

UO‘K. 66-926  
*Abdulxayev T.D.*  
*k.f.d. (DSc), dotsent*  
*Fuqaro muhofazasi instituti*  
*O‘zbekiston Respublikasi, Toshkent*

**ISSIQLIK ELEKTR STANSIYALARIDAN CHIQADIGAN OQAVA  
SUVLARNING TARKIBINI KIMYOVIY TOZALASH USULLARINI  
TAKOMILLASHTIRISH**

*Annotatsiya.* Issiqlik elektr stansiyalarida (IES) hosil bo‘ladigan oqava suvlar tarkibida og‘ir metallar, neft mahsulotlari, qattiq muallaq zarrachalar, tuzlar hamda kimyoviy reagent qoldiqlari mavjud bo‘lib, ular atrof-muhit va suv havzalari uchun jiddiy xavf tug‘diradi. Mazkur tadqiqotda IES oqava suvlarini kimyoviy tozalashning samarali usullari o‘rganildi. Oqartirish, koagulyatsiya, flokulyatsiya va neytrallash jarayonlari tajriba asosida tahlil qilindi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, kompleks kimyoviy tozalash usuli og‘ir metall ionlarini 85–95% gacha, muallaq moddalarni 90% gacha kamaytirishga imkon beradi.

*Kalit so‘zlar:* issiqlik elektr stansiyasi, oqava suv, kimyoviy tozalash, koagulyatsiya, og‘ir metallar, ekologiya.

*Abdulkhayev T.D.*  
*Doctor of Chemical Sciences (DSc), Associate Professor*  
*Institute of Civil Protection*  
*Republic of Uzbekistan, Tashkent*

**IMPROVEMENT OF CHEMICAL TREATMENT METHODS FOR  
WASTEWATER GENERATED BY THERMAL POWER PLANTS**

*Abstract.* Wastewater generated at thermal power plants (TPPs) contains heavy metals, petroleum products, suspended solids, salts, and residues of chemical reagents, all of which pose serious threats to the environment and water bodies. This study investigates effective chemical treatment methods for TPP wastewater. The processes of oxidation (bleaching), coagulation, flocculation, and neutralization were analyzed experimentally. The results showed that a комплекс

*chemical treatment approach makes it possible to reduce heavy metal ions by 85–95% and suspended solids by up to 90%.*

**Keywords:** *thermal power plant, wastewater, chemical treatment, coagulation, heavy metals, ecology.*

**Kirish.** O‘zbekiston Respublikasida issiqlik elektr stansiyalaridan (IES) chiqadigan oqava suvlarni kimyoviy tozalash jarayoni yirik issiqlik elektr stansiyalari joylashgan hududlarda amalga oshiriladi. Bu jarayon odatda har bir IES tarkibidagi suv tayyorlash va oqava suvlarni tozalash inshootlarida olib boriladi. Issiqlik elektr stansiyalari elektr energiyasi ishlab chiqarishda keng qo‘llaniladigan asosiy manbalardan biridir. Biroq ishlab chiqarish jarayonida katta hajmda oqava suvlar hosil bo‘ladi. Ushbu oqava suvlar tarkibida quyidagi zararli moddalar mavjud [1]. Og‘ir metall ionlari ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ), sulfat va xlorid tuzlari, neft mahsulotlari, dispers zarrachalar, ishqoriy yoki kislotali reagent qoldiqlari. Agar bu suvlar yetarlicha tozalanmasa, suv ekotizimiga salbiy ta‘sir ko‘rsatadi. Shu sababli IES oqava suvlarini samarali kimyoviy tozalash dolzarb ekologik masalalardan biridir. Tadqiqotning maqsadi – IES oqava suvlarining kimyoviy tarkibini aniqlash va ularni samarali kimyoviy usullar yordamida tozalash texnologiyasini ishlab chiqish.

**Tadqiqot metodologiyasi.** Oqava suv namunalarini olish. IES sovutish tizimi va qozonxona chiqindi suvlaridan namunalar olindi. Namunalarda quyidagi ko‘rsatkichlar aniqlanadi:

pH muhiti, biokimyoviy kislorod sarfi (BKS), kimyoviy kislorod sarfi (KKS), og‘ir metall ionlari miqdori, dispers moddalar konsentratsiyasi [2].

Tozalash jarayonlari odatda mexanik tozalash, kimyoviy neytrallashtirish, koagulyatsiya va flokulyatsiya, cho‘ktirish va filtratsiya,

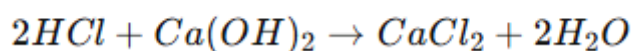
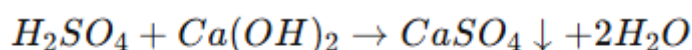
**Kimyoviy tozalash jarayonlari.**

**Neytrallashtirish jarayoni (pH ni me‘yorlashtirish).**

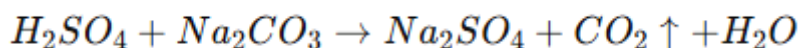
IES oqava suvlari ko‘pincha kislotali ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HCl}$  qoldiqlari) yoki ishqoriy ( $\text{NaOH}$ ) bo‘ladi. Neytrallashtirish orqali pH 6.5–8.5 oralig‘iga keltiriladi [3].

### **Kislotali suvlarni neytrallash**

#### **a) Ohak yordamida:**



#### **b) Soda yordamida:**

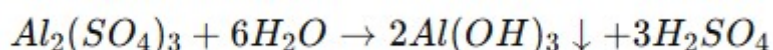


### **Koagulyatsiya.**

Koagulyant sifatida alyuminiy sulfat ( $Al_2(SO_4)_3$ ) qo'llanildi. U muallaq zarrachalarni birlashtirib cho'ktirishga yordam beradi [4].

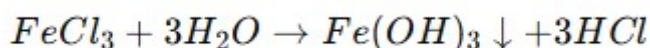
Koagulyant sifatida ko'pincha **alyuminiy sulfat** yoki **temir (III) xlorid** qo'llaniladi.

#### **Alyuminiy sulfat gidrolizi:**



Hosil bo'lgan  $Al(OH)_3$  kolloid zarrachalarni adsorbsiya qiladi va yirik floklarga aylantiradi.

#### **Temir (III) xlorid:**



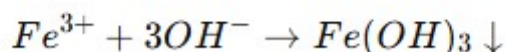
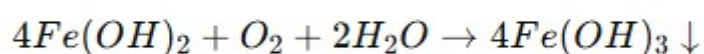
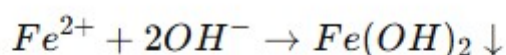
### **Flokulyatsiya.**

Polimer flokulyantlar (masalan, poliakrilamid) zarrachalarni birlashtirib yirik agregatlar hosil qiladi. Bu jarayon fizik-kimyoviy xarakterga ega bo'lib, asosan elektrostatik tortishish va adsorbsiya mexanizmlariga asoslanadi [5].

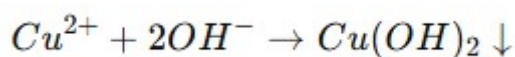
### **Og'ir metall ionlarini cho'ktirish.**

IES oqava suvlarida  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$  kabi ionlar uchraydi. Ishqoriy muhitda ular gidroksid shaklida cho'kadi.

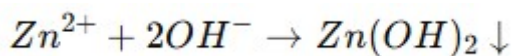
#### **Temir:**



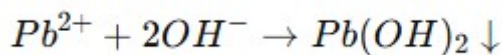
**Mis:**



**Rux:**

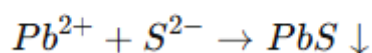
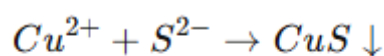


**Qo'rg'oshin:**



### **Sulfid yordamida cho'ktirish (chuqur tozalash)**

Ba'zi hollarda metall ionlarini yanada samarali ajratish uchun natriy sulfid ( $Na_2S$ ) ishlatiladi [7].



Sulfidlar gidroksidlarga nisbatan kam eruvchan bo'lib, tozalash samaradorligi yuqori bo'ladi.

### **Tadqiqot natijalari.**

Tadqiqot natijalari 1-jadvalda ko'rsatilgan.

#### ***1-jadval***

<b>Ko'rsatkich</b>	<b>Dastlabki miqdor</b>	<b>Tozalangandan so'ng</b>	<b>Samaradorlik (%)</b>
Muallaq moddalar	320 mg/l	28 mg/l	91%
$Fe^{2+}$ ionlari	4.5 mg/l	0.4 mg/l	91%
$Cu^{2+}$ ionlari	1.8 mg/l	0.1 mg/l	94%
KKS	280 mgO <sub>2</sub> /l	45 mgO <sub>2</sub> /l	84%

Natijalar shuni ko'rsatdiki, kompleks kimyoviy tozalash jarayoni yuqori samaradorlikka ega bo'lib IES oqava suvlaridagi zararli komponentlarni sezilarli darajada kamaytiradi. Ayniqsa:

- Koagulyatsiya va flokulyatsiya muallaq zarrachalarni samarali yo'q qiladi.
- Ishqoriy muhitda og'ir metallar gidroksid shaklida cho'kadi.
- Neytrallashtirish jarayoni suvning pH ko'rsatkichini me'yoriy darajaga keltiradi.

Biroq kimyoviy reagentlar sarfi iqtisodiy jihatdan optimallashtirilishi zarur. Kelajakda membranali texnologiyalar yoki ion-almashinish usullari bilan kombinatsiyalash samaradorlikni yanada oshirishi mumkin.

**Xulosa.** Ilmiy nuqtai nazardan qaraydigan bo'lsak- Metall gidroksidlarining cho'kishi termodinamik jihatdan barqaror ( $\Delta G < 0$ ). pH – asosiy boshqaruvchi parametr. Oksidlovchi moddalar yuqori standart potensialga ega. Harorat ortishi ba'zi cho'kish reaksiyalarining samaradorligini kamaytirishi mumkin.

Kompleks kimyoviy tozalash tizimi energiya va muvozanat nuqtai nazaridan optimallashtirilishi zarur. Issiqlik elektr stansiyalaridan chiqadigan oqava suvlarni kimyoviy tozalash ekologik xavfsizlikni ta'minlashda muhim ahamiyatga ega. Tadqiqot natijalariga ko'ra, Kompleks kimyoviy tozalash 85–95% samaradorlikka ega. Og'ir metall ionlari me'yoriy darajagacha kamaytirildi. Oqava suvlarni qayta foydalanish imkoniyati mavjud. Taklif etilayotgan texnologiya IESlarda ekologik talablarni bajarishda samarali yechim bo'lib xizmat qiladi.

#### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O'zbekiston Respublikasi Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish va iqlim o'zgarishi vazirligi. Oqava suvlarni tashlash me'yorlari va ekologik talablar. Toshkent, 2022.
2. O'zbekiston Respublikasi Qurilish vazirligi. KMK 2.04.03-97. Kanalizatsiya. Tashqi tarmoqlar va inshootlar. Toshkent, 2011.
3. Fei Y., Li Y., Han S., Ma J. Recent progress in removal of heavy metals from wastewater // *Water Research*. – Amsterdam: Elsevier, 2023. – Vol. 232. – Article 119737.
4. Xue W., Li X., Wang Q., et al. Advancements and sustainable strategies for the treatment and management of wastewaters from metallurgical industries: an overview // *Environmental Science and Pollution Research*. – Berlin: Springer, 2023. – Vol. 30. – pp. 30891–30915.
5. World Health Organization. *Guidelines for Drinking-water Quality*. 4th ed., Geneva, 2017.

6. United States Environmental Protection Agency. *Industrial Wastewater Treatment Technology Database*. Washington, DC, 2020.
7. International Water Association. *Coagulation and Flocculation in Water and Wastewater Treatment*. London, 2016.