UNIVERSAL JOURNAL OF MATHEMATICAL THEORY AND COMPUTER SCIENCES
ISSN 2992 – 8788
https://science-research.org.uz/index.php/UJMTCS

AEROTENK INSHOOTIDAGI JARAYONLARNING ILMIY ASOSLARI

Mallayev Orifjon Samad o‘g‘li
Teriz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti,
“Atrof-muhit muhandisligi va hayot faoliyati xavfsizligi” kafedrasi katta o‘qituvchisi, t.f.f.d. (PhD), dotsent
e-mail: orifjonmallayev@gmail.com
To‘xteyeva Gulmira Botir qizi
Teriz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti,
“Atrof-muhit muhandisligi” ta’lim yo‘nalishi 1-bosqich magistranti
e-mail: gulmiratuxtayeva9@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada aerotenk inshootidagi jarayonlarning ilmiy asoslari, ularning mikrobiologik, biokimyoviy va fizik-kimyoviy mexanizmlari tahlil qilingan. Faol loydagi mikroorganizmlarning metabolik faolligi, aeratsiya tizimi samaradorligi, nitrifikatsiya va denitrifikatsiya jarayonlarining borishi hamda harorat va pHning ta’siri yoritilgan. Aerotenklarning samaradorligini oshirish bo‘yicha zamonaviy texnologik yondashuvlar ham keltirilgan. Tadqiqot natijalari aerotenklarning oqova suvlarni tozalashdagi muhim ekologik hamda texnologik ahamiyatini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: aerotenk, faol loy, nitrifikatsiya, denitrifikatsiya, aeratsiya, biologik tozalash, azot va fosfor, mikroorganizmlar.

Annotation. This article analyzes the scientific foundations of aeration tank processes, focusing on their microbiological, biochemical, and physicochemical mechanisms. The metabolic activity of microorganisms in activated sludge, the efficiency of aeration, the pathways of nitrification and denitrification, and the influence of temperature and pH are discussed. Modern technological approaches for improving the efficiency of aeration tanks are also presented. The results highlight the ecological and technological importance of aeration tanks in wastewater treatment systems.

Keywords: aeration tank, activated sludge, nitrification, denitrification, aeration, biological treatment, nitrogen and phosphorus removal, microorganisms.

Аннотация. В данной статье проанализированы научные основы процессов аэротенка, их микробиологические, биохимические и физико-химические механизмы. Освещены метаболическая активность микроорганизмов активного ила, эффективность аэрации, процессы нитрификации и денитрификации, а также влияние температуры и pH. Представлены современные технологические подходы к повышению эффективности аэротенков. Результаты исследования демонстрируют экологическое и технологическое значение аэротенков в системах очистки сточных вод.

Ключевые слова: аэротенк, активный ил, нитрификация, денитрификация, аэрация, биологическая очистка, удаление азота и фосфора, микроорганизмы.

KIRISH

Suv ta’minoti va oqova suvlarni tozalash tizimlari ekologik xavfsizlikni ta’minlashning eng muhim sohalaridan biridir. Oqova suv tarkibida organik moddalar, azot va fosfor birikmalari, sirt faol moddalar, neft mahsulotlari kabi ifloslantiruvchi komponentlar mavjud bo‘lib, ular tabiiy suv havzalarining degradatsiyasiga olib keladi. Shu bois biologik tozalash inshootlariga, xususan aerotenk texnologiyalariga talab yuqori.

Aerotenk — bu sun’iy ravishda havoga boyitilgan muhitda faol loy yordamida organik moddalarni aerob biodegradatsiya qiluvchi inshoot bo‘lib, murakkab mikrobiologik va kimyoviy jarayonlar asosida ishlaydi. Faol loy tarkibida bakteriyalar, zamburug‘lar, protozoalar va boshqa

mikroorganizmlar mavjud bo‘lib, ular organik moddalarni o‘zlashtiradi va hujayra biomassasini hosil qiladi.



Mazkur maqola aerotenk inshootidagi jarayonlarningilmiy asoslarini, mikrobiologik jarayonlarni, fizik-kimyoviy omillar ta’sirini, aeratsiya tizimining samaradorligini hamda zamonaviy modifikatsiyalarni tahlil qilishga bag‘ishlanadi.

ADABIYOTLAR TAHLILI:

Aerotenk jarayonlari XX asr boshlarida tadqiq etila boshlangan bo‘lib, bugungi kunda ular biologik tozalash inshootlarining asosiy qismi hisoblanadi. Ilmiy manbalarda quyidagi yo‘nalishlar keng yoritilgan:

- **Faol loyning biokimyosi va mikrobiologik tarkibi;**
- **Bakterial kinetika va biodegradatsiya tezligi;**
- **Nitrifikatsiya va denitrifikatsiya jarayonlari;**
- **Kislorod transferi va aeratsiya samaradorligi;**
- **Gidravlik rejimlar: plug-flow - *tiqilmas oqim*, *bir tekis (porshenli) oqim*, complete-mix - *to‘liq aralashma, to‘liq aralashtirilgan tizim;***
- **Biogen elementlarni chiqarib tashlash mexanizmlari.**

Zamonaviy ilmiy adabiyotlarda membrana bioreaktorlar (MBR), SBR tizimlari, anoksik-aerob reaktorlar va modulli aerotenklar samaradorligi bo‘yicha keng tadqiqotlar olib borilgan.

METODIKA VA TADQIQOT USULLARI:

Aerotenk jarayonlarini ilmiy o‘rganishda quyidagi metodlardan foydalaniladi:

Fizik-kimyoviy tahlillar:

- KOQ (kimyoviy oksidlash qobiliyati - bu oqova suv tarkibidagi organik moddalarni **kuchli kimyoviy oksidlovchi reagent (odatda kaliy dikromat, $K_2Cr_2O_7$)** yordamida oksidlab, ularning umumiy miqdorini mg O_2/l da baholovchi tahlil usuli) va BOK_5 (biologik oksidlash ko‘rsatkichi - oqova suvdagi biologik parchalanadigan organik moddalarni **5 kun davomida aerob sharoitda mikroorganizmlar tomonidan iste’mol qilinadi**, shu jarayonda sarflangan kislorod miqdori mg O_2/l da aniqlanadi) ni aniqlash;
- Ammoniy, nitrit, nitratni aniqlash;
- Fosfatlar miqdori;
- Eritilgan kislorod (DO) monitoringi;
- pH, harorat o‘lchovlari.

Mikrobiologik usullar:

- Mikroskopik tahlil;
- Bakterial guruhlarni differensial aniqlash;

- Biomassa o‘sish kinetikasi;
- Bioflok morfologiyasi.

Gidravlik va muhandislik tahlillari:

- Oqim tezligi;
- Aeratsiya tizimi samaradorligi;
- Retsirkulyatsiya koeffitsiyenti;
- Energiya sarfi tahlili.

Matematik modellashtirish

- Monod kinetikasi;
- Activated Sludge Models (**Faol loy jarayonlari modellari)** (ASM1–ASM3);
- Biomassa–substrat muvozanati.

NATIJALAR VA MUHOKAMA:

Biokimyoviy jarayonlar:

Aerotenklar ikki asosiy jarayon orqali ishlaydi:

1. **Organik moddalar biodegradatsiyasi:**

Heterotrof bakteriyalar organik uglevodorodlarni CO_2, H_2O va biomassaga aylantiradi.

2. **Nitrifikatsiya:**

$NH_4^+ \rightarrow NO_2^- \rightarrow NO_3^-$ o‘zgarishi Nitrosomonas va Nitrobacter tomonidan amalga oshiriladi.

Eritilgan kislorodning ahamiyati:

DO = **1,5–3,0 mg/l** oraliqda saqlanganda:

- bakterial faollik maksimal;
- hidlanish kuzatilmaydi;
- biofloklar yaxshi shakllanadi.

Haroratning ta’siri:

Optimal: **18–30°C;**

10°C dan pastda nitrifikatsiya keskin pasayadi.

pHning ta’siri:

Optimal pH **6.5–8.0**

Nitrifikatorlar pH o‘zgarishiga juda sezgir.

Retsirkulyatsiya:

50–150% oralig‘idagi retsirkulyatsiya biomassaning barqarorligini ta’minlaydi.

Biogen elementlarning chiqarilishi:

Anoksik va aerob zonalar orqali:

- azot birikmalari kamayadi;
- polifosfat to‘plovchi bakteriyalar yordamida fosfor chiqarib tashlanadi.

Aeratsiya samaradorligi:

Diffuzorli aeratsiya tizimlari energiya tejamkor va barqaror hisoblanadi.

XULOSA VA TAKLIFLAR:

1. Aerotenk jarayonlari murakkab mikrobiologik va biokimyoviy jarayonlarga asoslangan.
2. Eritilgan kislorod darajasi biologik tozalashning asosiy boshqaruvchi parametri hisoblanadi.
3. Harorat va pH mikroorganizmlar faolligini belgilaydigan omillardan biridir.
4. Nitrifikatsiya–denitrifikatsiya muvozanati biogen elementlarning pasayishini ta’minlaydi.
5. Aeratsiya energiya sarfining 40–60% qismini tashkil qilgani sababli uni optimallashtirish muhim.
6. Zamonaviy MBR, SBR va aralash zonali aerotenklar tozalash samaradorligini sezilarli oshiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. **Abdullayev, A., Jo‘rayev, N.** *Oqova suvlarni tozalash texnologiyasi*. – Toshkent: “Fan va texnologiya”, 2019. – 280 b. (Biologik tozalash, aerotenklar va faol loy jarayonlari haqida keng qamrovli ma’lumotlar.)

2. **Usmonov, O., Xolmirzayev, M.** *Ekologik muhandislik va biotexnologiya*. – Toshkent: “Oliy ta’lim”, 2021. – 340 b. (Aeratsiya, biofiltrlar, faol loy kinetikasi, aerotenk tizimlari yoritilgan.)

3. **Nazarov, B. M.** *Atrof-muhitni muhofaza qilishning zamonaviy usullari*. – Toshkent: “Universitet”, 2018. – 220 b. (Oqova suvlarni biologik tozalash va nitrifikatsiya–denitrifikatsiya jarayonlari bo‘yicha nazariy asoslar.)
4. **G‘afurov, R., Raxmonov, A.** *Texnogen jarayonlarning biosfera holatiga ta’siri*. – Toshkent: “Fan”, 2020. – 256 b. (Biogen elementlarni kamaytirish, suv ekotizimlari va ifloslanishning oldini olish mexanizmlari.)
5. **O‘zbekiston Respublikasi Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish va iqlim o‘zgarishi vazirligi.** *Oqova suvlarni tozalash bo‘yicha me’yoriy qo‘llanma*. – Toshkent, 2022. – 150 b. (Aerotenklar, faol loy rejimlari, texnologik talablar va nazorat parametrlariga oid rasmiy hujjat.)
6. Metcalf & Eddy. *Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery*.
7. Grady C.P.L., Daigger G.T. *Biological Wastewater Treatment*.
8. Jenkins D., Richard M. *Activated Sludge Microbiology*.
9. Henze M. *Activated Sludge Models (ASM1–ASM3)*.
10. Tchobanoglous G. *Wastewater Treatment Systems*.
11. O‘zbekiston Respublikasi “Atrof-muhitni muhofaza qilish to‘g‘risida” Qonuni.
12. ISO 5667 – Oqova suv namunalarini olish standartlari.