«SHO‘RTAN GAZ-KIMYO MAJMUASI» OQAVA SUVLARINI TOZALASHDA NITRI-DENITRIFIKATSIYALI AEROTENKLARNI HISOBLASH METODIKASI VA INSHOOTLARNI MODERNIZATSIYALASH

Dustov Aziz Yusufovich[1]
Latipov Shahboz Alisher o‘g‘li[1]
Tog‘ayev Hasan Abdivohid o‘g‘li[1]
Shukrullayev Doniyor Dilshodovich[2]
[1]Iqtisodiyot va pedagogika universiteti Qarshi, O‘zbekiston,
[2]Qarshi davlat texnika universiteti Qarshi, O‘zbekiston
togayevhasan1997@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada «Sho‘rtan gaz-kimyo majmuasi» MChJ amaldagi oqava suv tozalash inshootlarining texnologik tahlili keltirilib, ularni nitri-denitrifikatsiya texnologiyasi asosida modernizatsiya qilish zaruriyati asoslangan. Amaldagi inshootlar ammoniyli azotni samarali chiqarsa-da, tozalangan suvda nitritli (0,3 mg/l) va nitratli (15 mg/l) azot ruxsat etilgan me’yorlardan ≈1,5 barobar oshib ketadi. Tadqiqotda eksperimental aniqlangan kinetik konstantalar va NII VODGEO metodikasi asosida nitri-denitrifikatsiyali aerotenkni hisoblash metodikasi SHGKM sharoitiga moslashtirilgan. Hisob natijasida inshootlarning asosiy o‘lchamlari aniqlandi: aerob zona hajmi ≈515 m³, anoksik zona ≈220 m³, deaerator ≈32 m³, umumiy bo‘lish vaqti ≈8,7 soat, ichki retsirkulyatsiya karraligi 2,7. Olingan hajmlar amaldagi inshootlar imkoniyati

Ключевые слова: нитри-денитрификация, аэротенк, технологический расчёт, аноксидная зона, внутренняя рециркуляция, деаэратор, модернизация.

Abstract. The article provides a technological analysis of the existing treatment facilities of Shurtan Gas-Chemical Complex LLC and substantiates the need for their modernization based on nitri-denitrification technology. Using experimentally determined kinetic constants and the NII VODGEO methodology, an adapted calculation method for the nitri-denitrification aeration tank has been developed. The main dimensions were determined: aerobic zone ≈515 m³, anoxic zone ≈220 m³, deaerator ≈32 m³, total retention time ≈8.7 h, internal recirculation ratio 2.7.

Keywords: nitri-denitrification, aeration tank, process calculation, anoxic zone, internal recirculation, deaerator, modernization.

Kirish

Yirik gaz-kimyo korxonalari oqava suvlarini ekologik me’yorlar darajasigacha tozalash, suvni qayta ishlatish ulushini oshirish va tabiiy suv obyektlariga keltiriladigan bosimni kamaytirish muhim ijtimoiy-ekologik ahamiyatga ega. Mamlakatda suv resurslari tanqisligi yildan-yilga kuchayib borayotgani bu vazifaning dolzarbligini yanada oshiradi. Ushbu yo‘nalishdagi vazifalar O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining «Suv xo‘jaligini rivojlantirishning 2020–2030-yillarga mo‘ljallangan konsepsiyasi» va «yashil» iqtisodiyotga o‘tish bo‘yicha normativ hujjatlarda belgilab qo‘yilgan.

«Sho‘rtan gaz-kimyo majmuasi» (SHGKM) MChJ tozalash inshootlari mexanik va biologik tozalashni amalga oshiradi. Biroq amaldagi inshootlar azot birikmalarini to‘liq chiqara olmaydi: tozalangan suvda nitritli (0,3 mg/l) va nitratli (15 mg/l) azot ruxsat etilgan me’yorlardan (mos ravishda 0,2 va 10 mg/l) oshib ketadi. Bu — azotning oksidlangan shakllari to‘liq chiqarilmayotganini va inshootlarni nitri-denitrifikatsiya texnologiyasi asosida modernizatsiya qilish zaruriyatini ko‘rsatadi. Mazkur ishning maqsadi — amaldagi inshootlar imkoniyatini tahlil qilish va eksperimental aniqlangan kinetik konstantalar asosida nitri-denitrifikatsiyali aerotenkni hisoblash metodikasini mahalliy sharoitga moslashtirishdan iborat.

Amaldagi inshootlar va oqava suv tarkibi tahlili

SHGKM oqava suvi neftkimyo tipidagi suv bo‘lib, organik va azotli ifloslantiruvchilarga boy. Oqava suvning kirish va chiqish ko‘rsatkichlari korxonaning akkreditatsiyalangan ekoanalitik laboratoriyasida (ML.0650) standart usullar bo‘yicha aniqlandi (1-jadval).

1-jadval

SHGKM oqava suvlarining sifat tarkibi

Ko‘rsatkich	Kirishda, mg/l	Chiqishda, mg/l	REK, mg/l
Muallaq moddalar	148	23,1	—
Neft mahsulotlari	1,5	0,3	1,0
KKT	300	48,6	—
To‘liq BKT	241	14,1	—
Ammoniyli azot (NH_4–N)	24,0	2,0	2,0
Nitratli azot (NO_3–N)	1,5	15,0	10,0
Nitritli azot (NO_2–N)	0,22	0,3	0,2
Fenollar	2,8	0,04	0,04
Minerallashganlik	≈1750	1500	—

Jadval ma’lumotlari tahlili shuni ko‘rsatadiki, kiruvchi suvning BKT/KKT ≈ 0,8 nisbati uning yuqori biologik parchalanuvchanligini va biologik tozalashni asosiy bosqich sifatida tanlash asosliligini ko‘rsatadi. Kiruvchi suvda BKT/N nisbati 3,5–4,2 oralig‘ida bo‘lib, chuqur denitrifikatsiya uchun yetarli organik uglerod manbai mavjudligini bildiradi. Chiqish suvida nitritli va nitratli azotning REKdan oshib ketishi esa denitrifikatsiya bosqichini jadallashtirish zarurligini asoslaydi.

Amaldagi inshootlarning texnologik rejim parametrlari ekspluatatsiya hisobotlari asosida umumlashtirildi (2-jadval). Haqiqiy gidravlik yuk loyihaviy quvvat (2300 m^3/sutka) doirasida bo‘lib, inshootlarda taxminan 9% zaxira mavjud; faol loyqa indeksi optimal oraliqda (92–118 ml/g), loyqa shishishi va kislorod yetishmovchiligi kuzatilmadi.

2-jadval

Amaldagi inshootlarning asosiy texnologik rejim parametrlari

Parametr	Qiymat	Birlik
O‘rtacha sutkalik sarf	1810	m^3/sutka
Maksimal sutkalik sarf	2100	m^3/sutka
Loyihaviy quvvat	2300	m^3/sutka
Aralashma harorati	30–35	°C
Faol loyqa dozasi	2,8–3,0	g/l
Loyqa indeksi	92–118	ml/g
Erigan kislorod (aerob zona)	2,0–2,5	mg/l
Qaytma loyqa nisbati, R	0,75	—
Aeratsiya davomiyligi	6,5	soat

1-rasm. Biologik tozalashda azotning transformatsiya yo‘li (nitri-denitrifikatsiya)

Hisoblash metodikasi

Nitri-denitrifikatsiyali aerotenkni hisoblashning asosida har bir jarayon uchun zarur bo‘lish vaqtini kinetik konstantalar orqali aniqlash yotadi. Har bir i-ifloslantiruvchini aerob zonada oksidlash davomiyligi modda balansidan kelib chiqib aniqlanadi:

$t_i = (S_{kir,i} - S_{chiq,i}) / [a \cdot (1-s) \cdot V_i]$ (1)

bu yerda a — faol loyqa dozasi, g/l; s — loyqa kulligi; V_i — i-jarayonning solishtirma oksidlanish tezligi. Nitrifikatsiya davomiyligi azot balansini hisobga olgan holda aniqlanadi:

t_nit = (N_org.kir + N_amm.kir − N_amm.chiq − N_org.chiq − N_o‘sish) / [V_nit·a·(1−s)] (2)

Denitrifikatsiya (anoksik) zonasida bo‘lish vaqti azotning umumiy balansiga ko‘ra:

t_denit = (N_umum.kir − N_umum.chiq − N_o‘sish) / [V_denit·a·(1−s)] (3)

Aerob va anoksik zonalar hajmlari mos bo‘lish vaqtlari va hisobiy maksimal sarf orqali aniqlanadi (W = t·Qmax). Aerob zonaga uzatiladigan havoning solishtirma sarfi organik moddalarni oksidlash va nitrifikatsiyaga bo‘lgan kislorod ehtiyojidan kelib chiqib hisoblanadi (1 g azotni nitrifikatsiya qilish uchun stexiometrik 4,57 g kislorod sarflanadi). Kinetik konstantalar eng noqulay (past) harorat va ingibirlovchi omillar ta’sirini hisobga olgan holda tuzatildi: nitrifikatsiya uchun samarali tezlik V_nit,eff ≈ 1,8, denitrifikatsiya uchun V_denit,eff ≈ 3,2 mg/(g·soat).

3-jadval

Hisobda foydalanilgan kinetik konstantalar

Jarayon	Vmax, mg/(g·soat)	Km, mg/l
Nitrifikatsiya	2,17	0,85
Denitrifikatsiya	4,5	1,22
Neft mahsulotlarini oksidlash	3,23	2,15
To‘liq BKT (organik)	18,6	15,6

Hisob natijalari va muhokama

Hisob boshlang‘ich ma’lumotlari: hisobiy maksimal sutkalik sarf Qmax = 2100 m³/sutka (≈88 m³/soat); faol loyqa dozasi a = 2,8 g/l; loyqa kulligi s = 0,29 ((1−s)=0,71). Azot tarkibi: N_amm.kir = 24; N_amm.chiq = 2,0; N_org.kir = 4; N_nitrat.kir = 1,5 mg/l; biomassa o‘sishiga sarflangan azot N_o‘sish ≈ 4 mg/l.

Nitrifikatsiya (aerob zona) bo‘lish vaqti (2): t_nit = (4 + 24 − 2 − 1 − 4) / (1,8·2,8·0,71) = 21/3,58 ≈ 5,85 soat. Umumiy kiruvchi azot N_umum.kir = 24 + 4 + 1,5 + 0,22 = 29,7 mg/l. Denitrifikatsiya bo‘lish vaqti (3), N_umum.chiq = 9,6 mg/l deb olinsa: t_denit = (29,7 − 9,6 − 4)/(3,2·2,8·0,71) = 16,1/6,36 ≈ 2,5 soat. Zonalar hajmlari: W_aer = 5,85·88 ≈ 515 m³; W_an = 2,5·88 ≈ 220 m³, ya'ni W_aer/W_an ≈ 2,3 — bu laboratoriyada aniqlangan optimal 1:2 rejimga mos keladi.

BKT/N = 240/29,7 ≈ 8,1 > 4 bo‘lgani uchun kiruvchi organika denitrifikatsiya uchun yetarli — qo‘shimcha substrat talab etilmaydi. Erigan kislorodni denitrifikatsiya uchun zarur (<0,5 mg/l) darajaga tushiruvchi deaerator hajmi W_deaer ≈ 32 m³. Nitratli azotni REK (<10 mg/l) darajasigacha chiqarish uchun ichki retsirkulyatsiya karraligi R ≈ 2,7 qabul qilindi. Aerob zonaga havoning umumiy sarfi ≈ 825 m³/soat. Hisob natijalari 4-jadvalda umumlashtirilgan.

4-jadval

Nitri-denitrifikatsiyali aerotenkni hisoblash natijalari (SHGKM)

Parametr	Qiymat	Birlik
Denitrifikatsiya bo‘lish vaqti (tD)	2,5	soat
Anoksik zona hajmi (Wan)	220	m³
Nitrifikatsiya bo‘lish vaqti (taer)	5,85	soat
Aerob zona hajmi (Waer)	515	m³
Deaerator hajmi (Wd)	32	m³
Umumiy ishlov vaqti	8,7	soat
Aerotenkning umumiy hajmi	765	m³

Parametr	Qiymat	Birlik
Waer/Wan nisbati	2,4	—
Ichki retsirkulyatsiya, R	2,7	—
Havoning umumiy sarfi	825	m³/soat

2-rasm. Aerotenkning anoksik va aerob zonalarga bo‘linishi va oqim sxemasi

Hisob natijalarining ichki retsirkulyatsiya karraligi R ga sezgirligi tahlil qilindi (5-jadval). R ortishi bilan denitrifikatsiya darajasi oshadi, biroq energiya sarfi va aerob zonaga kislorod tushishi xavfi ham ortadi. R = 1,5 da azotdan tozalash yetarli bo‘lmaydi (60%), R = 3,5 da esa energiya sarfi keskin oshadi; shu sababli R = 2,7 maqbul qiymat sifatida tanlandi.

5-jadval

Hisob natijalarining ichki retsirkulyatsiya karraligiga sezgirligi

R	Denitrifikatsiya darajasi, %	Umumiy hajm, m³	Izoh
1,5	60	742	Azotdan tozalash yetarli emas
2,0	67	719	Oraliq qiymat
2,7	73	687	Tanlangan (maqbul) rejim
3,5	78	650	Energiya sarfi keskin oshadi

Olingan hajmlar amaldagi inshootlar (loyihaviy quvvat 2300 m³/sutka) imkoniyatlari doirasida bo‘lib, modernizatsiya zonalarni qayta taqsimlash, deaerator va ichki retsirkulyatsiya tizimini o‘rnatishdan iborat — bu qo‘shimcha kapital qo‘yilmalarni minimallashtiradi. Mavjud aerotenkda anoksik va aerob zonalarni to‘siq bilan ajratish, ichki retsirkulyatsiya nasoslarini o‘rnatish va aerob zonadan oldin deaeratorni tashkil etish modernizatsiyaning asosiy mazmunini tashkil etadi. Hisoblangan chiqish konsentratsiyalari REK bilan tekshirilib, kombinatsiyalangan sxema me’yoriy talablarni to‘liq ta’minlashi tasdiqlandi.

Ekspluatatsiya ma’lumotlaridan olingan dastlabki kinetik baholar (nitrifikatsiya uchun Vmax ≈ 1,9; organika uchun ≈ 17,5 mg/(g·soat)) eksperimental aniqlangan konstantalar bilan mosligi olingan hisob natijalarining ishonchliligini tasdiqlaydi. Hisob iteratsion tarzda olib borilib, REK talablariga muvofiqlik ta’minlanguncha parametrlar (loyqa dozasi, retsirkulyatsiya, hajmlar) aniqlangani inshootning yil davomida, eng noqulay sharoitda ham ishonchli ishlashini kafolatlaydi.

Xulosa

1. Amaldagi SHGKM inshootlari ammoniyli azotni samarali chiqarsa-da, nitritli va nitratli azot bo‘yicha REK talablarini ta’minlamaydi, bu inshootlarni nitri-denitrifikatsiya asosida modernizatsiya qilish zaruriyatini ko‘rsatadi.

2. Eksperimental aniqlangan kinetik konstantalar va NII VODGEO metodikasi asosida nitri-denitrifikatsiyali aerotenkni hisoblash metodikasi SHGKM sharoitiga moslashtirildi va inshootlarning asosiy o‘lchamlari (umumiy hajm ≈765 m³, aerob/anoksik nisbat ≈2,4:1, deaerator ≈32 m³, havo sarfi ≈825 m³/soat) aniqlandi.

3. Ichki retsirkulyatsiya karraligining maqbul qiymati (R = 2,7) texnik-iqtisodiy mezon bo‘yicha asoslandi: bu qiymatda azotdan tozalash REK darajasini ta’minlaydi, energiya sarfi esa oqilona chegarada qoladi.

4. Olingan hajmlar amaldagi inshootlar imkoniyati doirasida bo‘lib, modernizatsiya asosan zonalarni qayta taqsimlash hisobiga, qo‘shimcha kapital qo‘yilmalarni minimallashtirgan holda amalga oshirilishi mumkin.

Adabiyotlar ro‘yxati

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 10-iyuldagi PF-6024-son Farmoni «Suv xo‘jaligini rivojlantirishning 2020–2030-yillarga mo‘ljallangan konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida».
2. ShNK 2.04.03-19. Kanalizatsiya. Tashqi tarmoqlar va inshootlar. – Toshkent: O‘zbekiston Respublikasi Qurilish vazirligi, 2019.
3. Швецов В.Н., Морозова К.М. Методика расчёта сооружений биологической очистки сточных вод на основе кинетических показателей. – М.: НИИ ВОДГЕО.
4. Беляков А.В. Расчёт аэротенков с нитри-денитрификацией. – М.
5. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод. – М.: АСВ, 2006. – 704 с.
6. Tchobanoglous G., Stensel H.D., Tsuchihashi R., Burton F. Metcalf & Eddy. Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery. 5th ed. – New York: McGraw-Hill, 2014. – 2048 p.
7. Xodjiyev A.A. Murakkab tarkibli sanoat oqava suvlarini tozalashda anoksik zonalardan foydalanish samaradorligi // Qurilish va me’morchilik muammolari. – Samarqand, 2020. – №3. – B. 56–59.
8. Toirov O.Z., Yo‘ldoshev J.B. Aerotenklarda erigan kislorod miqdorini avtomatik boshqarish orqali nitrifikatsiya jarayonini intensivlash // Muhammad al-Xorazmiy avlodlari. – Toshkent, 2023. – №1(23). – B. 104–109.