

**“TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO‘JALIGINI
MEXANIZATSIYALASH MUHANDISLARI INSTITUTI” MILLIY
TADQIQOT UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR
BERUVCHI_DSc.03/30.12.2019.T.10.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

**“TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO‘JALIGINI
MEXANIZATSIYALASH MUHANDISLARI INSTITUTI”
MILLIY TADQIQOT UNIVERSITETI**

KANNAZAROVA ZULFIYA TOLIBAYEVNA

**SUG‘ORILADIGAN YERLARDA YOPIQ GORIZONTAL DRENAJ
TOZALASH USULI VA QURILMASINI TAKOMILLASHTIRISH**

**05.07.01 – Qishloq xo‘jaligi va melioratsiya mashinalari. Qishloq xo‘jaligi va melioratsiya
ishlarini mexanizatsiyalash**

**dissertatsiya himoyasisiz xalqaro tizimga kirgan ilmiy jurnallardagi maqolalari asosida
texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) ilmiy darajasini berish bo‘yicha**

TAQDIMNOMA

**Dissertatsiya himoyasisiz xalqaro tizimga kirgan ilmiy jurnallardagi
maqolalari asosida texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) ilmiy
darajasini berish bo‘yicha taqdimnoma mundarijasi**

**Оглавление презентации представляемых для присуждения ученой
степени доктора философии (PhD) по техническим наукам без защиты
диссертации на основе статей из международных научных журналов
Contents of dissertation presentation of doctor of philosophy (PhD) on
technical sciences based on articles in scientific international journals the
without dissertation defense**

Kannazarova Zulfiya Tolibayevna

Sug‘oriladigan yerlarda yopiq gorizontal drenaj tozalash usuli va
qurilmasini takomillashtirish..... 3

Канназарова Зульфия Толыбаевна

Совершенствование способа и устройства очистки закрытого
горизонтального дренажа на орошаемых землях..... 31

Kannazarova Zulfiya Tolibayevna

Improving the method and devise of cleaning closed horizontal drainage in
irrigated lands 59

E‘lon qilingan ishlar ro‘yxati

Список опубликованных работ
List of published works..... 65

**“TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO‘JALIGINI
MEXANIZATSIYALASH MUHANDISLARI INSTITUTI” MILLIY
TADQIQOT UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR
BERUVCHI_DSc.03/30.12.2019.T.10.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

**“TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO‘JALIGINI
MEXANIZATSIYALASH MUHANDISLARI INSTITUTI”
MILLIY TADQIQOT UNIVERSITETI**

KANNAZAROVA ZULFIYA TOLIBAYEVNA

**SUG‘ORILADIGAN YERLARDA YOPIQ GORIZONTAL DRENAJ
TOZALASH USULI VA QURILMASINI TAKOMILLASHTIRISH**

**05.07.01 – Qishloq xo‘jaligi va melioratsiya mashinalari. Qishloq xo‘jaligi va melioratsiya
ishlarini mexanizatsiyalash**

**dissertatsiya himoyasisiz xalqaro tizimga kirgan ilmiy jurnallardagi maqolalari asosida
texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) ilmiy darajasini berish bo‘yicha**

TAQDIMNOMA

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) ilmiy tadqiqot mavzusi O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2025.4.PhD/T6241 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya himoyasiz xalqaro tizimga kiritilgan ilmiy jurnallardagi maqolalari asosida texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) ilmiy darajasini berish bo'yicha tadqiqot ishi "Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" Milliy tadqiqot universitetida bajarilgan.

Taqdimnoma uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezюме)) Ilmiy kengash veb-sahifasi (www.tiiame.uz) va «ZiyoNet» Axborot ta'lim portalida (www.ziynet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Muratov Ashirbek Raximovich
texnika fanlari nomzodi, dotsent

Taqdimnoma himoyasi "Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" Milliy tadqiqot universiteti huzuridagi DSc.03/30.12.2019.T.10.01 raqamli ilmiy kengashning 2026-yil "29" Oktabr soat 14.00 dagi majlisida bo'lib o'tadi (Manzil: 100000, Toshkent, Qori Niyoziy ko'chasi, 39-uy. Tel.: (+99871) 237-09-45; faks: (+99871) 237-38-79, e-mail: admin@tiiame.uz).

Taqdimnoma bilan "Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" Milliy tadqiqot universitetining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (439 raqami bilan ro'yxatga olingan) (100000, Toshkent, Qori Niyoziy ko'chasi, 39-uy. Tel.: (+99871) 237-09-45; faks: (+99871) 237-38-79, e-mail: admin@tiiame.uz).

Taqdimnoma avtoreferati 2026-yil "20" Oktabr kuni tarqatildi.
(2026-yil "17" fevral № 118 raqamli reestr bayonnomasi).



B.S.Mirzayev

Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy Kengash
raisi, t.f.d., professor

U.T.Quziyev

Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy Kengash
ilmiy kotibi, texnika fanlari bo'yicha
falsafa doktori, dotsent

KIRISH (falsafa doktori (PhD) taqdimnomasi annotatsiyasi)

Taqdimnoma mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda yer osti suv sathi ko'tarilishi natijasida qishloq xo'jaligida foydalanilayotgan yerlarning holatining yomonlashayotgan bir sharoitda sizot suvlarini chiqarib yuborish orqali yerlarning meliorativ holatini saqlab qolish va yaxshilashning yuqori samarali va energiya-resurstejamkor texnologiyalari hamda texnika vositalarini qo'llash yetakchi o'rinlardan birini egallamoqda. Bugungi kunda "dunyo miqyosida sug'oriladigan yerlar 1,6 mlrd. gektarni, O'zbekistonda esa 4,3 mln. gektarni tashkil etishini hisobga olsak"¹, bunday yerlarda yer osti sathi ko'tarilishining oldini olish uchun sizot suvlarini kollektor-drenajlar orqali uzluksiz o'tkazib chiqarib yuborish va drenaj tizimlarni doimiy ravishda ishlayotgan holatda saqlashni taqoza etadi.

Jahonda yopiq gorizontaal drenaj tizimlarini tozalashning samarali va resurstejamkor texnologiyalari hamda ularni amalga oshiradigan texnika vositalarining yangi ilmiy-texnikaviy yechimlarini ishlab chiqishga yo'naltirilgan ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Bu borada, jumladan quvurlarining cho'kindi bilan qoplanishi va ifloslanishi natijasida o'tkazuvchanligi pasaygan yopiq gorizontaal drenaj tizimlarini tozalashda ish unumini oshirish va suv sarfini kamaytirish hamda energiya va resurslarni tejash imkonini beradigan qurilmalarni yaratishga alohida e'tibor berilmoqda. Shu jihatdan sug'oriladigan yerlarda yopiq gorizontaal drenaj tizimlarini tozalash usuli va qurilmasini takomillashtirish, uning texnologik ish jarayoni hamda yuvish kallagining parametrlarini asoslash dolzarb hisoblanadi.

O'zbekistonda yerlarning meliorativ holatini yaxshilash, sizot suvlarini qochirish orqali ularning ko'tarilishini oldin olish, yopiq gorizontaal drenaj tizimlarini tozalashda mehnat va suv sarfini kamaytirish, resurslarni tejash, quvurlarni kam vaqt bilan sifatli tozalaydigan yuqori samaradorlikka ega resurstejamkor texnologiya va qurilmalarni ishlab chiqish yuzasidan keng qamrovli chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. 2022-2026 yillarda O'zbekiston Respublikasini rivojlantirishning yangi taraqqiyot strategiyasida, jumladan «qishloq xo'jaligini ilmiy asosda intensiv rivojlantirish orqali dehqon va fermerlar daromadini kamida 2 baravar oshirish, qishloq xo'jaligining yillik o'sishini kamida 5 foizga yetkazish»² vazifalari belgilab berilgan. Ushbu vazifalarni amalga oshirishda jumladan, sug'oriladigan yerlarda yopiq gorizontaal drenaj tizimlarini tozalashda yuqori samaradorlik bilan quvurlarni bir tekis sifatli tozalashni qurilmalarni ishlab chiqish muhim vazifalardan hisoblanadi.

Mazkur dissertatsiya tadqiqoti O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 17-iyundagi PF-5742-son "Qishloq xo'jaligida yer va suv resurslaridan samarali foydalanish chora-tadbirlari to'g'risida" va 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-son «2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida»gi farmonlari, 2024 yil 4 martdagi «O'zbekiston — 2030»

¹<http://www.fao.org/server/api/core/bitstreams/66538eba-9c85-4504-8438-c1cf0a0a3903/content/sofia/2024/world-fisheries-aquaculture>;

² O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-son «2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida»gi [Farmoni](#)

strategiyasida belgilangan asosiy yo‘nalishlar bo‘yicha islohotlarni amalga oshirishning 2024 yildagi ustuvor chora-tadbirlari to‘g‘risida» PQ-109-son qarori, Vazirlar Mahkamasining 2025 yil 30 iyundagi 401-son «Sug‘oriladigan yerlarning meliorativ holatini yaxshilash dasturlarini shakllantirish va amalga oshirish ishlarini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida»gi qarorlari hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa meyoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi. Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining II. “Energetika, energiya va resurstejamkorlik” ustuvor yo‘nalishi doirasida bajarilgan.

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. Yopiq gorizontal drenaj tozalash mashinalari va ularning kallaklari konstruksiyasini takomillashtirish borasida xorijda Pak S.D. (Koreya), Liu M., Xu J. (Xitoy), Assefa D., Zegeye M. (Efiopiya), Harold S. (Kanada), Madramootoo C.A., Johnston W.R. (AQSh), Satyanarayana T.V., Gupta S.K. (Hindiston), Drovovozova T.I., Mariach S.A., Panenko N.N. (Rossiya), Mixeev A.V., Pogodin N.N., Dolmatov N.P., Jurba V.V. va boshqa olimlar tomonidan ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilgan.

Respublikamizda yopiq gorizontal drenaj tozalash mashinalarini takomillashtirish, ularning ish ko‘rsatkichlarini tadqiq etish va parametrlarini asoslash bo‘yicha Duxovniy V.A., Berdyanskiy V.N., Yusupbekov M.A., Malabaev N.I., Norkulov U., Mamadov M.M., Maxmirzaev Sh. va boshqalar tomonidan tadqiqotlar olib borilgan.

Bu tadqiqotlar natijalari asosida yaratilgan turli konstruksiyadagi yopiq gorizontal drenaj tozalash mashinalari qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishida ma‘lum darajada ijobiy natijalarga erishilingan holda qo‘llanilib kelinmoqda. Ammo ayrim texnologik kamchiliklar, suv resurslaridan samarali foydalanish hamda energiya tejamkor mexanizmlar qo‘llash bo‘yicha yangi ilmiy izlanishlarga ehtiyoj saqlanib qolmoqda.

Ilmiy tadqiqot mavzusining ilmiy ish bajarilgan oliy ta‘lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari bilan bog‘liqligi. Ilmiy tadqiqotlari “Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti” Milliy tadqiqot universiteti ilmiy-tadqiqot ishlari rejasining “Sug‘oriladigan yerlarda yopiq gorizontal drenaj tozalash usuli va qurilmasini takomillashtirish” mavzusidagi topshirig‘i doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi yerlarning meliorativ holatini yaxshilashda yer osti suv sathi ko‘tarilishi va yerlarning sho‘rlanishini oldini olishda sug‘oriladigan yerlarda yopiq gorizontal drenaj yuvish mashinasining ishchi qismini takomillashtirish orqali drenaj quvurlarini yuvish samaradorligini oshirishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari. Qo‘yilgan maqsadga erishish uchun quyidagi tadqiqot vazifalari belgilab olindi:

mavjud drenaj yuvish qurilmalarining ish sifat ko‘rsatkichlarini yaxshilashda, konstruksiyasi va parametrlarini asoslash bo‘yicha olib borilgan ilmiy tadqiqotlarni tahlil etish (nufuzli Scopus va Web of Science bazalaridagi ma‘lumotlar asosida);

drenaj yuvish agregatida ishlatiladigan kallak qismining takomillashtirilgan tuzilishi va konstruksiyasini ishlab chiqish;

drenaj yuvish qurilmasi takomillashtirilgan kallagining asosiy parametrlarini nazariy asoslash;

taklif qilingan yuvish kallagini tayyorlash, eksperimental nusxasini dala sinovidan o'tkazish;

taklif qilingan yuvish kallagini texnik-ekspluatatsion ko'rsatkichlarini aniqlash.

Tadqiqotning obyekti sug'oriladigan yerlardagi yopiq gorizontal drenaj tarmog'i va uni tozalash qurilmasi hisoblanadi.

Tadqiqot predmetini yopiq gorizontal drenaj yuvish mashinasining ishchi kallagini konstruksiyasi va parametrlari tashkil etadi.

Tadqiqot usullari. Tadqiqotlar klassik nazariy va gidravlika, gidromexanizatsiyaning umum qabul qilingan tadqiqot usullaridan foydalanilgan. Drenaj quvurlarining loyqalanish darajasi va o'tkazuvchanlik qobiliyatining o'zaro bog'liqligini aniqlash maqsadida nazariy tahlil va fizik modellash usullaridan foydalanilgan. Analitik bog'lanishlar asosidagi hisoblash ishlarida va fizik model natijalarini tahlil etishda MathCAD dasturidan foydalanilgan. Sinalayotgan ishchi kallak dala tajribalari natijalariga ishlov berishda matematik statistika usullari qo'llanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

drenaj tizimi quvurlarining loyqa va cho'kindilar bilan to'lish darajasini aniqlash usuli ishlab chiqilgan va uning ishlash printsipi drenaj quvuridagi cho'kindi miqdoriga bog'liq ravishda suv oqimi tezligi va suv sarfining o'zgarishiga asoslangan;

sug'oriladigan yerlardagi yopiq gorizontal drenaj quvurlarini loyqa va boshqa cho'kindilardan tozalashni ta'minlovchi yangi konstruktiv tuzilishga ega ishchi qurilma ishlab chiqilgan (№ 11824);

takomillashtirilgan konstruksiyaga ega o'zgaruvchan bosimli drenaj yuvish kallagining parametrlari va ishlash rejimi quvurlardagi yuvib tozalanadigan loyqa va cho'kindilar qatlamining qalinligi va zichligiga bog'liq ravishda aniqlangan;

yopiq gorizontal drenajni yuvish mashinasining takomillashtirilgan ishchi qismi va optimallashtirilgan texnologik parametrlarini qo'llash orqali drenaj quvurlarini tozalash samaradorligini oshirish, suv va energiya sarfini kamaytirish hamda sug'oriladigan yerlarning meliorativ holatini barqaror saqlashni ta'minlovchi texnologik yechim ishlab chiqilgan va ishlab chiqarish sharoitida asoslangan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

drenaj tizimlarining holatini tezkor diagnostika qilish va yuvish zaruriyatini aniqlashning yangi usuli hamda o'zgaruvchan bosimli drenaj yuvish kallagining takomillashtirilgan konstruksiyasi ishlab chiqilgan;

takomillashtirilgan yuvish kallagi bilan jihozlangan yopiq gorizontal drenajni tozalaydigan mashina ish unumi 15-20 foizga oshishi hamda suv sarfi 20-25 foizga, energiya sarfi esa 1,2 marta kamayishiga erishilganligi aniqlangan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi izlanishlarining zamonaviy uslub va o'lchash vositalardan foydalangan holda o'tkazilganligi, nazariy va eksperimental

tadqiqotlarning o‘zaro adekvatligi, bajarilgan tadqiqotlar asosida ishlab chiqilgan drenaj yuvish kallagi sinash uchun yasalgan stenddagi qiyosiy sinovlar natijalari bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida drenaj tozalash mashinasi ishchi kallagining takomillashtirilgan konstruksiyasi va uning parametrlari asoslanganligi tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyatini belgilaydi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati drenaj tozalash mashinasi ishchi kallagi qo‘llanilganda ish unumi 15-20 foizga, suv sarfini 20-25 foizga, energiya sarfini 1,2 marta kamayishiga erishilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Sug‘oriladigan yerlarda yopiq gorizontol drenaj tozalash texnologiyasini takomillashtirish uchun ishlab chiqilgan drenajni tozalaydigan uskuna 2023-2024 yillarda Sirdaryo viloyatining Sardoba tumani F.Xo‘jayev hududidagi sug‘oriladigan yerlarda amaliyotga joriy etilgan.

Sinov ishlari natijalariga ko‘ra, takomillashtirilgan yuvish kallagi bilan jihozlangan yopiq gorizontol drenajni tozalaydigan mashina ish unumi 35-40 m/soat, drenajning 1 metr qismini tozalashdagi suv sarfi 45-50 litrni, bir tarafga yuvish masofasi 100-200 m ni tashkil etgani holda, ish unumini 15-20 foizga oshirish, suv sarfini 20-25 foizga, energiya sarfini 1,2 marta kamayishiga erishilgan. (Suv xo‘jaligi vazirligining 2025-yil 5-sentyabrdagi 04/19-4910-son ma‘lumotnomasi)

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Tadqiqot natijalari jumladan, 2 ta xalqaro va 2 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida muhokamadan o‘tkazilgan

Tadqiqot natijalarining e‘lon qilinishi. Tadqiqot ishi bo‘yicha jami 17 ta ilmiy ish e‘lon qilingan bo‘lib, jumladan, *Scopus* va *Web of Science* referativ bazaga kiruvchi xalqaro jurnallarda 6 ta, O‘zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining xalqaro jurnallarida 2 ta, O‘zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining doktorlik dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalari chop etishga tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 3 ta maqola jurnallarda nashr etilgan hamda Qozog‘iston Respublikasi Adliya vazirligi Milliy intellektual mulk institutining ixtiroga 1 ta patenti va O‘zbekiston Respublikasi Adliya vazirligining elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturiga 1 ta guvohnoma olingan.

TAQDIMOTNING ASOSIY MAZMUNI

1. Groundwater in the commonwealth of independent states: A bibliometric analysis of scopus-based papers from 1972 to 2023, emphasizing the significance of drainage. Groundwater for Sustainable Development, 2024, №25, 101083; DOI: doi.org/10.1016/j.gsd.2024.101083

Ushbu maqolada tadqiqot tendentsiyasini tushunish uchun keng qamrovli tahlil o'tkazildi. Maqolada 1972–2023-yillarda Scopus ma'lumotlar bazasida 1998 ta yer osti suv sathi va yopiq gorizontal deranaj bo'yicha ilmiy ishlar va nashr etilgan maqolalarni mustaqil davlatlar hamdo'stligi respublikalari bo'yicha ko'rib chiqildi va tahlil qilindi.

Tahlillar shuni ko'rsatdiki, bu sohada AQSh, Xitoy, Germaniya, Buyuk Britaniya, Frantsiya, Kanada, Yaponiya, Rossiya Federatsiyasi, Qozog'iston va O'zbekistonda chuqur tadqiqotlar olib borilgan. Ushbu tadqiqotlar tahliliga ko'ra esa mazkur yo'nalishda ilmiy almashinuvni kengaytirish uchun sizot suv sathi va yopiq gorizontal drenaj bo'yicha keng qamrovli tadqiqotlar zarur, shuningdek, kelajakda qishloq xo'jaligi va sizot suvlarini boshqarish integratsiyasi uchun uzoq muddatli, uzluksiz tadqiqotlar va sizot suvlarini pasaytirishga qaratilgan barqaror rivojlanish konsepsiyalari ham muhim ahamiyatga ega bo'ladi.

Ushbu tadqiqot natijasida qishloq xo'jaligini rivojlantirishda sug'orish samaradorligi, sug'orish suvlarini qochirish, tozalash va qayta ishlatish, shuningdek barqarorlikka asoslangan aylanma iqtisodiyot sxemasida drenaj tizimlarning ishchi holatini saqlab turish bo'yicha yangi tendentsiyalar ishlab chiqilishi mumkin. Ko'pgina sug'oriladigan yerlarda yer osti suv sathi va sug'orish suvlari o'rtasidagi bog'liqlik keng ko'lamli ilmiy ahamiyatga ega. Shu nuqtai-nazardan yer osti sathi muammosi bo'yicha 1972-2023-yillarda nashr etilgan jami 1998 ta maqola tahlil etib chiqildi. Tadqiqotlar ko'lami uchta rivojlanish davridan iborat: kirish (1972-1995 y.y.), o'sish (1996-2014 y.y.) va barqaror o'sish (2015-2023 y.y.).

Kirish davri (1972-1995 y.y.). Birinchi davr 87 ta tadqiqot ishlari natijalaridan iborat bo'lib, jami tadqiqotlarning 4,35% ni tashkil etadi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, Novikov S.M va Goncharova J.S tomonidan sizot suv sathi va qishloq xo'jaligi sug'oriladigan yerlari holati bilan atrof-muhit muammosini hal qilish munosabatlaridan boshlangan bo'lib, Zekster I.S va Loaiciga H.A esa yer osti suv sathi o'zgarishini bashorat qilish hamda sizot suvlarini ko'llarga oqizish va Che N., Mohd N.S., Koting Suhanalar tomonidan global gidrologik tsikldagi sizot suv sathi va suv oqimi mavzulari dolzarbligi ko'rilgan.

O'sish davri (1996-2014 y.y.). Ushbu davrdagi tadqiqot ishlari 817 ta yoki 40,89% ni tashkil etadi va bu tadqiqotning ushbu sohasiga ilmiy qiziqishning oshganligidan dalolat beradi. Sug'oriladigan yerlarda yer osti suv sathi va yopiq gorizontal drenajning ahamiyatini oshganini ko'rsatadi, yopiq gorizontal drenajlar uchun mintaqaviy ahamiyat va daryo oqimlari, sho'rlangan yerlar muammosi va uni hal qilish va sho'rlangan hududlarni drenajlash mavzulari bo'yicha Howarth R.W., Billen G., Swaney D., Efremova T.T., Ovchinnikova T.M., Bagard M.L.,

Pokrovsky O.S. va boshqalar tomonidan tadqiqotlar olib borilgan.

Barqaror o'sish davri (1996-2014 y.y.). Oxirgi qarang davr 1094 ta hujjatni (jami 54,75%) katta o'sishni ifodalaydi. Tadqiqotlar natijalari eng ko'p nashr etilgan yil 2022-yilga to'g'ri keladi va bunda 188 ta bo'lib, keyin esa 2021-yilda (173 ta bilan) erishildi va bu izlanishlarning katta qiziqish sohasiga aylandi. Ushbu davrda olimlar Bobrov P.A., Ryzhenko B.N., Belova T.P., Ryabenko A.E., Cherkasova E.V., Dukhovny V., Kenjabaev Sh., Yakubov Sh., Umirzakov G., tomonidan yopiq gorizental drenaj tozalash, drenaj tizimini baholash, suv boshqaruvini yaxshilash uchun yopiq gorizental drenajni nazorat qilish va yer osti suv sathlarini boshqarish tizimlari mavzularida ilmiy ishlar olib borilgan.

Olib borilgan ilmiy ishlarning tahlillari shuni ko'rsatdi, yer osti suv sathi va sug'oriladigan qishloq xo'jaligi yerlari drenaj tizimlari bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar bosqichma-bosqich rivojlanib, dastlab ekologik muammolar va yer osti suvlarining umumiy holatini baholashga qaratilgan bo'lsa, keyingi davrlarda ilmiy izlanishlar sug'oriladigan hududlarda yopiq gorizental drenajlarning ahamiyati, ularning mintaqaviy xususiyatlari hamda sho'rlanish jarayonlarini boshqarish masalalariga yo'naltirilgan.

Ammo mavjud ilmiy ishlarda drenaj tizimlarining amaldagi texnik holatini kompleks baholash, ularning samaradorligini oshirishga qaratilgan aniq texnologik yechimlar va ayniqsa, yopiq gorizental drenajlarni tozalash uchun mo'ljallangan zamonaviy texnik vositalarni takomillashtirish masalalari yetarli darajada chuqur yoritilmagan. Shu bois, farqli ravishda, mazkur tadqiqot sug'oriladigan qishloq xo'jaligi yerlari drenaj tizimlarining mavjud texnik holatini yaxshilash, yangi va samarali texnologiyalarni joriy etish hamda sug'oriladigan yerlarda yopiq gorizental drenajlarni tozalash jarayonini mexanizatsiyalash va takomillashtirish zarurligi bo'yicha yangi ilmiy izlanishlarga ehtiyoj saqlanib qolmoqda.

2. Drainage in irrigated agriculture: Bibliometric analysis for the period of 2017–2021. Agricultural Water Management, 2024, №305, 109118, DOI: 10.1016/j.agwat.2024.109118

Ushbu tadqiqotda 2017-2021-yillar davomida sug'oriladigan yerlarda yopiq gorizental drenaj bo'yicha xalqaro miqyosda olib borilgan 1492 ta ilmiy izlanishlar tahlil qilindi. Bibliometrik tahlil natijasida sug'oriladigan yerlarda yopiq gorizental drenaj tizimi bo'yicha eng ko'p tadqiqotlar Xitoy, AQSh, Hindiston, Misr, Eron, Ispaniya va Braziliya davlatlarida o'tkazilgani aniqlandi. Shuningdek, Markaziy Osiyo mamlakatlaridan 47 ta ilmiy nashrlar sug'oriladigan yerlarda yopiq gorizental drenaj masalalariga bag'ishlangan. Umuman olganda, 2017–2021-yillar oralig'ida sug'orish va drenaj masalalariga bag'ishlangan 1492 ta maqola chop etilgan.

Sug'oriladigan yerlarda drenaj bo'yicha tadqiqotlar dunyo bo'yicha 115 ta mamlakatda chop etilgan. 2017- 2021-yillar oralig'ida jami 856 ta ilmiy maqola chop etgan mamlakatlar sarmahsul (faol) mamlakatlar sifatida baholangan. Quyidagi 6 mamlakatda umumiy nashrlarning 57,3 foizidan ortig'ini tashkil etgan va ular orasida Xitoy 241 ta (16,15%) nashr bilan yetakchilik qilgan, undan keyin

AQSh (226 ta; 15,14%), Hindiston (134 ta; 8,98%), Misr (93 ta; 6,23%), Eron (90 ta; 6,03%) va Ispaniya (72 ta; 4,82%) o‘rin olgan. Xitoy Xalq Respublikasi, AQSh va Hindistonda tez iqtisodiy o‘shish hamda qishloq xo‘jaligi rivojlanishi natijasida qishloq xo‘jaligi va atrof-muhit bo‘yicha tadqiqotlar soni ortgan, bu esa nashrlar sonining ko‘payishiga olib kelgan. Bu holat asosan ushbu mamlakatlarda yuqori darajadagi ilmiy tadqiqot markazlari va universitetlar ko‘pligi bilan izohlanadi.

Sobiq ittifoq va hozirgi Markaziy Osiyoda sug‘orish va drenaj masalalari

1960-yillarning boshlarida qishloq xo‘jaligida mexanizatsiya jarayoni boshlangan bo‘lib, bu sug‘orish tizimlarini keng rivojlantirishga imkon yaratdi. Sovet davrida ko‘plab suv omborlari, yirik nasos stansiyalari, keng suv ta‘minoti va drenaj tarmoqlari qurilishi hisobiga suvga talab yuqori bo‘lgan paxta va boshqa ekinlarini yetishtirish uchun sug‘oriladigan dehqonchilikka ustuvorlik berilgan. Sug‘orish tizimi boshqaruvi qisman ittifoqdosh respublikalar tasarrufida bo‘lgan bo‘lsa-da, umumiy boshqaruv Moskva, ya‘ni yerlarni melioratsiya qilish va suv xo‘jaligi vazirligi tomonidan markazlashtirilgan holda amalga oshirilgan. 1991-yilda Ittifoq parchalangach, transchegaraviy sug‘orish tizimlari faoliyati to‘xtadi va yangi davlat chegaralari bo‘yicha suv resurslarini boshqarish tizimi davlat vakolatiga o‘tdi.

Asosiy drenajlar, kollektorlar va xo‘jalik ichidagi drenaj tarmoqlari orqali sug‘orish va yog‘in suvlari ortig‘ini yig‘ib chiqarish imkoniyati yaratilgan bo‘lsa-da, bu tizimning o‘zi qishloq xo‘jaligi yerlari tuproqlarida sho‘r muvozanatini barqaror saqlab turolmagan. 1960-yillarda Och cho‘l (G‘allaorol va Mirzacho‘l) hududlarida yirik sug‘orish loyihalari amalga oshirilgan va bu davrda drenajning yangi turlari (vertikal, gorizontal, kombinatsiyalashgan) joriy etilgan, shuningdek drenaj o‘tkazish va tozalash uchun maxsus texnikalar (xandak qazuvchi mashinalar, drenaj tozalovchi uskunalari) ishlab chiqila boshlagan.

Sobiq ittifoq mamlakatlarida sug‘orish qishloq xo‘jaligi uchun nihoyatda muhim ahamiyatga ega edi, chunki qishloq xo‘jaligi yerlarining taxminan 60 foizi kuchli qurg‘oqchilik xavfi ostida bo‘lgan, shu bilan birga sug‘orish tizimlarini rivojlantirish uchun yetarli suv resurslari mavjud edi. SSSRda 20 million gektar (ya‘ni qishloq xo‘jaligi yerlarining 10%) maydon sug‘orishga moslashtirilgan edi bu ko‘rsatkich bo‘yicha faqat Hindiston va Xitoy undan yuqori natijaga ega bo‘lib, bu davlatlarda sug‘orish umumiy qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishining 30 foizini tashkil etgan.

Muhim ekologik va iqtisodiy muammolar orasida Orol va Kaspiy dengizlari bilan bog‘liq muammolar, yerlarning drenajlanishi va sho‘rlanishi, shuningdek yer osti suvlari ifloslanishi muhim o‘rin tutgan. Orol dengizi havzasida asosan O‘zbekiston hududida 5,2 million gektar sho‘rlangan sug‘oriladigan yerlarda drenaj tizimlari o‘rnatilgan edi.

Hozirgi Markaziy Osiyoda sug'oriladigan yerlarda drenaj masalalari

Markaziy Osiyoning eng yirik ikki daryo tizimi - Amudaryo va Sirdaryo Orol dengiziga quyiladi. Har ikki daryo yuqori oqimdagi tog'li hududlardan boshlanadi. Amudaryo, suv hajmi bo'yicha kattaroq bo'lib, Tojikiston-Afg'oniston chegarasidagi Panj daryosi va Tojikistondagi Vaxsh daryosi qo'shilishidan hosil bo'ladi, so'ngra O'zbekiston va Turkmaniston orqali oqib, Orol dengiziga quyiladi. Sirdaryo esa uzunroq bo'lib, manbaini Qirg'izistondagi Tyanshan tog'laridan oladi, Farg'ona vodiysi orqali o'tib, Tojikiston va O'zbekiston hududlaridan oqib o'tadi va oxir-oqibat Orol dengiziga quyiladi.

Markaziy Osiyoda jami 10,05 mln gektar sug'oriladigan yer mavjud bo'lib, shundan 4,3 million gektari (43%) O'zbekistonga to'g'ri keladi. Yuqori oqimdagi mamlakatlar - Qirg'iziston va Tojikistonning umumiy suv iste'moli 15,6 foizni tashkil etadi, ammo bu maydonlarning qariyb yarmi sho'rlanishdan aziyat chekmoqda. O'zbekistonda esa 3,62 mln gektar yerda drenaj tizimlari mavjud bo'lib, sug'oriladigan yerlarning deyarli yarmi sho'rlangan hisoblanadi (1-jadval).

1-jadval.

Markaziy Osiyo mamlakatlarida sovet davrida va hozirgi kunda sug'oriladigan yerlarda drenaj maydoni

Ko'rsatkichlar	O'zbekiston	Qozog'iston	Tojikiston	Turkmaniston	Qirg'iziston	Jami
Sug'oriladigan yerlarning umumiy maydoni (1990 yilda)	4,27 mln ga	750 000 ga	570 000 ga	1,2 mln ga	560 000 ga	7,4 mln ga
Drenajlangan maydon (1990 yilda)	3,62 mln ga	500 ming ga	330 000 ga	610 000 ga	140 000 ga	5,2 mln ga
Sug'oriladigan yerlarning umumiy maydoni (2021 yilda)	4,3 mln ga	2,2 mln ga	757 000 ga	1,8 mln ga	1 mln ga	10,05 mln ga

Keltirilgan tahlillar shuni ko'rsatadiki, Markaziy Osiyo mamlakatlarida, xususan O'zbekistonda sug'oriladigan qishloq xo'jaligi yerlari maydonining kengayishi va suv resurslaridan intensiv foydalanish drenaj tizimlariga bo'lgan yuklamani keskin oshirgan. Sovet davrida barpo etilgan asosiy drenajlar, kollektorlar va yopiq gorizontall drenaj tarmoqlari uzoq yillar davomida sug'orish va ortiqcha zaxni chiqarishda muhim rol o'ynagan bo'lsa-da, hozirgi kunda ushbu tizimlarning aksariyati eskirgan, texnik holati esa talab darajasiga javob bermaydi.

Amaldagi drenaj tizimlarining yetarli darajada ishlamasligi natijasida yer osti suv sathining ko'tarilishi, tuproqlarning ikkilamchi sho'rlanishi va sug'oriladigan yerlarda meliorativ holatning yomonlashuvi kuzatilmoqda. Ayniqsa, yopiq gorizontall drenajlarning loyqa, cho'kindi va biologik qoldiqlar bilan to'lib

qolishi ularning suv o'tkazuvchanligini keskin pasaytirib, butun drenaj tizimining samaradorligini cheklamoqda. Mavjud sharoitda drenaj tarmoqlarini faqat rekonstruksiya qilish yetarli bo'lmay, ularni muntazam va samarali tozalashni ta'minlaydigan zamonaviy texnologiyalarni joriy etish dolzarb vazifaga aylanmoqda. Shu bois, sug'oriladigan hududlarda yopiq gorizontall drenajlarni tozalashga mo'ljallangan texnik vositalar va texnologiyalarni takomillashtirish, ularni mahalliy tuproq-iqlim sharoitlariga moslashtirish hamda drenaj tizimlarini ekspluatatsiya qilishning samarali mexanizmlarini ishlab chiqish zarurati mavjud.

3. Bibliometric analysis of publications about soil salinity in Central Asia during 2000–2022 with a special look at the importance of drainage. Dokuchaev Soil Bulletin, 2025, №123, 273-299. DOI: 10.19047/0136-1694-2025-123-273-299

Ushbu tadqiqotning maqsadi 2000 yildan 2022 yilgacha Markaziy Osiyo mintaqasidagi tuproq sho'rlanishi va drenaj tizimining ahamiyati masalalariga oid nashr etilgan maqolalarni tahlil qilishdan iborat. Shu maqsad asosida Scopus ma'lumotlar bazasidan tanlov mezonlariga mos keluvchi 661 ta ishlar ko'rib chiqildi va tahlil qilindi. Adabiy tahlil natijalariga ko'ra, eng ko'p nashrlar O'zbekiston, Qozog'iston, Germaniya, Xitoy, Rossiya Federatsiyasi va AQSh davlatlariga to'g'ri keladi. Tahlil shuni ko'rsatdiki, tuproq sho'rlanishi va drenaj tizimining ahamiyati bo'yicha xalqaro tadqiqotlarni yanada kengaytirish, bu yo'nalishda ilmiy almashinuvni rivojlantirish, shuningdek, uzluksiz va uzoq muddatli tadqiqotlar olib borish zarur. Shu bilan birga, kelajakda barqaror qishloq xo'jaligi rivoji uchun tuproq sho'rlanishi jarayonlarini boshqarish va drenaj tizimlarini samarali integratsiyalash dolzarb ahamiyat kasb etadi.

Tuproq sho'rlanishining oldini olishda drenajning roli

Drenaj tizimi suv to'planib qolishini (botqoqlanish), mexanik harakatlarning sustlashishini va sho'rlanishni oldini olishda muhim ahamiyatga ega. Shu bois drenaj texnologiyasi va nazariyasi tuproq, suv va qishloq xo'jaligi sohalarida muhim mavzu sifatida qaralmoqda. Markaziy Osiyo mamlakatlarida tuproq sho'rlanishiga oid nashrlarning tahlili shuni ko'rsatadiki, taxminan 40 ta maqolada drenajning roli alohida ta'kidlangan.

Markaziy Osiyo mamlakatlarida drenaj tizimida texnik nazorat yetarli darajada yo'lga qo'yilmagani sababli yer osti suvlari sathi ko'tarilib, tuproq sho'rlanishi kuchaymoqda. Bu esa kelajakda sug'oriladigan yerlarda sho'rlanishning yanada og'irlashishiga olib keladi. Markaziy Osiyoda sug'oriladigan yerlardan sho'r yoki sho'rlanish xavfi ostida. Sug'oriladigan yerlarning yarmi meliorativ holat jihatidan qoniqarsiz hisoblanadi. Turkmanistonda sug'oriladigan yerlarning 80-90 foizi sho'r tuproqli; O'zbekistonda - 46%; Qirg'izistonda - 12%; Tojikistonda - 18% ko'rsatkichlarni tashkil etadi. Sho'rlanish turlari va sabablari: Markaziy Osiyoda tuproqlarning sho'rlanishi turli sabablarga ko'ra yuzaga keladi: qoldiq sho'rlanish - tuproq va jinslarning tabiiy sho'rli natijasida; ikkilamchi sho'rlanish yer osti suvlari ko'tarilishi yoki suv rejimi

o'zgarishi oqibatida; atmosfera yoki sug'orish suvlari orqali keladigan sho'rlanish tashqi tuz oqimlari sababli.

Yangi sug'oriladigan yerlar sho'rlanishi asosan qoldiq sho'rlanish bilan ajralib turadi, uzoq muddat sug'orilgan yerlar esa ikkinchi va uchinchi turdagi sho'rlanishga moyil. Markaziy Osiyodagi sug'oriladigan yerlarda sho'rlanishning qayta kuchayish xavfi yuqori, ayniqsa irrigatsion-gidromorf tizimlar joriy qilingan hududlarda. Bu tizimlarda suv miqdorining ortishi natijasida tuproqda tuz yig'ilishi muqarrar. Shu bilan birga, kollektor-drenaj tarmoqlari orqali chuqur qatlamlardagi tuzlar daryolar, ko'llar va boshqa suv havzalariga chiqib, ularni sho'rlanish jarayonini kuchaytiradi.

Tuproq sho'rlanishi va drenaj tizimining ahamiyati bo'yicha xalqaro tadqiqotlar olimlardan Li W., Ma L., Smanov Zh., Samarkhanov K., Kulshreshtha S., Elshorbagy A., Zee S., Stofberg S., Yang X., Okuda Yu., Onishi J., Shirokova Yu., Kitagawa I., Kitamura Yo., Fujimaki H.lar taraflaridan olib borilgan.

Tahlil natijalari shuni ko'rsatadiki, Markaziy Osiyo mamlakatlarida yer osti suvlari sathining ko'tarilishi, drenaj tarmoqlarining loyqa va cho'kindi bilan to'lishi hamda texnik xizmat ko'rsatishning sustligi sho'rlanish jarayonlarining kuchayishiga olib kelmoqda. Biroq mavjud ilmiy adabiyotlarning aksariyati sho'rlanish sabablarini tavsiflash va drenaj tizimlarining umumiy ahamiyatini yoritish bilan cheklanib, yopiq gorizontal drenajlarni tozalash bo'yicha aniq texnologik yechimlar, texnik vositalar va ularning samaradorligini baholash masalalariga yetarlicha e'tibor qaratmagan.

Shu sababli, kelgusida barqaror qishloq xo'jaligi rivojini ta'minlash, sug'oriladigan yerlarda meliorativ holatni yaxshilash va sho'rlanishning qayta kuchayishini oldini olish uchun yopiq gorizontal drenaj tizimlarini tozalashga ixtisoslashgan texnologiyalarni ishlab chiqish va ilmiy asoslash zarurati mavjud. Ushbu yo'nalishda olib boriladigan tadqiqotlar nafaqat ilmiy, balki amaliy jihatdan ham katta ahamiyat kasb etadi va mintaqa uchun muhim ilmiy bo'shliqni to'ldirishga xizmat qiladi.

4. Инженерно-экологическая оптимизация параметров гидравлической очистки дренажных систем для устойчивого управления водно-земельными ресурсами в аридных и горных регионах. Sustainable development of mountain territories, 2026. – Т. 18. – № 1. С. 337–352. DOI: 10.21177/1998-4502-2026-18-1-337-352

Ushbu maqolada yopiq drenaj tizimlarini gidravlik tozalash uchun uskunalar parametrlarini kompleks o'rganish va optimallashtirish keltirilgan. Zamonaviy drenaj tozalash mashinalarining texnik va texnologik xususiyatlarining qiyosiy tahlili, jumladan, MAN TGM 13.240 va KAMAZ KPM6-01.00.000.PS transport vositalariga asoslangan agregatlar, shuningdek, "TIQXMMI" MTUda yaratilgan eksperimental ravishda ishlab chiqilgan qurilma taqdim etilgan. Tadqiqotning

metodologik asosi gidravlik parametrlarning analitik hisob-kitoblari, eksperimental sinovlar va turli ish sharoitlarida tozalash samaradorligini qiyosiy baholashni o'z ichiga oladi.

Natijalar shuni tasdiqlaydiki, samaradorlikni oshirish energiya sarfini oshirish orqali emas, balki uskuna va oqim taqsimotini yaxshilash orqali amalga oshiriladi. Ushbu tadqiqotning amaliy ahamiyati sug'oriladigan yerlarda drenaj tizimlarini tozalash texnologiyalarini tanlash va moslashtirish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqishda yotadi.

1. Yuvinish kallagi asosiy parametrlarini hisoblash

Yopiq gorizontal drenaj tizimini ta'mirlash tiklash ishlarida, eng og'ir sharoitlar, yopiq gorizontal drenaj quvuri ko'ndalang kesimining to'liq loyqa (yoki qotib qolgan grunt, quvur ichida o'sgan o'simliklar tomiri bilan tiqilib qolgan) bilan to'lgan va unda suv harakati yo'q bo'lgan holatlarda kuzatiladi. Bunday vaziyatda kallak soplolari orqali o'tadigan suv sarfini (Q_{sop}), drenaj quvuri va shlang orasidagi tirqishda suvning zaruriy oqim tezligini (ϑ_{suv2}) ta'minlash shartidan kelib chiqib, quyidagi formula bo'yicha aniqlash mumkin:

$$Q_{sop} = \pi(D_{dr}^2 - d_{shl}^2) \cdot \vartheta_{suv2} / 4, \quad (1)$$

bunda D_{dr} – yopiq gorizontal drenaj quvuri ichki diametri, m; d_{shl} – drenaj yuvish shlangi tashqi diametri, m; ϑ_{suv2} – drenaj quvuri va shlang orasidagi tirqishda suvning zaruriy oqim tezligi, m/soat.

Drenaj yuvish shlangining tashqi diametri, yuvilayotgan gorizontal drenaj quvuri ichki diameriga bog'liq ravishda, drenaj yuvish ishlari samaradorligini oshirish maqsadida 20 mm; 26 mm; 38 mm qilib yasalganlari ishlab chiqarishda keng qo'llanilib kelingan va shartli ravishda, nazariy yo'l bilan quyidagi formula bilan belgilanadi:

$$d_{shl} = 10\sqrt{D_{dr}} \quad (2)$$

(2) formulaga D_{dr} ni qiymatini santimetrlarda kiritish kerak. d_{shl} o'lchamini standartga moslashtirish va devor qalinligini (t_{dev}) millimetrlarda qabul qilish maqsadga muvofiq, bunda quyidagi bog'liqlikka e'tibor qaratish lozim.

$$t_{dev} = \sqrt[3]{d_{shl}} \quad (3)$$

Drenaj yuvish shlangining ichki diametrini (d_{ich}) quyidagi formula yordamida hisoblash yo'li bilan osonlikcha aniqlash mumkin:

$$d_{ich} = (d_{shl} - 2t_{dev}) \quad (4)$$

Suv oqimining tezligi (ϑ_{suv2}) suv oqimi bilan yuvilgan cho'kindilarni zovurga cho'ktirmasdan, ya'ni uni qayta loyqa bosmasdan, olib ketish uchun yetarli bo'lishi kerak. Suv oqimining tezligi drenaj quvuri ichidagi yuqori tezliklari tozalash jarayonining energiya sarfini oshiradi. Shu sababli suvning oqish tezligini $\vartheta_{suv2} = 0,3-0,8$ m/c oralig'ida qabul qilish maqsadga muvofiq. Suvning oqish tezligini kichikroq qiymatlari ($\vartheta_{suv2} = 0,3-0,5$ m/c) katta diametrli yopiq drenajlar va kollektorlar (yopiq zovurlar) uchun qo'llaniladi.

Yopiq gorizontaal drenaj quvurini yuvish kallagi soplolari orqali suv sarfi, yopiq gorizontaal drenaj quvurlarini yuvishda, diametrlariga va ko'ndalang kesimining loyqa bilan ko'milish darajasiga qarab 0,8-2,8 l/c ni va katta diametrlili yopiq drenajlar, yopiq zovurlar tizimlari hamda kollektorlarini yuvishda 10,5 l/c gacha bo'ladi.

Yuvish kallagi konstruksiyasidagi old soplosi orqali suv sarfi (Q_{old}), umumiy sarfning (0,06-0,12) qismini tashkil etadi va (5) formula bo'yicha hisoblanadi

$$Q_{old} = (0,06 \div 0,12)Q_{sop} \quad (5)$$

Agar yopiq gorizontaal drenaj quvurini to'liq loyqa bosgan yoki cho'kindilar va olib chiqib ketilishi kerak bo'lgan suv bilan to'ldirilgan (quvurlar suv bilan to'la, lekin oqib chiqib ketish yo'q) holat hisob-kitob modeli sifatida qabul qilinsa, drenajni to'liq loyqa bosgan deb hisoblash imkonini beradi. Bu esa (ϑ_{suv1}) qiymatini quyidagi formula yordamida aniqlashda muhim ahamiyatga ega.

$$\vartheta_{suv1} = (Q_{gr} + Q_{old})/F_{tir} \quad (6)$$

bunda Q_{gr} - drenaj yuvish mashinasining grunt bo'yicha (shartli yoki keltirilgan) ish unumdorligi, $m^3/soat$; F_{tir} - yuvish kallagi tashqi diametri va yopiq gorizontaal drenaj ichki diametri orasidagi aylanasimon tirqishining yuzasi, m^2 ;

Yopiq gorizontaal drenaj quvurining ko'ndalang kesimini to'liq loyqa bosganda (Q_{gr}) qiymatini quyidagi formula orqali hisoblash mumkin:

$$Q_{gr} = \pi \cdot D_{dr}^2 \cdot \vartheta_{kall}/4 \quad (7)$$

bunda ϑ_{kall} - yopiq gorizontaal drenaj quvuri ichida yuvish kallagining ishchi tezligi, m/c.

Agarda yuvish kallagi, yopiq gorizontaal drenaj quvuri ichida, bosimli suvning soplolardan chiqishda hosil qiladigan reaktiv kuchi ta'sirida harakatlansa, uning tezligini $v_{kall}=0,1-0,2$ m/c qilib olsa bo'ladi. Yuvish kallagi bosimli shlangni yopiq gorizontaal drenaj quvuri ichiga yo'naltirayotgan (boshqarayotgan) ishchi qo'l kuchi bilan va reaktiv kuch ta'sirlari yig'indisi bilan harakatlansa uning tezligini $v_{kall}=0,5$ m/c gacha olish mumkin.

Yuvish kallagi (reaktiv kallag) tashqi diametri va yopiq gorizontaal drenaj ichki diametri orasidagi aylanasimon tirqishining yuzasi (F_{tir}) ni (8) formula bilan quyidagicha hisoblash mumkin:

$$F_{tir} = \pi \cdot (D_{dr}^2 - D_{kall}^2)/4 \quad (8)$$

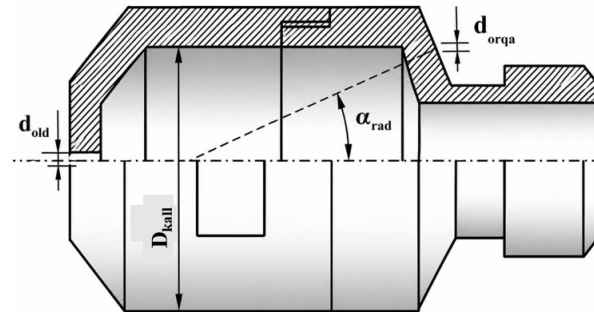
Yuqorida keltirilgan drenaj quvuri va shlang orasidagi tirqishda suvning zaruriy oqim tezligining ϑ_{suv2} va yuvish kallagi tashqi diametri va yopiq gorizontaal drenaj ichki diametri orasidagi tirqishdagi suv oqimi ϑ_{suv1} tezligi zaruriy nisbatini ($\vartheta_{suv2} > \vartheta_{suv1}$) hamda (1)-(8) formulalarni hisobga olgan holda, quyidagicha shartni yozish mumkin:

$$4(\pi \cdot D_{dr}^2 \cdot \vartheta_{suv1})/4 + Q_{nas})/\pi(D_{dr}^2 - D_{kall}^2) \leq \vartheta_{suv2} \quad (9)$$

Formula (9) dan, ifodadagi ko'rsatgichlar o'rniga qo'yish va qisqartirishlar orqali yuvish kallagining diametri bilan yopiq gorizontaal drenaj quvuri ichki diametri va yuvib chiqarilishi kerak bo'lgan grunt miqdoriga va zaruriy oqim

tezligiga bog'liklikni ifodalovchi quyidagi tengsizlikni hosil qilish mumkin (1-rasm):

$$D_{kall} \leq \sqrt{D_{dr}^2 - 4(Q_{gr} + Q_{old})/\pi \cdot \vartheta_{suv2}} \quad (10)$$



1-rasm. Ishchi organ konstruktiv parametrlarini hisoblash sxemasi

Yuvish kallagining old soplosi (d_{sop}^{old}) o'lchamlarini soplodan otilib chiqadigan suvning kerakli tezligini (ϑ_{suv}) chamalash yo'li bilan quyidagi formula yordamida belgilanadi:

$$d_{sop}^{old} = \sqrt{4Q_{old}/\pi \cdot \vartheta_{suv}} \quad (11)$$

Yuvish kallagining old soplosidan otilib chiqadigan suvning kerakli tezligini $\vartheta_{suv} = 30 - 55 \text{ m/sek}$ oraliqda, katta qiymatga yaqin qilib, qabul qilish maqsadga muvofiq bo'ladi.

Hisoblashlar va old soplo o'lchamlarini (d_{sop}^{old}) qabul qilgandan so'ng, 2-jadvalda keltirilgan ma'lumotlarga asoslanib, dastlabki tarzda orqa soplolarning diametri (d_{sop}^{orq}) qabul qilinishi mumkin bo'ladi. Bunda $d_{sop}^{orq} > d_{sop}^{old}$ sharti bajarilishi kerak. Keyin orqa soplolarning (F_{sop}^{orq} ning) zarur bo'lgan umumiy yuzasini aniqlash lozim. Bunda ular orqali o'tadigan suv sarfi $Q_{orq} = Q_{sop} - Q_{old}$ ekanligini hisobga olish kerak.

Orqa soplolarning umumiy yuzasi F_{sop}^{orq} ning qiymati quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$F_{sop}^{orq} = Q_{orq}/\vartheta_{suv} \quad (12)$$

Bunda, oqish tezligi yuqoridagi tavsiyaga ko'ra qabul qilinadi, ammo yuvish kallagi oldingi soplosi uchun suv otilib chiqish tezligidan kamroq bo'ladi. Yuqoridagi (12) ifodadan F_{sop}^{orq} qiymatini hisoblab topish imkoniyatiga ega bo'lgach, orqa soplolarning zarur soni (n_{sop}) ni aniqlash mumkin. Yakuniy orqa soplolar soni (n_{sop}) va diametrlari (d_{sop}^{orq}) qiymatlari gidravlik hisob-kitoblardan so'ng aniqlanadi.

MAN TGM 13.240 dren yuvish mashinasi ishchi jihozlarida koplektlangan yuvish kallagi old soplosining diametri 6 mm, orqa soplolariniki esa 7 mm ni tashkil etadi. Drenaj tozalash uskunalarning texnik va texnologik xususiyatlarining qiyosiy tahlili yopiq drenaj tizimlarini gidravlik tozalash samaradorligini

belgilovchi parametrlarda sezilarli o'zgaruvchanlikni aniqladi. Foydalanilgan agregatlarning ish bosimi yuk mashinasi shassisidagi mobil transport vositalari uchun 1,25 MPa dan ixcham yuqori bosimli agregatlar uchun 10 MPa gacha, nasos oqim tezligi esa 85 dan 1000 m³/soat gacha o'zgarib turdi. Bu farqlar cho'kindilarga turli darajadagi gidravlik ta'sirga, shuningdek, ish paytida energiya va suv sarfining turli darajalariga olib keladi (2-jadval).

2-jadval

Drenaj yuvish mashinalarini taqqoslash xususiyatlari

Drenaj yuvish mashinalari markalari	Ishchi bosimi, MPa	Nasos-ning suv sarfi, m³/c	Shlang diametri, mm	Drenaj yuvish uzunligi, m	Yuvadigan dren maksimal diametri, mm	Massasi, kg	Suv sarfi
D-910	2	85	20–26	120	200	650	Yuqori
MR-18	2	85	20–26	150	200	650	Yuqori
PDT-200	1,8	630	38	200	250	2400	Juda yuqori
MAN TGM 13.240	1,25	1000	20–38	100	800	6000	Juda yuqori
KAMAZ KPM6	1,25	1000	20–38	100	800	10000	Juda yuqori
DP-10	10	120	25	200	500	650	O'rtacha
“TIAME” NRU (mukamal lashtirilgan)	1,2–1,5	65–70	20–38	100	250	–	Kam

Tahlillar shuni ko'rsatdiki, MAN TGM 13.240 va KAMAZ KPM6-01.00.000.PS asosidagi mashinalar juda ko'p qirrali bo'lib, diametri 50 dan 800 mm gacha bo'lgan drenaj quvurlarini tozalashga qodir, 100 m gacha bo'lgan tozalash uzunliklarida barqaror ishlaydi. Ularning yuqori mahsuldorligi sezilarli darajada suv sarfi orqali erishiladi, bu esa ushbu qurilmalarni asosiy drenaj quvuri va kuchli loyqalangan joylarni tozalash uchun samarali qiladi.

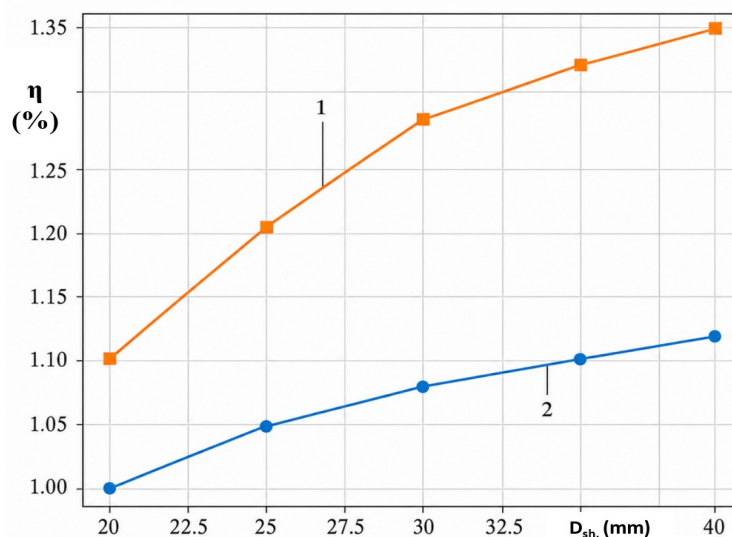
Diametri 100 dan 250 mm gacha bo'lgan 100 metr uzunlikdagi quvurlarda o'tkazilgan eksperimental tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, shlang diametrini 20 dan 38 mm gacha oshirish ham uchlik suv oqimining, ham cho'kindi suvni olib tashlash samaradorligining mutanosib ravishda oshishiga olib keldi. Shunday qilib, drenaj diametrini 100 dan 250 mm gacha oshirish suv oqimining 12,68 dan 86,27 m³/soat gacha oshishiga olib keldi, cho'kindi suvni olib tashlash samaradorligi esa 0,001 dan 0,009 m³/soat gacha oshdi. Bu bog'liqlik tizimning gidravlik parametrlari cho'kindi suvni tashish va olib tashlash intensivligiga hal qiluvchi ta'sir ko'rsatishini va uskunaning ish rejimlarini tanlash uchun asos bo'lishini tasdiqlaydi (3-jadval).

Turli diametrlarda drenajlarni tozalashning texnologik parametrlari

Drenaj diametri, mm	Shlang diametri, mm	Nasosning suv sarfi (KAMAZ), m ³ /soat	Nasosning suv sarfi (TIHME), m ³ /soat	Cho'kindi tozalash unumdorligi, m ³ /soat	Oqim tezligi, m/c
100	20	12,68	9,50	0,001	0,3–0,5
150	20	30,83	23,13	0,003	0,4–0,6
200	26	54,47	40,80	0,006	0,5–0,7
250	38	86,27	64,60	0,009	0,6–0,8

Jadval ma'lumotlari drenaj quvurining diametri, suv oqimi tezligi va tozalash samaradorligi o'rtasidagi chiziqli bog'liqlikni tasdiqlaydi. Asosiy natija optimallashtirilgan tizimda suv oqimi tezligining doimiy ravishda pasayishi bo'lib, shu bilan birga ishlashni saqlab qoladi. Bu energiya xarajatlarining oshishi o'rniga, dizaynni optimallashtirish tufayli gidravlik samaradorlikning oshishini ko'rsatadi. Ayniqsa, o'rta va katta diametrli diapazon (200-250 mm) maksimal resurslarni tejashga erishishi muhimdir, bu esa suv yetkazib berish qo'shimcha xarajatlarni talab qiladigan hududlar uchun juda muhimdir.

Shlangning diametri juda muhim bo'lib, tozalanayotgan maydon bo'ylab oqim tezligi va bosim taqsimotini belgilaydi. Optimal tanlangan diametr minimal gidravlik yo'qotishlar bilan cho'kindi tashish tezligini ta'minlaydi, bu parametrlarning yetarli emasligi esa tozalash samaradorligining pasayishiga yoki ortiqcha energiya sarfiga olib keladi (2-rasm).

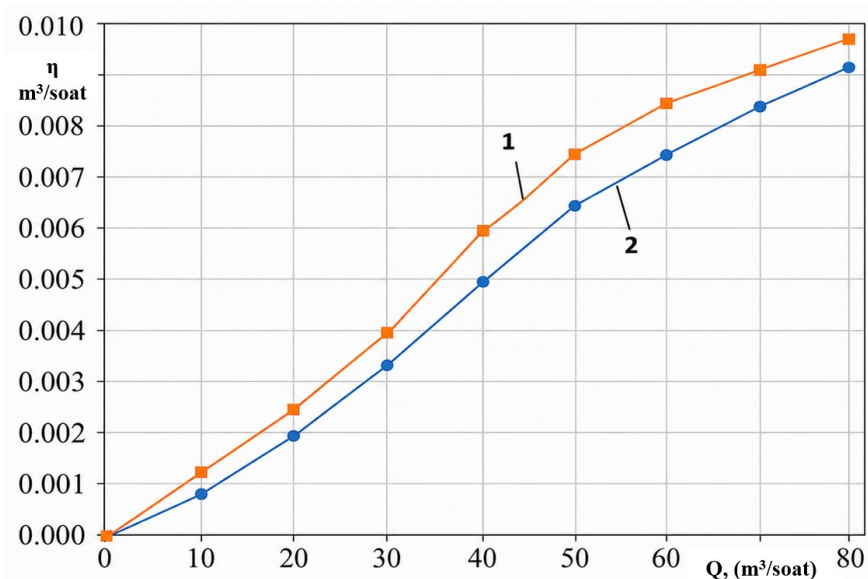


1-optimal tizim, 2-standart tizim

2-rasm. $\eta=f(D)$. Shlang diametrining drenaj tozalash tizimlarining gidravlik samaradorligiga ta'siri

2-rasmda drenaj tizimini tozalashning gidravlik samaradorligi standart va optimallashtirilgan uskunalar konfiguratsiyalari uchun chiqarish shlangining diametri o'rtasidagi bog'liqlik ko'rsatilgan. Olingan ma'lumotlar shuni ko'rsatdiki, shlang diametrini oshirish tozalash samaradorligini oshirishga olib keladi, ammo bu bog'liqlikning tabiati ko'rib chiqilayotgan tizimlar uchun farq qiladi.

Aniqlash koeffitsientining yuqori qiymatlari suv oqimi tezligi ishlashni belgilovchi asosiy omil ekanligini ko'rsatadi, ammo uning ta'siri boshqa parametrlar, jumladan, uchlik geometriyasi va shlang xususiyatlari bilan birgalikda ko'rib chiqilishi kerak (3-rasm).



1-optimallashtirilgan tizim, 2-standart tizim

3-rasm. $\eta=f(Q)$. Standart va optimallashtirilgan tizimlar uchun cho'kindilarni chiqarib tashlash samaradorligining suv oqimiga bog'liqligi

Ushbu diagrammada ikki turdagi tizimlar uchun cho'kindilarni olib tashlash samaradorligining suv oqimi tezligiga bog'liqligi ko'rsatilgan: an'anaviy tizim va optimallashtirilgan tizim. Olingan ma'lumotlar shuni ko'rsatdiki, bir xil suv oqimi tezligi uchun optimallashtirilgan tizim yuqori tozalash samaradorligini ta'minlaydi. Bu samaradorlikning oshishiga jarayonning energiya sarfini oshirish o'rniga gidravlik oqim tuzilishi va nozul konfiguratsiyasini yaxshilash orqali erishilishi mumkinligini tasdiqlaydi.

Sug'oriladigan yerlarda yopiq gorizontall drenaj tizimlarining samarali ishlashini ta'minlash bir vaqtning o'zida tozalash samaradorligini oshirish va suv sarfini kamaytirishni talab qiladi. Ushbu maqolada suv oqimi va uskunalarning quvvatini oshirishga asoslangan an'anaviy yondashuvlar zarur resurslar samaradorligini ta'minlamasligi va suv tanqisligi sharoitida cheklangan bo'lishi mumkinligi ko'rsatilgan.

5. Совершенствования технологии очистки горизонтального дренажа на оросительных системах. Modern Innovations, Systems and Technologies, 2025, 5(4), 1011-1018. DOI 10.47813/2782-2818-2025-5-4-1011-1018

Maqolada sug'oriladigan yerlarda gorizontal drenaj tizimining suv o'tkazuvchi elementlarida bosim yo'qotilishini aniqlash bo'yicha olib borilgan dala va laboratoriya tadqiqotlar natijalari keltirilgan. Shuningdek, drenajni yuvish mashinasining reaktiv yuvuvchi bosh qismi konstruksiyasiga qo'yiladigan texnik va texnologik talablar ishlab chiqilgan bo'lib, bunda drenajning cho'kindi bilan to'lib qolish darajasi, suv sarfi, yuvish shlangining ichki diametri va uning uzunligi kabi omillar hisobga olingan. Tadqiqot obyekti - yopiq gorizontal drenaj tarmog'ining ishlash jarayoni, suv o'tkazuvchi elementlarda bosim yo'qotishlarini aniqlash, shuningdek, Sirdaryo viloyati sug'oriladigan yerlarida kollektor-drenaj tizimlari misolida yopiq gorizontal drenajlarni yuvish texnologik jarayonlarini o'rganishdan iborat. Asosiy o'lchov ko'rsatkichlari quyidagilardan iborat: suv sarfi (Q_{dr}), l/c; kesim yuzasi (S) sm^2 ; oqim tezligi (ϑ) m/c.

Drenaj quvuridagi suv sarfi diametri va oqim tezligiga qarab quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$Q_{dr} = \frac{\pi \cdot D_{int}^2}{4} \cdot \vartheta \quad (13)$$

bunda parametrlar quyidagicha: $D_{int}=100$ mm, minimal tavsiya etilgan qiyalik $i_d=0,002$; quvur materiali - plastik moslashuvchan g'ovak drenaj trubkasi va shag'al-qum filtri bilan ta'minlangan, drenaj tarmog'i uzunligi $L<1000$.

Drenaj quvursining cho'kindi bilan to'lish darajasini tahliliy baholash uchun quyidagi formula ishlatiladi:

$$Q_{dr} = 0,39 \cdot C \cdot 0,12^{\frac{5}{2}} \cdot \sqrt{i_{dr}} \quad (14)$$

bunda C - N.N. Pavlovskiy koeffitsienti:

$$C=R^y \cdot 1/n$$

bunda R^y - gidravlik radius,

$n=0,009 \div 0,025$ - plastmassa g'ovak quvurlar uchun Manning koeffitsienti.

To'liq kesimdagi drenaj quvursi uchun suv sarfi:

$$Q_{dr} = 0,39 \cdot C \cdot 0,12^{\frac{5}{2}} \cdot \sqrt{i_{dr}} = 0,001233 \cdot C \cdot \sqrt{i_{dr}} \quad (15)$$

(13)-formulaga muvofiq: $Q_{dr}=S \cdot \vartheta$, l/s,

Shunday qilib, (15)-formulaga $Q_{dr}=S \cdot \vartheta$ ni qo'yib, quyidagini olamiz:

$$S \cdot \vartheta = 0,001233 \cdot C \cdot \sqrt{i_{dr}} \quad (16)$$

Hisob-kitobni soddalashtirish uchun tezlik ϑ quyidagicha ifodalanadi:

$$v = \frac{L}{t}$$

bunda L - drenaj uchastkasi uzunligi, m; t - suvning shu masofani bosib o'tish vaqti, Shunda drenaj quvursidagi faol kesim yuzasi (S) quyidagicha aniqlanadi:

$$S = \frac{0,001233 \cdot C \cdot \sqrt{i_{dr}} \cdot t}{L} \quad (17)$$

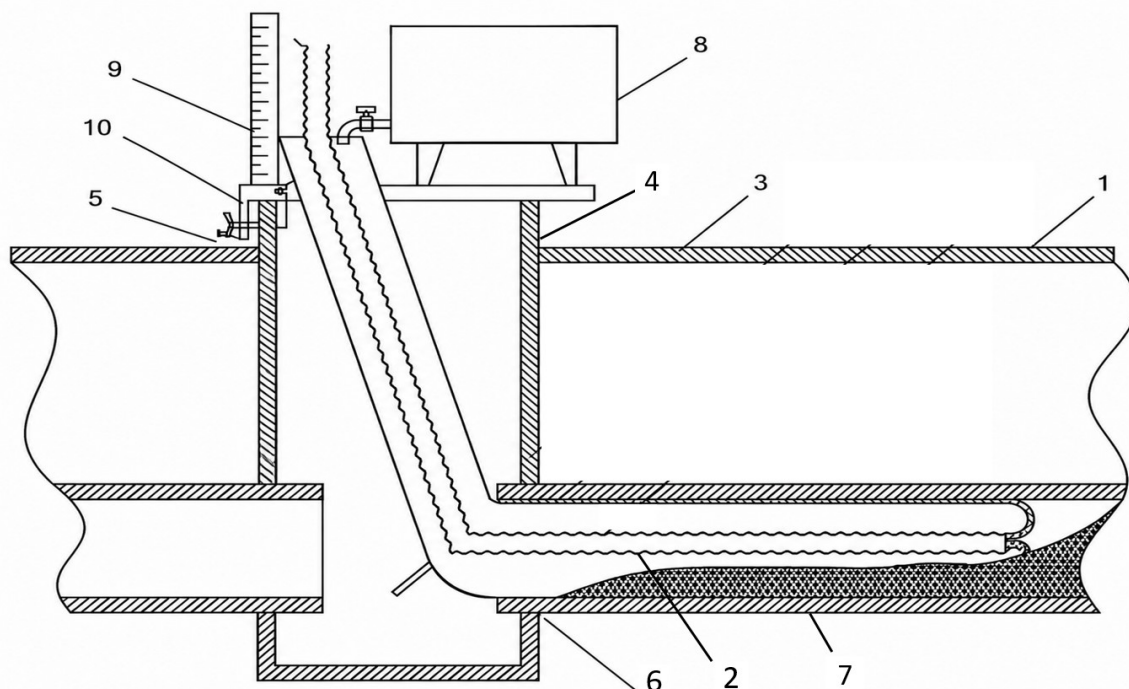
bunda $D = 100$ mm diametrli drenaj quvurining ko'ndalang kesimi maydoni. Formuladan foydalanib t vaqtini o'lchab, diametri $D = 100$ mm bo'lgan quvurning tasavvurlar maydonini aniqlaymiz. Keyin, % da cho'kindi darajasi bo'ladi. Quvurning cho'kindi bilan to'lish darajasi foizda quyidagicha topiladi:

$$\Delta S = \frac{S_{100} - S_i}{S_{100}} \% \quad (18)$$

bunda $D=100$ mm diametrli quvurning to'liq kesimi, S_i - tajriba orqali aniqlangan faol kesim yuzasi.

(17)-formuladagi $K_{ic}=0,001233$ koeffitsient – tajriba qilinayotgan quvur diametrini hisobga olish koeffitsienti bo'lib, u har qanday drenaj diametri uchun hisoblanishi mumkin.

4-rasmda yopiq gorizontal drenaj quvurining loyqalanish darajasini bashorat qilishning taklif qilingan usulini amalga oshirish uchun moslama o'rnatilgan drenajning sxematik kesimi ko'rsatilgan. Laboratoriya moslamasi drenaj quvuri 2 bilan jihozlangan egiluvchan shlang 1 dan iborat. Drenaj trubkasi 2 bo'lgan egiluvchan shlang 1 ning bir uchi zaxirali barabanga mahkamlangan (baraban rasmda ko'rsatilmagan) va boshqa erkin uchi yo'naltiruvchi trubka 3 ning yuqori uchiga joylashtirilgan. Quvur 3 ning pastki uchi korpus trubkasi 4 ga tushiriladi, kuzatuv qudug'i 5 ni hosil qiladi va drenaj chiqish teshigi 6 ga kiritiladi.

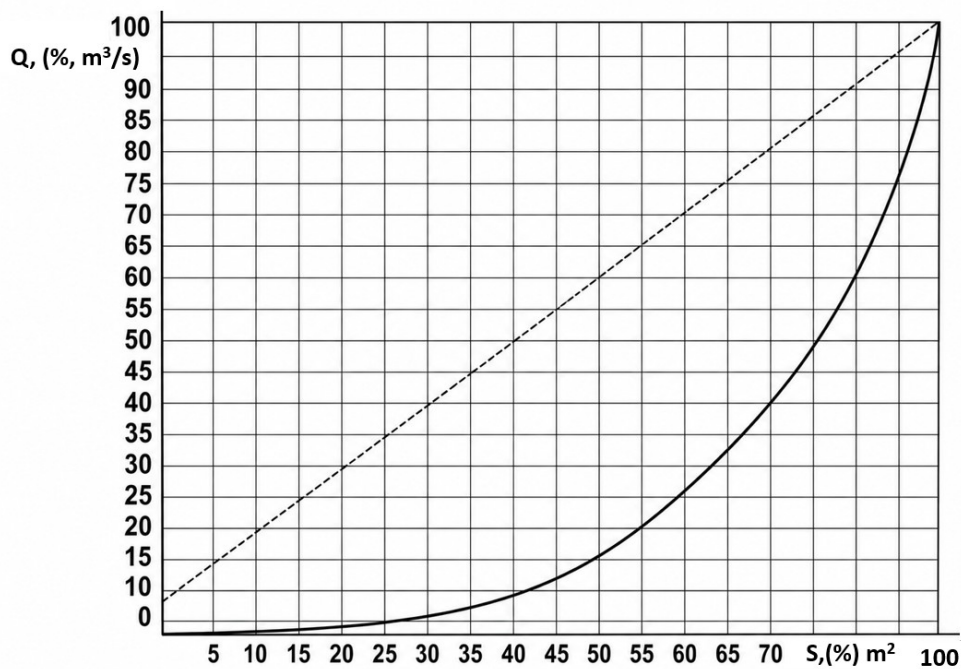


1-drenaj quvur, 2-egiluvchan shlang, 3-engcha, 4-5-kuzatuv qudug'i, 6-taglik, 7-biriktirilgan oraliq, 8-suv o'lchash rezervari, 9-olchagich, 10-qisqich
4-rasm. Drenaj quvuridagi suv oqimi tezligi va tezligining cho'kindi darajasiga bog'liqligini eksperimental tadqiqotlar uchun laboratoriya qurilmasi sxemasi

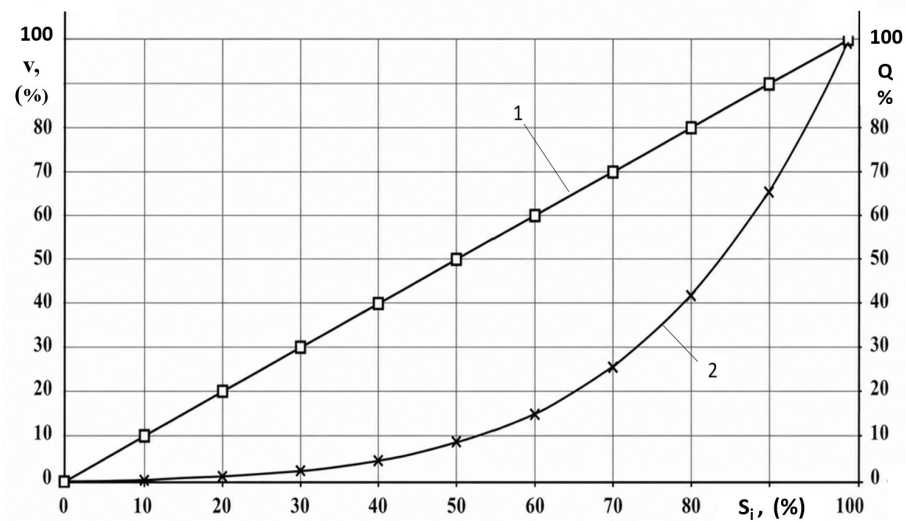
Tarmoq quvuri 3 ning diametri drenaj 6 ning nominal diametridan kichikroq. Tarmoq quvuri 3 ning diametri va drenaj 6 ning nominal diametri orasidagi farq natijasida hosil bo'lgan bo'shliq 7 drenaj naychasi 2 ning erkin uchini kuzatish qudug'i 5 ga kiritish imkonini beradi. Drenaj naychasi 2 bilan jihozlangan drenaj 6 ning bo'shlig'iga kiritilgan egiluvchan gilza 1 ning uzunligi (L) 9 o'lchagich bilan mahkamlanadi, u qisqich 10 bilan korpus quvuri 4 ga biriktiriladi. Drenaj quvurining loyqalanishi qo'lda simulyatsiya qilindi, unda tarkibida 30 dan 60% gacha bo'lgan loy bo'lgan mayda tuproqdan iborat qalin suvli eritma quyildi. Drenaj trubasining ko'ndalang kesim maydoni geometrik ko'ndalang kesim yuzasi 0% dan boshlab 100% gacha 5% dan kamaytirildi.

5 va 6-rasmdagi 1-grafik diametri $D_{int}=100$ mm bo'lgan drenaj quvuridagi cho'kindi darajasiga qarab suv oqimi tezligining o'zgarishi, 2-grafik esa drenaj quvuridagi cho'kindi darajasiga qarab suv sarfining o'zgarishi ifodalaydi.

Suv bosimi, burchak va kallak teshiklari diametrining optimallashtirilishi tozalash masofasini oshiradi, bosim yo'qotilishini kamaytiradi va jarayonning barqarorligini ta'minlaydi. Matematik modellar drenaj ichidagi gidravlik jarayonlarni to'liq ifodalaydi hamda turli cho'kindi darajalarida quvurning holatini oldindan prognoz qilish imkonini beradi.



5-rasm. Tajriba paytida drenajga suv oqimiga qarab drenajning cho‘kindi darajasini aniqlash uchun kalibrlash egri chizig‘i



1- drenaj quvuridagi cho‘kindi darajasiga qarab suv oqimi tezligining o‘zgarishi,
 2- drenaj quvuridagi cho‘kindi darajasiga qarab suv sarfining o‘zgarishi ifodalaydi
6-rasm. Drenaj quvuridagi cho‘kindi darajasiga bog‘liq ravishda suv oqimi va suv sarfining o‘zgarish grafiklari

Drenaj quvurlarining cho‘kindi bilan to‘lish darajasini aniqlash va ularning gidravlik xususiyatlarini oldindan baholash imkonini beruvchi matematik modellar ishlab chiqildi va asoslab berildi. Kalibrovka egri chiziqlari tuzildi, ular yordamida drenaj holatini tezkor baholash mumkin. Past bosimli suv oqimlari asosidagi gidrodinamik tozalash usuli yuqori samaradorlikka ega ekanligi tajribaviy

isbotlandi. Ushbu usul ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytiradi va ekologik xavfsizlikni ta'minlaydi.

Tadqiqot natijalarini amaliyotga joriy etish drenaj tizimlarining samaradorligini oshiradi, sug'oriladigan yerlarning meliorativ holatini yaxshilaydi hamda suv resurslaridan oqilona foydalanishga xizmat qiladi.

6. Improving devices for cleaning closed horizontal drainage systems
Informatics. Economics. Management, 2026, Vol. 5 №1, 2015-2021.
DOI: 10.47813/2782-5280-2026-5-1-2015-2021

Ushbu maqolada sug'oriladigan yerlarda yopiq gorizontal drenaj tizimini cho'kindilardan tozalash usullari hamda texnik vositalari tahlil qilindi. Yopiq gorizontal drenaj tozalash moslamalari turi, ishchi kallakning shakli va konstruktiv xususiyatlariga ko'ra tasniflandi. Tavsiya etilgan yopiq gorizontal drenajni cho'kindilardan yuvish kallagini drenaj tozalashda qo'llash natijasida yopiq gorizontal drenaj cho'kindilardan tozalashda qo'l mehnatini kamaytirish, suv sarfi, yonilg'i va mehnat sarfini kamaytirishga erishiladi.

O'zbekiston Respublikasining suv xo'jaligi 4,3 million gektarga yaqin sug'oriladigan yerlarga, jumladan, 180 ming kilometrdan ortiq kanal tarmog'iga, 106,507 ming kilometr kollektor-drenaj tarmoqlariga xizmat ko'rsatuvchi sug'orish tizimlarining kompleks majmuasidir. Yopiq gorizontal drenaj umumiy uzunligi 36,913 ming km dan ortiq bo'lib, shundan 14,6 ming km ga yaqini (39,5 %) keyingi davriy yuvishni talab qiladi, 3,9 ming km ga yaqini yomon holatda.

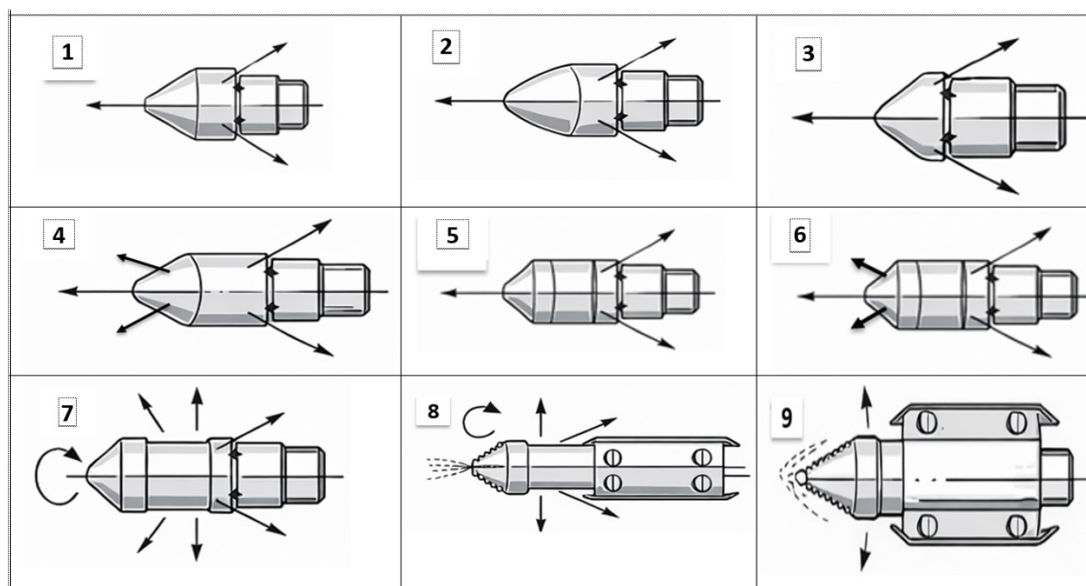
O'zbekistonda qo'llaniladigan yopiq gorizontal drenaj yuvish mashinalari quyidagilardan iborat. PDT-200 drenajini yuvish moslamasi 10 kN toifali ikkita traktor (TTZ-100) iborat bo'lib, barabanli bitta o'qli tirkamadagi asosiy nasos stantsiyasi, yordamchi nasos stantsiyasi va g'ildirakli traktordan iborat. MAN rusumli avtomashinaga asoslangan drenaj yuvish mashinasi, sig'imi 10 tonnaga teng, reaktiv boshli 100 metr rezina shlanglarga ega. MAN rusumli avtomashinaning transport vositasining o'zi massasi bilan birga to'liq sisternasi (20,0 tonnagacha). Dala sharoitida imkoniyati cheklanganligi sababli, kuz-qish mavsumida ta'mirlash ishlari olib borilayotganda dalada yurish qiyin.

Drenaj yuvish mashinasining asosiy ishchi qismlaridan biri uning ishchi kallagi hisoblanadi. Uning konstruktiv samaradorligi va asosiy parametrlarini hisoblashning to'g'riligi uning iqtisodiy ko'rsatkichlarini belgilaydi. Umuman olganda, ishchi kallak drenaj quvurining ichki yuzasini bir tekisda tozalashni hamda drenaj quvurida hosil bo'lgan cho'kindini chiqarib tashlashni ta'minlashi kerak. Bajaradigan vazifasiga ko'ra ishchi kallak, quyidagi asosiy turdagi gidrodinamik yuvish kallaklariga bo'linadi: uzluksiz o'tkazuvchi, teskari (reversiv) ishlaydigan va aylanuvchi (rotatsion) kallaklar.

Uzluksiz o'tkazuvchi kallaklar (1-3) eng sodda va ishonchli bo'lib, ular shu sababli drenaj quvurlarini tozalashda eng ko'p qo'llaniladi. Ular, odatda, bitta oldingi va bir nechta orqa suv purkagich teshiklariga ega bo'ladi. Bunda oldingi suv purkagichlarning umumiy reaktiv kuchi orqa suv purkagichlarning reaktiv kuchidan kichik bo'ladi. Orqa suv purkagichlaridan chiqadigan suv oqimlari hosil

qiladigan reaktiv tortish kuchi ta'sirida kallak quvur bo'ylab harakatlanadi, cho'kindilarni yuvib tushiradi va shu bilan birga shlangni o'z ortidan tortadi. Quvurdan yuvilgan cho'kindilarni chiqarib tashlash asosan orqa suv purkagichlaridan hosil bo'lgan yuqori turbulentslikdagi suv oqimi ta'sirida amalga oshadi, bu oqim yuvish shlangi bo'ylab yo'nalgan bo'ladi.

Teskari (reversiv) kallaklar (4-6) - bu quvur ichidagi jiddiy tiqinlar va cho'kindilarni masofadan turib orqa, old va yon tomondagi suv oqimlarini almashtirish orqali yuvib tashlash va yo'qotish imkonini beruvchi samarali moslamalardir. Ular yetarlicha universal hisoblanadi va asosan orqa suv purkagich oqimlari yordamida quvurlarni tozalash uchun ishlatiladi. Teskari kallaklar tuzilish jihatidan murakkab bo'lib, asosan kommunal xo'jalik tizimlarida qo'llaniladi. Ularning melioratsion drenaj tizimlarini yuvish mashinalarida qo'llanishi amalda kuzatilmagan (7-rasm).



1-3- uzluksiz o'tkazuvchi kallaklar, 4-6- teskari (reversiv) kallaklar,
7-9- aylanuvchi (rotatsion) kallaklar

7-rasm. Drenaj quvurlarini tozalash mashinalarida ishlatiladigan kallaklar sxemalari

Aylanuvchi (rotatsion) kallaklar esa (7-9), an'anaviy orqa suv purkagichlaridan tashqari, yon tomonga yo'naltirilgan yuvuvchi oqimlarga ham ega. Kallak quvur bo'ylab harakatlanayotganda, rotorning reaktiv kuchi ta'sirida katta tezlikda aylanadi. Natijada, yon suv oqimlari quvurning ichki devorini bir tekisda yuvib tozalaydi. Quvur ichidagi yirik cho'kindilar va o'simlik ildizlarini tozalash uchun gidromexanik ishchi organlarga ega murakkabroq kallaklar ishlatiladi. Bunday nasadkalar yuvish jarayonini frezalash (parmalash) bilan birlashtiradi. Shu sababli, bu turdagi tozalash usuli gidromexanik usul deb ataladi. U suv oqimining bosimli purkagichlari va turli mexanik yumshatuvchi elementlar bir vaqtda ta'sir qilishi bilan ajralib turadi.

Odatda, gidromexanik tozalash usuli yuqori statik suv bosimi va silliq ichki yuzaga ega quvurlarni talab qiladi. Shu sababli u, asosan, kommunal xo'jalik tizimlarida qo'llaniladi. Gidravlik tozalash usuli esa shartli ravishda quvur ichidan o'tuvchi suv oqimi (suyuqlik) yordamida tozalash yoki yuvish jarayoni deb ataladi. Bu usul drenaj quvurlarini tozalashda bir necha shakllarda amalga oshiriladi: drenaj oqimi mavjud bo'lgan holatda quvurni vaqti-vaqti bilan berkitish orqali; yer osti suvlari sathi yuqori bo'lganda drenaj oqimini so'rib olish orqali; suvni drenaj tarmog'iga yuborib, uni tabiiy ravishda chiqarish orqali; yoki suvni drenaj tarmog'iga yuborib, keyinchalik uni nasos yordamida chiqarib tashlash orqali.

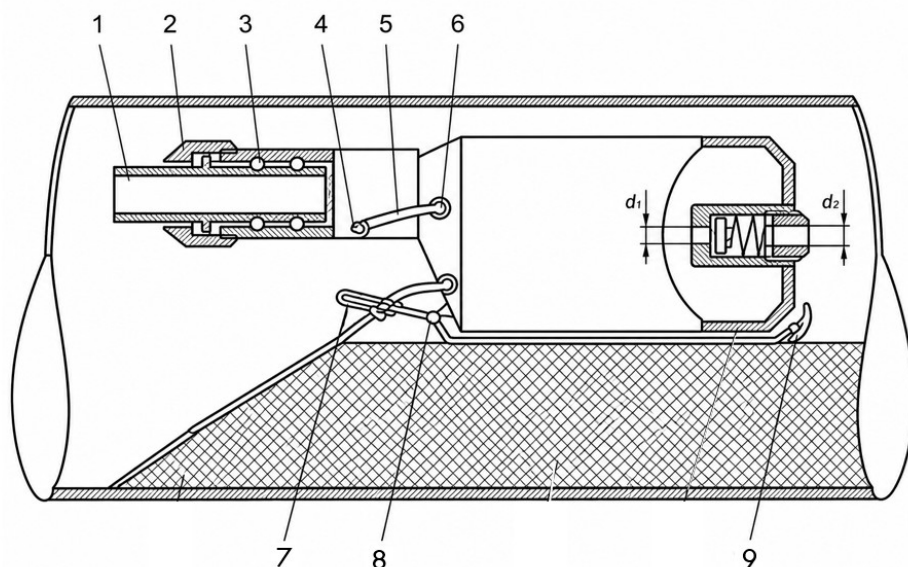
Yopiq gorizontal drenaj tozalash uchun mo'ljallangan ishchi kallak (BY12091C1 2009.06.30) ma'lum bo'lib, u kallakning old va orqa suv purgagichlari, markaziy teshik, reaktiv teshikchalar va ishchi suyuqlikni uzatish tizimidan iborat. Orqa kallak ichki va tashqi konuslardan tashkil topgan bo'lib, ular orasida korpusdagi teshiklar bilan bog'langan halqasimon bo'shliq hosil qiladi. Ishchi suyuqlik oqimini boshqarish uchun slayderli vtulka va sterjendan iborat almashtirgich mexanizmi qo'llanilgan bo'lib, u suv oqimini orqa suv purkagich oldingi purkagichga yo'naltirish imkonini beradi. Bundan tashqari, qurilma ichida harakatni yaxshilash maqsadida korpusga prujinali tayanch oyoqchalar o'rnatilishi mumkin. Mazkur moslamaning kamchiligi - uning murakkab tuzilishidadir. Unda harakatlanuvchi elementlar (vtulka, sterjen, markaziy prujina) mavjudligi sababli ishonchliligi pasayadi va ekspluatatsiya jarayoni murakkablashadi. Shuningdek, korpusdagi halqasimon bo'shliq va teshiklar ifloslangan quvurlarda ishlaganda tiqilib qolish xavfini oshiradi. Ishchi suyuqlik oqimini pukagich orasida almashtirish zarurati esa boshqaruvni qiyinlashtiradi va tozalash samaradorligini kamaytiradi.

Yana bir texnik yechim sifatida (PФ SU 1011808 A) drenaj quvurlarni tozalash uchun qurilma taklif etilgan bo'lib, u korpus, egiluvchan shlang, kirish teshiklari va ular bilan konsentrik joylashgan kallak teshiklardan iborat. Qurilma ichida kallak teshiklarni yopuvchi element joylashgan bo'lib, u korpusning bosh va kirish qismlari orasida joylashgan bo'shliqni tashkil etadi hamda kirish va chiqish teshiklarini bog'laydi. Ushbu qurilmada ishchi suyuqlik energiyasidan samaraliroq foydalanish maqsadida korpusning kirish qismi sferik shaklda bajarilgan. Teshiklarni yopuvchi element teshikchalarga ega bo'lgan qarshi og'irlik bilan jihozlangan bo'lib, u korpusning sferik yuzasi bilan kontaktga kirishadi. Biroq uzoq muddatli ishlatish davomida teshikchalarning yeyilishi natijasida mexanizm tiqilib qolishi yoki ishdan chiqishi mumkin. Shuningdek, nishabli yoki gorizontal quvurlarda qarshi og'irlikning harakati barqaror bo'lmasligi tufayli tozalash samaradorligi pasayadi.

Agar drenaj quvurning ma'lum qismida cho'kindi deyarli bo'lmasa, ishchi suyuqlikning reaktiv oqimi energiya jihatdan samarasiz ishlatiladi. Bunday hollarda oqim yo'nalishini moslashtirib, qurilmaning harakatiga qarama-qarshi yo'nalishda turtki berish yoki cho'kindilarni to'liq yuvish imkoniyati bo'lmaydi. Bu esa suv oqimi energiyasining to'liq ishlatilmasligiga olib keladi, chunki suv oqimining burchagi doimiy qiymatda saqlanadi. Shuningdek, bu moslamaning yana bir kamchiligi - uning murakkab konstruksiyasi va ishlab chiqarishdagi

aniqlik talablaridir. Korpusning ichki qismi va qarshi og'irlik sferik shaklda tayyorlangani uchun yuqori aniqlikdagi ishlab chiqarishni talab qiladi, bu esa moslama tannarxini oshiradi.

Tavsiya qilinayotgan yopiq gorizontall drenaj yuvish kallagi - suv sarfini tejab quvurning pastki qismida joylashgan cho'kindilarni samarali yuvishda, turli darajadagi loylanishda reaktiv oqim yo'nalishini boshqarish va qurilmaning drenaj quvur bo'ylab harakatlanishida tortish kuchini oshiradi. Taklif etilgan qurilmada kirish qismi korpusning markaziy o'qiga nisbatan eksentrik joylashtirilgan. Bu yechim ishchi suyuqlikni egiluvchan shlanglar orqali drenaj quvurining pastki qismiga yo'naltirish imkonini beradi. Korpusning kirish qismi bosimli suv uzatuvchi shlang bilan ulanib, aylanma harakat qiluvchi quvur orqali bir holatda ushlab turiladi. Shu bilan birga suv uzatuvchi shlangning o'ralib qolishi oldi olinadi. Ular germetik tarzda mufta gaykasi yordamida ulanadi. Korpusga sharnirli richag o'rnatilgan bo'lib, uning yordamida oqim yo'naltiruvchi kallak vertikal tekislikda harakatlanishi mumkin. Bu, quvurning loylanish darajasi yuqori bo'lganda, tozalash sifatini oshirish imkonini beradi (8-rasm).



1-suv beruvchi shlang, 2-biriktirish gaykasi, 3-ulash korpusi, 4-asosiy korpus, 5-kichik shlang, 6-kichik shlangni harakatga keltiruvchi soplo, 7-richag, 8-richag va korpus ulanish joyi, 9- richag uchi sharniri

8 – rasm. Drenaj quvurini cho'kindilardan tozalash jarayonida moslamaning joylashuv sxemasi

Aksincha, agar cho'kindilar kam bo'lsa, reaktiv suv oqimining energiyasi richag yordamida qurilmaning oldinga siljish kuchini oshirish uchun yo'naltiriladi. Natijada qurilma gorizontall drenaj quvurlarida samarali harakatlanadi va tozalash sifati yaxshilanadi.

Tozalanayotgan quvurning ayrim qismlarida cho'kindi qatlamining qalinligi nolga teng bo'lganda, 7-raqamli richaglar to'liq ochiladi va 6-reaktiv purkagichning 5-sonli egiluvchan rezina-mato shlanglari gorizontall holatni egallaydi. Bu holatda ishchi moddaning reaktiv kuchi to'liq (100%) qurilmani

oldinga harakatlantirishga sarflanadi. Ishga tushirishdan oldin quvurlarni choʻkindilardan tozalash uchun moʻljallangan qurilma quvur ichiga kiritiladi va imkon qadar oldinga suriladi. Nasos orqali 1-sonli tarmoqli quvurdan suv taʼminoti shlangi orqali suv uzatiladi; suv 4-sonli korpusdan oʻtib, 5-sonli rezina-mato shlang orqali 6-sonli reaktiv purkagichga kiradi. U choʻkindi qatlamlarini yuvib tashlaydi va reaktiv kuch hosil qilib, qurilmani oldinga harakatlantiradi (9-rasm).

XULOSA

1. Olib borilgan tahlillar shuni koʻrsatadiki, sugʻoriladigan yerlarda yopiq gorizontol drenaj tarmoqlarini tozalashda qoʻllanilayotgan mavjud texnologiyalar va mexanizatsiya darajasi yetarli samaradorlikka ega emas va amalda ishlatilayotgan MAN TGM 13.240 markali drenaj yuvish hamda taʼmirlash mashinasining texnologik jarayonlari boʻyicha mehnat sarfi va vaqt meʼyorlari hali ilmiy asosda aniqlanmagan. Natijada tozalash ishlari hanuzgacha eski smeta meʼyorlariga asoslanib amalga oshirilmoqda.

2. Yopiq gorizontol drenaj yuvish texnologiyasining toʻgʻri bajarilishi va uskunaning optimal parametrlarini toʻgʻri tanlash sugʻoriladigan yerlarda drenaj tizimining ishonchli, uzoq muddatli va sifatli ishlashini, shuningdek, ekspluatatsion xarajatlarni minimal darajada boʻlishini taʼminlash kata ahamiyatga ega. Shu nuqtai nazardan, yopiq gorizontol drenajni choʻkindi darajasiga qarab tozalash usullarini takomillashtirish ustuvor va nihoyatda dolzarb vazifa hisoblanadi.

3. Oʻtkazilgan tadqiqotlar jarayonida drenaj quvurlarining loyqalanish darajasini aniqlash va ularning gidravlik xususiyatlaridagi oʻzgarishlarni tahlil qilish imkonini beruvchi fizik model va empirik bogʻlanishlar ishlab chiqildi va ilmiy asoslab berildi. Yaratilgan modellar quvurning faol kesimi kamayishi, suv oqimining tezligi va quvur oʻtkazuvchanligi oʻrtasidagi oʻzaro bogʻliqlikni aniq ifodalaydi. Amaliy qoʻllash uchun hisobiy maʼlumotlar jadvali va kalibrlash egri chiziqlari tuzilgan boʻlib, bu drenalarning loyqalanish darajasini tezkor aniqlash hamda ularni tozalash zarurati yuzasidan qaror qabul qilish imkonini beradi. Bu esa drenaj tizimlarining holatini baholashda ogʻir, aniqligi past usullardan voz kechib, miqdoriy koʻrsatkichlarga asoslangan obʼyektiv baholash usullariga oʻtishni taʼminlaydi.

4. Tadqiqot natijalari shuni koʻrsatadiki, drenaj quvurlarining tozalik holatida (0% choʻkindida) oqim tezligi va suv oʻtkazuvchanligi eng yuqori boʻladi, biroq, ichki kesimning 25% gacha choʻkindi oqibatida quvurning oʻtkazuvchanligi 33,9% gacha, oqim tezligi esa 65% gacha kamayadi, 50% choʻkindi darajasida esa quvurning suv oʻtkazuvchanligi atigi 7,4% ni tashkil etadi, bu esa drenaj tizimining ish unumdorligini qariyb 14 baravar kamaytiradi va bu drenaj quvurlarida choʻkindilarining gidravlik samaradorlikka kuchli taʼsirini ilmiy asosda koʻrsatib beradi.

5. Sugʻoriladigan yerlarda yopiq gorizontol drenaj tarmogʻini gidromexanik tozalashning takomillashtirilgan texnologiyasidan foydalanish asosiy texnologik operatsiyalarni mexanizatsiyalash, drenaj quvurlarini tozalashda mavjud

texnologiyadan foydalangan holda tozalashda mashina majmuasining unumdorligini oshirish shuningdek, drenajni yuvish uchun suvning solishtirma sarfini kamaytirish olib keldi.

6. Yopiq gorizontal drenaj tozalash mashinasi kallagi uchun asosiy parametrlarning hisob-kitoblari aniqlandi, jumladan: oldingi teshikdan o'tuvchi suv sarfi, shlangning ichki va tashqi diametrlari, devor qalinligi, oqim tezligi, reaktiv bosh qismining gidravlik hisoblari, suv nasosini harakatga keltiruvchi dvigatel quvvatining hisoblari hamda boshqa zarur hisob-kitoblar bajarildi.

7. O'tkazilgan sinov ishlari natijalariga ko'ra, takomillashtirilgan yuvish kallagi bilan jihozlangan yopiq gorizontal drenajni tozalaydigan mashina ish unumi 35-40 m/soat, drenajning 1 metr qismini tozalashdagi suv sarfi 45-50 litrni, bir tarafga yuvish masofasi 100-200 m ni tashkil etgani holda, ish unumini 15-20 foizga oshirish, suv sarfini 20-25 foizga, energiya sarfini 1,2 martagacha kamaytirish imkonini berdi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/30.12.2019.Т.10.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЁНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ НАЦИОНАЛЬНОМ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ «ТАШКЕНТСКИЙ
ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»**

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И
МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»**

КАННАЗАРОВА ЗУЛЬФИЯ ТОЛЫБАЕВНА

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБА И УСТРОЙСТВА ОЧИСТКИ ЗАКРЫТОГО
ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ДРЕНАЖА НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ**

**05.07.01 – Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. Механизация
сельскохозяйственных и мелиоративных работ**

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ

**по присуждению учёной степени доктора философии (PhD) по техническим наукам
без защиты диссертации на основе статей из научных журналов, включённых в
международные системы Web of Science и Scopus.**

ТАШКЕНТ – 2026

Тема представления на соискание учёной степени доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Академии наук Республики Узбекистан под номером B2025.4.PhD/T6241.

Представление выполнено в Национальном исследовательском университете «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства»

Автореферат представления на трёх языках (узбекский, русский и английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета по адресу (www.tiame.uz) и Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziynet.uz).

Научный руководитель:

Муратов Аширбек Рахимович
кандидат технических наук, доцент

Защита представления состоится «29» октября 2026 г. в 14⁰⁰ часов на заседании Научного совета по присуждению учёных степеней доктора наук за номером DSc.03/30.12.2019.T.10.01 при Национальном исследовательском университете «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства» (Адрес: 100000, Ташкент, улица Кори Ниязий, 39. Тел. (+99871)237-09-45, факс: (+99871)237-38-79, e-mail: admin@tiame.uz).

С представлением можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Национального исследовательского университета «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства» (регистрационный номер 435) (Адрес: 100000, Ташкент, улица Кори Ниязий, 39. Тел: (+998 71) 237-09-45), факс: (+99871) 237-38-79, e-mail: admin@tiame.uz).

Представление разослано «20» октября 2026 года.

(Протокол рассылки № 118 от «17» сентября 2026 года).



Б.С. Мирзаев

Председатель Научного Совета
по присуждению учёных
степеней, д.т.н. профессор

У.Т.Кузиев

Ученый секретарь Научного
Совета по присуждению
учёных степеней, PhD, доцент

ВВЕДЕНИЕ (аннотация представления доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы представления. В мире в условиях ухудшения состояния земель, используемых в сельском хозяйстве в результате повышения уровня грунтовых вод, применения высокоэффективных и энерго-ресурсосберегающих технологий и технических средств сохранения и улучшения мелиоративного состояния земель, путём отвода и сброса грунтовых вод занимает одно из ведущих мест. С учетом того, что, в настоящее время орошаемые земли в мире составляют 1,6 миллиард гектаров в том числе в Узбекистане - 4,3 млн. гектаров,³ то для предотвращения подъёма засоленных грунтовых вод на таких землях требуется непрерывный отвод с помощью коллекторно дренажных систем, что требует постоянного поддержания дренажных систем в рабочем состоянии.

В мире ведутся исследования, направленные на разработку новых научно-технических решений для закрытых горизонтальных дренажных систем, включая создание эффективных, ресурсосберегающих технологий очистки и специализированного оборудования для их реализации. Особое внимание уделяется разработке техники, способной восстанавливать гидравлическую пропускную способность дренажных систем, утраченную вследствие заиливания и засорения. Использование такого оборудования позволяет повысить эффективность эксплуатации, сократить потребление воды, а также сэкономить энергетические и другие ресурсы. В связи с этим совершенствование методов и технических средств для очистки закрытых горизонтальных дренажных систем на орошаемых землях в частности, путем оптимизации технологического процесса и параметров промывочной головки приобретает важное значение.

В Узбекистане реализуются комплексные меры, направленные на улучшение мелиоративного состояния земель и предотвращение повышения уровня грунтовых вод посредством эффективного дренажа. Эти меры включают разработку высокоэффективных ресурсосберегающих технологий и оборудования для очистки закрытых горизонтальных дренажных систем, что позволяет достигать качественных результатов в более короткие сроки при минимальных затратах труда, воды и других ресурсов. В «Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы» поставлен ряд задач, в том числе «увеличение доходов фермеров и сельскохозяйственных производителей как минимум в два раза за счет научно обоснованного интенсивного развития сельского хозяйства, а также обеспечение ежегодного темпа роста в аграрном секторе на уровне не менее 5 процентов»². Ключевым условием достижения этих целей является создание оборудования, способного эффективно и равномерно очищать трубы закрытых

¹<http://www.fao.org/server/api/core/bitstreams/66538eba-9c85-4504-8438-c1cf0a0a3903/content/sofia/2024/world-fisheries-aquaculture>;

² Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 г. № ПФ-60 «О стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы»

горизонтальных дренажных систем на орошаемых землях. Данное диссертационное исследование направлено на решение задач, определенных в ряде основополагающих документов, включая указы Президента Республики Узбекистан: от 17 июня 2019 года № УП-5742 «О мерах по эффективному использованию земельных и водных ресурсов в сельском хозяйстве» и от 28 января 2022 года № УП-60 «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы». Постановление Президента № ПП-109 от 4 марта 2024 года «О приоритетных мерах на 2024 год по реализации реформ в соответствии с основными направлениями стратегии "Узбекистан – 2030"»; постановление Кабинета Министров № 401 от 30 июня 2025 года «О мерах по дальнейшему совершенствованию разработки и реализации программ по улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель», а также другие соответствующие нормативно-правовые акты в данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики II. «Энергетика, энерго-и ресурсосбережение».

Степень изученности проблемы. Научно-исследовательские работы по совершенствованию конструкции закрытых горизонтальных дренажных систем а также промывающих агрегатов проведены за рубежом такими учеными, как Pak S.D. (Республика Корея), Liu M., Xu J. (Китай), Assefa D., Zegeye M. (Эфиопия), Harold S. (Канада), Мадрамо Зия С.А., Johnston W.R. (США), Satyanarayana T.V., Gupta S.K. (Индия), Дровозова Т.И., Марияч С.А., Паненко Н.Н. (Россия), Михеев А.В., Погодин Н.Н., Долматов Н.П., Журба В.В. и другими.

В Республике Узбекистан, исследования по совершенствованию закрытых горизонтальных дренажных систем, средств очистки и изучению и обоснованию их параметров приведены в работах Духовного В.А., Бердянского В.Н., Юсупбекова М.А., Малабаева Н.И., Норкулова У., Мамадова М.М., Махмирзаева Ш. и другими.

Разработанные по результатам этих исследований закрытые горизонтальные дренажные очистительные машины различной конструкции применяются в сельскохозяйственном производстве с определенными положительными результатами. Однако сохраняется потребность в новых научных исследованиях по некоторым технологическим недостаткам, эффективному использованию водных ресурсов и применению энергосберегающих механизмов.

Связь темы представления с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, в котором выполнена представление. Научное исследование выполнено в рамках научно-исследовательских работ Национального исследовательского университета «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства» по теме «Совершенствование метода и устройства очистки закрытого горизонтального дренажа на орошаемых землях».

Целью исследования является повышение эффективности очистки закрытых горизонтальных дренажных труб, путём совершенствования

конструкций рабочего органа промывочной машины; улучшения мелиоративного состояния земель за счёт предотвращения повышения уровня засоленных грунтовых вод и уменьшения засоления земель.

Задачи исследования. Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи исследования:

анализ научных исследований по конструкциям и параметрам существующих дренажных промывочных устройств для улучшения качественных показателей их работы (на основе данных авторитетных баз Scopus и Web of Science);

разработка усовершенствованной конструкции головки, используемой в дренажнопромывочных агрегатах;

теоретическое обоснование основных параметров усовершенствованной конструкции головки дренажнопромывочного устройства;

изготовление предложенной головки, проведение лабораторно-полевых испытаний экспериментального образца;

определение технико-эксплуатационных показателей предлагаемой промывочной головки.

Объектом исследования являются закрытая горизонтальная дренажная система на орошаемых землях Узбекистана.

Предметом исследования являются конструкция и параметры рабочей головки дренажнопромывочной машины.

Методы исследования. В научном исследовании использованы классические теоретические и общепринятые методы исследования гидромеханизации. Для определения взаимосвязи между степенью заиливания и пропускной способностью дренажных труб были использованы методы теоретического анализа и физического моделирования. В расчётных работах на основе аналитических зависимостей и при анализе результатов физической модели использовалась программа MathCAD. При обработке результатов полевых опытов испытания рабочей головки, применялись методы математической статистики.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработан метод определения степени заиливания и заноса наносами труб дренажной системы принцип его действия основан на изменении скорости и расхода потока воды в зависимости от объёма отложений в дренажной трубе;

разработано рабочее устройство оригинальной конструкции для очистки от ила и других наносов труб горизонтального закрытого дренажа на орошаемых землях (патент № 11824);

определены параметры и режим работы промывочной головки переменного давления (улучшенной конструкции) с учетом мощности и плотности слоев ила и наносов, подлежащих удалению из труб;

Разработано и апробировано в производственных условиях технологическое решение, повышающее эффективность очистки дренажных труб, снижающее расход воды и энергозатраты, а также обеспечивающее поддержание стабильного мелиоративного состояния орошаемых земель за счёт применения усовершенствованного рабочего органа и

оптимизированных технологических параметров машины для промывки горизонтального закрытого дренажа.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработана методика оперативной диагностики состояния дренажных систем и определения необходимости промывки, а также усовершенствованная конструкция промывочной головки дренажа переменного давления;

установлено, что производительность агрегата с предложенной конструкцией головки, увеличилась на 15-20%, расход воды для промывки снизился на 20-25%, а энергопотребление уменьшилось в 1,2 раза.

Достоверность результатов исследования обосновывается проведением исследований с использованием современных методов и средств измерений, взаимной адекватностью теоретических и экспериментальных исследований, результатами сравнительных испытаний на стенде при испытании разработанной на основе проведенных исследований дренажной промывочной головки.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования определяется обоснованностью усовершенствованной конструкции рабочей головки дренажной очистительной машины и её параметров.

Практическая значимость результатов исследования обосновывается увеличением производительности на 15-20%, и снижением расходы промывочной воды на 20-25%, энергопотребления в 1,2 раза.

Внедрение результатов исследования. Разработанное устройство для очистки дренажных труб с целью совершенствования технологии очистки закрытых горизонтальных дренажных труб на орошаемых землях, внедрено в 2023-2024 годах в Сырдарьинской области на орошаемых землях Ф.Ходжаева Сардобинского района.

В результате внедрения технологии очистки закрытых горизонтальных дренажных систем с разработанной головкой новой конструкции получены следующие результаты:

расход воды на 1 метр дренажа при расходе 35-40 м³/час составил 45-50 литров при расстоянии промывки в одну сторону 100-200 м, что позволило повысить производительность на 15-20%, и снизить расход воды на 20-25%, одновременно со снижением энергопотребления в 1,2 раза. (Справка Министерства водного хозяйства от 5 сентября 2025 года №04/19-4910).

Апробация результатов исследования. Результаты исследования обсуждены на 2 международных и 2 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 17 научных работ, в том числе 6 статей в международных журналах входящих в реферативную базу *Scopus* и *Web of Science*, 2 статьи в международных журналах Высшей аттестационной комиссии Республики Узбекистан, 3 статьи в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации

основных научных результатов докторских диссертаций, получен 1 патент на изобретение «Национальный институт интеллектуальной собственности» Министерства юстиции Республики Казахстан и 1 программное обеспечение, созданное для электронных компьютеров Министерства юстиции Республики Узбекистан.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ПРЕЗЕНТАЦИИ

1. Groundwater in the commonwealth of independent states: A bibliometric analysis of scopus-based papers from 1972 to 2023, emphasizing the significance of drainage. Groundwater for Sustainable Development, 2024, №25, 101083; doi.org/10.1016/j.gsd.2024.101083

В данной статье приведены результаты глубокого анализа 1998 опубликованных статей на базе данных Scopus за 1972–2023 годы и издание в Республиках Содружества Независимых Государств, с целью исследования тенденции развития закрытого горизонтального дренажа и уровню грунтовых вод.

Анализ работ показал что глубокие по этому вопросу исследования проводились в США, Китае, Германии, Великобритании, Франции, Канаде, Японии, Российской Федерации, Казахстане и Узбекистане. Анализ показал, что для расширения научного обмена в этом направлении необходимы комплексные исследования уровня грунтовых вод и развития закрытого горизонтального дренажа также необходимо долгосрочные, непрерывные исследования и концепции устойчивого развития, направленные на исследование грунтовых вод, которая имеет важное значение для интеграции сельского хозяйства и управления грунтовыми водами в будущем.

Результаты данного исследования позволили разработать новые тенденции в развитии сельского хозяйства таких как: эффективность орошения, степень дренирования, очистка и повторное использование оросительной дренажной воды, содержании в рабочем состоянии дренажных систем, взаимосвязь между уровнем грунтовых вод и оросительными водами имеет широкое научное значение. В связи с этим проанализировано 1998 статей как выше было указано. Исследования были проведены в разрезе трех периодов развития: вступления (1972-1995 г.г.), роста (1996-2014 г.г.) и устойчивого роста (2015-2023 г.г.).

Входной период 1972-1995 г.г.. Первый период состоит из результатов 87 исследовательских работ, что составляет 4,35% от общего числа исследований. Результаты показывали, что Новиков С.М. и Гончарова Ж.С. начали исследования с взаимоотношений между уровнем грунтовых вод, состоянием орошаемых сельскохозяйственных земель и решением экологической проблемы, Зекстер И.С. и Loaiciga Н.А. рассмотрели темы прогнозирования изменения уровня грунтовых вод и сброса грунтовых вод в озера, Че Н., Мохд Н.С., Котинг Сухана рассмотрели актуальность темы

уровня грунтовых вод и водного потока в глобальном гидрологическом цикле.

Период роста публикаций 1996-2014 г.г. Исследовательские работы за этот период составляют 817 или 40,89%, что свидетельствует о повышении научного интереса к данной области исследований. Повышение уровня грунтовых вод и значение закрытого горизонтального дренажа на орошаемых землях региональное значение закрытых горизонтальных дренажей и речных потоков, проблема засоленных земель и её решение и дренирование засоленных территорий исследованы Howarth R.W., Billen G., Swaney D., Efremova T.T., Ovchinnikova T.M., Sukhovol'skii V.G., Bagard M.L., Pokrovsky O.S. и другими.

Период стабильного роста 2015-2023 г.г. Последний рассматриваемый период представляет собой значительный рост исследования 1094 документа (54,75%). Наибольшее количество опубликованных результатов исследований приходится на 2022 год, когда было опубликовано 188, а затем на 2021 год (173), что стало областью большого интереса для исследований. В этот период учёные Бобров П.А., Рыженко Б.Н., Белова Т.П., Рябенко А.Э., Черкасова Э.В., Духовный В., Кенжабаев Ш., Якубов Ш., Умирзаков Г. проводили научные исследования по очистке закрытого горизонтального дренажа, оценке дренажной системы, контролю закрытого горизонтального дренажа для улучшения управления водными ресурсами и системами управления уровнем грунтовых вод.

Анализ проведённых научных работ показал, что исследования по уровню грунтовых вод и дренажным системам орошаемых сельскохозяйственных угодий развивались поэтапно и первоначально были направлены на оценку экологических проблем и общего состояния грунтовых вод, а в последующие периоды научные исследования были направлены на значение закрытых горизонтальных дренажей в орошаемых территориях, их региональные особенности и вопросы управления процессами засоления.

Однако в существующих научных работах недостаточно глубоко освещены вопросы комплексной оценки фактического технического состояния дренажных систем, конкретных технологических решений, направленных на повышение их эффективности, и особенно совершенствования современных технических средств, предназначенных для очистки закрытых горизонтальных дренажей. Поэтому, необходимы новые научные исследования по улучшению существующего технического состояния дренажных систем орошаемых сельскохозяйственных земель, внедрению новых и эффективных технологий, а также механизации и совершенствования процесса очистки закрытых горизонтальных дренажей на орошаемых землях.

2. Drainage in irrigated agriculture: Bibliometric analysis for the period of 2017–2021. Agricultural Water Management, 2024, №305, 109118, DOI: 10.1016/j.agwat.2024.109118

В данном исследовании проанализированы научные исследования, проведенные в международном масштабе по закрытому горизонтальному дренажу на 1492 орошаемых землях в течение 2017-2021 годов. В результате библиометрического анализа установлено, что наибольшее количество исследований по закрытым горизонтальным дренажным системам на орошаемых землях проведено в Китае, США, Индии, Египте, Иране, Испании и Бразилии. Также 47 научных публикаций из стран Центральной Азии посвящены вопросам закрытого горизонтального дренажа на орошаемых землях. В целом, в период с 2017 по 2021 год было опубликовано 1492 статьи, посвящённых вопросам орошения и дренажа.

Исследования по ирригации и дренажу опубликованы в 115 странах мира. Страны, опубликовавшие в общей сложности 856 научных статей в период с 2017 по 2021 год, оценивались как продуктивные (активные) страны. Следующие 6 стран составили более 57,3% от общего количества публикаций, и среди них лидирует Китай с 241 публикацией (16,15%), за ним следуют США (226; 15,14%), Индия (134; 8,98%), Египет (93; 6,23%), Иран (90; 6,03%) и Испания (72; 4,82%). В результате быстрого экономического роста и развития сельского хозяйства в Китайской Народной Республике, США и Индии увеличилось количество исследований в области сельского хозяйства и окружающей среде, что привело к увеличению количества публикаций. Эта ситуация в основном объясняется наличием в этих странах большого количества научно-исследовательских центров и университетов высокого уровня.

Вопросы орошения и дренажа в бывшем Союзе и современной Центральной Азии

В начале 1960-х годов начался процесс механизации в сельском хозяйстве что помогло развитию строительства оросительных систем. В советское время приоритетом являлся, орошаемое земледелие необходимое для выращивания хлопчатника, однако которая требовала большое количества оросительной воды.

Хотя управление ирригационной системой частично находилось в ведении союзных республик, общее управление осуществлялось централизованно Москвой, то есть Министерством мелиорации и водного хозяйства СССР. После распада Союза ССР в 1991 году деятельность трансграничных ирригационных систем прекратилась, а система управления водными ресурсами вдоль новых государственных границ перешла в компетенцию государств.

Таблица 1

Площадь орошаемых и дренированных земель в странах Центральной Азии в советское время и в настоящее время

Показатели	Узбекистан	Казахстан	Таджикистан	Туркменистан	Кыргызстан	Итого
Общая площадь орошаемых земель (в 1990 году)	4,27 mln ga	750 000 ga	570 000 ga	1,2 mln ga	560 000 ga	7,4 mln ga
Дренажная площадь (в 1990 году)	3,62 mln ga	500 ming ga	330 000 ga	610 000 ga	140 000 ga	5,2 mln ga
Общая площадь орошаемых земель (в 2021 году)	4,3 mln ga	2,2 mln ga	757 000 ga	1,8 mln ga	1 mln ga	10,05 mln ga

Хотя была создана возможность орошения и сбора излишков дождевой воды через основные дренажи, коллекторы и внутрихозяйственные дренажные сети, однако эта система сама по себе не могла стабильно поддерживать солевой баланс в почвах сельскохозяйственных угодий. В 1960-х годах были реализованы крупные ирригационные проекты в пустынных районах (Галлаорол и Мирзачул), и в этот период также были внедрены новые виды дренажа (вертикальный, горизонтальный, комбинированный), также началась разработка специальной техники для строительства и очистки дренажных систем (траншейные экскаваторы, дренажное очистительное оборудование).

В постсоветских странах орошение имело исключительно важное значение для сельского хозяйства, поскольку около 60 процентов сельскохозяйственных угодий находились под угрозой сильной засухи, в то время как имелись достаточные водные ресурсы для развития оросительных систем. В СССР на орошение было пригодно 20 миллионов гектаров (то есть 10% сельскохозяйственных земель) - по этому показателю только Индия и Китай имели более высокие результаты, в этих странах на орошение приходилось 30% общего сельскохозяйственного производства.

Среди важных экологических и экономических проблем особое место занимают проблемы, связанные с Аральским и Каспийским морями, дренированием и засолением земель, а также загрязнением подземных вод. В бассейне Аральского моря были охвачено дренажной системой 5,2 миллиона гектаров засоленных орошаемых земель, преимущественно на территории Узбекистана.

Вопросы орошения и дренажа в современной Центральной Азии

В Аральское море впадали две крупнейшие речные системы Центральной Азии - Амударья и Сырдарья. Обе реки берут начало в горных районах в верхнем течении. Амударья, крупнее по объёму воды, образуется от слияния реки Пяндж на таджикско-афганской границе и реки Вахш в Таджикистане, затем протекает через Узбекистан и Туркменистан и впадает в Аральское море. Сырдарья длиннее, берет начало в горах Тянь-Шаня в Кыргызстане, протекает через Ферганскую долину, по территориям Таджикистана и Узбекистана и в конечном итоге впадает в Аральское море.

Всего в Центральной Азии имеется 10,05 млн га орошаемых земель, из которых 4,3 млн га (43%) приходится на Узбекистан. Страны верхнего течения - Кыргызстан и Таджикистан - имеют 15,6% общего водопотребления, однако почти половина этих площадей страдает от засоления. В Узбекистане существуют дренажные системы на площади 3,62 тысяч гектаров, и почти половина орошаемые земли являются засоленными (таблица 1).

Приведенный анализ показывает, что в странах Центральной Азии, в частности в Узбекистане, расширение площадей орошаемых сельскохозяйственных угодий и интенсивное использование водных ресурсов резко увеличили нагрузку на дренажные системы. Хотя основные открытые коллекторы и закрытые горизонтальные дренажные сети, построенные в советское время, на протяжении многих лет играют важную роль в орошении и удалении избыточной влаги, в настоящее время большинство этих систем устарели, а их техническое состояние не соответствует требованиям.

В результате недостаточной эффективности работы действующих дренажных систем, наблюдается повышение уровня грунтовых вод, его приводит к вторичному засолению почв и ухудшению мелиоративного состояния орошаемых земель. В частности, заиливание закрытых горизонтальных резко снижает их водопроницаемость и также снижает эффективность всей дренажной системы. В нынешних условиях недостаточно только реконструкция дренажных сетей, актуальной задачей становится внедрение современных технологий, обеспечивающие их регулярную и эффективную очистку, что требует необходимость совершенствования технических средств и технологий, предназначенных для очистки закрытых горизонтальных дренажей на орошаемых территориях, и их адаптации к локальным почвенно-климатическим условиям, что требует также разработки эффективных механизмов при эксплуатации коллекторно-дренажных систем.

3. Bibliometric analysis of publications about soil salinity in Central Asia during 2000–2022 with a special look at the importance of drainage. Dokuchaev Soil Bulletin, 2025, №123, 273–299. DOI: 10.19047/0136-1694-2025-123-273-299

Цель данного исследования анализ опубликованных статей по вопросам засоления почв и значения дренажной системы для Центрально-Азиатского региона с 2000 по 2022 год. Собраны и проанализированы 661 публикации из базы данных Scopus, соответствующих критериям отбора. По результатам библиометрического анализа наибольшее количество публикаций приходится на страны Узбекистан, Казахстан, Германию, Китай, Российскую Федерацию и США. Анализ показал необходимость дальнейшего расширения международных исследований по засолению почв и значению дренажной системы, развития научного обмена в этом направлении, а также проведения непрерывных и долгосрочных исследований. В то же время для устойчивого развития сельского хозяйства в будущем актуальное значение приобретает управление процессами засоления почв и эффективная интеграция дренажных систем.

Роль дренажных систем в предотвращении засоления почвы

Дренажная система имеет важное значение для предотвращения скопления воды (заболачивания), замедления механических движений и засоления. Поэтому технология и теория дренажа рассматриваются как важная тема при исследованиях почвы, воды и сельского хозяйства. Анализ публикаций по засолению почв в странах Центральной Азии показал, что примерно в 40 статьях особо подчеркивается роль дренажной системы в засолении почв в Центральной Азии.

В странах Центральной Азии из-за недостаточного технического контроля за дренажной системой уровень грунтовых вод поднимается, что приводит к усилению засоления почв. Это приведет к дальнейшему ухудшению засолению орошаемых земель в будущем. В Центральной Азии 46% орошаемых земель засолены. Половина орошаемых земель оценивается как неудовлетворительное или частично удовлетворительное мелиоративном отношении. В Туркменистане 80–90% почвы орошаемых земель являются солончаковыми; В Узбекистане - 46%; Кыргызстан - 12%; В Таджикистане - 18%. Засоление почв в Центральной Азии происходит по различным причинам: - остаточное засоление, в результате естественного засоления почв; вторичное засоление вследствие повышения уровня грунтовых вод или изменения водного режима; Засоление происходит также из-за внешних солевых потоков, поступающих через атмосферу или оросительные воды.

Новоорошаемые земли характеризуются преимущественно остаточным засолением, а длительно орошаемые земли склонны ко второму и третьему типам засоления. Риск повторного засоления орошаемых земель в Центральной Азии высок, особенно в районах, где внедрены ирригационно-гидроморфные системы. В этих системах в результате увеличения количества воды в почве неизбежно накапливается соль. Вместе с тем, через

коллекторно-дренажные сети соли отводятся в реки, озера и другие водоемы, усиливая засоление.

Международные исследования по засолению почв и значению дренажных систем были проведены учёными Li W., Ma L., Smanov Zh., Samarkhanov K., Kulshreshtha S., Elshorbagy A., Zee S., Stofberg S., Yang X., Okuda Yu., Onishi J., Shirokova Yu., Kitagawa I., Kitamura Yo., Fujimaki H.

Результаты анализа показывали, что в странах Центральной Азии причиной повышения уровня грунтовых вод, является заиливание дренажных сетей не достаточное техническое обслуживание приводит к усилению засоления. Однако большая часть существующей научной литературы ограничивается описанием причин засоления и освещением общего значения дренажных систем, не уделяя достаточного внимания вопросам конкретных технологических решений, технических средств очистки закрытых горизонтальных дренажей и оценки их эффективности.

Поэтому для обеспечения устойчивого развития сельского хозяйства в будущем, улучшения мелиоративного состояния орошаемых земель и предотвращения повторного засоления почв необходима разработка научно обоснованной технологий, специализирующихся на очистке закрытых горизонтальных дренажных систем. Исследования, проводимые в этом направлении, имеют большое значение для решения важной научной проблемы для региона.

4. Инженерно-экологическая оптимизация параметров гидравлической очистки дренажных систем для устойчивого управления водно-земельными ресурсами в аридных и горных регионах. Sustainable development of mountain territories, 2026. – Т. 18. – № 1. С. 337–352. DOI: 10.21177/1998-4502-2026-18-1-337-352

В данной статье представлено комплексное исследование вопроса оптимизации параметров оборудования для гидравлического способа очистки закрытых горизонтальных дренажных систем. Проведён сравнительный анализ технико-технологических параметров современных машин для очистки дренажных систем, включая агрегаты на базе машин MAN TGM 13.240 и KAMAZ KPM6-01.00.000.PS, а также экспериментально разработанного рабочего устройства, созданного в НИУ «ТИИИМСХ». Методическая основа исследования включает аналитические расчёты гидравлических параметров, экспериментальные испытания и сравнительную оценку эффективности очистки в различных условиях эксплуатации.

Результаты подтверждают, что повышение эффективности достигается не за счёт увеличения энергопотребления, а за счёт улучшения конструкции и распределения потока. Практическая значимость данного исследования заключается в разработке рекомендаций по выбору и адаптации технологий очистки дренажных систем.

1. Расчёт основных параметров промывочной головки

При промывке восстановления закрытой горизонтальной дренажной системы наиболее сложные условия наблюдаются, когда горизонтальный участок закрытой горизонтальной дренажной трубы полностью заполнен наносом (или забит затвердевшей почвой, корнями растений, растущих внутри трубы) и в нем отсутствует движение воды. В этом случае расход воды через форсунки (Q_n) можно определить по следующей формуле, исходя из условия обеспечения требуемой скорости воды (ϑ_2) в месте соединения дренажной трубы и шланга:

$$Q_n = \pi(D_{dr}^2 - d_h^2) \cdot \vartheta_2 / 4 \quad (1)$$

где D_{dr} – внутренний диаметр закрытой горизонтальной дренажной трубы, м; d_h – внешний диаметр промывочного шланга, м; ϑ_2 – требуемая скорость воды в месте соединения дренажной трубы и шланга, м³/ч;

Внешний диаметр промывочного шланга, зависящий от внутреннего диаметра промываемой горизонтальной дренажной трубы, имеет размеры 20 мм; 26 мм; 38 мм и условно определяется теоретически по следующей формуле:

$$d_h = 10\sqrt{D_{dr}} \quad (2)$$

В формуле (2) вводится D_{dr} в сантиметрах. Желательно адаптировать размер d_h к стандарту и взять толщину стенки (t_w) в миллиметрах, обращая внимание на следующее соотношение.

$$t_w = \sqrt[3]{d_h} \quad (3)$$

Внутренний диаметр сливного шланга (d_{in}) легко определить, рассчитав его по следующей формуле:

$$d_{in} = (d_h - 2t_w). \quad (4)$$

Скорость потока воды (ϑ_2) должна быть достаточной для удаления смытого потоком воды осадка, без его осаждения. Высокие скорости потока воды внутри дренажной трубы увеличивают энергопотребление процесса очистки, поэтому целесообразно принимать скорость потока воды в диапазоне $\vartheta_2 = 0,3-0,8$ м/с. Меньшие значения скорости потока воды ($\vartheta_2 = 0,3-0,5$ м/с) используются для закрытых дренажных труб и коллекторов большого диаметра.

Расход воды через промывочную головку, в зависимости от их диаметра и степени заилиenia поперечного сечения, составляет 0,8–2,8 л/с, а при промывке закрытых дренажных труб, закрытых дренажных систем и коллекторов большого диаметра – до 10,5 л/с.

Расход воды через форсунку в конструкции моющей головки (Q_{front}) составляет (0,06–0,12) от общего расхода и рассчитывается по формуле (5).

$$Q_{front} = (0,06-0,12)Q_n \quad (5)$$

Если закрытая горизонтальная дренажная труба полностью заполнена наносами и отводимой водой (трубы заполнены водой, но оттока нет), то дренаж можно считать полностью заиленным. Это важно при определении значения (ϑ_1) с использованием следующей формулы:

$$\vartheta_1 = (Q_s + Q_{front}) / F_{notch} \quad (6)$$

где Q_s – (условный или заданный) объём ила в промывочной машине для сточных вод, $\text{м}^3/\text{ч}$; F_{notch} – площадь выемки между внешним диаметром промывочной головки и внутренним диаметром закрытого горизонтального дренажа слива, м^2 ;

Значение (Q_s), когда поперечное сечение закрытой горизонтальной дренажной трубы полностью заилено, можно рассчитать по следующей формуле:

$$Q_s = \pi \cdot D_{dr}^2 \cdot \vartheta_n / 4 \quad (7)$$

где ϑ_n – рабочая скорость моющей головки внутри закрытой горизонтальной дренажной трубы, $\text{м}/\text{с}$. Если моющая головка перемещается внутри закрытой горизонтальной дренажной трубы под действием реактивной силы, создаваемой водой под давлением, выходящей из форсунок, её скорость можно принять равной $\vartheta_n = 0,1\text{--}0,2 \text{ м}/\text{с}$. Если моющая головка и шланг под давлением перемещаются силой оператора, направляющего (контролирующего) моющую головку и шланг под давлением в закрытую горизонтальную дренажную трубу, и суммой эффектов реактивной силы, её скорость можно принять равной $\vartheta_n = 0,5 \text{ м}/\text{с}$.

Площадь выемки (F_{notch}) между внешним диаметром моющей головки (реактивной головки) и внутренним диаметром закрытой горизонтальной дренажной трубы может быть рассчитана по формуле (8) следующим образом:

$$F_{notch} = \pi \cdot (D_{dr}^2 - D_n^2) / 4 \quad (8)$$

Учитывая вышеупомянутое соотношение требуемого расхода воды ϑ_2 в месте соединения сливной трубы и шланга и требуемого расхода воды ϑ_1 в месте соединения наружного диаметра сливной головки и внутреннего диаметра закрытого горизонтального слива ($\vartheta_2 > \vartheta_1$), а также формулы (1)-(8), можно записать следующее условие:

$$4(\pi \cdot D_{dr}^2 \cdot \vartheta_1) / 4 + Q_{pump} / \pi(D_{dr}^2 - D_n^2) \leq \vartheta_2 \quad (9)$$

Из формулы (9), подставляя и сокращая показатели степеней в выражении, можно вывести следующее неравенство, выражающее соотношение между диаметром промывочной головки и внутренним диаметром закрытой горизонтальной дренажной трубы, количеством промываемой почвы и требуемым расходом (рис. 1):

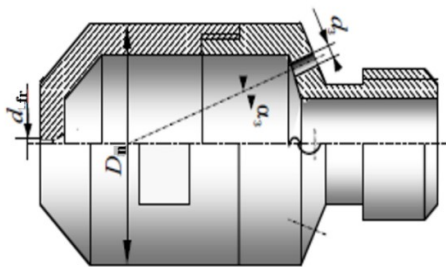


Рис. 1. Расчетная схема расчета для определения параметров струйного сопла

$$D_n \leq \sqrt{D_{dr}^2 - 4(Q_s + Q_{front})/\pi \cdot \vartheta_2} \quad (10)$$

Размеры переднего сопла моющей головки (d_{nozzle}^{front}) определяются путём оценки необходимой скорости воды, выбрасываемой из сопла (ϑ_w), с использованием следующей формулы:

$$d_{nozzle}^{front} = \sqrt{4Q_{front}/\pi \cdot \vartheta_w} \quad (11)$$

Желательно принять требуемую скорость потока воды, вытекающего из переднего сопла моющей головки, в диапазоне $\vartheta_w=30\text{--}55$ м/с, близком к большему значению. После расчетов и определения размеров переднего сопла (d_{nozzle}^{front}), на основе данных, приведенных в таблице 2, можно первоначально принять диаметр задних сопел (d_{nozzle}^{back}). В этом случае должно выполняться условие $d_{nozzle}^{back} > d_{nozzle}^{front}$. Затем необходимо определить требуемую общую площадь задних сопел F_{nozzle}^{back} , учитывая, что расход воды через них равен $Q_{back} = Q_{nozzle} - Q_{front}$

Значение общей площади задних сопел F_{nozzle}^{back} рассчитывается по следующей формуле:

$$F_{nozzle}^{back} = Q_{back}/\vartheta_w \quad (12)$$

Здесь расход принимается, как рекомендовано выше, но меньше скорости струи воды для переднего сопла моющей головки. После вычисления значения F_{nozzle}^{back} из приведенного выше выражения (12) можно определить необходимое количество задних сопел (n_n). Окончательное количество задних сопел (n_n) и их диаметры d_{nozzle}^{back} определяются после гидравлических расчетов. Диаметр переднего сопла промывочной головки, которой оснащено рабочее оборудование машины для промывки канализации MAN TGM 13.240, составляет 6 мм, а диаметр задних сопел 7 мм.

Проведённый сравнительный анализ технических и технологических характеристик дренапромывочного оборудования показал значительную вариативность параметров, определяющих эффективность гидравлической очистки закрытых дренажных систем. Установлено, что диапазон рабочих

давлений используемых установок варьирует от 1,25 МПа для мобильных машин на автомобильном шасси до 10 МПа для компактных высоконапорных агрегатов, тогда как подача насосов изменяется от 85 до 1000 м³/ч. Такие различия обуславливают неодинаковую интенсивность гидравлического воздействия на наносы, а также различный уровень энергопотребления и водопотребления в процессе эксплуатации (табл. 2).

Таблица 2

Сравнительная характеристика дренапромывочных машин

Модель машины	Давление, МПа	Расход воды, м ³ /ч	Диаметр шланга, мм	Длина промывки, м	Макс. диаметр дрен, мм	Масса, кг	Удельное водопотребление
D-910	2	85	20–26	120	200	650	Высокое
MR-18	2	85	20–26	150	200	650	Высокое
PDT-200	1,8	630	38	200	250	2400	Очень высокое
MAN TGM 13.240	1,25	1000	20–38	100	800	6000	Очень высокое
KAMAZ KPM6	1,25	1000	20–38	100	800	10000	Очень высокое
DP-10	10	120	25	200	500	650	Среднее
ТИАМЕ (разработка)	1,2–1,5	65–70	20–38	100	250	–	Низкое

Анализ показал, что машины на базе MAN TGM 13.240 и КАМАЗ KPM6-01.00.000.PS обладают высокой универсальностью и способны обеспечивать очистку дренажных труб диаметром от 50 до 800 мм при стабильной работе на длине промываемого участка до 100 м. Их высокая производительность достигается за счёт значительных расходов воды, что делает данные установки эффективными при очистке магистральных коллекторов и сильно заиленных участков.

Результаты экспериментальных исследований, выполненных для трубопроводов длиной 100 м и диаметром от 100 до 250 мм, показали, что увеличение диаметра шланга с 20 до 38 мм сопровождается пропорциональным ростом расхода воды через сопла и производительности очистки наносов. Так, при увеличении диаметра дренажа с 100 до 250 мм расход воды возрастает с 12,68 до 86,27 м³/ч, тогда как производительность очистки наносов увеличивается с 0,001 до 0,009 м³/ч. Данная зависимость подтверждает, что гидравлические параметры системы оказывают определяющее влияние на интенсивность транспортировки и удаления отложений, формируя основу для выбора режимов работы оборудования (табл. 3).

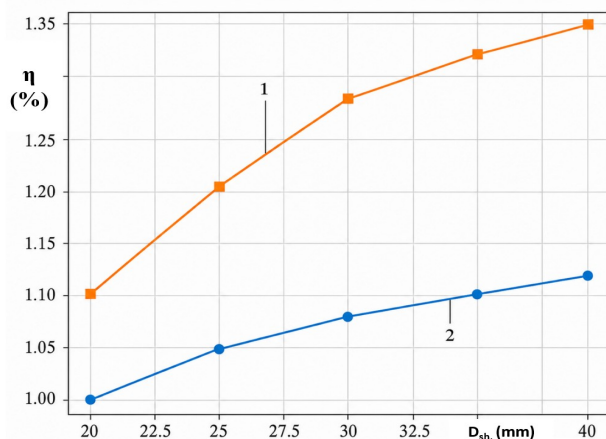
Таблица 3.

Технологические параметры очистки дрен при различных диаметрах

Диаметр дрены, мм / Drain diameter, mm	Диаметр шланга, мм / Hose diameter, mm	Расход воды (КАМАЗ), м ³ /ч / Water discharge (КАМАЗ), m ³ /h	Расход воды (ТИИИМСХ) , м ³ /ч / Water discharge (ТИИИМСХ), m ³ /h	Производительность очистки, м ³ /ч / Soil removal productivity, m ³ /h	Скорость потока, м/с / Flow velocity, m/s
100	20	12,68	9,50	0,001	0,3–0,5
150	20	30,83	23,13	0,003	0,4–0,6
200	26	54,47	40,80	0,006	0,5–0,7
250	38	86,27	64,60	0,009	0,6–0,8

Данные таблицы подтверждают линейную зависимость между диаметром дренажной трубы, расходом воды и производительностью очистки. При этом ключевым результатом является систематическое снижение расхода воды в оптимизированной системе ТИИИМСХ при сохранении производительности. Это свидетельствует о повышении гидравлической эффективности за счёт конструктивной оптимизации, а не увеличения энергетических затрат. Особенно важно, что в диапазоне средних и больших диаметров (200–250 mm) достигается максимальный эффект ресурсосбережения, что критически важно для горных территорий, где доставка воды сопряжена с дополнительными затратами.

Существенное значение имеет диаметр напорного шланга, который определяет скорость потока и распределение давления вдоль очищаемого участка. Оптимально подобранный диаметр обеспечивает достаточную скорость транспортировки наносов при минимальных гидравлических потерях, тогда как несоответствие данного параметра приводит либо к снижению эффективности очистки, либо к избыточным энергетическим затратам (рис. 2).

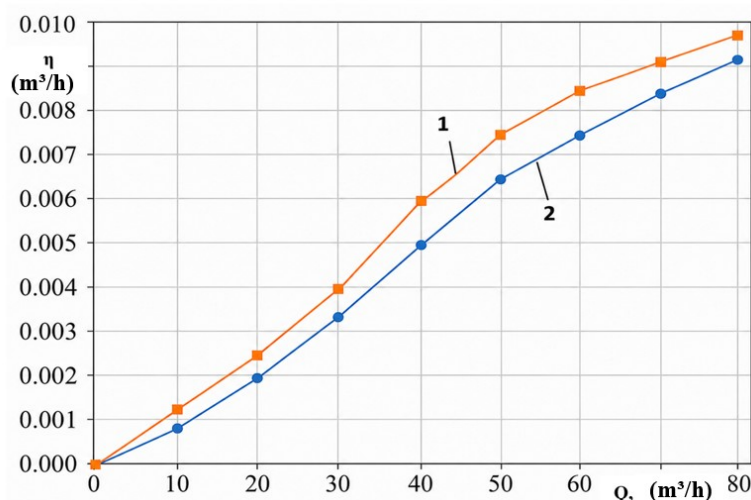


1-оптимальная система, 2-стандартная система

Рис. 2. Зависимость $\eta=f(D)$. Влияния диаметра шланга на гидравлическую эффективность очистки дренажных систем

На рисунке 2 представлена зависимость гидравлической эффективности очистки дренажных систем от диаметра напорного шланга для стандартной и оптимизированной конфигураций оборудования. Полученные данные показали, что увеличение диаметра шланга приводит к росту эффективности очистки, однако характер этой зависимости различается для рассматриваемых систем.

Анализ зависимости между расходом воды и производительностью очистки показал, что данный процесс характеризуется высокой степенью линейности, что позволяет использовать регрессионные модели для прогнозирования эффективности работы оборудования. Высокие значения коэффициента детерминации свидетельствуют о том, что расход воды является основным фактором, определяющим производительность, однако его влияние должно рассматриваться в комплексе с другими параметрами, включая геометрию сопел и характеристики шланга (рис. 3).



1-оптимальная система, 2-стандартная система

Рис. 3. $\eta=f(Q)$. Зависимость производительности очистки наносов от расхода воды для стандартных и оптимизированных систем

На рисунке представлена зависимость $\eta=f(Q)$ производительности очистки наносов от расхода воды для двух типов систем: традиционной и оптимизированной. Полученные данные демонстрируют, что при одинаковых значениях расхода воды оптимизированная система обеспечивает более высокую производительность очистки. Это подтверждает, что повышение эффективности достигается за счёт совершенствования гидравлической структуры потока и конфигурации соплового аппарата, а не за счёт увеличения энергоёмкости процесса. Для обеспечения эффективной работы закрытых горизонтальных дренажных систем на орошаемых территориях необходимо одновременно повышать эффективность очистки и снижать водопотребление. В данной статье показано, что традиционные подходы, основанные на увеличении расхода воды и производительности оборудования, не обеспечивают необходимой ресурсоэффективности и могут быть ограничены в условиях дефицита воды.

5. Совершенствования технологии очистки горизонтального дренажа на оросительных системах. Modern Innovations, Systems and Technologies, 2025, 5(4), 1011-1018. DOI 10.47813/2782-2818-2025-5-4-1011-1018

В статье представлены результаты полевых и лабораторных исследований с целью определения потерь давления в элементах закрытого горизонтального дренажа на орошаемых землях, технологические требования к проектированию промывочной головки дренажного агрегата с учетом таких факторов, как: - степень заилиenia дренажных труб; водопотребление, внутренний диаметр промывочного шланга и его длина. Проведение изучения технологических процессов промывки показано на примерах дренажных систем на орошаемых земель в Сырдарьинской области.

Основные параметры исследования: - расход воды (Q_{dr}) в л/с сечения (S) $см^2$, скорость потока (ϑ) м/с;

С помощью нижеприведенных формул можно рассчитать расход воды в дренажной трубе в зависимости от диаметра трубы и скорости воды:

$$Q_{dr} = \frac{\pi \cdot D_{int}^2}{4} \cdot \vartheta \quad (13)$$

Когда известны проектные параметры дрены: диаметр $D_{int}=100$ мм, минимальный рекомендуемый уклон $i_d=0,002$; материал, пластмассовая гибкая гофрированная дренажная труба с обмоткой и гравийно-песчаным фильтром, длина участка.

Тогда для аналитического диагностирования степени заилиenia дренажной трубы внутренним диаметром $D_{int}=100$ мм можно использовать формулу:

$$Q_{dr} = 0,39 \cdot C \cdot 0,1^{\frac{5}{2}} \cdot \sqrt{i_{dr}} \quad (14)$$

где C - коэффициент Н. Н. Павловского вычисляемый по формуле:

$$C = R^y \cdot 1/n$$

где R^y - гидравлический радиус, $n=0,009 \div 0,025$ коэффициент шероховатости для пластмассовой гофрированной трубы; (по Маннингу)

Тогда расход воды в дренажной трубе с диаметром ($D_{int}=100$ мм,) полным сечением будет:

$$Q_{dr} = 0,39 \cdot C \cdot 0,1^{\frac{5}{2}} \cdot \sqrt{i_{dr}} = 0,001233 \cdot C \cdot \sqrt{i_{dr}} \quad (15)$$

Согласно (13) заменяем $Q_{dr}=S \cdot \vartheta$, л/с,

где -площадь сечения трубы, $м^2$; ϑ - скорость прохождения воды, м/с.

тогда в формулу (15) вставим $Q_{dr}=S \cdot \vartheta$, тогда общий вид формулы будет:

$$S \cdot \vartheta = 0,001233 \cdot C \cdot \sqrt{i_{dr}} \quad (16)$$

Для удобства расчета в формуле (4) скорость потока (ϑ) заменим в виде

$$\vartheta = \frac{L}{t}, \text{ м/с}$$

где L – длина участок дренажной системы, м; t - время пробега воды на этом участке;

тогда площадь живого сечения (S) в дренажной трубе можно будет определять в виде:

$$S = \frac{0,001233 \cdot C \cdot \sqrt{i_{др}} \cdot t}{L} \quad (17)$$

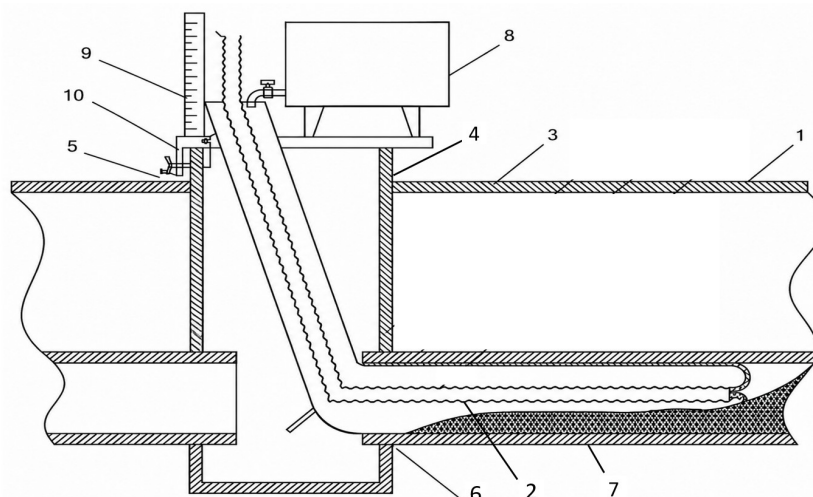
где S - площадь живого сечения в дренажной трубе с диаметром $D=100$ mm,

Замеряя время t по формуле определяем живое сечения в трубе диаметром $D=100$ mm тогда степень заиления в % будет

$$\Delta S = \frac{S_{100} - S_i}{S_{100}} \% \quad (18)$$

где D - диаметр диагностируемой трубы в нашем примере $D=100$ mm, S_i - расчетное живое сечения в трубе с $D=100$ mm:

В формуле (17), значения $0,001233=K_{ic}$ коэффициент учета диаметра диагностируемой трубы можно рассчитать для любого диаметра дренажа.



1-дренажная труба, 2- гибкая рукава, 3- направляющий патрубок, 4-5-смотровой колодец, 6-основание, 7-прикрепленная проставка, 8- бочковый расходомер, 9- линейка, 10-зажим

Рис. 4. Схема лабораторной установка для экспериментальных исследований зависимости расхода и скорости потока воды в дренажной трубе в зависимости от степени заиления

На рисунке 4 изображен разрез дрены с устройством для осуществления предлагаемого способа прогнозирования степени заиления труб закрытого горизонтального дренажа. Лабораторный стенд состоит из гибкого рукава 1, снабженного дренирующей трубкой 2. Одним концом гибкий рукав 1 с дренирующей трубкой 2 закреплён на барабан с запасом (барабан на рис. не обозначен), другим свободным концом надет на верхний конец направляющего патрубка 3. Нижний конец патрубка 3 спущен в обсадную трубу 4, образующую наблюдательный колодец 5, и вставлен в исток дрены 6. Диаметр патрубка 3 меньше номинального диаметра дрены 6. Зазор 7, образованный разницей между диаметром патрубка 3 и

номинальным диаметром дрены 6 даёт возможность вывести свободный конец дренирующей трубки 2 в наблюдательный колодец 5. Длину (L), введённого в полость дрены 6 гибкого рукава 1, снабженного дренирующей трубкой 2, фиксируют линейкой 9, прикрепленной с помощью зажима 10 к обсадной трубе 4.

Имитация заилиenia дренажной трубы производилась в ручную путём заливки густым водным раствором содержащий мелкий суглинок, в составе глина от 30 до 60% . Шаг уменьшения поперечного сечения дренажной трубы был принят 5 % от геометрической площади внутреннего сечения. Начиная с 0% заканчивая до 100% процентов заилиenia (рис. 5-6).

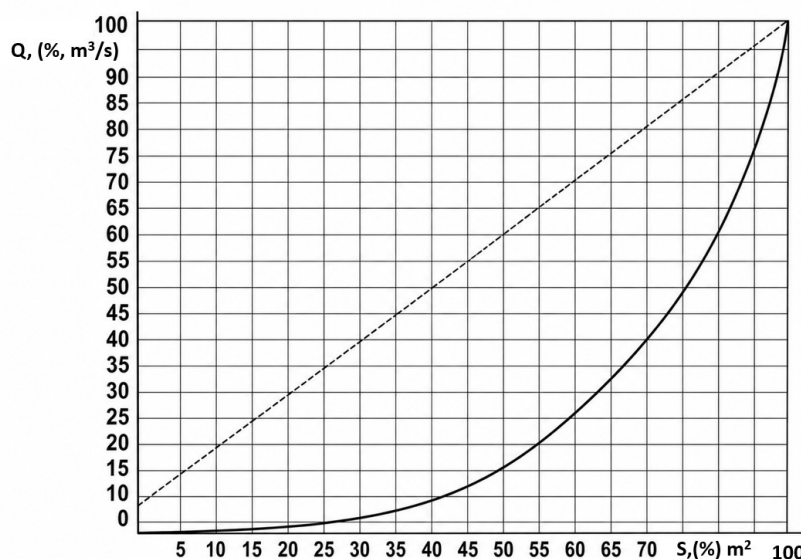
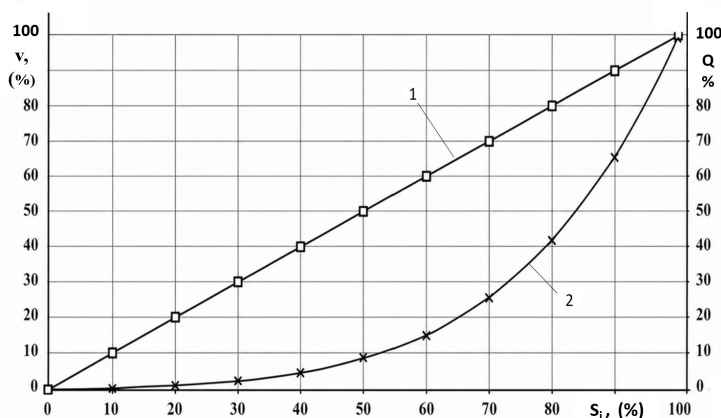


Рисунок 5. Калибровочная кривая для определения степени заилиenia труб на основе экспериментального расхода воды в трубе.



- 1-изменение расхода воды в зависимости от уровня заилиenia в трубе,
- 2-изменение водопотребления в зависимости от уровня заилиenia в трубе.

Рисунок 6. Графики изменения расхода воды и водопотребления в зависимости от уровня заилиenia в дренажной трубе.

Оптимизация давления воды, угла и диаметров напорного отверстия увеличивает дальность очистки, снижает потери давления и обеспечивает стабильность процесса. Математические модели полностью описывают гидравлические процессы внутри дренажной трубы и позволяют предварительно прогнозировать состояние трубы при различных уровнях заиливания.

Разработаны и обоснованы математические модели, позволяющие определять степень заиливания дренажных труб и проводить предварительную оценку их гидравлических свойств. Построены калибровочные кривые, с помощью которых можно быстро оценить состояние дренажной системы. Экспериментально доказана высокая эффективность гидродинамического метода очистки на основе потоков воды низкого давления. Этот метод снижает эксплуатационные расходы и обеспечивает экологическую безопасность.

Внедрение результатов исследований в практику позволит повысить эффективность дренажных систем, улучшить рекультивацию орошаемых земель и будет способствовать рациональному использованию водных ресурсов.

6. Improving devices for cleaning closed horizontal drainage systems
Informatics. Economics. Management, 2026, Vol. 5 №1, 2015-2021.
DOI: 10.47813/2782-5280-2026-5-1-2015-2021

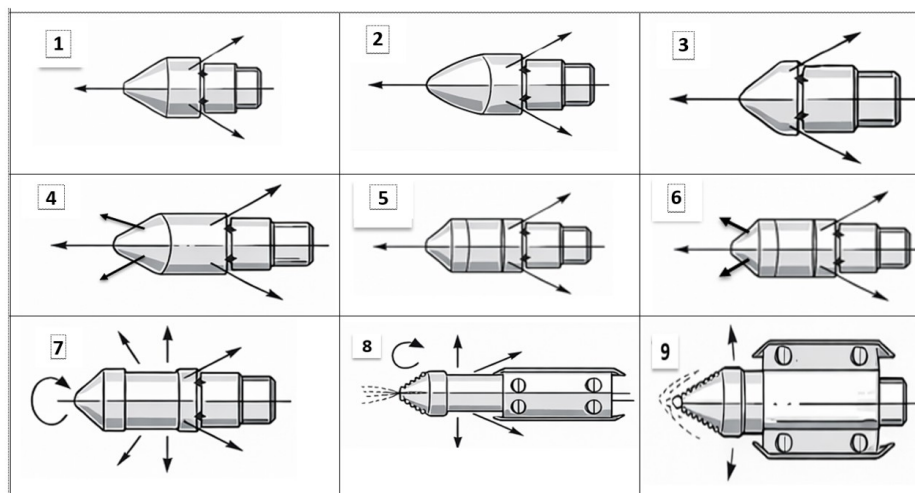
В данной статье анализированы технологии и технические средства для очистки от наносов труб закрытого горизонтального дренажа на орошаемых землях. Устройства для очистки дренажа классифицированы; - по типу, - форме, и конструктивным особенностям рабочей головки. Показаны в результате применения предложенной конструкции промывочной головки при очистке дренажных труб от отложений, в результате достигнуто снижение ручного труда, расхода воды, топлива и труда при очистке закрытого горизонтального дренажа от наносов.

Водное хозяйство Республики Узбекистан представляет собой комплекс мелиоративно-ирригационных систем, обслуживающих около 4,3 миллиона гектаров орошаемых земель и состоит из более 180 тысяч километров сети каналов, 106,507 тысяч километров коллекторно-дренажных сетей. Закрытый горизонтальный дренаж в плохом состоянии 36,913 км, из них 14,6 (39,5%) тыс. км и около 3,9 тыс. км.

Как в статье отмечено в Узбекистане применяются следующие дренопромывочные машины, ПДТ-200 состоящие из двух тракторов класса 10 kN (ТТЗ-100), включающих главную насосную станцию на одноосном прицепе с барабаном, вспомогательную насосную станцию и колёсный трактор. Дренажные агрегаты на базе автомобиля марки MAN, вместимостью

10 тонн, 100 метров резиновых шлангов с реактивной головкой и массой до (20,0 т) которая имеет ограниченную возможность работать в осенно-зимний период.

Рабочая головка является одной из основных частей дренажно-промывочной машины. Эффективность её конструкции и правильность расчёта основных параметров определяют экономические показатели машины. В целом, рабочая головка должна обеспечивать равномерную очистку внутренней поверхности дренажной трубы и удаление образовавшихся в ней отложений. В зависимости от выполняемых функций рабочие головки подразделяются на следующие основные типы гидродинамических промывочных головок: проходные, реверсивные и ротационные (рис. 7).



1-3- непрерывные пропускные головки, 4-6- обратные (реверсивные) головки, 7-9- вращающиеся (ротационные) головки

Рис. 7. Схемы головок, используемые в машинах для очистки дренажных труб

Непрерывные пропускные головки (1-3) являются наиболее простыми и надежными, поэтому они наиболее широко применяются при очистке дренажных труб. Они, как правило, имеют одно переднее и несколько задних форсуночных отверстий. При этом общая реактивная сила передних форсунок будет меньше реактивной силы задних форсунок. Под действием реактивной тяги, создаваемой струями воды, выходящими из задних водораспылителей, головка перемещается по трубе, размывает наносы и одновременно тянет за собой шланг. Удаление промытого наноса из дренажной трубы осуществляется преимущественно под воздействием высокотурбулентного потока воды, создаваемого задними водораспылителями, который направлен вдоль промывного шланга.

Обратные (реверсивные) головки (4-6) - это эффективные устройства, позволяющие дистанционно промывать и удалять серьезные пробки и осадки внутри трубопровода путём замены задних, передних и боковых стоков воды. Они достаточно универсальны и в основном используются для очистки труб с помощью задних струй водораспылителя. Обратные головки сложны по конструкции и применяются преимущественно в системах коммунального

хозяйства. Применение их в промывных машинах для закрытых дренажных систем на практике не наблюдалось.

Вращающиеся (ротационные) головки (7-9), помимо традиционных задних распылителей, имеют боковые направленные смывные потоки. При движении головки по трубе она вращается с большой скоростью под воздействием реактивной силы ротора. В результате боковые потоки воды равномерно промывают внутреннюю стенку трубы. Для очистки крупных отложений и корней растений внутри трубы используются более сложные головки с гидромеханическими рабочими органами. Такие насадки сочетают процесс промывки с фрезерованием (сверлением). Поэтому такой способ очистки называется гидромеханическим. Он отличается одновременным воздействием напорных распылителей потока воды и различных механических смягчающих элементов.

Как правило, метод гидромеханической очистки требует высокого статического давления воды и труб с гладкой внутренней поверхностью. Поэтому он в основном используется в системах коммунального хозяйства. Гидравлический способ очистки условно называется процессом очистки или промывки с помощью потока воды (жидкости), проходящего через трубу. Этот метод очистки дренажных труб реализуется в нескольких формах: путем периодического перекрытия трубы при наличии дренажного потока; путем откачки дренажного потока при высоком уровне грунтовых вод; путем подачи воды в дренажную сеть и её естественного отвода; или путем подачи воды в дренажную сеть с последующим её отводом с помощью насоса.

Известна рабочая головка для очистки закрытого горизонтального дренажа (ВУ12091С1 2009.06.30), которая состоит из передних и задних водораспылительных головок, центрального отверстия, реактивных отверстий и систем подачи рабочей жидкости. Задняя головка состоит из внутреннего и наружного конусов, между которыми образуется кольцообразное пространство, связанное с отверстиями в корпусе. Для управления потоком рабочей жидкости использован механизм переключателя, состоящий из ползучей втулки и стержня, который позволяет направлять поток воды с заднего водораспылителя на передний. Кроме того, для улучшения движения внутри устройства на корпус могут быть установлены пружинные опорные ножки. Недостаток данного устройства заключается в его сложной структуре. Из-за наличия в нем подвижных элементов (втулки, стержня, центральной пружины) надежность снижается и процесс эксплуатации усложняется. Кроме того, кольцевые полости и отверстия в корпусе повышают риск засорения при работе с загрязненными трубами. Необходимость переключения потока рабочей жидкости между вытяжками затрудняет управление и снижает эффективность очистки.

В качестве ещё одного технического решения (РФ SU 1011808 А) предложено устройство для очистки дренажных труб, состоящее из корпуса, гибкого шланга, входных отверстий и концентрически расположенных с ними головных отверстий. Внутри устройства расположен элемент, закрывающий отверстия головки, который образует пространство между

головной и входной частями корпуса и соединяет входное и выходное отверстия. В данном устройстве входная часть корпуса выполнена сферической формы с целью более эффективного использования энергии рабочей жидкости. Элемент, закрывающий отверстия, оснащён противовесом с отверстиями, которые входят в контакт со сферической поверхностью корпуса. Однако при длительной эксплуатации в результате износа отверстий механизм может заклинить или выйти из строя. Кроме того, эффективность очистки снижается из-за нестабильного движения противовеса в наклонных или горизонтальных трубопроводах.

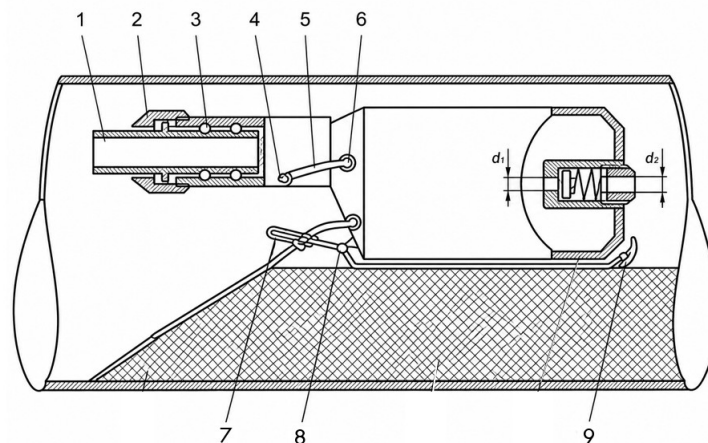
Если на определённом участке дренажной трубы практически нет осадка, то реактивный поток рабочей жидкости используется энерго неэффективно. В таких случаях невозможно адаптировать направление потока и дать толчок в направлении, противоположном движению устройства, или полностью промыть осадки. Это приводит к неполному использованию энергии потока воды, так как угол потока воды сохраняется постоянным. Еще одним недостатком данного устройства является его сложная конструкция и требования к точности при производстве. Внутренняя часть корпуса и противовес выполнены сферической формы, что требует высокой точности производства, что увеличивает себестоимость устройства.

Рекомендуемая промывная головка (рис. 8) - экономит расход воды при эффективном промывании осадков, расположенных в нижней части трубы, управляет направлением реактивного потока при различной степени заиливания и увеличивает тягу при движении устройства по дренажной трубе. В предлагаемом устройстве входная часть расположена эксцентрично относительно центральной оси корпуса. Это решение позволяет направлять рабочую жидкость в нижнюю часть дренажной трубы через гибкие шланги. Входная часть корпуса соединяется с напорным водопроводным шлангом и удерживается в одном положении через трубу с вращательным движением, при этом предотвращается закручивание водопроводного шланга. Их соединяют герметично с помощью муфты. На корпусе установлен шарнирный рычаг, с помощью которого направляющая головка может перемещаться в вертикальной плоскости. Это позволяет повысить качество очистки при высокой степени заиливания трубы.

Напротив, если осадков мало, энергия реактивного потока воды направляется с помощью рычага для увеличения силы перемещения устройства вперед. В результате устройство эффективно перемещается по горизонтальным дренажным трубам и улучшается качество очистки.

Когда толщина слоя осадков на отдельных участках очищаемой трубы равна нулю, рычаги 7 полностью открываются, и гибкие резиноканевые шланги 5 реактивного распылителя 6 занимают горизонтальное положение. Перед запуском устройство для очистки трубопроводов от наносов, вводят внутрь трубопровода и максимально продвигают вперед. Через насос вода подаётся к ответвлению 1 через шланг водоснабжения; вода проходит через

корпус 4 и через резиноканевый шланг 5 поступает в реактивный распылитель 6. Он размывает слои осадка и, создаёт реактивную силу, что перемещает устройство вперед (рис. 8).



1-шланг подачи воды, 2-соединительная гайка, 3-соединительный корпус, 4-основной корпус, 5-малый шланг, 6-насадка привода малого шланга, 7-рычаг, 8-точка соединения рычага и корпуса, 9-шарнир рычага

Рис. 8. Схема расположения приспособления в процессе очистки дренажной трубы от отложений

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проведенный анализ подтверждает, что существующие технологии и средства механизации, применяемые при очистке закрытых горизонтальных дренажных сетей на орошаемых землях, не достаточно эффективны. Применяемая на производстве дренопромывочная машина MAN TGM 13.240 используется без научно разработанных норм трудозатрат времени и работает на основе старых сметных норм.

2. Правильное выполнение технологии промывки закрытого горизонтального дренажа и правильный выбор оптимальных параметров оборудования имеет большое значение для обеспечения надёжной, долгосрочной и качественной работы дренажной системы на орошаемых землях, а также снижения эксплуатационных затрат. С этой точки зрения совершенствование методов и технологии очистки закрытого горизонтального дренажа в зависимости от степени заиления является приоритетной и крайне актуальной задачей.

3. В ходе проведённых исследований было разработана и научно обоснована физическая модель и эмпирические зависимости, позволяющие определять степень заиления дренажных труб и анализировать изменения их гидравлических характеристик. Созданные модели чётко отражают взаимосвязь между уменьшением активного сечения трубы, скоростью водного потока и пропускной способностью трубы. Для практического применения составлены таблицы расчётных данных и калибровочные

кривые, которые позволяют оперативно определять степень заилиenia дрен и принимать решение о необходимости их очистки. Это обеспечивает переход от трудоёмких и малоточных методов оценки состояния дренажных систем к объективным методам оценки, основанным на количественных показателях.

4. Результаты исследований показали, что (при осадке 0%) скорость потока и водопроницаемость являются наиболее высокими. Однако при засорении до 25% внутреннего сечения проницаемость трубопровода снижается до 33,9%, а скорость потока - до 65%. При засорении 50% водопроницаемость трубопровода составляет всего 7,4%, что снижает работоспособность дренажной системы почти в 14 раз. Научно обосновано влияние наносов в дренажных трубах на гидравлическую эффективность дренажной системы.

5. Использование усовершенствованной технологии гидромеханической очистки закрытой горизонтальной дренажной сети на орошаемых землях обеспечило механизацию основных технологических операций, повисело производительность машинного комплекса при очистке дренажных труб с использованием существующей технологии, а также снижение удельного расхода воды на промывку дренажа.

6. Определена методика расчёта основных параметров головки очистительной машины закрытого горизонтального дренажа. В частности, были выполнены расчёты расхода воды, проходящей через переднее отверстие, внутреннего и наружного диаметров шланга, толщины стенки, скорости потока, гидравлических расчётов реактивной головки, мощности двигателя, приводящего в движение водяной насос, и другие необходимые расчёты.

7. По результатам проведённых испытаний установлено, что машина для очистки закрытого горизонтального дренажа, оснащённая усовершенствованной промывочной головкой, имеет производительность 35-40 м/ч, расход воды на очистку 1 метра дренажа составляет 45-50 литров, расстояние промывки в одну сторону составляет 100-200 м, что позволило повысить производительность на 15-20%, снизить расход воды на 20-25%, энергопотребление в 1,2 раза.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARD OF THE SCIENTIFIC DEGREES
DSc.03/30.12.2019.T.10.01 “TASHKENT INSTITUTE OF IRRIGATION
AND AGRICULTURAL MECHANIZATION ENGINEERS”**

NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY

**“TASHKENT INSTITUTE OF IRRIGATION AND AGRICULTURAL
MECHANIZATION ENGINEERS” NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY**

KANNAZAROVA ZULFIYA TOLIBAEVNA

**IMPROVING THE METHOD AND DEVISE OF CLEANING CLOSED
HORIZONTAL DRAINAGE IN THE IRRIGATION LANDS**

**05.07.01 – Agricultural and melioration machines. Mechanization of agricultural and
melioration works**

ABSTRACT

**For the doctor of philosophy dissertation (PhD)
on technical sciences based on articles in scientific journals included in the international
Web of Science and Scopus databases without dissertation defense**

The topic of the abstract of the Doctor of Philosophy (PhD) in technical sciences is registered with the Higher Attestation Commission under the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan under number B2025.4.PhD/T6241.

The research work was completed at the National Research University "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers".

Abstract of the dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (summary)) posted on the web page of the Scientific Council at www.qmii.uz and the Information and educational portal "ZiyoNet" (www.ziyo.net).

Scientific supervisor:

Muratov Ashirbek Raximovich

Candidate of Technical Sciences, Associate professor

The defense of the abstract will take place "29" october 2026 at 14⁰⁰ hours at the meeting of the Scientific Council DSc.05/13.05.2020.T.112.01 at the National Research University "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers" (Address: 39 Kori Niyoziy Street, 100000, Tashkent. Tel: (99871) 237-09-45 fax: (99871) 237-38-79, e-mail: admin@tiame.uz).

The abstract can be found at the Information Resource Center of the National Research University "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers" (registration number 435) (Address: 100000, Tashkent, Kori Niyoziy Street, Building 39. Tel: (99871) 237-09-45, fax: (99871) 237-38-79, e-mail: admin@tiame.uz).

The dissertation abstract was sent out on "20" october 2026.

(Mailing protocol no. 118 from "17" february 2026).



B.S.Mirzayev

Chairman of the Scientific Council
for awarding Academic Degrees,
Doctor of Technical Sciences,
Professor

U.T.Kuziyev

Scientific secretary of the Scientific
Council for Awarding Academic
Degrees, (PhD), associate Professor

INTRODUCTION (ABSTRACT OF PHD DISSERTATION)

Relevance and demand of the dissertation topic. Worldwide, in conditions of deterioration of agricultural lands due to rising groundwater levels, the application of highly efficient and energy-resource-saving technologies and technical means for preserving and improving the reclamation condition of land through groundwater drainage occupies one of the leading places. Today, considering that irrigated lands in the world amount to 1.6 billion hectares, and in Uzbekistan – 4.3 million hectares, continuous removal of groundwater through collector-drains and maintaining drainage systems in constant working condition is required to prevent the rise of groundwater levels on such lands.

Globally, research is underway to develop new scientific and technical solutions including both effective, resource-efficient cleaning technologies and the specialized machinery to implement them for closed horizontal drainage systems. In this context, particular attention is being paid to creating equipment capable of cleaning closed horizontal drainage systems that have lost hydraulic capacity due to sedimentation and clogging. Such equipment aims to increase operational efficiency, reduce water consumption, and conserve energy and other resources. Consequently, improving the methods and equipment used to clean closed horizontal drainage systems on irrigated lands specifically by optimizing the technological process and the parameters of the flushing head is a matter of significant importance.

In Uzbekistan, comprehensive measures are being implemented to improve the reclamation status of land and prevent the rise of groundwater levels through effective drainage. These efforts include the development of highly efficient, resource-saving technologies and equipment designed to clean closed horizontal drainage systems ensuring high-quality results in less time while minimizing labor, water usage, and overall resource expenditure. The New Development Strategy for the Republic of Uzbekistan for 2022-2026 outlines several objectives, including increasing the incomes of farmers and agricultural producers at least twofold through the science-based, intensive development of agriculture, and achieving an annual growth rate in the agricultural sector of at least 5 percent. A key task in realizing these goals involves the development of equipment capable of efficiently and uniformly cleaning the pipes within closed horizontal drainage systems on irrigated lands. This dissertation research contributes to the implementation of tasks defined in several key documents: the Decrees of the President of the Republic of Uzbekistan No. PF-5742 dated June 17, 2019, "On Measures for the Efficient Use of Land and Water Resources in Agriculture," and No. PF-60 dated January 28, 2022, "On the Development Strategy of New Uzbekistan for 2022–2026"; the Resolution of the President No. PQ-109 dated March 4, 2024, "On Priority Measures for 2024 to Implement Reforms in Line with the Key Directions of the 'Uzbekistan – 2030' Strategy"; the Resolution of the Cabinet of

Ministers No. 401 dated June 30, 2025, "On Measures to Further Improve the Formulation and Implementation of Programs for Enhancing the Reclamation Status of Irrigated Lands"; as well as other relevant regulatory and legal acts pertaining to this field.

Compliance of the research with the priority directions of development of science and technology of the republic. This research was carried out in accordance with the priority direction of development of science and technology of the republic II. "Energy, energy and resource conservation."

Degree of study of the problem. Research work on improving the design of closed horizontal drainage cleaning machines and their heads has been carried out abroad by such scientists as Pak S.D. (Republic of Korea), Liu M., Xu J. (China), Assefa D., Zegeye M. (Ethiopia), Harold S. (Canada), Madramo Zia C.A., Johnston W.R. (USA), Satyanarayana T.V., Gupta S.K. (India), Drovozova T.I., Mariyach S.A., Panenko N.N. (Russia), Mikheev A.V., Pogodin N.N., Dolmatov N.P., Zhurba V.V., and others.

In our republic, research on improving closed horizontal drainage cleaning machines, studying their performance indicators, and justifying their parameters has been carried out by Dukhovny V.A., Berdyansky V.N., Yusupbekov M.A., Malabaev N.I., Norkulov U., Mamadov M.M., Makhmirzaev Sh., and others.

The closed horizontal drainage cleaning machines of various designs developed based on the results of these studies are used in agricultural production with certain positive results. However, there remains a need for new scientific research on certain technological shortcomings, the effective use of water resources, and the application of energy-saving mechanisms.

Connection of the dissertation topic with the plans of research work of the research institution where the dissertation was carried out. The dissertation research was carried out within the framework of the research work of the National Research University "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers" on the topic "Improvement of the method and device for cleaning closed horizontal drainage on irrigated lands."

The purpose of the research is to increase the efficiency of drainage pipe flushing by improving the working part of a closed horizontal drainage flushing machine (drainage flushing head) on irrigated lands in order to improve the reclamation condition of land and prevent the rise of groundwater levels and land salinization.

Research objectives. To achieve the set goal, the following research objectives were defined:

- analysis of scientific research on the justification of the design and parameters of existing drainage flushing devices to improve the quality indicators of their operation (based on data from the authoritative Scopus and Web of Science databases);

- development of an improved device and design of the head used in the drainage flushing unit;
- theoretical justification of the main parameters of the improved head of the drainage flushing device;
- manufacturing of the proposed flushing head and conducting field tests of the experimental sample;
- determination of the technical and operational indicators of the proposed flushing head.

The object of the research is the closed horizontal drainage network on irrigated lands.

The subject of the research is the design and parameters of the working head of a closed horizontal drainage flushing machine.

Research methods. The dissertation research employed classical theoretical and generally accepted methods of research in hydraulics and hydromechanization. To determine the relationship between the degree of siltation and the capacity of drainage pipes, methods of theoretical analysis and physical modeling were used. In calculation work based on analytical dependencies and in the analysis of physical model results, the MathCAD program was used. Methods of mathematical statistics were applied in processing the results of field tests of the tested working head.

The scientific novelty of the research is as follows:

- a method has been developed to determine the extent to which drainage system pipes are filled with silt and sediment its operating principle is based on changes in water flow velocity and discharge rate relative to the amount of sediment present in the drainage pipe;
- a working device with a novel design has been developed to clear silt and other sediments from subsurface horizontal drainage pipes in irrigated lands (Patent No. 11824);
- the parameters and operating mode of a variable-pressure drainage flushing head featuring an improved design have been determined based on the thickness and density of the silt and sediment layers to be flushed from the pipes;
- a technological solution has been developed and validated under production conditions that enhances drainage pipe cleaning efficiency, reduces water and energy consumption, and ensures the maintenance of stable reclamation conditions for irrigated lands through the use of an improved working unit and optimized technological parameters for the subsurface horizontal drainage flushing machine.

The practical results of the research are as follows:

- as an improved design of the variable-pressure drainage flushing head;
- it has been established that the productivity of the closed horizontal drainage cleaning machine equipped with the improved flushing head increased by 15–20%, water consumption decreased by 20–25%, and energy consumption decreased by 1.2 times.

The reliability of the research results is substantiated by conducting research using modern methods and measurement tools, the mutual adequacy of theoretical and experimental research, and the results of comparative tests on a test bench for the drainage flushing head developed based on the conducted research.

Scientific and practical significance of the research results.

The scientific significance of the research results is determined by the validity of the improved design of the working head of the drainage cleaning machine and its parameters.

The practical significance of the research results is explained by the increase in the productivity of the working head of the drainage cleaning machine by 15–20%, the reduction of water consumption by 20–25%, and the reduction of energy consumption by 1.2 times.

Implementation of the research results. The drainage cleaning device developed to improve the technology of cleaning closed horizontal drainage on irrigated lands was put into practice in 2023–2024 on irrigated lands in the F. Khodjaev district of the Sardoba district of the Syrdarya region.

According to the test results, the productivity of the closed horizontal drainage cleaning machine equipped with the improved flushing head was 35–40 m/hour, water consumption for cleaning 1 meter of drainage was 45–50 l, the one-way flushing distance was 100–200 m, which made it possible to increase productivity by 15–20%, reduce water consumption by 20–25%, and reduce energy consumption by 1.2 times. (Certificate of the Ministry of Water Resources dated September 5, 2025, No. 04/19-4910).

Approval of the research results. The results of the research were discussed at 2 international and 2 republican scientific-practical conferences.

Publication of the research results. On the topic of the dissertation, 17 scientific works have been published, including 6 articles in international journals in the Scopus and Web of Science databases, 2 articles in international journals with Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan, and 3 articles in scientific publications recommended by the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan for the publication of the main scientific results of doctoral dissertations, and 1 patent for invention of the "National Institute of Intellectual Property" of the Ministry of Justice of the Republic of Kazakhstan and 1 program created for electronic computers of the Ministry of Justice of the Republic of Uzbekistan were obtained.

E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I bo'lim (I часть; I part)

1. Ixtiroga patent KZ № 11824. Устройство для очистки горизонтальных дренажных трубопроводов / Kannazarova Z., Bolegenova S., Shortanbayeva J., Tuyakbaev A., Muratov A., Kalandarov P., Ikramov G., Makhmirzaev Sh. – 27.02.2026.

2. Kannazarova Z., Juliev M., Muratov A., Jalili A., Groundwater in the commonwealth of independent states: A bibliometric analysis of scopus -based papers from 1972 to 2023, emphasizing the significance of drainage. // - Groundwater for Sustainable Development, 2024, Volume 25, pp. 101083, <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2024.101083> (Score: 9.5, IF-5.6: Scopus; №3, Web of Science; №1).

3. Kannazarova Z., Juliev M., Muratov A., Bekchanov F, Jalili A., Drainage in irrigated agriculture: Bibliometric analysis for the period of 2017–2021. // - Agricultural Water Management, 2024. Volume 305, pp. 109118, <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2024.109118> (Cite Score: 13.3, IF-6.5: Scopus; №3, Web of Science; №1).

4. Kannazarova Z., Juliev M., Muratov A., Astanakulov K., Shavazov Q., Bibliometric analysis of publications about soil salinity in Central Asia during 2000–2022 with a special look at the importance of drainage. // - Dokuchaev Soil Bulletin, 2025, №123, 273-299, <https://doi.org/10.19047/0136-1694-2025-123-273-299> (Cite Score: 1.1, Scopus; №3).

5. Kannazarova., Muratov A., Astanakulov K., Kudaybergenov A., Инженерно-экологическая оптимизация параметров гидравлической очистки дренажных систем для устойчивого управления водно-земельными ресурсами в аридных и горных регионах. // - Sustainable Development of Mountain Territories, 2026, Т. 18. – № 1 – С. 337–352, <https://doi.org/10.21177/1998-4502-2026-18-1-337-352> (Cite Score: 3.3, Scopus; №3).

6. Kannazarova Z., Muratov A., Совершенствования технологии очистки горизонтального дренажа на оросительных системах. // - Modern Innovations, Systems and Technologies», 2025, 5(4), 1011-1018, <https://doi.org/10.47813/2782-2818-2025-5-4-1011-1018> (Web of Science; №1)

7. Kannazarova Z., Muratov A., Improving devices for cleaning closed horizontal drainage systems. // - Informatics. Economics. Management, 2026, Vol. 5 №1, 2015-2021, <https://doi.org/10.47813/2782-5280-2026-5-1-2015-2021> (05.07.01; Web of Science; №1)

8. Kannazarova Z., Li A., Sug'oriladigan hududdagi yopiq gorizontal drenajni tozalash usuli. // - Agro ilm, Toshkent, 2021. – 1-ilova 71-son. B. 77-78. (05.00.00; №3).

9. Kannazarova Z., Muratov A., Meliorativ tizimlarning texnik holatini

baholash va ularning ekspluatatsiya texnologiyalari rivojlanish tendensiyalari. // - Agro Processing, Toshkent, 2022. – 4-jild, 2-son. – B. 59-66. (OAK Rayosatining 2019-yil 28-martdagi 263/7.1-son qarori)

10. Kannazarova Z., Muratov A., Drenaj tizimlarining ishlashining ekologik-meliorativ barqarorligining zonal xususiyatlari. // - Irrigatsiya va melioratsiya. – Toshkent, 2022. – Maxsus son. – B. 14-19. (05.00.00; №22).

11. Kannazarova Z., Muratov A., Sugʻoriladigan yerlarning drenaj tizimlari ekotizim va qishloq xoʻjaligidagi oziq-ovqat xavfsizligiga taʼsiri. // – Agro ilm, Toshkent, 2023. – 5-ilova 94-son. B. 78-81. (05.00.00; №3).

12. Kannazarova Z., Li A., Yopiq gorizontal drenajni tozalashning ilgʻor usuli // Prirodoobustrojstvo, 3-son, 36–40-betlar.

<https://doi.org/10.26897/1997-6011-2021-3-36-40>. (05.00.00; №3).

II boʻlim (II часть; II part)

13. Kannazarova Z., Muratov A. Sugʻorish tizimlarida gorizontal drenaj tozalash texnologiyasini takomillashtirish // Oʻzbekiston Respublikasi intellektual mulk agentligi. Elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dastur. Guvohnoma № DGU 57296, 08.12.2025y.

14. Kannazarova Z., Mirzaeva Sh., Cleaning technology for closed horizontal drainage. // XXI anʼanaviy ilmiy-amaliy konferensiya materiallari toplami 1-tom “TIQXMMI” MTU, Toshkent. 2023. – B. 903-905.

15. Kannazarova Z., Yopiq gorizontal drenajni tozalash qurilmalari // “Tabiiy resurslardan samarali foydalanishda agroekotizimlarning barqarorligini taʼminlashning dolzarb muammolari” mavzusidagi xalqaro konferensiya toʻplam, Buxoro – 2024, B. 292-297.

16. Kannazarova Z., Li A., Mirzaeva Sh., Cleaning method for horizontal closed drainage in the irrigation zone. // Научные труды IV международной научно-практической конференции., Казань 2021. - B. 54-57.

17. Kannazarova Z., Yerlarning meliorativ holatini yaxshilashda drenaj tozalash texnologiyalarini baholash. // “TIQXMMI” Milliy tadqiqot universitetining 90 yilligiga bagʻishlangan xalqaro konferensiya maqolalar toʻplami, III-jild, April 9–10, 2025, Tashkent, 278-284 betlar

Taqdimnoma “Irrigatsiya va melioratsiya” ilmiy jurnali tahririyatida tahrirdan o‘tkazildi va uning o‘zbek, rus va ingliz (rezyume) tillardagi matnlari mosligi tekshirildi. (14.10.2026 y.)



Bosishga ruxsat etildi: 18.10.2026-yil
Bichimi 60x45 1/8 , «Times New Roman»
garniturada raqamli bosma usulida bosildi.
Shartli bosma tabog‘i 2,75 Adadi: 100. Buyurtma: № 60.

Guvohnoma reysr № 219967
“PUBLISHING HIGH FUTURE” OK nashriyotida bosildi.
Toshkent sh., Uchtepa tumani, Ali qushchi ko‘chasi, 2A-uy.

