

## NOBARQAROR OQIMLARNI MODELLASHTIRISH

**A.R. Rahimov**

t.f.f.d., dots.,

**O.O. Nazarov., Yuldoshova M.P.**

QarMII

### ANNOTATSIYA

Ochiq o‘zanlardagi oqimning nostatsionar holatida gidravlik jarayonlarni modellashtirish usuli keltirilgan. Bunda nostatsionar oqimning asosiy ko‘rsatkichlari bo‘lgan Reynolds, Frud va boshqa kriteriyalari asoslangan. Ularning nostatsionar oqimda qo‘llanishi asoslangan.

**Kalit so‘zlar:** modellashtirish, mexanik o‘xshashlik, Reynolds kriteriyasi, Frud kriteriyasi, moslik, nostatsionar oqim, to‘lqinlar.

### АННОТАЦИЯ

Приведены методика гидравлического моделирования процесса открытых водотоков в условиях нестационарности потока. Обоснованы основные показатели критерии Рейнольдса и Фруда для нестационарного потока. Обоснованы её применение для нестационарного потока.

**Ключевые слова:** моделирования, Механическое подобия, Критерий Рейнольдса, критерий Фруда, нестационарный поток, волны.

Fizik modellash masalasida naturadagi jarayonlarning fizik tabiati modelda ham kuzatilishi kerak. Bu masalaning yechimi naturadagi va modeldagi xodisalarning yuqori darajada o‘xshashligini ta’minlaydigan kichraytirilgan masshtabda topiladi[36,60,61].

Suyuqlikning to‘lqinli harakatini tadqiqotlashda o‘xshashlikning asosiy talabi bo‘lib, kinematik va mexanik xodisalarni o‘rganadigan mexanik o‘xshashlikning ta’minlanishi hisoblanadi. Shuningdek, mexanik o‘xshashlik xodisani tashkil etuvchi geometrik o‘xshashlikni ham ifodalaydi. O‘xshashlikni ta’minlash uchun yana muhitda kechadigan (qovushqoqlik, suvning va oqiziqqlarning zichligi va h.k.) fizik o‘xshashlik ham saqlanishi kerak [1,2,3,7,8,9].

Naturada va modelda tadqiqotlanadigan jarayonlarni fizik modellashtirishda ular bir xil tenglamalar va bir xil chegaraviy shartlar bilan ifodalanishi kerak. Shuning

uchun bu tenglamalardagi o'Ichamsiz kattaliklar naturada va modelda bir xil bo'lishi kerak [4,5,7].

Agar sistema faqat bir xil og'irlik kuchlari  $F = mg$  ta'siri ostida bo'lsa, unda o'xshashlik kriteriysi  $\frac{mgl}{mv^2}$  yoki  $\frac{v^2}{gl} = Fr$  ko'rinishni oladi.

Bir xil og'irlik kuchi ta'siri ostida bo'lgan o'xshash sistemalarda Frud soni bir xil bo'lishi kerak. Bu shartdan tezlik va uzunlik masshtablari o'rtasidagi bog'lanish  $\alpha_v^2 = \alpha_\ell$  ko'rinishga ega bo'ladi. Agar sistemaga suyuqlikning ichki ishqalanish kuchlari  $F_j$  ta'sir etsa, unda buni quyidagicha yozamiz:

$$F_j = \mu \frac{dv}{dn} \Omega, \quad (1)$$

bu yerda  $\mu$  – suyuqlikning qovushqoqlik koeffitsiyenti;  $\Omega$  - yuza;  $n$  - tezlik yo'nalishiga normal yo'nalgan; Mos bo'lgan o'xshashlik parametri  $\frac{F}{\mu v \ell}$  yoki  $\frac{\ell v}{\nu} = Re$ ;  $\nu = \frac{\mu}{\rho}$  - kinematik qovushqoqlik koeffitsiyenti; masshtablar o'zaro  $\alpha_v \alpha_\ell = \alpha_\nu$  tenglik bilan bog'langan.

Mayda masshtabli modellashtirishda gravitatsion o'xshashlik qonuniyatini qo'llash jiddiy xatoliklarga olib keladi. To'liqlik oqimining turbulentligi ortishi bilan qovushqoqlik kuchlarning ta'siri kamayadi. Agar Reynol'ds soni  $Re = \frac{vd}{\nu} > Re_{kp}$  bo'lsa, qovushqoqlik kuchlarini hisobga olmasa ham bo'ladi.

To'liqlik jarayonlar uchun quyidagini yozish mumkin:

$$Re = \frac{v_{\max} \cdot h}{\nu} = \alpha_1 h, \quad (2)$$

bu yerda  $v_{\max}$  - maksimal orbital tezlik;

$$\alpha_1 = \frac{1}{2\nu} \sqrt{\frac{2\pi h}{\lambda_\nu} \operatorname{cth} \frac{2\pi h}{\lambda_\nu}}, \quad (3)$$

$$Re = \frac{h}{\nu} \frac{v_{\max}}{\frac{2\pi h}{\lambda_\nu} \operatorname{cth} \frac{2\pi h}{\lambda_\nu}} = \alpha_2 \cdot h, \quad (4)$$

bu yerda

$$\alpha_2 = \frac{1}{4\nu} \sqrt{\frac{g\lambda_\nu}{2\pi} \operatorname{th} \frac{2\pi h}{\lambda_\nu}} = \frac{1}{4\nu} c, \quad (5)$$

$c$  – to'liqlik tarqalish tezligi.

To‘lqinlarning an’anaviy tadqiqotlarida  $Re > 5000$  Reynolds soni bo‘yicha avtomodellik saqlanadi.

Tub osti deformatsiyasi sodir bo‘ladigan to‘lqinli va aralash oqimlarning o‘zaro ta‘sirini modellashtirish qaraladigan bo‘lsa, unda jarayon quyidagi parametrlar bilan ifodalanadi[5,6]:

$$A = f(\rho, \mu, D, \rho_\rho, g, \ell, v_*) \quad , \quad (6)$$

$\rho$  va  $\mu$  – suyuqlikning zichligi va qovushqoqligi;  $D$  – zarrachaning diametri;  $g$  – erkin tushish tezlanishi;  $\ell$  - xarakterli uzunlik;  $v_*$  - dinamik tezlik.

Agar harakat boshlanishi asosan muallaq oqiziqalar holatlarida bo‘lsa, unda  $g$  ni suvning solishtirma og‘irligi bilan almashtirish mumkin, ya’ni

$$\gamma_s = (\rho_\rho - \rho)g, \quad (7)$$

bu esa quyidagi o‘lchamsiz munosabatni hosil qilishga imkon beradi:

$$\Pi_A = f\left(\frac{g_* D}{\nu}, \rho \frac{g_*^2}{\gamma_s D}, \frac{\rho_s}{\rho}, \frac{\ell}{D}\right). \quad (8)$$

Birinchilardan bo‘lib turgan ikki parametr zarracha uchun Reynolds soni va Shields parametrini ko‘rsatadi.

Tekis tub ostiga ega bo‘lgan bir yo‘nalishli oqimning  $g_*$  dinamik tezligi quyidagicha aniqlanadi:

$$g_* = (gRI)^{1/2}, \quad (9)$$

bu yerda  $R$  - gidravlik radius.

To‘lqinli oqimlar uchun dinamik tezlikni aniqlash ancha murakkab bo‘lgani uchun (8) tenglamani quyidagi ko‘rinishda qayta yozish qulay bo‘ladi:

qisqa to‘lqinlar uchun

$$\Pi_A = f\left(\frac{g_\delta D}{\nu}, \rho \frac{g_\delta^2}{\gamma_s D}, \frac{\rho_s}{\rho}, \frac{\alpha_\delta}{D}\right); \quad (10)$$

uzun to‘lqinlar uchun

$$\Pi_A = f\left(\frac{\bar{g} D}{\nu}, \rho \frac{\bar{g}^2}{\gamma_s D}, \frac{\rho_s}{\rho}, \frac{d}{D}\right). \quad (11)$$

Bu o‘lchamsiz nisbatlardan qisqa to‘lqinlar modeli uchun xarakterli uzunligi sifatida  $\alpha_\delta$  dan foydalanib quyidagi model masshtablarini hosil qilish mumkin:

$$n_v = n_\rho = 1;$$

$$n_{g_*} n_D = 1; \quad (12)$$

$$n_D \cdot n_{\gamma_s} = n_{g_*}^2; \quad (13)$$

$$n_{\rho_s} = n_\rho = 1. \quad (14)$$

$$n_D = n_{\alpha_D} = 1. \quad (15)$$

Bu tenglamalar natura va modelda olingan qiymatlarning Shilds diagrammasining bir nuqtasida tushishini ta'minlaydi., ya'ni oqiziqqlar harakati naturada qanday o'rin tutgan bo'lsa, modelda ham shunday o'rin tutishi o'rnatiladi.

Agar  $\rho_s / \rho$  ning ta'siri kam bo'lsa, suyuqlik va oqiziqqlar uchun zichlik masshtablari (14) tenglama bilan o'rnatiladi. Agar  $\rho_s / \rho$  ning ta'siri katta bo'lsa, u holda model to'g'ri kelmaydi.

Tub osti tekis bo'lgan , ya'ni tub osti gryad shakllari hisobga olinmaydigan o'zanlar uchun

$$n_D = \bar{n}^{1/2} \cdot \bar{N}_{K_s}^{1/7}, \quad n_{\gamma_s} = n^{3/2} \cdot N_{K_s}^{3/7} \quad (16)$$

Harakatdagi tub osti gryadlari uchun

$$n_{K_s} = n_D \quad (17)$$

Bundan (16) quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$n_D = n^{-5/16} \quad \text{BA} \quad n_{\gamma_s} = n^{-5/16} \quad (18)$$

Qator tadqiqotchilar gryad koeffitsiyentini kiritadilar, ya'ni

$$T' = \alpha T,$$

bu yerda – oqiziqqlarni harakatga keltiruvchi effektiv urinma kuchlanish.

Yirik oqiziqqlarni modellashtirishda Shilds diagrammasidan  $Re_{v_{*D}}$  ta'siri ostida

$$Re_{v_{*D}} = \frac{v_* D}{\nu} > 100, \quad (19)$$

ya'ni (12) tenglamani hisobga olmasa ham bo'ladi va (13) va (15) tenglamalar quyidagi ko'rinishlarni oladilar:

$$n_{\gamma_s} = \frac{n_{v_*}^2}{n_D} = N_{K_s}^{2/7} \quad \text{H} \quad n_D = n_{\alpha_s} = n, \quad (20)$$

bu yerda  $N_{K_s}$  - yig'indi g'adir-budirlikka tegishli.

Tajribalarning ko'rsatishicha, gryadlarning balandligi  $\Delta$  va uzunliklari  $\lambda_p$  asosan  $\alpha_s / D$  nisbatga bog'liq bo'ladi. Bunda gryadlar o'lchamlarining masshtabi taxminan modellashtirish masshtabiga bo'ysunadi va  $n_{\gamma_s} \approx 1$ .

Alohida zarracha atrofidagi oqim turbulent bo'lib hisoblanmaydigan mayda qumlar uchun (12) va (15) tenglamalar qarama-qarshi bo'ladi. Bu holda masshtab effekti chuqurroq tadqiqotlanishi kerak.

Oqiziqqlar transportining masshtabi quyidagi tartibda o'rnatiladi:

$$\frac{q}{v_* D} = \varphi_2 \left( \frac{v_* D}{\nu}, \frac{\rho v_*^2}{\gamma_s D}, \frac{\rho_s}{\rho}, \frac{\alpha_\delta}{D} \right), \quad (21)$$

bu yerda  $q$  – birlik vaqt ichida birlik endan transport qilinadigan qattiq material hajmi.

Yuqorida ifodalangan o‘xshashlikka ko‘ra quyidagini hosil qilish mumkin:

$$n_q = n_{v_*} n_D = m_q \quad (22)$$

Bu holatda faqat  $m_q$  qiymati uchun modelni yasash mumkin.

Shilds egri chizig‘ining turbulent zonasida foydalaniladigan tenglikni  $v_*$  natijaviy siljitish kuchlanishi emas va bu sistemani kengaytirish uchun quyidagini yozish kerak bo‘ladi:

$$\frac{q}{\alpha^{1/2} v_* D} = \varphi \left( \frac{\alpha^{1/2} v_* D}{\nu}, \frac{\rho \alpha v_*^2}{\gamma_s D}, \frac{\rho_s}{\rho}, \frac{\ell}{p} \right) \quad (23)$$

Bu esa tenglik masshtablariga to‘laroq ega bo‘lishni taqozo etadi:

$$n_\alpha^{1/2} n_{v_*} n_D = 1; n_\alpha n_{v_*}^2 = n_{\gamma_s} n_D; n_q = n_\alpha^{1/2} \quad (24)$$

yoki

$$n_\alpha^{1/2} n_{v_*} = \frac{1}{n_D}; n_{\gamma_s} = \frac{n_\alpha n_{v_*}^2}{n_D} = \frac{1}{n_p^3}; n_q = 1 \quad (25)$$

Yuqoridagi tengliklarda masshtab  $q$  solishtirma sarfni o‘zgartirmaydi deb qaraladi va ularning kelib chiqishi  $n_\alpha = 1$  shart bilan chegaralanadi. Bu yerda shuni ta’kidlash kerakki, to‘lqinli va aralash oqimlar bilan bo‘ladigan oqiziqslarning transporti ko‘p holatlarda tezlik, aralashish va zarrachalarning tezlanish assimetriyasiga bog‘liq bo‘ladi. Bu assimetriya to‘lqin shakli va nisbiy chuqurlikning  $h/\lambda$  funksiyasi bo‘lib hisoblanadi. Ko‘p holatlarda to‘lqin shaklini modellashtirish mumkin emas,  $h/\lambda$  esa modellashtiriladi.

Yuqorida aytib o‘tilgandek, oqimga to‘lqinlar ta’siri ostida bog‘lanmagan oqiziqslar harakatini modellashtirish ma’lumki, ahamiyatsiz muammo emas. Bu masalaga doir ko‘pgina tadqiqotlar bag‘ishlangan bo‘lib, ularda turli modellashtirish qonuniyatlari taklif etilgan [1,4,5,6,9]. Muammo asosan oqiziqslar masshtabini aniqlash bilan bog‘liq bo‘lgan. Agar modelda oqiziqslar o‘lchamlari juda ham kichik bo‘lsa, ularning xossalari o‘zgaradi. Masalan, ular bog‘langan oqiziqslarning xossalarini o‘zlariga mujassam etishlari mumkin va unda oqimga to‘lqinlar ta’siri ostida bo‘ladigan oqiziqslarning aralashuvi naturadagi kabi bo‘lmasdan boshqacha bo‘ladi.

Ishda oqiziqslarning asosiy parametrlarini modellashtirish quyidagilar:

- $D_{50}$  oqiziqslarning o‘rtacha diametri;
- material og‘irligi;

- gidravlik yiriklik;
- oqiziqalar qo'zg'alishi boshlanishini aniqlaydigan O'ilds parametri.

Modellashtirish masalasining murakkabligini, shuningdek, u ishning asosiy masalasi bo'lib hisoblanmasligini e'tiborga olib, biz quyidagi soddalashgan yondashuvdan foydalandik. To'liqlar uchun :

- Frud qonunining bajarilishi;
- $h/\lambda$  to'liq qiyaligini modellashtirish.

Unda model buzilmagan bo'lishi kerak. Ko'pgina ishlarda  $w$  gidravlik yiriklik to'liqinli profil shakllanishining masalasini yechishdagi muhim parametr bo'lib hisoblanadi.

Shu sababli, modelda parametrning saqlanishini ta'minlaymiz, ya'ni  $n_h = n_\ell$  va  $n_T = n_\ell^{1/2}$  bo'lgani uchun  $n_{(h/wT)} = 1$  yoki  $n_w = n_\ell^{1/2}$ .

Agar gidravlik yiriklik Stoks zonasiga tegishli bo'lsa, unda

$$w = \frac{1}{18} \frac{D_{50} g (\gamma_s - \gamma_w)}{\nu \gamma_w}, \quad (26)$$

bu yerda  $\gamma_s, \gamma_w$  - mos ravishda oqiziqalar va suvning solishtirma og'irligi;  $\nu$  - kinematik qovushqoqlik koeffitsiyenti. Xususan, natura va modelda bir xil materialni ishlatishda quyidagiga ega bo'lamiz:

$$n_w = n_\ell^{1/2} = n_{D_{50}}^2 \quad (27)$$

yoki

$$n_{D_{50}} = n_\ell^{1/4}. \quad (28)$$

Masalan,  $n_\ell = 1/10$  chiziqali masshtabli model uchun oqiziqalar o'lchamining kichrayishi faqat 1/1,78 qiymatni tashkil etadi.  $n_\ell = 1/100$  chiziqali masshtabli model uchun esa modelda oqiziqalarning median o'lchamining kichrayishi 1/1,316 qiymatni tashkil etadi.

Yuqorida keltirilgan nostatsionar oqimlarni gidravlik modellashtirish usulidan yer o'zanli mashina kanallarini, derevatsion kanallarni, irrigatsiya va melioratsiya kanallarini hamda suv omborlarini modellashtirishda foydalanish mumkin.

### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI: (REFERENCES)

1. Боровский В.П. Волновая модель профиля скорости. // Мелиорация и водное хозяйство. 2007, №4, с.55-59.
2. Бровченко И. А., Мадерич В. С. «Двумерная Лагранжева модель переноса много фракционных наносов в прибрежной зоне моря». Прикладная гидромеханика. 2005. Том 6 (78), № 1, 1-9.
3. Чалов Р.С. Русловые процессы (русловедение). –Инфра-М. М., 2017, 568 с.
4. Чекин А.Л. Математика и информатика. Часть 1. Учебное пособие–М.:МПГУ, 2019. 236 с.
5. Штеренлихт Д.В. Гидравлика. – Лань, М., 2015, 640 с.
6. Эшев С.С. Расчет деформируемых больших земляных каналов в условиях нестационарности водного потока. Ташкент. ” Voris nashriyot”, 2018. -187с.
7. Эшев С.С., Рахимов А.Р., Гайимназаров И.Х. Влиянии волновых потоков на деформаций русел каналов: Монография. – Т.: Издательство «Voris nashriyot», 2021, 189 с.
8. Jonsson I.G., Skovgeard O., Jacobsen T.S. Computation of longshore currents, Proc, Const. Eng. Cong., 1974, pp. 699...714.
9. Eshev S.S., Rahimov A.R., IG‘oyibnazarov.X., Latipov Sh.A.. Generation of Wind Waves in Large Streams. International Journal of Psychosocial Rehabilitation, Vol. 24, Issue 01, 2020. -Pp. 518-525.
10. Eshev S.S., Hazratov A.N., Rahimov A.R., Latipov Sh.A. Influence of wind waves on the flow in flowing reservoirs. IIUM Engineering Journal, Vol. 21, No. 2. 2020 <https://doi.org/10.31436/iiumej.v21i2.1329>. -Pp. 125-132. (05.00.00; № 6)