

## **SANOAT OQOVA SUVLARIDAN OG'IR RANGLI METALLARNI AJRATIB OLISH USULLARI**

**Ibotov Bobur Odil o'g'li**

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti "Metallurgiya" kafedrası  
assistenti

**Ostonov Sharifjon Qoyir o'g'li**

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universitet "Metallurgiya" kafedrası  
assistenti

**Nasirova Nigora Ramazonovna**

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universitet "Metallurgiya" kafedrası  
assistenti

**Ergashev Hasanboy Zohidjon o'g'li**

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti "Metallurgiya" kafedrası  
talabasi

### **ANNOTATSIYA**

*Bugungi kunda texnika va texnologiyalarning yuqori darajada rivojlanishi metallar iste'moliga bo'lgan talabni ortishiga olib kelmoqda. Og'ir rangli metallarni ishlab chiqarishning uzluksiz o'sishi texnogen chiqindilarni iste'molini ko'payishiga olib keldi, bu nafaqat metallarni qo'shimcha ishlab chiqarish manbai, balki tayyor mahsulot tannarxini pasaytirish omili sifatida ham ko'rib chiqilmoqda. Qo'llaniladigan texnologiyalar chiqindilar, shlaklar, atrof muhitga zararli gazlar va changning atmosferaga chiqarilishi bilan metallning yuqori darajada qaytarib bo'lmaydigan yo'qotishlari bilan tavsiflanadi. Maqolada oqova suvlardan o'g'ir rangli metallarni ajratishning bir qancha zmonaviy usullari ko'rib chiqilgan.*

**Kalit so'zlar:** Biosorbsiya, mektit, zeolit, Magniy gidroksikarbonat, RNK, gidrometallurgiya, mis sulfati, cho'ktiruvchi reagent.

### **ABSTRACT**

*Today, the high level of development of techniques and technologies leads to an increase in the demand for the consumption of metals. The continuous increase in the production of heavy non-ferrous metals has led to an increase in the consumption of man-made waste, which is not only a source of additional production of metals, but also a factor in reducing the cost of finished products is also being considered. The technologies used are characterized by high irreversible losses of metal due to the emission of waste, slag, environmentally harmful gases and dust into the atmosphere. Several modern methods of separating heavy non-ferrous metals from wastewater are considered in the article.*

**Key words:** *Biosorption, mektite, zeolite, magnesium hydroxycarbonate, RNA, hydrometallurgy, copper sulfate, precipitation reagent*

## **KIRISH**

Tabiiy muhitni, shuningdek, tabiiy resurslarni muhofaza qilish XXI asrning birinchi o'n yilliklarida insoniyat oldida turgan eng katta muammoga aylandi. Sanoat, texnologiya va ilm - fanning kengayishi, shuningdek, butun dunyo bo'ylab inson aholisining o'sishi tabiiy muhitning holatiga va odatda kuzatiladigan iqlim o'zgarishlariga katta ta'sir ko'rsatadi [ 1-3 ] . Sanoat ishlab chiqarishining rivojlanishi tabiiy resurslarning tez qisqarishi bilan kuchli bog'liq. Bundan tashqari, sanoat ishlab chiqarish qattiq, suyuq va gazsimon chiqindilarning ko'payishi va ishlab chiqarilishiga olib keladi.

Barqaror rivojlanishning eng muhim elementlaridan biri bu jarayonning samaradorligini maksimal darajada oshirish va tabiiy resurslarning yo'qotilishini kamaytirishdir. Yuqorida aytib o'tilgan fikrga amal qilishning eng oson yo'li chiqindilarni qayta ishlashdir. Og'ir metallar odatda zichligi 5 dan oshadigan metallar hisoblanadi. Ushbu toifaga kiradigan elementlarning aksariyati suvda yaxshi eriydigan, zaharli toksik moddalar va kanserogen moddalardir. Ushbu metallarning kam miqdori juda zaharli bo'lganligi sababli, og'ir metallarni oqava suvlardan olib tashlash qat'iy qonunlar tufayli yaqinda katta qiziqish mavzusiga aylandi.

## **TADQIQOT QISMI**

Bugungi kunda sanoat chiqindi suvlarni metallardan tozalash tadqiqotlarida biosorbtsiya usulidan foydalanilmoqda. **Biosorbtsiya** usulida adsorbent sifatida ishlatiladigan materiallar Rumuniya Qora dengiz qirg'og'idan to'plangan suvo'tlarning besh turi: *Ulva rigida*, *Punctaria latifolia*, *Pyropia leucosticta*, *Callithamnion corymbosum* va *Cladophora. sericea*.

Suvo'tlar avval 120°C haroratda pechda quritildi va 500 mikron granulometriyaga qadar maydalangan. Diametri 500 mikrondan past bo'lgan zarracha fraktsiyasi ishlatilgan.

Keyingi protsedurada oqava suvdan og'ir metallarni olib tashlash uchun biosorbtsiya usuli qo'llanildi: 100 ml oqava suv Erlenmeyer kolbasiga kiritildi, unda har bir tortilgan sorbentdan 0,5 g alohida qo'shildi. Elektr aralashtirgich yordamida 400 aylanish tezligida 60 daqiqa davomida aralashtiriladi. Oqova suvlardan rux va qo'rg'oshinni yo'sinlar yordamida ajratish haqida ham izlanishlar olib borilgan [4].

Tabiiy va chiqindi suvlarni og‘ir metallardan tozalashning mavjud usullarini tahlil qilish istiqbolli usullardan biri sorbent sifatida tabiiy materiallardan foydalangan holda sorbsiya usuli ekanligini ko‘rsatdi.

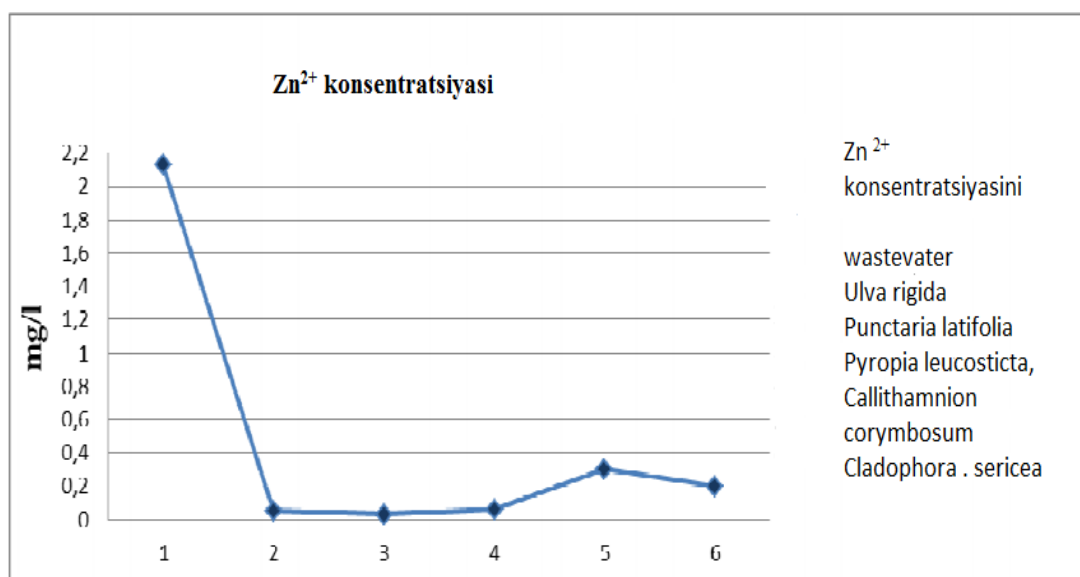
Suvo‘tlar avval 120°C haroratda pechda quritildi va 500 mikron granulometriyaga qadar maydalangan. Diametri 500 mikrondan past bo‘lgan zarracha fraktsiyasi ishlatilgan.

Keyingi protsedurada oqava suvdan og‘ir metallarni olib tashlash uchun biosorbtsiya usuli qo‘llanildi: 100 ml oqava suv Erlenmeyer kolbasiga kiritildi, unda har bir tortilgan sorbentdan 0,5 g alohida qo‘shildi. Elektr aralastirgich yordamida 400 aylanish tezligida 60 daqiqa davomida aralastiriladi.

**1-jadval.**

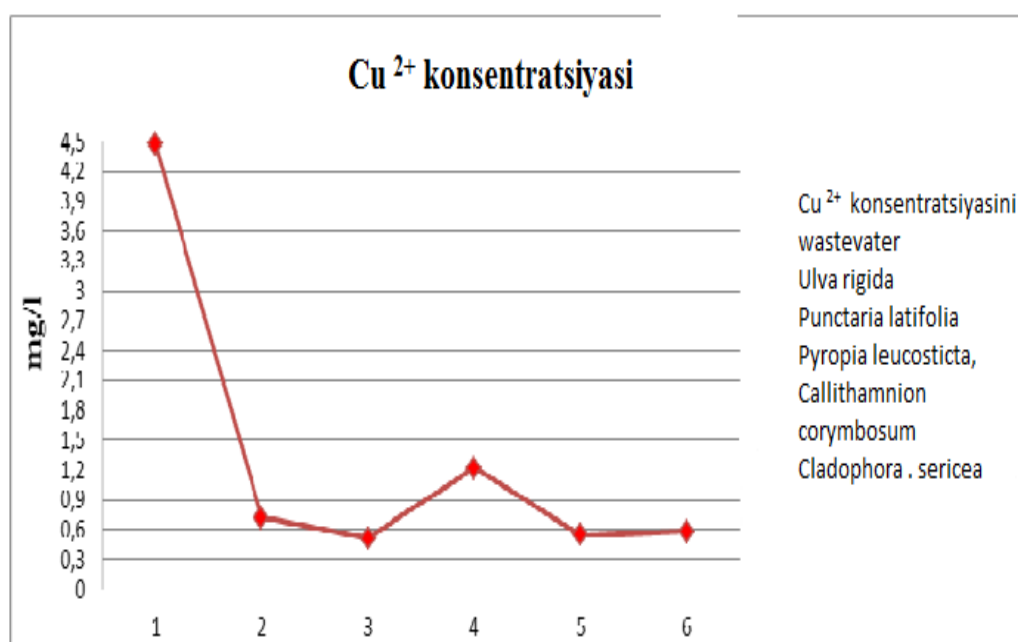
***Oqava suvlarda metallarning kontsentratsiyasi, suv o‘tlari qo‘shilishidan oldin va keyin me‘yorlar( NTPA-002, mg/l. (oqova suvlarni oqizish me‘yori)***

Metall ioni	Dastlabki oqava suvlar	NTPA 002	Ulva qattiq	Punctaria latifolia	Pyropia leucosticta	Callithamnion corymbosum	Kladofora xizmati
Zn <sup>2+</sup>	2.13	1.0	0,05	0,03	0,06	0.3	0.2
Cr <sup>3+</sup> va Cr <sup>6+</sup>	0,94	0.2	0.2	0,24	0.4	0,28	0,15
Cu <sup>2+</sup>	4.47	1.5	0,72	0,51	1.22	0,55	0,58
Fe <sup>2+</sup> va Fe <sup>3+</sup>	9.81	0,5	0,96	0,44	0,79	0,63	0,21



**1- chizma.  $Zn^{2+}$  konsentratsiyasini pasaytirishda suv o‘tlari bilan sorbsiyalash samaradorli.**

Rux asosidagi ifloslantiruvchi moddalarni olib tashlash uchun tahlil qilingan besh turdagi suv o‘tlarining biosorbsiya samaradorligi 97% dan, Cu-ifloslantiruvchi moddalar uchun esa 72% dan ortiq. Tahlillar natijalari shuni ko‘rsatdiki, oqava suvdan Cu va Zn ifloslantiruvchi moddalarni tozalashda eng samarali suvo‘t turlari *Punctaria latifolia*, Cr va Fe ifloslantiruvchi moddalarni olib tashlash uchun esa *Cladophora sericea* hisoblanadi [5].

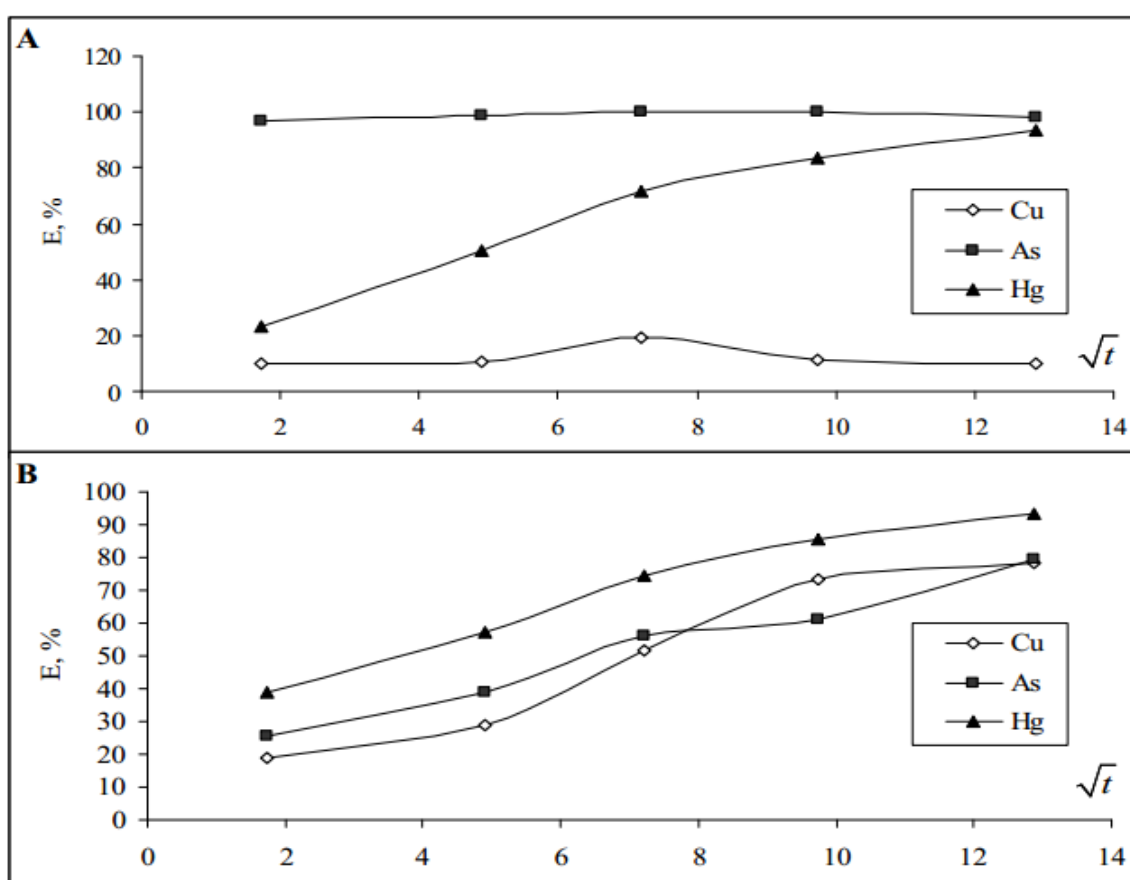


**2-chizma.  $Cu^{2+}$  konsentratsiyasini pasaytirishda suv o‘tlari bilan sorbsiyalash samaradorligi.**

Sanoat oqova suvlarini metall ionlaridan tozalashda tabiiy sorbent sifatida o‘simlik chiqindilaridan, shuningdek hayvon chiqindilaridan (sigir go‘ngi kuli) foydalansa bo‘ladi. Sigir go‘ngi kuli ekologik toza va arzon adsorbent hisoblanadi. Bu bioorganik chiqindilar bo‘lib, tarkibida 12,48% kaltsiy oksidi, 0,9% magniy oksidi, 0,312% kaltsiy sulfat, 20% alyuminiy oksidi, 20% temir oksidi va 61% kremniy oksidi mavjud. [6] . Maksimal foizli kremniyning mavjudligi uni metall ionlari uchun sezilarli darajada moslashishga imkon beradi. Sigir go‘ngini faollashtirilgan uglerod sifatida ishlatishning afzalligi nafaqat uning past iqtisodiy qiymati atrofida, balki undan kelib chiqadigan yomon hidning boshqa ekologik muammolarini ham to‘xtatishi mumkin [7].

Adsorbsiya jarayonida sarbent sifatida gillardan ham foydalansa bo‘ladi. Rossiyaning Seolit namunalari Sokirnitskoe konidan, Transkarpatiyadan va smektit gil namunalari Krasnoyarsk o‘lkasi Kamalinskoye konidan  $22\pm 1^{\circ}\text{C}$  da suvli eritmalaridan Hg, As va Cu ionlarini olib tashlash uchun tabiiy sorbentlar sifatida foydalanilgan. Bunda sorbsiya  $\text{pH}=2$  bo‘lgan sharoitda olib borildi.

Sorbsiya jarayonining kinetikasi belgilangan vaqt oralig‘ida namunalar olish, so‘ngra tanlangan namunalardagi simob, mis va mishyak ionlarining konsentratsiyasini tahlil qilish orqali aniqlandi. Mis konsentratsiyasi qanday o‘zgarishi 3-chizmalarda ko‘rsatilgan.



**3-chizma. Smektit gil (A) va zeolit (B) bilan sorbsiyalashda og‘ir metall ionlari konsentratsiyasini vaqtiga (soatdagi vaqt) bog‘liqligi.**

Tanlangan loy esa bu turdagi oqava suvlarni misdan tozalash uchun mos emas. Xususan, 1.9-chizmadan ko‘rinib turibdiki, 53 soatdan keyin eritmada misni olishning maksimal foizi hatto 20% ga ham yetmagan va uzoq vaqtdan keyin yana 10% ga tushib ketgan va 168 soat (79%)da maksimal darajaga etadi. Smektitli loy ham, zeolit ham simobni - 95% ga adsorbsiya qiladi. Tanlangan ikkita adsorbentning har birida mishyak turlicha adsorbsiyalanadi: gil 5 soatdan so‘ng namunaviy

eritmadan mishyakni deyarli to'liq ( 97% ga) chiqaradi, mishyakni seolit tomonidan olib tashlanishi asta-sekinlik bilan davom etadi

Ursk tipidagi drenaj suvlarini misdan tozalash uchun zeolitdan foydalanish oqilona ekanligi tajribada o'z aksini topdi [8].

Adsorbsion jarayonlar og'ir metallarni olib tashlash uchun oqava suvlarni tozalashda keng qo'llaniladi. Eng ko'p ishlatiladigan adsorbent faollashtirilgan uglerod bo'lib, eng yaxshi natijalarni beradi, lekin uning yuqori narxi uni ishlatishni cheklaydi. Shu bilan birga yuqori ishlab chiqarish va qayta tiklashning narxiga ega. Past navdagi adsorbentlarga Qishloq xo'jaligi chiqindilari (chiqindilar guruch qobig'idan bug'doy qobig'i, tuxum qobig'i, hindiston yong'og'i qobig'i, palma mevalari, qo'ziqorin qobig'i, yer yong'og'i qobig'i, meva po'stlog'i, bioko'mir) va sanoat chiqindilari kiradi. Qishloq xo'jaligi chiqindilari lignin, tsellyuloza, uglevodorodlar, shakar, suv va kraxmaldan iborat bo'ladi. Bu chiqindilarni to'g'ridan-to'g'ri ishlatish mumkin, ular avval yuviladi va tuproqqa solinadi. Keyin ular adsorbsion sinovlar uchun ishlatiladigan kerakli zarracha hajmini olish uchun elakdan o'tkaziladi. [9] Sanoat oqova suvlaridan metallarni ajratishning elektrokinetik usulidan ham keng qo'llanilyapti. Eritmalardan  $Cu^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$  va  $Pb^{2+}$  kabi og'ir metall ionlarini temir metalli bilan eritmadan qaytarilish usuli orqali olib tashlash mumkin. Biroq, bu usul qimmatbaho temir resursini isrof qiladi va shuning uchun sanoat miqyosini amalga oshirish qiyin.

Kimyoviy cho'ktirish - og'ir metallarning oqava suvlarini tozalash uchun samarali va oddiy texnologiya. An'anaga ko'ra, ammiak, ohak, natriy gidroksid, natriy karbonat va natriy sulfidi kabi kuchli ishqoriy reagentlar oqava suvning pH darajasini oshirish uchun ishlatiladi. Bunda eruvchan og'ir metallar ionlari erimaydigan gidroksid, karbonat yoki sulfid birikmalariga aylanadi va ishqoriy muhitda cho'kadi. Shunga qaramay, an'anaviy reagentlarning bir nechta kamchiliklari bor: [10] og'ir metall ionlarining ko'p qismi kislotali eritmada mavjud va kislotali eritmadagi sulfidli reagentlar zaharli vodorod sulfid gazini hosil qilishi mumkin, bu esa inson salomatligi va atrof-muhitga zararli ta'sir ko'rsatadi [60].

Hosil bo'lgan og'ir metallning sulfidi kichik zarracha hajmi tufayli filtrlash qiyin; [11] mis va xrom kabi amfoter metallarning erimaydigan gidroksidi suvda eruvchan koordinata hosil qiladi. Past navli magnezit (Yingkou shahridan yig'ilgan) dan olingan sintetik magniy gidroksikarbonatni cho'ktiruvchi sifatida qo'llash yuqoridagi kamchiliklarni bartaraf etadi.

2-jadval

**Past darajadagi magnezitning kimyoviy tarkibi (massa ulushi,%)**

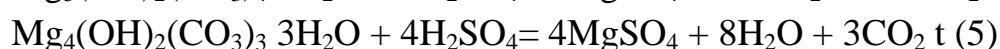
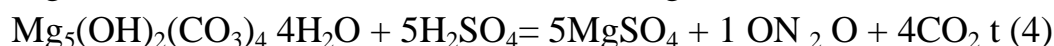
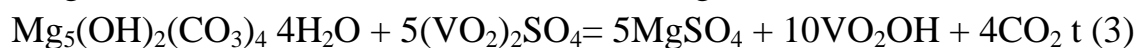
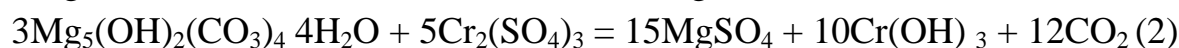
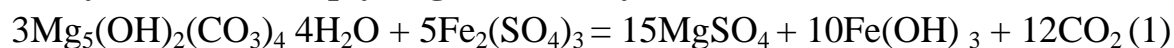
MgO	CaO	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>
21.95	30.42	0.435	0.219	0.194	0.142	0.069	0.025	0.017

3-jadval

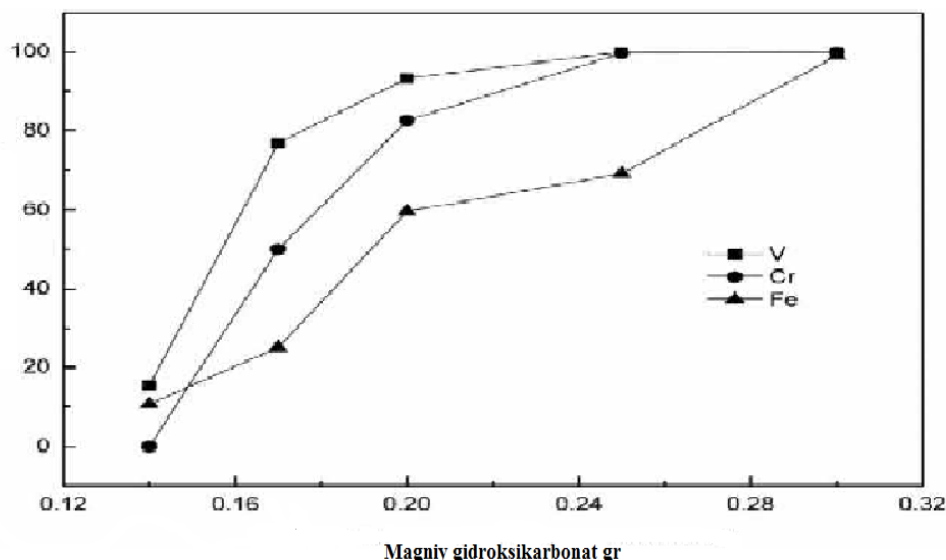
**Metall eritish zavodida ishlab chiqarilgan og‘ir metalli oqava suvlarining kimyoviy tarkibi ( g/l)**

VO <sub>2</sub> <sup>+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	TiO <sup>2+</sup>
0,21	0,04	1,04	0,21	0,01

**Jarayon davomida quyidagicha reaksiyalar boradi:**



Og‘ir metall oqava suvlarini magniy gidroksi karbonat bilan tozalash oqava suvlarda VO<sub>2</sub><sup>+</sup>, Cr<sup>3+</sup> va Fe<sup>3+</sup> konsentratsiyasini kamaytirishda muvaffaqiyatli bo‘ldi.



**4-chizma. Magniy gidroksikarbonat qo‘shilishining og‘ir metallarni olib tashlash samaradorligiga ta‘siri.**

Neytrallashtirish Chizma Magniy gidroksikarbonat qo‘shilishining og‘ir metallarni olib tashlash samaradorligiga ta‘siri

Neytrallash reaksiyalari 20 daqiqa ichida to'liq davom etdi, magniy gidroksikarbonatning dozasi 50 ml oqava suv uchun 0,30 g ni tashkil etdi. Bu vaqtda yakuniy pH qiymati 7,1, qoldiq  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$  va  $\text{Fe}^{3+}$  konsentratsiyalari mos ravishda 0,01, 0,05 va 1,12 mg/l ni tashkil etdi, bu esa Xitoy tomonidan belgilangan konsentratsiya chegarasiga to'g'ri keldi. [12]

Oqova suvlardan og'ir rangli metallarni ajratishda elektrokimyoviy usullarda ham qayta ishlash tadqiqotlari olib borilmoqda. [13]

RNK (nefelin koagulyant eritmasi) deb ataladigan nefelin va mineral kislotadan olingan reaktivlar turli sanoat korxonalarida sinovdan o'tkazildi. RNKdan foydalanish samaradorligi sanoat koagulyantlarini (temir xlorid, alyuminiy sulfat va boshqalar) sintetik flokulyantlar (poliakrilamid va boshqalar) bilan birgalikda qo'llashdan past samaradorlikka ega emasligi aniqlandi.

"Severonickel" OAJ (Monchegorsk) mis-nikel zavodida ohaktoshlashdan keyin umumiy zavod va sexning oqava suvlari tarkibida to'xtatilgan qattiq moddalar (Cu, Ni, Co gidroksidlari va boshqalar) mavjud. Bu metallarning suvda eruvchan tuzlari, shuningdek, NaCl,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{Ca}_5(\text{SO}_4)_6$  konsentratsiyasi 0,2 dan 150 g/l gacha.

4-jadval.

**"Severonickel" OAJ mis-nikel zavodining oqava suvlarini RNK bilan tozalash natijalari.**

Ko'rsatkich	Chiqindi suvlari		Cho'kma
	tozalashdan oldin	tozalashdan keyin	
<b>eritish zavodi</b>			
pH	9.29	8.2-8.5	
Tarkibi, mg/l: tuzlar	2200	-	-
Ni	8.36	0,05	0.4
Co	0,22	0,08	0,01
Cu	6.6	yangilanmaydi	~1,0
<b>Misni qayta ishlash zavodi</b>			
pH	8.08	7.7-8.6	
Tarkibi, mg/l: tuzlar	1200	-	-
Ni	13.92	0,02	~1,0
Co	0,12	0,02	0,01
Cu	2.76	yangilanmaydi	0,5
<b>Nikel elektroliz sexi</b>			
pH	8.4	8,5-8,8	



Tarkibi, mg/l: tuzlar	51200	-	-
Ni	10.24	0,23	~1,0
Co	5.00	yangilanmaydi	0,01
Cu	5.12	0,05	0,5
Umumiy zavod oqova suv			
pH	6.33	9.0	
Tarkibi, mg/l: Ni	15.40	0,08	3.48
Co	1.32	0,05	0,09
Cu	0,44	0,02	0,30

**Eslatma:** 1. Cho'kindining tarkibi og'irlik bo'yicha % bilan berilgan.

Sanitariya me'yorlari MPC Ni va Co - 0,1 mg/l, Cu - 1,0 mg/l.

Ushbu pulpani RNK bilan katta silika-alyuminiy jellarning faol ajralishiga, to'xtatilgan zarrachalarning tutilishiga va Cu, Ni va Co kuchli metall-silikat komplekslariga aylanadi. Ular 3-5 daqiqa ichida ta'sirlashadi va tizimdan osongina cho'kadi. Shu bilan birga, suv butunlay tiniqlashadi va rangi o'zgaradi. Jadvalda keltirilgan.

Umumiy zavod va oqava suvlarini RNK bilan tozalash bo'yicha tajriba sinovlari ma'lumotlari shuni ko'rsatadiki, tozalashdan so'ng ushbu oqova suvlardagi aralashmalar tarkibi MPC ga mos keladi.

Cho'kindilardagi metallarni olish darajasi 90-95% ni tashkil qiladi. Cho'kindilardagi nikel va misning miqdori 1-3,5% ga etdi. Bu metallar ruda konining bir qismi sifatida eritish uchun yuborilishi mumkin [14].

### **XULOSA**

Sanoat oqova suvlarini qayta ishlashda sorbsiyadan keng ko'lamda foydalaniladi. Jarayonda sorbent sifatida tabiiy o'simlik va hayvon qoldiqlaridan olish iqtisodiy jihatdan samaraliroqdir. Bunda oqova suv tarkibidagi metallar(Cu, Zn, Ni, Co)ni 96-98 % ajratib olinmoqda. Oqova suvlarni sun'iy magniy gidrokarbonat bilan qayta ishlaganda MgHCO<sub>3</sub> konsentratsiyasi oshishi bilan Fe, V, Cr metallarni oqova suvdagi konsentratsiyasi kamayadi.

### **REFERENCES**

1. Fan, Y.; Wu, S.; Lu, Y.; Zhao, Y. Study on the Effect of the Environmental Protection Industry and Investment for the National Economy: An Input-Output Perspective. *J. Clean. Prod.* **2019**, 227, 1093–1106. [[CrossRef](#)]

2. Kavanagh, J. Environmental Protection and Waste Minimization: A Case Study. *J. Clean. Prod.* **1994**, 2, 91–94. [[CrossRef](#)]
3. Fugiel, A.; Burchart-Korol, D.; Czaplicka-Kolarz, K.; Smoliński, A. Environmental Impact and Damage Categories Caused by Air Pollution Emissions from Mining and Quarrying Sectors of European Countries. *J. Clean. Prod.* **2017**, 143, 159–168. [[CrossRef](#)]
4. D.B. Kholikulov, A.R. Aripov, N.B. Khujakulov, A.B. Buronov, A.B. Azimova “Extraction of metals by using ozone from residue solutions of metallurgical production” Navoiy, 2019.
5. Юсупова А.И. Очистка сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов, сорбентами и экстрактами из таннинсодержащих отходов. 03.02.08. - Экология (в химии и нефтехимии). Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Казань, КНИТУ, 2015. –С.165. 54. Клименко Т.В. Очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов // Современные научные исследования и инновации. –2013. - №11. –С. 17-23.
6. Петухова Ю.Н., Ильина С.И. Фурсенко А.В., Носырев М.А. Очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов с помощью сорбентов // Евразийский Союз Ученых. 2019. №7 (64). С. 51-54. doi: 10.31618/ESU.2413-9335.2019.6.64.254.
7. <https://ovteh.ru/blog/hlorirovanie-pitevoj-vody-sposoby-i-metody-ochistki-norma-hlora-v-sisteme-vodosnabzheniya-i-stanciyah-vodopodgotovki>  
57.<http://viril.ru/clients/ob-ozone/>
8. <http://ekobalans.ru/investigations/ozon-o3#:~:text=Озон%20%20один%20из%20основных,кашель%2C%20легочные%20заболевания%20и%20др>
9. <http://poolmasters.ru/index.php/stati/ob-oborudovanii/107-ozon-obshchie-svedeniya#:~:text=Физические%20свойства.%20Молекулярный%20вес%20%3D,содержании%20в%20воздухе%2015—20%25%20озона>
10. <https://cleanwater-e.ru/index399.php>
11. Л.О. Штриплинг, Ф.П. Туренко [Основы очистки сточных вод и переработки твердых отходов](#) Учебное пособие – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2005. – 192 с.
12. Qu, D. et al. Experimental study of arsenic removal by direct contact membrane distillation. *J. Hazard. Mater.* 163, 874–879 (2009)
13. Makarova M.A., Abrosimova N.A., Rybkina E.O., Fiaizullina R.V., Nikolaeva I.Yu. Experimental investigation of sorption of microelements from

---

drainage zeolite and clay // SGEM2017 Conference Proceedings. Bulgaria, 2017. In the press.

14. Chen, Q. Y., Luo, Z., Hills, C., Xue, G. & Tyrer, M. 2009 Precipitation of heavy metals from wastewater using simulated flue gas: sequent additions of fly ash, lime and carbon dioxide. Water Research 43, 2605–2614.