

UO‘K: 66.974.434

 10.5281/zenodo.13364240

## XLORLANGAN KUYINDILARNI PERKOLYATSION KISLOTALI TANLAB ERITISH PARAMETRLARINI O‘RGANISH



**Xasanov Abdurashid  
Saliyevich**

“Olmaliq KMK” AJ bosh  
muhandisining ilm-fan bo‘yicha  
o‘rinbosari t.f.d., prof.,  
Olmaliq, O‘zbekiston  
E-mail: [abdurashidsoli@mail.ru](mailto:abdurashidsoli@mail.ru)  
ORCID ID: 0009-0001-0610-2177



**Voxidov Baxriddin  
Raxmiddinovich**

Navoiy davlat konchilik va  
texnologiyalar universiteti  
Metallurgiya kafedrasi mudiri, DSc,  
dotsent, Navoiy, O‘zbekiston,  
E-mail: [golf..87@mail.ru](mailto:golf..87@mail.ru)  
ORCID ID: 0009-0001-4373-5731



**Ostonov Sharif Qoyir  
o‘g‘li**

Assistent, Navoiy davlat konchilik  
va texnologiyalar universiteti,  
Navoiy, O‘zbekiston,  
E-mail:  
[sharifjonostonov@gmail.com](mailto:sharifjonostonov@gmail.com)  
ORCID ID: 0009-0008-5158-6036



**Abdullayev Zafarbek  
Otamurod o‘g‘li**

Assistent, Navoiy davlat konchilik  
va texnologiyalar universiteti,  
Navoiy, O‘zbekiston  
E-mail:  
[zafarbekotamurodovich@gmail.com](mailto:zafarbekotamurodovich@gmail.com)  
ORCID ID: 0009-0006-3595-6880

**Annotatsiya.** *Texnika va texnologiyalarning rivojlanishi insoniyatning rangli metallarga bo‘lgan ehtiyojlarining ortishiga ham sabab bo‘lmoqda. So‘ngi yillarda butun dunyoda qolaversa respublikamizda ham qimmatbaho metallarni ajratib olish bir necha barobar oshdi. Bu esa, texnologik eritmalar va chiqindilardan og‘ir, nodir va noyob metallarni maqbul texnologiyalar asosida ajratib olishni taqazo etadi. Maqolada pirit kuyindilaridan metallarni perkolyatsiya usuli orqali sulfat va xlorid kislotalar eritmaları ta‘sirida tanlab eritish, perkolyatsiya tezligi va unga ta‘sir qiluvchi omillar hamda tanlab eritishni turli xil rejimlarda olib borish parametrlari o‘rganilgan. Tadqiqotda asosan mis, rux, oltin, kumush ajratib olishga e‘tibor qaratilgan.*

**Kalit so‘zlar:** *xlorli kuydirish, ajralish darajasi, pirit, perkolyatsion tanlab eritish, perkolyator, eritma, kek.*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СЕЛЕКТИВНОГО РАСТВОРЕНИЯ ХЛОРИРОВАННОЙ ОГАРКИ ПЕРКОЛЯЦИОННОЙ КИСЛОТОЙ

**Хасанов Абдурашид  
Салиевич**

д.т.н., проф., заместитель  
главного инженера АО  
«Алмалыкский ГМК»  
Алмалык, Узбекистан

**Вохидов Бахриддин  
Рахмиддинович**

заведующий кафедрой  
металлургии Навоийского  
государственного  
горнотехнологического  
университета, доктор  
технических наук, доцент,  
Навои, Узбекистан

**Оstonov Шарифжон  
Койир угли**

Ассистент, Навоийский  
государственный горно-  
технологический университет,  
Навои, Узбекистан

**Абдуллаев Зафарбек  
Отамурод угли**

Ассистент, Навоийский  
государственный горно-  
технологический университет,  
Навои, Узбекистан

**Аннотация.** *Развитие техники и технологий также вызывает рост потребностей человечества в цветных металлах. За последние годы добыча драгоценных металлов во всем мире и в нашей республике увеличилась в несколько раз. Это требует извлечения тяжелых, благородных и редких металлов из техно-*

логических растворов и отходов на основе оптимальных технологий. В статье рассмотрены параметры селективного выщелачивания металлов из пиритного огарка методом перколяции с применением растворов серной и соляной кислот, скорость перколяции и факторы, влияющие на нее, а также различные режимы селективного выщелачивания. Основное внимание в исследовании уделялось извлечению меди, цинка, золота, и серебра.

**Ключевые слова:** хлорирующий обжиг, степень извлечения, пирит, перколяционное выщелачивание, перколятор, раствор, кек.

## STUDY OF THE PARAMETERS OF PERCOLATING ACID SELECTIVE DISSOLUTION OF CHLORINATED BURNS

**Khasanov Abdurashid  
Salievich**

Doctor of Technical Sciences,  
Professor, Deputy Chief Engineer  
of Almalyk MMC JSC  
Almalyk, Uzbekistan

**Vokhidov Bakhriddin  
Rakhmiddinovich**

Head of the Department of  
Metallurgy, Navoi State Mining and  
Technology University, Doctor of  
Technical Sciences, Associate  
Professor, Navoi, Uzbekistan

**Ostonov Sharif Qoyir  
ugli**

Assistant, Navoi State Mining and  
Technological University, Navoi,  
Uzbekistan

**Abdullayev Zafarbek  
Otamurod ugli**

Assistant, Navoi State Mining and  
Technological University, Navoi,  
Uzbekistan

**Abstract.** The development of technology and technology also causes an increase in humanity's needs for non-ferrous metals. In recent years, the production of precious metals throughout the world and in our republic has increased several times. This requires the extraction of heavy, noble and rare metals from process solutions and waste based on optimal technologies. The article discusses the parameters of selective leaching of metals from pyrite cinder by the percolation method using solutions of sulfuric and hydrochloric acids, the rate of percolation and the factors influencing it, as well as various modes of selective leaching. The study focused on the recovery of copper, zinc, gold, and silver.

**Keywords:** chlorinating roasting, degree of extraction, pyrite, percolation leaching, percolator, solution, cake.

**Kirish.** Qimmatbaho metallarni ishlab chiqarishning uzluksiz o'sishi texnogen chiqindilarni hosil bo'lishi ko'payishiga va ularni qayta ishlash zaruratini keltirib chiqardi [1]. Pirit xom ashyosi tarkibidan nodir metallarni sulfid va sulfat kislotalarida tanlab eritib ajratib olishning vaqtga bog'liqligi o'rganildi. Isoat vaqt ichida metallarning maksimal ajralishi aniqlandi. Ammo erish darajasi (Au-53%, Ag-40%) usulni sanoatda qo'llash uchun yetarli emas [2]. Texnogen chiqindilar tarkibidan mis va ruxni ajratib olishda ammiak va ammoniy tuzlarini qo'llab, rux deyarli to'liq, mis esa

84,9% yetadi [3].

Pirit kuyindilarini perkolyatsion tanlab eritish bir qator zavodlarda qo'llaniladi, chunki mis va boshqa olinadigan komponentlar kam bo'lgan materiallarga qo'llanilganda bu usul bir qator afzalliklarga ega [4,5]. Qimmatbaho metallarni ajratishda avtoklavda tanlab eritish jarayonini qo'lanilsa ham bo'ladi ammo zavod sharoitida bu usul iqtisodiy samara bermaydi [6]. Perkolyatsion tanlab eritish bilan: a) mis va boshqa tarkibiy qismlarga ko'proq konsentrlangan eritmalar olish mumkin; b) qattiq moddani suyuqlikdan ajratish ancha soddalash-

tirilgan, chunki bu jarayon tanlab eritish jarayoni bilan birlashtiriladi. Quyidagi o'lchamga ega bo'lgan materiallar tanlab eritildi:

Bu ishda perkolyatsion tanlab eritishni sinab ko'rish zarurati hozirgi vaqtda sulfat kislota zavodlarida asosan mayda maydalangan flotatsion pirit konsentratini qayta ishlayotganligi bilan bog'liq va bunday materialni perkolatsiya yo'li bilan tanlab eritish imkoniyati noma'lum va tekshirilishi kerak edi. Tanlab eritish tajribalari diametri 70 mm va balandligi 1 metr bo'lgan shisha perkolyatorda o'tkazildi. pastki qismi shisha filtrli mato bilan qoplangan pleksiglasdan yasalgan teshikli disk edi.

**Adabiyot tahlili va metodlar.** Xlorli kuyindini perkolyatorga yuklashdan oldin u kuyindi og'irligining 7% miqdorida suv bilan namlangan bo'lishi kerak. Eritmaning

oqim tezligi uchun kuyindini to'g'ri namlash katta ahamiyatga ega va keyingi ishlarda kuyindini namlash uchun optimal suv miqdorini belgilash kerak. Perkolyatoridagi kuyindili yukning balandligi 46 dan 97 sm gacha o'zgardi. Perkolyator pastdan kislotali eritma bilan to'ldirilgan. Perkolyatorni to'ldirgandan so'ng, eritma yuqoridan berila boshlandi. Tanlab eritishda perkolyatorga oldindan qizdirilgan eritma berildi. Xlorli kuyindi kislotali eritma bilan tanlab eritildi. Eritma tarkibi quyidagicha: HCl:H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2:1 konsentratsiyasi nisbati bilan xlorid va sulfat kislotalarning kuchsiz 2-3% li eritmasida. Tanlab eritish amalga oshirilgandan keyin, shundan so'ng yuk xlorli suv yoki xlor gazi bilan ishlov berildi, so'ngra xlorli suv bilan tanlab eritildi. Ba'zi tajribalarda, kislotali tanlab eritish va tanlab eritishdan so'ng, tahlil qilish uchun kek namunasini olish

1-jadval

**Kuyindi tarkibidagi zarrachalar o'lchami**

<b>O'lchami, mm</b>	6,6	3,32	1,8	0,5	0,3	0,175	0,104	+0,074	-0,074
<b>Miqdori, %</b>	4,42	4,64	3,4	14,11	6,42	6,08	24,62	13,42	22,69

2-jadval

**Xlorli kuyindini kislotali eritma bilan perkolyatsion tanlab eritish**

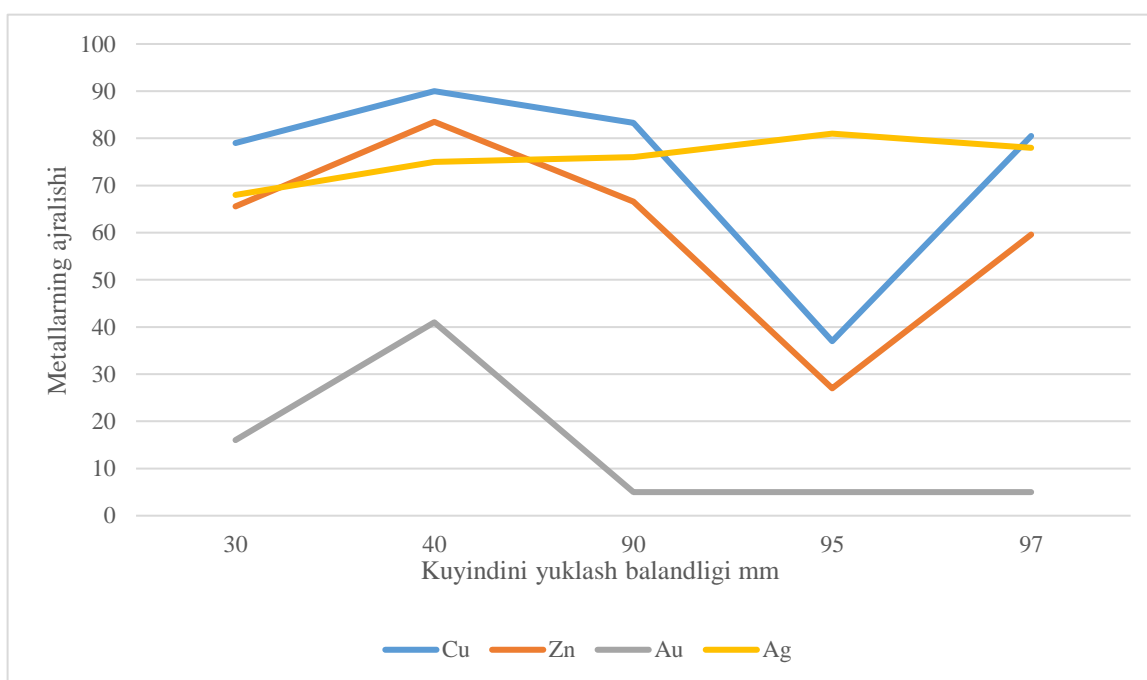
№	Kuyindi namunasi Og'irligi, kg	Tanlab eritish vaqti, soat	Eritma		Tanlab eritish harorati, t°	Aylanish tezligi, l/m <sup>2</sup> /soat	Kek tarkibi, %					
			Hajmi, ml	S:Q			Mis	Rux	Summiy	SSO <sub>4</sub>	Oltin r/r	Kumush r/r
1	3,19	5s	1420	0,44:1	Xona t°	230	0,033	0,084	-	-	1,2	4,0
2	4,5	5s 25m	7286	1,61:1	50-31 C <sup>0</sup>	355	0,20	0,24	0,59	-	1,2	3,2
3	2,17	2s 10m	4006	1,85:1	42 C <sup>0</sup>	721	0,06	0,11	0,44	0,40	1,0	2,8
4	5,0	9s	6365	1,03:1	37 C <sup>0</sup>	162	0,08	0,24	0,41	0,22	2,0	4,8
5	3,59	5s 30m	3300	0,91:1	35-25 C <sup>0</sup>	161	0,06	0,17	0,21	0,17	1,2	3,2

uchun chiqindilar perkolatoridan tushirildi, shundan so'ng xlorlash uchun nam chiqindilar yana yuklandi. Boshqa tajribalarda kislotali eritishdan keyin kek namunasini olish amalga oshirilmadi.

Izoh: 2-tajribada perkolyatorga kirivchi eritma 50 C<sup>0</sup> perkolyatoridan chiquvchi eritma 31 C<sup>0</sup>, 3-tajribada perkolyatoridan

eritmaning haroratiga bog'liq. Ko'rinib turibdiki, oqim tezligi xlorli kuydirish sharoitlariga ham bog'liq.

Mis va ruxning kuyindidan eritmaga o'tishi yuqori tezlikda sodir bo'lganligi sababli, tanlab eritish muddati asosan eritmaning yuklangan mahsulot orqali o'tish tezligi bilan belgilanadi. Boshqacha qilib



**1-rasm. Metallar ajralishining perkolyatoridagi xlorli kuyindi balandligiga bog'liqligi.**

chiquvchi eritma 42 C<sup>0</sup>, 4-tajribada perkolyatorga kirivchi eritma 37 C<sup>0</sup>, 5-tajribada perkolyatorga kirivchi eritma 35 C<sup>0</sup> perkolyatoridan chiquvchi eritma 25 C<sup>0</sup>.

Perkolyatsion tanlab eritish tajribalari shuni ko'rsatdiki, kuyindi tarkibida 0,157 mm dan kichikroq fraktsiyaning 70-72% bo'lishiga qaramay, eritmaning 90-97 sm balandlikdagi yuk orqali oqishi qoniqarli tezlikda - 160 l/m<sup>2</sup>/soatda sodir bo'ladi va eritma harorati 37-25°.

Olingan va jadvalga joylashtirilgan eksperimental ma'lumotlarga ko'ra, eritmaning yuk (kuyindi) orqali oqish tezligi perkolyatoridagi yukning balandligiga va

aytganda, tanlab eritish muddati oxirgi qismlarda mis va ruxning konsentratsiyasi past bo'lishi uchun yetarli hajmdagi eritmaning yukdan o'tishi uchun zarur bo'lgan vaqt bilan belgilanadi.

Masalan, 3-tajribada eritmaning yuqori aylanish tezligi 721 l/m<sup>2</sup>/soat bo'lganligi, yuklanish balandligining pastligi va eritma haroratining ko'tarilganligi tufayli tanlab eritish va yuvish 2 soat 10 m ichida yakunlandi. 4-tajribada eritmaning aylanish tezligi past bo'lganligi sababli tanlab eritish muddati uzoqroq bo'ldi. Temir keki tarkibidagi mis va rux miqdori bo'yicha perkolyatsion tanlab eritish natijalari



aralash tirish orqali tanlab eritish bilan olingan natijalardan kam emas, bu tanlab eritish va yuvish jarayonida eritmaning shixtada taqsimlanishining yetarli darajada bir xilligini ko'rsatadi. Agitatsion yuvish tajribalarida bo'lgani kabi, kumush asosan kislotaga bilan yuvish jarayonida eritmaga o'tdi. Perkolyatsion tanlab eritishdan keyingi eritmalarning tarkibi quyidagi ma'lumotlar bilan tasvirlangan. 0,91:1 tanlab eritish paytida umumiy S:Q nisbati va dastlabki eritmadagi kislotaga konsentratsiyasi bilan - HCl - 10,1 g/l; H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> - 4,9 g/l. Eritmalarning alohida qismlari g/l da quyidagi tarkibga ega edi.

edi.

**Natijalar va muhokama.** Ushbu tajribalar uchun oldingi tanlab eritish tajribalaridan temir kek ishlatilgan, chunki bu tajribalar uchun boshlang'ich materialning to'liq mosligini ta'minladi. 2 dan 5 kg gacha bo'lgan turli xil kek namunalari 7% suv bilan namlangan va perkolyatorga yuklangan.

Perkolyator pastdan suv bilan to'ldirilgan. To'ldirgandan so'ng, eritma yuqoridan yetkazib berildi. Bu tajribalar natijalari 3-jadvalda keltirilgan.

Olingan ma'lumotlarga ko'ra, yuklash balandligi oshishi bilan aylanish tezligi

3-jadval

**Eritma tarkibidagi komponentlar miqdori**

№	Umumiy hajmdan, %	Mis, g/l	Rux, g/l	Kislotaga (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> bo'yicha hisoblangan), g/l	Umumiy temir, g/l	Temir, g/l	Xlor, g/l
1	7	0,09	0,32	13,04	0,91	0,4	5,67
2	15	2,06	2,11	5,85	1,99	0,92	21,22
3	19	5,78	5,26	4,25	3,46	0,96	52,9
4	13	8,35	4,73	3,19	3,5	0,81	85,4
5	19	4,27	4,1	2,66	3,5	0,8	69,3
6	27	1,00	0,9	14,5	1,07	0,3	16,8

Barcha perkolyatsion tanlab eritish tajribalarida eritmalarning birinchi qismlari har doim mis va ruxda kambag'al edi.

Kislotaga iste'moli, ya'ni uni tanlab eritish jarayonida neytrallashtirish, xlorli kuyindining tarkibiga qarab o'zgarib turadi va taxminan 10-17 kg/t xlorli kuyindiga nisbatan tashkil etdi.

Yuklangan mahsulot orqali eritma oqimining tezligi va unga bog'liq bo'lgan tanlab eritish muddati jarayonning juda muhim ko'rsatkichlari bo'lganligi sababli, uskunaning ishlashini aniqlash uchun tajribalar o'tkazildi, uning maqsadi eritmaning aylanish tezligiga perkolyatordagi yukning balandligi bog'liqligini aniqlash

pasayadi. Biroq, aylanish tezligining o'zgarishi yuklash balandligining pasayishi yoki o'sishiga mutanosib emas. 64,5-45 sm past yuklash balandliklarida aylanish tezligining nisbiy o'sishi yuklash balandligining pasayishiga qaraganda kamroq bo'ladi. Boshqacha qilib aytganda, yuklash balandligi va aylanish tezligi o'rtasida quyidagi munosabatlar mavjud.

$$\frac{v_2}{v_1} = \left(\frac{h_1}{h_2}\right)^x, \quad (1)$$

Bunda:  $x \pm 0,205$

$v_1$  va  $v_2$  – aralash tirish tezligi

$h_1$  va  $h_2$  – yuklash balandligi.

Yuklash balandligi oshgani sayin 64,5 dan 76 sm gacha yuklanish balandligidan

o'tishda yuklanish balandliklari nisbati ko'rsatkichi ortadi. Eritmaning aylanma tezligi va yuklanish balandligi nisbati uchun quyidagi ifoda to'g'ri keladi.

$$\frac{v_2}{v_1} = \left(\frac{h_1}{h_2}\right)^{1,103} \quad (2)$$

Yuklash balandligi 76 dan 94 sm gacha ko'tarilganda, yuklash balandligi nisbati ko'rsatkichi 1,33 ga oshadi.

Bu tajribalar natijalari 4-jadvalda ko'rsatilgan.

(7%) va perkolatorga yuklangan. Yuklash balandligi 78 sm. Yuklangan mahsulotni isitish uchun perkolyatorga issiq suv berildi. Isitishni tezlashtirish uchun yuqoridan beriladigan issiq suvning aylanishi vakuum nasos yordamida uni perkolyatorning pastki qismidan so'rish orqali amalga oshirildi. 400 mm Hg vakuumda. 67° haroratli suvning oqim tezligi 640-740 l/m<sup>2</sup>/soatni tashkil etdi. Perkolyatorga beriladigan suvning harorati

3-jadval

***Perkolyatoridagi yuklanish balandligiga qarab eritmaning aylanish tezligini o'zgarishi***

№	Yuklash og'irligi, kg	Yuklash balandligi, sm	O'rtacha aylanish tezligi, l/m <sup>2</sup> /soat	Tezlik tebranishlari, l/m <sup>2</sup> /soat
1	4,72	94	114	105-121
2	3,5	76	152	147-158
3	3,0	64,5	181	177-185
4	2	45	195	189-203

Bundan xulosa qilishimiz mumkinki, yuklash balandligi 1 m dan 2 m gacha ko'tarilganda, ya'ni eritmaning aylanish tezligi ikki baravar kamayishi kerak.

O'tkazilgan tajribalar yuqori sifatli va maxsus aniqlikni talab qilmaydi. Keyinchalik qat'iy miqdoriy munosabatlarni olish uchun tajribalar bir necha bor takrorlanishi kerak edi, ammo buning uchun vaqtimiz yo'q edi. Ushbu tajribalarda, shuningdek, xlorli kuyindini tanlab eritishda, ushbu mahsulotni tanlab eritish davomiyligi oshgani sayin aylanish tezligi pasayishi kuzatildi. Yuqorida aytib o'tilganidek, eritmaning harorati oshishi bilan aylanish tezligi oshadi.

Eritmalar haroratining aylanish tezligiga ta'siri darajasini aniqlash uchun tegishli tajribalar o'tkazildi. Boshlang'ich material, avvalgi tajribalarda bo'lgani kabi, xlorli kuyindini kislotaga bilan tanlab eritishdan keyingi kek edi. Kek suv bilan namlangan

50-60°, chiquvchi eritmaning 35-45° yuk ichidagi harorati 25°, vakuumdan foydalanmasdan aylanish tezligi 121-126 l/m<sup>2</sup>/soatni tashkil etdi.

19° da eritmaning kuyindi orqali oqim tezligi 89 l/m<sup>2</sup>/soat yoki 40° dan 1,4 baravar kam bo'lgan. Xona haroratida aylanish tezligi 400 mm simob ustuni bilan eritmaning so'rish bilan. 475 l/m<sup>2</sup>/soatga etadi.

Vakuumni qo'llashda yuzaga keladigan eritma oqimi tezligining sezilarli darajada oshishi past aylanish tezligida tanlab eritish muddatini qisqartirish uchun ishlatilishi mumkin. Garchi biz olgan eksperimental ma'lumotlar yuklash orqali eritmaning oqim tezligi bo'yicha perkolyatsion eritish paytida sanoat jarayoni uchun maqbul bo'lsa-da, zavodni loyihalash va qurish uchun juda ishonchli ma'lumotlarni olish uchun taxminan 1 m<sup>2</sup> tasavvurlar maydoni uchun perkolyatorida perkolyatsion eritmani kengroq miqyosda tekshirishni tashkil qilish

kerak.

**Xulosa.** Pirit konsentrati kuydirilgandan so'ng olingan xlorli kuyindini perkolyatsion tanlab eritish paytida, perkolyatorga yuklanish balandligi 90-94 sm, 37° gacha bo'lgan eritmaning haroratida perkolyatsiya tezligi taxminan 160 l/m<sup>2</sup>/soatni tashkil etdi va chiqish 25°. Perkolyatsiya tezligi yuklanish balandligi oshishi bilan kamayadi va eritma harorati oshishi bilan ortadi.

Mis va ruxni xlorli kuyindidan kislotali

eritmaga ajratib olish uchun uzoq tanlab eritish vaqti talab qilinmaydi. Amalda, yuvish muddati eritmaning yuk orqali aylanish tezligi bilan belgilanadi. Optimal sharoitlarda xlorlangan kuyindini perkolyatsion tanlab eritish jarayonida temir keki tarkibidagi mis va rux miqdori temir keki uchun standart doirasida bo'ladi – ya'ni 0,1% dan past. Xlorli kuyindidan kumush olish 81% ga yetadi. Kumush, birinchi navbatda, kislotali tanlab eritish orqali olinadi.

### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Ostonov Sh.Q, Sobirov.D.N. \Separation of metals from wastewater produced in metallurgical plants\ Yangi o'zbekiston: innovatsiya, fan va ta'lim /dekabr 2023 2-qism (97-98) Toshkent.
2. V.I. Sachkov, R.A. Nefedov, R.O. Medvedev Method for extraction of gold and silver from technogenic pyrite raw materials\ IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 597 (2019) 012053 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/597/1/012053.
3. А.А. Перетрутов, Н.В. Ксандров, Т.Б. Гагарина, М.Н. Чубенко, П.П. Ким \Термодинамические и кинетические основы аммиачно-аммонийного извлечения соединений цинка и меди из техногенных отходов Химия, химические и биотехнологии (228-236) 2013
4. Хасанов А.С., Вохидов Б. Р. // “Олмалик КМК” АЖ шароитида техноген чиқиндилар ҳосил бўлишининг экологик муаммолари ва уларни қимматбаҳо металл олиш учун хомашё базасисифатида таҳлил қилиш // II-Республиканская научно-практическая конференция, с участием зарубежных ученых, АН Рес.Узбекистана ИОНХ, Ташкент 2022г. Ст.521-524.
5. Хасанов Абурашид Солиевич, Вохидов Бахриддин Рахмидинович, Бабаев Мирдодожон Шарофжон угли, Немененок Болеслав Мечеславович // Инновационные подходы к техногенным отходам как сырьевой базе горно-металлургической отрасли // X Форум ВУЗОВ Инженерно-технологического профиля союзного Государства - Минск, 2021. 6-9 Декабр №10. С.135-137.
6. Вохидов Б.Р., Саидахмедов А.А. // Мураккаб олтин таркибли бойитмаларни автоклавли усулда ажритиб олиш // “Актуальные проблемы химической технологии” номли илмий- амалий Республика анжумани, Бухоро 8-9 апрел 2014 й.