



TECH SCIENCE

ISSN 3030-3702

**TEXNIKA FANLARINING
DOLZARB MASALALARI**

**TOPICAL ISSUES OF TECHNICAL
SCIENCES**



№ 5 (4) 2026

TECHSCIENCE.UZ

№ 5 (4)-2026

**TEXNIKA FANLARINING DOLZARB
MASALALARI**

**TOPICAL ISSUES
OF TECHNICAL SCIENCES**

TOSHKENT-2026

BOSH MUHARRIR:

KARIMOV ULUG'BEK ORIFOVICH

TAHRIR HAY'ATI:

Usmankulov Alisher Kadirkulovich - Texnika fanlari doktori, professor, Jizzax politexnika universiteti

Fayziyev Xomitxon – texnika fanlari doktori, professor, Toshkent arxitektura qurilish instituti;

Rashidov Yusuf Karimovich – texnika fanlari doktori, professor, Toshkent arxitektura qurilish instituti;

Adizov Bobirjon Zamirovich– Texnika fanlari doktori, professor, O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti;

Abdunazarov Jamshid Nurmuxamatovich - Texnika fanlari doktori, dotsent, Jizzax politexnika universiteti;

Umarov Shavkat Isomiddinovich – Texnika fanlari doktori, professor, Jizzax davlat pedagogika universiteti;

Bozorov G'ayrat Rashidovich – Texnika fanlari doktori, Buxoro muhandislik-texnologiya instituti;

Maxmudov Muxtor Jamolovich – Texnika fanlari doktori, Buxoro muhandislik-texnologiya instituti;

Asatov Nurmuxammat Abdunazarovich – Texnika fanlari nomzodi, professor, Jizzax politexnika universiteti;

Mamayev G'ulom Ibroximovich – Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), Jizzax politexnika universiteti;

Ochilov Abduraxim Abdurasulovich – Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), Buxoro muhandislik-texnologiya instituti.

OAK Ro'yxati

Mazkur jurnal O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasi Rayosatining 2025-yil 8-maydagi 370-son qarori bilan texnika fanlari bo'yicha ilmiy darajalar yuzasidan dissertatsiyalar asosiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan.

Muassislar: "SCIENCEPROBLEMS TEAM" mas'uliyati cheklangan jamiyati;
Jizzax politexnika insituti.

TECHSCIENCE.UZ- TEXNIKA**FANLARINING DOLZARB**

MASALALARI elektron jurnali

15.09.2023-yilda 130343-sonli

guvohnoma bilan davlat ro'yxatidan o'tkazilgan.

TAHRIRIYAT MANZILI:

Toshkent shahri, Yakkasaroy tumani, Kichik Beshyog'och ko'chasi, 70/10-uy.

Elektron manzil:

scienceproblems.uz@gmail.com

Barcha huquqlar himoyalangan.

© Scienceproblems team, 2026-yil

© Mualliflar jamoasi, 2026-yil

MUNDARIJA

<i>Беккулов Джахонгир, Тураев Хуршид</i> ПРОГНОЗИРУЮЩЕЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ СУШКИ ТВЁРДЫХ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ	5-15
<i>Бахромов Хасан, Бозорбоев Жавлонбек, Жумаев Фиёсжон</i> АЛГОРИТМЫ ПОСТРОЕНИЯ ФИЛЬТРА ВИНЕРА-ХОПФА И ФИЛЬТРАЦИЯ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ЕГО ОСНОВЕ	16-20
<i>Hamdamova Dilshoda</i> BADIIY ADABIYOTLAR VOSITASIDA O'QUVCHILARNING AXLOQIY MADANIYATINI YUKSALTIRISH TIZIMI Й	21-23
<i>Babadjanov Elmurod, Maxambetjaliev Musabek</i> RFID YORDAMIDA AVTOTURARGOH KIRISH-CHIQUISHINI NAZORAT QILISH VA BANDLIKNI QISQA MUDDATTA VAHOLASH	24-29
<i>Айтмуратов Бакберген, Оразымбетов Темурубек</i> МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ НУКУССКОГО РАЙОНА НА ОСНОВЕ МНОГОСПЕКТРАЛЬНЫХ ВЕГЕТАЦИОННЫХ ИНДЕКСОВ И МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ	30-36
<i>Qutlimuratov Yusup, Orazbayev Shaxmardan</i> YERLARNING SHO'RLANISH DARAJASINI ANIQLASH VA PROGNOZ QILISHDA NEYRON TARMOQLARDAN FOYDALANISH	37-42
<i>Aimbetova Gulara, Sarsenbaeva Hu'rlixa, Djumabaev Alpamis</i> KAM RESURSLI TILLARNI RAQAMLASHTIRISHDA SUN'TY INTELLEKT MODELLARINING SAMARADORLIGI VA MAVJUD MUAMMOLAR	43-48
<i>Abdullayev Elmurod, Bektemirov Hojimurod</i> TABIIY TILNI QAYTA ISHLASH ALGORITMLARINING BARQARORLIGINI NAZARIY TAHLIL QILISH	49-54
<i>Mamatov Narzillo, Samijonov Abdurashid, Abdullaeva Barno, Usarov Jurabek, Samijonov Boymirzo</i> QULOQ CHANOG'IGA ASOSLANGAN SHAXSNI IDENTIFIKATSIYALASH USULI	55-67
<i>Xaqberdiyev Asliddin</i> TOMCHILATIB SUG'ORISHDA NAVIER - STOKES TENGLAMALARIDAN FOYDALANIB, SUV SARFINI OPTIMALLASHTIRISH	68-74
<i>Xamzayev Dilshod</i> PAXTANI QURITISH QURILMASI: KONSTRUKSIYA, ISH PRINSIPLARI VA ISSIQLIK-TEXNIK XUSUSIYATLARNING KENGAYTIRILGAN TADQIQI	75-80
<i>Odilova Mohigul</i> METROLOGIYA SOHASIDA XALQARO UYG'UNLASHUV: O'ZBEKISTON MISOLIDA TAHLIL INTERNATIONAL HARMONIZATION IN THE FIELD OF METROLOGY: A CASE STUDY OF UZBEKISTAN	81-87

<i>Doniyev Erkin, Yusupov Rustam, Eshqurbonov Anvar</i> BAZALT TOLALI KOMPOZIT QOPLAMALARNI YAQIN INFRAQIZIL NURLANISH YORDAMIDA QURITISH: TEXNOLOGIYA, STRUKTURA VA XOSSALAR	88-94
<i>Sayitov Shavkatjon, Xolmatov Erkinjon</i> PAHTA QURITISH JARAYONINING ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISH ISTIQBOLLARI	95-103
<i>Эргашева Камола</i> ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЖИДКИХ СРЕД	104-110
<i>Ismoilov Muxriddin, Rahimov Anvarjon, Isomiddinova Soliha, Xolmamatova Shaxzoda</i> ASINXRON DVIGATELLAR BOSHQARUV TIZIMLARIDA TIZIMLI XATOLIKLARNI DIAGNOSTIKA QILISH VA ULARNI KOMPENSATSIYA QILISH ORQALI DASTGOHLAR ANIQLIGINI OSHIRISH	111-120
<i>To'rayev Azizbek, Karimov Abror</i> YAQIN INFRAQIZIL NURLANISHGA ASOSLANGAN O'LCHASH ASBOBLARINI TADQIQ QILISH VA ULARNING METROLOGIK XARAKTERISTIKALARINI O'RGANISH	121-126
<i>Рустамзаде Джошгун</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЖАРКОГО КЛИМАТА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ СГОРАНИЯ В ГАЗОВЫХ ТУРБИНАХ И РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ	127-136
<i>Mammadov Fuad, Kalbaliyev Faig</i> PERFORMANCE ASSESSMENT OF SUPERCRITICAL CO2 BRAYTON CYCLES IN SOLAR POWER TOWER SYSTEMS	137-145
<i>Xasanov Azimjon</i> MAHALLIY XOM ASHYOLAR VA CHIQINDILAR ASOSIDA YENGIL BETON	146-151
<i>Abdumannopov Ozodbek, Askarov Xasanjon</i> O'ZBEKISTONDA ZAMONAVIY QURILISH MATERIALLARINI ISHLAB CHIQRISH: HOLATI, MUAMMOLAR VA ISTIQBOLLAR	152-156
<i>Xujanov Chariyar</i> QUTQARUV-QIDIRUV ISHLARINING VAZIFALARI VA TASHKILIY TUZILMASI	157-162

36.

TOMCHILATIB SUG'ORISHDA NAVIER - STOKES TENGLAMALARIDAN FOYDALANIB, SUV SARFINI OPTIMALLASHTIRISH

Xaqberdiyev Asliddin Imomnazar o'g'li

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti o'qituvchisi

Annotatsiya. Mazkur maqolada tomchilatib sug'orish tizimlarida suv sarfini optimallashtirish masalasi gidrodinamik modellashtirish nuqtayi nazaridan tahlil qilinadi. Tadqiqotning asosiy g'oyasi tomchilatgich kanallari, quvur tarmoqlari va bosim yo'qotishlarida yuzaga keladigan suyuqlik harakatini Navier - Stokes tenglamalari asosida ifodalashdan iborat. Tomchilatib sug'orish suv tanqisligi sharoitida yuqori samarador texnologiya hisoblanadi, chunki suv bevosita o'simlik ildiz zonasiga yetkaziladi. FAO ma'lumotlarida ham tomchilatib sug'orish suv kam hududlar uchun ayniqsa mos texnologiya sifatida tavsiflanadi. Maqolada tomchilatgichdagi oqim tezligi, bosim gradienti, qovushqoqlik, quvurdagi ishqalanish yo'qotishlari va sarf tenglamalari o'rtasidagi bog'liqlik ko'rib chiqiladi. Shuningdek, Darcy - Weisbach tenglamasi, emitter sarfi formulasi va CFD - hisoblash suyuqliklar dinamikasi yondashuvi orqali suv sarfini optimallashtirish imkoniyatlari ilmiy asoslanadi. Zamonaviy tadqiqotlarda tomchilatgich geometriyasini CFD yordamida optimallashtirish oqim barqarorligi, bosim kompensatsiyasi va tiqilib qolishga chidamlilikni oshirishda muhim ekani ko'rsatilgan [10].

Kalit so'zlar. Tomchilatib sug'orish, Navier - Stokes tenglamalari, suv sarfi, optimallashtirish, CFD, emitter, bosim yo'qotilishi, Darcy - Weisbach tenglamasi, gidravlik samaradorlik, suv tejamkor texnologiyalar.

OPTIMIZATION OF WATER CONSUMPTION IN DRIP IRRIGATION USING THE NAVIER - STOKES EQUATIONS

Khaqberdiyev Asliddin

Lecturer at the University of Economics and Pedagogy

Annotation. This article analyzes the issue of optimizing water consumption in drip irrigation systems from the perspective of hydrodynamic modeling. The main idea of the study is to describe the fluid motion occurring in dripper channels, pipeline networks, and pressure losses on the basis of the Navier - Stokes equations. Drip irrigation is considered a highly efficient technology under conditions of water scarcity, since water is delivered directly to the root zone of plants. FAO data also describe drip irrigation as a particularly suitable technology for water - scarce regions. The article examines the relationship between flow velocity in the dripper, pressure gradient, viscosity, friction losses in the pipe, and discharge equations. In addition, the possibilities of optimizing water consumption through the Darcy - Weisbach equation, the emitter discharge formula, and the CFD - computational fluid dynamics - approach are scientifically substantiated. Modern studies show that optimizing dripper geometry using CFD is important for improving flow stability, pressure compensation, and resistance to clogging.

Keywords: Drip irrigation, Navier - Stokes equations, water consumption, optimization, CFD, emitter, pressure loss, Darcy - Weisbach equation, hydraulic efficiency, water - saving technologies.

DOI: <https://doi.org/10.47390/ts-v4i5y2026N10>

Kirish. Bugungi kunda qishloq xo'jaligida suv resurslaridan oqilona foydalanish global miqyosdagi eng dolzarb muammolardan biri hisoblanadi. Iqlim o'zgarishi, yer osti suvlari sathining pasayishi, aholi sonining ortishi va oziq-ovqat mahsulotlariga bo'lgan talabning

ko'payishi sug'orish texnologiyalarini ilmiy asosda takomillashtirishni talab qilmoqda [1]. An'anaviy egatlab yoki bostirib sug'orish usullarida suvning katta qismi bug'lanish, filtratsiya va notekis taqsimlanish natijasida yo'qotiladi. Shu sababli suvni bevosita o'simlik ildiz zonasiga kichik sarf bilan yetkazuvchi tomchilatib sug'orish tizimlari keng qo'llanilmoqda [2].

Tomchilatib sug'orishning asosiy afzalligi - suvni me'yorlangan holda, kerakli bosim va sarfda, o'simlik ildiz zonasiga yetkazishdir. FAO manbalarida tomchilatib sug'orish suv tanqis hududlarda samarali usul sifatida ko'rsatilgan, chunki suv alohida o'simliklar atrofida tomchi ko'rinishida beriladi [5]. Biroq ushbu tizimning samaradorligi faqat texnologiyaning mavjudligi bilan emas, balki uning gidravlik loyihalanishi, bosimning quvurlar bo'ylab taqsimlanishi, tomchilatgichlarning bir xil ishlashi va suv sarfining optimal boshqarilishi bilan belgilanadi. Tomchilatib sug'orish tizimida suv harakati murakkab gidrodinamik jarayon hisoblanadi. Suv magistral quvurdan lateral quvurlarga, undan esa mayda labirint kanalli emitterlarga o'tadi. Har bir bosqichda bosim kamayadi, oqim tezligi o'zgaradi, ichki ishqalanish va mahalliy qarshiliklar yuzaga keladi. Aynan shu sababli suyuqlik harakatining fundamental tenglamalari - Navier - Stokes tenglamalaridan foydalanish muhim ilmiy asos yaratadi.

Navier - Stokes tenglamalari suyuqlik va gazlarning harakatini massa, impuls va energiya saqlanish qonunlari asosida tavsiflaydi. Tomchilatib sug'orish emitterlarida esa bu tenglamalar yordamida quyidagi savollarga javob topish mumkin: suv qanday tezlikda harakatlanadi, bosim qanday kamayadi, kanal geometriyasi sarfga qanday ta'sir qiladi, qaysi joylarda turbulentslik kuchayadi va qanday shakldagi emitter suvni eng barqaror taqsimlaydi [5]. Mazkur maqolaning maqsadi - tomchilatib sug'orish tizimida suv sarfini optimallashtirish uchun Navier - Stokes tenglamalaridan foydalanishning nazariy va amaliy asoslarini yoritishdan iborat.

Adabiyotlar tahlili. Tomchilatib sug'orish tizimlari bo'yicha ilmiy adabiyotlarda asosiy e'tibor uchta yo'nalishga qaratiladi: birinchisi - suvdan foydalanish samaradorligini oshirish; ikkinchisi - quvur va lateral tarmoqlarda bosim yo'qotishlarini kamaytirish; uchinchisi - tomchilatgich emitterlarining gidravlik tuzilishini optimallashtirish.

FAO ma'lumotlariga ko'ra, sug'orish usulini tanlashda suvdan foydalanish samaradorligi muhim mezon hisoblanadi; suv tanqis sharoitda tomchilatib va purkab sug'orish kabi bosimli tizimlarga ustuvorlik beriladi. Tomchilatib sug'orish bevosita o'simlik ildiz zonasiga suv berishi sababli suv isrofgarchiligini kamaytiradi [5]. Shu bilan birga, tizimda cho'kindi yoki iflos zarrachalar bo'lsa, tomchilatgichlarning tiqilib qolish xavfi ortadi, bu esa gidravlik va filtrlash loyihasiga alohida e'tibor berishni talab qiladi [2]. Klassik gidravlik tadqiqotlarda tomchilatib sug'orish lateral quvurlarida bosim yo'qotishlari ko'pincha Darcy - Weisbach tenglamasi asosida hisoblanadi. Wu va Gitlin tomonidan drip irrigation design bo'yicha olib borilgan tadqiqotlarda lateral quvurlardagi ishqalanish yo'qotishlari va emitterlarning bir xil suv chiqarishi masalasi muhim loyiha mezoni sifatida qaralgan. Bu yondashuv amaliy loyihalash uchun qulay bo'lsa - da, emitter ichidagi murakkab labirint oqimlarini to'liq ifodalash uchun yetarli emas [7].

So'nggi yillarda tomchilatgichlarning ichki kanallarini tahlil qilishda CFD - Computational Fluid Dynamics usuli keng qo'llanilmoqda. Wei va hammualliflari labirint kanalli emitterlarda oqim xususiyatlarini CFD yordamida o'rganib, bosim taqsimoti va oqim maydonlari tomchilatgich samaradorligiga bevosita ta'sir qilishini ko'rsatgan. 2025 - yilda e'lon qilingan tadqiqotlarda ham tekis tomchilatgichlar geometriyasini CFD orqali optimallashtirish suv sarfi va oqim barqarorligini yaxshilashda muhim usul sifatida tahlil qilingan. Shuningdek,

zamonaviy tadqiqotlarda emitter tuzilishini optimallashtirish nafaqat suv sarfini barqarorlashtirish, balki tiqilib qolishga chidamlilikni oshirish bilan ham bog'liq. Bionik yoki maxsus labirintli emitterlar bo'yicha 2025 - yilgi tadqiqotlarda hisoblash modellashtirish orqali emitter ichidagi oqim zonalari, tezlik taqsimoti va zarrachalar harakati tahlil qilingan. Bu esa Navier - Stokes tenglamalariga asoslangan modellashtirishning tomchilatib sug'orish tizimlari uchun amaliy ahamiyatga ega ekanini ko'rsatadi [8].

Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, tomchilatib sug'orishda suv sarfini optimallashtirish faqat empirik formulalar bilan cheklanmasligi kerak. Quvur tarmoqlarida Darcy - Weisbach, Hazen - Williams yoki mahalliy qarshilik tenglamalari ishlatilishi mumkin, ammo emitter ichidagi nozik gidrodinamik jarayonlarni chuqur tushunish uchun Navier - Stokes tenglamalari va CFD modellashtirish zarur [6].

Metodologiya. Tadqiqotda tomchilatib sug'orish tizimi suv resurslaridan samarali foydalanish, o'simlik ildiz zonasiga suvni me'yorida yetkazib berish hamda sug'orish jarayonida yo'qotishlarni kamaytirishga qaratilgan murakkab gidravlik tizim sifatida qaraladi [4]. Tomchilatib sug'orish tizimi quyidagi asosiy elementlardan tashkil topgan deb qabul qilinadi: suv manbai, nasos yoki bosim hosil qiluvchi qurilma, filtr, magistral quvur, lateral quvurlar, tomchilatgich emitterlar hamda o'simlik ildiz zonasi.

Ushbu elementlarning har biri tizimdagi suv harakati, bosim taqsimoti, suv sarfi va sug'orish bir xilligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Masalan, filtr suv tarkibidagi mexanik aralashmalarni ushlab qolish orqali emitterlarning tiqilib qolish xavfini kamaytiradi. Magistral va lateral quvurlar suvni kerakli hududlarga yetkazib beradi. Emitterlar esa suvni kichik miqdorlarda, nazorat qilinadigan tezlikda o'simlik ildiz zonasiga uzatadi.

Tomchilatib sug'orish tizimida suv sarfini optimallashtirish uchun suv harakati nazariy jihatdan gidrodinamikaning asosiy qonunlari asosida tahlil qilinadi [7]. Bunda suv siqilmaydigan suyuqlik sifatida qaraladi. Siqilmaydigan suyuqlik harakati uchun uzluksizlik tenglamasi quyidagicha ifodalanadi:

$\nabla \cdot \vec{v} = 0$ ushbu tenglama suyuqlik massasining saqlanish qonunini ifodalaydi. Ya'ni tizimning istalgan nuqtasida suv yo'qolmaydi va o'z - o'zidan hosil bo'lmaydi, balki faqat bir nuqtadan ikkinchi nuqtaga oqib o'tadi. Tomchilatib sug'orish tizimida bu tenglama quvurlardagi suv sarfi va emitterlardan chiqayotgan suv miqdorini nazariy jihatdan bog'lash imkonini beradi [2]. Suyuqlik harakatining asosiy dinamik qonuniyati Navier - Stokes tenglamalari orqali ifodalanadi. Impuls saqlanish tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$\rho \left(\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + \vec{v} \cdot \nabla \vec{v} \right) = -\nabla p + \mu \nabla^2 \vec{v} + \rho \vec{g}$$

bu yerda: ρ - suv zichligi, p - bosim, μ - dinamik qovushqoqlik, \vec{g} - og'irlik kuchi tezlanishi, $\frac{\partial \vec{v}}{\partial t}$ - vaqt bo'yicha tezlikning o'zgarishi, $\vec{v} \cdot \nabla \vec{v}$ - konvektiv tezlanish hadi, ∇p - bosim gradienti ta'siri, $\mu \nabla^2 \vec{v}$ - qovushqoqlik kuchlari ta'siri.

Ushbu tenglama tomchilatib sug'orish tizimida suv harakatiga ta'sir qiluvchi asosiy omillarni kompleks tarzda hisobga olish imkonini beradi [9]. Bosim gradienti suvning quvur bo'ylab harakatlanishini ta'minlaydi, qovushqoqlik esa oqimga qarshilik ko'rsatadi. Og'irlik kuchi esa tizimning relyefga bog'liq holatlarida, ya'ni quvurlar balandlik farqi bilan joylashgan hollarda muhim ahamiyatga ega bo'ladi.

Amaliy tomchilatib sug'orish tizimlarida oqim ko'pincha murakkab geometriyaga ega quvurlar va emitterlar orqali harakat qiladi. Ayniqsa, labirintli tomchilatgichlarda suv oqimi bir necha marta yo'nalishini o'zgartiradi, tor kanallardan o'tadi va mahalliy qarshiliklarga duch keladi. Bu holat bosim energiyasining bir qismini yo'qotishlarga aylantiradi. Natijada emitterdan chiqadigan suv sarfi ma'lum darajada barqarorlashadi. Oqim rejimini aniqlash uchun Reynolds sonidan foydalaniladi. Reynolds soni inertsiya kuchlari bilan qovushqoqlik kuchlari nisbatini ifodalaydi:

$$Re = \frac{\rho v D}{\mu} R \quad \text{agar Reynolds soni kichik bo'lsa, oqim laminar xarakterga ega bo'ladi.}$$

Bunda suv qatlamlari tartibli ravishda harakatlanadi va aralashish darajasi past bo'ladi. Reynolds soni ortishi bilan oqimda beqarorlik kuchayadi va turbulentslik yuzaga keladi. Turbulent oqimda suv zarrachalari tartibsiz harakat qiladi, energiya yo'qotishlari ortadi va bosimning pasayishi kuchayadi. Tomchilatib sug'orish emitterlarida oqim rejimini aniqlash muhim ahamiyatga ega, chunki emitterdan chiqadigan suv sarfi aynan bosim, kanal o'lchami, oqim tezligi va ichki geometriyaga bog'liq bo'ladi. Labirintli emitterlarda mahalliy qarshiliklar ko'p bo'lgani sababli suv sarfi bosimga nisbatan nisbatan barqarorroq bo'lishi mumkin. Shu sababli emitter konstruksiyasi sug'orish tizimida suvni bir xil taqsimlashda asosiy omillardan biri hisoblanadi. Emitterdan chiqadigan suv sarfi odatda quyidagi empirik formula orqali ifodalanadi:

$$q = kHxq = kH^x q = kHx \quad \text{bu yerda:}$$

Q - tomchilatgichdan chiqadigan suv sarfi, H - ishchi bosim, K - emitter konstruksiyasiga bog'liq koeffitsiyent, x - oqim ko'rsatkichi.

Ushbu formula emitter sarfining bosimga bog'liqligini ko'rsatadi. Agar x qiymati katta bo'lsa, emitter sarfi bosim o'zgarishiga sezgir bo'ladi. Bunday holatda lateral quvur boshida joylashgan emitterlar ko'proq, oxirida joylashgan emitterlar esa kamroq suv chiqarishi mumkin. Bu sug'orish bir xilligini pasaytiradi.

Agar xxx qiymati kichik bo'lsa, emitter bosim o'zgarishiga kamroq sezgir bo'ladi. Bu esa tomchilatib sug'orish tizimida suvning bir xil taqsimlanishiga yordam beradi. Shu sababli bosim kompensatsiyalovchi emitterlarda odatda x qiymati kichik bo'lishi maqsadga muvofiq hisoblanadi. Quvurlarda suv harakatlanganda ishqalanish tufayli bosim yo'qotilishi yuzaga keladi. Ushbu yo'qotish Darcy-Weisbach tenglamasi yordamida baholanadi:

$$hf = fLDv^2/2g = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} hf = fDL2gv^2$$

bu yerda: hf - ishqalanish tufayli bosim yo'qotilishi, f - ishqalanish koeffitsiyenti, L- quvur uzunligi, D - quvur diametri, V - oqim tezligi, G - erkin tushish tezlanishi.

Darcy - Weisbach tenglamasidan ko'rinadiki, bosim yo'qotilishi quvur uzunligi va oqim tezligi ortishi bilan oshadi, quvur diametri ortishi bilan esa kamayadi [7]. Shu sababli tomchilatib sug'orish tizimini loyihalashda quvur diametri, lateral quvurlar uzunligi, emitterlar soni va suv sarfi o'zaro muvofiqlashtirilishi lozim. Tizimdagi umumiy suv sarfi quyidagi ko'rinishda ifodalanishi mumkin:

$$Q = \sum_{i=1}^n q_i Q = \sum_{i=1}^n q_i$$

bu yerda: Q - tizimdagi umumiy suv sarfi, i-emitterdan chiqayotgan suv sarfi, n - emitterlar soni. Sug'orish tizimining samaradorligini baholashda suv sarfi bilan bir qatorda

suv taqsimotining bir xilligi ham muhim ko'rsatkich hisoblanadi. Buning uchun Christiansen uniformity coefficient, ya'ni Christiansen bir xillik koeffitsiyentidan foydalaniladi:

$$CU = 100 \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n |q_i - \bar{q}|}{n\bar{q}} \right) \quad CU = 100 \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n |q_i - \bar{q}|}{n\bar{q}} \right) \quad CU = 100 \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n |q_i - \bar{q}|}{n\bar{q}} \right)$$

bu yerda: CU - suv taqsimoti bir xilligi koeffitsiyenti, q_i - alohida emitter sarfi, \bar{q} - emitterlarning o'rtacha suv sarfi, n - emitterlar soni. O'rtacha emitter sarfi quyidagicha aniqlanadi:

$$\bar{q} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_i \quad q = \bar{q} \quad q = \bar{q} \quad q = \bar{q}$$

Christiansen koeffitsiyenti qiymati qanchalik yuqori bo'lsa, sug'orish tizimida suv taqsimoti shunchalik bir xil bo'ladi. Tomchilatib sug'orish tizimlarida yuqori CUCUCU qiymatiga erishish suv resurslarini tejash, o'simliklarning bir xil rivojlanishi va hosildorlikni oshirish uchun muhim hisoblanadi [7]. Optimallashtirish mezoni sifatida tizimda umumiy suv sarfi belgilangan chegaralar oralig'ida bo'lishi qabul qilinadi:

$$Q_{min} \leq Q \leq Q_{max}$$

bu yerda: Q_{min} - minimal talab etiladigan suv sarfi, Q_{max} - maksimal ruxsat etilgan suv sarfi. Shuningdek, suv taqsimoti bir xilligi maksimal qiymatga intilishi kerak: $CU \rightarrow maxCU$ Tadqiqotda optimallashtirishning asosiy maqsadi suv sarfi, bosim yo'qotilishi va suv taqsimoti notekisligini birgalikda minimallashtirishdan iborat deb olinadi. Buning uchun quyidagi maqsad funksiyasi kiritiladi:

$$F = Q + hf + (1-CU)minF = \alpha Q + \beta h_f + \gamma(1-CU) \rightarrow minF = Q + hf + (1-CU)min$$

bu yerda: F - optimallashtirish maqsad funksiyasi, Q - umumiy suv sarfi, Hfh - bosim yo'qotilishi, CU - suv taqsimoti bir xilligi koeffitsiyenti, α, β, γ - og'irlik koeffitsiyentlari. Bu yerda α, β va γ koeffitsiyentlari har bir mezonning umumiy optimallashtirishdagi ahamiyatini belgilaydi. Masalan, suv tanqis hududlarda α koeffitsiyenti kattaroq tanlanishi mumkin, chunki bunday sharoitda suv sarfini kamaytirish asosiy maqsad hisoblanadi. Energiya sarfi muhim bo'lgan hollarda β koeffitsiyenti oshiriladi, chunki bosim yo'qotilishi nasos energiyasi sarfiga bevosita bog'liq. Sug'orish bir xilligi muhim bo'lgan hollarda esa γ koeffitsiyenti yuqori tanlanadi. Amaliy hisoblash jarayonida quyidagi ketma-ketlik asosida tahlil olib boriladi: Tizimning geometrik parametrlari aniqlanadi: quvur uzunligi, diametri, emitterlar soni va ular orasidagi masofa. Suvning fizik xossalari belgilanadi: zichlik, qovushqoqlik va haroratga bog'liq parametrlar. Har bir quvur uchastkasida oqim tezligi va suv sarfi aniqlanadi. Reynolds soni hisoblanib, oqim rejimi baholanadi. Darcy - Weisbach tenglamasi yordamida quvurdagi bosim yo'qotilishi aniqlanadi. Har bir emitter uchun suv sarfi $q = kHxq = kH^xq = kHx$ formula orqali hisoblanadi. Emitterlar bo'yicha o'rtacha sarf va Christiansen bir xillik koeffitsiyenti aniqlanadi. Maqsad funksiyasi qiymati hisoblanadi. Suv sarfi, bosim yo'qotilishi va bir xillik koeffitsiyenti asosida optimal ish rejimi tanlanadi.

Shunday qilib, taklif etilayotgan metodologiya tomchilatib sug'orish tizimidagi suv harakatini nazariy va empirik yondashuvlar asosida baholash imkonini beradi. Navier-Stokes tenglamalari suv harakatining fizik asoslarini ifodalasa, Reynolds soni oqim rejimini aniqlashga xizmat qiladi [7].

Darcy - Weisbach tenglamasi quvurlardagi bosim yo'qotilishini baholaydi, emitter sarfi tenglamasi esa tomchilatgichdan chiqadigan suv miqdorini hisoblash imkonini beradi. Christiansen koeffitsiyenti orqali esa tizimdagi suv taqsimotining bir xilligi baholanadi. Ushbu ko'rsatkichlarni birlashtirgan optimallashtirish funksiyasi tomchilatib sug'orish tizimining suv tejamkorligi, energetik samaradorligi va agrotexnik barqarorligini oshirishga xizmat qiladi.

Uzluksizlik tenglamasi $\nabla \cdot \vec{v} = 0$

Navier - Stokes tenglamasi

$$\rho \left(\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + \vec{v} \cdot \nabla \vec{v} \right) = -\nabla p + \mu \nabla^2 \vec{v} + \rho \vec{g}, \text{ Reynolds soni } Re = \frac{\rho v D}{\mu}, \text{ Emitter sarfi } q = kH^x$$

Darcy - Weisbach tenglamasi $h_f = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$, Umumiy suv sarfi $Q = \sum_{i=1}^n q_i$

O'rtacha emitter sarfi $\bar{q} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_i$, Christiansen bir xillik koeffitsiyenti

$$CU = 100 \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n |q_i - \bar{q}|}{n\bar{q}} \right)$$

Suv sarfi chegarasi $Q_{min} \leq Q \leq Q_{max}$, Bir xillik koeffitsiyentini maksimallashtirish

$$CU \rightarrow max, \text{ Optimallashtirish maqsad funksiyasi } F = \alpha Q + \beta h_f + \gamma(1 - CU) \rightarrow min$$

Xulosa. Tomchilatib sug'orish tizimlarida suv sarfini optimallashtirish zamonaviy qishloq xo'jaligining muhim ilmiy-amaliy yo'nalishlaridan biridir. Ushbu maqolada ko'rsatildiki, Navier - Stokes tenglamalari tomchilatgich emitterlari va quvur tarmoqlarida suv harakatini chuqur tahlil qilish uchun kuchli nazariy asos bo'lib xizmat qiladi [9].

Tadqiqot natijalariga ko'ra, suv sarfini samarali optimallashtirish uchun faqat umumiy suv miqdorini kamaytirish yetarli emas. Bunda bosim yo'qotilishi, emitterlar sarfi, lateral quvur uzunligi, kanal geometriyasi, oqim rejimi va suv taqsimoti bir xilligi kompleks tarzda hisobga olinishi lozim [2].

Navier-Stokes tenglamalari asosidagi CFD modellashtirish emitter ichidagi oqim maydonlarini aniqlash, bosim gradientlarini baholash va tomchilatgich konstruksiyasini optimallashtirish imkonini beradi [10].

Amaliy hisoblarda esa Darcy - Weisbach tenglamasi va emitter sarfi formulasi bilan birgalikda qo'llanganda yanada samarali natijaga erishiladi. Shunday qilib, tomchilatib sug'orishda Navier - Stokes tenglamalaridan foydalanish suv tejamkor sug'orish tizimlarini ilmiy asosda loyihalash, suv sarfini kamaytirish va qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishining barqarorligini oshirishda muhim metodologik asos hisoblanadi [7].

Adabiyotlar/Литература/References:

1. FAO. Chapter 6. Drip Irrigation. FAO Irrigation Water Management materials. Tomchilatib sug'orish suvni bevosita o'simlik ildiz zonasiga yetkazishi va suv tanqis hududlarda samarali bo'lishi haqida ma'lumot beradi.
2. FAO. Chapter 7. Choosing an Irrigation Method. Sug'orish usullarini tanlash, suvdan foydalanish samaradorligi va suv sifatining tomchilatib sug'orishga ta'siri yoritilgan.

3. De Marchis, M. et al. Performance of Emitters in Drip Irrigation Systems Using Computational Fluid Dynamics Simulations. *Water*, 2025. Tadqiqotda tomchilatgich geometriyasini CFD yordamida optimallashtirish masalasi ko'rib chiqilgan.
4. Wei, Q. et al. Study on Hydraulic Performance of Drip Emitters by Computational Fluid Dynamics. *Agricultural Water Management*, 2006. Labirint kanalli emitterlarda oqim va bosim taqsimotini CFD yordamida modellashtirish tahlil qilingan.
5. Wu, I. P., Gitlin, H. M. Drip Irrigation Design Based on Uniformity. *Transactions of the ASAE*, 1974. Tomchilatib sug'orish lateral quvurlarida bosim yo'qotilishi va suv taqsimoti bir xilligi masalalari yoritilgan.
6. Zhao, Z. et al. Structural Optimization of Pit Bionic Drip Irrigation Emitter. 2025. Emitter konstruksiyasini hisoblash modellashtirish asosida takomillashtirish va gidravlik samaradorlikni oshirish masalalari tahlil qilingan.
7. Amin, M. S. M. et al. Hydraulic Analysis of Micro - irrigation Laterals. Mikro-sug'orish laterallarida ishqalanish va mahalliy yo'qotishlarni baholashga oid gidravlik yondashuvlar keltirilgan.
8. Tayel, M. Y. et al. Effect of Drip Irrigation Circuits Design and Lateral Line Length on Hydraulic Performance. Tomchilatib sug'orish konturlari va lateral uzunliklarning gidravlik ko'rsatkichlarga ta'siri tahlil qilingan.
9. Dallagi, H. et al. Simulation of the Flow Characteristics of a Labyrinth Milli-channel Drip Irrigation Emitter. 2024. Labirint kanalli emitter oqimini modellashtirishga oid zamonaviy CFD yondashuvlar yoritilgan.
10. FAO. Water Use Efficiency Thematic Brief. Sug'orish tizimlarida suvdan foydalanish samaradorligi va bosimli sug'orish texnologiyalari bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

TECHSCIENCE.UZ

**TEXNIKA FANLARINING DOLZARB
MASALALARI**

№ 5 (4)-2026

TOPICAL ISSUES OF TECHNICAL SCIENCES

**TECHSCIENCE.UZ- TEXNIKA
FANLARINING DOLZARB MASALALARI**
elektron jurnali 15.09.2023-yilda 130346-
sonli guvohnoma bilan davlat ro'yxatidan
o'tkazilgan.

Muassislar: "SCIENCEPROBLEMS TEAM"
mas'uliyati cheklangan jamiyati;
Jizzax politexnika insituti.

TAHRIRIYAT MANZILI:

Toshkent shahri, Yakkasaroy tumani, Kichik
Beshyog'och ko'chasi, 70/10-uy.

Elektron manzil:

scienceproblems.uz@gmail.com