ISSN 2181-4732
E-ISSN 2181-4015

UO‘K 627.8:532.543:626.8 https://doi.org/10.70769/218-4732.ITJ.2026-3.16

GIDROTEXNIKA INSHOOTLARINING QUYI BYEFIDAGI GRUNTLI O‘ZANLARDA MAHALLIY YUVILISH ZONASINING O‘LCHAMLARINI ANIQLASH HISOBI

Isaqov Alisher Ne’mat o‘g‘li, texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), dotsent,
E-mail: isoqov0306@gmail.com, ORCID: 0009-0000-2314-4646 , Science ID: FQD-0826-0077
G‘ayimnazarov Israil Xoliqovich, texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), dotsent, E-mail: igayimnazarov@gmail.com, ORCID ID: 0009-0000-0680-5174, Science ID: FQD-0226-0016
Zaripov Musliddin Baxodir o‘g‘li, texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD),
E-mail: musliddingti@gmail.com, ORCID: 0009-0007-0187-9271, Science ID: FQD-0526-0114
Raimova Nodira Jura qizi, doktorant (PhD), E-mail: nodiraraimova777@gmail.com,
ORCID:0009-0002-5318-2277 Science ID:MQD-0826-0232
Sherboyev Zohid Xonqulovich, doktorant (PhD), E-mail: zohidsherboyev5@gmail.com,
ORCID: 0009-0003-1867-7685, Science ID: OQD-0426-0001.

Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi, O‘zbekiston

Annotatsiya. *Ushbu maqolada gidrotexnika inshootining pastki byefidagi bog‘langan gruntli uchastkada shakllanadigan mahalliy yuvilish zonasining geometrik o‘lchamlarini aniqlash masalasi ko‘rib chiqilgan. Tadqiqotda suv sarfi, oqimning o‘rtacha tezligi, oqim chuqurligi va gidravlik nishablik kabi asosiy gidravlik ko‘rsatkichlarning, shuningdek, gruntning fizik-mexanik va granulometrik xususiyatlarining mahalliy yuvilish jarayonining rivojlanishiga ta’siri o‘rganilgan. Yuvilishning intensivligi va fazoviy xususiyatlarini baholash uchun oqimning dinamik ta’siri bilan grunt o‘zanining yuvilishga qarshiligi o‘rtasidagi o‘zaro ta’sirni hisobga oluvchi hisoblash yondashuvi taklif etilgan. Yuvilish zonasining asosiy geometrik parametrlari sifatida maksimal yuvilish chuqurligi, zonaning bo‘ylama uzunligi, uning ko‘ndalang o‘lchamlari hamda maksimal yuvilish nuqtasining joylashuvi qabul qilingan. Gidravlik va grunt parametrlarini tahlil qilish asosida oqim xususiyatlari bilan yuvilish zonasining geometrik parametrlari o‘rtasidagi bog‘lanishlar aniqlangan. Olingan natijalardan pastki byefdagi grunt o‘zanining deformatsiyasini baholash, mahalliy yuvilish zonalarining o‘lchamlarini aniqlash hamda gidrotexnika inshootlarini yuvilishdan himoya qiluvchi konstruksiyalarning parametrlarini asoslashda foydalanish mumkin. Taklif etilayotgan yondashuv gidrotexnika inshootlarining ishonchliligini oshirish va o‘zanni yuvilishdan himoyalash tadbirlarini loyihalash samaradorligini ta’minlashga xizmat qiladi.*

Kalit so‘zlar: *pastki byef, gruntli o‘zan, bog‘langan grunt, mahalliy yuvilish, yuvilish zonasi, yuvilish chuqurligi, yuvilish uzunligi, oqim tezligi, suv sarfi, o‘zan deformatsiyasi, gidrotexnika inshooti, granulometrik tarkib.*

УДК 627.8:532.543:626.8

РАСЧЁТ РАЗМЕРОВ ЗОНЫ МЕСТНОГО РАЗМЫВА В ГРУНТОВЫХ РУСЛАХ НИЖНЕГО БЬЕФА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Исаков Алишер Неъмат угли – доктор философии по техническим наукам (PhD), доцент
Гаимназаров Исраил Холикович – доктор философии по техническим наукам (PhD) доцент
Зарипов Муслиддин Баходир угли – доктор философии по техническим наукам (PhD)
Раимова Нодира Жура кизи – докторант (PhD)
Шербоев Захид Хонкулович– докторант (PhD)

Каршинский государственный технический университет, г. Карши, Узбекистан

Аннотация. *В статье рассматривается задача определения геометрических размеров зоны местного размыва, формирующейся в связанном грунтовом участке нижнего бьефа гидротехнического сооружения. Исследовано влияние основных гидравлических характеристик потока, включая расход воды, среднюю скорость течения, глубину потока и*

ISSN 2181-4732
E-ISSN 2181-4015

гидравлический уклон, а также физико-механических и гранулометрических свойств грунта на развитие процесса местного размыва. Для оценки интенсивности и пространственных характеристик размыва предложен расчетный подход, учитывающий взаимодействие динамического воздействия потока с сопротивлением грунтового русла. В качестве основных параметров зоны размыва рассматриваются максимальная глубина размыва, продольная протяженность зоны, ее поперечные размеры и положение точки максимального размыва. На основе анализа гидравлических и грунтовых параметров устанавливаются зависимости между характеристиками потока и геометрическими параметрами размывной зоны. Полученные результаты могут быть использованы для оценки деформации грунтового русла в нижнем бьефе, определения размеров зон местного размыва и обоснования параметров защитных конструкций гидротехнических сооружений. Предлагаемый подход способствует повышению надежности гидротехнических сооружений и эффективности проектирования противоразмывных мероприятий.

Ключевые слова: *нижний бьеф, грунтовое русло, связный грунт, местный размыв, зона размыва, глубина размыва, длина размыва, скорость потока, расход воды, деформация русла, гидротехническое сооружение, гранулометрический состав.*

UDC 627.8:532.543:626.8

CALCULATION OF THE DIMENSIONS OF THE LOCAL SCOUR ZONE IN EARTHEN CHANNELS DOWNSTREAM OF HYDRAULIC STRUCTURES

Alisher Isaqov, Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Associate Professor
Israil Gaimnazarov, Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Associate Professor
Musliddin Zaripov, Doctor of Philosophy in Technical Sciences
Nodira Raimova, Doctoral Student
Zohid Sherboyev, Doctoral Student

Karshi State Technical University, Karshi, Uzbekistan

Abstract. *This study investigates the determination of the geometric dimensions of a local scour zone developing within a cohesive soil section downstream of a hydraulic structure. The influence of the main hydraulic characteristics of the flow, including discharge, mean flow velocity, flow depth, and hydraulic slope, as well as the physical, mechanical, and granulometric properties of the soil, on the development of local scour is examined. A computational approach is proposed to assess the intensity and spatial characteristics of scour by considering the interaction between the dynamic action of the flow and the resistance of the channel bed. The principal geometric parameters of the scour zone include the maximum scour depth, longitudinal extent, transverse dimensions, and location of the maximum scour point. Relationships between the hydraulic characteristics of the flow, soil properties, and geometric parameters of the scour zone are established based on the analysis of the governing hydraulic and sediment-related parameters. The obtained results can be used to assess channel-bed deformation downstream of hydraulic structures, determine the dimensions of local scour zones, and provide a basis for designing appropriate scour protection measures. The proposed approach contributes to improving the reliability of hydraulic structures and the efficiency of engineering solutions for mitigating local bed erosion.*

Keywords: *downstream section, channel bed, cohesive soil, local scour, scour zone, scour depth, scour length, flow velocity, discharge, channel deformation, hydraulic structure, grain-size distribution.*

Kirish

Gidrotexnika inshootlarining xavfsiz va ishonchli ishlashida yuqori va pastki byeflarda kechadigan gidravlik jarayonlarni o‘rganish muhim ahamiyatga ega. Ayniqsa, yuqori tezlikdagi oqimning gruntli o‘zan bilan o‘zaro ta’siri natijasida pastki byefda mahalliy yuvilish va o‘zan

ISSN 2181-4732
E-ISSN 2181-4015

deformatsiyasi yuzaga keladi. Ushbu jarayonlar o‘zan barqarorligining pasayishiga va gidrotexnika inshootlarining ekspluatatsion holatiga ta’sir qilishi mumkin.

Mahalliy yuvilish oqim tezligi, suv chuqurligi, suv sarfi, gidravlik nishab hamda gruntning granulometrik va fizik xususiyatlariga bog‘liq. Yuvilish natijasida o‘zan tubining chuqurligi, uzunligi va kengligi o‘zgaradi. Shu sababli yuvilish zonasining geometrik o‘lchamlarini to‘g‘ri aniqlash gidrotexnika inshootlarini loyihalash va ulardan xavfsiz foydalanishda muhim hisoblanadi [1, 2, 6].

O‘zbekiston sharoitida kanallar, gidrouzellar, suv tashlash inshootlari va boshqa suv xo‘jaligi obyektlarining gruntli o‘zanlar bilan bog‘langan qismlarida mahalliy yuvilish jarayonlarini baholash alohida amaliy ahamiyatga ega. Suv sarfining o‘zgarishi, nostatsionar oqim va grunt tarkibining xilma-xilligi yuvilish jarayonining rivojlanishiga ta’sir ko‘rsatadi.

Tadqiqotning maqsadi pastki byef bilan bog‘langan gruntli uchastkada hosil bo‘ladigan mahalliy yuvilish zonasining asosiy geometrik o‘lchamlarini aniqlash va ularni hisoblash usulini asoslashdan iborat. Tadqiqotda oqimning gidravlik parametrlari hamda gruntning granulometrik xususiyatlari hisobga olinib, yuvilish chuqurligi, uzunligi va kengligini aniqlashga e’tibor qaratiladi [1, 2, 3].

Tadqiqot natijalari gruntli o‘zanlarning barqarorligini baholash, mahalliy yuvilishdan himoyalash choralarini belgilash va gidrotexnika inshootlarining ishonchli ekspluatatsiyasini ta’minlashda foydalanilishi mumkin.

Gruntli o‘zanlarda mahalliy yuvilish, o‘zan deformatsiyasi va oqiziqlar harakatini o‘rganish bo‘yicha S.T. Altunin, V.S. Borovkov, V.K. Debolskiy, I.F. Karasev, P. Ackers, L. Van Rijn, J. Kennedy, H. Einstein, R. Engelund, P.Y. Julien, H. Graf, W.H. Yalin, V.T. Chow, C.T. Yang va boshqa olimlar tadqiqotlar olib borgan. O‘zbekiston olimlaridan Q.Sh. Latipov, A.M. Arifjanov, M.R. Bakiyev, D.R. Bazarov, S.S. Eshev va boshqalar ushbu yo‘nalishda ilmiy izlanishlar olib borgan. Ushbu tadqiqotlar oqim, grunt va yuvilish jarayoni o‘rtasidagi bog‘liqlikni aniqlashga asos bo‘lgan [1-14].

Materiallar va uslublar

Tadqiqotda pastki byef bilan bog‘langan gruntli uchastkada oqim ta’sirida hosil bo‘ladigan mahalliy yuvilish zonasining o‘lchamlarini aniqlash uchun gidravlik va gidromorfologik hisoblash usullaridan foydalanildi. Tadqiqotning asosiy materiali sifatida pastki byefdagi oqimning gidravlik ko‘rsatkichlari, gruntli o‘zan geometriyasi hamda gruntning fizik va granulometrik xususiyatlari qabul qilindi. Hisoblashlarda suv sarfi, oqim tezligi, suv chuqurligi, gidravlik nishab, o‘zan kesimining geometrik parametrlari, grunt zarrachalarining o‘rtacha diametri va zichligi kabi asosiy ko‘rsatkichlar hisobga olindi. Oqimning gidravlik holatini baholashda uzluksizlik tenglamasi, gidravlik radius, Froude soni va tubdagi siljish kuchlanishini aniqlash tenglamalaridan foydalanildi [1, 6, 10, 11].

Grunt zarrachalarining oqim ta’sirida harakatlanish shartlarini baholashda kritik siljish kuchlanishi va Shields mezonidan foydalanildi. Mahalliy yuvilish jarayoni oqimning gidrodinamik ta’siri va gruntning yuvilishga qarshilik xususiyatlari o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlik asosida tahlil qilindi.

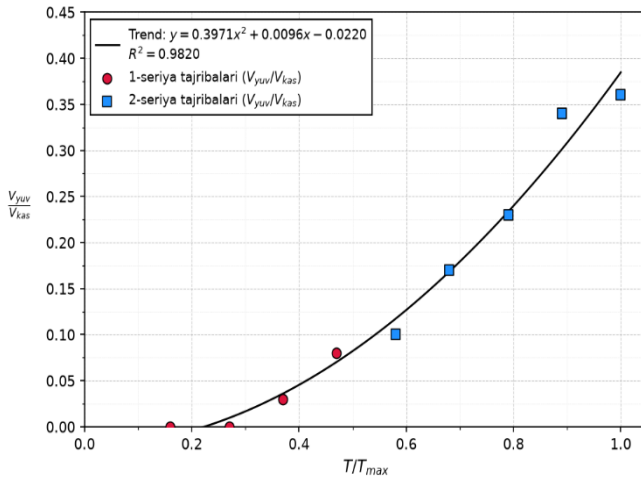
Mahalliy yuvilish zonasining asosiy geometrik ko‘rsatkichlari — maksimal yuvilish chuqurligi, yuvilish zonasining uzunligi va kengligi — oqim parametrlari, o‘zan geometriyasi va gruntning granulometrik tarkibiga bog‘liq holda aniqlandi. Hisoblash natijalarini tahlil qilishda parametrik taqqoslash va matematik-statistik usullardan foydalanilib, asosiy gidravlik omillarning yuvilish jarayoniga ta’siri baholandi. Tadqiqot natijalarining amaliy ishonchliligini oshirish maqsadida olingan hisoblash qiymatlari mavjud nazariy va tajribaviy bog‘lanishlar bilan taqqoslandi. Ushbu metodika pastki byefdagi gruntli uchastkalarning turg‘unligini baholash, mahalliy yuvilish xavfini aniqlash va gidrotexnika inshootlarining xavfsiz ekspluatatsiyasini ta’minlash uchun qo‘llashga yo‘naltirilgan [1, 2, 4].

ISSN 2181-4732
E-ISSN 2181-4015

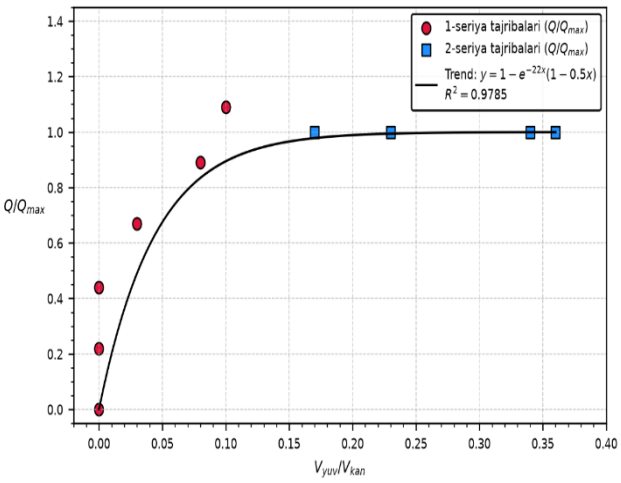
Natijalar va muhokama

Pastki byefdagi bog‘langan gruntli uchastkada mahalliy yuvilishni o‘rganish bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar tahliliga o‘tamiz. Birinchi qator tajribalarda yuvilish sodir bo‘lgan yuza bo‘ylab o‘rtacha tezliklar risbermadan chiqqan oqimdan boshlab o‘lchandi. O‘lchov nuqtalari risberma oxiridan 0,55; 1,0; 1,5 va 4 m masofada belgilandi. Oqimning ruxsat etilgan yuvmaydigan tezliklarini o‘rnatish uchun tajribalarda oqimning sarfi 0,6 l/s dan 3,0 l/s gacha yetdi. Bunga mos ravishda o‘rtacha tezliklar 0,14 m/s dan 1,7 m/s gacha o‘zgardi. Tajribalar 10–20 soat davom etdi. Bunda tajriba ma’lum bir muddatga to‘xtatilganda bog‘langan grunt namunasi o‘zida namlikni ushlab turish uchun vatin sifat material bilan mahkam qilib yopib qo‘yildi. Bu usulga ko‘ra bog‘langan gruntning fizik-mexanik xossalari tajriba o‘tkazilishi davomida saqlab qolindi. Tajribalar gruntning yuvilishi kasseta tubigacha borganda to‘xtatildi. Bu cheklanishlarga bog‘langan gruntni tayyorlash va grunt joylashgan kassetaning og‘irligi tufayli borildi [9, 10, 12].

Barcha tajribalar uchun mahalliy yuvilish zonasining hosil bo‘lish mexanizmi deyarli bir xil va faqat yuvilish hajmi va barqarorlashish vaqtiga ko‘ra farqlanadi. 7-tajriba davomiyligi 20 soatni tashkil etdi (1-jadval), sirt qatlamining sezilarli buzilishlari oqim tezligi 18 l / s bo‘lgan oqimga yetti soat davomida ta’sir qilgandan keyin kuzatila boshlandi, yuvilgan grunt hajmi esa $\frac{V_{yuv}}{V_{kass}} = 0,03$ tashkil etdi. Kasseta hajmi $V = 0,034 m^3$. Sarf 23 l/s gacha va vaqt 11 soatgacha oshirilganda yuvilish $\frac{V_{yuv}}{V_{kass}} = 0,1$ tashkil etib, yuvilish chegarasi o‘rnatilgandan keyin vaqt o‘tishi bilan bir tekis yuvilish boshlandi va bu qaraladigan tajriba uchun 20 soatdan keyin u barqarorlashdi. 1–5-rasmlarda bog‘langan grunt to‘liq hajmining o‘lchamsiz vaqtga $\frac{V_{yuv}}{V_{kass}} = f\left(\frac{t}{t_{\max}}\right)$, o‘lchamsiz sarfga $\frac{Q}{Q_{\max}} = f\left(\frac{V_{yuv}}{V_{kass}}\right)$ va yuvilish chuqurligining o‘lchamsiz sarfga $\frac{Q}{Q_{\max}} = f\left(\frac{h_{yu}}{h_{yu\,max}}\right)$ bog‘liq holda o‘zgarishi ko‘rsatilgan. [8, 9].



1-rasm. Bog‘langan grunt hajmining vaqtga bog‘liq ravishda o‘zgarishining $\frac{V_{yuv}}{V_{kass}} = f\left(\frac{t}{t_{\max}}\right)$ bog‘lanish grafigi.

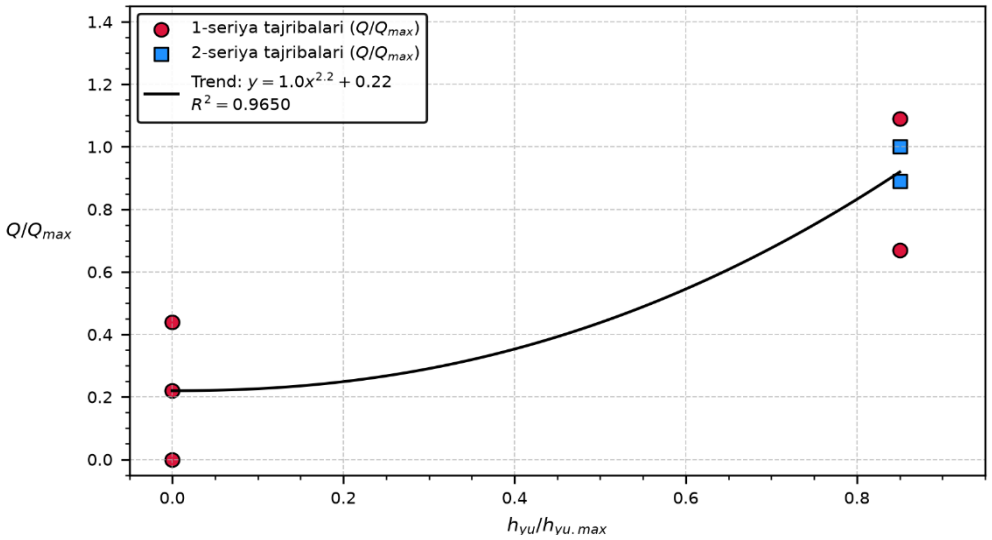


2-rasm. Bog‘langan grunt yuvilish hajmining suv sarfiga bog‘liq holda o‘zgarishi grafigi . $\frac{Q}{Q_{\max}} = f\left(\frac{V_{yuv}}{V_{kass}}\right)$

ISSN 2181-4732
E-ISSN 2181-4015

1 –jadval. 7L-tajriba ma’lumotlari

Taj-riba №	Q m^3/s	**Tajriba davo-miyligi, soat**	h_{yu} **yuvilish chuqur-ligi, sm**	$h_{yu\max}$ **maksimal yuvilish chuqurligi**	$\frac{h_{yu}}{h_{yu\,max}}$	**T tajriba umumiy vaqti, soat**	$\frac{T}{T\max}$	V_{yuv} **yuvil-gan hajm, m³**	$\frac{V_{yuv}}{V_{kas}}$	C $\frac{Q}{Q_{\max}}$	$\frac{d_0}{d_{0\max}}$	d_0, **mm**
7L	0,006	3	-	-	-	3	0,16	-	0,00	0,22	Yuvilish yo‘q	-
	0,012	2	-	-	-	5	0,26	-	0,00	0,44	Yuvilish yo‘q	-
	0,018	2	3,5	8,54	0,41	7	0,37	0,001	0,03	0,67	0,35	10
	0,024	2	6,0	8,45	0,71	9	0,47	0,002	0,08	0,89		
	0,027	2	6,5	8,55	0,76	11	0,58	0,003	0,10	1,09	0,6	12
	0,027	2	7,5	8,52	0,88	13	0,68	0,006	0,17	1,00		
	0,027	2	8,5	8,5	1,0	15	0,79	0,009	0,23	1,00	1,0	20
	0,027	2	8,5	8,5	1,0	17	0,89	0,012	0,34	1,00		
	0,027	2	8.5	8,5	1,0	19	1,00	0,12	0,36	1,00	0,9	8



3-rasm. Bog‘langan grunt yuvilish chuqurligining suv sarfiga bog‘liq ravishda o‘zgarishining $\frac{Q}{Q_{\max}} = f\left(\frac{h_{yu}}{h_{yu\,max}}\right)$ bog‘lanish grafigi.

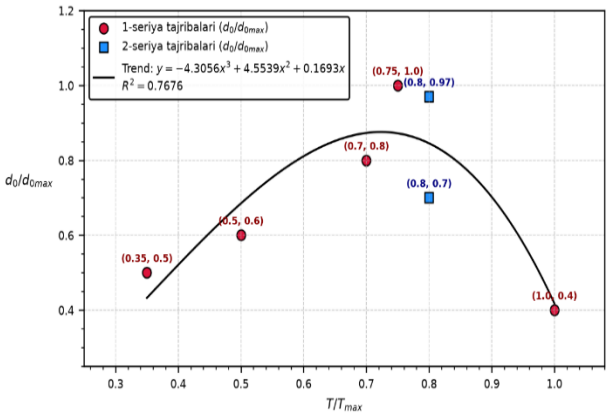
Bu jarayon sirt qatlamining mahalliy joylarini qamrab oladi va alohida strukturali shakl bilan aniqlanadigan g‘adir-budir sirt paydo bo‘lgandan keyin to‘xtaydi. Pastki byefda oqim tezligi oshishi natijasida frontal va ko‘taruvchi kuchlarning oshishiga olib keluvchi oqimga qarshi bo‘lgan agregat tomonidan boshlab yuvila boshlaydi. Bu sharoitda agregatning oqimga qarshi turgan qismi ko‘tarish kuchlari pulsatsiyasining ko‘payishiga olib keladi. Bu oqimning pulsatsiyali kuchlari ko‘payishi agregatdagi tebranish va dinamik kuchni oshiradi. Buning ta’sirida g‘adir-budirlikning asta-sekinlik

ISSN 2181-4732
E-ISSN 2181-4015

bilan buzilishiga olib keladi va nihoyat aktiv kuchlar teng ta’sir etuvchisi passiv kuchlardan ortsa, agregatlar uzila boshlaydi (4-rasm). Tajribalarda yuvilish voronkasida agregatlarning uzilish jarayonida ma’lum bir qonuniyat kuzatiladi. Haqiqatan ham, oqimning yuvish tezligi o‘rnatilganda, uziladigan agregatlarning diametri 2–4 mm ni tashkil qiladi, so‘ngra yuvilish voronkasi shakllanganda (10 soatdan keyin) agregatlarning o‘lchamlari 10–12 mm ga va ko‘pgina tajribalarning $T/T_{\max} \approx 0,6...0,8$ qiymatlarida o‘zining maksimal qiymati 20 mm ga yetadi (5-rasm).



4-rasm. Pastki byefdagi bog‘langan gruntning yuvilishi.



5-rasm. Bog‘langan grunt agregati uzilishini vaqtga bog‘liq ravishda o‘zgarishining $\frac{d_0}{d_{0max}} = f\left(\frac{T}{T_{\max}}\right)$ bog‘lanish grafigi.

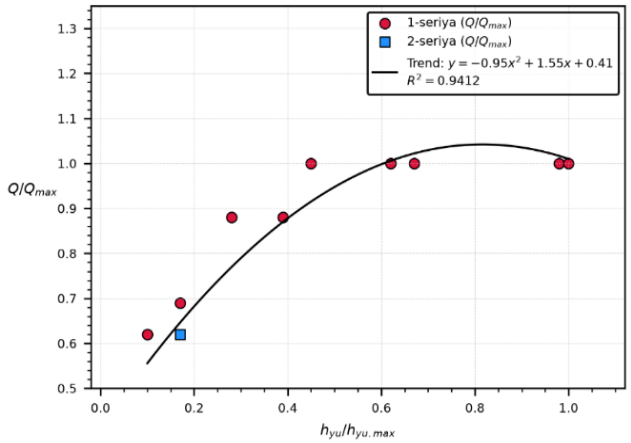
Keyinchalik yuvilish jarayoni odatda barqarorlashadi va uziladigan agregatlarning o‘lchamlari minimal qiymatiga yetadi. Yuvilish voronkasi to‘liq barqarorlashganda (amalda, tajribalar 50 soatgacha o‘tkazildi) agregatlarning uzilishi tasodifiy xarakterga ega bo‘lib, ularning diametri esa minimal bo‘ladi.

2-jadval. 8L-laboratoriya tajriba ma’lumotlari

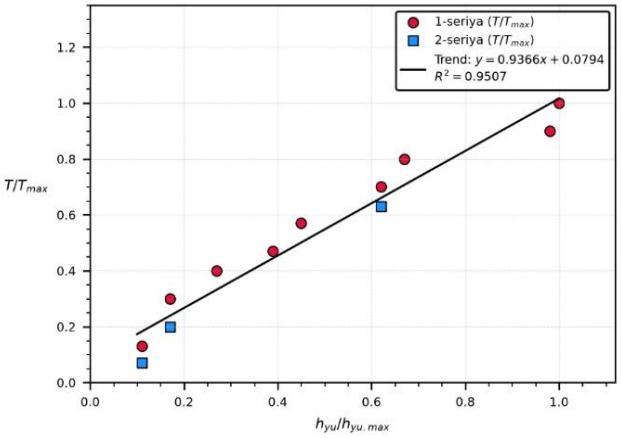
Taj-riba №	Q m^3/s	**Taj-riba davo miy-ligi, soat**	h_{yu} **yuvik ish chuq urligi , sm**	$h_{yu\max}$ **maksi-mal yuvilish chuqurli-gi**	$\frac{h_{yu}}{h_{yu\,max}}$	**T tajriba umu-miy vaqti, soat**	$\frac{T}{T\max}$	V_{yuv} **yuvilgan hajm, m³**	$\frac{V_{yuv}}{V_{kas}}$	$\frac{Q}{Q_{\max}}$	$\frac{d_0}{d_{0\max}}$	d_0, **mm**
8L	0,016	2	1	9,09	0,11	2	0,07	0,0000068	0,0002	0,62	-	-
	0,016	2	1	9,09	0,11	4	0,13	0,0000102	0,0003	0,62	-	-
	0,016	2	1,5	8,82	0,17	6	0,2	0,0000238	0,0007	0,62	-	-
	0,018	3	1,5	8,82	0,17	9	0,3	0,0000442	0,0013	0,69	0,25	5
	0,023	3	2,5	8,92	0,28	12	0,4	0,00017	0,005	0,88	0,5	7
	0,023	2	3,5	8,97	0,39	14	0,47	0,00034	0,01	0,88	-	-
	0,026	3	4	8,88	0,45	17	0,57	0,0017	0,05	1,00	0,5	20
	0,026	2	5,5	8,87	0,62	19	0,63	0,00272	0,08	1,00	0,65	13
	0,026	2	5,5	8,87	0,62	21	0,7	0,0034	0,1	1,00	0,5	10
	0,026	3	6	8,96	0,67	24	0,8	0,00408	0,12	1,00	0,7	7
	0,026	3	8,7	8,88	0,98	27	0,9	0,00476	0,14	1,00	-	-
	0,026	3	8,9	8,90	1.00	30	1,00	0,00544	0,16	1,00	-	-

ISSN 2181-4732
E-ISSN 2181-4015

Bog‘langan gruntlardagi mahalliy yuvilish bo‘yicha ma’lumotlar 6–8-rasmlarda ko‘rsatilgan.



6-rasm. Bog‘langan grunt yuvilish chuqurligining suv sarfiga bog‘liq ravishda o‘zgarishining $\frac{Q}{Q_{\max}} = f\left(\frac{h_{yu}}{h_{yu\,max}}\right)$ bog‘lanish grafigi.



7-rasm. Bog‘langan grunt yuvilish chuqurligining vaqtga bog‘liq ravishda o‘zgarishining $\frac{T}{T_{\max}} = f\left(\frac{h_{yu}}{h_{yu\,max}}\right)$ bog‘lanish grafigi (8L-tajriba).

$\frac{T}{T_{\max}}$ va $\frac{h_{yu}}{h_{yu\,\max}}$ nisbiy koordinatalarda qurilgan ko‘plab egri chiziqlarning tahlili barcha tajribalar uchun deyarli bir xil bo‘lib chiqdi. Bundan yuvilish vaqtini baholash uchun empirik bog‘liqlikni olish mumkin. Buning uchun yuqoridagi 2-jadvalda keltirilgan $\frac{T}{T_{\max}} = f\left(\frac{h_{yu}}{h_{yu\,max}}\right)$ nisbatlar bog‘lanish grafigidan foydalanamiz (7-rasm).

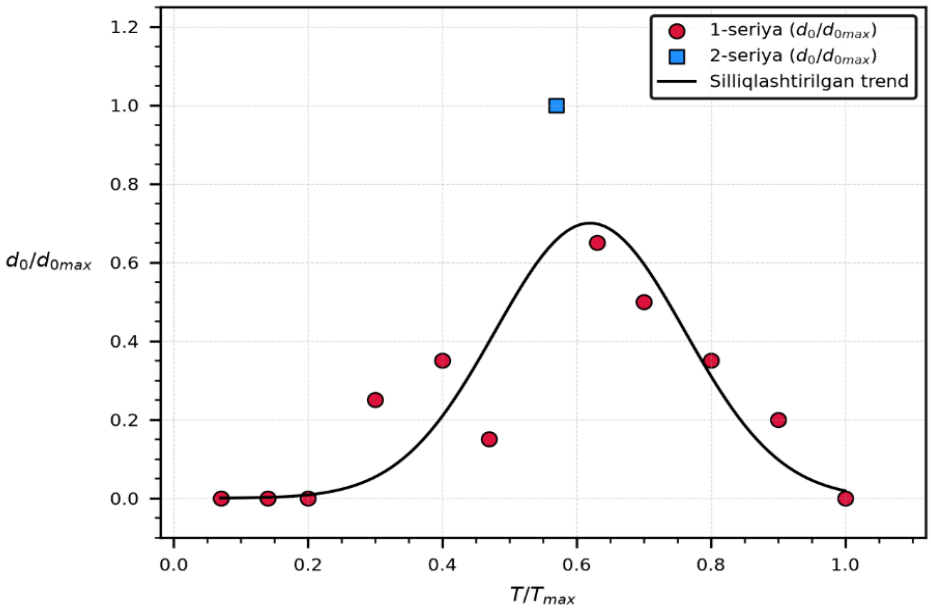
Regressiya tahliliga ko‘ra ushbu

$$\frac{T_i}{T_{\max}} = 0,937\frac{h_{yui}}{h_{yu\,\max}} + 0,079 \qquad (1.1)$$

yuvilish intensivligini baholaydigan empirik bog‘lanishga ega bo‘lamiz.

Agregatlar differensiyasining o‘ziga xos xususiyati shundaki, yuvilish zonasining shakllanish jarayonida oqimning kinematik tuzilishi zonaning tub zonasida qayta shakllanadi. Bunda bo‘ylama uyurmalar sodir bo‘lib, bu holatda zonadan uzilgan agregatlarning o‘lchamlari $d \approx 0,1L_b$ gacha yetib boradi (1-rasm). Bunda L_b - tub zonadagi uyurmaning geometrik o‘lchamlari. Aynan shunday ma’lumotlar keyingi o‘tkazilgan tajribalarda ham olindi. Uzilgan agregatlarning diametri maksimal qiymatgacha yetdi, keyin esa asta-sekin kamaydi (8-rasm), yuvilish kassetaning tubiga yetib kelganligi sababli tajriba to‘xtatildi, chunki bunda eksperimental sharoitlar buziladi. Tadqiqot ma’lumotlari tahliliga ko‘ra yuvilish zonasi boshida kichik diametrli agregatlarning grunt massividan uzilishi boshlanadi va bu jarayonning rivojlanishi mahalliy yuvilishning boshlanishiga olib keladi. Bu intensiv jarayon zona boshidan uzunlikka mos ravishda toki yuvilish chuqurligi maksimal qiymatga yetgunga qadar davom etadi. Bunda yuqoridagi jarayonga mos ravishda kichik diametrli agregatlardan boshlab katta diametrli agregatlargacha oqim bilan tashiladi va yuvilish zonasi sodir bo‘ladi. Maksimal chuqurlikdan keyin chuqurlik kamayib boradi va bunga mos ravishda agregat harakati diametrlari kichiklashib boradi.

ISSN 2181-4732
E-ISSN 2181-4015



8-rasm. Bog‘langan grunt agregatining vaqtga bog‘liq ravishda uzilishini $\frac{d_0}{d_{0max}} = f\left(\frac{T}{T_{\max}}\right)$ **bog‘lanish grafigi.**

Pastki byefdagi bog‘langan gruntli kanal o‘zanining bosh qismida yuvilish intensivligi quyi qismi o‘zaniga nisbatan yuqori bo‘ladi. Buning sababi kanal o‘zani bosh qismiga inshootning oqim kinematikasi katta ta’sir ko‘rsatadi. Inshootdan tushgan oqim so‘ndirgichlar qurilgan bo‘lishiga qaramay inshootdan keyingi uchastka o‘zining notekis oqimini saqlab qoladi va pastki byefdagi kanal o‘zanining ayniqsa bosh qismiga anchagina ta’sirini ko‘rsatib, o‘zanning intensiv yuvilishiga olib keladi. Kanalning qandaydir pastki uchastkasida oqim tinch oqim holatiga o‘tadi va yuvilish intensivligi pasayib boradi.

Yuvilishga mos keladigan tezlik o‘rnatilgunga qadar, pastki byefdagi yuvilish sezilarli emas, lekin yuvilish tezligiga yaqin tezliklarda yuvilish intensiv bo‘ladi va zonadagi tub osti tezliklar yuvmaydigan tezliklar bilan tenglashganda yuvilish to‘xtaydi.

Yuvilish zonasi uzunligining zona chuqurligiga nisbati bog‘lanmagan gruntlarga qaraganda biroz kattaroq va zona fokusining yuvilishi esa uncha chuqur bo‘lmaydi.

Bog‘langan gruntdagi yuvilish zonasining asosiy geometrik xarakteristikalari bog‘lanmagan grunt xarakteristikalaridan ancha farq qiladi. Bularning asosiy farqi shundaki, yuvilish zonasidan keyin yuvilgan oqiziqlarning yotib qolishi kuzatilmaydi hamda pastki va yuqori yon tomon qiyaliklarining yotiqliklari bog‘lanmagan gruntlardagidan farq qiladi.

Xulosa

1. O‘tkazilgan tadqiqotlar asosida suv tashlash inshootlarining pastki byefidagi tubning mahalliy deformatsiyalarini hisoblash usuli ishlab chiqildi. Bunda yuvilishning barqarorlashuv vaqti hisobga olindi. Yuvilish fokusini va maksimal chuqurligini aniqlash uchun taqribiy yechim olindi.

2. Yuvilish zonasidagi oqim kinematik xususiyatlarining o‘zgarishi, oqimning risbermadan tushishidagi dastlabki turbulentligiga hamda gidravlik sakrashning balandlik va uzunlik parametrlariga sezilarli darajada bog‘liqligi aniqlandi.

3. O‘tkazilgan tadqiqotlar asosida suv tashlash inshootlarining pastki byefidagi bog‘langan gruntli o‘zan tubining mahalliy deformatsiyalarini hisoblash usuli ishlab chiqildi. Bunda yuvilishning barqarorlashuv vaqti hisobga olindi. Yuvilish fokusi va maksimal chuqurligini aniqlash uchun hisobiy yechim olindi.

ISSN 2181-4732
E-ISSN 2181-4015

Adabiyotlar

[1] Einstein H.A. The Bed-Load Function for Sediment Transportation in Open Channel Flows. Technical Bulletin No. 1026. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1950. – 71 p.
[2] Ackers P., White W.R. Sediment Transport: New Approach and Analysis. Journal of the Hydraulics Division, ASCE. 1973, Vol. 99, No. HY11.
[3] Yalin M.S. Mechanics of Sediment Transport. 2nd ed. Oxford: Pergamon Press, 1977.
[4] Van Rijn L.C. Sediment Transport, Part I: Bed Load Transport. Journal of Hydraulic Engineering, 1984, Vol. 110, No. 10, pp. 1431–1456.
[5] Van Rijn L.C. Sediment Transport, Part II: Suspended Load Transport. Journal of Hydraulic Engineering, 1984, Vol. 110, No. 11, pp. 1613–1641.
[6] Bagnold R.A. An Approach to the Sediment Transport Problem from General Physics. U.S. Geological Survey Professional Paper 422-I. Washington, D.C., 1966.
[7] Yang C.T. Sediment Transport: Theory and Practice. New York: McGraw-Hill, 1996.
[8] Eshev S.S., Isakov A.N., Safarov A.A., Yuldosheva U.T. Calculation of Local Water Behind the Lower Water Mountings. // Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 11, Issue 2, February 2024, [ISSN: 2350-0328] 21419-21425 betlar. Copyright to IJARSET. (05.00.00, №8).
[9] Eshev S.S., Bobomurodov F.F., Isaqov A.N., Mamatov N.Z. Evaluation of the influence of the physical properties of bound soils on the washing process. // Universum: texnicheskie nauki. DOI:10.32743/UniTech.2022.102.9.14293, 19-22 pages. Sentabr, 2022 g. (02.00.00; №1).
[10] Eshev S.S., Bobomurodov F.F., Isakov A.N., Mamatov N.Z. Evaluating the Effect of Cohesive Strength on Self-Leaching in Bonded Soils // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology- Vol. 9, Issue 8 , August 2022 ISSN: 2350-0328,19636-19641 pages. Copyright to IJARSET (05.00.00, №8).
[11] G‘ayimnazarov I. X. UDC 532.543: 627.157: Calculation of the parameters of the base rows in a non-stationary flow //Innovatsion texnologiyalar. – 2025. – T. 59. – №. 3. – C. 62-66.
[12] G‘ayimnazarov, I., Eshev, S., Bazarov, O., Latipov, S., Rakhimov, A., & Guliyeva, S. (2025, July). Investigation of the initiation of sediment movement in mixed flows. In AIP Conference Proceedings (Vol. 3256, No. 1, p. 020041). AIP Publishing LLC.
[13] Eshev, S. S., Gayimnazarov, I. X., Latipov, S. A., Rahmatov, M. I., & Kholmamatov, I. K. (2023, March). Calculation of parameters of subsurface ridges in a steady flow of groundwater channels. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2612, No. 1, p. 050033). AIP Publishing LLC.
[14] G‘ayimnazarov, I. X. (2024). OQIZIQLAR HARAKATINING BOSHLANISHINI TAHLIL QILISH. Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences, 4(10), 142-147.
[15] G‘ayimnazarov Israil Xoliqovich, Mamarasulov Sobir Raxmonqulogli, and Toshmurodov Jomurod Jahongirogli. “O‘ZAN TUBI BARQARORLIGINI BAHOLASH USULLARI” Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности 4.1 (2026): 237-241.