


UO‘K: 532.543:627.157

 10.70769/3030-3214.SRT.4.1.2026.30

O‘ZAN TUBI BARQARORLIGINI BAHOLASH USULLARI



**G‘ayimnazarov Israil
Xoliqovich**

*Texnika fanlari bo‘yicha falsafa
doktori (PhD), dotsent, Qarshi
davlat texnika universiteti, Qarshi,
O‘zbekiston*
E-mail: igayimnazarov@gmail.com
ORCID ID: 0009-0000-0680-5174
Science ID: FQD-0226-0016



**Mamarasulov Sobir
Raxmonqul o‘g‘li**

*Doktorant (PhD), Qarshi davlat
texnika universiteti, Qarshi,
O‘zbekiston*
E-mail:
sobirmamarasulov6@gmail.com
ORCID ID: 0009-0004-6707-5741



**Toshmurodov Jomurod
Jahongir o‘g‘li**

*Magistrant, Qarshi davlat texnika
universiteti, Qarshi, O‘zbekiston*
E-mail: jomurod@gmail.com
ORCID ID: 0009-0001-1800-9148

Annotatsiya. Bugungi kunga qadar grunt o‘zanli kanallarda gryadalarining hosil bo‘lishi va harakati masalasi bo‘yicha dunyoning turli ilmiy markazlarida keng ko‘lamli dala kuzatuvlari hamda laboratoriya tajribalari o‘tkazilgan. Ushbu tadqiqotlar natijasida katta hajmdagi eksperimental ma‘lumotlar to‘plangan. Ayrim tadqiqotchilar mazkur ma‘lumotlarni umumlashtirishga va yagona hisobiy bog‘lanishlar shaklida ifodalashga harakat qilgan bo‘lsalar-da, hozirgi kungacha ushbu masala bo‘yicha to‘liq ishonchli va universal natijalarga erishilmagan. Mavjud ilmiy adabiyotlarni tahlil qilish shuni ko‘rsatadiki, grunt o‘zanli kanallarda gryadalar harakati muammosi ochiq o‘zanlar gidravlikasining eng murakkab va dolzarb masalalaridan biri bo‘lib qolmoqda.

Olingan tajriba va kuzatuv ma‘lumotlarini tahlil qilish natijalari shuni ko‘rsatadiki, to‘lqinlarning parametrlarida yuz beradigan o‘zgarishlar gryadalarining geometrik va kinematik xususiyatlariga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Xususan, kanal oqimining statsionar holatida shakllanadigan gryadalarga nisbatan, shamol to‘lqinlari ta’siri ostida vujudga keladigan gryadalar kattaroq o‘lchamlarga ega bo‘lishi kuzatiladi. Bu holat, avvalo, to‘lqinlar ta’siri natijasida o‘zan tubida hosil bo‘ladigan tangensial kuchlanishlarning ortishi bilan izohlanadi. Mazkur kuchlanishlarning oshishi esa gryadalar parametrlarining yiriklashuviga olib keladi.

Ochiq o‘zanlarda oqiziqslarning gryadali shaklda tashilishi nazariyasiga asoslanib, kanallarda suv oqimining statsionar va nostatsionar harakat sharoitlarida oqiziqslar tashilishini hisoblash usullari yanada takomillashtirildi. Ushbu yondashuv o‘zan tubida kechadigan murakkab morfodinamik jarayonlarni yanada aniqroq tavsiflash hamda hisobiy natijalarning ishonchliligini oshirish imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: nostatsionar oqim, gryadalar, gryadalar tikligi, oqiziqslar, oqiziqslar harakati, deformatsiya, o‘zan tubi, g‘adir-budirligi, gidravlik qarshilik, dinamik tezlik, siljish tezligi, shamol to‘lqinlari, olib ketuvchi kuch.

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ДНА РУСЛА

**Гайимнazarов Исраил
Холикович**

*Доктор философии (PhD) по
техническим наукам, доцент,
Каршинский государственный
технический университет,
Карши, Узбекистан*

**Мамарасулов Собир
Рахмонкулович**

*Докторант (PhD), Каршинский
государственный технический
университет, Карши,
Узбекистан*

**Тошмуродов Жомурод
Жахонгир угли**

*Магистрант, Каршинский
государственный технический
университет, Карши,
Узбекистан*

Аннотация. На сегодняшний день в различных научных центрах мира проведены широкомасштабные полевые наблюдения и лабораторные эксперименты по вопросу формирования и движения гряд в каналах с грунтовым руслом. В результате этих исследований был собран большой объем экспериментальных данных. Хотя некоторые исследователи пытались обобщить эти данные и представить их в виде единых расчетных зависимостей, до настоящего времени по этому вопросу не получены полностью достоверные и универсальные результаты. Анализ имеющейся научной литературы показывает, что проблема движения гряд в каналах с грунтовым руслом остается одной из наиболее сложных и актуальных задач гидравлики открытых русел.

Результаты анализа полученных экспериментальных данных и наблюдений показывают, что изменения параметров волн оказывают непосредственное влияние на геометрические и кинематические характеристики гряд. В частности, наблюдается, что гряды, образующиеся под воздействием ветровых волн, имеют большие размеры по сравнению с грядами, формирующимися в стационарном состоянии потока канала. Это объясняется, прежде всего, увеличением касательных напряжений, возникающих на дне русла в результате воздействия волн. Увеличение этих напряжений приводит к укрупнению параметров гряд.

На основе теории переноса наносов в форме гряд в открытых руслах были усовершенствованы методы расчета переноса наносов в каналах в условиях стационарного и нестационарного движения водного потока. Такой подход позволяет более точно описать сложные морфодинамические процессы, происходящие на дне русла, и повысить достоверность расчетных результатов.

Ключевые слова: нестационарный поток, гряды, крутизна гряд, наносы, движение наносов, деформация, дно русла, шероховатость, гидравлическое сопротивление, динамическая скорость, скорость сдвига, ветровые волны, сила уноса.

METHODS FOR ASSESSING RIVERBED STABILITY

Gaimnazarov Israil
Kholikovich

PhD in Technical Sciences, Docent,
Karshi State Technical University,
Karshi, Uzbekistan

Mamarasulov Sobir
Rakhmonkulovich

Doctoral student (PhD), Karshi
State Technical University, Karshi,
Uzbekistan

Toshmurodov Jomurod
Jahongir ugli

Master's student, Karshi State
Technical University, Karshi,
Uzbekistan

Abstract. To date, extensive field observations and laboratory experiments on the formation and movement of bedforms in channels with alluvial beds have been conducted in various scientific centers worldwide. These studies have yielded a large volume of experimental data. Although some researchers have attempted to generalize these data and present them as unified computational relationships, fully reliable and universal results on this issue have not yet been obtained. Analysis of the existing scientific literature shows that the problem of bedform movement in channels with alluvial beds remains one of the most complex and relevant challenges in open channel hydraulics.

The results of analyzing the obtained experimental data and observations indicate that changes in wave parameters directly affect the geometric and kinematic characteristics of the bedforms. In particular, it has been observed that bedforms formed under the influence of wind waves have larger dimensions compared to those formed in steady-state channel flow. This is primarily attributed to the increase in shear stresses occurring at the channel bottom as a result of wave action. The increase in these stresses leads to the enlargement of bedform parameters.

Based on the theory of bedform sediment transport in open channels, methods for calculating sediment transport in channels under steady and unsteady flow conditions have been improved. This approach allows for a more accurate description of the complex morphodynamic processes occurring at the channel bottom and enhances the reliability of the calculated results.

Keywords: *unsteady flow, bedforms, bedform steepness, sediments, sediment transport, deformation, riverbed, roughness, hydraulic resistance, dynamic velocity, shear velocity, wind waves, entrainment force.*

Kirish. Ushbu maqolada kanal suv oqimiga shamol to'liqlari ta'sir qilgandagi, ya'ni nostatsionar harakatdagi kanal tubida sodir bo'ladigan gryadalar o'lchamlari aniqlanishi hisoblanadi. Nostatsionar oqim sharoitida sodir bo'ladigan gryadalar hosil bo'lish jarayoni, statsionar holatdagi o'zan tubi gryadalariga nisbatan sezilarli darajada murakkabroq kechadi. Mazkur jarayonning kechishiga oqimning kinematik parametrlaridan tashqari, shamol to'liqlarining parametrlari ham sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli, bugungi kunda bir yo'nalishli oqimga shamol to'liqlari ta'sirida paydo bo'ladigan gryadalar parametrlarini aniqlash masalasi kanallarni loyihalash, qurish va ekspluatatsiya qilish jarayonlarida muhim rol o'ynaydi va tadqiqotchilar tomonidan katta qiziqish uyg'otadi.

O'zanlardagi oqiziqqlarning gryadli va gryadsiz harakati bo'yicha S.T. Altunin, V.S. Altunin, V.S. Borovkov, K.V. Grishanin, V.K. Debolskiy, Y.A. Ibadzade, I.G. Kantardji, I.F. Karasev, V.S. Knoroz, Z.D. Kopalani, Y.M. Kuzminov, E.I. Mass, I.I. Levi, B.F. Snishenko, E.K. Rabkova, N.S. Znamenskaya, P. Akkers, L. Van-Rayn, J.D. Jonson, J. Kennedy, H. Eynshteyn, R. Engelund, A.H. Abalyans, Q.Sh. Latipov, H.A. Ismagilov, A.M. Muxamedov, R.M. Karimov, M.R. Bakiyev, E.J. Maxmudov, A.M. Arifjanov, D.R. Bazarov, S.S. Eshev, T. Majidov va boshqa olimlar tomonidan ko'plab nazariy, laboratoriya va dala sharoitlarida tadqiqotlar olib borilgan. Ushbu ishlar o'zan tubida gryadalar hosil bo'lishi, ularning harakati va oqiziqqlarning tashilishi jarayonini batafsil tahlil qilishga imkon yaratadi. [1-6, 9-10, 11-14].

Uslub va materiallar. Hozirgi kunda nostatsionar oqim sharoitida sodir bo'ladigan gryadalar jarayoni mavjud tadqiqotlar, shu jumladan nazariy tahlillar va eksperimental tajribalar asosida o'rganilmoqda. Oqiziqqlarning gryadli tartibda harakatlanishi ularning harakatining boshlanishidan boshlab, dumalash, saltatsiyali va muallaq holatlarni egallashi bilan yakunlanadi.

Gryadalar shakllanishiga eng sezilarli ta'sir ko'rsatadigan omillar quyidagilardan iborat:

Oqimning turbulentiqligi;

Gryadalarining tikligi. h_{gr}/ℓ_{gr}

Ushbu maqolada kanallardagi bir yo'nalishli oqimga shamol to'liqlari ta'sirida hosil bo'ladigan gryadalar shakllanishi va ularning parametrlarini aniqlash masalasi tahlil qilinadi. Mazkur masalani o'rganish maqsadida Qarshi davlat texnika universiteti laboratoriyasida tajribalar o'tkazildi. Tajribalarda temir lotok ichida turli yon tomon qiyalik koeffitsientlariga ($m = 2,0; 2,5; 3,0; 3,5$) ega bo'lgan trapesiya shaklidagi kanal modellari qurildi va har bir yon tomon qiyaliklari uchun tajribalar uch bosqichda amalga oshirildi.

Ushbu tadqiqotlar oqimi va shamol to'liqlarining gryadalar hosil bo'lishiga ta'sirini aniqlash tavsiflash, shuningdek, kanallarni loyihalash va oqiziqqlar harakatini modellashtirishda ilmiy asos yaratishga imkon beradi [9,10,13].

O'tkazilgan tajriba ma'lumotlari statistik usul yordamida qayta ishlangan. Natijalarni tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, to'liq parametrlarining (h_v, λ_v) o'zgarishiga bog'liq holda gryadalar parametrlarida ham (h_{vgr}, ℓ_{vgr}) sezilarli o'zgarishlar yuz beradi. Shu sababli, kanal oqimining statsionar holatidagi gryadalar nisbatan, shamol to'liqlari ta'siri ostida hosil bo'ladigan gryadalar kattaroq o'lchamlarga ega bo'lishi kuzatiladi.

Haqiqatan ham, to'liqlar ta'siri ostida o'zan tubida tangensial kuchlanishlarning ortishi sodir bo'ladi, bu esa gryadalar parametrlarining kattalashishiga olib keladi. Ushbu jarayonni birinchi navbatda gryadalar balandligini hisoblash orqali aniqlash mumkin. Buning uchun laboratoriya va natura ma'lumotlaridan foydalaniladi.

Yuoqoridagi mulohazalarga asoslanib, statsionar harakatda hosil bo'lgan gryadalarining to'liqlar ta'sirida o'zgarishini hisoblashda empirik bog'lanishlarni qo'llash mumkin. Shu asosda, nostatsionar oqim ta'sirida hosil bo'ladigan gryadalar balandligini aniqlash imkoniyati yaratiladi.

$$\frac{h_{vgr}}{h_{gr}} = 1 + 2,21 \frac{\lambda_v}{h_0}, \quad (1)$$

uzunligi uchun esa

$$\frac{\ell_{vgr}}{\ell_{gr}} = 1 + 0,20 \frac{\lambda_v}{h_0} \quad (2)$$

bog'lanishlarni yozamiz.

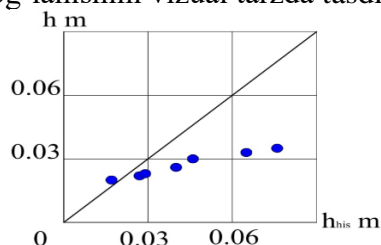
Bu empirik formulalarni mos ravishda quyidagi ko'rinishda ifodalaymiz:

$$h_{vgr} = h_{gr} \left(1 + 2,21 \frac{\lambda_v}{h_0} \right), \quad (3)$$

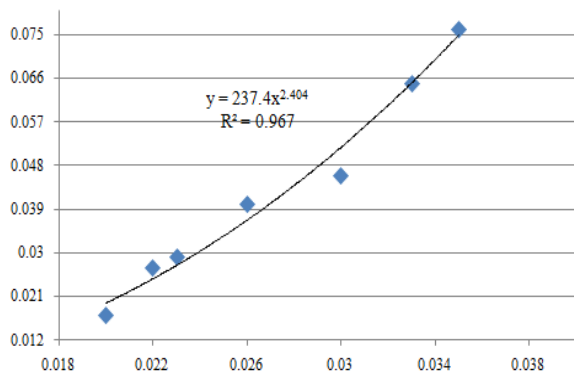
$$\ell_{vgr} = \ell_{gr} \left(1 + 0,20 \frac{\lambda_v}{h_0} \right), \quad (4)$$

bu yerda h_v, λ_v - mos ravishda to'liqlarning balandligi va uzunligi; h_{gr}, ℓ_{gr} - kanallarda to'liqlar bo'lmagan oqimda sodir bo'ladigan gryadlarning mos ravishda balandligi va uzunligi bo'lib, ular biz tomondan taklif qilingan [3-6;9;10] formulalardan aniqlanadi; h_{vgr}, ℓ_{vgr} - oqimga to'liqlar ta'sir qilganda sodir bo'ladigan gryadlarning mos ravishda balandligi va uzunligi; h_0 - oqimning o'rtacha balandligi.

Olingan tajribada suvning nostatsionar harakatida sodir bo'ladigan o'zan tubi gryadalarining balandligini aniqlash maqsadida laboratoriya tajribasi ma'lumotlari va (4)-formulaga asosan hisoblangan qiymatlar kiritilgan. Shuningdek, 2-rasmda regression tahlil natijalari ko'rsatilgan, bu esa olingan ma'lumotlarning empirik bog'lanishini vizual tarzda tasdiqlaydi.



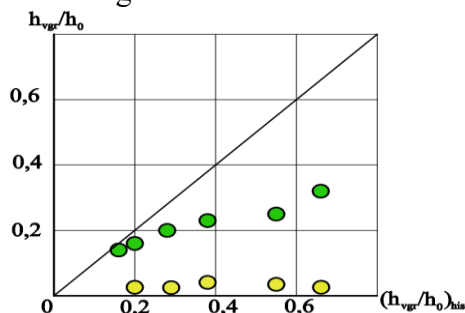
1-rasm. Tajribaviy gryadlarning balandligini hisobiy gryadlarning qiymatlari bilan taqqoslash.



2-rasm. Regression tahlil.

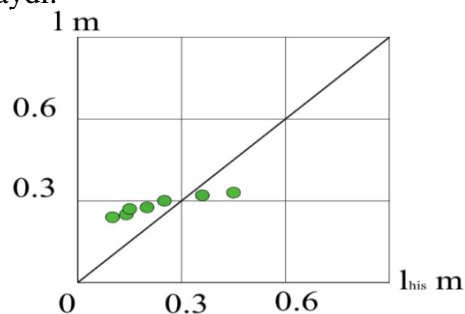
Shuningdek, gryad balandliklarining laboratoriya va dala tajribalarida olingan ma'lumotlari

bilan hisobiy ma'lumotlarning taqqoslanishi 3-rasmda ko'rsatilgan.

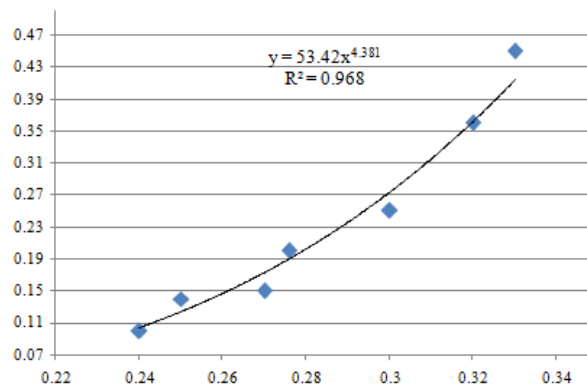


3-rasm. Nostatsionar oqim sharoitida laboratoriya va dala tajribalarida olingan h_{gr}/h_0 nisbatining hisob bo'yicha olingan nisbatlari bilan taqqoslanishi.

Nostatsionar oqim holatida sodir bo'lgan gryadalar uzunligini aniqlashning haqqoniyligi ko'rib chiqiladi. Laboratoriya tajribalariga asoslanib olingan gryadalar uzunliklari bilan (4)-formular bo'yicha hisoblangan qiymatlarning taqqoslanishi 4-rasmda keltirilgan, shuningdek, regression tahlil natijalari 5-rasmda tasvirlangan. Ushbu tahlillar gryadalar uzunligini aniqlash bo'yicha laboratoriya va hisobiy natijalar o'rtasidagi bog'liqlikni aniq ko'rsatadi va empirik modelning ishonchligini tasdiqlaydi.

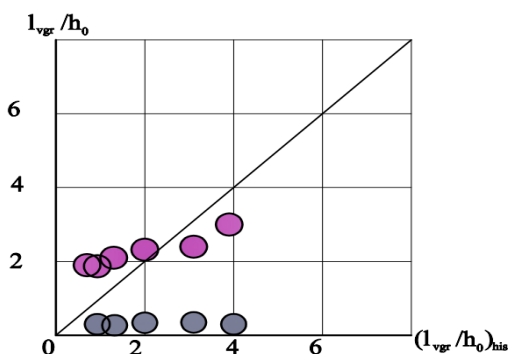


4-rasm. Tajriba va hisobiy gryadlarni taqqoslash.



5-rasm. Regression tahlil.

Kanal o‘zanining nostatsionar oqimida sodir bo‘lgan gryadalar uzunliklari bo‘yicha laboratoriya va dala sharoitlarida olingan ma’lumotlar kiritilgan. Ushbu qiymatlar (4)-bog‘lanishga asosan hisoblangan qiymatlar bilan solishtirilgan bo‘lib, ularning bir-biriga yaqinligini 6-rasmda ko‘rsatish mumkin.



6-rasm. Nostatsionar oqim sharoitida laboratoriya va dala tajribalarda olingan l_{gr}/h_0 nisbatning hisob bo‘yicha olingan nisbatlari bilan taqqoslanishi.

Demak, deformatsiyalanadigan ochiq o‘zanlar gidravlikasining, shamol to‘lqinlari bilan bog‘liq bo‘lgan nostatsionar oqim sharoitida sodir bo‘ladigan gryadalar balandliklari va uzunliklarini hisoblash masalalarida hosil qilingan (3) va (4)-formulalardan foydalanish mumkin.

Xulosa. 1. Kanal ichidagi suvning statsionar va nostatsionar sharoitlarida o‘tkazilgan laboratoriya tajribalari asosida, kanal o‘zan tubida sodir bo‘ladigan gryadalar balandligi va uzunligini aniqlash uchun bog‘lanishlar olinadi. Laboratoriya va hisobiy qiymatlarning taqqoslanishi ularning bir-biriga yaqinligini ko‘rsatdi.

2. Ochiq o‘zandagi oqiziqqlarning gryadli ko‘rinishda tashilishini hisoblash usuli asosida, kanaldagi suvning statsionar va nostatsionar harakatlari sharoitida oqiziqqlar tashilishini hisoblash usuli takomillashtirildi. Ushbu hisob usuli, oqiziqqlar tashilishiga to‘lqinlarning asosiy ta’sir xususiyatini, ya’ni to‘lqinli oqim sharoitida oqiziqqlar tashilishining sezilarli darajada oshishini, aks ettiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

- [1] Гришанин, К. В. (1979). Динамика русловых потоков. Ленинград: Гидрометеоиздат.
- [2] Знаменская, Н. С. (1968). Грядовое движение наносов. Ленинград: Гидрометеоиздат.
- [3] Чоу, В. Т. (1969). Гидравлика открытых каналов. Москва: Издательство литературы по строительству.
- [4] Снищенко, Б. Ф., & Копалиани, З. Д. (1978). О скорости движения гряд в реках и лабораторных условиях. Труды ГГИ, 252, 20–37.
- [5] Елфимов, В. И. (n.d.). Исследование структуры донно-грядового рельефа дна и его влияние на гидравлические сопротивления (Автореферат диссертации кандидата физико-математических наук).
- [6] Железняков, Г. В., & Дебольский, В. К. (1971). О грядовом движении наносов при их различной плотности. Доклады ВАСХНИЛ, (2), 42–45.
- [7] Azinfar, H., & Kells, J. A. (2009). Flow resistance due to a single spur dike in an open channel. *Journal of Hydraulic Research*, 47(6), 755–763.
- [8] Hu, H., Wei, T., Yang, Z., Hackney, C. R., & Parsons, D. R. (2018). Low-angle dunes in the Changjiang (Yangtze) Estuary: Flow and sediment dynamics under tidal influence. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 205, 110–122. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2018.03.009>
- [9] G‘ayimnazarov, I. X. (2022). Kanallarning nostatsionar oqim sharoitlarida oqiziqqlar sarfini hisoblash usullarini takomillashtirish (Dissertatsiya).
- [10] Эшев, С. С., Рахимов, А. Р., & Гайимназаров, И. Х. (2021). Влияние волновых потоков на деформаций русел каналов. Ташкент: Voris nashriyot.
- [11] 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.