



LOYQA ZARRACHALARINING MUALLAQ HOLATI VA CHO‘KISHI, ULARNING QUVURLAR ORQALI TRANSPORTINI TASHKIL QILISH JARAYONINI MODELLASHTIRISH

Rayxonov Shuhrat Zaripovich

Laboratoriya tadqiqotlarini bajarishning asosiy talablaridan biri jarayonlarni modellashtirish qoidalariga amal qilish hisoblanadi. Bizning tadqiqotlarimizda loyqa zarrachalarining avankamera tubiga cho‘kishi, muhitni turbulizatsiyalash orqali ularning sun’iy ravishda muallaq holatini tashkil qilish va nasos agregati orqali zarrachalarning yuqori byefga transportini tashkil qilish masalalari ko‘rib chiqiladi.

Loyqa zarrachalarining inshootlar tubiga cho‘kishi, muallaq holatining yuzaga kelishi, uning transportini tashkil qilish jarayoni murakkab jarayonlardan biri bo‘lib, bir qancha o‘zgaruvchan parametrlarni hisobga olishni talab qiladi.

Ushbu jarayonlarni modellashtirish masalalari bilan taniqli olimlardan Levi I.I., Velikanov M.A. Frankl F.I., Lyatxer V.M., Zegjda A.P., Izbash S.V., Knoroz V.S., Barenblatt G.I., Sharp J., Novak D., Kobus H. va boshqalar shug‘ullanishgan.

Loyqa zarrachalari harakati va cho‘kmalarining hosil bo‘lishi, ularning cho‘kishining oldini olish jarayonini modellashtirish quyidagi bosqichlardan iborat:

- a) loyqa zarrachalarining muallaq holati va cho‘kishini modellashtirish;
- b) loyqa zarrachalarining inshoot tubiga cho‘kmasligini ta’minlay-digan muhitning turbulent holatini modellashtirish;



v) loyqa zarrachalarining quvur orqali transportini tashkil qilishni modellashtirish.

Loyqa zarrachalarining cho‘kishi va zarrachalarning oqimda muallaq holda oqishi ko‘p faktorlarga bog‘liq bo‘lib, ularning trayektoriyasini modellashtirish juda mushkul. Buning asosiy sababi zarracha sekin oqayotgan oqimda bo‘lishiga qaramasdan stoxastik xarakterga ega bo‘lgan harakatda bo‘ladi. Bu harakat pulsatsion xarakterga ega bo‘lib, gravitatsiya maydonida tartibsiz harakatda bo‘ladi. Zarrachaning muallaq oqimi quyidagi faktorlarga bog‘liq [118; 155 b.]

$$Z=f(\vartheta, V_3, \frac{\rho_3}{\rho_c}, d, h) \quad (2.50)$$

bunda, ϑ - suv oqimi tezligi, V_3 - zarrachaning cho‘kish tezligi, ρ_3 -zarracha zichligi, ρ_c - suv zichligi, d - zarracha diametri, h - zarrachalar joylashgan suv chuqurligi.

Qattiq zarrachalarning muallaq oqimida oqimning turbulent holati va diffuziyasi ham sezilarli va buni hisobga olish zarurligi [75;192-211-b.,94;298-310-b.,119;389-419-b.,120;241-259-b.] ishlarda ta’kidlangan. Muallaq zarrachaning harakatiga ko‘rsatiladigan qarshilik kuchini quyidagi bog‘lanish bilan ifodalash taklif etilgan [73;106- b.].

$$F_d = 2\pi\rho_c R_d^3 \left[\frac{1}{3} \frac{d\vartheta}{dt} + \frac{3\nu_c}{R_d^3} \vartheta + \frac{3}{R_d} \sqrt{\frac{\nu_c}{\pi}} \int_{-\infty}^t \frac{d\vartheta}{d\tau} \frac{d\tau}{\sqrt{t-\tau}} \right] \quad (2.51)$$

bunda R_d - zarracha radiusi; ν_c - suv oqimining kinematik yopishqoqlik koeffitsiyenti.



Zarrachalarning harakatida oqim turbulentligining ta'sirini baholash uchun [75;66-72-b.] ishida zarrachani oqizib ketish va undan aylanib oqish tushunchalari kiritilgan va uni quyidagicha ifodalash taklif etilgan:

$$3_p = \frac{1}{(1 + \omega^2 \tau^2)^{1/2}} \quad - \text{zarrachani oqizish darajasi;} \quad (2.52)$$

$$3_o = \frac{\omega \cdot \tau_p}{(1 + \omega^2 \tau^2)^{1/2}} \quad - \text{zarracha yonidan oqib o'tish darajasi;}$$

bunda, ω – turbulent pulsatsiyasi chastotasi;

τ_p – relaksatsiya vaqti;

(3.3) dan ko'rinib turibdiki, $\mu_p^2 + \mu_o^2 = 1$

τ_p qiymati kichik dispersli zarrachalar uchun $\tau_p = \rho_3 \cdot d^2$ formulasi bilan, yirik dispersli zarrachalar uchun quyidagi formula bilan hisoblash mumkin [121;77-b.]

$$\tau_p = \frac{\rho_3 d^2}{18\mu(1 + Re_d^{2/3}/6)} \quad (2.53)$$

bunda, μ – suv oqimining dinamik yopishqoqlik koeffitsiyenti

Re_d – Peynolds soni, quyidagi formula bilan aniqlanadi, $Re_d = \rho \cdot d / \nu_c$.

(3.3) bilan bajarilgan hisoblar natijalari shuni ko'rsatyaptiki, zarrachalar o'lchami kattalashgan sari turbulent oqim tomonidan zarrachani oqizib ketish darajasi kamayadi, kichik dispersli zarrachalar esa oqimning turbulent pulsatsiyasini tez sezadi va uning ta'sirida tartibsiz harakat qila boshlaydi.



Professor I.I. Levi tarjibalarida olingan natijalarni umumlashtirib, geometrik o'xshash tizimlarda zarrachalarning muallaq oqishini quyidagi shartlar asosida modellashtirish kerak deb hisoblaydi [118;153- b.].

$$\alpha_w \cdot \alpha_{\bar{\rho}} \cdot \alpha_{\varphi} = \alpha_g \quad (2.54)$$

bunda α_w – zarrachalar gidravlik yirikligining miqyos koeffitsiyenti (w - zarracha gidravlik yirikligi, m/s)

$\alpha_{\bar{\rho}}$ – zarrachalar zichligining miqyos koeffitsiyenti ($\bar{\rho}$ – nisbiy zichlik qiymati)

α_{φ} – oqimning loyqaligi (oqimdagi loyqaning hajmiy miqdori) masshtab koeffitsiyenti (φ – loyqalik darajasi koeffitsiyenti)

α_g – oqim tezligi miqyos koeffitsiyenti (g – oqim tezligi)

Modellashtirishning talablaridan biri kinematik o'xshashlikni ta'minlash hisoblanadi, buning uchun $\alpha_w = \alpha_g$ ga erishilishi lozim. Unda (3.5) formula quyidagi ko'rinishga keladi:

$$\alpha_{\bar{\rho}} \cdot \alpha_{\varphi} = 1 \quad (2.55)$$

bunda: $\bar{\rho}$ – nisbiy zichlik qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$\bar{\rho} = \frac{\rho_3 - \rho_c}{\rho_c} \quad (2.56)$$

Agar modeldagi zarracha zichligi bilan tabiiy holdagi (naturadagi) zarracha zichligi bir xil bo'lsa, unda (3.6) quyidagi ko'rinishda keladi:

$$\alpha_{\varphi} = 1 \quad (2.57)$$

Demak modellashtirish qoidalari muallaq oqayotgan zarrachalar uchun to'liq amal qilinishi talablarini quyidagicha shakllantirish mumkin:



a) laboratoriya qurilmasi naturaga geometrik o'xshash bo'lishi kerak,

$$\alpha_e = \alpha_h,$$

б) oqimda kinematik o'xshashlik sharti bajarilishi kerak, ya'ni $\alpha_w = \alpha_g$,

в) muallaq zarrachalarining ma'lum hajmdagi og'irligi modelda ham, naturada ham bir xil bo'lishi kerak [118;153-b.]. Bu shartni bajarish uchun (3.7) ga ko'ra zarrachalar zichligini va ularning hajmiy miqdorini to'g'ri tanlash yo'li bilan (3.7) shartiga amal qilish mumkin.

Yuqoridagi shartlar bajarilgan holda zarrachalarning muallaq oqishini modellashtirish qoidalariga amal qilingan bo'ladi.

Dissertatsiyaning 2.2 – paragrafida avankamerada loyqa zarracha-larining cho'kish uzunligini aniqlashning yangi metodikasi keltirilgan edi. Ushbu metodika bajarilgan hisoblar natijalari amalda ishlayotgan nasos stansiyasi avankamerasidagi kuzatish natijalariga mos kelishi ta'kidlangan edi.

Mazkur natijalarning laboratoriya sharoitida olingan natijalarga mos kelish-kelmasligini aniqlash uchun laboratoriya qurilmasining o'lchamlari, tajribalar parametrlarini modellashtirish zarur.

Bir xil o'lchamga va zichlikka ega bo'lgan zarrachalarning cho'kish uzunligi bir xil bo'lmasligi, ular bir-biriga yaqin bo'lgan cho'kish nuqtalarini egallaydigan ma'lum maydonga cho'kish ko'pgina tadqiqotlar natijalariga asosan aniqlangan [118;156-b.]

Chuqurligi N bo'lgan oqimdagi loyqa zarrachasining cho'kish uzunligi L ni quyidagi funksiya bilan ifodalash mumkin [118;156 -b.]:



$$\frac{L}{H} = f(v, d, \mu, \rho_3, w) \quad (2.58)$$

Prof. I.I. Levi o'lchov nazariyasi asosida (3.9) bog'lanishni quyidagi ko'rinishga keltiradi [118;157- b.]:

$$\frac{L}{H} = c \cdot \varphi\left(\frac{g}{w}, Re, \frac{g^2}{\bar{\rho} \cdot g \cdot d}\right) \quad (2.59)$$

Deyarli (3.10) ga o'xshash funksiya N.P. Kulesh tomonidan tajribalar natijasida olingan [118; 163 b.]

$$\frac{L}{H} = c \left(\frac{g}{w}\right)^{1,5} \cdot \varphi\left(\frac{H}{d}\right) \quad (2.6)$$

Yuqorida keltirilgan bog'lanishlar (3.10, 3.11) modellashtirish uchun zarur bo'lgan geometrik o'xshashlik $\frac{H}{d}$, kinematik o'xshashlik $\frac{g}{w}$ va gidrodinamik o'xshashlik $Re \geq Re_{ch}$ shartlarni ko'rsatib bermoqda (Re_{ch} – Reynolds sonining chegaraviy qiymati).

Yuqorida keltirilgan [118; 163-164- b.] ishda loyqa zarrachalarining cho'kishini quyidagi tartibda modellashtirish taklif etilgan:

- 1) kinematik va geometrik o'xshashlikni ta'minlash.



$$\alpha_v = \alpha_w = \sqrt{\alpha_h} \quad (2.61)$$

2) gidrodinamik va geometrik o'xshashlikni ta'minlash

Agar $Re_n \geq Re_{ch}$ bo'lsa unda $Re_m = Re_{ch} = 150$ va loyqa o'lchami miqyosi quyidagicha aniqlanadi:

$$\alpha_d = \frac{1}{\sqrt[3]{\alpha \cdot \rho}} \left(\frac{150}{Re_h} \right)^{2/3} \quad (2.62)$$

bunda Re_n -nasos stansiyasi avankamerasi natura sharoiti uchun $Re_h = \frac{g_n d_h}{\nu_h}$ formulasi bilan aniqlanadi.

Agar $Re_n < Re_{ch}$ bo'lsa:

$$\alpha_d = \frac{1}{\sqrt[3]{\alpha \cdot \rho}} \quad (2.63)$$

3) loyqa zarrachalari materialini tanlash 1 va 2 shartlar bir vaqtda bajarilgan hol uchun aniqlanadi;

4) loyqalik darajasi miqyosi $\alpha_\varphi = 1$ bo'lishi kerak.

M-II-2 nasos stansiyasi avankamerasini natura obyekti sifatida qabul qilib, undagi loyqali suv oqimi parametrlarini aniqlaymiz,

$$Re_n = 230 \dots 250, g_n = 0,67 \text{ m/s}, \rho_n = 2780 \text{ kg/m}^3, w_n = 0,043 \text{ m/s}, d_n = 0,4 \text{ mm}$$

Bunda laboratoriyadagi loyqa sifatida M-II-2 nasos stansiyasi avankamerasidagi loyqa ishlatilganligi sababli loyqa o'lchami miqyos koeffitsiyenti

(3.13) formulasiga ko'ra quyidagicha aniqlanadi $\alpha_d = \left(\frac{150}{Re_h} \right)^{2/3}$ va quyidagilarga

ega bo'lamiz.



$\alpha_d = 0,754 \dots 0,713$, demak $d_m = 0,3 \dots 0,2$ mm va bunga mos keladigan gidravlik yiriklik qiymati $w_m = 0,031$ m/s ekanligini aniqlaymiz. Demak, $\alpha_w = 0,72$ bundan (3.12) bo'yicha $\alpha_h = 0,52$.

Lekin bu miqyosni laboratoriya qurilmasining o'lchamlari cheklanganligi sababli qabul qilishning iloji yo'q, shu sababli [118; 164 -b.] da keltirilgan geometrik o'lchamlar mos kelmagan holda qo'llaniladigan bog'lanish yordamida α_g miqyosini quyidagi formuladan aniqlaymiz:

$$\alpha_w = \alpha_v \left(\frac{\alpha_h}{\alpha_e} \right)^{2/3} \quad (2.64)$$

Demak, bizga kerak bo'lgan geometrik miqyos qiymati va α_w qiymatida $\alpha_g = 0,85$ ekanligini olamiz.

Yuqorida keltirilgan shartlarni bajarish natijasida quyidagi modellashtirish miqyoslariga ega bo'ldik:

$$\alpha_h = 0,07; \alpha_e = 0,09; \alpha_w = 0,72; \alpha_v = 0,85; \quad (2.65)$$

Loyqa zarrachalarining inshoot tubiga cho'kmasligini ta'minlaydigan turbulentlik holatini modellashtirishda asosiy rolni kinematik va gidrodinamik o'xshashlik egallashini ta'kidlash lozim. Bunda aniqlovchi parametr sifatida teshikli quvurlardan chiqayotgan suv oqimi bosimi hisoblanadi.



Demak teshikli quvurlarning mos nuqtalaridagi tezlik qiymatlari napor qiymatlariga bog'liqligini, ya'ni $\vartheta = \varphi \sqrt{2gH}$ ni hisobga olsak, kinematik o'xshashlik talablarini gidravlik mashinalardagi o'xshashlik talablaridan kelib chiqib quyidagicha yozamiz:

$$\frac{\vartheta_{m1}}{\vartheta_{n1}} = \frac{\vartheta_{m2}}{\vartheta_{n2}} = \dots = \frac{\vartheta_{mn}}{\vartheta_{nn}} = \sqrt{\frac{H_{mi}}{H_{ni}}} \quad (2.66)$$

bunda, $1, 2, \dots, n$ - quvurdagi mos nuqtalar.

Gidrodinamik o'xshashlik qoidalarini bajarish uchun Reynolds sonining avtomodel zonasiga mos keladigan qiymatlarini qabul qilish tavsiya etiladi.

FOYDALANILGA ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Irrigation Pumping Plants. Irrigation National Engineering Handbook. United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service. Washington, 2016, 206 pp.

2. Duran YAVUZ, Ramazan TOPAK, Nurcan YAVUZ. Determining Energy Consumption of Sprinkler Irrigation for Different Crops in Konya Plain. Turkish journal of agricultural and natural sciences, 1(3), 2014, pp. 312-321.

3. Мухаммадиев М.М., Уришев Б.У. Энергоэффективные технологии при эксплуатации насосных станций. – Т.: ТашГТУ, 2012. – 114 с.

4. Карелин В. Я., Минаев А. В. Насосы и насосные станции: Учеб. для вузов.- 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Стройиздат, 1986.- 320 с: ил.



5. Карелин В.Я., Новодережкин Р.А. Насосные станции гидротехнических систем с осевыми и диагональными насосами. -М.: Энергия, 1980.-288 с.

6. Гловацкий О.Я., Очилов Р.А. Совершенствование эксплуатации крупных мелиоративных насосных станций.-М.:Обзорная информ.ЦБНТИ Минводстроя СССР. - ч. II, 1990. - 90 с.

8. Гловацкий О.Я. Теория и методы управления гидравлическими процессами при эксплуатации мелиоративных насосных станций: Автореф. дис. док. техн. наук. - М.: МИСИ. 1989. - 34 с.