SANOAT OQOVA SUVLARINI TOZALASH INSHOOTLARINING SAMARADORLIGINI OSHIRISH VA TEXNOLOGIK PARAMETRLARINI OPTIMALLASHTIRISH

Xudoyberdiyeva Odina Zafar qizi
Samarqand Davlat Arxitektura-Qurilish Universiteti

Annotatsiya: *Ushbu maqolada sanoat korxonalarida hosil bo‘ladigan oqova suvlarni tozalash inshootlarining samaradorligini oshirish, mavjud texnologik jarayonlarni takomillashtirish hamda suv resurslarini qayta foydalanishga tayyorlash masalalari tahlil qilingan. Sanoat oqova suvlarining tarkibida turli xil mexanik aralashmalar, organik moddalar, mineral birikmalar va og‘ir metall ionlari mavjud bo‘lib, ularni samarali chiqarib tashlash uchun zamonaviy kompleks tozalash texnologiyalarini qo‘llash talab etiladi. Maqolada mexanik, fizik-kimyoviy, biologik va sorbsion tozalash usullarining imkoniyatlari o‘rganilib, ularning afzallik va kamchiliklari tahlil qilingan. Sanoat oqova suvlarini qayta foydalanishga tayyorlashda texnologik parametrlarni (pH, reagent sarfi, tozalash davomiyligi, filtratsiya tezligi va sorbent miqdori) optimallashtirish orqali tozalash samaradorligini oshirish mumkinligi asoslangan.*

Kalit so‘zlar*: sanoat oqova suvlari, suv tozalash inshootlari, fizik-kimyoviy tozalash, sorbsiya, filtratsiya, og‘ir metall ionlari, suvni qayta foydalanish, texnologik optimallashtirish.*

Аннотация: *В данной статье рассмотрены вопросы повышения эффективности сооружений очистки промышленных сточных вод и оптимизации технологических параметров процессов очистки. Проанализированы современные методы очистки сточных вод, включая механические, физико-химические и сорбционные методы. Обоснована необходимость применения комбинированных технологий для подготовки очищенной воды к повторному использованию в производственных процессах. Предложенный подход позволяет повысить эффективность очистки, снизить нагрузку на природные водные объекты и обеспечить рациональное использование водных ресурсов.*

Ключевые слова: *промышленные сточные воды, очистные сооружения, сорбция, физико-химическая очистка, фильтрация, повторное использование воды, оптимизация.*

Abstract*: This article discusses the improvement of the efficiency of industrial wastewater treatment facilities and the optimization of technological parameters of purification processes. Modern wastewater treatment methods, including mechanical, physicochemical and sorption techniques, are analyzed. The necessity of applying integrated treatment technologies for preparing treated water for reuse in industrial processes is substantiated. The proposed approach can improve treatment efficiency, reduce environmental pollution and ensure rational utilization of water resources.*

Keywords: *industrial wastewater, wastewater treatment facilities, sorption, physicochemical treatment, filtration, water reuse, optimization.*

Kirish

Bugungi kunda sanoat ishlab chiqarishining rivojlanishi natijasida suv resurslariga bo‘lgan talab tobora ortib bormoqda. Sanoat korxonalarida suv texnologik jarayonlarning ajralmas qismi bo‘lib, sovitish, yuvish, xomashyoni qayta ishlash va boshqa ko‘plab jarayonlarda keng qo‘llaniladi. Biroq ishlab chiqarish jarayonlaridan so‘ng hosil bo‘ladigan oqova suvlar tarkibida atrof-muhit uchun xavfli bo‘lgan turli komponentlar mavjud bo‘ladi. Jumladan, metallurgiya, mashinasozlik, kimyo va to‘qimachilik sanoati korxonalarining oqova suvlarida og‘ir metall ionlari, bo‘yoq moddalar, neft mahsulotlari, tuzlar va organik birikmalar uchrashi mumkin.

Sanoat oqova suvlarini yetarli darajada tozalamasdan tabiiy suv manbalariga chiqarish suv ekotizimlariga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli zamonaviy suv ta’minoti va kanalizatsiya tizimlarida asosiy vazifalardan biri nafaqat oqova suvlarni zararsizlantirish, balki ularni ishlab chiqarish jarayonlariga qayta foydalanishga tayyorlash hisoblanadi. Hozirgi vaqtda sanoat oqova suvlarini tozalashda mexanik, fizik-kimyoviy, biologik, membranali va sorbsion texnologiyalar qo‘llanilmoqda. Biroq har bir usulning o‘ziga xos afzallik va cheklovlari mavjud. Shu sababli yuqori samaradorlikka ega bo‘lgan kombinatsiyalangan texnologiyalarni ishlab chiqish dolzarb ilmiy-amaliy masalalardan biri hisoblanadi.

2. Adabiyotlar tahlili

Sanoat oqova suvlarini tozalash bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, an’anaviy mexanik va biologik usullar ko‘pincha murakkab tarkibli

sanoat suvlarini to‘liq tozalash imkonini bermaydi. Fizik-kimyoviy usullar, xususan, koagulyatsiya va flokulyatsiya jarayonlari suv tarkibidagi mayda dispers zarrachalarni ajratishda samarali hisoblanadi. Ushbu jarayonlarda alyuminiy va temir tuzlari asosidagi koagulyantlardan foydalanilib, ifloslantiruvchi moddalar cho‘kma shaklida ajratib olinadi. Biroq mazkur usullarda hosil bo‘ladigan cho‘kmalarni qayta ishlash va utilizatsiya qilish muammolari mavjud. So‘nggi yillarda sorbsion texnologiyalar suv tarkibidagi og‘ir metall ionlarini kamaytirishda keng qo‘llanilmoqda. Tabiiy va modifikatsiyalangan sorbentlar (zeolit, bentonit, aktivlangan uglerod, kompozit materiallar) yuqori yutish qobiliyatiga ega bo‘lishi bilan ajralib turadi. Shu bilan birga, sanoat sharoitida eng samarali natijaga alohida bir usul emas, balki bir nechta tozalash bosqichlarini o‘z ichiga olgan kompleks texnologiyalar orqali erishish mumkin.

3. Tadqiqot materiali va usullari

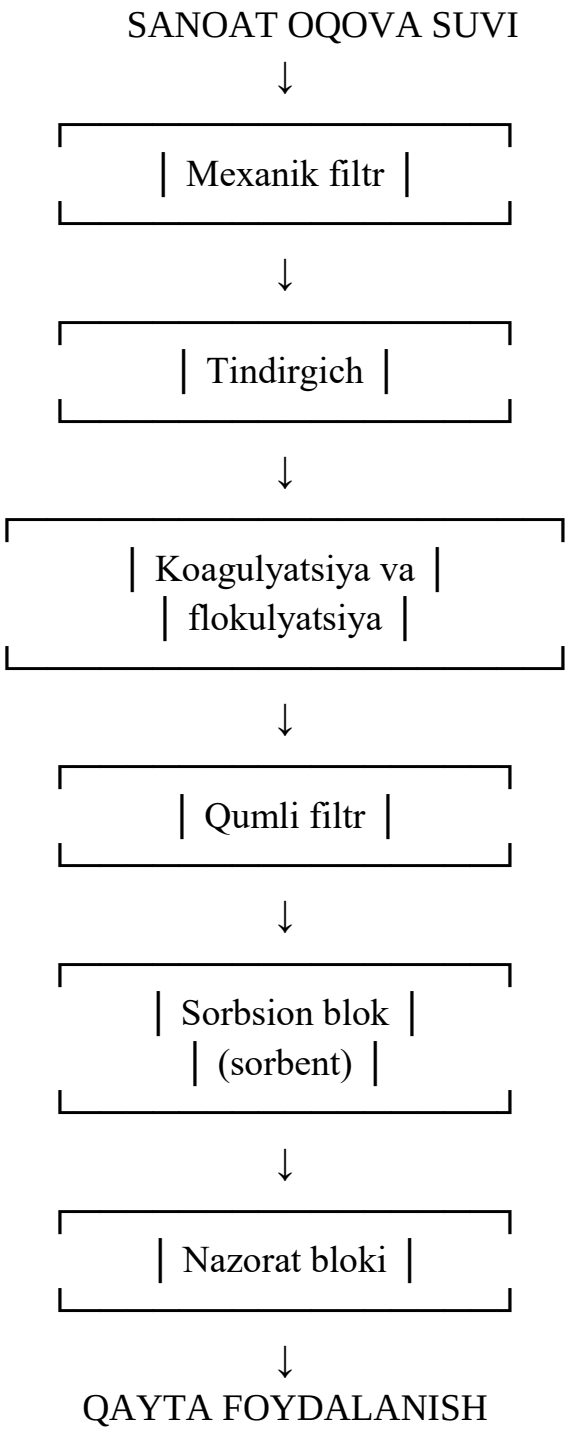
Sanoat oqova suvlarini tozalash inshootlarining samaradorligini oshirish uchun avvalo suv tarkibini va mavjud texnologik jarayonlarni tahlil qilish talab etiladi. Tadqiqot obyekti sifatida sanoat korxonalarida hosil bo‘ladigan va tarkibida turli xil ifloslantiruvchi moddalar mavjud bo‘lgan oqova suvlar qabul qilinadi.

Tadqiqot jarayonida quyidagi asosiy ko‘rsatkichlar o‘rganiladi: pH muhiti; umumiy mineralizatsiya; muallaq moddalar miqdori; kimyoviy kislorod talabi (KKT); biokimyoviy kislorod talabi (BKT); og‘ir metall ionlari konsentratsiyasi; suvning elektr o‘tkazuvchanligi. Suv sifatini baholashda laboratoriya tahlil usullaridan foydalaniladi. Fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlarni aniqlash orqali oqova suvning dastlabki holati va tozalashdan keyingi sifati baholanadi. Tadqiqotda quyidagi texnologik jarayonlar tahlil qilinadi:Mexanik tozalash; Koagulyatsiya va flokulyatsiya; Filtrlash; Sorbsion tozalash; Qayta foydalanishga tayyorlash.

4. Sanoat oqova suvlarini tozalashning takomillashtirilgan texnologik sxemasi:

Sanoat oqova suvlarini samarali tozalash uchun ko‘p bosqichli texnologik tizim tavsiya etiladi.

Texnologik sxema:



Ushbu sxemada har bir bosqich o‘z vazifasini bajaradi:

Mexanik filtr — yirik zarrachalarni ushlab qoladi.

Tindirgich — cho‘kadigan moddalarni ajratadi.

Koagulyatsiya jarayoni — mayda dispers zarrachalarni yiriklashtiradi.

Qumli filtr — qolgan mexanik aralashmalarni kamaytiradi.

Sorbsion blok — erigan moddalar va og‘ir metall ionlarini kamaytiradi.

5. Tozalash samaradorligini hisoblash:

Tozalash jarayonining samaradorligi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

Bu yerda:

η — tozalash samaradorligi, %;

C_0 — dastlabki suvdagi ifloslantiruvchi modda konsentratsiyasi;

C_1 — tozalashdan keyingi konsentratsiya.

Misol:

Oqova suvdagi temir miqdori:

$C_0 = 8$ mg/l

Tozalashdan keyingi miqdor:

$C_1 = 0{,}4$ mg/l

Demak, ushbu texnologiya yordamida temir ionlarini kamaytirish samaradorligi 95 % ni tashkil qiladi.

6. Texnologik parametrlarning ta’siri:

Tozalash samaradorligiga quyidagi omillar katta ta’sir ko‘rsatadi: pH qiymati

Suv muhiti ko‘plab jarayonlarda asosiy rol o‘ynaydi. Masalan, metall ionlarining cho‘kishi va sorbent bilan bog‘lanishi pH qiymatiga bog‘liq. Kontakt vaqti

Sorbent va suv o‘rtasidagi aloqa davomiyligi oshgani sari ifloslantiruvchi moddalarni yutish darajasi ortadi. Sorbent miqdori Sorbent miqdorining ortishi suv tarkibidagi zararli moddalarni ko‘proq ushlab qolishga imkon beradi, biroq ortiqcha sarf iqtisodiy jihatdan samarasiz bo‘lishi mumkin.

Jadval 1. Turli tozalash usullarining taqqoslanishi

Tozalash usuli	Asosiy vazifasi	Samaradorlik
Mexanik filtr	Yirik zarrachalarni ajratish	50–70 %
Koagulyatsiya	Dispers moddalarni chiqarish	70–90 %
Biologik tozalash	Organik moddalarni kamaytirish	80–95 %

Sorbsion tozalash	Og‘ir metall va erigan moddalar	85–98 %
Membrana texnologiyasi	Chuqur tozalash	90–99 %

7. Tozalash samaradorligining grafik tahlili:

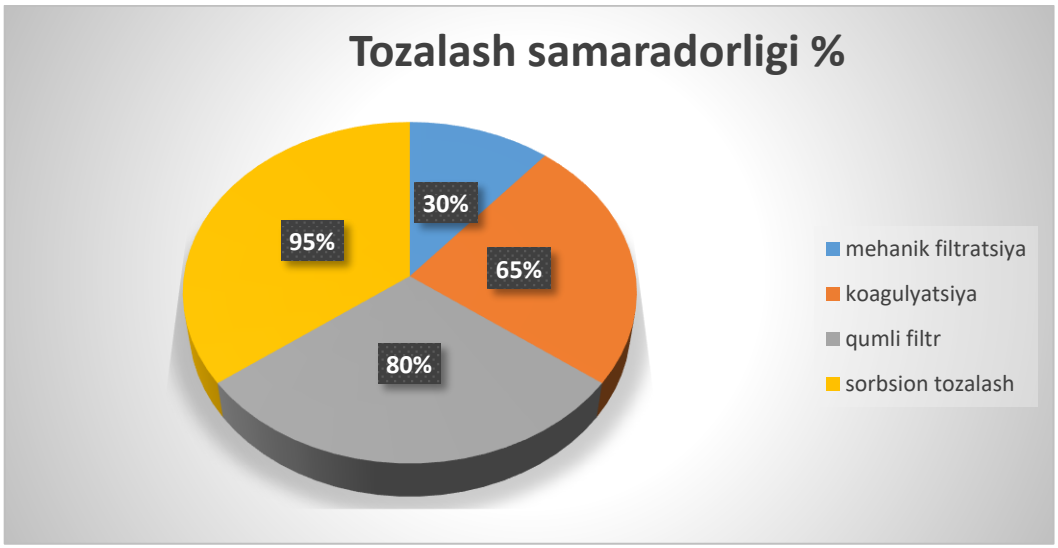
Sanoat oqova suvlarini tozalashda turli usullarning samaradorligi ifloslantiruvchi moddaning turi, boshlang‘ich konsentratsiyasi va texnologik sharoitlarga bog‘liq bo‘ladi.

Quyidagi jadval asosida tozalash usullarining qiyosiy samaradorligi keltirilgan.

Jadval 2. Turli tozalash bosqichlarida ifloslantiruvchi moddalar kamayishi

Tozalash bosqichi	**Qoluvchi ifloslanish miqdori (%)**	**Tozalash samaradorligi (%)**
Dastlabki oqova suv	100	0
Mexanik filtratsiya	70	30
Koagulyatsiya	35	65
Qumli filtr	20	80
Sorbsion tozalash	5	95

Ushbu natijalardan ko‘rinadiki, dastlabki bosqichlarda asosan yirik va muallaq zarrachalar chiqariladi. Sorbsion bosqich esa suv tarkibida qolgan erigan moddalar va og‘ir metall ionlarini kamaytirishda muhim ahamiyatga ega. Grafik ko‘rinishda:



8. Sanoat oqova suvlarini tozalash qurilmalari:

8.1. Mexanik tozalash qurilmasi

Mexanik tozalash qurilmalari oqova suv tarkibidagi yirik zarrachalarni ajratish uchun ishlatiladi. Asosiy elementlari: panjaralar; qumtutgichlar; tindirgichlar. Afzalligi: oddiy konstruksiya; ekspluatatsiyasi arzon; katta hajmdagi suvga mos. Kamchiligi: erigan moddalarni olib tashlay olmaydi.

8.2. Koagulyatsiya qurilmasi

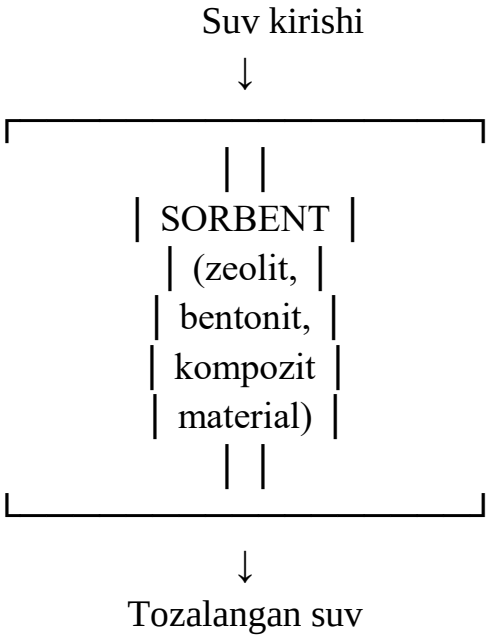
Koagulyatsiya jarayonida suvga maxsus reagentlar qo‘shilib, mayda zarrachalar yirik floklarga aylantiriladi.

Jarayon: Mayda zarrachalar
↓
Koagulyant qo‘shish
↓
Flok hosil bo‘lishi
↓
Cho‘ktirish

Ko‘pincha: alyuminiy sulfat; temir xlorid; temir sulfat kabi moddalar ishlatiladi.

8.3. Sorbsion filtr qurilmasi:

Soddalashtirilgan ko‘rinishi:



Ishlash prinsipi: Suv sorbent qatlami orqali o‘tganda:
Fe^{2+}; Fe^{3+}; Cu^{2+}; Zn^{2+} kabi ionlar sorbent yuzasida ushlab qolinadi.

9. Taklif qilinayotgan texnologiyaning ilmiy yangilik elementlari

Ushbu yo‘nalishda quyidagi ilmiy yangiliklarni shakllantirish mumkin:

1. Sanoat oqova suvlarini tozalash jarayonlarida mavjud texnologik sxemalarning samaradorligini baholash va kamchiliklarini aniqlash.

2. Fizik-kimyoviy va sorbsion usullarni birlashtirgan takomillashtirilgan texnologik sxemani ishlab chiqish.

3. Tozalash jarayonining asosiy parametrlarini optimallashtirish: pH; reagent miqdori; filtratsiya tezligi; kontakt vaqti.

4. Tozalangan suvni sanoat jarayonlarida qayta foydalanish imkoniyatlarini asoslash.

10. Amaliy ahamiyati

Taklif etilayotgan texnologiyani sanoat korxonalarida qo‘llash quyidagi natijalarga olib kelishi mumkin:

- yangi suv olish hajmining kamayishi;
- oqova suvlarning ekologik xavfining pasayishi;
- suv resurslaridan samarali foydalanish;
- korxonaning iqtisodiy xarajatlarining kamayishi;
- yopiq suv aylanish tizimini yaratish imkoniyatining oshishi.

11. Xulosa

Sanoat oqova suvlarini tozalash inshootlarining samaradorligini oshirish bugungi kunda suv resurslarini muhofaza qilishning muhim yo‘nalishlaridan biridir.

Tadqiqot natijalarining tahlili shuni ko‘rsatadiki, faqat bitta tozalash usulidan foydalanish murakkab tarkibli sanoat oqova suvlarini qayta foydalanish darajasiga yetkazish uchun yetarli emas. Mexanik, fizik-kimyoviy va sorbsion jarayonlarni o‘z ichiga olgan kombinatsiyalangan texnologiyalar yuqori samaradorlikka ega bo‘lib, suv sifatini yaxshilash va uni ishlab chiqarish jarayonlariga qaytarish imkonini beradi. Kelgusida mahalliy xomashyolar asosida arzon, samarali va regeneratsiya qilinadigan sorbentlarni yaratish hamda ularni sanoat suv tozalash tizimlariga joriy etish istiqbolli yo‘nalish hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Metcalf & Eddy. Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery. — McGraw-Hill Education, 2014.

2. Tchobanoglous G., Burton F., Stensel H. Wastewater Engineering: Treatment and Reuse.

3. Fu F., Wang Q. Removal of Heavy Metal Ions from Wastewaters: A Review // Journal of Environmental Management.

4. Crini G., Lichtfouse E. Advantages and Disadvantages of Techniques Used for Wastewater Treatment.

5. Wang J., Chen C. Biosorbents for Heavy Metals Removal and Their Future // Biotechnology Advances. — 2009. — Vol. 27, № 2. — P. 195–226. DOI: 10.1016/j.biotechadv.2008.11.002.

6. Von Sperling M. Principles of Wastewater Treatment.

7. Xolmirzayeva H. N., Fayzullayev N. I. Obtaining Nanocarbon from Local Raw Materials and Studying Its Textural and Sorption Properties. — 2022.

8. O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi. Ilmiy ishlari va ilmiy-tadqiqot yo‘nalishlari.