

YER O'ZANLI KANALLARDAGI SUVNING NOBARQAROR HARAKATIDA OQIZIQLAR TASHILISHINING HISOBI

Eshev Sobir Samatovich

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti t.f.d., prof;
telnets@mail.ru

G'ayimnazarov Isroil Xoliqovich

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti katta o'qituvchisi
gayimnazarov@bk.ru

Rahimov A.R.

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti t.f.f.d.(PhD)., dots.v.v.b;
ashrafrahimov12@gmail.com

Isakov A.N.,

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, doktorant.

ANNOTATSIYA

Yer o'zanli kanallardagi cho'kindilarning pastki va osilganlarga bo'linishini hisobga olgan holda statsionar oqimlarda cho'kindi oqimini hisoblash usuli taklif qilingan, bu cho'kindi tashishning o'zini hisoblashni anglatadi.

Kalit so'zlar: loy, tub va osilgan cho'kindi, turg'un oqim, to'lqin, o'lchovsiz parametrlar, bog'langan oqim.

АННОТАЦИЯ

На основе зависимостей Аккерса-Уайта для определения расхода наносов в стационарных потоках предложен метод расчета наносов нестационарный потоком с учетом разделение наносов на донные и взвешенные, которое относится к расчету непосредственно транспорта наносов.

Ключевые слова: нанос, донные и взвешенные наносы, нестационарный поток, волна, безразмерные параметры, попутное течение.

ABSTRACT

On the basis of Ackers-White dependencies, a method for calculating sediment flow in stationary streams, taking into account the division of sediments into bottom and suspended ones, which refers to the calculation of sediment transport itself, is proposed.

Keywords: silt, bottom and suspended sediment, unsteady flow, wave, dimensionless parameters, associated flow.

KIRISH

Hozirgi kunda jahon amaliyotida yer o'zanli kanallarning nobarqaror oqimi holatlarida oqiziqqlar transporti natijasida sodir bo'ladigan deformatsiyalarning hisob usullarini takomillashtirish masalasi ochiq o'zanlar gidravlikasining muhim masalalaridan bo'lib kelmoqda. O'zan oqimiga to'g'ri va qarama-qarshi yo'nalgan to'lqinlarning (nobarqaror yoki aralash oqimlar) oqiziqqlarni transport qilish masalasi bir qator tadqiqotchilarni o'ziga jalb qilgan va ular o'zlarining tadqiqot natijalariga ko'ra ma'lum bir hisob usullarini taklif etishgan [4, 5, 7, 8].

Biz bu masalaning yechimini topishga birinchilardan bo'lib Begnold tomonidan ilgari surilgan aralash oqimda oqiziqqlar sarfining oqimning lokal quvvatiga proporsionalligi haqidagi gipotezasidan foydalanamiz. Begnold gipotezasini quyidagi ko'rinishda aks ettirgan [11, 2, 9,10]:

$$q_s = \alpha P_T, \quad (1)$$

bu yerda q_s - birlik vaqt ichida bir birlik endan oqib o'tadigan oqiziqqlar sarfi; P_T - aralash oqimning lokal transport qilish quvvati; α - proporsionallik koeffisienti.

Kanal barqaror oqimiga shamol to'lqinlari ta'sir qilgan sharoitda oqiziqqlar tashilishining hisob usulini qarab chiqamiz. Hisob usulining asosi sifatida oddiy oqimning oqiziqqlarni tashilishini hisobi uchun taklif etilgan Akkers va Uayt usulini tanlaymiz, chunki bu usuldan ko'pchilik g'arbiy mamlakatlardagi gidrotexnik inshootlarni loyihalashda foydalanilgan va foydalanib kelinmoqda [2]. Shu sababli bu usul sifatli va sinalgan usullardan biri bo'lib sanaladi. Bundan tashqari bu usulni oqimiga to'lqinlar ta'sir qilgan sharoitda ham umumlashtirilgan holda foydalansa bo'ladi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Akkers va Uayt usuli to'g'ridan-to'g'ri oqiziqqlar tashilishi, ya'ni oqiziqqlar tarkibining o'lchamsiz hisobi usuliga kiradi. Oqiziqqlar miqdori oqiziqqlarning harakatda bo'lish imkoniyatini belgilaydi. Bir yo'nalishli oqim uchun bu kattalik oqiziqqlar massasi sarfining suvning massasi sarfiga nisbatiga tengdir. Buni oqimiga to'lqinlarning ta'siri bo'lgandagi holat uchun quyidagicha yozamiz:

$$q_s = x \cdot U_T \cdot d \cdot \rho \cdot g \quad (2)$$

Tashuvchi U_T tezlikni aniqlashda yuqorida aytib o'tilgan Begnold gipotezasidan foydalanamiz. Agar oddiy qarashni, ya'ni oqiziqqlarning q_s solishtirma sarfi oqimning quvvatiga proporsional bo'ladi deb qabul qilsak, unda turbulent oqim uchun quyidagicha bo'ladi:

$$q_s \sim U_T$$

Oqizlarni tashuvchi tezlik U_T hozirgi qarashlarga ko'ra oqizlarning to'liqlik tashilishi massaning chiziqli bo'lmagan to'liqlik tashilishi va tub osti to'liqlik oqimlari bilan aniqlanadi, ya'ni

$$U_T = U_t + U_s \quad (3)$$

$$U_s = 2\bar{U}_T + U \quad (4)$$

$$U_t = 0 \quad (5)$$

$$U_t = U_s \quad (6)$$

$$\frac{U_t}{U} = \alpha_1 \frac{5}{4} \pi \left(\frac{h}{UT_a} + \frac{h}{\lambda} \right) \left(\frac{h}{\lambda} \right) sh^{-2} \frac{2\pi d}{\lambda} \pm 1 \quad (7)$$

Bu yerda (7) tenglamadagi yuqori (+) belgi yo'ldosh oqim uchun, pastki (-) belgi qarshi oqimlarga tegishli. Bunda har doim $U > 0$ qabul qilish qulay bo'ladi. Agar bir yo'nalishli oqim bo'lmasa ($U = 0$), unda oqizlarni tashuvchi tezlik bo'lib faqat to'liqlik stasionar tezlik sanaladi va u quyidagi ko'rinishni oladi:

$$U_T = \bar{U}_v = \frac{5}{4} \left(\frac{\pi h}{T} \right) \left(\frac{\pi h}{L} \right) sh^{-2} \frac{2\pi h}{L} \quad (8)$$

Oldin bir yo'nalishli oqimlar uchun Akkers-Uayt usulining asosiy shartlarini qarab chiqamiz, keyin esa faqat to'liqlik va oqimga to'liqlik ta'siridagi oqimlar uchun bu usuldan foydalanish masalasini qarab chiqamiz. Bu usulda oqizlarning o'lchamsiz parametri degan quyidagi kattalik qabul qilinadi:

$$D_{gr} = D \left[\frac{g(s-1)}{\nu^2} \right]^{1/3} \quad (9)$$

bu yerda $S = \rho_s / \rho_w$ -oqizlar va suvning nisbati; ν -suvning kinematik qovushoqlik koeffisienti.

Keyin oqizlar tub osti va muallaq oqizlarga ajratiladi.

Yirik oqizlar

$$D_{gr} \geq 60 \quad (10)$$

shartga ko'ra tub ostida harakatlanadi. Oqiz zarrachalari tub ostida siljituvchi kuchlar

$$\tau_{cg} = \rho \frac{U^2}{C_{hcg}} \quad (11)$$

ta'sirida dumalaydi. Bunda C_h -Shezi koeffisienti bo'lib, u

$$C_{hcg} = 5,75 \log \frac{11d}{D} \quad (12)$$

formuladan aniqlanadi.

$D_{gr} \leq 1$ bo'lgan mayda oqiziqalar muallaq holatni egallab harakatlanadilar.

Oqiziqalarni muallaq holatga olib keluvchi turbulentslik tub osti to'liq kuchlanishining funksiyasi bo'ladi, ya'ni

$$\tau_{cg} = \rho \frac{U^2}{C_{hcg}^2}, \quad (13)$$

bu yerda C_{hcg} -Shezi koeffisienti bo'lib, gryadlarning balandligi orqali aniqlanadi, ya'ni

$$C_{hcg} = 5,75 \log \frac{11d}{r} \quad (14)$$

Tub ostidagito'liqkuchlanish tub osti sirtining mahalliy parallel va normal komponentlarini o'z ichiga oladi.

Oqiziqalar harakatga keltiruvchi birlik sirtning quvvati quyidagicha aniqlanadi:

$$P_{cg} = \tau_{cg} U \quad (15)$$

$$P_{ig} = \tau_{ig} U \quad (16)$$

Shunday qilib, Akkers-Uayt usulida formulalarni ikki bog'lanishi mavjud bo'lib, biri yirik hamda ikkinchisi mayda oqiziqalarga tegishli.

Ushbu

$$1 < D_{gr} < 60 \quad (17)$$

ega bo'lgan oraliq zona n daraja ko'rsatkichni kiritilishi yordamida hisobga olinadi. Akkers-Uayt siljitish parametri quyidagiko'rinishda bo'ladi:

$$F_{gr} = \frac{U_{*g}^n U_{*cg}^{1-n}}{\sqrt{gD}(s-1)}, \quad (18)$$

bu yerda siljituvchi kuch oddiy yo'l bilan aniqlanadi, ya'ni

$$U_* = \sqrt{\tau / \rho} \quad (19)$$

Oqiziqalar harakatining boshlanishi F_{gpc} parametrning kritik qiymati bilan aniqlanadi, agar $F_{gr} < F_{gpc}$ bo'lsa, unda oqiziqalarning harakati bo'lmaydi. Nihoyat, oqiziqalarning miqdori uchun quyidagi formula taklif qilinadi:

$$X = C \left(\frac{F_{gr}}{F_{gpc} - 1} \right)^m \frac{SD}{d} \left(-\frac{\rho^{1/2} P_{fg}}{\tau_{fg}^{3/2}} \right)^n \left(\frac{P_{cg}}{\tau_{cg} U} \right)^{1-n}, \quad (20)$$

bu yerda C, F_{gpc}, m, n kattalik 800 laboratoriya va 200 dala tajribalari ma'lumotlari asosida tekshirilgan:

$$\log C = 2,86 D_{gr} - (\log D_{gr})^2 - 3,53 \quad 2,95 \cdot 10^{-4} \leq C < 0,025 \quad (21)$$

$$F_{grc} = \frac{0,23}{\sqrt{D_{gr}}} + 0,14, \quad 0,17 \leq F_{grc} \leq 0,37 \quad (22)$$

$$m = \frac{9,66}{D_{gr}} + 1,34, \quad 1,5 \leq m \leq 11,0 \quad (23)$$

$$n = 1 - 0,56 \log D_{gr}; \quad 0 \leq n \leq 1 \quad (24)$$

Akkers-Uayt tomonidan olingan (21)...(24) empirik bog'lanishlarining katta afzalliklari sifatida hosil qilingan ularning chegaralarini belgilaymiz. Bu chegaralardan foydalanishda ularni hisobga olish kerak. Ya'ni, agar $C \cdot F_{gpc} \cdot m \cdot n$ hisoblangan qiymatlar belgilangan chegaralarda bo'lsa, unda ishonchli amalga oshirilishi mumkin. Bu qiymatlar belgilangan chegaradan tashqariga chiqsalar, unda foydalanishda xatoliklar bo'lishi mumkin. Kerak bo'lganda bunday chegaralarni ko'rsatish ahamiyatsiz va yetarli darajada ma'lum, ammo ko'pincha gidravlikada hisobga olinmaydi.

To'lqinli va aralash oqimlar uchun Akkers-Uayt hisob usulini takomillashtiramiz. Aralash oqimdagi tub osti siljitish tezligi oqim tezligi va to'lqin tezliklarining yig'indi vektori kabi aniqlanadi. To'lqinlar chiziqli nazariyasida

$$U_{o\sigma u}^2 = \left(U + U \cdot \sin \frac{2\pi}{T_r} \cos \alpha \right)^2 + \left(U \cdot \sin \frac{2\pi}{T_r} \sin \alpha \right)^2 \quad (25)$$

bu yerda α - orbital tezlik va oqim tezligi orasidagi gorizontal tekislikdagi burchak. To'lqinlar davri bo'yicha o'rtalashtirilganda ushbu

$$U_{o\sigma u}^2 = U^2 + \frac{U_0^2}{2} \quad (26)$$

ko'rinishda bo'ladi va oqim yo'nalishiga bog'liq bo'lmaydi. Demak, quyida keltiriladigan usuldan faqat oqim bo'yicha va oqimga tekari yo'nalgan to'lqinlar uchun emas, balki plandagi bir turli oqimga ixtiyoriy burchak ostida tarqaladigan ikki o'lchamli to'lqinlar uchun ham foydalanish mumkin. Ammo, buning uchun tashuvchi tezlik kattaligini oldindan aniqlash kerak bo'ladi. Buni keyingi o'rinlarda qaraymiz.

Kuchlanishni qarab chiqqishdan avval, ishqalanishning Shezi koeffisienti bir yo'nalishli oqimga, Jonson [3] bo'yicha aniqlanadigan to'lqinli ishqalanish koeffisienti to'lqin fazalariga bog'liq bo'lmagan tebranuvchi (ossilliruyushiy) oqimlarga tegishli bo'ladilar deb qaraymiz. Bu holda aralash oqim uchun tub osti siljish kuchlanishi quyidagi ko'rinishni oladi:

$$\tau = \rho \left(\frac{U^2}{C_h^2} + \frac{f_w}{4} U_1^2 \right) \quad (27)$$

bu yerda $f_w/2$ -to'lqinli ishqalanish koeffisienti. To'lqinli ishqalanish koeffisientining ifodasi Smart [4] tomonidan ushbu

$$\left. \begin{aligned} f_{w\text{eg}} &= \exp \left[-5,98 + 5,21 \left(\frac{\alpha_0}{2D} \right)^{-0,19} \right] \\ f_{w\text{fg}} &= \exp \left[-5,98 + 5,21 \left(\frac{\alpha_0}{2h_{\text{gr}}} \right)^{-0,19} \right] \\ f_w &\leq 0,30 \end{aligned} \right\} \quad (28)$$

ko'rinishda olingan. Bunda α_0 -tub osti oldidagi to'liqinli orbitaning amplitudasi.

Stoks to'liqinlarini ikkinchi yaqinlashuvi uchun tub ostidagi oqim va to'liqinli tezliklarning yig'indisi quyidagi ifodani beradi [5]:

$$U_{o\text{ou}}^2 = \left(U + U_1 \sin \frac{2\pi t}{T_{kr}} \cos \alpha + U_2 \sin \frac{4\pi t}{T_r} \cos \alpha \right)^2 + \left(U_1 \sin \alpha + U_2 \sin \frac{4\pi t}{T_r} \sin \alpha \right)^2 \quad (29)$$

Soddalashtirishva to'liqin davrlari bo'yicha o'rtalashtirishlardan keyin

$$U_{o\text{ou}}^2 = U^2 + \frac{1}{2}(U_1^2 + U_2^2) \quad (30)$$

ifodaga ega bo'lamiz, ya'ni oldingidek siljituvchi kuchlanish

$$\tau = \rho \left[\frac{U^2}{C_h^2} + \frac{f_w}{4}(U_1^2 + U_2^2) \right] \quad (31)$$

α burchakka bog'liq bo'lmaydi.

Oqiziqlarni siljishga ketadigan to'liqinli quvvatni aniqlash masalasiga o'tamiz.

$$P_w = \frac{d}{d_x}(Ec_g) \quad (32)$$

bo'lgani uchun, unda

$$P_w = E \frac{dC_g}{dx} + c_g \frac{dE}{dx} \quad (33)$$

bu yerda c_g - to'liqinlarning guruhini tezligi.

Lokal gorizonttal tub osti uchun va to'liqinlarni shamol tomonidan quvvatlantirish bo'lmasa guruh tezligi masofaga bog'liq emas [5]

$$P_w = C_g \frac{dE}{dx} \quad (34)$$

dE/dx to'liqin energiyasi zichligining o'zgarishi turli omillar bilan bog'liq bo'lishi mumkin, masalan, tub osti ishqalanishi, tub ostidan sizib o'tishi, sirt bilan o'zaro ta'sirlanishi va h.k. Agar oldingidek faqat oqiziqlar tashilishi bilan bog'liq bo'lgan dE/dx bo'lagi, ya'ni tub osti ishqalanishi yoki siljituvchi kuchlanishlar bilan qiziqilsa, unda (27) yoki (31) va (34) dan quyidagini hosil qilamiz:[6]

$$P_w = C_g \rho \frac{f_w}{4}(U_1^2 + U_2^2) \quad (35)$$

Agar $dC_g/dx = 0$ shartni bajarilmaydigan deb hisoblash mumkin emas degan holat bo'lsa, unda (33) dan foydalanish mumkin.

Aralash oqim ta'sirida bo'lgan bir birlik tubdagi umumiy quvvat quyidagicha bo'ladi:

$$P_w = \rho \left[\frac{U^2}{C_h^2} U + C_s \frac{f_w}{4} (U_1^2 + U_2^2) \right] \quad (36)$$

Mayda va yirik oqiziqalar uchun (31) va (36) ifodalardan alohida foydalaniladi. Bu tenglamalarning birinchi hadlari oqimga va ikkinchi hadlari esa to'lqinli harakatlarga tegishli bo'ladilar.

Bu yerda hisob uchun yetishmaydigan parametrlarni qarab chiqamiz. To'lqinlarning guruhli tezligi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$C_g = \frac{1}{2} \left[\frac{g\lambda}{2\pi} \operatorname{th} \frac{2\pi d}{\lambda} \right]^{1/2} C_1 \left(1 + \frac{4\pi d / \lambda}{sh 4\pi d / \lambda} \right) \quad (37)$$

Bunda U_1 va U_2 tezliklarning aniqlanishi [5] ishda ko'rsatilgan. Tub ostidagi to'lqin orbitasining amplitudasini hisoblash uchun quyidagi to'lqinlar chiziqli nazariyasi bog'lanishidan yaoydalanish mumkin:

$$\alpha_0 = \frac{p}{2} sh^{-1} \frac{2\pi d}{\lambda} \quad (38)$$

Hisobda noaniq bo'lgan (28) sistemaning 2-tenglamasidagi gryadlarning balandligini biz tomondan taklif qilingan quyidagi bog'lanishdan aniqlaymiz: .

$$h_{vgr} = h_{gr} \left(1 + 2,21 \frac{h_v}{h_0} \right), \quad (39)$$

bu yerda h_v, λ_v - mos ravishda to'lqinlarning balandligi va uzunligi; h_{gr}, ℓ_{gr} - kanallarda to'lqinlar bo'lmagan oqimda sodir bo'ladigan gryadlarning mos ravishda balandligi va uzunligi; h_0 - oqimning o'rtacha balandligi.

XULOSA

Shunday qilib, bu ishda aralash oqimlar sharoiti uchun taklif etilgan takomillashgan usulning mohiyati shundan iboratki, bunda o'lchamsiz oqiziqalar miqdori uchun olingan ifodada siljituvchi kuchlanish va oqimning oqiziqalarni mahalliy tashish quvvatlarining yangi qiymatlarini bir yo'nalishli va to'lqinli oqimlarning xususiyatlarini inobatga olgan holda foydalaniladi.

REFERENCES

1. Bagnold R.A. The nature or salutation and or "dob-Load" transport in water. – Proc. Roy. Soc., L., 1973, A 332, 1591. p. 473-504.
2. Ackers P., Ehite W.R. Sediment transport new approach and analysis. Pros ASCE, Now. 1973, 99 (HY11-), p. 2041-2050.

3. Jonsson I.G., Skovgeard O., Jacobsen T.S. Computation of longshore currents, Proc, Const. Eng. Cong., 1974, pp. 699...714.
4. Swart D.H. Coastal sediment transport computation of longshore transport, Delft Hydraulics Laboratory, Report p 968, part 1, 1976.
5. Эшев С.С., Рахимов А.Р., Гайимназаров И.Х. Влиянии волновых потоков на деформаций русел каналов: Монография. – Т.: Издательство «Voris nashriyot», 2021, 189 с.
6. Кантаржи И.Г. а др. Гидравлика ветровых волн в каналах /паод редакцией проф.Е.И.Масса /Изд. ТГУ. – Тбилиси. 1984.-177 с.
7. Eshev, S., Rakhimov, A., Gayimnazarov, I., Isakov, A., Shodiev, B., & Bobomurodov, F. (2021). Dynamically stable sections of large soil canals taking into account wind waves. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 1030, No. 1, p. 012134). IOP Publishing.
8. Eshev, S., Gaimnazarov, I., Latipov, S., Mamatov, N., Sobirov, F., & Rayimova, I. (2021). The beginning of the movement of bottom sediments in an unsteady flow. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 263, p. 02042). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126302042>.
9. Eshev, S. S., G'ayimnazarov, I., & Sh, L. (2019). The Calculation of the Parameter of Friction in Border Layer Not Fixed Flow. *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology*, 6(1), 7796-7800.
10. Eshev, S., Khazratov, A., Rahimov, A., & Latipov, S. (2020). Influence of wind waves on the flow in flowing reservoirs. *IJUM Engineering Journal*, 21(2), 125-132.