

SANOAT KORXONALARIDA TEXNIK SUVLARNI QAYTA ISHLASH JARAYONINI AVTOMATLASHTIRISH

Andijon davlat texnika instituti

Texnologik jarayonlarni ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va boshqarish

Jumaqulova Zuhraxon

Annotatsiya: *Ushbu maqolada sanoat korxonalarida texnik suvlarni qayta ishlash jarayonini avtomatlashtirish masalalari chuqur tahlil qilinadi. Texnik suv resurslaridan samarali foydalanish va qayta ishlash texnologiyalarining avtomatlashtirish imkoniyatlari ko'rib chiqiladi. Ilmiy-nazariy asoslar, tarixiy tajribalar, mahalliy va xorijiy mutaxassislarining yondashuvlari, shuningdek, amaliy tajribalar va zamonaviy texnologik echimlar keng o'rganiladi. Maqolada texnik suvlarni qayta ishlashda avtomatlashtirish tizimlarining ekologik va iqtisodiy samaradorligi, mavjud muammolar va ularni hal etish yo'llari ilmiy asosda yoritiladi.*

Kalit so'zlar: *texnik suv, qayta ishlash, avtomatlashtirish, sanoat*

Abstract: *This article presents an in-depth analysis of the automation of technical water recycling processes in industrial enterprises. The study examines the efficient use of technical water resources and the possibilities of automating recycling technologies. Theoretical foundations, historical experiences, approaches of regional and foreign scholars, as well as empirical studies and modern technological solutions, are thoroughly reviewed. The article highlights the ecological and economic efficiency of automation systems in technical water recycling, discusses existing challenges and proposes scientifically grounded solutions.*

Keywords: *technical water, recycling, automation, industry*

Аннотация: *В данной статье проводится глубокий анализ автоматизации процессов переработки технической воды на промышленных предприятиях. Рассматриваются вопросы эффективного использования ресурсов технической воды и возможности автоматизации технологий переработки. Подробно изучаются теоретические основы, исторический опыт, подходы отечественных и зарубежных специалистов, а также эмпирические исследования и современные технологические решения. В статье научно обосновано раскрываются экологическая и экономическая эффективность автоматизированных систем, существующие проблемы и пути их решения.*

Ключевые слова: *техническая вода, переработка, автоматизация, промышленность*

KIRISH

Sanoat sohasida texnik suvlar resurslarini tejash va qayta ishlash muammosi zamonaviy ekologik va iqtisodiy sharoitlarda dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Sanoat korxonalarida suvdan foydalanish hajmining o'sishi, tabiiy suv resurslarining cheklanganligi va atrof-muhitga salbiy ta'sirning kuchayishi texnik suvlarni qayta ishlash va ularni avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari orqali samarali foydalanish zaruratini yuzaga keltirmoqda. Bugungi kunda texnik suvlarni qayta ishlash jarayonlarining avtomatlashtirilishi sanoatning barqaror rivojlanishi va ekologik xavfsizligini ta'minlashda muhim omil sifatida qaralmoqda. Ushbu maqolada texnik suvlarni sanoat korxonalarida qayta ishlash jarayonining nazariy, amaliy va texnologik asoslari, avtomatlashtirishning zamonaviy yondashuvlari va ularning samaradorligi keng qamrovda o'rganiladi. Ilmiy adabiyotlar tahlili asosida texnik suvlarni qayta ishlashda avtomatlashtirilgan tizimlarning rivojlanish bosqichlari, jahon va mamlakatimiz olimlarining ilmiy ishlanmalari, mavjud muammolar va istiqbolli yechimlar ilmiy asosda ko'rib chiqiladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Texnik suvlarni qayta ishlash masalasi sanoat taraqqiyotining ilk bosqichlaridan boshlab muhim ilmiy va amaliy yo'nalishlardan biri sifatida shakllangan. Dastlabki tadqiqotlar texnik suvlarni tozalash va qayta ishlashning oddiy mexanik, kimyoviy va biologik usullari asosida olib borilgan bo'lsa-da, sanoat miqyosida suv resurslarining chegaralanganligi va atrof-muhitga ta'sirning ortishi bilan suvni qayta ishlash texnologiyalarini avtomatlashtirish zarurati yuzaga keldi. Suv resurslaridan foydalanish va ularni qayta ishlashning nazariy asoslari XIX asr oxiri va XX asr boshlarida G. D. Karlin va A. E. Shcheglov kabi rus olimlari tomonidan ishlab chiqilgan bo'lib, ular suvning fizik-kimyoviy xossalari, ifloslantiruvchi moddalarning ajralish jarayonlari va ularni tozalash usullari bo'yicha fundamental tadqiqotlar olib borishgan. Shuningdek, texnik suvlarni qayta ishlash bo'yicha dastlabki avtomatlashtirilgan tizimlar Germaniya va AQShda XX asrning o'rtalarida joriy etila boshlangan[1]. Bu jarayonda klassik nazariyalardan biri sifatida suvni qayta ishlashning ko'p bosqichli (kaskadli) texnologik sxemalari, avtomatlashtirilgan monitoring va boshqaruv tizimlari, shuningdek, real vaqtda ishlovchi avtomatik datchiklar va aktuatorlarning qo'llanilishi muhim ahamiyat kasb etdi. Shu bilan birga, texnik suvlarni qayta ishlash jarayonida avtomatlashtirishning asosiy nazariy konsepsiyasi bo'lib, suv sifatini doimiy monitoring qilish, jarayon parametrlarini optimallashtirish hamda inson omili ta'sirini kamaytirish hisoblanadi. Bu esa, o'z navbatida, sanoat korxonalarida texnik suvlarni qayta ishlash samaradorligini oshirish, suv resurslarini tejash va atrof-muhitga zararli moddalar chiqishini kamaytirish imkonini beradi.

Tarixiy jihatdan, texnik suvlarni qayta ishlash va avtomatlashtirish jarayonlari rivojlanishining muhim bosqichlari mavjud. XX asrning 60–70-yillarida G'arbiy Yevropada suv resurslaridan samarali foydalanish va qayta ishlash texnologiyalarini avtomatlashtirish bo'yicha keng ko'lamli ilmiy-amaliy ishlar olib borildi. Masalan, Germaniyada ishlab chiqilgan avtomatlashtirilgan suv tozalash inshootlari va ularning boshqaruv tizimlari bugungi kunda ham o'z ahamiyatini yo'qotmagan. AQShda esa, suvni qayta ishlashda avtomatlashtirilgan kimyoviy dozalash tizimlari, sensorli monitoring va SCADA (Supervisory Control and Data

Acquisition) texnologiyalari keng joriy etilgan. Bu texnologik yechimlar texnik suvlarni qayta ishlash jarayonining uzluksizligini va samaradorligini ta'minlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Shu bilan birga, Yaponiyada suvni qayta ishlashda avtomatlashtirilgan membranali filtrlash tizimlari va sun'iy intellekt asosida boshqaruv algoritmlari ishlab chiqilgan bo'lib, ular suv sifatini yuqori darajada nazorat qilishga imkon beradi[2].

O'zbekiston va Markaziy Osiyo mintaqasida texnik suvlarni qayta ishlash va avtomatlashtirish masalalari so'nggi o'n yilliklarda alohida e'tiborga olinmoqda. Xususan, O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining suv resurslarini muhofaza qilish va ulardan samarali foydalanishni rag'batlantirishga qaratilgan qaror va farmonlari natijasida texnik suvlarni qayta ishlash va avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini joriy etishga oid ilmiy-amaliy tadqiqotlar soni ortdi. Mahalliy olimlar, xususan, G'. R. Mamatqulov, Sh. S. Tursunov, Z. S. Ro'zmetov kabi mutaxassislar texnik suvlarni qayta ishlash jarayonining texnologik va avtomatlashtirish masalalarini chuqur o'rgangan[3]. Ularning ilmiy ishlari texnik suvlarni kimyoviy va biologik tozalash, qayta ishlash jarayonlarini optimallashtirish, avtomatlashtirilgan monitoring tizimlarini joriy etish va ularning samaradorligini baholashga bag'ishlangan. Misol uchun, G'. R. Mamatqulov boshchiligida ishlab chiqilgan avtomatlashtirilgan suv tozalash tizimi O'zbekistonning yirik sanoat korxonalarida sinovdan o'tkazilib, suv resurslaridan foydalanish samaradorligi 15–20% ga oshgani aniqlangan. Shuningdek, Sh. S. Tursunovning ilmiy ishlari texnik suvlarni qayta ishlash jarayonida zamonaviy sensorlar va mikroprotsessorli boshqaruv tizimlarining ahamiyatini ko'rsatadi. Bu tadqiqotlar natijasida avtomatlashtirilgan tizimlar yordamida suv sifatini doimiy monitoring qilish, avariya holatlarining oldini olish va energiya sarfini kamaytirish imkoniyatlari isbotlangan.

Nazariy-konseptual asoslar bo'yicha texnik suvlarni qayta ishlashda avtomatlashtirish tizimlarini loyihalash va joriy etishda tizimli yondashuv muhim o'rin tutadi. Bu yondashuv asosida texnik suvlarni qayta ishlashning barcha bosqichlari – ifloslangan suvni qabul qilish, dastlabki tozalash, kimyoviy va biologik qayta ishlash, filtratsiya, dezinfeksiya va tozalangan suvni qayta foydalanish – yagona avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimi orqali boshqariladi. Zamonaviy avtomatlashtirish tizimlarida PLC (Programmable Logic Controller) va SCADA texnologiyalari, real vaqtda monitoring va masofaviy boshqaruv imkoniyatlari, sun'iy intellekt va ma'lumotlarni tahlil qilish algoritmlari keng qo'llanilmoqda. Bu esa, texnik suvlarni qayta ishlash jarayonining uzluksizligi, xavfsizligi va samaradorligini ta'minlashga xizmat qiladi. Shuningdek, avtomatlashtirilgan tizimlarda suvning fizik-kimyoviy parametrlari (pH, turbidlik, harorat, oqim tezligi va boshqalar) real vaqtda o'lchanadi va boshqaruv algoritmlari asosida optimal darajada ushlab turiladi. Bu borada, Yevropa va Osiyoning yetakchi sanoat korxonalarida amalga oshirilgan amaliy tadqiqotlar natijalariga ko'ra, avtomatlashtirilgan texnik suvni qayta ishlash tizimlari suv iste'molini o'rtacha 25–30% ga qisqartirish, chiqindi suvlar hajmini kamaytirish va ekologik xavfsizlikni oshirish imkonini beradi[4].

Empirik tadqiqotlar va amaliy tajriba natijalari texnik suvlarni qayta ishlash jarayonida avtomatlashtirish tizimlarining afzalliklari va kamchiliklarini aniq ko'rsatadi. Dastlabki

bosqichlarda avtomatlashtirish tizimlarining joriy etilishi yuqori xarajatlarni talab qilgan bo'lsa-da, uzoq muddatda bu tizimlar suv sarfini, energiya va reaktiv moddalar iste'molini sezilarli darajada qisqartirish, inson omili bilan bog'liq xatoliklarni kamaytirish va ishlab chiqarish jarayonining uzluksizligini ta'minlash imkonini berdi. Masalan, Rossiya Federatsiyasining yirik neft-kimyo sanoat korxonalarida avtomatlashtirilgan texnik suvni qayta ishlash tizimlari joriy etilgandan so'ng, ishlab chiqarish samaradorligi 12–18% ga oshgani, chiqindi suvlar hajmi esa 30% ga qisqargani aniqlangan. Bundan tashqari, Germaniya va Fransiyada olib borilgan empirik tadqiqotlar natijasida, avtomatlashtirilgan monitoring va boshqaruv tizimlari yordamida suv sifatini doimiy nazorat qilish, avariya va favqulodda holatlarning oldini olish, shuningdek, atrof-muhitga zararli moddalar chiqishini kamaytirish imkoniyatlari tasdiqlangan. O'zbekiston sanoat korxonalarida olib borilgan amaliy tajribalar ham avtomatlashtirilgan texnik suvni qayta ishlash tizimlarining suv resurslaridan samarali foydalanish, chiqindi suvlarni kamaytirish va ekologik xavfsizlikni ta'minlashdagi ahamiyatini ko'rsatmoqda. Misol uchun, Namangan viloyatidagi to'qimachilik korxonalarida avtomatlashtirilgan suvni qayta ishlash tizimi joriy etilgach, suv sarfi 22% ga kamaygan, chiqindi suvlar miqdori esa 28% ga qisqargan.

So'nggi yillarda texnik suvlarni qayta ishlashda avtomatlashtirish tizimlarini rivojlantirish bo'yicha yangi texnologik yondashuvlar va ilmiy izlanishlar paydo bo'ldi. Jumladan, sun'iy intellekt va ma'lumotlarni tahlil qilish algoritmlaridan foydalanish, IoT (Internet of Things) texnologiyalarini joriy etish, bulutli hisoblash va masofaviy monitoring imkoniyatlari texnik suvlarni qayta ishlash jarayonining samaradorligini yanada oshirishga xizmat qilmoqda. Bu borada, Xitoy va Janubiy Koreyada olib borilgan ilmiy tadqiqotlar natijalari texnik suvlarni qayta ishlashda avtomatlashtirilgan tizimlar yordamida suv sifatini doimiy monitoring qilish, jarayon parametrlarini optimallashtirish va suv resurslarini tejash imkoniyatlarini kengaytirganini ko'rsatmoqda[5]. Yangi texnologiyalar yordamida suv tozalash jarayonining har bir bosqichida real vaqtda ma'lumotlar yig'iladi, ularning tahlili asosida boshqaruv qarorlari qabul qilinadi va optimal ishlash rejimi ta'minlanadi. Biroq, bu texnologiyalarni joriy etishda ayrim muammolar ham mavjud. Jumladan, yuqori boshlang'ich investitsiya xarajatlari, malakali mutaxassislar yetishmasligi, texnologik uskunalarning moslashuvchanligi va servis xizmatlari bilan bog'liq muammolar avtomatlashtirish tizimlarining keng joriy etilishini cheklab kelmoqda.

Tanqidiy tahlil shuni ko'rsatadiki, texnik suvlarni qayta ishlash jarayonini avtomatlashtirishda qator muammolar va bahsli masalalar mavjud. Avvalo, avtomatlashtirilgan tizimlarni loyihalash va joriy etishda mahalliy sharoit, mavjud infratuzilma va ishlab chiqarish jarayonlarining xususiyatlari inobatga olinmasligi tizim samaradorligini pasaytirishi mumkin. Shuningdek, avtomatlashtirish texnologiyalarining tezkor rivojlanishi, yangi uskunalarning paydo bo'lishi va dasturiy ta'minotning murakkabligi malakali kadrlar tayyorlashni talab qiladi. Bundan tashqari, texnik suvlarni qayta ishlash jarayonida avtomatlashtirish tizimlarining ekologik va iqtisodiy samaradorligini baholash usullari bo'yicha ham turli yondashuvlar mavjud. Ayrim tadqiqotchilar avtomatlashtirilgan tizimlarning

ekologik samaradorligini suv resurslarini tejash va chiqindi suvlarni kamaytirish orqali baholashsa, boshqalari iqtisodiy samaradorlikka – suv va energiya sarfining qisqarishi, ishlab chiqarish xarajatlarining kamayishi va ishlab chiqarish jarayonining uzluksizligiga e'tibor qaratadilar. Bu borada, O'zbekiston va xorijiy davlatlarda olib borilgan ilmiy tadqiqotlar natijalari avtomatlashtirilgan texnik suvni qayta ishlash tizimlarining ekologik va iqtisodiy samaradorligini kompleks baholash zarurligini ko'rsatmoqda[6]. Ya'ni, texnik suvlarni qayta ishlashda avtomatlashtirish tizimlari samaradorligi faqat suv resurslarini tejash yoki chiqindi suvlarni kamaytirish bilan emas, balki ishlab chiqarish jarayonining barqarorligi, energiya samaradorligi, inson omili ta'sirining kamayishi, avariya va favqulodda holatlarning oldini olish, ekologik xavfsizlik va iqtisodiy foyda kabi ko'rsatkichlar bo'yicha ham baholanishi lozim.

Yuqorida keltirilgan ilmiy adabiyotlar tahlili asosida xulosa qilish mumkinki, texnik suvlarni qayta ishlash jarayonini avtomatlashtirish sanoat korxonalarining barqaror rivojlanishi, ekologik xavfsizligi va resurslardan samarali foydalanishini ta'minlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu yo'nalishda olib borilgan nazariy, tarixiy, amaliy va empirik tadqiqotlar, shuningdek, zamonaviy texnologik yondashuvlar texnik suvlarni qayta ishlashda avtomatlashtirish tizimlarini rivojlantirish va ularni keng joriy etish uchun ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi.

XULOSA

Sanoat korxonalarida texnik suvlarni qayta ishlash jarayonini avtomatlashtirish bugungi kunda suv resurslarini tejash, chiqindi suvlarni kamaytirish va ekologik xavfsizlikni ta'minlashda muhim rol o'ynamoqda. Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, avtomatlashtirilgan texnik suvni qayta ishlash tizimlari ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, inson omili ta'sirini kamaytirish, avariya va favqulodda holatlarning oldini olish, energiya va reaktiv moddalar sarfini qisqartirish imkonini beradi. Zamonaviy avtomatlashtirish texnologiyalari – PLC, SCADA, IoT, sun'iy intellekt va ma'lumotlarni tahlil qilish algoritmlari texnik suvlarni qayta ishlash jarayonining uzluksizligi va xavfsizligini ta'minlashda muhim ahamiyat kasb etmoqda. Shu bilan birga, avtomatlashtirilgan tizimlarni joriy etishda ayrim muammolar – yuqori boshlang'ich investitsiya xarajatlari, malakali mutaxassislar yetishmasligi va texnologik uskunalarning moslashuvchanligi – mavjud bo'lsa-da, uzoq muddatda bu tizimlarning iqtisodiy va ekologik samaradorligi yuqori ekani ilmiy va amaliy jihatdan isbotlangan. Kelgusida texnik suvlarni qayta ishlashda avtomatlashtirish tizimlari imkoniyatlarini yanada kengaytirish uchun sun'iy intellekt, masofaviy monitoring va ma'lumotlarni tahlil qilish texnologiyalarini joriy etish, mahalliy sharoitga moslashtirilgan yechimlarni ishlab chiqish va malakali kadrlar tayyorlash muhim ahamiyat kasb etadi. Mazkur yo'nalishda olib boriladigan ilmiy tadqiqotlar va innovatsion ishlanmalar sanoat korxonalarining barqaror rivojlanishi va ekologik xavfsizligini ta'minlashda muhim omil bo'lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Karlin G.D., Shcheglov A.E. Ocherki po teorii ochistki i obrabotki promyshlennykh vod. Moskva: Nauka, 1967.
2. Heinzmann A., Pahl O. Automation in Water Treatment: Developments and Challenges. Water Research, 2009, Vol. 43, No. 18, pp. 4505–4515.
3. Mamatqulov G'.R., Tursunov Sh.S., Ro'zmetov Z.S. Sanoatda texnik suvlarni qayta ishlash va avtomatlashtirish. Toshkent: Fan, 2018.
4. Kunz D.A., Müller R. Automated Process Control in Industrial Water Recycling. Journal of Cleaner Production, 2016, 123, pp. 1–13.
5. Li X., Kim J.-H. Smart Automation Systems for Industrial Water Reuse: A Review. Journal of Water Process Engineering, 2022, 49, 102997.
6. Tursunov Sh.S., Mamatqulov G'.R. Sanoat korxonalarida texnik suvlarni avtomatlashtirilgan qayta ishlash tizimlari samaradorligi. O'zbekiston Fanlari Akademiyasi axborotnomasi, 2021, 1(4), 117–126.