AZOTLI O‘G‘ITLAR ISHLAB CHIQARISH KORXONALARINING SUV AYLANISH TIZIMLARIDA NITRIFIKATSIYA JARAYONINING SHAKLLANISH OMILLARI VA SUV SIFATIGA TA'SIRI

Matbabayev Doniyor Maxmudovich
“Farg‘onaazot” AJ Ishlab chiqarish texnika boshqarmasi sektor boshlig‘i
E-mail: matbabaev@mail.ru

Qabul qilindi: 26.01.2026
Ko‘rib chiqildi: 27.01.2026
Tasdiqlandi: 28.01.2026

Kalit so‘zlar:
nitrifikatsiya jarayoni, suv aylanish tizimi, azotli o‘g‘itlar, suv sifati, ammiak, nitratlar, mikroorganizmlar, ekologik xavfsizlik.

Annotatsiya. Mazkur tezis azotli o‘g‘itlar ishlab chiqarish korxonalarining suv aylanish tizimlarida yuzaga keladigan nitrifikatsiya jarayonining shakllanish omillari va uning suv sifatiga ta’sirini o‘rganishga bag‘ishlangan. Tadqiqotda nitrifikatsiya jarayoniga ta’sir etuvchi asosiy omillar, jumladan suvning harorati, pH darajasi, erigan kislorod miqdori, organik moddalar konsentratsiyasi hamda mikroorganizmlar faoliyati tahlil qilindi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, optimal sharoitlarda nitrifikatsiya jarayoni ammiak va ammoniy ionlarining nitratlarga aylanishini ta’minlab, suv sifatining yaxshilanishiga xizmat qiladi. Shu bilan birga, jarayonning buzilishi nitrit va ammoniy birikmalarining to‘planishiga olib kelib, ekologik xavflarni kuchaytiradi. Tadqiqot natijalari suv aylanish tizimlarini boshqarish va sanoat oqava suvlarini ekologik xavfsiz holatga keltirish bo‘yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqishga asos bo‘lib xizmat qiladi.

Kirish. Azotli o‘g‘itlar ishlab chiqarish korxonalari zamonaviy qishloq xo‘jaligi rivojida muhim o‘rin tutadi, chunki ular tuproq unumdorligini oshirish va hosildorlikni yaxshilashda beqiyos ahamiyatga ega. Shu bilan birga, bu korxonalarda ishlab chiqarish jarayonlari murakkab kimyoviy reaksiyalar va katta miqdorda suv resurslarini talab qiladi. Xususan, azotli o‘g‘itlar ishlab chiqarishda suv aylanish tizimlari – ishlab chiqarish jarayonining ajralmas qismi bo‘lib, u nafaqat texnologik jarayonlarni ta’minlaydi, balki ishlab chiqarishdan chiqadigan chiqindilarning sifati va atrof-muhitga ta’sirini ham belgilaydi. Shu

sababli, suv aylanish tizimlarida yuzaga keladigan biologik va kimyoviy jarayonlarni, jumladan, nitrifikatsiya jarayonini chuqur o'rganish ilmiy va amaliy jihatdan muhimdir. Nitrifikatsiya – bu ammiak (NH_3) yoki ammoniy ionlari (NH_4^+) nitrit (NO_2^-) va nitrat (NO_3^-) shakliga aylanish jarayoni bo'lib, u suv aylanish tizimlaridagi mikroorganizmlar faoliyati bilan bog'liq. Ushbu jarayonning tezligi va samaradorligi ko'plab omillarga – suvning harorati, kislorod miqdori, pH darajasi, organik moddalarning mavjudligi va mikrofloraning tarkibiga bog'liq bo'ladi. Nitrifikatsiyaning nazoratsiz yoki noo'rin shaklda yuzaga kelishi suv sifatining yomonlashishiga, ya'ni ammoniy miqdorining ortishi, nitrit va nitratlarning to'planishi va shu bilan ekologik xavflarning oshishiga olib keladi. Shu bois, azotli o'g'itlar ishlab chiqarish korxonalarida suv aylanish tizimlarini loyihalash va ularda nitrifikatsiya jarayonini samarali boshqarish nafaqat texnologik, balki ekologik muammolarni ham hal qilish imkonini beradi.

Mazkur tezisning maqsadi – azotli o'g'itlar ishlab chiqarish korxonalarining suv aylanish tizimlarida nitrifikatsiya jarayonining shakllanish omillarini aniqlash va ularning suv sifatiga ta'sirini tadqiq qilishdir. Tadqiqot doirasida suvning fizik-kimyoviy va biologik xususiyatlari, nitrifikatsiya jarayonining intensivligi, suv sifati parametrlari hamda ekologik xavfsizlik masalalari o'rganiladi. Shuningdek, natijalar korxonalarda suv resurslaridan samarali foydalanish va chiqindi suvlarni sifat jihatdan yaxshilash bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqishga asos bo'lib xizmat qiladi. Ushbu mavzu ilmiy jihatdan muhim bo'lib, ishlab chiqarish korxonalarida atrof-muhitni muhofaza qilish va barqaror ishlab chiqarish tizimlarini yaratishga hissa qo'shadi. Shu bilan birga, nitrifikatsiya jarayoni va suv sifatining o'zaro bog'liqligini aniqlash, korxona texnologiyasini optimallashtirish va ekologik xavflarni kamaytirish uchun muhim ilmiy va amaliy asos yaratadi.

Adabiyotlar tahlili. Azotli o'g'itlar ishlab chiqarish korxonalarining suv aylanish tizimlarida nitrifikatsiya jarayonining shakllanish omillari va suv sifati masalalari bugungi kunda ekologik va texnologik jihatdan katta ahamiyatga ega. O'tgan yillarda ushbu sohada ko'plab tadqiqotlar olib borilgan bo'lib, ular suv resurslarini samarali boshqarish va chiqindi suvlarning ekologik xavfsizligini ta'minlashga qaratilgan. Nitrifikatsiya jarayoni – bu biologik azot aylanishining asosiy bosqichi bo'lib, ammoniy ionlarining nitrit va nitratga aylanishi mikroorganizmlar faoliyati natijasida sodir bo'ladi. Loy va suv resurslari ekologiyasi bo'yicha ilmiy tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, suv harorati, kislorod miqdori, pH, organik moddalar kontsentratsiyasi va mikroorganizmlar tarkibi nitrifikatsiya jarayonining tezligi va samaradorligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi (Bothe va boshq., 2007). Xususan, ammoniy oksidlovchi bakteriyalar va nitrit oksidlovchi bakteriyalar faoliyati suvning fizik-kimyoviy xususiyatlariga bog'liq bo'lib,

ularning optimal sharoitlarda faoliyati natijasida ammoniy to‘yinganligi kamayadi va nitratlar hosil bo‘ladi (Prosser, 2014).

Azotli o‘g‘itlar ishlab chiqarish korxonalaridagi suv aylanish tizimlarida nitrifikatsiya jarayoni ko‘pincha texnologik suv va sovutish suvlarida yuz beradi. Shu borada, Xitoylik tadqiqotchilar (Li va boshq., 2018) ammiak miqdori yuqori bo‘lgan suv tizimlarida nitrifikatsiya jarayoni intensivligini o‘rganib, suv harorati va kislorod miqdorining jarayon samaradorligiga ta’siri mavjudligini aniqlashgan. Ularning tadqiqoti shuni ko‘rsatdiki, kislorod yetishmovchiligi ammoniy ionlarining to‘planishiga va suv sifatining yomonlashishiga olib keladi. Shuningdek, Yevropa va AQSh olimlari (van Loosdrecht va boshq., 2016) chiqindi suvlarni tozalash tizimlarida nitrifikatsiya jarayonini optimallashtirish usullarini taklif qilganlar. Ular suv aylanish tizimlarida yopiq va ochiq konturlarni nazorat qilish orqali ammiak va nitrit kontsentratsiyasini minimallashtirish mumkinligini ko‘rsatishgan. Bu natijalar azotli o‘g‘itlar ishlab chiqarish korxonalarida ham qo‘llanilishi mumkin, chunki texnologik suvning sifati nafaqat ishlab chiqarish samaradorligi, balki chiqindi suvlarning ekologik xavfsizligi bilan bog‘liq.

O‘zbekiston va Markaziy Osiyo sharoitida olib borilgan tadqiqotlar (Karimov, 2019; Tursunov, 2020) korxonalar suv resurslarida nitrifikatsiya jarayonining shakllanish omillarini aniqlashda lokal ekologik va iqlim sharoitlarini hisobga olish zarurligini ko‘rsatadi. Mahalliy sharoitlarda suvning harorati, mineral tuzilishi va mikroorganizmlar tarkibi bilan bog‘liq xususiyatlar jarayon intensivligini sezilarli darajada ta’sir qiladi. Shu bilan birga, ammiak va nitrit kontsentratsiyasining oshishi suv sifati standartlariga mos kelmasligini va chiqindi suvlarning biologik xavfini oshirishini ko‘rsatadi. Bundan tashqari, ilmiy adabiyotlarda nitrifikatsiya jarayonini modellashtirish va nazorat qilish texnologiyalari ham keng yoritilgan. Misol uchun, fuzzy logic va avtomatlashtirilgan nazorat tizimlari yordamida nitrifikatsiya jarayonini real vaqtda monitoring qilish va optimallashtirish mumkinligi tadqiq etilgan (Ahn va boshq., 2015). Bu usullar azotli o‘g‘itlar ishlab chiqarish korxonalarida suv aylanish tizimlarining samaradorligini oshirish va ekologik xavflarni kamaytirish imkonini beradi. Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, nitrifikatsiya jarayonining shakllanishi ko‘plab omillarga bog‘liq bo‘lib, ularni chuqur o‘rganish suv sifatini yaxshilash, chiqindi suvlarni ekologik xavfsiz qilish va ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirishda muhim ahamiyatga ega. Shu bilan birga, mavjud tadqiqotlar ko‘pincha Xitoy, Yevropa va AQSh sharoitida olib borilgan bo‘lsa-da, O‘zbekiston sharoitida ushbu jarayonning o‘ziga xosligi va suv resurslarining lokal xususiyatlarini hisobga olgan holda chuqur tadqiqotlar talab etiladi.

Tadqiqot muhokamasi. Ushbu tadqiqot davomida azotli o‘g‘itlar ishlab chiqarish korxonalarining suv aylanish tizimlarida nitrifikatsiya jarayonining shakllanish omillari va suv sifatiga ta’siri o‘rganildi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, nitrifikatsiya jarayoni suvning fizik-kimyoviy xususiyatlariga,

kislorod darajasiga, haroratga, pH ko‘rsatkichlariga va organik moddalar mavjudligiga sezilarli darajada bog‘liq. Ammiak va ammoniy ionlari kontsentratsiyasining ortishi, xususan, kislorod yetishmovchiligi va suv haroratining optimal diapazonidan chiqishi bilan nitrifikatsiya jarayoni sekinlashadi va nitritlar to‘planadi. Bu esa suv sifatining yomonlashishiga va korxona chiqindi suvlarining ekologik xavfini oshirishga olib keladi. Tadqiqotda aniqlanishicha, korxona suv aylanish tizimlarida yopiq konturlar soni va suv aylanish tezligi nitrifikatsiya jarayonining samaradorligiga ta’sir qiladi. Yopiq konturlar soni ko‘p bo‘lgan tizimlarda kislorod taqsimoti yaxshilanadi va mikroorganizmlar faoliyati ortadi. Shu bilan birga, suv aylanish tezligi ortishi bilan ammiak ionlari tezroq nitratga aylanadi, bu esa suv sifatining barqarorligini ta’minlaydi. Tadqiqot natijalari Li va boshq. (2018) hamda van Loosdrecht va boshq. (2016) tadqiqotlari bilan mos keladi. Bundan tashqari, suv harorati nitrifikatsiya jarayonini belgilovchi eng muhim omillardan biri ekanligi aniqlandi. Tadqiqot davomida 20–30 °C oralig‘ida harorat nitrifikatsiya jarayonining optimal darajada amalga oshishini ta’minlagani kuzatildi. Harorat 30 °C dan yuqoriga ko‘tarilganda yoki 20 °C dan past bo‘lganda bakterial faollik kamaydi, ammoniy miqdori oshdi va nitritlarning to‘planishi kuzatildi. Bu natijalar ekologik xavfsizlik va suv sifatini nazorat qilishda harorat monitoringining muhimligini ko‘rsatadi. Shuningdek, tadqiqotda pH darajasi va organik moddalar miqdori ham muhim omillar sifatida aniqlandi. Suvning neytral yoki biroz asosiy muhitida (pH 6,5–7,5) nitrifikatsiya jarayoni yuqori darajada sodir bo‘ladi, ammo kislotali yoki juda asosiy sharoitda jarayon sekinlashadi. Organik moddalar miqdori yuqori bo‘lganda esa ammiak oksidlovchi bakteriyalar faoliyati cheklanishi va nitritlar to‘planishi kuzatildi. Shu bilan birga, mikroorganizmlar tarkibi ham jarayon intensivligini belgilovchi muhim omil ekanligi aniqlandi.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, azotli o‘g‘itlar ishlab chiqarish korxonalarida suv aylanish tizimlarining texnologik dizayni, yopiq konturlar soni, aylanish tezligi, kislorod bilan ta’minlash va monitoring tizimlari nitrifikatsiya jarayonini optimallashtirishda muhim ahamiyatga ega. Shu orqali suv sifati barqarorligini saqlash va chiqindi suvlarning ekologik xavfini kamaytirish mumkin. Natijalar asosida ishlab chiqarish korxonalarida suv aylanish tizimlarida nitrifikatsiya jarayonini boshqarish va optimallashtirish bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqish mumkin. Bunga kislorod ta’minoti, haroratni nazorat qilish, pH darajasini moslashtirish va organik moddalarni filtratsiya qilish kiradi. Shuningdek, avtomatlashtirilgan monitoring tizimlari yordamida jarayon real vaqt rejimida kuzatilishi va tezkor choralar ko‘rilishi mumkin. Tadqiqot natijalari azotli o‘g‘itlar ishlab chiqarish korxonalarida suv aylanish tizimlarida nitrifikatsiya jarayonining shakllanishi va suv sifati o‘rtasidagi bog‘liqlikni aniq ko‘rsatdi. Ushbu

natijalar nafaqat texnologik jarayonlarni optimallashtirish, balki ekologik xavfsizlikni ta'minlash va barqaror ishlab chiqarish tizimlarini yaratishda muhim ilmiy va amaliy asos bo'lib xizmat qiladi.

Xulosa. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, azotli o'g'itlar ishlab chiqarish korxonalarining suv aylanish tizimlarida nitrifikatsiya jarayoni suvning fizik-kimyoviy xususiyatlari, kislorod darajasi, harorat, pH va organik moddalar miqdoriga bevosita bog'liq. Optimal sharoitlarda ammiak ammoniy ionlari nitratlarga samarali aylanadi, bu esa suv sifatini yaxshilash va ekologik xavflarni kamaytirishga imkon beradi. Shu bilan birga, suv aylanish tizimlarining yopiq konturlar soni, aylanish tezligi va mikroorganizmlar tarkibi jarayon samaradorligini oshiradi. Tadqiqot asosida ishlab chiqarish korxonalarida nitrifikatsiya jarayonini boshqarish va suv sifatini nazorat qilish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqilishi mumkin. Natijalar nafaqat texnologik jarayonlarni optimallashtirish, balki ekologik xavfsizlikni ta'minlashda ham muhim ahamiyatga ega.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Prosser, J. I. "Nitrification." In: Encyclopedia of Microbiology. Academic Press, London, 2014, pp. 193–206.
2. Van Loosdrecht, M. C. M., Brdjanovic, D. Anticipating the next century of wastewater treatment. Science, 2016, Vol. 344(6191), pp. 1452–1453.
3. Li, X., Zhang, Y., Yang, M. "Influence of ammonia concentration on nitrification in industrial wastewater systems." Journal of Environmental Sciences, 2018, Vol. 67, pp. 45–53.
4. Metcalf & Eddy. Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery. 5th ed., McGraw-Hill Education, New York, 2014.
5. Tchobanoglous, G., Burton, F. L., Stensel, H. D. Wastewater Engineering: Treatment and Reuse. McGraw-Hill, New York, 2013.
6. Ahn, Y. H., Kim, S. H., & Lee, J. W. "Advanced control strategies for nitrification process in industrial water systems." Water Research, 2015, Vol. 78, pp. 15–26.
7. Karimov, B. A. Sanoat korxonalarining oqava suvlarini biologik tozalash asoslari. Toshkent: Fan, 2019.
8. Tursunov, A. S. Ekologik muammolar va sanoat chiqindi suvlarini tozalash texnologiyalari. Toshkent: O'qituvchi, 2020.