

XI BOB

GIDRAVLIK SAKRASH

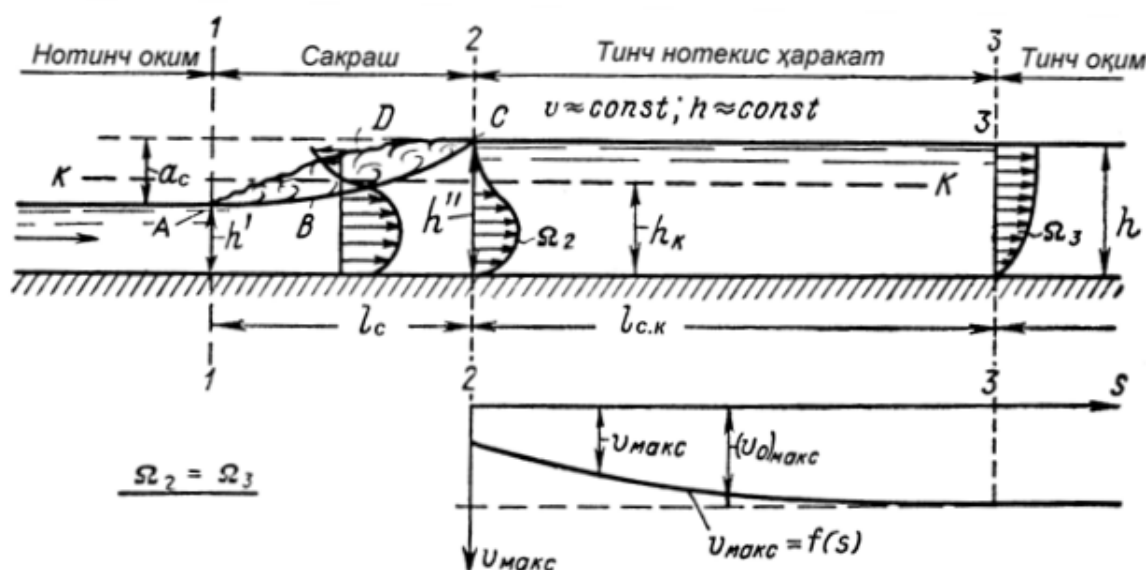
11. 1. GIDRAVLIK SAKRASHNING FIZIK MOHIYATI.

GIDRAVLIK SAKRASHDAN KEYINGI SOHA

Suv oqimining ochiq oʻzanlardagi barqaror harakati turbulent tartibli boʻlib, kvadrat qarshilik sohasida boʻlganligi sababli, harakatning shu koʻrinishi bilan tanishishda davom etamiz. Umuman oqimning bu harakatiga gidrotexnika amaliyotida koʻp uchrashimizni taʼkidlash maqsadga muvofiqdir. Suyuqlik oqimining oʻrtacha tezligi (v)ning keskin oshishi va shunga mos ravishda chuqurlik (h) ni keskin kamayishi gidrotexnik inshootlar (masalan, toʻgʻondan suvning oshib tushishi) da koʻp kuzatiladi. Buning natijasida oqimning kinetik energiyasi keskin oshib, potensial energiya mos ravishda keskin kamayib, oqim notinch holatda harakatlana boshlaydi. Bu jarayonda oqim kinetik energiyasining ikkilangan qiymatini uning potensial energiyasiga nisbatini xarakterlovchi oqimning kinetiklik parametri – $Pk_1 > 1,0$ kattalikka ega boʻladi. Bu harakatda $h' < h_k$ shart bajarila boshlaydi. Maʼlum bir masofadan keyin oqimning kinetik energiyasi eng katta qiymatga, potensial energiyasi esa eng kichik qiymatga ega boʻladi. Shu vaziyatda, oqim oʻz harakat yoʻnalishini yuqoriga qarab oʻzgartirib, bu sohada oqim oʻrtacha tezligi keskin kamayishi va chuqurlikning keskin oshishi, oqim kinetik energiyasining keskin kamayib, potensial energiyasining eng katta qiymatga ega boʻlishiga olib keladi, yaʼni oqimning kinetiklik parametri $Pk_2 < 1,0$ qiymatga tenglashadi. Oraliq sohada oqimning aylanma harakati vujudga keladi. Oqimning $h'' < h_k$ shartni qanoatlantiruvchi tinch harakati boshlanadi. Bu oraliq sohada qanday hodisa roʻy beradi?

Bunda aynan yuqorida fizik mohiyati ta'riflangan gidravlik sakrash hodisasi amalga oshadi. Suv oqimining notinch holatdan tinch holatga o'tishi gidravlik sakrash hodisasi orqali amalga oshadi.

Shunga asoslanib, unga quyidagicha ta'rif berish mumkin: *suv oqimining kritik chuqurlikdan kichik bo'lgan h' chuqurligini ($Pk_1 > 1,0$) undan katta bo'lgan h'' chuqurlikka ($Pk_2 < 1,0$) keskin oshishi hodisasi gidravlik sakrash deyiladi.*



11. 1-rasm. Gidravlik sakrash va undan keyingi soha. Bu sohada oqimning mumkin bo'lgan eng yuqori – maksimal tezligi grafigi

11. 1-rasmda ko'rsatilgan a_c – gidravlik sakrash balandligi deb ataladi, 1-1 va 2-2 kesimlarga mos keluvchi gidravlik sakrashdan oldingi va keyingi chuqurliklar (h' va h'') tutash chuqurliklar deyiladi.

Shunga e'tibor berish kerakki, deyarli har doim erkin sath egriligi $K-K$ chizig'ini kesib o'tsa, bu holatda gidravlik sakrash hodisasi ro'y beradi. Bu hodisaga quyidagicha tavsif berishimiz mumkin.

1-1 va 2-2 ajratib olingan kesimlardan AVS chegaralanish sirti kuzatiladi. Oqimning bu sirti pastki qismida oqim o'z chuqurligini h' qiymatdan h'' qiymatgacha keskin o'zgartiradi. Uning yuqori qismida tartibsiz xolatdagi

aylanma harakatni kuzatishimiz mumkin. Bu qismda oqim havo bilan aralashgan bo‘ladi. Shuning uchun uning ko‘rinishi normal holatdagidan farq qiladi. Aktual tezliklar hisobiga bu ikkala sohadagi suv miqdorlari o‘zaro almashib turadi. Bundan tashqari, gidravlik sakrash bir joyda ro‘y bermasdan, o‘z o‘rnini o‘zgartirib turadi. Umuman gidravlik sakrayning tuzilishini qanday ta’riflash mumkin? Bu savolga javob izlab turli darajadagi ilmiy tadqiqotlar o‘tkazilgan. F. Ya. Milovich, V. M. Makaveev, Ya. T. Nenko, V. A. Shaumyan, F. I. Pikalov, I. I. Levi, A. A. Uginchus, A. I. Raxmanov, N. N. Pavlovskiy, V. I. Aravin, I. I. Agroskin, M. D. Chertousov, D. I. Kumin va boshqa bir qator olim-tadqiqotchilar ishlarini bunga misol keltirish mumkin.

Shaffof materiallardan tayyorlangan lotoklarda ro‘y berayotgan gidravlik sakrashni kuzatish natijasida uning tarkibida ikki soha kuzatilgan:

- vertikal tekislikda kengayuvchi oldinga harakatlanib *yoyilayotgan oqim sohasi*;
- bu oqim tomonidan himoyalaniib, havo bilan to‘yingan yoyilayotgan oqim *sirtidagi aylanma oqim sohasi*.

Aylanma oqim sohasi borasida turli tadqiqotchilar turlicha fikr yuritishadi. Masalan, ayrim tadqiqotchilar bu aylanma qattiq jismlarning aylanish qonuniyatiga bo‘ysunib harakatlanadi, degan ta’limotni targ‘ib qilishsa, boshqa tadqiqotchilar bu sohadagi suyuqlik harakati yopiq traektoriya bo‘ylab amalga oshishini ta’kidlashgan, yana ayrimlari esa spiralsimon ochiq traektoriyadagi harakat mavjud degan farazlarini bildirishgan.

Bu sohadagi harakatni o‘rganishdan asosiy maqsad energiya yo‘qolishini o‘rganishdagi masaladir.

Yoyiladigan oqim sohasi esa ilgari aylanma harakatning hususiy ko‘rinishidir. Bu harakatning sekin o‘zgaruvchan harakatdan farqi shundan iboratki, yoyilish burchagi nisbatan kattaroq qiymatga ega. Oqim chizig‘ining bunday egrilanishi chuqurlik bo‘ylab bosimning taqsimlanishi, gidrostatik qonuniyatdan farq qilishiga olib keladi. Gidravlik sakrashning sirtqi sohasidagi

suv zarrachalari ilgariylanma harakatda qatnashishmaydi, chunki havo pufakchalarining mavjudligi oqimning uzluksizlik shartini bajarilmasligiga olib keladi. Lekin, sirtqi sohadagi oqim harakatini yoyiladigan pastki sohadan ajralgan deb fikr yuritish mantiqan noto'g'ri hisoblanadi. Bu soha harakati yoyiladigan oqim sohasi va og'irlik kuchi ta'sirida amalga oshadi.

Gidravlik sakrashning eng sodda shaklini tahlil qilib, quyidagilarga e'tiborimizni qaratishimiz mumkin: nihoyatda silliq sirtga ega bo'lgan suyuqlik oqimining sathida xuddi to'xtab qolgan to'lqin shaklidagi keskin ko'tarilgan sath paydo bo'ladi. Hidravlik sakrashning boshlanish va tugash kesimlarida chuqurlik keskin oshib, tezlikning keskin kamayishi kuzatiladi. Sakrash sohasida suvning aylanmaharakati paydo bo'ladi. Bu suv aylanmasi harakatlanish yo'nalishida oqayotgan suyuqlikning nafaqat shu sohada, balki undan keyingi sohada ham tubga siqib turadi. Suv aylanmasi va oqib ketayotgan miqdor o'rtasida ma'lum bir ko'rinishdagi sirt mavjud bo'lib, aylanma miqdorda havo pufakchalari ko'proq bo'lsa, pastki oqib ketayotgan miqdorda ular deyarli bo'lishmaydi. Suv aylanishining shakli gidravlik sakrash amalga oshayotgan sharoitga bog'liq holda cho'zinchoq pastlashganyoki o'tkir uchli yuqorilashgan – qisqa bo'lishi mumkin.

Tadqiqotchilar tomonidan o'tkazilgan tajribalar, gidravlik sakrash tartibsiz harakat turiga kirib, aylanma harakat bilan xarakterlanishini ko'rsatgan. Suv aylanmasining pastki qismidagi o'rtalashtirilgan tezliklar harakatlanayotgan oqimga tegib, uning harakati tomonga yo'nalgan bo'lsa, yuqori qismidagi o'rtalashtirilgan tezliklar harakatlanayotgan oqimga teskari yo'nalgan bo'ladi. Suv zarrachalari doimo harakatlanayotgan qatlamdan aylanayotgan miqdorga almashib turganligi kuzatilgan.

Albatta, bu hodisa favqulodda xarakterga ega bo'lib, tezlik va bosimning kuchli tebranishi bilan birga amalga oshadi. Suv aylanmasi, hattoki mutlaq barqaror harakatda ham harakatlanayotgan oqim yo'nalishida goh yuqoriga, goh pastga harakatlanib, surilib boradi.

Gidravlik sakrash ro‘y berganda, asosan, energiyaning mahalliy yo‘qolishi muhim rol o‘ynaydi. Gidravlik sakrash ro‘y bergandan keyingi sohagidravlik sakrashdan keyingi sohadeb ataladi. U quyidagi asosiy tomonlari bilan ajralib turadi.

2-2 kesimda oqim o‘rtacha tezligining o‘zgarishini ko‘rsatuvchi epyura 11. 1-rasmda ko‘rsatilganidek bo‘ladi. Sirtida joylashgan S nuqtada tezlik $u = 0$ bo‘ladi, lekin o‘zan tubi yaqinidagi oqimning o‘rtacha tezligi katta qiymatga ega bo‘ladi. Gidravlik sakrash natijasida gidrodinamik bosim va aktual tezliklar keskin oshadi va shu sababli, gidravlik sakrashdan keyin turbulentslik darajasi yuqori bo‘lgan oqim paydo bo‘lishi kuzatiladi.

Sakrashdan keyingi $l_{c,k}$ soha uzunligida 2-2 va 3-3 kesimlar oralig‘ida pulsatsiya sekin kamayadi va oqim tekis harakatlana boshlaydi, bunda o‘rtacha tezlik epyurasi ham tekis harakatdagi ko‘rinishni oladi.

Gidravlik sakrashdan keyin o‘zan tubiga yaqin sohada tezlikning yuqori bo‘lishi va pulsatsiyaning yuqoriligi – oqimning yuvuvchanlik qobiliyatini oshiradi. Agar 3-3 kesimda oqimning yuvuvchanlik tezligi tekis harakat bo‘lgan holat uchun aniqlansa, 2-2 kesimda yuqorida aytilganlarni hisobga olgan holda, yuvuvchanlik qobiliyatiga mos keluvchi yuvuvchan tezlik boshqacha kattalikka ega bo‘lib, bu qiymat 3-3 kesimdagiga nisbatan kichik bo‘ladi. Gidravlik sakrashdan keyin oqimning eng katta v_{max} tezligi 11. 1-rasmdagi grafik ko‘rinishida o‘zgaradi. Oqimning yuvuvchanlik qobiliyati esa keskin kamayib, 3-3 kesimda tekis harakatdagi qiymatga teng bo‘ladi.

Bir qancha tadqiqotchilar tomonidan bu soha uzunligi bo‘yicha takliflar kiritilgan bo‘lib, u quyidagicha aniqlanadi:

$$l_{c,k} \approx (10 \div 30)h \quad (11. 1)$$

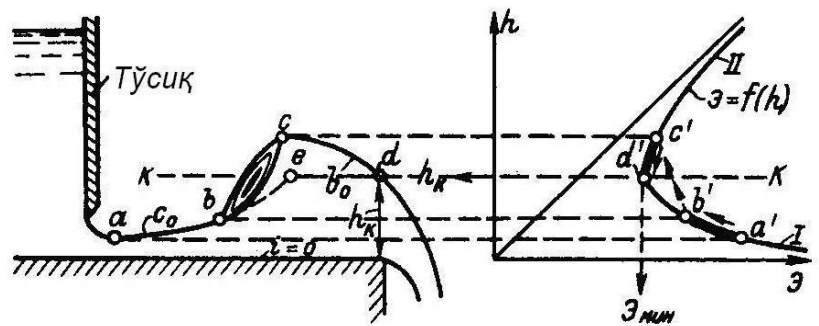
yoki N. N. Chertausov taklifiga asosan,

$$l_{c,k} = (2,5 \div 3,0)l_C \quad (11. 1')$$

bunda l_C – gidravlik sakrash uzunligi.

Endi gidravlik sakrashga energetik nuqtai nazardan qaray-miz. T harakatlanuvchi to'siq ostidan sizib chiqayotgan oqim hosil qilayotgan gidravlik sakrashni kuzatamiz.

Berilgan sarf va o'zanga mos keluvchi solishtirma kesim energiyasi grafigini ko'rib chiqamiz (11. 2-rasm).



11. 2-rasm. Gidravlik sakrashning energetik interpretatsiyasi (taxligi). Izox: gidravlik sakrash tahminiy mashtabda ko'rsatilgan

Umuman, gidravlik sakrashning harakat shakli va o'lchamlari uning o'lchamlariga, o'zan shakliga, g'adir-budirligiga, tubining nishabligiga bog'liq. Agar uning parametrlarining o'rtalashtirilgan qiymatlari nuqtai nazardan qarasak, gidravlik sakrash ma'lum bir vaqt oralig'ida o'z tuzilishi va hossalarini saqlab qoladi. Bu o'rtalashtirilgan kattaliklarning boshqa qiymatlarida, gidravlik sakrash o'zining gorizontaal va vertikal o'lchamlarida, o'zanda joylashgan sohasida doimiy tebranish holatida bo'lishi kuzatilgan.

Xo'sh, gidravlik sakrash ko'rinishidagi bu jarayonning fizik mohiyatini yanada batafsilroq talqin qilish mumkinmi? Nima uchun oqim shovqinli holatdan sokin holatga gidravlik sakrash orqali o'tadi? Bu savollarga javob olishimiz uchun gidravlik sakrashni amalga oshishini energetik nuqtai nazardan qaraymiz. Buning uchun bu ikki oqimni o'zaro tutashishi gidravlik sakrashsiz boskichma-bosqich sekinlik bilan oqim chuqurligini kritik chuqurlikdan kichik qiymatdan undan katta qiymatga o'tishi amalga oshishini faraz qilamiz. Yuqorida keltirilgan oqimning solishtirma energiyasi grafigida energiya yo'qolishi yo'q deb qabul qilib, harakatni gorizontaal tubli o'zanda amalga oshayapti deb qabul qilamiz. Bu holatda kesimning solishtirma energiyasi va

oqimningsolishtirma energiyasi tushunchalari bir xil ma'noga ega bo'ladi. Shu sababli, gidravlik sakrashgacha va undan keyingi sohalarda energiya bitta kattalikka ega bo'lishi kerak. $\mathcal{E} = f(h)$ egriligidan ko'rinib turibdiki, kichik chuqurlikdan kattasiga o'tish kritik chuqurlik orqali amalga oshadi. Bunda solishtirma energiya dastlab, boshlang'ich kattalikdan o'zining minimal qiymatigacha kamayib, chuqurlik kritik qiymatga erishgandan so'ng yana minimal qiymatidan odingi qiymatigacha oshishi kerak. Bu fizik nuqtai nazaridan amalga oshmaydigan holat. SHuning uchun oqim chuqurligi bosqichma-bosqich kritik chuqurlikdan kichik qiymatdan undan katta qiymatga sekin o'tishi mumkin emas. Buning yagona yo'li gidravlik sakrash.

$\mathcal{E} = f(h)$ egriligining a', b', c', d' nuqtalariga sath egriligining a, b, c, d nuqtalari mos keladi. Oqimning harakat yo'nalishi bo'yicha $\mathcal{E} = f(h)$ egriligida a nuqtadan d nuqtaga qarab siljish bo'ladi ($a'b'c'd'$). b' (b nuqtaga mos keluvchi) nuqtada $\mathcal{E} = f(h)$ egriligi I tarmoqdan II tarmoqqa o'tadi. Natijada c' (c nuqtaga mos keluvchi) nuqtaga o'tamiz. Oqim oxirida (d' va d nuqtalar) oqim solishtirma kesim energiyasining eng kichik nuqtasi bo'lib, bu nuqtada kritik chuqurlik mavjud bo'ladi.

Agar tabiatda gidravlik sakrash mavjud emas deb faraz qilsak, ab erkin sirt egriligi e nuqtada $K-K$ chiziqqa yaqinlashib, o'z energiyasining eng kichik qiymatiga ega bo'ladi. Bu degan so'z – oqim harakatdan to'xtagan, chunki yana harakatlanishi hamda ishqalanishni engishi uchun ma'lum miqdorda o'z energiyasini sarflashi kerak bo'ladi.

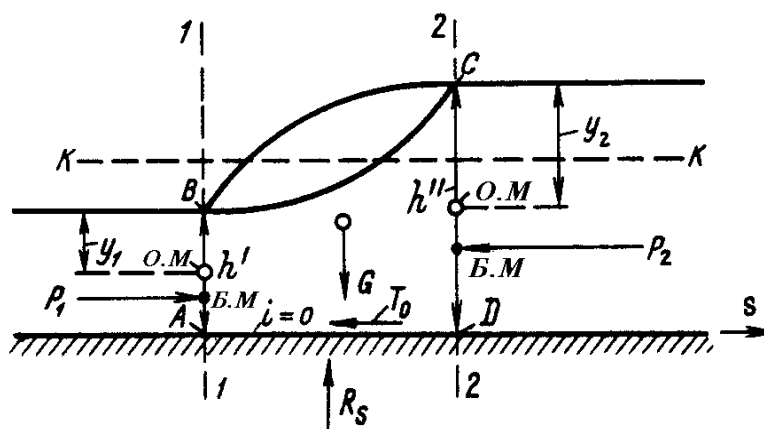
Gidravlik sakrash hodisasini o'rganish bilan Bidon, Belanj va Bussinesklar shug'ullanishgan. Bussenesk harakat miqdori haqidagi teoremadan foydalanib, h' va h'' tutash chuqurliklar orasidagi o'zaro bog'liqlikni topgan. Bu tenglama – gidravlik sakrashning asosiy tenglamasidir.

11. 2. GIDRAVLİK SAKRASHNING ASOSIY TENGLAMASI

Gidravlik sakrashning asosiy tenglamasini keltirib chiqarish uchun ko‘ndalang kesimi to‘rtburchak yoki shunga yaqin bo‘lgan silindrsimon o‘zarlardagi sakrashni o‘rganib, quyidagi ikkita chegaralanishni qabul qilamiz.

O‘zan tubining uzunlik bo‘yicha nishabligi kichik qiymatga ega bo‘lganligi uchun shu oraliqda o‘zan tubi nishabligi gorizontall $i = 0$ (birinchi cheklanish) holatda deb qabul qilamiz.

11. 3-rasmdagi AV kesimda oqim harakati tekis o‘zgaruvchan, lekin SD kesimdagi harakatni tekis o‘zgaruvchan deb qarash mumkin emas. Lekin, biz, har ikkala kesimdagi oqimning harakati tekis o‘zgaruvchan deb qabul qilamiz (ikkinchi cheklanish). s o‘q o‘zan tubi bo‘ylab yo‘nalgan bo‘ladi.



11. 3-rasm. Hidravlik sakrash sxemasi

Bizning oldimizdagi asosiy muammo – tutash (h' va h'') chuqurliklar orasidagi o‘zaro analitik bog‘liqlikni topishdan iboratdir.

Buning uchun, AVSD bo‘limdagi suyuqlik uchun harakat miqdori tenglamasini yozamiz:

$$\alpha_0 \rho Q (v_2 - v_1) = T_{0s} + G_s + R_s + P_s \quad (11. 2)$$

bunda v_1 va v_2 – AV va SD oqimning kesimlardagi o‘rtacha tezligi; T_{0s} – tashqi ta’sir etuvchi ishqalanish kuchlarining s o‘qqa proeksiyasi, bu kattalik nihoyatda kichik bo‘lganligi sababli, uni e’tiborga olmaslik mumkin (uchinchi cheklanish).

$$T_{0s} = 0 \quad (11.3)$$

G_s – $ABCD$ bo‘limdagi suyuqlik og‘irligining proeksiyasi; R_s – reaksiya kuchining proeksiyasi:

$$G_s = 0; R_s = 0 \quad (11.4)$$

Ikkinchi cheklanishni hisobga olgan holda, 2-2 kesimda bosim – gidrostatika qonuniga asosan taqsimlanadi. Bu holda P_s kuch quyidagicha aniqlanadi:

$$P_s = P_1 - P_2 = \omega_1 y_1 \gamma - \omega_2 y_2 \gamma \quad (11.5)$$

bunda P_1 va P_2 – gidrostatik bosim kuchlari; ω_1 va ω_2 – AV va SD kesimlardagi oqimning harakatdagi kesim yuzasi; $\omega_1 y_1$ va $\omega_1 y_2$ – AB va SD kesimlarning og‘irlik markazidagi gidrodinamik bosimlar.

(11. 3), (11. 4) va (11. 5) ifodalarni hisobga olsak, (11. 2) quyidagi ko‘rinishini oladi:

$$\alpha_0 \frac{\rho}{\gamma} Q \left(\frac{Q}{\omega_2} - \frac{Q}{\omega_1} \right) = \omega_1 y_1 - \omega_2 y_2 \quad (11.6)$$

yoki, agar, $\frac{\rho}{\gamma} = \frac{1}{g}$ ekanligini hisobga olsak,

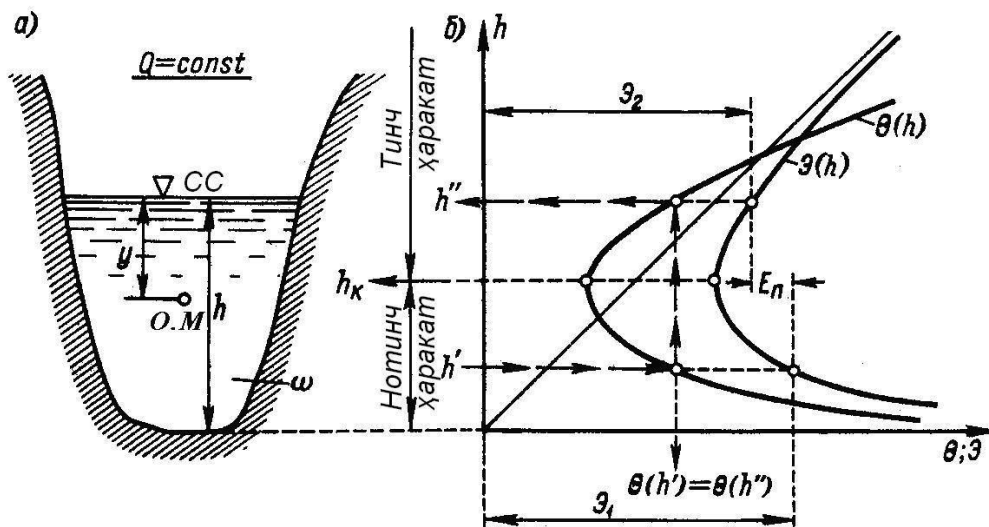
$$\boxed{\frac{\alpha_0 Q^2}{g \omega_2} + \omega_2 y_2 = \frac{\alpha_0 Q^2}{g \omega_1} + \omega_1 y_1} \quad (11.7)$$

Bu tenglama – *tubi to‘g‘ri nishabli uzun silindrsimon o‘zanlardagi gidravlik sakrashning asosiy tenglamasi* deyiladi. Tenglamani keltirib chiqarishda harakatdagi kesim bo‘ylab tezlik taqsimlanishining bir xil ekanligini

hisobga oluvchi koeffitsientlar $\alpha_{0_1} = \alpha_{0_2} = \alpha_0$ (to'rtinchi cheklanish) deb qabul qilindi. Shuni ta'kidlash kerakki, CD kesimda tezlikning bir xil emasligi (11. 1-rasmga qarang) va pulsatsiyaning yuqoriligi hisobiga $\alpha_{0_1} \approx 1,0$ dan keskin farq qiladi.

11. 3. GIDRAVLIK SAKRASH FUNKSIYASI. TUTASH CHUQURLIKLAR KATTALIGINI BIRIGA ASOSAN IKKINCHISINI ANIQLASH

Agar bizga, o'zan va undagi sarf ma'lum bo'lsa (11. 4, a -rasm), y holda (11. 7) tenglamaning chap va o'ng tomonlari mos ravishda h'' va h' tutash chuqurliklar funksiyalari bo'lib qoladi.



11. 4-rasm. $\Theta(h)$ gidravlik sakrash funksiyasi

Yuqoridagi mulohazani hisobga olsak, quyidagi funksiyaning bog'liqligini yozishimiz mumkin:

$$\frac{\alpha_0 Q^2}{g \omega} + y \omega = \Theta(h) \quad (11. 8)$$

bunda h – berilgan kesimdagi chuqurlik; ω va y – o‘zanning harakatdagi kesimi va og‘irlik markazi koordinatasi.

(11. 8) formulaga asosan, gidravlik sakrash funksiyasini quyidagicha yozish mumkin.

$$\Theta(h') = \Theta(h'') \quad (11. 9)$$

bunda $\Theta(h')$ – h' tutash chuqurlikka mos keluvchi gidravlik sakrash funksiyasining qiymati; $\Theta(h'')$ – h'' tutash chuqurlikka mos keluvchi gidravlik sakrash funksiyasining qiymati.

Tutash chuqurliklar uchun gidravlik sakrash funksiyasi bir xil qiymatga ega bo‘ladi. Bu funksiya grafigini o‘rganish bilan ko‘pchilik tadqiqotchilar shug‘ullanishgan bo‘lib, uning quyidagi asosiy hossalarni aniqlashgan:

a) funsiyaning eng kichik qiymati solishtirma kesim energiyasining eng kichik qiymatiga teng bo‘lib, bu nuqtadagi chuqurlik kritik chuqurlikka tengdir:

$$h = h_k;$$

$$b) h \rightarrow 0 \text{ bo‘lganda } \Theta(h) \rightarrow \infty;$$

$$c) h \rightarrow \infty \text{ bo‘lganda } \Theta(h) \rightarrow \infty;$$

Bu funksiya grafigi yordamida noma’lum tutash chuqurliklardan birini topish mumkin. Tutash chuqurliklarni aniqlashda ko‘pincha A. N. Raxmanov formulasidan ham foydalaniladi:

$$\xi' = \frac{1,2}{\xi''} - 0,2; \quad \xi'' = \frac{1}{0,167 + 0,834\xi'} \quad (11. 10)$$

bunda ξ' va ξ'' – nisbiy chuqurliklardir:

$$\xi' = \frac{h'}{h_k}; \quad \xi'' = \frac{h''}{h_k} \quad (11. 11)$$

Bu formulalarning aniqlik darajasi $\xi'' \leq 5$ holat uchun ko‘pincha 7 % ni tashkil etadi.

11. 4. TO‘G‘RI TO‘RTBURCHAKLI SILINDRSIMON O‘ZANLAR UCHUN GIDRAVLIK SAKRASHNING ASOSIY TENGLAMASI

To‘g‘ri to‘rtburchakli silindrsimon o‘zanlar uchun (11. 7) ko‘rinishdagi tenglama sezilarli darajada soddalashadi.

Bunday o‘zanlar uchun quyidagilar o‘rinlidir:

$$\omega = bh; y = \frac{h}{2}; q = \frac{Q}{b}; Q = qb \quad (11. 12)$$

bunda q – birlik sarf miqdori, ya’ni o‘zan kengligidan oqadigan sarf miqdori.

Sakrash funksiyasini quyidagicha yozishimiz mumkin:

$$\Theta(h) = \frac{\alpha_0 Q^2}{g\omega} + y\omega = \frac{\alpha_0 q^2 b^2}{gbh} + \frac{h}{2}bh \quad (11. 13)$$

yoki

$$\Theta(h) = b \left(\frac{\alpha_0 q^2}{gh} + \frac{h^2}{2} \right) \quad (11. 14)$$

Endi o‘zanning 1 m kengligini o‘rganib, bunda solishtirma yoki birlik sakrash funksiyasi degan tushuncha bilan tanishamiz:

$$\theta(h) = \frac{\Theta(h)}{b} \quad (11. 15)$$

Demak, (11. 9) o‘rniga quyidagini yozishimiz mumkin:

$$\theta(h') = \theta(h'') \quad (11. 16)$$

bunda (11. 14) va (11. 15) ifodalarni hisobga olsak,

$$\theta(h) = \frac{\alpha_0 q^2}{gh} + \frac{h^2}{2} \quad (11. 17)$$

bunda

$$h_k^3 = \frac{\alpha q^2}{g} \quad (11. 18)$$

ekanligini hisobga olib, $\alpha \approx \alpha_0$ deb qabul qilib, quyidagi ko‘rinishdagi ifodaga ega bo‘lamiz:

$$\theta(h) = \frac{h_{\kappa}^3}{h} + \frac{h^2}{2} \quad (11.19)$$

(11.19) formuladan foydalanib, (11.16) tenglamani quyidagi ko‘rinishda yozish mumkin:

$$\frac{h_{\kappa}^3}{h'} + \frac{h'^2}{2} = \frac{h_{\kappa}^3}{h''} + \frac{h''^2}{2} \quad (11.20)$$

bundan,

$$h_{\kappa}^3 \left(\frac{1}{h'} - \frac{1}{h''} \right) = \frac{h''^2}{2} - \frac{h'^2}{2} \quad (11.21)$$

yoki

$$2h_{\kappa}^3 = \frac{h''^2 - h'^2}{\frac{1}{h'} - \frac{1}{h''}} \quad (11.22)$$

yoki

$$2h_{\kappa}^3 = h'h''(h' + h'') \quad (11.23)$$

Oxirgi tenglamani h' va h'' ga nisbatan echsak, quyidagilarni olamiz:

$$h' = \frac{h''}{2} \left[\sqrt{1 + 8 \left(\frac{h_{\kappa}}{h''} \right)^3} - 1 \right] \quad (11.24)$$

$$h'' = \frac{h'}{2} \left[\sqrt{1 + 8 \left(\frac{h_{\kappa}}{h'} \right)^3} - 1 \right] \quad (11.25)$$

Demak, (11.24) va (11.25) ifodalar yordamida sakrash funksiyasini qurmasdan, tutash chuqurliklarni topish mumkin degan xulosa qilishimiz mumkin.

(11.24) formuladagi $8 \left(\frac{h_{\kappa}}{h''} \right)^3$ ifoda o‘rniga quyidagini yozish mumkin:

$$8\left(\frac{h_{\kappa}}{h''}\right)^3 = 8\frac{1}{h''^3}\frac{\alpha q^2}{g} = \frac{8\alpha q^2}{gh''^3} = \frac{8\alpha v_2^2}{gh''} \quad (11.26')$$

Xuddi shu tarzda, (11. 25) formuladagi $8\left(\frac{h_{\kappa}}{h'}\right)^3$ ifodani yozish mumkin:

$$8\left(\frac{h_{\kappa}}{h'}\right)^3 = 8\frac{1}{h'^3}\frac{\alpha q^2}{g} = \frac{8\alpha q^2}{gh'^3} = \frac{8\alpha v_2^2}{gh'} \quad (11.26'')$$

Agar (11. 24) va (11. 25) formulalarni nisbiy chuqurlik yordamida ifodalamoqchi bo'lsak, y holda quyidagicha bo'ladi: buning uchun (11. 23) ifodaning har ikkala tomonini h_{κ}^3 ga bo'lamiz:

$$\xi'\xi''(\xi' + \xi'') = 2 \quad (11.27)$$

bundan,

$$\xi' = \frac{\xi''}{2} \left(\sqrt{1 + \frac{8}{\xi''^3}} - 1 \right) \quad (11.28)$$

Bu olingan formula yordamida A. A. Uginchus hisoblash grafigini qurgan bo'lib, y yordamida noma'lum tutash chuqurlikni aniqlash mumkin.

11. 5. GIDRAVLIK SAKRASH UZUNLIGIGA TA'SIR ETUVCHI OMILLAR. SAKRASH UZUNLIGINI ANIQLASH

Biz yuqorida gidravlik sakrash hodisasini o'rganish jarayonida faqat bo'ylama parametrlarni aniqlash bilan tanishdik. Umuman, loyihalashtirish amaliyotida uning uzunlik bo'yicha o'lchamlarini bilish ham talab etiladi. Masalan, gidravlik sakrash uzunligi $l_{r.c}$ (9. 1-rasmga qarang). Bu parametрни aniqlash bo'yicha ko'pgina tadqiqotlar o'tkazilgan bo'lsa ham hozirgacha uning aniq nazariy echimi taklif etilmagan. Gidravlik sakrash uzunligiga o'zanning g'adir-budirligi, o'zan tubi nishabligi va oqimning aeratsiyasi ta'sir etishi tadqiqotlar bilan aniqlangan.

O‘zan g‘adir-budirligining gidravlik sakrash uzunligiga ta’siri. Nisbiy g‘adir-budirlilikning (Δ) oshishi bilan gidravlik sakrash aylanmasi uzunligining kamayishini M. A. Mixaylev tadqiqotlari natijasi ko‘rsatgan. Gidravlik ishqalanish koeffitsienti (λ) ning oshishi – ikkinchi tutash chuqurlik (h'') ning kamayishiga olib kelgan.

$\frac{\Delta}{h''} = 0,05$ bo‘lganda, h'' kattalik silliq tubli o‘zandagi ikkinchi tutash chuqurlikka nisbatan 9 % ga kamayadi;

$\frac{\Delta}{h''} = 0,1$ bo‘lganda, h'' kattalik silliq tubli o‘zandagi ikkinchi tutash chuqurlikka nisbatan 12 % ga kamayadi;

$\frac{\Delta}{h''} = 0,15$ bo‘lganda, h'' kattalik silliq tubli o‘zandagi ikkinchi tutash chuqurlikka nisbatan 18 % ga kamayadi. G‘adir-budir o‘zanlar o‘zanlar gidravlik qarshilikning $\lambda \leq 0,04$, qiymatlari yoki $\frac{h''}{\Delta} \geq 3$ shart bajarilgan holat uchun gidravlik sakrash uzunligi quyidagicha aniqlanishi mumkin:

$$l_{z.c.\Delta} = l_{c.u.l} (1 - 12,5\lambda) \quad (11.29)$$

bunda, $l_{c.u.l}$ – silliq tubli o‘zanlarda amalga oshayotgan gidravlik sakrash uzunligi.

O‘zan tubi nishabligini gidravlik sakrash uzunligiga ta’siri.

To‘liq amalga oshgan gidravlik sakrash to‘g‘ri nishabli ($i > 0$) tubga ega o‘zanlarda ro‘y berganda sakrash uzunligi quyidagicha aniqlanadi:

$$l_{z.c.} = l_{z.c.0} + k_i i \quad (11.30)$$

$l_{z.c.0}$ – gorizonta ($i = 0$) tubli o‘zanlarda to‘liq amalga oshgan gidravlik sakrash uzunligi; $k_i = 3 \div 3,75$ – tuzatish koeffitsienti.

Biz yuqorida, faqat o‘zan tubi gorizonta holatda $i = 0$ bo‘lgan holat uchun gidravlik sakrashlar uzunliklarni aniqlash bilan tanishdik. Agar $i > 0$

bo'lsa, sakrash uzunligi G. N. Kosyakova formulasiga asosan aniqlanishi mumkin:

$$l_{r.c} = l_{r.c.0}(1 + 3i) \quad (11.31)$$

bunda $l_{r.c.0}$ – o‘zan tubi gorizontol holatda bo‘lgan gidravlik sakrash uzunligi; i – o‘zan tubining nishabligi, yoki

$$l_{r.c.0} = m(h'' - h') \quad (11.32)$$

bunda m – tuzatishkoeffitsienti bo‘lib, quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$m = \frac{m_0(1 + 3i)}{1 + m_0i_0(1 + 3i_0)} \quad (11.33)$$

bunda $m_0 = 4 \div 6$ koeffitsientning o‘zgarishi va qiymati B. A. Baxmetev, N. N. Pavlovskiy va AQSH melioratsiya byurosi tomonidan taklif etilgan. G. N. Kosyakova bunday holatlar uchun ikkinchi tutash chuqurlikni quyidagicha aniqlashni taklif etgan:

$$h'' = h' + a' + il_{r.c} \quad (11.34)$$

bunda

$$a' = a_{r.c}(1 - 1,75i) \quad (11.35)$$

bunda $a_{r.c}$ – gidravlik sakrash balandligi.

Teskari nishabli ($i < 0$) tubga ega o‘zanlarda gidravlik sakrash uzunligi $|i| < 0,2$ va $l_{z.c.} < 30h_{kp}$ shartlar bajarilgan holatlar uchun gidravlik sakrash quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$l_{z.c.} = l_{z.c.0}(1 - 2i) \quad (11.36)$$

Gorizontol ($i = 0$) tubli o‘zanlarda to‘liq amalga oshgan gidravlik sakrash uzunligini aniqlash uchun hozirgi vaqtgacha taklif etilgan formulalar tahlili shuni ko‘rsatdiki, bu formulalarning har biri bilan sakrash uzunligi hisoblanganda, turlicha natija chiqib, ular bir-biridan keskin farq qiladi. Ulardan nisbatan qo‘llash mumkin bo‘lganlari quyidagilardir:

- Pavlovskiy formulasi (1937 yil):

$$l_{r.c} = 2,5(1,9h'' - h') \quad (11.37)$$

- Safranets formulasi (1927-1930 yillar):

$$l_{r.c} = 4,5h'' \quad (11.38)$$

- Baxmetev va Matske formulasi (1936 yil):

$$l_{r.c} = 5a_{\text{qer}} = 5(h'' - h') \quad (11.39)$$

- AQSH Melioratsiya Byurosi taklif etgan formula:

$$l_{r.c} = m_0(h'' - h') \quad (11.40)$$

bunda $m_0 = 5 \div 6$

- N. N. Chertousov formulasi:

$$l_{r.c} = 10,3h''(\sqrt{\Pi\kappa} - 1)^{0,81} \quad (11.41)$$

bunda $\Pi\kappa$ – kinetiklik parametri.

- V. A Shaumyan formulasi:

$$l_{z.c.} = 3,6h'' \left(1 - \frac{h'}{h''}\right) \left(1 + \frac{h'}{h''}\right)^2 \quad (11.42)$$

- F. I. Pikalov formulasi:

$$l_{z.c.} = 4h'(\sqrt{1 + 2\Pi\kappa}) \quad (11.43)$$

- V. I. Aravin formulasi.

$$l_{r.c} = \left(\frac{4(0,18\Pi\kappa^{1,45} + 25)}{\Pi\kappa} \right) \frac{(h'' - h')^3}{4h'h''} \quad (11.44)$$

Bunda, kinetiklik parametri gidravlik sakrashgacha bo'lgan kattalik.

- O. M. Ayvazyan formulasi:

$$l_{r.c} = \left(\frac{8(\sqrt{\Pi\kappa} + 10)}{\Pi\kappa} \right) \frac{(h'' - h')^3}{4h'h''} \quad (11.45)$$

D. V. Shterenlixt tomonidan ushbu eksperimental formulalar atroflicha tahlil qilinib, ularni amaliyotda qo'llash uchun suv oqimining gidravlik

sakrashga qadar kinetiklik parametrini ma'lum bir qiymatlari uchun quyidagi ko'rinishdagi gidravlik sakrash uzunligini aniqlash formulalari taklif etilgan:

a) agar $3 < \Pi\kappa < 9$ bo'lsa,

$$l_{r.c} = 1,5(h'' - h')(\sqrt{\Pi\kappa} + 1) \quad (11.46)$$

b) agar $9 < \Pi\kappa < 100$ bo'lsa,

$$l_{r.c} = (h'' - h')(6,56 - 0,186\sqrt{\Pi\kappa}) \quad (11.47)$$

c) agar $100 < \Pi\kappa < 400$ bo'lsa,

$$l_{r.c} = (h'' - h')(5,4 - 0,07\sqrt{\Pi\kappa}) \quad (11.48)$$

Oqim aeratsiyasining gidravlik sakrash uzunligiga ta'siri. Bizga ma'lumki, suv oqimining tezligi keskin oshganda o'z tarkibiga havo pufakchalarini olib birgalikdagi harakatlanishi *aeratsiya* hodisasi deb ataladi. Oqim tarkibidagi havo miqdorini oshishi ikkinchi tutash chuqurlikni 10 % ga kamayishiga olib keladi. Bu o'z navbatida to'liq amalga oshgan gidravlik sakrash uzunligini kamayishiga olib keladi.

11.6. GIDRAVLIK SAKRASHDA ENERGIYANING YO'QOLISHI

Yuqoridagi mulohazalardan shunday xulosa qilish mumkinki, gidravlik sakrash jarayonida energiyaning yo'qolishi ro'y beradi. Ya'ni ma'lum bir ma'noda mexanik energiyaning bir qismi potensial ichki molekulyar energiyaga aylanadi. Bu yo'qolgan energiyaning miqdorini aniqlash uchun gidravlik sakrashdan oldingi va keyingi kesimlar uchun Bernulli tenglamasini yozamiz:

$$h' + \frac{p_a}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = h'' + \frac{p_a}{\gamma} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_f \quad (11.49)$$

bunda $h_f = E_{z.c.}$ – gidravlik sakrashda yo'qotilgan energiya.

$$\left(h' + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} \right) - \left(h'' + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} \right) = h_f = E_{z.c.} \quad (11.50)$$

Bu formuladan energiya yo‘qolishini aniqlaymiz:

$$E_{z.c.} = \frac{\alpha q^2}{2g} \left(\frac{1}{(h')^2} - \frac{1}{(h'')^2} \right) - (h'' - h'); \quad (11.51)$$

Formulada Koriolis korrekativlari o‘zaro teng ($\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$) deb qabul qilindi. Bundan tashqari,

$$v_1 = \frac{Q}{\omega_1} = \frac{qb}{h'b} = \frac{q}{h'} \quad (11.52)$$

va

$$v_2 = \frac{Q}{\omega_2} = \frac{qb}{h''b} = \frac{q}{h''} \quad (11.53)$$

munosabatlarni inobatga olamiz.

Harakat miqdorinng o‘zgarishi haqidagi teorema asosan,

$$\alpha \frac{\rho}{\gamma} Q \left(\frac{Q}{\omega_2} - \frac{Q}{\omega_1} \right) = \omega_1 y_1 - \omega_2 y_2 \quad (11.54)$$

bunda ,

$$\omega_1 = bh', \omega_2 = bh'', y_1 = \frac{1}{2}h', y_2 = \frac{1}{2}h'' \quad (11.55)$$

$$\frac{\rho}{\gamma} = \frac{1}{g}, v = \frac{Q}{\omega}, q = \frac{Q}{b} \quad (11.56)$$

munosabatlarni inobatga olsak,

$$\alpha \frac{2q}{g} (v_2 - v_1) = (h')^2 - (h'')^2 \quad (11.57)$$

bundan

$$\frac{\alpha q^2}{2g} = \frac{1}{4} h'' h' (h' + h'') \quad (11.58)$$

ekanligi ma'lum bo'ladi.

Demak,

$$E_{z.c.} = \frac{1}{4} h'' h' (h'' + h') \left(\frac{1}{(h')^2} - \frac{1}{(h'')^2} \right) - (h'' - h') \quad (11.59)$$

Bunga asosan yo‘qolishni o‘zan tubi gorizontal ($i = 0$) bo‘lgan holat uchun quyidagicha aniqlash mumkin:

$$E_{r.c} = \frac{(h'' - h')^3}{4h'h''} = \frac{a_{r.c}^3}{4h'h''} \quad (11.60)$$

bunda $a_{r.c}$ —gidravlik sakrash balandligi.

Ilmiy adabiyotlarda professor Axutin tomonidan yo‘qotiladigan energiya miqdori oqimning umumiy energiyasini 64-67% ini tashkil etishi aniqlanganligi e‘tirof etilgan.

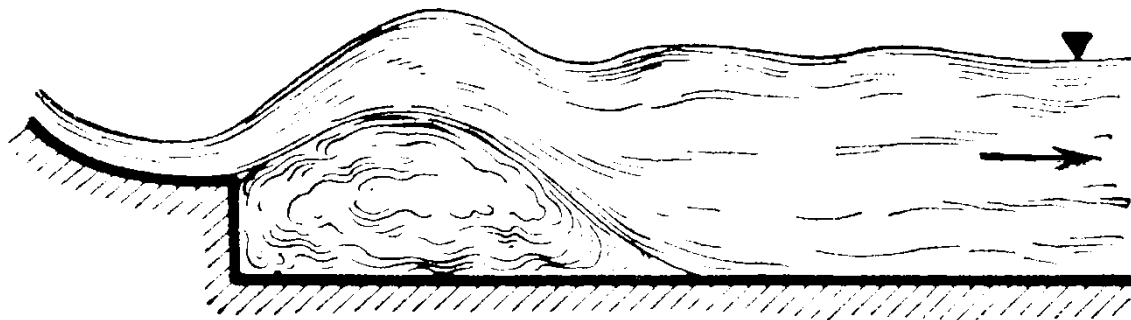
Ta’kidlash lozimki, gidravlik sakrash jarayonida kinetik energiya to‘liq yo‘qolmaydi. Balki bir qismi potensial energiyaga aylanib, qolgan qismi ishqalanish va zarbga sarf bo‘ladi. Xudi mana shu ishqalanish va zarbga sarflangan energiyani gidravlik sistemaga qaytmasligini inobatga olib, u miqdorni yo‘qolgan energiya deb ataymiz.

Bu ifodadan ko‘rinib turibdiki, sakrashdagi energiya yo‘qolishi sakrash balandligining 3/1 qismiga to‘g‘ri proporsional, ya’ni sakrash balandligi oshgan sari $E_{r.c}$ ham oshadi.

11. 7. GIDRAVLIK SAKRASHNING ASOSIY KO'RINISHLARI

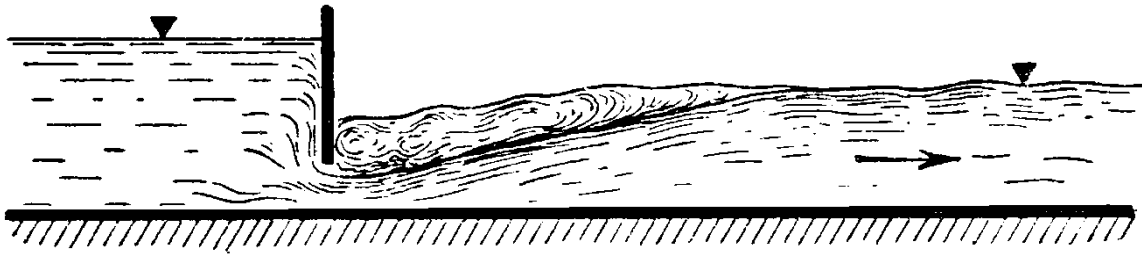
Gidravlik sakrash hodisasi bilan biz amaliyotda ko'p duch kelamiz. Masalan, to'g'on qurilishida. Bu holda, gidravlik sakrashning quyidagi alohida ko'rinishlari bo'lishi mumkin:

a) *ko'milgan gidravlik sakrash*. Bunday sakrashda oqim sirti faol bo'ladi va u tik holatdagi oqim harakati yo'nalishiga teskari tomonga qarab yuqorida joylashgan to'siqqa qadalgan bo'ladi. Ko'milgan gidravlik sakrash asosan oqim to'siq ostidan chiqayotganda surilgan sakrashda namoyon bo'lishi mumkin.



11. 5-rasm. Ko'milgan gidravlik sakrash

b) *qadalgan gidravlik sakrash* – gidravlik sakrash keng bo'lmagan o'zarlarda ro'y beradi. Masalan, to'g'ondan keyin o'zanda qurilgan energiyani so'ndiruvchi hovuzchalarda va suv uriladigan devor oldingi sohasida ro'y bergan gidravlik sakrash. Bunday ko'rinishdagi erkin ko'milmagan gidravlik sakrashlar, asosan prizmatik o'zarlarda tubining nishabligi $i = 0$ bo'lganda ro'y berishini inobatga olishimiz kerak.



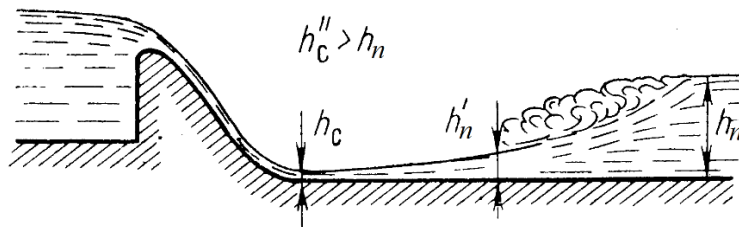
11. 6-rasm. Qadalgan gidravlik sakrash

h' va h'' tutash chuqurliklar orasidagi farq kamayishi bilan tashqi ishqalanish kuchi (T_{0s}) ning miqdori osha boshlab,

$$h' \leq 0,60h_k \quad (11. 61)$$

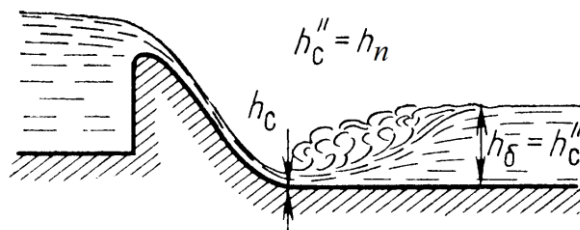
shartni bajaradi. Buni amaliy hisoblarda inobatga olishga to'g'ri keladi.

c) *uzoqlashgan gidravlik sakrash*(11. 7-rasm). Gidrotexnika amaliyotida uchrashi mumkin. Gidravlik sakrash inshootdan birmuncha uzoq masofada amalga oshishi mumkin. Sakrashning bu turi amaliyot uchun ancha qiyinchiliklar tug'diradi. Bu qurilish ishlarini ancha qimmatlashtirishi mumkin.



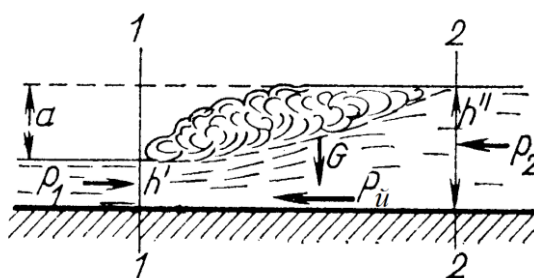
11. 7-rasm. Uzoqlashgan gidravlik sakrash

Surilgan gidravlik sakrash(11. 8-rasm). o'z xarakteristikasiga asosan ko'milgan gidravlik sakrashga o'xshab ketadi. Ta'kidlash lozimki, uzoqlashgan gidravlik sakrash, asosan $h'' > h_n$ shart bajarilganda amalga oshib, ikkinchi tutash chuqurlik pastki befdagi suv oqimi chuqurligiga teng bo'lganda amalga oshadi.



11. 8-rasm. Surilgan gidravlik sakrash

d) *to'liq amalga oshgan gidravlik sakrash*(11. 9-rasm). Biz yuqorida gidravlik sakrashning asosiy tenglamasini keltirib chiqarishda buni hisobga olganimiz yo'q. Boshqacha qilib aytganda, bu ikkala tutash chuqurliklar kritik chuqurlikka yaqinlashadi va gidravlik sakrash tashqaridan ko'rinishi bo'yicha sifat jihatdan o'zgaradi. Bunday sakrashni *to'liq amalga oshgan gidravlik sakrash* deb ataymiz.



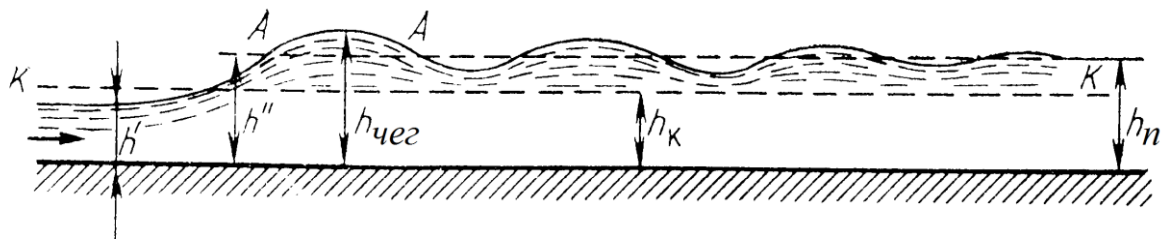
11. 9-rasm. To'liq amalga oshgan gidravlik sakrash

V. T. Chou tadqiqotlari natijasi bu holda, $\Pi\kappa_1 > 81,0$ ekanligini ko'rsatgan. Agar birinchi h' tutash chuqurlik katta qiymatga ega bo'lsa, quyidagi holatlar bo'lishi mumkin:

e) *to'liq amalga oshmagan sakrash*.

$$0,60h_{\kappa} < h' \leq 0,70h_{\kappa} \quad (11. 62)$$

bu holatda *to'liq amalga oshmagan sakrash* bo'ladi.



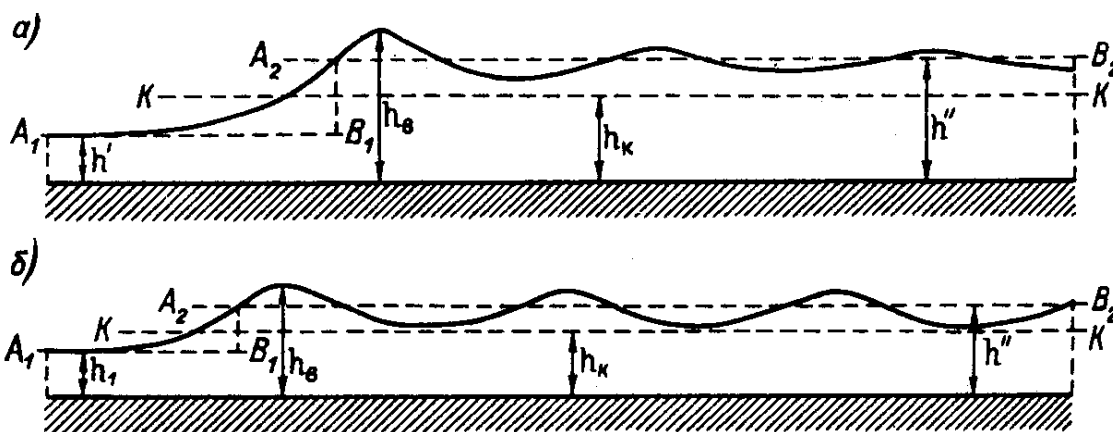
11. 10-rasm. To‘liq amalga oshmagan gidravlik sakrash

Bu holatda suv oqimining aylanma harakati sezilarli katta bo‘lmaydi va shu sababli, oqimning turbulentlik darajasi sakrashdan keyin keskin o‘zgarmaydi. V.T.Chou tadqiqotlari natijasi bu holda, $\Pi\kappa_1 = 20,25 \div 81,0$ ekanligini ko‘rsatgan.

f) to‘lqinsimon gidravlik sakrash

$$0,70h_k < h' \leq 0,85h_k \quad (11. 63)$$

Bunday shart bajarilganda, to‘lqinsimon sakrash ro‘y beradi (11. 11, a-rasm). Bunda aylanma harakat deyarli bo‘lmaydi. Birinchi to‘lqin balandligi gidravlik sakrash balandligidan (11. 25-ifoda asosida hisoblangan) 1,5 barobar yuqori bo‘ladi. To‘lqin uzunlik bo‘ylab so‘nib boradi. V. T. Chou tadqiqotlari natijasi bu holda, $\Pi\kappa_1 = 3 \div 6,25$ ekanligini ko‘rsatgan.



9. 5-rasm. So‘nuvchi (a) va davriy (b) to‘lqinsimon gidravlik sakrashlar

Uzunlik davomida gidravlik sakrash ikkinchi tutash chuqurligi kattaligiga yaqinlasha boradi.

j) *davriy sakrash*. Quyidagi shart bajarilganda davriy sakrash ro‘y beradi (11. 11, *b*-rasm).

$$0,85h_k < h' \leq h_k \quad (11. 64)$$

V. T. Chou tadqiqotlari natijasi bu holda, $\Pi k_1 = 6,25 \div 20,25$ ekanligini ko‘rsatgan.

Bundan tashqari, AQSHning Melioratsiya Byurosi gidravlik sakrashning turli ko‘rinishlarini quyidagicha tahlil qilgan:

a) $\Pi k = Fr = 1$ bo‘lganda oqim kritik holatda bo‘lib, gidravlik sakrash shakllanmaydi, bunda Fr – Frud soni bo‘lib, suyuqlik og‘irligining harakatiga ta’sirini ko‘rsatishini oldingi mavzularda ta’kidlab, quyidagicha aniqlanishi e’tirof etilgan:

$$Fr = \frac{v^2}{gl_C^2} = \frac{Q^2}{\omega^2 gl_C^2} \quad (11. 65)$$

Sodir bo‘layotgan jarayonlarni o‘rganishda modellashtirishdan foydalanishda keng ko‘llaniladi (keyingi mavzularda batafsil to‘xtalamiz).

b) $\sqrt{Fr} = 1 \div 1,7$ bo‘lganda to‘lqinsimon sakrash amalga oshadi;

c) $\sqrt{Fr} = 1,7 \div 2,5$ bo‘lganda esa sust gidravlik sakrash amalga oshadi. Gidravlik sakrash ro‘y berayotganda sohada erkin sirtida kichik-kichik aylanma harakatdagi ko‘rinishlar paydo bo‘lishi mumkin;

d) $\sqrt{Fr} = 2,5 \div 4,5$ qiymatlarda tebranuvchi gidravlik sakrash ro‘y beradi. Oqim bo‘yicha ma’lum masofadan so‘ng to‘lqin paydo bo‘ladi. Bunda gidravlik sakrash doimiy emas;

e) $\sqrt{Fr} = 4,5 \div 9,0$ – doimiy gidravlik sakrash. Og‘irligi o‘zgarib turuvchi aylanma harakatdagi suyuqlik massasi bo‘lib, energiya yo‘qolishi 45÷70% ni tashkil etadi;

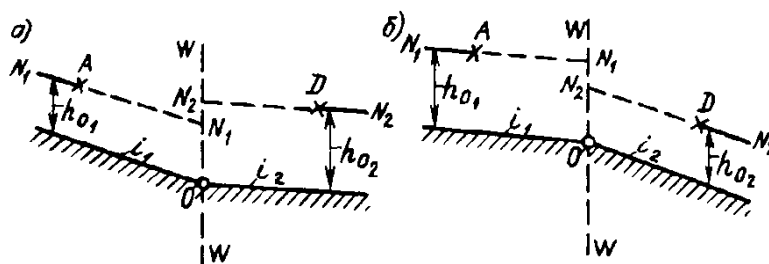
f) $\sqrt{Fr} = 9,0$ – to‘liq amalga oshagan gidravlik sakrash. Bunda gidravlik sakrashning hamma elementlari aniq ifodalaniib, energiya yo‘qolishi 85% ni tashkil qiladi.

Umuman, shuni takidlash kerakki, gidravlik sakrashni o‘rganish jarayonida tadqiqotchilar – sakrash uzunligi, tutash chuqurliklar va sakrash ko‘rinishini o‘rganish bilan chegaralanib qolmasdan, sakrash ro‘y berayotgan sohada oqim tezligining taqsimlanishi, tezlikning o‘zgarishi, bosimning o‘zgarishi, oqim yuvuvchanlik qobiliyatining o‘zgarishi hamda aeratsiya hodisasining ro‘y berishini o‘rganish bilan ham shug‘ullanishadi.

Bundan tashqari, biz yuqorida gidravlik sakrash faqat turbulent holatda harakatlanayotgan oqimlarda ro‘y berishi bilan tanishdik, lekin bu hodisa ma’lum sharoitlarda laminar holatda harakatlanayotgan oqimlarda ham ro‘y berishi mumkin.

11. 8. SILINDRSIMON KANALLAR TUBINING NISHABLIGI KESKIN O‘ZGARGANDA OQIMNING ERKIN SIRT EGRILIGI SHAKLLARI

Biz bu mavzuda X bobda olgan bilimlarimizni gidravlik sakrash haqidagi ma’lumotlar bilan to‘ldiramiz. 11. 12, a vab-rasmlarda tasvirlangan 0 nuqtadan o‘tuvchi W-W vertikalidan ma’lum bir uzoq masofalarda suv oqimi tekis barqaror harakatlanadi, deb faraz qilamiz. Bu chuqurliklarni h_{01} va h_{02} deb qabul qilamiz.



11. 12-rasm. Tubining nishabligi keskin o‘zgargan kanallar (0 nuqtada)

Bunday holatlarda A va D nuqtalarning qanday tutashishini aniqlashni o‘z oldimizga asosiy maqsad qilib qo‘yamiz (11. 12-rasm).

Bu masalani o‘rganayotganda quyidagi holatlarni o‘rganish maqsadga muvofiqdir.

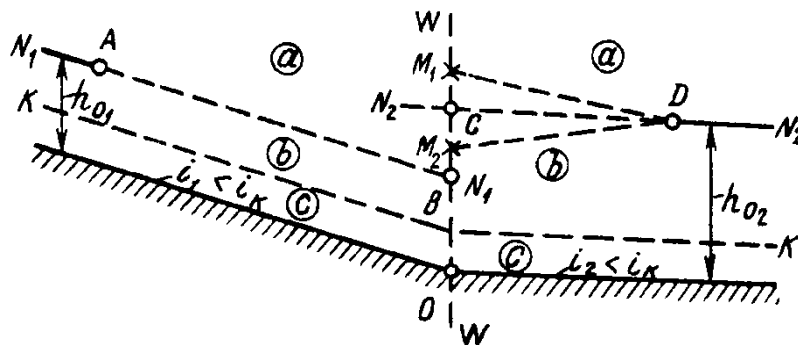
1. Har ikkala nishablik (i_1 va i_2) kritik nishablikdan kichik bo‘lgan holat. Bunday holatda gidravlik nishablik paydo bo‘lishi mumkin emas;

2. $i_1 > i_K$ va $i_2 > i_K$ – gidravlik sakrash bo‘lmaydi;

3. $i_1 < i_K$ va $i_2 > i_K$ – gidravlik sakrash bo‘lmaydi;

4. $i_1 > i_K$ va $i_2 < i_K$ – oqimning erkin sirt egriligi $K-K$ chiziqni kesib o‘tadi. Demak, gidravlik sakrash hodisasi ro‘y beradi.

1⁰. *Sakrash bo‘lmagan holat.* Erkin sirt egriligini aniqlash usulini quyidagi misol yordamida tushuntirish mumkin (11. 13-rasm):



11. 13-rasm. Gidravlik sakrash hodisalari ro‘y bermagan holatda erkin sirt egriligini qurishga doir

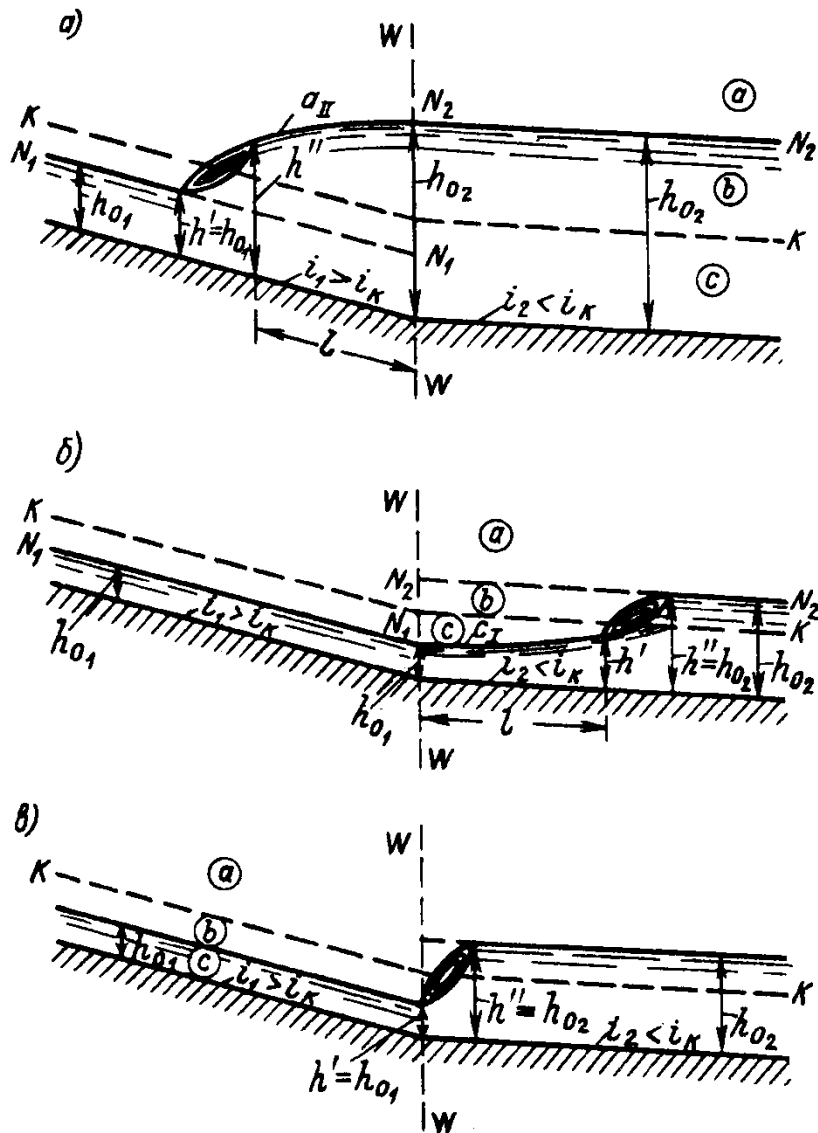
1) N_1N_1 va N_2N_2 normalchuqurlikchiziqlarining $W-W$ tekisligi bilan kesishgan nuqtalarini V va S nuqtalar deb belgilab olamiz;

2) M nuqta bilan W -tekislikning erkin sirt bilan kesishish nuqtasini belgilaymiz. Buni M marka deb qabul qilamiz;

3) Endi M nuqtaning egallashi mumkin bo‘lgan vaziyatlarni ko‘rib chiqamiz (11. 18-rasm). Bunda quyidagicha fikr yuritamiz:

a) M marka S nuqtadan yuqorida joylashishi mumkin emas, chunki bunda $M_1 D$ tushuvchi sathga ega bo'lishimiz mumkin. Bu zonada faqat a ko'tariluvchi erkin sirt egriligi bo'lishi mumkin;

b) M marka S nuqtadan pastda joylashishi mumkin emas. Chunki bu zonada $M_2 D$ ko'tariluvchi erkin sirt bo'ladi, bu esa mumkin emas. Chunki bunda b tushuvchi erkin sirt egriligi bo'lishi mumkin;



11. 8-rasm. Gidravlik sakrash mavjud bo'lganda kanalda harakatlanayotgan oqimning sath egriligini qurishga doir

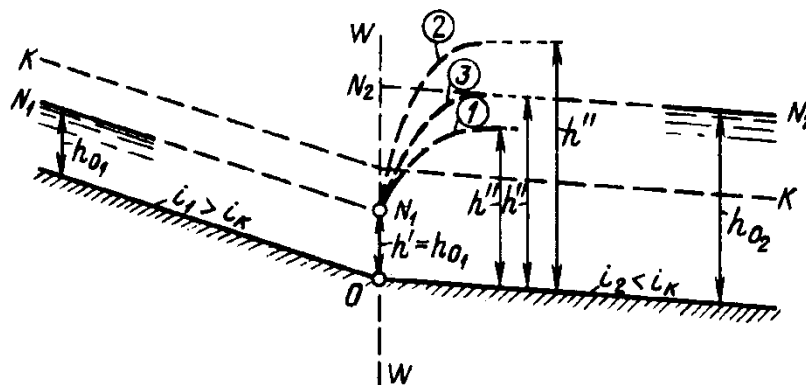
v) demak, M va S nuqtalar o‘zaro ustma-ust tushishi kerak. Bunday holatda, chap uchastkada a_1 – ko‘tariluvchi erkin sirt egriligi bo‘lib, o‘ng uchastkada tekis harakat mavjud bo‘ladi. Bundan xulosa qilish mumkinki, oqimning tinch holatdagi harakatini o‘rganishda erkin sirt egriligini oqimga qarshi yo‘nalishda qurish kerak. Xuddi shu tarzda, tahlil natijasida xulosa qilish mumkinki, oqimning notinch harakatida erkin sirt egriligi oqim yo‘nalishida quriladi.

2⁰. *Gidravlik sakrash mavjud bo‘lgan holat.* $i_1 > i_K$; $i_2 < i_K$; $h_{01} < h_K$; $h_{02} > h_K$.

Bunda erkin sirt egriligi $K-K$ chiziqni kesib o‘tib, 11. 14-rasmdagi uch ko‘rinishdan birining holatini qabul qilishi mumkin:

- a) o‘zanning 1-bo‘limidagi gidravlik sakrash (11. 14, *a*-rasm);
- b) o‘zanning 2-bo‘limidagi gidravlik sakrash (11. 14, *b*-rasm);
- c) oraliq ko‘rinish – gidravlik sakrash o‘zan tubi o‘zgargan joyda ro‘y beradi (11. 14, *v*-rasm).

Bulardan qaysi bir ko‘rinishda bo‘lishligini aniqlash uchun quyidagicha fikr yuritamiz (11. 15-rasm).



11. 15-rasm. Kanalda gidravlik sakrashning joylashishini aniqlashga doir

1. Faraz qilaylik, birinchi bo‘limda tekis harakat mavjud bo‘lib oqim $W-W$ kesimda h_{01} chuqurlikka ega.

2. Bunda $h' = h_{0_1}$ va h'' tutash chuqurlikka ega bo'lgan gidravlik sakrash ro'y beradi, deb qabul qilamiz va h'' kattalikni gidravlik sakrashning asosiy tenglamasiga asosan qabul qilamiz. Bunda ro'y berishi mumkin bo'lgan sakrash ko'rinishlari 11. 15-rasmda shtrix chiziqlar orqali ifodalangan.

3. Endi quyidagi qoida asosida ish ko'ramiz:

a) agar $h'' < h_{0_2}$ bo'lsa, $W-W$ kesimdagi faraz qilingan sakrashni oqim ko'mayapti (1-sakrashga qarang), haqiqiy gidravlik sakrash birinchi bo'limda ro'y berayapti (11. 14, a -rasm);

b) agar $h'' > h_{0_2}$ bo'lsa, faraz qilingan sakrash h'' tutash chuqurligi haqiqiy oqim chuqurligidan katta, bunda gidravlik sakrash 2-bo'limda ro'y berib (2-sakrashga qarang), u $W-W$ tekislikdan uzoqlashgan bo'ladi (11. 14, b -rasm);

c) agar $h'' = h_{0_2}$ bo'lsa sakrash 0 nuqta atrofida ro'y beradi. Bu ko'rinish 11. 14, v -rasmda ifodalangan (3-sakrash).

d) 11. 14-rasmdagi a va b ko'rinishlarda gidravlik sakrashning joylashishini ko'rsatuvchi l uzunlikni aniqlaymiz. Bu kattalik oqimning notekis harakati tenglamasi yordamida aniqlanadi. 11. 14, a -rasmdagi holat uchun a_{II} ko'tariluvchi sirt; 11. 14, b -rasmdagi holat uchun c_I ko'tariluvchi sirtidir.

XI bobga doir test-nazorat savollari

1. Gidravlik sakrashning fizik mohiyatini izohlang.

a) Oqim harakatida o'rtacha tezligini keskin kamayishi va chuqurlikni keskin oshishi, oqim kinetik energiyasini keskin kamayib, potensial energiyasini eng katta qiymatga ega bo'lishiga sabab bo'ladi. Juda qisqa masofada oqim shovqinli harakatdan sokin harakatga o'tadi;

- b) Oqim harakatida o'rtacha tezligini keskin kamayishi va chuqurlikni keskin oshishi, oqim kinetik energiyasini keskin kamayib, potensial energiyasini eng katta qiymatga ega bo'lishiga sabab bo'ladi. Juda qisqa masofada oqim solkin harakatdan shovqinli harakatga o'tadi;
- c) Oqim harakatida o'rtacha tezligini keskin oshib chuqurlikni keskin oshishi, oqim kinetik energiyasini keskin oshib, potensial energiyasini eng katta qiymatga ega bo'lishiga sabab bo'ladi. Juda qisqa masofada oqim shovqinli harakatdan sokin harakatga o'tadi;
- d) Oqim harakatida o'rtacha tezligini keskin kamayishi va chuqurlikni keskin kamayishi, oqim kinetik energiyasini keskin kamayib, potensial energiyasini eng kichik qiymatga ega bo'lishiga sabab bo'ladi. Juda qisqa masofada oqim shovqinli harakatdan sokin harakatga o'tadi;

2. Hidravlik sakrashni o'rganishni ta'riflang.

- a) Suv oqimining kritik chuqurlikdan kichik bo'lgan h' chuqurligini undan katta bo'lgan h'' chuqurlikka keskin oshishi hodisasi gidravlik sakrash deyiladi;
- b) Suv oqimining harakati shovqinli harakatdan sokin harakatga keskin o'zgarishida ro'y beradigan hodisa gidravlik sakrash deyiladi;
- c) Suv oqimining notinch holatdan tinch holatga o'tishi gidravlik sakrash hodisasi orqali amalga oshadi;
- d) Har uchala ta'rif to'g'ri.

3. Tutash chuqurliklarni izohlang.

- a) Gidravlik sakrashni chegaralovchi chuqurliklar;
- b) Gidravlik sakrash ro'y berishdan oldingi va ro'y bergandan keyingi chuqurliklar;
- c) Gidravlik sakrash amalga oshayotgan sohadagi chuqurlik;
- d) Oqim solishtirma energiyasining eng katta qiymatiga mos keluvchi chuqurlik.

4. Gidravlik sakrashdan keyingi sohauzunligini aniiqlash formulalarini ko'rsating.

a) N. N. Chertousov $l_{c,\kappa} \approx (10 \div 30)h, l_{c,\kappa} = (2,5 \div 3,0)l_C$;

b) Akademik Pavlovskiy formulasi $l_{\Gamma,c} = 2,5(1,9h'' - h')$;

Safranets formulasi $l_{\Gamma,c} = 4,5h''$;

prof. Baxmetev formulasi $l_{\Gamma,c} = 5a_{\text{qer}} = 5(h'' - h')$;

AQSH Melioratsiya Byurosi formulasi $l_{\Gamma,c} = m_0(h'' - h')$; N. N.

Chertousov formulasi $l_{\Gamma,c} = 10,3h'(\sqrt{\Pi\kappa} - 1)^{0,81}$;

c) $h' = \frac{h''}{2} \left[\sqrt{1 + 8 \left(\frac{h_\kappa}{h''} \right)^3} - 1 \right], h'' = \frac{h'}{2} \left[\sqrt{1 + 8 \left(\frac{h_\kappa}{h'} \right)^3} - 1 \right];$

d) $E_{\Gamma,c} = \frac{a_{\Gamma,c}^3}{4h'h''}$.

5. Gidravlik sakrashning asosiy tenglamasini ko'rsating.

a) $\frac{\alpha_0 Q^2}{g\omega_2} + \omega_2 y_2 = \frac{\alpha_0 Q^2}{g\omega_1} + \omega_1 y_1$;

b) $\frac{\alpha_0 Q^2}{g\omega} + y\omega = \frac{\alpha_0 q^2 b^2}{gbh} + \frac{h}{2}bh$;

c) $h' = \frac{h''}{2} \left[\sqrt{1 + 8 \left(\frac{h_\kappa}{h''} \right)^3} - 1 \right], h'' = \frac{h'}{2} \left[\sqrt{1 + 8 \left(\frac{h_\kappa}{h'} \right)^3} - 1 \right];$

d) $E_{\Gamma,c} = \frac{a_{\Gamma,c}^3}{4h'h''}$.

6. Gidravlik sakrashning asosiy ko‘rinishlari.

- a) Ko‘milgan gidravlik sakrash, qadalgan gidravlik sakrash;
- b) Uzoqlashgan gidravlik sakrash, to‘liq amalga oshgan gidravlik sakrash;
- c) To‘liq amalga oshmagan sakrash, to‘lqinsimon gidravlik sakrash; davriy sakrash;
- d) Barchasi gidravlik sakrash ko‘rinishlari.

7. Prizmatik kanallarda amalga oshayotgan gidravlik sakrash funksiyasini ko‘rsating.

a) $\Theta(h) = b \left(\frac{\alpha_0 q^2}{gh} + \frac{h^2}{2} \right);$

b) $\frac{\alpha_0 Q^2}{g\omega} + y\omega = \Theta(h);$

c) $\Theta(h') = \Theta(h'');$

d) $\theta(h') = \theta(h'');$

8. Gidravlik sakrash uzunligiga ta‘sir etuvchi omillarni ko‘rsating.

- a) O‘zan g‘adir-budirligi, o‘zan tubi nishabligi, aeratsiya;
- b) Sarf, tezlik;
- c) Kinetiklik parametri, gidravlik ko‘rsatkich;
- d) Solishtirma kesim energiyasi, o‘zan tubi nishabligi.

9. Gidravlik sakrash amalga oshganda oqim energiyasining yo‘qotilgan miqdorini ko‘rsating.

- a) 64-67%;
- b) 95%;
- c) 25%

d) 85%.

10. To‘liq gidravlik sakrash amalga oshganda oqim energiyasining yo‘qotilgan miqdorini ko‘rsating.

a) 64-67%;

b) 95%;

c) 25%

d) 85%.