
9-bob. SUVNING OCHIQ KANAL VA TABIIY O‘ZANLARDAGI BOSIMSIZ NOTEKIS HARAKATI

9.1. Ochiq o‘zanlarda suvning notekis harakati haqida tushunchalar

Kanal va tabiiy o‘zanlarda suv notekis harakatlanishi natijasida uning harakat tartibi turbulent bo‘ladi. Harakatlanayotgan suv oqimi bir tekis o‘zgarib boradi. Masalan, silindrsimon quvurga suv oqib kirganida, avval, manfiy tezlanish bilan, ya’ni muayyan masofagacha tezligini pasaytirib oqadi. Keyin suv oqimining og‘irlik kuchi quvur devorining va suyuqlik qatlamlari orasidagi ishqalanish kuchlari qarshiliklarini yengishga sarflanganligi sababli bir xil tezlikda tekis harakatlanadi. Shuning uchun suv massasi og‘irlik kuchining bajargan ishi ishqalanish kuchining bajargan ishiga tenglashgani sababli, har qanday notekis oqim tekis harakatga o‘tishga intiladi.

Oqimga ta’sir qiluvchi har xil tashqi va ichki kuchlar o‘zgarib turganida, u notekis harakat qiladi. Bu holat o‘rinli bo‘lganida, o‘zan uzunligi bo‘ylab oqim tezligi va uning chuqurligi o‘zgarmas bo‘la olmaydi, ya’ni $v \neq const$ va $h \neq const$.

Kanal o‘zani silindrsimon va nosilindrik bo‘lishi bilan birga, kengayuvchi yoki torayuvchi, nishabli, nishabsiz va undagi suv chuqurligi o‘zgaruvchan bo‘lishi mumkin.

Ko‘ndalang kesimi o‘zgarmas kanal o‘zanining nishabligi $i > 0$ bo‘lganida, oqimning tekis harakati buziladi va notekis harakatga o‘tadi. Masalan, quyidagi holatlarda yuqoridagi hodisa paydo bo‘ladi:

a) suv yo‘liga to‘g‘on qurilganida, sharshara hosil qilinganida va qalqonli to‘siq o‘rnatilganida (3.8-b, d rasm);

b) to‘g‘onning old qismi suvga to‘lib, undan toshib oqib o‘tish jarayonida ikki xil oqim paydo bo‘ladi: to‘g‘ongacha bo‘lgan suv qatlamining ostki qismi tekis harakat qilsa-da, aksincha, uning sath qismining, ya’ni to‘g‘onning erkin sirti chizig‘idan yuqoridagi qatlamda suv turbulent tartibda harakatlanadi. Natijada oqimdagi suv sarfining belgilangan chegaraviy chuqurligi tekis harakatdagi suv chuqurligiga teng bo‘la olmaydi, ya’ni $h_b \neq h_{t,h}$. Oqim sarfining qalinligi $N-N'$ —

chiziqdan yuqoridagi nuqtadan boshlab suv tezlanish bilan harakatlanadi;

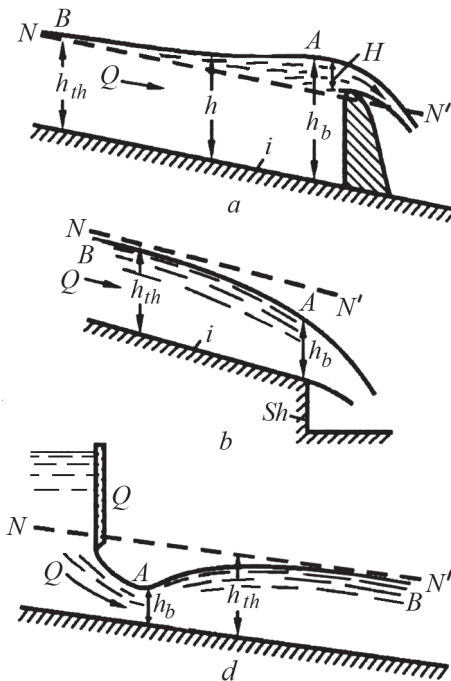
d) o‘zan tubi bilan sharsharaning boshlanish sath qalinligi qatlamda, ya’ni sharshara chegarasida, oqim nishabligi katta bo‘lsa-da, muayyan chuqurlikda suv tekis harakatlanadi. Sharshara chegarasidagi oqim massasi sarf kattaligini belgilaydi. Shuning uchun tekis harakatdagi suv qatlamining chuqurligi notekis qatlamning old frontinikiga teng bo‘la olmaydi, ya’ni $h_b \neq h_{t.h.}$.

Demak, ochiq o‘zanli sharsharali kanallarda sharshara balandligi va oqim nishabliklarini tanlash yo‘li bilan sarf qiymatini aniqlash mumkin ekan. Amalda suvning yuqori sathiga yaqin qatlamida oqim notekis harakatlanadi;

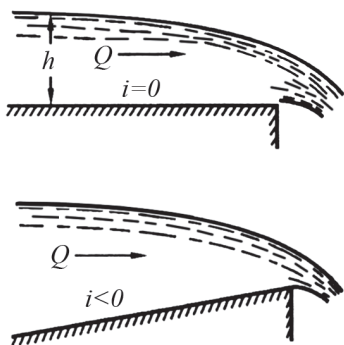
e) oqim yo‘liga qalqon o‘rnatilganida, uning ostki qismidan oqib chiqayotgan suv avval, tezlanish bilan, keyin turli xil qarshiliklarni yengishga ma’lum miqdordagi energiyasini sarflab, tekis harakatga o‘tadi. Belgilangan chuqurlik qiymati tekis harakatdagi oqimnikiga teng bo‘lmaydi, ya’ni $h_b \neq h_{t.h.}$. Shu usul bilan kanaldagi suv sarfiga mos keluvchi chuqurlik tanlanadi va unga qarab sarf topiladi.

Ko‘ndalang kesimi silindrsimon gorizontaal kanal o‘zaning nishabliklari $i=0$ va $i<0$ bo‘lganida (3.9-rasm), tekis harakatlanayotgan suv oqimining tezligi Shezi formulasi (3.8) ga muvofiq $\vartheta=0$ ga teng bo‘ladi. Lekin kanaldagi suv oqimi to‘xtab qolmaydi.

Demak, amalda tekis harakat bo‘la olmasa-da, notekis, ya’ni turbulent harakat mavjud bo‘lar ekan.



3.8-rasm. Nishabligi $i > 0$ bo‘lgan o‘zanlar.



3.9-rasm. Nishabliklari $i=0$ va $i<0$ bo'lgan o'zarlardagi suv oqimi.

Ko'ndalang kesimlari kengayuvchi (torayuvchi) konussimon o'zanli kanal (silindrik bo'lmagan)da suv notekis harakatlanadi. Konussimon kanallar katta suv oqimlari uchun ishlatilmasa-da, unda sodir bo'ladigan hodisalar asosida ko'pgina asbob-uskunalar ishlaydi.

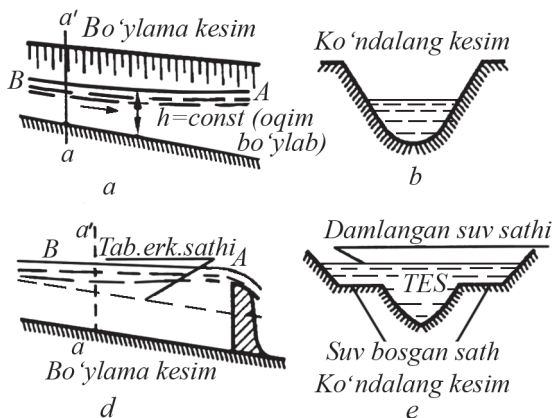
Tahlil qilingan kesimlar uchun silindrsimon kanallarning nishabliklari $i>0$, $i=0$ va $i<0$ bo'lgan hamda nosilindrik o'zarlardagi suv oqimlarining harakati notekis bo'ladi.

Demak, faqat silindr shaklidagi o'zanlar nishabliklari $i>0$ katta va tekis, yetarli darajada uzun va tekis harakat tartibini buzuvchi inshoot hamda moslamalar o'zanda bo'lganida suv oqimining tekis harakati o'rinli bo'ladi.

Suv oqimining notekis harakati ko'proq uchraydi va uni o'rganish muhim amaliy ahamiyatga ega. Masalan, kanal o'zanining turli joylaridagi chuqurliklarini, to'g'on qurilishida qirg'oqlarning suv ostida qolish chegarasini aniqlashda bu usul ishlatiladi.

O'zan haqida to'liq ma'lumotga ega bo'lish uchun, eng avvalo, notekis bir xil o'zgaruvchan oqimning **erkin sath chizig'ini** qurish masalasi asosiy hisoblanadi (3.10-a, b, d, e rasm). Uni qurish uchun nazariy yoki amaliy natijalarni o'zan uzunligi bo'ylab joylashtiriladi va nuqtalarni birlashtirib erkin sath chizig'i AB hosil qilinadi. Uni hisoblashda o'zandagi oqim parametrlarining asosiy kattaliklari beriladi va ulardan foydalanib kattaliklar topiladi. Nazariy qurilgan erkin sath chizig'i asosida o'zanning turli ko'ndalang kesimlarida paydo bo'lgan o'yiqlar o'rni va chuqurligi, kemalar qatnaydigan kanal o'zanidagi suv chuqurligi, to'g'onli o'zarlarda esa suv ostida qolgan yerlar chuqurligi va sh.k. aniqlanadi.

Notekis harakatlanayotgan suv oqimi uchun erkin sath chizig'ini qurish masalasi ancha murakkab. Uni yechish uchun, eng avvalo, o'zanning asosiy tavsiflari (o'zan shakli, o'lchamlari, nishabligi, g'adir-budurli) va suv sarfi berilishi kerak. Shunda o'zanning elementar uzunlikdagi oqimi uchun gidravlik



3.10-rasm. Suvning notekis harakatida erkin sath chizig'ining joylashuvi:

a va b — tabiiy o'zanda (bo'ylama va ko'ndalang kesimlar);

d va e — to'g'onli sun'iy o'zanda (bo'ylama va ko'ndalang kesimlar).

bog'lanishlardan foydalanib, suvning notekis harakatini qoniqtiruvchi differensial tenglamalar tizimi tuziladi va yechiladi.

Suvning notekis harakatining differensial tenglamalari asosida erkin sath chizig'i koordinatalari topiladi va ularni birlashtirib grafik quriladi.

Suvning notekis harakatining differensial tenglamalarini tuzish bilan Koriolis, Bussinesk, ularni yechish usullari bilan rus olimi B.A. Baxmetov, A.N. Raxmanov va boshqalar shug'ullangan.

9.2. Oqimning solishtirma energiyasi, kritik va normal chuqurligi hamda nishabligi

Daryo va kanallar o'zanidagi suv oqimining solishtirma energiyasi — bu suv qatlamining energiyasi, ya'ni suyuqlikning massa birligiga mos keluvchi energiya bo'lgani uchun uni quyidagicha yozish mumkin:

$$H_{s.e.} = h_1 + \frac{P}{\rho g} + \alpha \frac{v^2}{2g}. \quad (3.10)$$

Oqim kesimining solishtirma energiyasi — bu solishtirma to'la energiyaning xususiy qiymati bo'lib, solishtirish tekisligi o'zan tubidagi D nuqtadan o'tgan deb faraz qilinadi. Solishtirish tekisligi 0_d va $0'_d$ uchun atmosfera bosimi hisobga olin-

maganida, suv qatlami chuqurligi uchun quyidagini yozish mumkin:

$$h_1 + \frac{P}{\rho g} = h. \quad (3.11)$$

Unda, (3.10) ni energiya holatiga mos ravishda qayta yozish mumkin:

$$W_{s.e.} = H_{s.e.} = h + \frac{P}{\rho g} + \alpha \frac{v^2}{2g} = h + \alpha \frac{Q^2}{2gS^2}. \quad (3.12)$$

O‘zanning nishabligi, g‘adir-budurliigi va boshqa parametrlariga qarab, bir xil kesimdagi suv turlicha tezliklarda oqib o‘tsa-da, sarf miqdori o‘zgarmas bo‘lishi mumkin. Lekin oqim chuqurligi o‘zgaruvchan bo‘lganida, sarf miqdorini o‘zgarmas saqlansa-da, oqimning solishtirma energiyalari bir xil bo‘la olmaydi. Shuning uchun solishtirma energiya bilan oqim qatlami chuqurligi orasidagi bog‘lanishni funksiya shaklida yozish mumkin:

$$Q = f(h). \quad (3.13)$$

Demak, to‘g‘ri burchakli o‘zandagi suv uchun oqim tezligini (3.12) dan topib, quyidagi bog‘lanishlar hosil qilinadi:

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{bh} = \frac{q}{b}, \quad (3.14)$$

bu yerda, $q = Q/h$ — suvning elementar solishtirma sarfi.

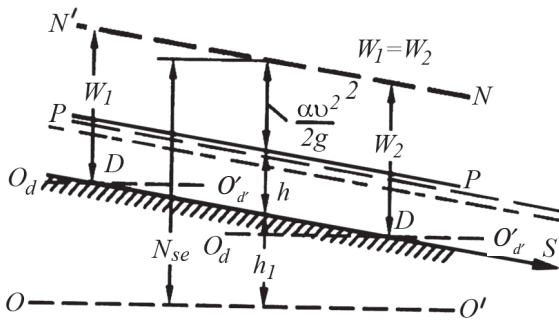
Oqim tezligi ifodasini uning energiya ifodasiga qo‘yib, oqim ko‘ndalang kesimining solishtirma energiyasini hosil qilamiz:

$$W_{s.e.} = h + \alpha \frac{q^2}{2gh^2}. \quad (3.15)$$

(3.13) funksional bog‘lanishdan ko‘rinadiki, $h \rightarrow \infty$ intilganida, solishtirma energiya $W_{s.e.} \rightarrow \infty$ intiladi. Bu bog‘lanish ancha murakkab tahlillar bilan bog‘liq bo‘lgan jarayon hisoblanadi.

O‘zandagi oqim tekis harakatlanganida, qatlam chuqurligi o‘zgarmasa-da ($h = const$), ammo uning dami o‘zan uzunligi bo‘ylab mavjud qarshiliklarni yengishga energiya sarflagani uchun, bir tekis kamayib boradi.

Demak, $W_1 = W_2$, ya‘ni oqimning to‘la energiyasi kamaysada, solishtirma energiyasi o‘zan bo‘ylab o‘zgarmas ekan (3.11-rasm).



3.11-rasm. Suv oqimi energiyasining o'zgarishiga doir chizma.

Oqimning muayyan chuqurligi suv qatlaminig eng kichik energiyasi qiymatiga to'g'ri keladi (3.12-rasm). Bu chuqurlik suv qatlaminig eng kichik (minimum) qismi bo'lib, uni *kritik chuqurlik* deyiladi va h_{kr} belgilanadi.

Demak, oqim ko'ndalang kesimining eng kichik qiymatiga mos keluvchi solishtirma energiyani qanoatlantiruvchi chuqurlikni *kritik chuqurlik* deyiladi.

Kritik chuqurlik o'zan turiga qarab, har xil formulalar bilan ifodalanishi mumkin:

1. To'g'ri burchakli o'zan uchun

$$h_{kr.} = \sqrt[3]{\frac{\alpha q}{g}} - \sqrt[3]{\frac{\alpha Q^2}{gb^2}} \quad (3.16)$$

yoki $h = h_{kr.}$ bo'lganida esa

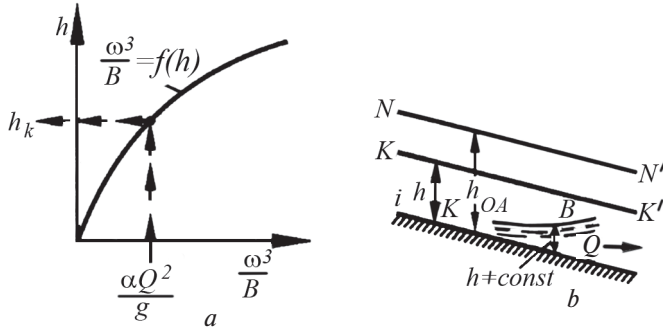
$$h_{kr.} = \frac{\alpha v^2}{g}. \quad (3.17)$$

2. Simmetrik uchburchak shaklidagi o'zan uchun

$$h_{kr.} = \sqrt[5]{\frac{2\alpha Q^2}{gm^2}}, \quad (3.18)$$

bu yerda, m — o'zanning nishablik koeffitsiyenti.

O'zanning boshqa turlari uchun kritik chuqurlik formulasi murakkab matematik ko'rinishda bo'ladi. Ko'pgina holatda ularning qiymatlari maxsus jadval va bog'lanishlar diagrammalaridan topiladi.



3.12-rasm. O‘zanning kritik (a) va normal (b) chuqurliklarini aniqlashga doir chizmalar.

Normal chuqurlik bu notekis oqim uchun belgilangan sarf qiymatiga mos keluvchi o‘zandagi oqim chuqurligidir.

1. **Trapetsiya shaklidagi o‘zan** uchun normal chuqurlik quyidagicha ifodalanadi:

$$h_0 = \frac{\chi}{(\beta + 2\sqrt{1+m^2})}. \quad (3.19)$$

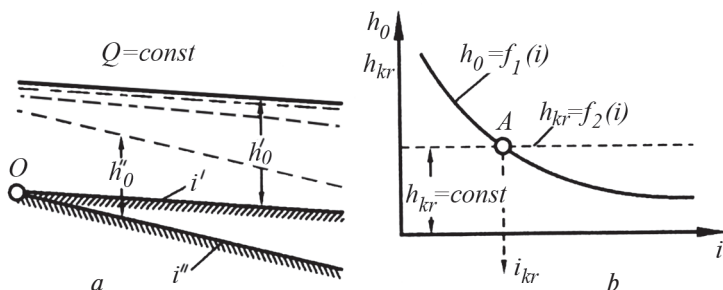
2. **Uchburchak kesimli o‘zan** uchun

$$h_0 = \frac{\chi}{(2\sqrt{1+m^2})}. \quad (3.20)$$

O‘zanning kritik va normal chuqurliklari **tushunchasi** xayoliy tasavvurdagi tushuncha bo‘lib, nazariy hisoblashlarni va tenglamalar yechimini topishda keng qo‘llaniladi. E‘tiboringizni 3.12-b rasmga qarating, undagi KK' chizig‘idan o‘zan tubigacha bo‘lgan chuqurlikni kritik va NN' chizig‘idan o‘zan tubigacha bo‘lgan chuqurlikni esa normal chuqurlik deb belgilangan.

Daryo o‘zanlari o‘tish joyining tabiiy relyefiga qarab, ularning nishabliklari har xil bo‘ladi. O‘zan nishabligining muayyan eng kichik va katta qiymatlari orasida shunday qiymatlar bo‘ladiki, aynan shu qiymatda sun‘iy o‘zanlar ko‘proq ishlaydi, tabiiy o‘zanlarning esa qirg‘oqlari va tubi kamroq yemiriladi.

Nazariy jihatdan o‘zanning eng qulay variantini topishda uning asosiy parametrlaridan sarf miqdori, o‘zan shakli va o‘lchamlari, g‘adir-budurlik koeffitsiyenti berilgan bo‘ladi. Shu kattaliklarga tayanib, hisoblashlar olib boriladi.



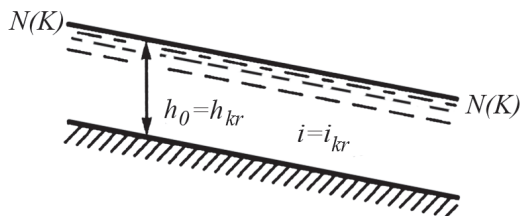
3.13-rasm. O‘zanning kritik nishabligiga oid chizma:

a — nishabligi rostlanadigan o‘zan; *b* — $h_0 = f_1(i)$ diagrammasi.

Faraz qilaylik, O nuqtaga nisbatan o‘zan tubining nishabligi sun‘iy o‘zgartiriladigan bo‘lsin. Unda, o‘zan nishabligi i ni shu nuqtaga nisbatan o‘zgartirib, istalgan normal chuqurlik h_0 hosil qilinadi va ular orasidagi $h_0 = f_1(i)$ bog‘lanish grafigi Shezi formulasidan foydalanib quriladi (3.13- *b* rasm).

Belgilangan ko‘ndalang kesimdagi kritik chuqurlik faqat suv sarfiga bog‘liq bo‘lsa-da, o‘zanning nishabligiga bog‘liq emas. Shuning uchun $h_0 = f_x(i)$ grafikning istalgan nuqtasidan gorizontal o‘tkazilgan chiziq $h_k = f_2(i)$, o‘zgarmas kritik chuqurlikka mos keluvchi, o‘zan nishabligiga parallel bo‘lgan chiziqni beradi. Normal chuqurlik qiymati kritik chuqurliknikiga teng bo‘lgan ($h_0 = h_{kr}$), belgilangan sarfni ta‘minlaydigan, o‘zgarmas kritik chuqurlik bilan tekis harakatlanuvchi oqim o‘zani nishabligini **kritik nishablik** deyiladi va uni i_{kr} deb belgilanadi (*A* nuqta, 3.13- *b* rasm).

O‘zanda kritik nishablik o‘rinli bo‘lganida, sath chizig‘i bilan suvning erkin sirti chiziqlari ustma-ust bir chiziqqa tushadi (3.14-rasm).



3.14-rasm. Kritik nishabli o‘zan.

Unda $i_0 = i$ bo'lganida $h_{kr.} = h_0$ hosil bo'ladi. Bu shart bajarilganida, tekis harakatlanayotgan oqim uchun sarf tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$Q = S_0 C_0 \sqrt{R_0 i} = S_{kr.} C_{kr.} \sqrt{R_{kr.} i_{kr.}}, \quad (3.21)$$

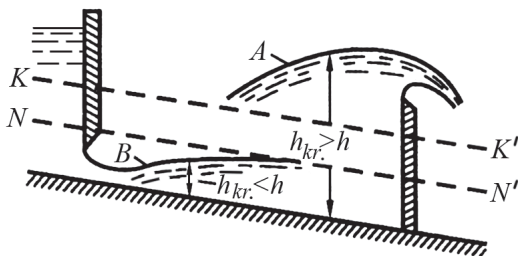
bu yerda, $\chi \approx B$ bo'lgan holatlardagi keng o'زانlar uchun $i_{kr.} = g / \alpha C_{kr.}^2$ teng bo'ladi.

9.3. Tinch, tezoqar va kritik oqimli o'زانlarda suv harakati

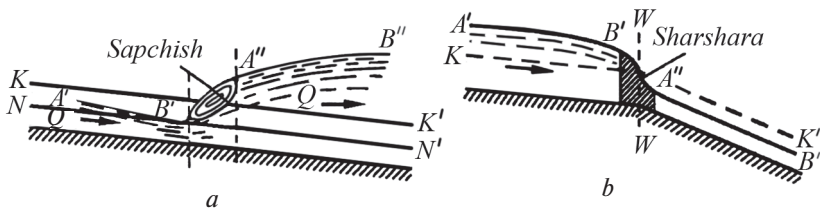
Tinch, tezoqar va kritik oqimli o'زان chuqurligi ortgan sayin, ularda sarf moduli K va S^3/B qiymatlari ortadi. Shuning uchun damsiz oqimlarning $K = f_1(h)$ grafigi maksimumga ega bo'lmaydi va ular uchta, ya'ni tinch, tezoqar va kritik holatlarda bo'lishi mumkin. Tinch holatdagi oqim o'زانidagi suv chuqurligi oqimning tekis yoki notekis bo'lishidan qat'i nazar, oqimning haqiqiy chuqurligi kritikdan har doim katta bo'ladi, ya'ni $h > h_{kr.}$.

Tezoqar oqimdagi suv chuqurligi $h < h_{kr.}$ bo'lsa, kritik oqimda $h = h_{kr.}$ ga teng bo'ladi. Kritik oqimda suv tekis harakati o'rinli va $i = i_{kr.}$ bo'ladi (3.15-rasm).

Shuning uchun suv oqimining hosil bo'lish sharoitiga qarab, o'زان bo'ylab bitta oqimning har xil joyida tinch va tezoqar oqimlarni kuzatish mumkin. Tinch oqimda solishtirma energiya suv chuqurligi kattalashgan sayin ortadi, aksincha, tezoqar oqimda esa kamayib boradi, ya'ni $(W/h) > 0$ va $(W/h) < 0$.



3.15-rasm. Suvning tezoqar oqimidan tekis oqimiga o'tish chizmasi.



3.16-rasm. Gidravlik sapchish (a) va sharshara orqali tezoqar oqimdan tekis (b) oqimga o'tish chizmasi.

Tezoqar oqimdan tinch oqimga **gidravlik sapchish** orqali o'tishda gorizontal o'q bo'ylab yo'nalishda suv sirtida uyurma hosil bo'ladi. Aksincha, sharshara orqali tinch oqimdan tezoqarga o'tiladi (3.16-rasm).

9.4. Prizmasimon kanallar o'zanida suvning dimlanish va pasayish hodisalari

Prizmasimon o'zanlarda oqimning tirik kesimi, asosan, oqim qatlami chuqurligi h bilan baholanadi. Chunki oqimning tirik kesimi o'zan uzunligi ℓ ga bog'liq emas. Unda, S bilan h orasidagi bog'lanishni $S=f(h)$ shaklida ifodalansa, uning xususiy hosilasi, ya'ni ℓ o'zgarganida S ning orttirmasi nolga teng bo'ladi. O'zan bo'ylab ortsa ham, oqimning tirik kesimi o'zgarmasdan qoladi.

Silindrsimon o'zanlarda tirik kesimning orttirmasi nolga teng emas. Unda, oqim chuqurligining o'zan uzunligi bo'ylab o'zgarishini differensial tenglama shaklida yozish mumkin bo'ladi:

$$\frac{dh}{d\ell} = \frac{i - \frac{Q^2}{K^2}}{1 - \frac{\alpha Q^2 B}{gS^3}}, \quad (3.22)$$

bu yerda, $K = \sqrt{S^2 C^2 R}$ — sarf moduli.

Keltirilgan (3.22) tenglama to'g'ri nishabli ($i > 0$) silindrsimon shakldagi o'zan uchun ikkinchi tartibli differensial tenglama hisoblanadi. Bu tenglamani tekis harakatlanayotgan suv oqimi uchun yozilsa, (3.22) ning chap tomoni nolga teng bo'ladi. Shunda quyidagi hosil bo'ladi:

$$i - (Q^2 / K^2) = 0 \quad (3.23)$$

yoki

$$K = Q\sqrt{i}. \quad (3.24)$$

(3.24) ga asoslanib, tekis harakatlanayotgan tasavvurdagi soxta oqim uchun sarf miqdorini yozamiz va sarf modulini $K_0^2 = Q^2 / i$ belgilaymiz. Unda, (3.23) tenglama quyidagi shaklga keladi:

$$\Theta = i - \frac{K_0^2}{K^2} i = \left(1 - \frac{K_0^2}{K^2}\right) i. \quad (3.25)$$

Tenglama (3.22) ning maxrajiga yuqoridagilardan foydalanib, ayrim belgilashlarni kiritib, quyidagi shaklda ifodalaymiz:

$$\Omega = 1 - \frac{\alpha Q^2 B}{g S^2} = 1 - \frac{S_{kr.}^2 B}{B_{kr.} S^3} = 1 - \frac{\Delta_{kr.}}{\Delta} \quad (3.26)$$

bu yerda, $\Delta = S_{kr.}^2 B$ va $\Delta = B_{kr.} S^3$.

Demak, hosil qilingan ifodalardan ko'rinadiki, (3.22) ni quyidagi shaklda yozish mumkin bo'ladi:

$$\Theta \left(1 - \frac{\Delta_{kr.}}{\Delta}\right) = \Omega \left(1 - \frac{K_0^2}{K^2}\right) i. \quad (3.27)$$

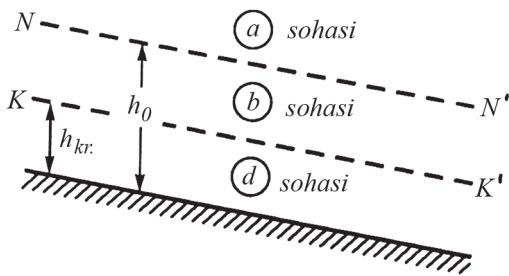
Nishabligi tekis ($i > 0$) bo'lgan o'zanda oqimning notekis harakati uch holat bilan tavsiflanadi:

a) $h_0 > h_{kr.}$ va $i < i_{kr.}$ shart qoniqtirilsa, undan uch imkoni bo'lgan erkin sirtli oqim topiladi;

b) $h_0 < h_{kr.}$ va $i < i_{kr.}$ shart qoniqtirilsa, undan uch imkoni bo'lgan erkin sirtga ega bo'lgan oqim topiladi;

d) $h_0 < h_{kr.}$ va $i = i_{kr.}$ shart qoniqtirilsa, undan ikki imkoni bo'lgan erkin sirtga ega bo'lgan oqim topiladi.

Demak, yuqoridagi shartlar qoniqtirilsa, notekis oqim uchun jami sakkizta imkoni bo'lgan erkin sirtlarga mansub, ya'ni oltita dimlanish va ikkita pasayish egri chiziqlari hosil bo'lar ekan. Suv o'zanda oqish jarayonida biror tashqi ta'sir hisobiga o'z tezligini kamaytirishi yoki orttirishi natijasida uning



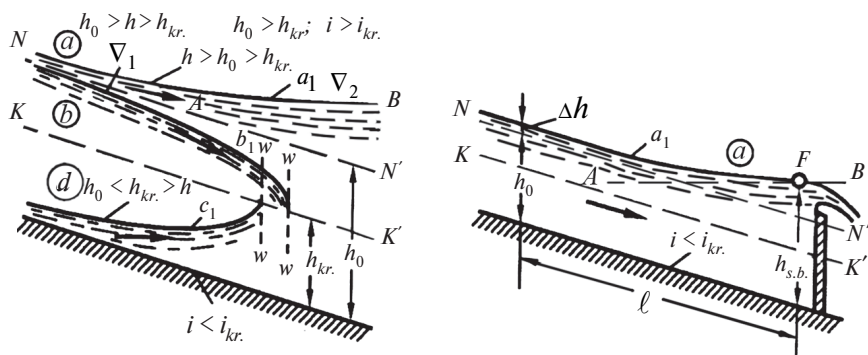
3.17-rasm. Erkin sirt sohalari.

chuqurligi kattalashadi (ya'ni dimlanadi) yoki kamayadi (ya'ni pasayadi).

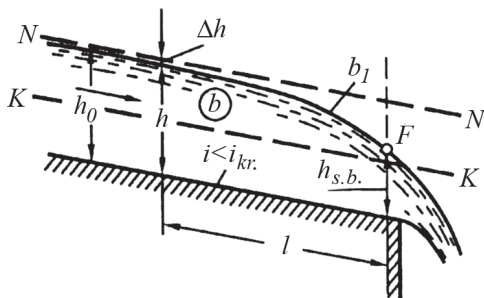
O'zandagi oqim yo'nalishi bo'ylab erkin sirt chuqurligining ortish hodisasiga **dimlanish** deyiladi. Shu erkin sirtida yotgan chiziqni **dimlanish egri chizig'i** deyiladi.

O'zan yo'nalishi bo'ylab oqim tezligining kattalashuvi hisobiga undagi suv erkin sirt chuqurligining kamayish hodisasiga **pasayish** deyiladi. Shu erkin sirtida yotgan chiziqni **pasayish egri chizig'i** deyiladi.

Yuqoridagi «a» shartni qoniqtiruvchi chizmani keltiramiz va unda uchta a_1 , b_1 , d_1 egri chiziqlari shu erkin sirlarga mos ravishda joylashadi (3.17-rasm). Har bitta a , b , d soha (3.18-rasm) o'z egri chizig'iga ega bo'ladi va ular (NN' va KK'), a_1 , b_1 do'ngliklari har xil bo'lsa ham, bir-biri bilan kesishmaydi.



3.18-rasm. Suv oqimidagi dimlanish va pasayish egri chiziqlari.

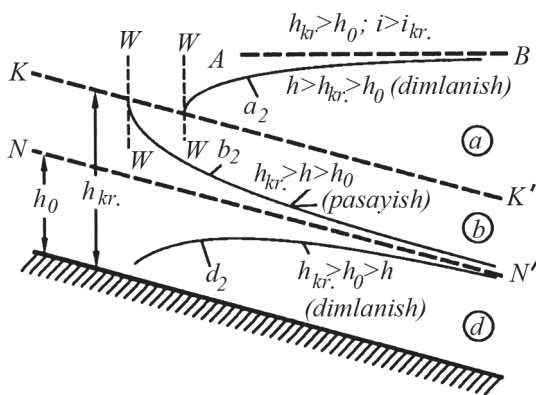


3.19-rasm. Suvning pasayish egri chizig'iga oid chizma.

Bunda a_1 , ∇_1 , ∇_2 chiziqlari dimlanish, b_1 esa pasayish egri chiziqlari bo'ladi. Natijada dimlanish va pasayish egri chiziqlari hosil bo'ladi. Suvning erkin sirti NN' chizig'idan pastda yotganida, ya'ni o'zanda sharshara bo'lganida, b_1 turidagi pasayish egri chizig'i $h_0 > h_{s.b} > h_{kr}$ ga muvofiq hosil bo'ladi (3.18-rasm). To'g'on ta'sirida suvning dimlanishi natijasida a_1 egri chizig'i asimptotik NN' chizig'iga yaqinlashadi va nazariy jihatdan o'zan bo'ylab cheksiz katta uzunlikkacha yuqoriga qarab tarqaladi. Lekin amalda, bu yaqinlashish qiymati:

$$\Delta h = h_0 - h = (0,01 - 0,02) h_0 \text{ dan ortmaydi.}$$

$h_0 > h_{s.b}$ va $i < i_{kr}$ shartga muvofiq o'zandagi oqimda uchta imkoni bo'lgan erkin sirtlardan, (3.27) tenglamaga muvofiq, hech bo'lmaganda bittasi bo'lishi mumkin (3.19—3.20-rasmlar).



3.20-rasm. Suvning dimlanish va pasayish egri chiziqlarining nazariy grafigi.

Chizmaga e'tibor berilsa, chiziqlarning qaysi biri dimlanish yoki pasayish egri chiziqlariga mansubligini do'ngliklarning va asimptota yoki urinma chiziqlarining joylashuviga qarab aniqlash mumkin bo'ladi.

O'zandagi suv oqimida paydo bo'ladigan dimlanish yoki pasayish oqimni shakllantirish usuliga qarab, turli sohalarda tashqi ta'sir kattaligiga muvofiq hosil bo'ladi. Oqimning dimlanishi yoki pasayishi o'zan shakli, undagi g'adir-budurlik, suv qatlaminin chuqurligi va nishabligi hamda sun'iy hosil qilingan to'siqlarning geometrik shakllariga bog'liq bo'ladi. Shunga ko'ra, oqimning solishtirma energiyasi o'zan uzunligi bo'ylab uzluksiz o'zgarib turishi mumkin. Energiyaning uzluksizligini ta'minlashda rostlovchi gidrosistemalardan foydalaniladi.

Nazorat savollari

1. Ochiq o'zarlarda suvning notekis harakatini bayon eting.
2. Oqimning solishtirma energiyasi nima?
3. Tinch, tezoqar va kichik oqimli suvlarda suv harakati qanday bo'ladi?
4. Prizmasimon kanallar o'zanida suvning dimlanishi va pasayishi nimaga bog'liq?