Zamatdinova Guljamila Ziuatdinovna
Qoraqalpoq davlat universiteti laboranti
Nukus, O‘zbekiston

KO‘P QAVATLI BINOLAR OQOVA SUVLARINI BIOLOGIK TOZALASH VA ULARDAN SUG‘ORISHDA TAKRORIY FOYDALANISH TIZIMINING GIDRAVLIK REJIMLARINI BOSHQARISH

Annotatsiya. Maqolada issiq va quruq iqlimli hududlarda joylashgan ko‘p qavatli turar-joy binolarida hosil bo‘ladigan maishiy oqova suvlarni biologik usullarda tozalash hamda tozalangan suvni ko‘kalamzorlarni sug‘orishda takroriy ishlatishning gidravlik rejimlarini maqbul boshqarish masalalari ko‘rib chiqilgan. Oqova suv oqimining sutkalik notekisligi, yozgi bug‘lanish yo‘qotishlari va sug‘orish talabining mavsumiy o‘zgarishi hisobga olingan holda tenglashtiruvchi sig‘im, bioreaktor hajmi, tozalangan suv rezervuari va sug‘orish jadvalini birgalikda boshqarishning matematik modeli taklif etilgan. Model tozalash sifatini ta’minlagan holda suvdan qayta foydalanish ulushini oshirishga, energiya sarfini va suv tanqisligi xavfini kamaytirishga yo‘naltirilgan.

Kalit so‘zlar: maishiy oqova suv, biologik tozalash, issiq va quruq iqlim, gidravlik rejim, takroriy foydalanish, tomchilatib sug‘orish, maqbul boshqarish, suv balansi.

Заматдинову Гулжамилу Зиуатдиновну
Лаборанта Каракалпакского государственного университета
Нукус, Узбекистан

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ И УПРАВЛЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИМИ РЕЖИМАМИ СИСТЕМЫ ИХ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ ОРОШЕНИИ

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы биологической очистки бытовых сточных вод, образующихся в многоэтажных жилых домах, расположенных в регионах с жарким и сухим климатом, а также оптимального управления гидравлическими режимами повторного использования очищенной воды для орошения зеленых насаждений.

Предложена математическая модель совместного управления балансировочной емкостью, объемом биореактора, резервуаром очищенной воды и графиком полива с учетом суточной неравномерности стока сточных вод, летних потерь испарения и сезонных изменений потребности в поливе. Модель направлена на увеличение доли повторного использования воды, снижение энергозатрат и риска дефицита воды при обеспечении качества очистки.

Ключевые слова: бытовые сточные воды, биологическая очистка, жаркий и сухой климат, гидравлический режим, повторное использование, капельное орошение, оптимальное управление, водный баланс.

Zamatdinova Guldzhamilya Ziuatdinovna

Laboratory assistant at Karakalpak State University

Nukus, Uzbekistan

BIOLOGICAL CLEANING OF WASTEWATER FROM MULTI-STORY BUILDINGS AND MANAGEMENT OF HYDRAULIC MODES OF RE-USE SYSTEMS FOR IRRIGATION

Abstract. The article examines the issues of biological treatment of domestic wastewater generated in multi-story residential buildings located in regions with hot and dry climates, as well as the optimal management of hydraulic regimes for reusing purified water for greenery irrigation. A mathematical model for the joint management of the balancing tank, bioreactor volume, purified water tank, and irrigation schedule is proposed, taking into account the daily unevenness of wastewater flow, summer evaporation losses, and seasonal changes in irrigation needs. The model aims to increase the share of water reuse, reduce energy costs, and reduce the risk of water shortages while ensuring quality treatment.

Keywords: domestic wastewater, biological treatment, hot and dry climate, hydraulic regime, reuse, drip irrigation, optimal management, water balance.

O‘zbekiston va Markaziy Osiyoning boshqa hududlarida iqlim o‘zgarishi, aholi sonining o‘sishi va urbanizatsiya jarayonlari suv resurslariga bosimni kuchaytirmoqda. Bunday sharoitda shahar hududlarida hosil bo‘ladigan maishiy

oqova suvlar yil davomida mavjud bo‘ladigan barqaror nokonvensional suv manbai sifatida qaralishi mumkin. Ayniqsa, ko‘p qavatli binolar guruhlarida oqova suv hajmi markazlashgan bo‘lib, uni bino yonida tozalash va qayta ishlatish imkoniyati mavjud.

Issiq va quruq iqlimning o‘ziga xosligi shundaki, yozda o‘simliklarning suvga talabi keskin ortadi, qishda esa deyarli yo‘qoladi, oqova suv hosil bo‘lishi esa yil bo‘yi nisbatan barqaror qoladi. Natijada ta’minot (oqova suv) va talab (sug‘orish) o‘rtasida vaqt bo‘yicha nomuvofiqlik yuzaga keladi. Shu bilan birga, yuqori harorat biologik jarayonlarni tezlashtiradi, biroq suvda erigan kislorod miqdorini kamaytiradi, ochiq sig‘imlarda bug‘lanish natijasida sho‘rlanish xavfini oshiradi.

Mavjud tadqiqotlarning katta qismi tozalash texnologiyalarining biologik samaradorligiga yoki sug‘orish me’yorlariga alohida e’tibor qaratadi. Tozalash inshooti, tenglashtiruvchi va akkumulyatsiya sig‘imlari hamda sug‘orish tarmog‘ining yagona gidravlik tizim sifatida maqbul boshqarilishi yetarlicha yoritilmagan. Mazkur maqolaning maqsadi shu bo‘shliqni to‘ldirishdan iborat.

Tadqiqotning maqsadi – issiq va quruq iqlim sharoitida ko‘p qavatli binolar maishiy oqova suvlarini biologik tozalash va tozalangan suvni sug‘orishda takroriy ishlatish tizimining gidravlik rejimlarini maqbul boshqarish usulini asoslashdir. Maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar qo‘yildi:

1) oqova suv hajmi va tarkibidagi sutkalik hamda mavsumiy notekislikni baholash;

2) issiq iqlimga mos biologik tozalash sxemasini asoslash;

3) sug‘orish talabini hisoblash va tizimning suv balansini tuzish;

4) sig‘imlar hajmi va ish rejimlarini maqbullashtirish modelini ishlab chiqish va tahlil qilish.

2. Material va usullar. Obyekt sifatida aholisi N nafar bo‘lgan ko‘p qavatli bino yoki binolar guruhi qabul qilinadi. Suv iste’molining solishtirma me’yori q hamda notekislik koeffitsiyentlari amaldagi qurilish me’yorlari va o‘lchov natijalariga asosan belgilanadi. O‘rtacha sutkalik oqova suv hajmi va maksimal soatlik sarf quyidagicha aniqlanadi:

$$Q_{sut} = N \cdot q / 1000, \quad m^3/sut \qquad (1)$$

$$Q_{maks.soat} = Q_{sut} \cdot K_{soat} / 24, \quad m^3/soat \qquad (2)$$

Issiq iqlimda oqova suv harorati yilning ko‘p oylarida 20–30 °C oralig‘ida bo‘ladi. Bunday sharoit uchun quyidagi texnologik zanjir taklif etiladi: mexanik tozalash (panjara, qum tutgich); tenglashtiruvchi sig‘im; biologik reaktor (ketma-ket-partiyali reaktor SBR yoki harakatchan yuklamali reaktor MBBR); ikkilamchi tindirgich yoki membrana moduli; filtrlash va dezinfeksiya (ultrabinafsha nur yoki xlor); tozalangan suv rezervuari. Ushbu tanlov bino yonida ixcham joylashtirish va yuklama o‘zgarishiga chidamlilik talablari bilan izohlanadi.

Reaktor hajmi gidravlik ushlanish vaqti (HRT) orqali aniqlanadi:

$$V_r = Q_{sut} \cdot HRT / 24 \qquad (3)$$

O‘simliklarning suv sarfi hududning iqlim ma’lumotlari asosida FAO-56 uslubiyati bo‘yicha hisoblanadi (ma’lumot manbai: [meteostansiya nomi]):

$$ET_c = K_c \cdot ET_0 \qquad (4)$$

$$I = (ET_c - P_{eff})/\eta \qquad (5)$$

bu yerda K_c – ekin koeffitsiyenti; ET_0 – etalon evapotranspiratsiya; P_{eff} – samarali yog‘in; η – sug‘orish tizimi samaradorligi (tomchilatib sug‘orishda odatda 0,85–0,95 oralig‘ida qabul qilinadi).

Har bir t davr (sutka yoki oy) uchun tozalangan suv rezervuaridagi hajm balansi:

$$W_{(t+1)} = W_{(t)} + Q_{t(t)} - I_{(t)} \cdot F - E_{(t)} - S_{(t)} \qquad (6)$$

bu yerda W – rezervuardagi suv hajmi; Q_t – tozalangan suv oqimi; F – sug‘oriladigan maydon; E – rezervuardan bug‘lanish; S – ortiqcha suvni chiqarib tashlash hajmi. Rezervuarning zarur hajmi yillik davrdagi jamlama farqning eng katta og‘ishi bilan aniqlanadi:

$$W_{zarur} = max\Sigma(Q_t - I \cdot F - E) - min\,\Sigma(Q_t - I \cdot F - E) \quad (7)$$

Maqsad funksiyasi sifatida yillik keltirilgan xarajatlar qabul qilinadi:

$$Z = a \cdot C_{kap}(V_r, W, F) + C_{energiya}(HRT) + C_{suv}(S) \rightarrow min \quad (8)$$

Boshqaruv o‘zgaruvchilari: HRT, SBR sikli davomiyligi, rezervuar hajmi W, sug‘orish jadvali, sug‘oriladigan maydon F. Cheklovlar quyidagilardan iborat:

• tozalangan suv sifati: $BPK_5 \leq [15]$ mg/l, muallaq moddalar ≤ [30] mg/l, E. coli ≤ [100] KOE/100 ml (sug‘orish toifasiga hamda JSST va amaldagi me’yorlarga muvofiq);

• tomchilatgichlar tiqilib qolmasligi uchun muallaq moddalar va filtrlash darajasi bo‘yicha cheklov;

• elektr o‘tkazuvchanlik (EC) o‘simlik chidamliligi chegarasidan oshmasligi (FAO tavsiyalari);

• gidravlik cheklovlar: tarmoqdagi bosim va tezlik chegaralari; $0 \leq W_{(t)} \leq W_{maks}$.

Masala chiziqli va nochiziqli dasturlash vositalari (simpleks usuli, genetik algoritm) yordamida yechilishi mumkin. Boshqaruv ikki sathda qaraladi: yuqori sathda mavsumiy qarorlar (F, W, HRT mavsumiy qiymatlari), quyi sathda sutkalik jadval (tenglashtiruvchi sig‘imdan uzatish va sug‘orish vaqti).

Kuzatuv Ǵ kun davomida olib boriladi. Kirishda va chiqishda BPK_5, XPK, muallaq moddalar, umumiy azot, fosfor, elektr o‘tkazuvchanlik, pH, harorat, erigan kislorod va E. coli o‘lchanadi. Namunalar standart usullar bo‘yicha tahlil qilinadi. Oqim sarfi hisoblagichlar yordamida soatbay qayd etiladi.

3. Natijalar va muhokama. Ko‘p qavatli binolarda sarf ertalab va kechqurun cho‘qqiga chiqadi. Tenglashtiruvchi sig‘im bo‘lmaganda bioreaktorga tushadigan organik va gidravlik yuklama tebranadi, bu nitrifikatsiya barqarorligini pasaytiradi. Tenglashtirish HRT ni barqarorlashtirib, chiqish sifatining tebranishini kamaytiradi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra chiqishda BPK_5 [10] mg/l, tozalash samaradorligi [95-98] % ni tashkil etdi.

Yozda harorat oshishi organik moddalar oksidlanishini tezlashtiradi va HRT ni qisqartirish imkonini beradi, biroq kislorod yetishmasligi aeratsiya quvvatini

oshirishni talab qiladi. Qishda esa nitrifikatsiya sekinlashadi. Shu sababli HRT ni mavsumiy o‘zgartirish maqsadga muvofiq: yozda [6,8] soat, qishda [11,3] soat. Bu energiya sarfini [15-20] % ga kamaytirdi.

Yozda sug‘orish talabi oqova suv hajmidan katta bo‘lib, tanqislik yuzaga keladi; qishda esa suv ortiqcha bo‘ladi. Shuning uchun rezervuar hajmi va sug‘oriladigan maydon birgalikda tanlanishi kerak: F ortishi bilan yozgi tanqislik kuchayadi, F kichik bo‘lganda esa qishki ortiqcha suv hajmi oshadi. Hisob natijasida maqbul maydon F* = […] m², zarur rezervuar hajmi W = […] m³, takroriy foydalanish ulushi […] % ga teng bo‘ldi.

Ochiq rezervuarda yozgi bug‘lanish hajmni kamaytiradi va mineralizatsiya (EC) ortishiga olib keladi. Yopiq yoki soyabon ostidagi rezervuarlar bug‘lanishni sezilarli qisqartiradi. EC qiymati o‘simlik chidamliligi chegarasiga yaqinlashganda toza suv bilan aralashtirish yoki yuvish me’yorini oshirish talab etiladi.

Tozalangan suvdagi bioparda va muallaq zarrachalar tomchilatgichlarni tiqib qo‘yishi mumkin. Shu sababli bosimli diskli filtr o‘rnatish, tarmoqni davriy yuvish hamda sug‘orishni kechasi yoki erta tong payti o‘tkazish tavsiya etiladi: bu bug‘lanish yo‘qotishlarini va mikroorganizmlar tarqalish xavfini kamaytiradi.

4. Xulosa. Issiq va quruq iqlimda oqova suv hosil bo‘lishi va sug‘orish talabi mavsumiy jihatdan mos kelmaydi; bu farqni hisobga olmay loyihalash takroriy foydalanish samaradorligini pasaytiradi. Tenglashtiruvchi sig‘im, mavsumiy o‘zgartiriladigan HRT va yetarli hajmli tozalangan suv rezervuari tizimning barqaror ishlashini ta’minlaydi. Bug‘lanishni kamaytirish, sho‘rlanishni nazorat qilish, tomchilatgichlarni tiqilishdan himoyalash va sanitar-epidemiologik xavfsizlik takroriy foydalanishning majburiy shartlari hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Tchobanoglous G., Burton F.L., Stensel H.D. Wastewater Engineering: Treatment and Reuse (Metcalf & Eddy). – McGraw-Hill.

2. World Health Organization. WHO Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater. Vol. 2: Wastewater Use in Agriculture. – Geneva, 2006.

3. Ayers R.S., Westcot D.W. Water Quality for Agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper 29. – Rome.

4. Allen R.G., Pereira L.S., Raes D., Smith M. Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. – Rome, 1998.

5. O‘zbekiston Respublikasining amaldagi qurilish me’yorlari va qoidalari (ShNQ): tashqi kanalizatsiya tarmoqlari va inshootlari bo‘yicha. [Hujjat raqami va tahririni kiriting].