



BOG‘LANGAN GRUNTLI KANALLARNING OQIMLARINI VA GRUNTLARINI FIZIK MODELLASHTIRISH

Bobomurodov Furqat Farxod o‘g‘li

texnika fanlari falsafa doktori (PhD) dotsent

ORCID: 0009-0002-0055-6343 E-mail: furqatbobomurodov709@gmail.com

Hazratov Alisher Rahmatillo o‘g‘li

magistrant

ORCID: 0009-0003-8764-1125 E-mail: alisherhazratov5354@gmail.com

Salimov Fayzulla Saydulla o‘g‘li

magistrant

Annotatsiya. *Ushbu maqolada bog‘langan gruntli kanallarning oqimlarini va gruntlarini fizik modellashtirish usullari o‘rganilgan. Tadqiqotda Frud va Reynolds o‘xshashlik kriteriyalari asosida gidrodinamik jarayonlar tahlil qilinib, bog‘langan gruntlarning yuvilish jarayonlariga qarshiligi baholangan. Eksperiment natijalari asosida bog‘langan gruntlarning fizik xususiyatlari va oqimlar parametrlari o‘rtasidagi bog‘lanishlar aniqlangan.*

Kalit so‘zlar: *Bog‘langan grunt, fizik modellashtirish, Frud kriteriyasi, Reynolds kriteriyasi, gidrodinamik o‘xshashlik, yuvilish qarshiligi.*

KIRISH

Hozirgi kunda gidravlik jarayonlarni tadqiq qilish va amaliy masalalarni hal qilishda modellashtirish usullaridan foydalanish muhim ahamiyat kasb etmoqda. Raqamli modellashtirish texnologiyalari jadal rivojlanayotgan bo‘lsa-da, fizik modellashtirish o‘z dolzarbligini yo‘qotmagan. Chunki ba’zi gidravlik masalalar



matematik modellash tirish yordamida to'liq hal etib bo'lmaydi va ularni tadqiq qilish uchun fizik modellash tirish muhim vosita bo'lib xizmat qiladi.

Bog'langan gruntli kanallarning gidrodinamik jarayonlarini o'rganish nafaqat nazariy jihatdan qiziqarli, balki suv xo'jaligi va melioratsiya sohalarida amaliy ahamiyatga ham ega. Ushbu kanallarda yuzaga keluvchi yuvilish jarayonlarini tushunish va boshqarish imkoniyati, suv resurslaridan samarali foydalanish va eroziya jarayonlarini kamaytirishda katta ahamiyatga ega. Ayniqsa, bugungi iqlim o'zgarishlari va suv tanqisligi sharoitida, gruntlarning yuvilishga qarshiligi va ularning fizik xususiyatlarini o'rganish masalasi dolzarb muammolar qatoriga kiradi[1].

Shu sababli, mazkur tadqiqotda bog'langan gruntli kanallarning gidravlik jarayonlarini fizik modellash tirish, oqim parametrlarini aniqlash va yuvilishga qarshilik ko'rsatuvchi omillarni baholash masalalari atroflicha ko'rib chiqiladi. Bu esa kelgusida gidravlik inshootlarni loyihalash va ulardan foydalanish samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Dala va laboratoriya sharoitlarida o'xshash kriteriyalar o'zaro mos kelganida, ular xarakteristikalarining mosligi ta'minlanadi. Suyuqlik oqimining asosiy o'xshash kriteriyalari Eyler, Reynolds, Frud va Struxal hisoblanadi[2]. To'liq gidrodinamik o'xshashlikni ta'minlash uchun ular geometrik, kinematik va dinamik jihatdan o'xshash bo'lishlari kerak. Biroq, modelda bu barcha kuchlarning bir vaqtda to'liq o'xshash bo'lishi mumkin emas[3]. Shuning uchun, xususiy holatlarda ta'sir qiluvchi kuchlardan qaysi biri ustuvor bo'lsa, o'sha kuch tanlanadi.

Bizning tadqiqotlarimizda Frud kriteriyasi, og'irlik kuchini ifodalash uchun, va Reynolds kriteriyasi, ishqalanish kuchini ifodalash uchun o'rinli bo'ladi[4]. Ammo tajribalarda, bu kriteriyalardan birining o'ziga xos xususiyatini ta'minlash uchun zarur bo'lgan miqdorlar o'rtasidagi munosabatlar shakli boshqa kriteriyalarning tuzilishiga mos kelmaydi.

Bizning tadqiqotlarimizda har doim quyidagi shart bajarilishi kerak:

$$Re_m > Re_{kr}, \quad (1)$$



bu yerda Re_m - modeldagi Reynolds soni; Re_{kr} - Reynolds kritik soni.

Kanaldagi suvning oqimini modellashtirishda suyuqlikka geometrik va dinamik o'xshashlik shartlari bajarilgandagi faqat og'irlik kuchi ta'sir qiladi hamda u ustuvor kuch bo'lib sanaladi. Shuning uchun Fruda sonini asosiy kriteriy deb qabul qilamiz:

$$Fr = \frac{v_n^2}{g \cdot l_n} = \frac{v_m^2}{g \cdot l_m}, \quad (2)$$

bu yerda v_n va v_m - natura va modelning qaraladigan nuqtalaridagi mos ravishda tezliklari; l_n va l_m - natura va modeldagi chiziqli o'lchamlar.

Agar o'xshash oqim uchastkalari uchun Frud sonlari bir xil bo'lsa, unda oqimning geometrik o'xshashligini gidrodinamik deb aytish mumkin[5]. Buning uchun tezlik va sarflarning quyidagi munosabatlari o'rinli bo'ladi:

$$v_n = v_m \sqrt{a_l} \quad (3)$$

$$Q_n = Q_m a_l^{2.5} \quad (4)$$

bu yerda Q_n va Q_m - mos ravishda natura va modeldagi sarf; a_l - modellashtirishning chiziqli masshtabi.

O'tkazilgan tajribalar doirasida hisoblangan Reynolds, Frud va gidravlik qarshiliklarning son qiymatlari 1-jadvalga kiritildi.

Naturada va modeldagi uzan g'adir-budiriligini o'xshashligini ta'minlashda mos ravishda λ_n natura va λ_m modeldagi qarshilik koeffitsiyentlari teng deb qabul qilindi, $\lambda_n = \lambda_m$.

Endi laboratoriya sharoitida ishlatiladigan bog'langan gruntlarni modellashtirish masalasini qarab chiqamiz.

Suv bilan to'yingan bog'langan gruntни bog'lanmagan gruntlar kabi shar shaklidagi alohida d diametri zarralardan tashkil topgan deb qaraymiz. Faqat bog'langan gruntlarda alohida bir-biri bilan birikkan agregatlar qaraladi. Bu agregatlar yuqori bo'lgan ekvivalent fiktiv γ_e solishtirma og'irligi bilan ajralib turadi, bu esa



zarraning grunt dan uzib chiqarish kuchini, bogʻlangan grunt agregatining uzilish kuchiga tengligini ifodalaydi.

1-jadval

Tajribalarda oʻlchangan kattaliklarning minimum i maksimum qiymatlari

Tartib №	m Yon tomon qiyalik koeffitsiyenti	v , oʻrtachat ezlik		hoqim chuqurli gi		$\lambda = \frac{8gRi}{v^2}$		$Re = \frac{4vR}{\nu}$		$Fr = \frac{v^2}{gh}$	
		v_{min} m/s	v_{max} m/s	h_{min} , m	h_{max} m	λ_{min}	λ_{max}	Re_{min}	Re_{max}	Fr_{min}	Fr_{max}
1	1.5	0,22 5	0,5 6	0,1 12	0,1 64	0,2 97	0,06 6	57551, 17	199117, 46	0,000 5	0,00 5
2	1,5	0,15	0,5 5	0,1 28	0,1 64	0,7 49	0,06 9	43007, 21	195561, 80	0,000 3	0,00 5
3	2,0	0,18	0,5 8	0,1 11	0,1 4	0,4 53	0,05 4	44919, 39	177787, 60	0,000 4	0,00 5
4	2,0	0,19	0,2 5	0,1 27	0,1 5	0,4 58	0,30 7	53398, 97	81520,6 6	0,000 5	0,00 1
5	2,5	0,3	0,5 6	0,0 5	0,0 8	0,1 16	0,05	53333, 33	149333, 33	0,000 5	0,00 2
6	2,5	0,3	0,5 7	0,0 5	0,0 8	0,1 16	0,04 83	53333, 33	152000	0,000 4	0,00 2

Grunt yuzasidan uzilib chiqadigan agregatlarning oʻlchamlarini hisoblarida quyidagi absolyut gʻadir-budirlik darajasidan foydalanish mumkin:

$$\Delta = 0,7d, \quad (5)$$

bu yerda d - agregat diametri.



I-bobda aytib o'tganimizdek, o'zan yuvilishiga qarshilik ko'rsatadigan grunt asosiy xarakteristikalaridan bo'lib birikish xususiyati hisoblanadi[6]. Shuning uchun bog'langan gruntlarni modellashtirishda bu xossaga e'tiborni qaratamiz.

Bog'langan gruntning bitta agregatiga to'g'ri keladigan dinamik yuklanishdagi uzilishning birikish kuchi quyidagi ifodaga teng:

$$R_{cd} = C_y'' d^2, \quad (6)$$

bu yerda C_y'' - bog'langan grunt uzilishining toliqish chegarasi bo'lib, u

$$C_y'' = 0,035C \quad (7)$$

ifodadan aniqlanadi. Bunda C - suv bilan to'yingan holatdagi birikishi.

Bog'langan grunt agregatining uzilishi uchun birikish kuchni yengishdan tashqari, suvdagi grunt og'irligini ham yengish kerak bo'ladi:

$$R_{cs} = (\gamma_q - \gamma) \frac{\pi d^3}{6}. \quad (8)$$

Diametri d bo'lgan grunt zarrachasini tubdan chiqarish uchun zarracha og'irligiga teng bo'lgan kuchlanish kerak bo'ladi va uni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$R_{us} = (\gamma_q - \gamma) \frac{\pi d^3}{6}, \quad (9)$$

bu yerda γ_q va γ_s - mos ravishda grunt va suv zarrachalarining solishtirma og'irliklari.

Ekvivalent fiktiv γ_e solishtirma og'irlikka egabo'lgan zarrachani tubdan uzish uchun qarshilik quyidagicha bo'ladi:

$$R_{us} = (\gamma_q - \gamma) \frac{\pi d^3}{6}. \quad (10)$$

Demak, ekvivalent fiktiv γ_e solishtirma og'irlikka ega bo'lgan zarrachani tubdan uzish uchun qarshilikni quyidagicha ifodalaymiz:

$$R_{us} = R_{cs} + R_{cd} \quad (11)$$

yoki

$$(\gamma_s - \gamma) \frac{\pi d^3}{6} = (\gamma_q - \gamma) \frac{\pi d^3}{6} + C_y'' d^2. \quad (12)$$



Bu tenglikdan quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$\gamma_s = \gamma_u + \frac{6C_y''}{\pi d}. \quad (13)$$

Bu (13) ifoda bog‘langan gruntning yuvilishga qarshiligini baholaydi.

Yuvilishga ta’sir qiluvchi grunt massasining xususiyatlarini belgilovchi qat’iy mezonlari mavjud bo‘lmaganda, yuvilishni eksperimental baholash amalga oshiriladi.

Bog‘langan gruntlarni modellashtirishni Mirsxulava usuliga ko‘ra olib boramiz.

Yuqorida aytganimizdek, ishda [7] bog‘langan gruntning yuvilishga qarshiligi bog‘langan grunt agregatlarining o‘lchamlariga va ekvivalent zichlikka teng bo‘lgan yirik zarrali bog‘lanmagan grunt yuvilish qarshiligiga mos bo‘ladi deb qaraladi.

$$\rho_{ekv} = \rho_s + 6\sigma_g^H / (\pi dg), \quad (14)$$

bu yerda σ_g^H - uzilishdagi dinamik mustahkamlik bo‘lib, u $\sigma_g^H = 2,5\sigma_p$; σ_p - uzilishdagi gruntning statik mustahkamligi; $d \approx 3...5 \text{ мм}$.

Bunday ekvivalentli bog‘lanmagan gruntни modelda amalga oshirish kerak. Reynolds bo‘yicha avtomodellikdagi ushbu

$$\varphi_2(\text{Re}_d) \sqrt{\rho^x g d} / \nu = \text{idem} \quad (15)$$

shartdan o‘xshashlikni ta’minlash uchun

$$\rho_m^x d = M_v \frac{\rho_{s,ekv} - \rho_H}{\rho_H} d_H \quad (16)$$

tenglik kerak bo‘ladi. Bunda ρ_m - modeldagi gruntning zichligi; ρ_H - naturadagi suvning zichligi.

Kuchli birikishga ega bo‘lgan gruntlarni yuvilish jarayoniga modellashtirish uchun katta zichlikka ega bo‘lgan materiallardan foydalanish tavsiya etiladi[8].

Agar bog‘langan gruntlarniyuvmaslik tezliklarini aniqlash uchun modellashtirilsa, unda bog‘langan gruntlarning yuvilishiga to‘sqinlik qiladigan kuchlardan bo‘lib, ekvivalent diametr bilan xarakterlanadigan $d \approx 3...5 \text{ мм}$ grunt agregati uzilishining og‘irlik kuchi hisoblanadi:

$$F_g = g(\rho_s - \rho) \pi d_a^3 / \sigma. \quad (17)$$



Агрегатинг grunt bilan birikish kuchi

$$F_c = \sigma^H g d_a. \quad (18)$$

Re_d bo'yicha avtomodellikda ikki kriteriy hisobga olinishi kerak:

$$\rho^x g d_a / \nu^2; \quad (19)$$

$$\sigma_g / (\rho \nu^2). \quad (20)$$

F_g va F_c kuchlar yuvilishni aniqlaydigan yig'indi ko'rinishida bo'lib, ular bog'lanish ichiga kiradi deb qarab, ikki o'xshashlikni quyidagi umumlashgan ko'rinishda yozish mumkin:

$$\frac{(\rho_s - \rho) g \pi d_a / \sigma + \sigma_g}{\rho g^2}. \quad (21)$$

Экспериметlardan bog'langan gruntlarning qarshiligi namunaning geometrik o'lchamlariga bog'liq bo'ladi va u namuna yuzasining ortishi bilan kamayadi. Bog'langan gruntlarni modellashtirishda oqim tub osti tezligining yuvmaslik tezligiga nisbati natura va modelda bir xil bo'lishi kerak:

$$\nu_{\Delta n} / \nu_{\Delta m} = idem, \quad (22)$$

bu yerda $\nu_{\Delta n}$ - naturadagi oqim tub osti tezligi; $\nu_{\Delta m}$ - modeldagi oqim tub osti tezligi.

O'xshash oqimlardagi tub osti yuvmaslik tezliklarining masshtabi oqim tub osti tezliklarining masshtabiga teng bo'lishi kerak:

$$\frac{\nu_{\Delta n}}{\nu_{\Delta m}} = \frac{\nu_{\Delta n}}{\nu_{\Delta m}}, \quad (23)$$

bu yerda $\nu_{\Delta n}$ va $\nu_{\Delta m}$ - mos ravishda natura va modeldagi oqim yuvmaslik tezliklari.

Аgar mos ravishda natura va modeldagi tub osti va tub osti yuvmaslik tezliklarining nisbatlari bir xil bo'lsa, unda yuvilish jarayoni ham o'xshash bo'ladi va ularni quyidagi ko'rinishda ifodalash mumkin[9]:

$$\frac{\nu_{\Delta n}}{(2m_n / 1, 3\rho_n n_n) [g(\rho_n - \rho) d_n + 1, 25 K C_y^H]} = \frac{\nu_{\Delta m}}{(2m_m / 1, 3\rho_m n_m) [g(\rho_m - \rho) d_m + 1, 25 K C_{ym}^H]}. \quad (24)$$

Matematik operatsiyalarni amalga oshirib () tenglikni quyidagi ko'rinishda yozamiz:



$$\frac{v_{\Delta n}^2}{KC_y^H / n_n} = \frac{v_{\Delta nm}^2}{K_m C_{ym}^H / n_m}; \quad (25)$$

$$v_{\Delta n}^2 = v_{\Delta nm}^2 (K_n C_y^H n_n / K_m C_{ym}^H n_m). \quad (26)$$

Bunda C_y^H / C_{ym}^H nisbat ε masshtab effekti bo'lib sanaladi va uni inobatga olib, (26) bog'lanishni quyidagi ko'rinishda yozamiz:

$$v_{\Delta n}^2 = v_{\Delta nm}^2 \frac{K \varepsilon n_m}{K_m n_n}. \quad (27)$$

Tadqiqotchilar tomonidan $\varepsilon = 0,58$ ekanligi topilgan.

Masalalar yechishda $K_m = K$, $n = 4$ va $n_m = 1,25$ deb qabul qilish mumkin.

Bularni e'tiborga olib, modeldagi qiymatga bog'liq ravishda natura sharoitidagi yuvmaslik tezligi uchun quyidagi bog'lanishni o'rnatish mumkin:

$$v_{\Delta nn} = 0,42 v_{\Delta nm}. \quad (28)$$

Bu holatda oqimning yuvish va yuvmaslik tezliklari o'rtasida quyidagi bog'lanishlarni olish mumkin:

$$v_{\Delta p} = 1,41 v_{\Delta n}; \quad (29)$$

$$v_{\Delta pmy6} = 0,30 v_{\Delta nmy6}. \quad (30)$$

XULOSA

Maqolada bog'langan gruntli kanallarning fizik modelashtirish usullari va asosiy o'xshashlik kriteriyalari tahlil qilindi. Eksperimental natijalar asosida, gruntlarning yuvilish qarshiligini aniqlashda Frud va Reynolds kriteriyalarining ahamiyati tasdiqlandi. Tadqiqotlar natijasida gruntlarning yuvilishiga qarshilik qiluvchi kuchlar va oqim parametrlarini matematik ifodalar orqali aniqlash imkoniyati yaratildi. Ushbu yondashuv gidravlik jarayonlarni yanada chuqur o'rganish va amaliy masalalarni yechishda foydalanishga xizmat qiladi.



FOYDALANILGAN ADBIYOTLAR

1. Sobir, E., Furkat, B., Alisher, I., & Nurbek, M. (2022). EVALUATION OF THE INFLUENCE OF THE PHYSICAL PROPERTIES OF BOUND SOILS ON THE WASHING PROCESS. *Universum: технические науки*, (9-5 (102)), 18-22.
2. Эшев, С. С., Авлакулов, М., & Бобомуродов, Ф. Ф. (2022). Боғланган грунтларнинг физик хусусиятларини ўзан ювилиш жараёнига таъсирини баҳолаш. *Инновацион технологиялар*, 3(3 (47)), 48-54.
3. Хазратов, А. Н., Раҳимов, А. Р., & Бобомуродов, Ф. Ф. (2022). Моделирования смешанных течений земляных каналов. In *Актуальные проблемы науки и образования в условиях современных вызовов* (pp. 160-167).
4. Эшев, С. С., Каримов, Э. К., Бобомуродов, Ф. Ф., & Маматов, Н. З. (2022). БОҒЛАНГАН ГРУНТЛАРДАГИ БИРИКИШ КУЧИНИНГ ЎЗАН ЮВИЛИШИГА ТАЪСИРИНИ БАҲОЛАШ. *Инновацион технологиялар*, 3(3 (47)), 76-82.
5. Eshev, S. S., Avlakulov, M., & Bobomurodov, F. F. (2022). Assessment of the effect of the physical properties of bonded grunts on the process of self-washing. *Innovation of technology*, 3, 47.
6. Eshev, S. S., Bobomurodov, F. F., Isakov, A. N., & Mamatov, N. Z. (2022). Evaluating the effect of cohesive strength on self-leaching in bonded soils. *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology*, 9(8), 19636-19641.
7. Khazratov, A. N., Bazarov, O. S., Jumayev, A. R., Bobomurodov, F. F., & Mamatov, N. Z. (2023). Influence of cohesion strength in cohesive soils on channel bed erosion. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 410, p. 05018). EDP Sciences.
8. Sobir, E., Israil, G., Ashraf, R., Furqat, B., & Diloar, A. (2023). Calculation of parameters of subsurface ridges in a steady flow of groundwater channels. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 410, p. 05022). EDP Sciences.



9. Eshev, S., Mamatov, N., Bobomurodov, F., Usmonov, R., & Makhmudov, U. (2023). SHO 'RLANGAN BOG 'LANGAN GRUNT NAMLIGINING YUVILISHGA QARSHILIK QILISH TA'SIRINI BAHOLASH. *Innovatsion texnologiyalar*, 51(03), 70-76.
10. Farhod o'g'li, B. F. BOG 'LANGAN GRUNTLI KANAL KESIMI BO 'YICHA TEZLIKLARNING TAQSIMLANISHI.
11. Рахимов, А. Р., Назаров, О. О., Исаков, А. Н., & Бобомуродов, Ф. Ф. (2021). ДИНАМИЧЕСКИ УСТОЙЧИВЫЕ СЕЧЕНИЯ КРУПНЫХ КАНАЛОВ С УЧЕТОМ ВЕТРОВОГО ВОЛНЕНИЯ. *Инновацион технологиялар*, (Спецвыпуск 1), 82-89.
12. Bobomurodov, F. F., & Erkinov, S. (2023). EVALUATION OF THE PHYSICAL PROPERTIES OF GROUND AND BOUND IN O'ZAN WASH. *Intent Research Scientific Journal*, 2(6), 10-17.
13. Бобомуродов, Ф. Ф., & Бозоров, М. (2024). № 7-НАСОС СТАНЦИЯСИ ҚУРИЛИШ ТАРИХИ ҲАМДА ЖОЙЛАШГАН ЖОЙИНИНГ ТАҲЛИЛИ. *ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ*, 45(1), 162-170.
14. Исақов, А. Н., Холмаматов, И. К., Юлдошева, У. Т., Раимова, Н. Ж., Ҳазратов, А. Р., & Исақов, Ж. Н. (2024). ОБОСНОВАНИЕ КРИТЕРИЕВ МОДЕЛИРОВАНИЯ НЕСВЯЗНЫХ И СВЯЗНЫХ ГРУНТОВ, СЛАГАЮЩИХ НИЖНИЙ БЬЕФ. *Interpretation and researches*.
15. Gaimnazarov, I., Rakhmatov, M., Otakulov, U., Jumayev, A., & Khazratov, A. (2023). KANALLARNING NOSTATSIONAR OQIM SHAROITLARIDA OQIZIQLAR SARFINI ANIQLASH BO'YICHA DALA TADQIQOTLARI. *Innovatsion texnologiyalar*, 52(3).
16. Abdurakhmanovich, A. S., & Shokirovich, T. J. (2024). CALCULATION OF TOTAL CHANNEL EROSION IN COHESIVE SOILS. *AMERICAN JOURNAL OF EDUCATION AND LEARNING*, 2(5), 965-975.