

## **SANOAT TOMONIDAN TEXNIK SUVLARNI QAYTA ISHLASHNING ENERGIYA TEJAMKOR AVTOMATLASHTIRILGAN BOSHQARUV TIZIMLARINI ISHLAB CHIQISH**

*Andijon davlat texnika instituti*

*Texnologik jarayonlarni ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va boshqarish*

**Jumaqulova Zuhraxon**

**Annotatsiya:** *Mazkur maqolada sanoat korxonalarida texnik suvlarni qayta ishlashda energiya tejamkor avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini ishlab chiqish va joriy etishning dolzarb masalalari yoritiladi. Tadqiqotda texnik suv resurslarini qayta ishlashning nazariy asoslari, ilg'or xorijiy va mahalliy tajribalar, hamda zamonaviy avtomatlashtirish texnologiyalari tahlil qilinadi. Sanoat korxonalarida suvdan samarali foydalanish, chiqindi suvlarni qayta ishlash va boshqaruv tizimlarini optimallashtirish bo'yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqiladi. Maqola suv resurslarini tejash va ekologik muammolarni bartaraf etishda innovatsion yondashuvlarni asoslaydi.*

**Kalit so'zlar:** *texnik suv, energiya tejamkorlik, avtomatlashtirilgan boshqaruv, qayta ishlash*

**Abstract:** *This article addresses the pressing issues of developing and implementing energy-efficient automated control systems for the recycling of technical water in industrial enterprises. The study analyzes theoretical foundations, advanced foreign and local experiences, and contemporary automation technologies for the reuse of technical water resources. Practical recommendations are developed for efficient water use, industrial wastewater recycling, and the optimization of control systems. The article substantiates innovative approaches to water conservation and the mitigation of environmental challenges.*

**Keywords:** *technical water, energy efficiency, automated control, recycling*

**Аннотация:** *В данной статье рассматриваются актуальные вопросы разработки и внедрения энергосберегающих автоматизированных систем управления для переработки технической воды на промышленных предприятиях. В исследовании анализируются теоретические основы, передовой зарубежный и отечественный опыт, а также современные технологии автоматизации в области повторного использования технических водных ресурсов. Разрабатываются практические рекомендации по эффективному использованию воды, переработке сточных вод и оптимизации систем управления. Статья обосновывает инновационные подходы к экономии водных ресурсов и решению экологических проблем.*

**Ключевые слова:** *техническая вода, энергосбережение, автоматизированное управление, переработка*

## KIRISH

Zamonaviy sanoat korxonalarining barqaror rivojlanishida texnik suvlarni qayta ishlash va samarali boshqarish tizimlari muhim ahamiyat kasb etadi. Suv resurslari cheklanganligi, ekologik muammolar va energiya iste'moli yuqoriligi sababli, texnik suvlarni qayta ishlash jarayonlari uchun energiya tejankor va avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini yaratish zarurati tobora ortib bormoqda. Sanoatda qo'llaniladigan texnik suvlar ko'plab ishlab chiqarish jarayonlarida ishlatiladi va ularning to'g'ri boshqarilmasligi ekologik muammolarga, ishlab chiqarish samaradorligining pasayishiga olib keladi. Shu sababli, texnik suvlarni qayta ishlash va boshqarishda ilg'or texnologiyalar, avtomatlashtirilgan monitoring va boshqaruv tizimlari, hamda energiya tejovchi yondashuvlardan foydalanish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Mazkur maqolada texnik suvlarni qayta ishlashning nazariy asoslari, tarixiy rivojlanishi, ilg'or xorijiy va mahalliy tajribalar, zamonaviy avtomatlashtirish texnologiyalari hamda amaliy tavsiyalar keng yoritiladi. Maqola doirasida energiya tejankor avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini ishlab chiqish va joriy etishning ilmiy-nazariy va amaliy jihatlarini chuqur tahlil qilinadi.

### Adabiyotlar tahlili

Texnik suvlarni qayta ishlash va ularni boshqarish bo'yicha ilmiy izlanishlar sanoat ishlab chiqarishining rivojlanish bosqichlari bilan chambarchas bog'liq. Suv resurslaridan samarali foydalanish va chiqindi suvlarni qayta ishlash masalasi XX asr boshlaridayoq ilmiy jamoatchilik e'tiborini tortgan. Klassik nazariyalar suv aylanishi va tozalash jarayonlarining fizik-kimyoviy asoslarini o'rganishga qaratilgan bo'lsa-da, zamonaviy yondashuvlar energiya samaradorligi va avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini rivojlantirishga urg'u beradi. Suv resurslarini qayta ishlash masalasining nazariy-konseptual asoslari asosan suv muhitidagi fizik, kimyoviy va biologik jarayonlarning chuqur o'rganilishi orqali shakllangan. Dastlabki tadqiqotlarda suvni mexanik, kimyoviy va biologik usullarda tozalash jarayonlari asosiy e'tiborda bo'lgan. Masalan, F. Shulz va J. K. Metyuslarning suv tozalash jarayonlaridagi adsorbsiya va koagulyatsiya nazariyalari, hamda klassik muhitlararo almashinish modellarining ishlab chiqilishi, texnik suvlarni qayta ishlash texnologiyalarining ilmiy asoslarini yaratdi. Bu nazariyalar asosida sanoat chiqindi suvlarini qayta ishlash uchun dastlabki avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari loyihalashtirila boshlandi. Shu bilan birga, texnik suvlarni qayta ishlash jarayonlarida energiya sarfi va samaradorlik muammolari doimiy ilmiy izlanishlarni talab etdi. Sanoat rivojlanishi natijasida suv resurslaridan foydalanish hajmi ortib, chiqindi suvlarni qayta ishlashga ehtiyoj kuchaydi, bu esa avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlariga bo'lgan talabni oshirdi.

Tarixiy jihatdan, texnik suvlarni qayta ishlash texnologiyalari va boshqaruv tizimlari bo'yicha klassik yondashuvlar G'arb va Sharq olimlari tomonidan rivojlantirildi. Masalan, 1950-60-yillarda Yevropa va AQShda suv tozalash inshootlarida avtomatlashtirilgan monitoring va boshqaruv tizimlari amaliyotga joriy etila boshlandi. Bu davrda asosiy e'tibor suv tozalash jarayonlarini real vaqt rejimida nazorat qilish hamda energiya sarfini kamaytirishga qaratildi. Shu bilan birga, Yaponiyada texnik suvlarni qayta ishlash va qayta

foydalanishda biologik usullar hamda avtomatlashtirilgan boshqaruv algoritmlarini ishlab chiqish bo'yicha ilg'or tadqiqotlar olib borildi. Uzoq Sharq va Markaziy Osiyoda esa suv resurslarining cheklanganligi sababli, texnik suvlarni qayta ishlash va boshqarish masalalari doimiy dolzarb bo'lib kelgan. O'zbekiston va Markaziy Osiyoning boshqa davlatlarida ham texnik suvlarni qayta ishlash bo'yicha dastlabki ilmiy izlanishlar XX asrning ikkinchi yarmidan boshlab olib borila boshlandi. Mahalliy olimlar, jumladan, A. Mamatqulov, S. Xudoyberganov, Sh. To'raevlarning tadqiqotlari suv resurslaridan samarali foydalanish va chiqindi suvlarni qayta ishlash texnologiyalarini rivojlantirishga katta hissa qo'shdi. Ularning ishlanmalarida texnik suvlarni qayta ishlash jarayonlarida energiya tejamkor boshqaruv tizimlarini yaratish, avtomatlashtirish va monitoring uslublari asoslab berilgan.

So'nggi yillarda texnik suvlarni qayta ishlashda energiya tejamkor avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini yaratish bo'yicha ko'plab empirik tadqiqotlar olib borilmoqda. Ilmiy adabiyotlarda texnik suvlarni qayta ishlashda zamonaviy dasturiy va apparat vositalaridan foydalanish, sun'iy intellekt va IoT (Internet of Things) texnologiyalarini joriy etish bo'yicha ko'plab maqolalar, dissertatsiyalar va amaliy loyihalar mavjud. Masalan, T. Lee va K. Smithning tadqiqotlarida texnik suvlarni qayta ishlash jarayonlarida energiya sarfini optimallashtirish uchun sun'iy intellekt asosida ishlovchi boshqaruv tizimlari ishlab chiqilgan. Ularning natijalari shuni ko'rsatadiki, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari yordamida texnik suvlarni qayta ishlashda energiya sarfini 30-40% gacha kamaytirish mumkin[1]. Bu borada O'zbekiston olimlari ham o'z hissasini qo'shmoqda. Jumladan, O. Rahimov va N. Jo'raevlarning ishlanmalarida texnik suvlarni qayta ishlashda raqamli monitoring tizimlari va energiya tejamkor boshqaruv algoritmlarini ishlab chiqish bo'yicha qator tajribaviy natijalar e'lon qilingan. Ularning tadqiqotlari texnik suvlarni qayta ishlash inshootlarida avtomatlashtirilgan monitoring tizimlari yordamida suv sifatini real vaqt rejimida nazorat qilish va energiya sarfini kamaytirishga erishish mumkinligini ko'rsatadi[2].

Sanoat korxonalarida texnik suvlarni qayta ishlashda energiya tejamkor avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini joriy etishning asosiy afzalliklari va muammolari ham chuqur o'rganilgan. Ko'plab empirik tadqiqotlar, jumladan, Xitoy va Germaniyada olib borilgan amaliy loyihalar natijalariga ko'ra, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari yordamida texnik suvlarni qayta ishlash samaradorligi oshadi, suv va energiya resurslari tejab qoladi, chiqindi suvlarning atrof-muhitga salbiy ta'siri kamayadi[3]. Biroq, ushbu tizimlarni joriy etishda texnik va iqtisodiy muammolar, xususan, dasturiy va apparat vositalarining moslashuvchanligi, texnik xizmat ko'rsatish xarajatlari, kadrlar malakasi kabi omillar muhim ahamiyat kasb etadi. Bu borada zamonaviy ilmiy adabiyotlarda texnik suvlarni qayta ishlashda avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini loyihalash va ekspluatatsiya qilishda integratsiyalashgan yondashuvlardan foydalanish tavsiya etiladi. Masalan, A. Petrov va L. Sokolovlarning tadqiqotlarida texnik suvlarni qayta ishlash inshootlarida avtomatlashtirilgan monitoring, real vaqt rejimida ma'lumotlarni tahlil qilish va boshqaruv algoritmlarini birlashtirish orqali energiya samaradorligini oshirish bo'yicha innovatsion modellar ishlab chiqilgan[4].

Texnik suvlarni qayta ishlashda avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini yaratishda nazariy va amaliy muammolar, shuningdek, zamonaviy texnologiyalarning afzalliklari va cheklovlari atrofida ilmiy bahs-munozaralar mavjud. Ba'zi ilmiy manbalarda avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarining investitsiya xarajatlari yuqoriligi va texnik xizmat ko'rsatishdagi murakkabliklar qayd etilgan. Boshqa manbalarda esa, avtomatlashtirilgan tizimlarning uzoq muddatli iqtisodiy va ekologik samaradorligi asosiy e'tiborga olinadi. Jumladan, D. Smit va P. Braunlarning tadqiqotlarida texnik suvlarni qayta ishlashda avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarining joriy etilishi natijasida suv va energiya tejallishi, chiqindi suvlarni qayta ishlash samaradorligi oshishi, ekologik muhitning yaxshilanishi kabi ijobiy natijalar qayd etilgan[5]. Shu bilan birga, zamonaviy ilmiy adabiyotlarda suv resurslaridan samarali foydalanish va texnik suvlarni qayta ishlashda sun'iy intellekt, raqamli monitoring, IoT va Big Data texnologiyalarining ahamiyati alohida ta'kidlanadi. Bu texnologiyalar yordamida texnik suvlarni qayta ishlash jarayonlarini real vaqt rejimida boshqarish, suv sifatini monitoring qilish va energiya sarfini optimallashtirish imkoniyati kengayadi. Xususan, texnik suvlarni qayta ishlashda IoT texnologiyalaridan foydalanish orqali suv inshootlaridagi parametrlarga doimiy monitoring o'rnatish, nosozliklarni erta aniqlash va avtomatik boshqaruv algoritmlarini ishlab chiqish mumkin bo'ladi. Bu esa, texnik suvlarni qayta ishlash samaradorligini oshirish va energiya tejamkorlikka erishishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Mahalliy va mintaqaviy ilmiy adabiyotlarda texnik suvlarni qayta ishlashda energiya tejamkor avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini ishlab chiqish bo'yicha qator amaliy natijalar va tavsiyalar mavjud. O'zbekiston olimlari tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda texnik suvlarni qayta ishlashda lokal va markazlashgan avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarining afzalliklari, ularning samaradorligini oshirish uchun zarur bo'lgan texnik va dasturiy ta'minot, kadrlar malakasi, hamda texnik xizmat ko'rsatish muammolari chuqur tahlil qilingan[6]. Shu bilan birga, texnik suvlarni qayta ishlashda energiya tejavchi uskunalari, zamonaviy nasos va filtratsiya tizimlari, hamda avtomatlashtirilgan monitoring vositalari joriy etilishi suv va energiya resurslaridan samarali foydalanish imkoniyatini oshiradi. Amaliy tajriba shuni ko'rsatadiki, texnik suvlarni qayta ishlashda avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini joriy etish natijasida suv sarfi va chiqindi suvlarning atrof-muhitga salbiy ta'siri kamayadi, ishlab chiqarish samaradorligi ortadi va ekologik muammolar bartaraf etiladi. Biroq, ushbu tizimlarni muvaffaqiyatli joriy etish uchun texnik, iqtisodiy va tashkiliy muammolarni hal qilish, zamonaviy texnologiyalarni joriy etish va kadrlar malakasini oshirish talab etiladi. Shu sababli, texnik suvlarni qayta ishlashda energiya tejamkor avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini ishlab chiqish va joriy etishda ilmiy-nazariy va amaliy yondashuvlarni integratsiyalash, ilg'or xorijiy va mahalliy tajribalarni o'rganish, zamonaviy texnologiyalarni keng joriy etish muhim ahamiyat kasb etadi.

#### **XULOSA**

Yuqorida keltirilgan tahlillar asosida xulosa qilish mumkinki, sanoat korxonalarida texnik suvlarni qayta ishlashda energiya tejamkor avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini ishlab

chiqish va joriy etish zamonaviy ishlab chiqarishning muhim va dolzarb yo'nalishlaridan biridir. Ilmiy adabiyotlar va amaliy tajribalar ko'rsatadiki, ilg'or avtomatlashtirish texnologiyalari, sun'iy intellekt va IoT asosidagi monitoring tizimlari, energiya tejovchi uskunalardan foydalanish texnik suvlarni qayta ishlash samaradorligini oshirish, energiya sarfini kamaytirish va ekologik muammolarni bartaraf etishda muhim rol o'ynaydi. Biroq, ushbu tizimlarni joriy etishda texnik, iqtisodiy va tashkiliy muammolar, kadrlar malakasi va xizmat ko'rsatish masalalari hamon dolzarb bo'lib qolmoqda. Shuning uchun, texnik suvlarni qayta ishlashda energiya tejamkor avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini ishlab chiqish va joriy etishda ilmiy-tadqiqot ishlarini chuqurlashtirish, ilg'or xorijiy va mahalliy tajribalarni o'rganish, zamonaviy texnologiyalarni keng joriy etish, hamda kadrlar malakasini oshirish zarur. Bu esa sanoat korxonalarining barqaror rivojlanishi, suv va energiya resurslaridan samarali foydalanish, ekologik muammolarni bartaraf etish va zamonaviy texnologiyalar asosida raqobatbardoshlikni oshirishga xizmat qiladi. Kelgusida texnik suvlarni qayta ishlash va boshqarishda energiya tejamkor avtomatlashtirilgan tizimlarni takomillashtirish, innovatsion texnologiyalarni joriy etish va ilmiy-amaliy hamkorlikni kuchaytirish ustuvor vazifalardan biri bo'lib qoladi.

#### **FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:**

1. Lee, T., & Smith, K. (2019). Intelligent control systems for industrial water recycling: A review. *Journal of Cleaner Production*, 225, 1152–1165.
2. Rahimov, O., & Jo'raev, N. (2021). Raqamli monitoring va boshqaruv tizimlari asosida texnik suvlarni qayta ishlash samaradorligini oshirish. *O'zbekiston Fanlar Akademiyasi axborotnomasi*, 3, 87–95.
3. Zhang, W., & Müller, M. (2020). Automated energy-efficient management of technical water in Chinese and German industries. *Water Science & Technology*, 81(6), 1272–1283.
4. Petrov, A., & Sokolov, L. (2018). Integrated automation models for technical water treatment plants. *Automation in Industry*, 12, 34–42.
5. Smith, D., & Brown, P. (2017). Economic and environmental effects of automated water management in manufacturing. *Environmental Engineering Journal*, 26(4), 222–230.
6. Xudoyberganov, S., & Mamatqulov, A. (2022). Sanoatda texnik suvlarni qayta ishlashda avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini rivojlantirish. Tashkent: O'zbekiston Respublikasi Innovatsion rivojlanish vazirligi nashriyoti.