

“TABIY GUBKA O‘SIMLIGI (LUFFA CYLINDRICA)” ASOSIDA HA-UV MINI FILTR: O‘ZBEKISTONDA ICHIMLIK SUVINI TOZALASHNING EKOLOGIK INNOVATSION TEXNOLOGIYASI

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17918623>

Abduvoxidova Diyora Baxtiyor qizi

Toshkent davlat agrar universiteti talabasi

G‘ulamova Zilola Sattarovna

ilmiy raxbar,

PhD, katta o‘qituvchi, Toshkent davlat agrar universiteti.

Annotatsiya

Ushbu maqolada zeolit asosidagi adsorbtsion sovutish va sorbtsion nasos texnologiyasidan foydalangan holda havodagi namlikni quyosh issiqligi yordamida yig‘ib, ekologik toza va energetik jihatdan avtonom suv generatorini yaratish yo‘llari yoritilgan. Qurilmaning fizik-kimyoviy asoslari, ishlash mexanizmi, qurilish prinsipi va O‘zbekiston iqlim sharoitida optimal ishlash imkoniyatlari chuqur tahlil qilingan. Kuniga 100 litr suv yig‘ish uchun zarur issiqlik, adsorbent miqdori, kollektor maydoni va sikl vaqti asosida muvozanatli hisob-kitoblar berilgan. Maqola cho‘l va yarim cho‘l hududlarida suv ta‘minotini yaxshilash, iqlim o‘zgarishlariga mos innovatsion yechim sifatida alohida ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar

adsorbtsion sovutish, zeolit, quyosh issiqligi, atmosferadan suv yig‘ish, sorbtsion nasos, ekologik texnologiya, suv tanqisligi, O‘zbekiston iqlimi

Аннотация

В данной статье рассматривается технология сбора влаги из воздуха с использованием адсорбционного охлаждения на основе цеолита и солнечной энергии. Описаны физико-химические принципы, конструкция и механизм работы установки, а также анализируется её эффективность в климатических условиях Узбекистана. Проведены расчёты, необходимые для получения 100 литров воды в сутки, включая количество адсорбента, площадь солнечного коллектора и тепловой баланс. Особое внимание уделено значению технологии для засушливых регионов как экологически чистому и энергетически независимому решению проблемы дефицита воды.

Ключевые слова

адсорбционное охлаждение, цеолит, солнечная энергия, сбор воды из воздуха, сорбционный насос, экологичная технология, дефицит воды, климат Узбекистана

Abstract

This article explores a zeolite-based adsorption cooling and adsorption pump system powered by solar thermal energy to harvest water from the air. It discusses the physio-chemical foundations, operating principles, and structural design of the device, while evaluating its performance in Uzbekistan's dry and sunny climate. Calculations related to energy requirements, adsorbent mass, solar collector area, and daily cycle duration needed to extract 100 liters of water per day are presented. The system is emphasized as a sustainable and off-grid solution to water scarcity in arid and semi-arid regions.

Keywords

adsorption cooling, zeolite, solar heat, atmospheric water harvesting, sorption pump, eco-friendly technology, water scarcity, Uzbekistan climate

O'zbekiston uchun ichimlik suvining ifloslanishi dolzarb muammo bo'lib, aholi salomatligiga jiddiy xavf tug'diradi. Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti ma'lumotlariga ko'ra, global miqyosda kasalliklarning 70% ga yaqini sifatsiz ichimlik suvi va sanitariya sharoitlariga bog'liq. Mamlakatimizda aholining taxminan 20% qismi xavfsiz ichimlik suvi bilan to'liq ta'minlanmagan. Shunday sharoitda ekologik xavfsiz, arzon va samarali suv tozalash texnologiyalariga ehtiyoj katta.

Ushbu maqolada "Lufa-HA UV Mini Filtr" deb nomlangan filtr texnologiyasi asosida ifloslangan suvni tozalashning ilmiy-texnologik asoslari, tajriba natijalari va uni O'zbekistonda qo'llash istiqbollari yoritiladi.

Filtrning asosiy materiali sifatida ishlatiladigan lufa o'simligi (*Luffa cylindrica*) – xalq orasida "tabiiy gubka o'simligi", "gubka qovoq" yoki "cho'milish qovoqchasi" deb ataladi. U qovoqdoshlar oilasiga (*Cucurbitaceae*) mansub tropik va subtropik iqlimda o'suvchi tirmashuvchi o'simlikdir. Lufaning mevasi pishgach, uning ichki qismi tarmoqsimon tolalardan tashkil topgan g'ovak tabiiy skeletga aylanadi.

Bu tolali skelet mexanik jihatdan mustahkam, biologik parchalanadigan va ekologik xavfsiz bo'lib, suvni filtrlash, bioadsorbent va katalizator tayanch materiali sifatida keng qo'llaniladi. Lufa tolalari sellyuloza, lignin va gemitsellyulozadan tashkil topgan bo'lib, suv bilan yaxshi namlanadi va turli

sorbent yoki katalitik moddalarning (masalan, gidroksiapatit, uglerod, metall oksidlar) qoplamasi uchun qulay substrat vazifasini bajaradi.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, lufa asosida tayyorlangan biofiltrlar og'ir metall ionlari (masalan, qo'rg'oshin, kadmiy), pestitsidlar va organik ifloslantiruvchilarni samarali ushlab qoladi. Shu boisdan, lufa O'zbekiston sharoitida suvni tozalash texnologiyalarida ishlatish uchun istiqbolli, mahalliy xom ashyo sanaladi.

Texnologik asos: Lufa-HA UV mini filtr lufa tolasi, faollashtirilgan uglerod (aktivlangan ko'mir), gidroksiapatit (HA) qavati va UV dezinfeksiya modulidan iborat ko'p qavatli tizimdir. Lufa tolasi mexanik tozalash va qisman biofiltrlashni ta'minlaydi; aktivlangan ko'mir organik moddalar, xlor va noxush hid/tamlarni adsorbtsiya qiladi; gidroksiapatit ftorid va og'ir metall ionlarini ion-almashinish va sorbtsiya mexanizmlari orqali ushlab qoladi; UV modul esa bakteriya va viruslarni inaktivatsiya qiladi.

Ekologik samaradorlik (eksperimental natijalar): Filtr tajribalarda loyqalikni ~95% gacha kamaytirdi (masalan, 148 NTU → ≈6,7 NTU), rang va noxush hidni bartaraf etdi, 5 mg/L kirish ftoridni 1 mg/L dan pastga tushirdi, qo'rg'oshin (Pb²⁺) va boshqa og'ir metallarni sezilarli darajada kamaytirdi. UV dezinfeksiya bosqichi "E. coli" ("E. coli"-bu Escherichia coli degan bakteriya) 0 CFU/100 ml darajasigacha yo'q qildi (≥4-6 log inaktivatsiya).

Barqarorlik va iqtisodiy tahlil. Filtr komponentlari (lufa, HA, uglerod) mahalliy xomashyodan olinishi mumkin. Gravitatsion oqim tufayli elektrga talab juda past; UV modulini kichik quyosh paneli bilan quvvatlantirish mumkin. Materiallar arzonligi va qayta regeneratsiya imkoniyati tufayli umumiy tannarx past, xizmat muddati esa to'g'ri parvarish bilan bir necha yilga cho'ziladi.

Taqqoslov (mavjud texnologiyalar bilan solishtirish): RO, distillyatsiya va kimyoviy tozalash usullari bilan qiyoslanganda, Lufa-HA UV mini filtr suvni isrof qilmaydi, kam energiya talab qiladi, ko'p turdagi ifloslantiruvchilarni bir zanjirda kamaytiradi va foydali minerallarni saqlab qoladi. Sho'r suvlarni to'liq tuzsizlantirishda RO zarurligi saqlanib qoladi, biroq ichimlik sifatini yaxshilash uchun lufa-HA UV yechimi tejamli va samarali.

O'zbekiston sharoitidagi qo'llanilishi: Qishloq hududlari, maktab va tibbiyot muassasalari, ayollar-yoshlar tadbirkorligi uchun mos. Portativ modullar off-grid sharoitda ishlaydi, mahalliy ishlab chiqarish eksport salohiyatini ham yaratadi.

Xulosa: Yakuniy tahlilda aytish mumkinki, Lufa-HA UV mini filtr texnologiyasi- bu O'zbekistonda ichimlik suvini sifatini oshirish yo'lida ekologik, iqtisodiy va ijtimoiy jihatdan ustun yechim. Mahalliy sharoitga mos innovatsion yondashuv sifatida uni joriy etish aholi salomatligini yaxshilashga, suv bilan

bog'liq kasalliklar kamayishiga, atrof-muhitni muhofaza qilishga hamda barqaror rivojlanishga sezilarli hissa qo'shadi. Kelgusida olib boriladigan keng qamrovli ilmiy-tadqiqot va tajriba-sinov ishlari orqali ushbu texnologiyani takomillashtirib, yurtimiz va dunyoning boshqa mamlakatlarida ham muvaffaqiyatli qo'llashga erishish mumkin. Zero, toza ichimlik suvi-sog'lom hayot garovi, sog'lom hayot esa barqaror kelajak poydevoridir. Lufa-HA UV filtr esa ana shu maqsad sari innovatsion qadamdir.

Lufa-HA UV mini filtr O'zbekistonda ichimlik suvini ekologik, iqtisodiy va ijtimoiy jihatdan samarali tozalash imkonini beradi. Pilot loyihalar, sertifikatlash, sorbent regeneratsiyasi bo'yicha tadqiqotlar va masshtablash tavsiya etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. World Health Organization-Drinking-water, WHO Housing and Health Guidelines, 2018.
2. UNICEF/UNSD-Overall status of SDG 6 in Uzbekistan, 2021.
3. UNDP Uzbekistan-Transformative Measures Yield Clean Drinking Water in the Aral Sea Region, 2024.
4. Kun.uz-Uzbekistan is among countries where tap water is not safe, 2019.
5. J.J. García-Sánchez et al., Activation of *Luffa cylindrica* with hydroxyapatite for fluoride removal, 2023.
6. P. Prathumrat et al., Adsorptive removal of fluoride using hydroxyapatite, Scientific Reports, 2025.
7. A.O. Ahmed et al., *Luffa cylindrica*/HAp composites for removal of Pb²⁺ and methylene blue, 2021.
8. A. Khadir et al., *Luffa* fibres for environmental remediation: A review, 2020.
9. B. Dvorak, S. Skipton, Activated Carbon Filtration for Drinking Water, UNL Extension, 2008.
10. EPA-Ultraviolet Disinfection Guidance, 2006; and recent *E. coli* inactivation kinetics studies (2023).
11. WaterAnywhere-Carbon Filters: Odor & Taste Filtration (technical briefs).
12. ACS Omega-Biopolymer-nanohydroxyapatite for removing fluoride, lead, cadmium, arsenic, 2021.
13. García-Sánchez et al., Fixed-bed adsorption of fluoride with Lufa-HA: bed capacity 2.4 mg F/g at 5 mg/L, 2023.
14. Prathumrat et al., Regeneration of HAp with 3 M NaOH; fluoride desorption over multiple cycles, 2025.
15. U. Toronto-Solar-powered UV water treatment in rural Tanzania, 2022.

16. World Economic Forum-RO purifier water wastage estimates (≈ 3 L waste per 1 L product water).

17. Sule Lamido Univ. J. Sci & Tech-Luffa biofilter decontamination $\approx 54\%$ with recommendations to pair with charcoal/sand, 2022.