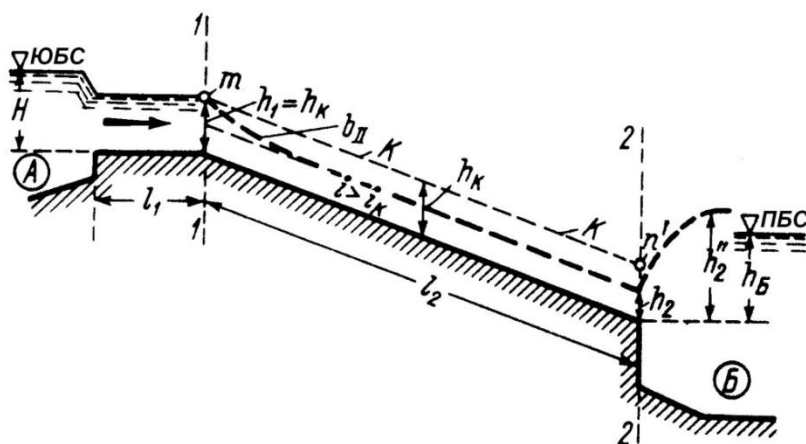
15. 5-rasm. Qisqa kanal ($i > i_k$)

Sarf ma'lum bo'lganda, sathning m nuqtasini bilgan holda oqimning notekis harakati tenglamasiga asosan sath egriligini chizishimiz mumkin. Bu holatda sath egriligi ko'rinishi b_{II} bo'ladi.

Bu egrilik nisbatan qisqa bo'lganligi sababli, 1-1 kesimdan qisqa masofada lotokda tekis harakat mavjud bo'ladi.

2. *Qisqa kanalning tugash qismidan oqimning ko'milgan kanalga chiqishi.*

Erkin sath egriligini yuqoridagi kabi ko'ramiz (15. 6-rasmda qalin uzuq chiziq bilan chizilgan erkin sirt egriligiga qarang).



15. 6-rasm. Pastki befi ko'milgan qisqa kanalni ($i > i_k$) hisoblashga doir

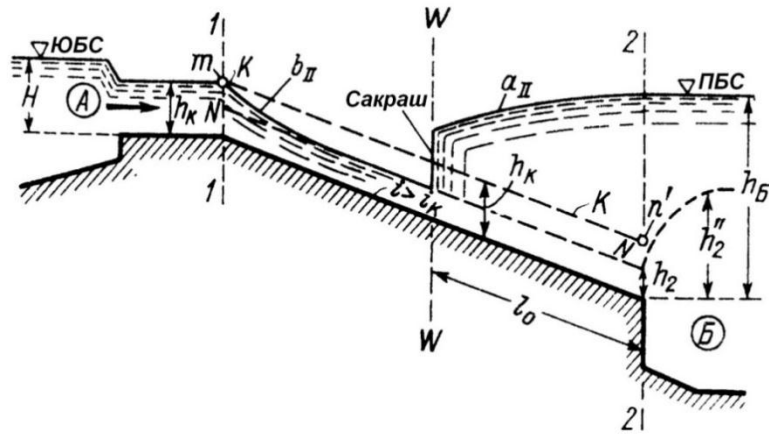
2-2 kesimda joylashgan kritik sath nuqtasini n' deb belgilaymiz ($K-K$ chiziq).

Agar B kanaldagi sath n' nuqtadan pastda joylashsa, yuqoridagi holatni olamiz. Agar sath n' nuqtadan yuqorida joylashsa, lotokning tugash qismi ko'milgan holatda bo'lib, lotokda gidravlik sakrash xodisasi ro'y beradi. Endi bu holatda pastki befda lotokni ko'milgan yoki ko'milmaganligini aniqlash uchun quyidagiga ish tutamiz:

- 1) 1-bandda keltirilganidek, oqim sarfi Q aniqlanib, sath egriligini chizamiz (uzuq qalin chiziq). 2-2 kesimdagi oqim chuqurligi h_2 ni aniqlaymiz, bunda lotok ko'milmagan deb taxmin qilamiz. Bunday hollarda $h_2 \approx h_0$ holat bo'lishi mumkin;
- 2) gidravlik sakrashning asosiy tenglamasidan foydalanib, h_2 chuqurlikka mos keluvchi ikkinchi tutash h_2'' chuqurlik aniqlanadi;
- 3) faraz qilaylik, 2-2 kesimda $h' = h_2$ va $h'' = h_2''$ tutash chuqurliklarga ega gidravlik sakrash:

a) agar $h_2'' > h_B$ bo'lsa, pastki befda faraz qilinayotgan gidravlik sakrash bo'lmaydi. Demak, haqiqatdan lotokda gidravlik sakrash mavjud emas. Bu holatda 1-holatdagi ko'rinishni olamiz, ya'ni b_{II} sath egriligi mavjud bo'ladi. Ya'ni, uzuq chizikli sath egriligi haqiqiy sath egriligiga aylanadi.

b) agar $h_2'' < h_B$ bo'lsa, bunda pastki befda oqim sathi faraz qilinayotgan gidravlik sakrashni ko'madi, unda oqim ko'rinishi 15. 7-rasmdagi ko'rinishni oladi.

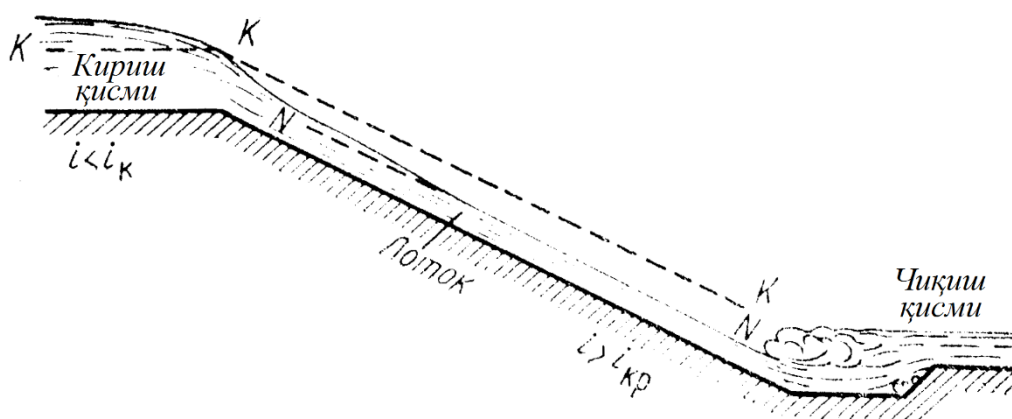


15. 7-rasm. Qisqa kanalda ($i > i_k$) gidravlik sakrash mavjud

Yuqoridagi rasmdan ko‘rinib turibdiki, B holatda lotokda gidravlik sakrash ro‘y beradi: sakrashdan o‘ng tomonda b_{II} pasayuvchi sath egriligini, sakrashdan keyingi chap tomonda a_{II} ko‘tariluvchi sath egriligini kuzatishimiz mumkin. SHuni takidlash kerakki, bu ko‘rinishdagi erkin sathlarni qurishda gidravlik sakrash uzunligi hisobga olinmasdan, erkin sath tomondan paydo bo‘lgan yuqoriga ko‘tariluvchi gidravlik sakrashni tasavvur qilish mumkin. 15. 7-rasmdan ko‘rinib turibdiki, l_0 gidravlik sakrash uzunligi a_{II} tipdagi ko‘tariluvchi egrilik bilan aniqlanadi. Bu l_0 uzunlikni aniqlashga keyingi mavzularda batafsilroq to‘xtalamiz.

15. 4. TEZOQAR-SHARSHARALAR

Tezoqar-sharsharalarham shu inshootlar sinfiga kirib, asosan uch bo‘limdan iborat bo‘ladi: kirish qismi, sharshara-lotok qismi va chiqish qismi (15. 8-rasm).

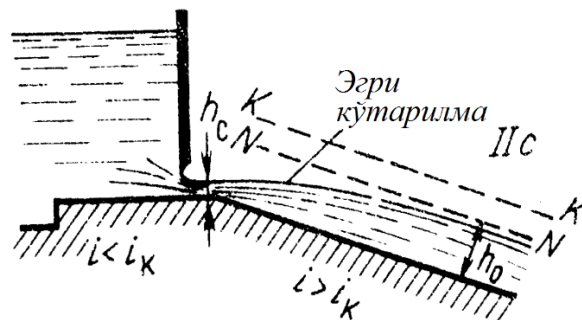


15. 8-rasm. Tezoqar-sharshara

Tezoqar-sharsharalarning kirish qismi suv tushirgichlarning kirish qismidek loyihalashtirilib, qurilishi mumkin. Ular xuddi suv o‘tkazgich yoki harakatlanuvchi to‘siq ostidan suv oqimini otilib chiqish holatidagidek ishlaydilar. Inshootning kirish qismiga yuqori befdagi kanalning sarfi va chuqurligini boshqaruvchi harakatlanadigan to‘siq o‘rnatilishi ham mumkin. Tezoqar-sharsharaning qirish qismlari suv o‘tkazgichlar va to‘siq ostidan oqimning oqib chiqishi formulalari kabi hisoblanishi mumkin. Lekin, bunda tezoqarga kirish ko‘milmagan holatda bo‘lishi shart.

Sharshara-lotok qismida tubning nishabligi katta bo‘lganligi sababli, suv oqimi shovullab, pastga qarab katta tezlikda oqadi (15. 9-rasm). Bu sohadagi oqimning kritik va normal chuqurliklari munosabatlariga (h_{kp} va h_0) bog‘liq holda oqim sath egriliklari turli ko‘rinishda bo‘lishi mumkin. Bu bo‘limda tub nishabligi kritik nishablikdankatta $[i > i_{kp}]$ bo‘lsa, ($h_0 < h_k$) shart bajariladi. Bu

bo‘limdagi oqimning harakati boshlanish kesimidagi chuqurlik normal chuqurlikdan katta yoki kichik bo‘lishi mumkin. Kichik holatda tushuvchi sath egrili ($-b_{II}$) kuzatilsa, katta bo‘lgan holatda ko‘tariluvchi ($+c_{II}$) sath egriligi kuzatiladi. Har ikkala sath egriligi ham asimptotik tarzda normal chuqurliklar chizig‘iga qarab intilishadi. Agar sharshara qismi etarli uzunlikka ega bo‘lsa, uning chuqurliginormal chuqurlikdan $2 \div 3\%$ ga farq qiladigan darajada kattalikka ega bo‘lishi mumkin



15. 9-rasm. SHarshara-lotok

Sharshara-lotok qismi qisqa bo‘lsa, chuqurlik qiya qismning tugash qismida normal chuqurlikdan katta qiymatga farq qiladi. Bu kattalikni aniqlashda sath egriligini aniqlash usullaridan foydalanib, boshlang‘ich kesimdan sharsharaning tugash qismiga tomon yo‘nalishda aniqlanadi.

Agar sharshara-lotokning boshlang‘ich kesimidagi chuqurlik normal chuqurlikka teng bo‘lsa, butun sharshara bo‘ylab chuqurlik o‘zgarmasdan qoladi.

Shunday qilib, xulosa qilish mumkinki, tezoqarlarni gidravlik hisoblash natijasida undagi normal, kritik va ixtiyoriy kesimlaridagi chuqurliklar, sath egriliklari ko‘rinishlari aniqlanadi.

Agar tezoqar-sharsharaning sharshara qismi tubining nishabligi bir necha kattalikka ega bo‘lsa ($i_1 > i_k, i_2 < i_k$), nishabliklar munosabatiga qarab, pastki sohada turli sath egriliklari bo‘lishi mumkin.

Masalan, $i_1 > i_2$ bo'lsa, ko'tariluvchi ($+c_{II}$) sath kuzatilsa, $i_1 < i_2$ bo'lganda, tushuvchi ($-b_{II}$) sath mavjud bo'ladi.

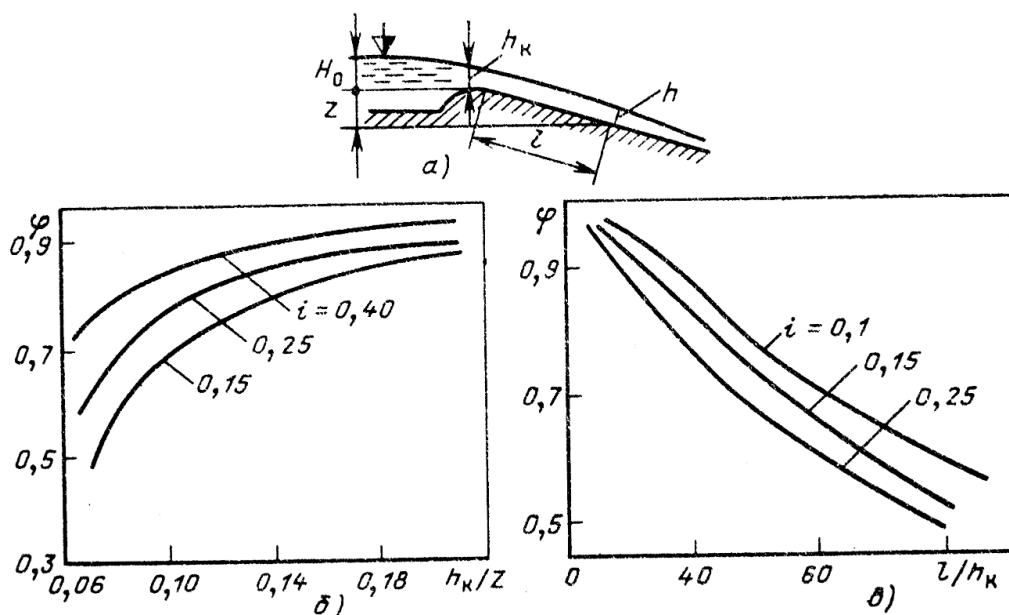
Chuqurlikni belgilashda tubga tik yo'nalishni qabul qilish maqsadga muvofiqdir.

Sharshara qismining xarakterli tomoni shundaki, bu sohada oqimning aeratsiyasi amalga oshadi.

15. 5. SHARSHARADA HARAKATLANAYOTGAN OQIM AERATSIYALANISHI

Sharsharada harakatlanayotgan oqim aeratsiyalanishi deganda suv oqimining katta tezlikda havo bilan aralashgan ko'rinishda harakatlanishini tushunish kerakligini yuqorida mavzularda e'tirof etganmiz (15. 10-rasm).

Oqim l_1 uzunlikdagi I sohaga kirganda oqim sathigacha o'sib boruvchi, turbulent chegaraviy soha kuzatiladi. Bu sohada oqimning sathi mavjlanmaydi. Ya'ni jimirlash kuzatilmaydi. Bu sohada doimiy tezliklar yadrosi mavjud bo'ladi.



l_2 uzunlikdagi *II* sohada shartli ravishda paydo bo‘lib, yo‘qolib ketadigan to‘lqin paydo bo‘ladi, deb fikr yuritishimiz mumkin. 2-2 kesimdan boshlab, aeratsiya jarayoni boshlanadi. *III* sohada aeratsiyalashgan suyuqlik oqimining notekis harakati boshlanadi. Agar sharsharaning uzunligi etarli darajada uzun bo‘lsa, *IV* soha mavjud bo‘lib, bu sohada harakat tekis harakatga aylanishi mumkin.

Tadqiqotlar natijasi aeratsiyani paydo bo‘lishi haqida ikkita taxminiy fikr mavjud:

1. Oqim sathida paydo bo‘ladigan to‘lqinlarning buzilishi natijasida suv tashlash inshootlarida aeratsiyajarayoni boshlanishi mumkin;

2. Oqim harakatiga perpendikulyar bo‘lgan tezlikning pulsatsion tashkil etuvchilari ta’sirida suv tomchilari yuqoriga otilib chiqib, uning o‘rnida paydo bo‘ladigan bo‘shliqchaga kirgan havo yopilib, oqim tarkibiga kirib ketishi mumkin.

Bu hodisada suyuqlik oqimi sathi o‘zgarmasligini ta’minlovchi sirt taranglik kuchihal qiluvchi rolni o‘ynaydi.

Birinchi taxminga oid etuk olim T. G. Voynich-Syanojenskiy gipotezasi bilan tanishamiz. Uning fikriga asosan, aeratsiya boshlanishini xarakterlovchi mezon – tezoqarning boshlang‘ich sohasida qarshilik kuchiga nisbatan deyarli 10 marotaba katta inersiya kuchiga ega bo‘ladi, degan nazariy mulohazaga asosan aniqlanishi mumkin. SHu sababli, bu sohadagi oqimning sirtqi qatlamlari harakatini potensial deb hisoblash mumkin bo‘ladi.

Sharshara-lotokning tubi va devori yaqinida paydo bo‘lib, oqimning erkin sirtigacha etib boruvchi turbulent qo‘zg‘alishlar ta’sirida suv-havo bo‘linish sirtida to‘lqinsimon harakat paydo bo‘ladi.

To‘lqinni ma’lum bir uzunligida uning buzilishi ro‘y berib, oqim havoni o‘z tarkibiga olish jarayoni ro‘y beradi. Bu uzunlik quyidagi formula yordamida aniqlanishi mumkin.

$$L = \Re R$$

bunda R –gidravlik radius; \Re –“Prandtlning umumiy doimiysi” deb atalishi bizga ma’lum. Prandtl doimiysining kattaligi Reynolds soniga bog‘liq bo‘lib, harakatdagi kesim sohasida bir nuqtadan ikkinchi nuqtaga o‘tganda o‘zgaradi. Aeratsiyalanayotgan oqim tarkibidagi havo miqdorini oshishi \Re koeffitsienti qiymatining kamayishiga olib keladi. Aeratsiya jarayoni boshlanadi. Tezlikning vertikal bo‘ylab taqsimlanishi logarifmik qonuniyatga bo‘ysunadi. Frud sonining oshishi bilan aeratsiya boshlanishi tadqiqotlar bilan isbotlangan. Frud soni quyidagicha aniqlanishi mumkin:

$$Fr_{aer.boyu} = \frac{\rho \Re}{2\pi \varphi_{xavo}} \frac{1 + \frac{4\pi^2 \sigma}{\rho g \cos \theta \Re^2 R^2}}{\left(1 + \frac{\sqrt{g}}{\Re C}\right)^2} \cos \theta \quad (15.14)$$

bunda, $\rho \approx 770 \rho_{xavo}$ bo‘lib, ρ_{xavo} – havoning zichligi; $\Re = 0,36$; $\sigma = 36 \cdot 10^{-3} \frac{H}{M^3}$ suv sirtida organik chiqindilarni borligini hisobga olgandagi sirt taranglik koeffitsienti.

Bu o‘zgarishlarni hisobga olib, aeratsiya boshlanishiga mos keluvchi oqimning o‘rtacha tezligini quyidagicha aniqlashimiz mumkin:

$$v_{aer.boyu} = 6,63 \sqrt{gR \cos \left(1 + \frac{0,0011}{R^2}\right) \left(1 + \frac{8,7}{C}\right)^{-1}} \quad (15.15)$$

bunda S – Shezi koeffitsienti bo‘lib, uni aniqlash formulalari bizga ma’lum; θ – sharsharaning gorizont tekislikka nisbatan qiyalik koeffitsienti.

Bundan tashqari, oqimning aeratsiya boshlanishiga mos keluvchi Frud soni Veber soni orqali ham xisoblash mumkin:

$$v_{aэp.бou.} = \frac{44 \cos \theta}{\left(1 + \frac{8,7}{C}\right)^2 - \frac{13300}{We}} \quad (15.16)$$

Veber soni quyidagicha aniqlanishi mumkin:

$$We \equiv \frac{\rho R v}{\sigma} \quad (15.17)$$

$Fr \leq 10$ bo'lganda Veber sonining har qanday qiymatida aeratsiya boshlanishi mumkin. Lekin, $Fr > 10$ bo'lsa, $We < 3000$ bo'lganda aeratsiya jarayoni amalga oshmaydi. Aeratsiya bir vaqtning o'zida, $Fr > 10$, $We > 3000$ shartlar bajarilganda amalga oshishi mumkin.

Aeratsiyalashgan oqimdagi suv va havo miqdori suv, havo va aeratsiya koeffitsientlari bilan xarakterlanadi.

Oqim tarkibidagi suv miqdori $S_{cy\theta}$ *koeffitsient* aeratsiyalashgan oqimning birlik xajmidagi suv xajmi ($W_{cy\theta}$) ni uning xajmi (W) ga nisbati bilan aniqlanadi:

$$S_{cy\theta} \approx \frac{W_{cy\theta}}{W} \quad (15.18)$$

Oqim tarkibidagi havomiqdori $S_{xa\theta o}$ *koeffitsienti* aeratsiyalashgan oqimning birlik xajmidagi havoxajmi ($W_{xa\theta o}$) ni uning xajmi (W) ga nisbati bilan aniqlanadi:

$$S_{xa\theta o} \approx \frac{W_{xa\theta o}}{W} \quad (15.19)$$

Aeratsiya koeffitsienti esa oqim tarkibidagi havo miqdorini undagi suv miqdoriga nisbati bilan aniqlanadi:

$$\beta_a \approx \frac{W_{xa\theta o}}{W_{cy\theta}} \approx \frac{W_{xa\theta o}}{W - W_{xa\theta o}} \approx \frac{S_{xa\theta o}}{1 - S_{xa\theta o}} \quad (15.20)$$

Tarkibidagi havo miqdori koeffitsientini va aeratsiya koeffitsientini bundan keyin indeksiz (S , β) yozishimiz mumkin.

Tekis xarakatlanayotgan oqimning aeratsiyalashgan qatlamidagi havoning o‘rtacha miqdori k koeffitsientga bog‘liq.

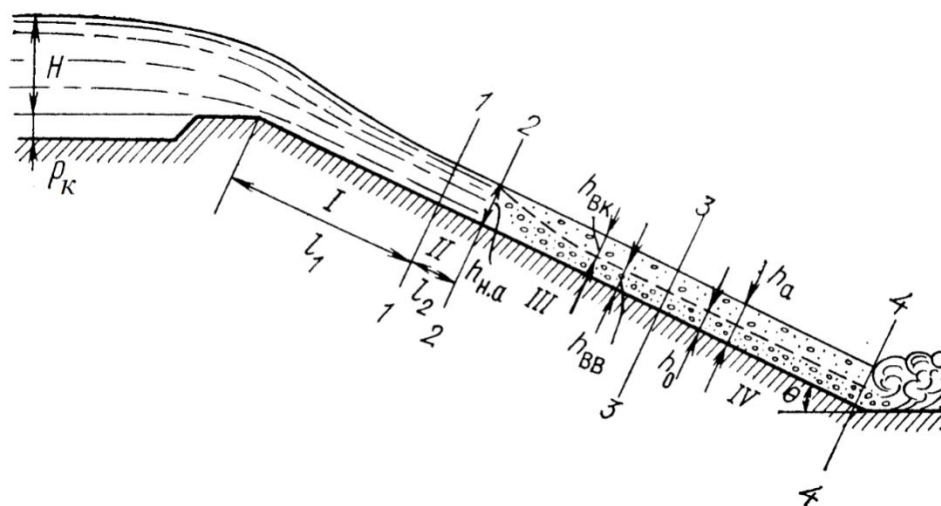
$$k \approx \frac{2,23\omega \cos\theta}{\sqrt{gR_a}} \quad (15. 21)$$

bunda, $\omega = 0,24 \text{ m/s} - 8 \text{ mm}$ diametrli havo pufakchalarining gidravlik kattaligi; R_a – aeratsiyalashgan suv qatlami gidravlik radiusi. 15. 11-rasmda S , k kattaliklar o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlik grafigi keltirilgan.

Notekis xarakatlanayotgan oqimning aeratsiyalashgan qatlamidagi o‘rtacha havo miqdori esa quyidagicha aniqlanishi mumkin:

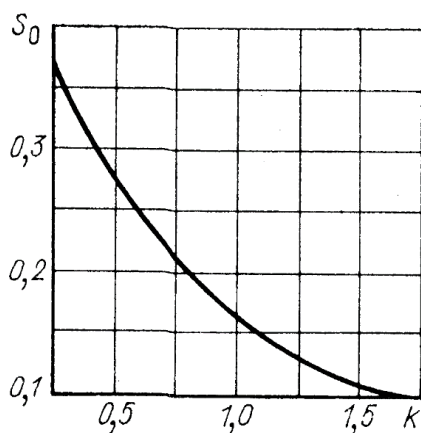
$$S \approx S_0 \frac{h_{a.\bar{o}} - h_{c.x}}{h_{a.\bar{o}.} - h_{c.x.0}} \quad (15. 22)$$

bunda $h_{a.\bar{o}}$, $h_{c.x}$, $h_{c.x.0}$ – mos ravishda aeratsiya boshlanadigan kesimdagi, aeratsiyalashgan oqimning suv-havo qatlami sarfiga mos keluvchi va aeratsiyalashgan oqimning tekis xarakatiga mos keluvchi chuqurliklar. Bunday oqimlarni xisoblashda asosan ikki qatlam qabul qilinadi. (15. 12-rasm).



15. 11-rasm.

1-suv miqdori havonikidan ko'p bo'lgan pastki suv-havo qatlami. Unda $S \approx 0,5$ ga teng bo'lib, u tubdan $h_{c.x}$ masofada joylashgan bo'ladi.



15. 12-rasm.

2-havo miqdori suvdan ko'p bo'lgan havo tomchili qatlam, uning qalinligi $h_{c.m}$. Bu ikki qatlam yig'indisi aeratsiyalashgan oqim chuqurligi (h_a) gateng bo'ladi:

$$h_a \approx h(+\beta) \quad (15. 23)$$

$$\beta \cong \frac{S}{1-S} \cong 0,12\sqrt{Fr - 25} \quad (15. 24)$$

$$Fr \cong \frac{v^2}{gh} \quad (15. 25)$$

15. 6. QISQA KANALNING TUGASH QISMINING KO‘MILGAN HOLATI UCHUN GIDRAVLIK SAKRASHNING JOYLASHISH VAZIYATINI ANIQLASH

Qaralayotgan masalada 2 xil holat bo‘lishi mumkin.

1⁰. Hidravlik sakrash ro‘y beradigan joydagi chuqurlik h_0 normal chuqurlikka tengligi ma‘lum (demak, bu sohada tekis harakat mavjud). l_0 kattaligini osonlik bilan aniqlash mumkin:

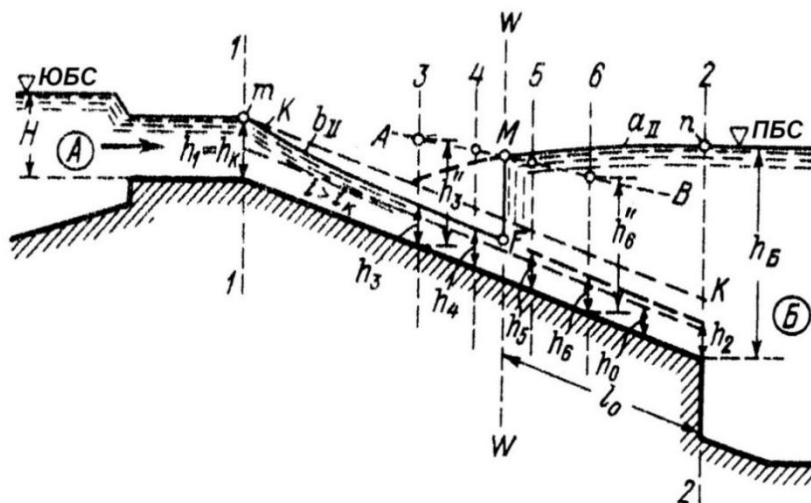
1. h_0 chuqurlik bilan tutash h_0'' chuqurlik topiladi;
2. Lotokning tugash qismidagi chuqurlikni quyidagicha qabul qilamiz $h_2 = h_B$.
3. Qidirilayotgan l_0 kattalikni h_0'' va h_B chuqurliklar bilan tutashgan a_{II} ko‘tariluvchi sath egriligi uzunligi sifatida oqimning notekis harakati tenglamasidan foydalanib topamiz.

2⁰. Oqimning notekis harakati kutilayotgan sohada gidravlik sakrash mavjud bo‘lishi mumkin. Bu holda o‘zanning to‘g‘rito‘rtburchak va boshqa shakllari alohida qaraladi.

Lotok o‘zanining kesimi to‘g‘ri to‘rtburchak shaklga ega bo‘lganda: Hidravlik sakrash qaralayotgan sohada notekis harakat mavjudligi va har ikkala tutash chuqurliklar noma‘lum bo‘lganligi uchun quyidagicha ish tutamiz:

- a) Q va h_K aniqlanadi;
- b) b_{II} sath egriligini m nuqtadan boshlab (qarang 15. 13-rasm), lotokning tugash chizig‘igacha quramiz (rasmda uzuq chiziqlar bilan ifodalangan).
- c) a_{II} sath egriligini n nuqtadan boshlab toki $K-K$ chiziqqa borib, qadalguncha chizamiz. U ham 15. 13-rasmda uzuq chiziqlar bilan ifodalangan.
- d) bir nechta vertikal 3,4,5, . . . kesimlar tanlab olamiz. b_{II} sath egriligini aniqlovchi har bir kesim uchun h_3, h_4, h_5, \dots chuqurliklar aniqlanadi.

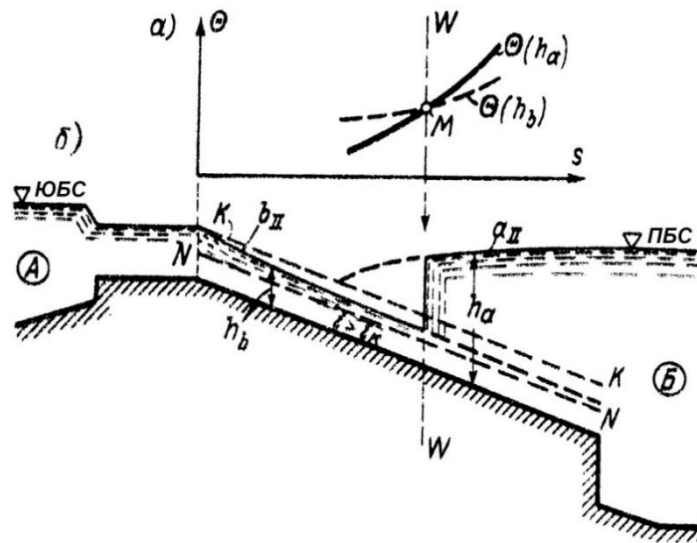
- e) gidravlik sakrashning asosiy tenglamasidan foydalanib, h_3'' , h_4'' , h_5'' , ... ikkinchi tutash chuqurliklarni topamiz.
- f) lotok tubidan boshlab, mos ravishda h_3'' , h_4'' , h_5'' , ... chuqurliklarni 3,4,5, ... kesimlarga qo'yib, AV egrilik o'tkazish uchun nuqtalarni aniqlaymiz va bu egrilikni o'tkazamiz. Ko'rinib turibdiki, AV egrilik b_{II} egrilikni aniqlovchi chuqurliklarning egriliklaridir.
- g) a_{II} erkin sath egriligi bilan AV egri chiziq kesishgan M nuqtani topamiz. Bu M nuqtada b_{II} va a_{II} sath egriliklari bilan aniqlanadigan chuqurliklar tutash chuqurliklar bo'lganligi sababli, shu yerda gidravlik sakrash joylashgan deb xulosa qilish mumkin.



15. 13-rasm. Gidravlik sakrashning joylashishini aniqlash (to'g'ri to'rtburchakli o'zan)

Shunday qilib, gidravlik sakrashni aniqlab, b_{II} sath egriligini F nuqtadan o'ng tomonini o'giramiz va a_{II} sath egriligini M nuqtadan chapini o'girib, qidiralayotgan $mFMn$ sath egriligi aniqlaymiz.

Ixtiyoriy shaklli kesimga ega bo'lgan o'zan. Bu holatda oqim bo'ylab ikkita gidravlik sakrash funksiyasi egriligini qurishga to'g'ri keladi: birinchi b_{II} sath egriligi bilan aniqlanuvchi faraz qilinayotgan oqim (ikkinchi a_{II} sath egriligi bilan aniqlanuvchi faraz qilinayotgan oqim uchun yuqorida tushuntirilgandek qurilgan)



15. 14-rasm. To‘rtburchak bo‘lmagan o‘zanli kanalda gidravlik sakrash o‘rnini aniqlash

15. 14, *a*-rasmda bu ikkala sakrash funksiyasiga mos keluvchi egrilik tasvirlangan. Bu sath egriliklarining kesishish nuqtasiga a_{II} sath egriligiga mos keluvchi h_a va b_{II} sath egriligiga mos keluvchi h_b lar bir xil kattalikdagi gidravlik sakrash funksiyasiga egadir. Shu o‘rinda quyidagini eslatishni lozim deb topdik.

Faraz qilaylik, *B* kanaldagi suv sathi doimo ko‘tarilmoqda (15. 14, *b*-rasm).

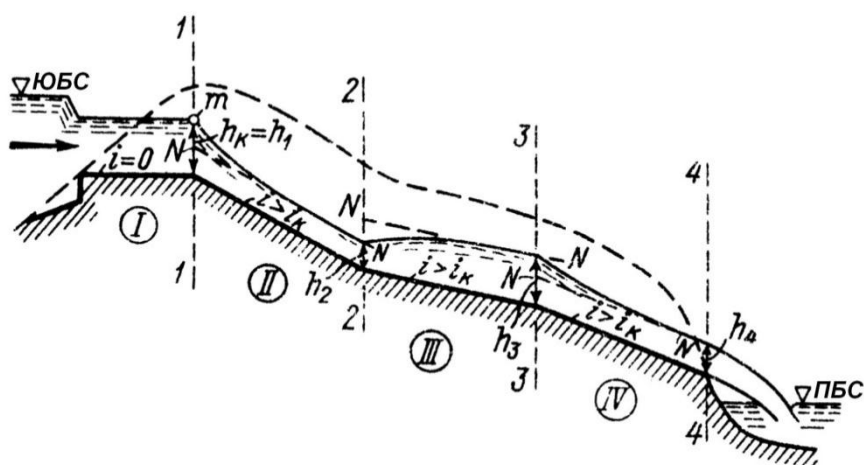
Yuqoridagi muloxazalarga asosan, bu holda gidravlik sakrash bosqichma-bosqich oqimga qarshi yuqoriga ko‘tarilib borishi kerak.

Oxirgi natija sakrash kirishdagi suv o‘tkazgichga borib, suv o‘tkazgich ko‘milgan holda ishlashi kerak.

Demak, $i > i_k$ bo‘lgan holda ham pastki befdagi suv sathi yuqori bo‘lganda suv o‘tkazgich ko‘milgan holga kelishi mumkin. Bunday holatda $i > i_k$ shartni bajaruvchi lotokning gidravlik hisobi, $i < i_k$ holdagi lotok kabi hisoblanadi.

**15. 7. TO‘G‘RI NISHABLIKKA EGA BO‘LGAN BIR NECHA
SOHALARDAN IBORAT LOTOKNING GIDRAVLIK
HISOBIGA DOIR AMALIY KO‘RSATMALAR.
NATIJAVIY XULOSALAR**

Biz yuqorida doimiy nishablikka ega bo‘lgan lotok bilan tanishdik. Lekin amaliyotda doimiy nishablikli trassani tanlash juda murakkab masaladir. Shu sababli, ko‘pincha 15. 15-rasmda tariflangan ko‘rinishlarga erishishimiz mumkin.



15. 15-rasm Tubining nishabligi o‘zgaruvchan kanal

Bunda 1-sohada $i < i_k$ shart bajarilsa (u suv o‘tkazgichdir), qolgan sohalarda $i > i_k$.

Kanalning gidravlik hisobi 1-sohadan boshlanadi. Bu sohani ko‘milmagan suv o‘tkazgich sifatida karab, m sath egriligi boshlangan nuqtasini (1-1 kesim uchun) va Q sarfni topamiz. Bu nuqta h_k kritik chuqurlikni aniqlaydi.

Endi m nuqtadan pastga qarab kirib, 2-sohani qarab, notekis harakat tenglamasidan h_2 chuqurlikni topamiz. Keyin 3-sohaga o‘tib, 2-2 va 3-3 kesimlarni notekis harakat tenglamasi orqali birlashtiramiz va

h_3 ni topamiz va x. k. SHu yo‘l bilan beflarning tutashish shartini bilamiz va lotokda gidravlik sakrash bor yoki yo‘qligini aniqlaymiz.

Endi o‘rganilgan mavzu so‘ngida quyidagi eslatmalarni keltiramiz:

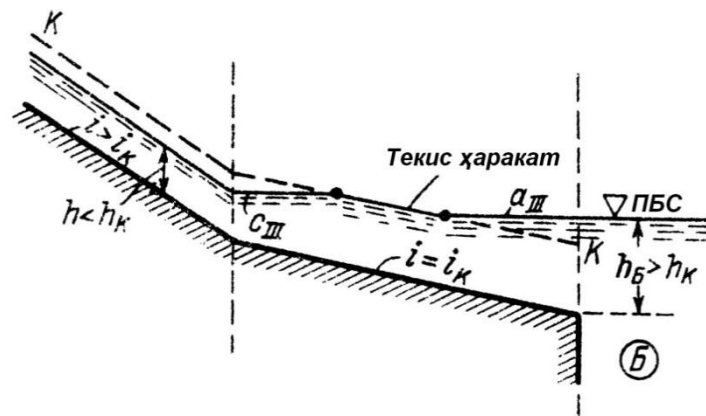
1. Lotokda gidravlik sakrashning bo‘lmasligi maqsadga muvofiq. Chunki, agar gidravlik sakrash bo‘lsa, lotokdan daraxt qoldiqlari oqqanda ancha noqulayliklar tug‘diradi. Masalan ular devorlarga urilishi mumkin yoki tiqilib qolishlari mumkin. Buni oldini olish uchun oxirgi soha nishabligi $i=i_k$ deb qabul qilinadi. Lotokda harakatlanayotgan oqim erkin sathi (bunda $h < h_k$) pastki befdagi oqim sathi ($h_0 > h_k$) bilan gidravlik sakrashsiz tutashadi (15. 16-rasm).

Lekin bu echimlar o‘zining quyidagi kamchiliklariga ega:

a) kanalning $i=i_k$ nishabliso‘ngi sohasi nihoyatda uzun bo‘lganligi sababli uni loyihalashtirish ancha noqulay bo‘lishi mumkin;

b) ekspluatatsiya jarayonida, lotokda harakatlanayotgan oqimning sarfi uni loyihalashtirgandagi hisobiy miqdordan o‘zgarishi h_k va i_k kattaliklarni o‘zgarishiga olib keladi, bunday vaziyatda lotokda gidravlik sakrash ro‘y berishi mumkin. Bundan tashqari, $i=i_k$ bo‘lganda, kanalda a_{III} sath egriligi, c_{III} sath egriligidan yuqorida joylashganda ham sakrash ro‘y beradi.

Bu gidravlik sakrashni bartaraf etish uchun g‘adir-budirlikni sun’iy tarzda oshirishga to‘g‘ri keladi. Buning natijasida oqimning barqaror harakati ($Q = const$) da normal va lotokdagi haqiqiy chuqurliklarning oshishi kuzatiladi. Kritik chuqurlik esa o‘zgarimasdan qoladi. Ya’ni kritik chuqurlik (h_k) ni aniqlashda Koriolis koeffitsienti (α) ning kattaligiga g‘adir-budirlik (n) ta’sir etmaydi deb qaraladi. Agar g‘adir-budirlik sun’iy oshirilgunga qadar $h_0 < h_k$, $i < i_k$ shartlar bajarilgan bo‘lsa, undan keyin $h_0 \geq h_k$, $i \leq i_k$ shartlarga ega bo‘lamiz.

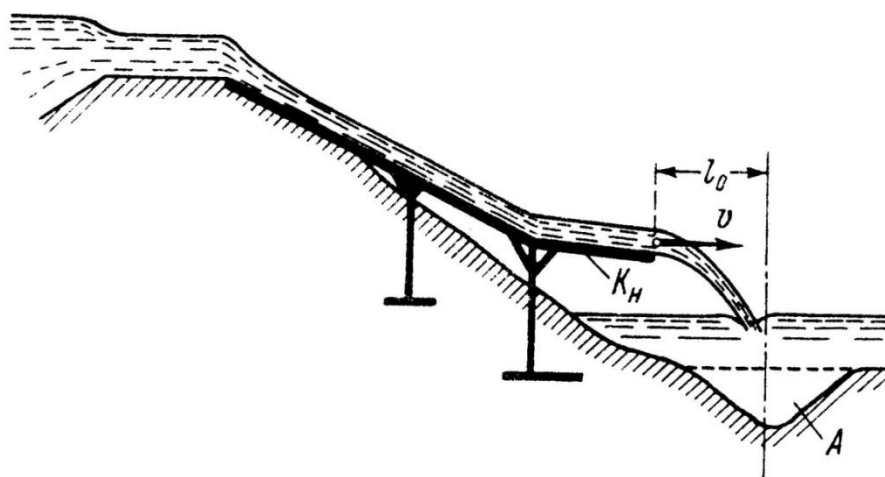


15. 16-rasm. $i=i_k$ pastki bef sathi kanalning tugash sohasida

Bu oxirgi shartlarda gidravlik sakrash mavjud bulmaydi. Bu faqat daraxt qoldiqlari oqadigan lotoklarda qo'llanilishi tavsiya etiladi.

2.Katta nishablikka ega qisqa kanalarda oqim katta tezlikda harakatlanishi mumkin. Tezlikning oshishi erkin sath yakinidagi havoni harakatiga keltirib, aeratsiya jarayonini yuzaga keltirishi mumkin. Aeratsiyalashgan oqimning harakatida chuqurlikning oshishi kuzatiladi. Suvning havo bilan aralashib, katta tezlikda harakatlanishi oqibatlari ham to'liqo'rganilmagan.

3.Bundan tashqari, qisqa kanalning alohida ko'rinishdagikatta nishablikka ega (tezoqar) ko'rinishlari ham mavjud (15. 17-rasm).



15. 17-rasm. Konsulli tezoqar

Rasmdan ko‘rinib turibdiki, kanalning tugash qismiga konsol o‘rnatilgan, bunda oqimcha oxirgi tayanch ustundan ancha uzoqqa otilmoqda. Bunday sharsharalarning xuddi oddiy kanallardek gidravlik hisobi bajariladi.

Shunga ko‘shimcha quyidagilarni aniqlashga to‘g‘ri keladi:

a) l_0 oqimchanning uchish masofasi ma‘lum formulalar asosida aniqlanadi. l_0 kattalik qiymati bizga yuvilish voronkasi joyini aniqlashda kerak bo‘ladi.

b) yuvilish varonkasi chuqurligini aniqlash: bu faqat taqriban aniqlanadi, bu masala maxsus adabiyotlardabatafsil yoritilgan.

Yuvilish voronkasi chuqurligini, joylashish joyini, qiyalik koeffitsientini bilish, oxirgi tayanch ustunining kengayishi to‘g‘ri loyixalashtirilganligini aniqlashda imkon beradi.

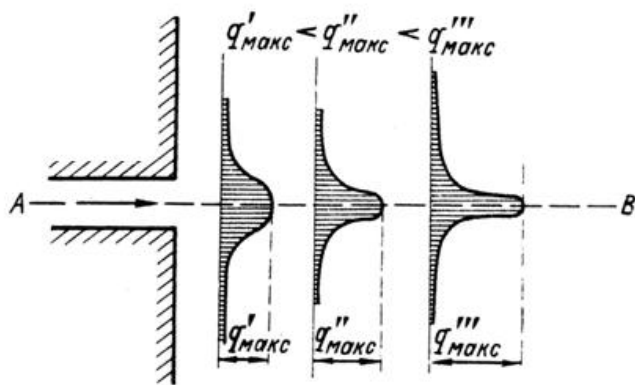
4. Bu kanallarni hisoblashda ularning nishabligi kichikligi uchun notekis va tekis harakat tenglamalarini qo‘llab tekis harakatdagi kesimlarni vertikal deb qabul qilib, bir qator noaniqliklarga yo‘l qo‘yamiz.

Aniq qilib aytganda, harakatdagi kesimni vertikal deb qabul qilish – yo‘l qo‘yib bo‘lmaydigan katta xatodir.

5. Keyingi bobda oqimning tezoqardagi notinch harakatida siqilish, kengayish yoki balanddagi buralishlarda egri to‘lqinlar vujudga kelishi ta‘kidlanadi. Gidravlik hisoblar bajarilayotganda uni hisobga olishga to‘g‘ri keladi.

6. Agar tezoqar (yoki uning pastki befi) etarli darajada keng bo‘lsa va suv oqimining unga chiqishi kenglikni bir qismiga otilib chiqsa, tezoqarda ag‘dariluvchan oqim paydo bo‘lishi mumkin. Oqim ag‘darilishi deganda oqimning solishtirmaq sarfi oqimning o‘z yo‘nalishida AB dinamik o‘ki bo‘ylab oshishi kuzatilib, bu sarf epyurasi deformatsiyalanadi (15. 18-rasm).

Buni oqimning tinch holatdagi harakati dinamik o‘qi tomonga oqimga nisbatan ko‘ndalang gidravlik gradientlar paydo bo‘lishi bilan tushuntirish mumkin.



15. 18-rasm. Oqim plani uzilishli harakat

Oqim agʻdarilishiga teskari hodisa sifatida oqimning planda oʻz-oʻzidan tarqalishi xodisasi roʻy berishini koʻrsatib oʻtish mumkin. Oqim agʻdarilib harakatlenganda uning dinamik oʻqi planda egrilanadi. Bu egrilanish vaqt boʻyicha doimiy yoki vaqtinchalik boʻlishi mumkin.

XV bobga doir test-nazorat savollari

1. Beflarni o‘zaro tutashtiruvchi kanal nechasohadan iborat bo‘ladi?

- a) bitta;
- b) ikkita;
- c) uchta;
- d) to‘rtta.

2. Napor yo‘qolishini inobatga olgan holda nechta holat mavjud bo‘ladi?

- a) Ikki holat: $h_f = h_l$ va $h_f = h_m$;
- b) Bir holat $h_f = h_l$;
- c) Bir holat $h_f = h_m$;
- d) Uch holat $h_f = h_l$, $h_f = h_l + h_m$ va $h_f = h_m$

3. Tubining nishabligi kritik nishablikdan kichik ($i < i_k$) bo‘lgan qisqa kanallarning xisoblash formulasini ko‘rsating .

- a) $Q_{c.y.} = \varphi_n b h_1 \sqrt{2g(H_0 - h_1)}$;
- b) $Q_{c.y.} = \varphi_n b h_1 \sqrt{2gH}$;
- c) $Q_{c.y.} = b h_1 \sqrt{2g(H_0 - h_1)}$;
- d) $Q_{c.y.} = m b \sqrt{2g} H_0^{3/2}$.

4. Kritik nishablikdan katta nishablikka ega bo‘lgan ($i > i_k$) qisqa kanallarni hisoblash formulasini ko‘rsating.

- a) $Q = \varphi_n b h_1 \sqrt{2g(H_0 - h_1)}$;

b) $Q = mb\sqrt{2g}H_0^{3/2}$;

c) $Q = mb\sqrt{2g}H_0^{3/2} - h_1$;

d) $Q = \varphi_n b h_1 \sqrt{2gH}$.

5. Tezoqar-sharshara nechta qismdan iborat?

a) ikki;

b) uch;

c) bir;

d) to'rt.