

კატეგორია - ქიმიური ინჟინერია

მადნეულის სპილენძის საბადოს დასაწყოებელი ფლოტაციური კუდების გადამუშავების კომპლექსური ტექნოლოგია

ნანა ჯიქია

სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
დოქტორანტურა III კურსი, შპს კავკასიის სამთო ჯგუფი, njikia79@mail.ru

აბსტრაქტი

შემოთავაზებული ტექნოლოგია ითვალისწინებს, მადნეულის სპილენძის მადნების ფლოტაციის შედეგად მიღებული დასაწყოებელი კუდების გადამუშავების კომბინირებულ ტექნოლოგიას, რომელიც ითვალისწინებს დასაწყოებელი კუდების (ოქროს შემცველობით 0,4-0,6 გ/ტ, სპილენძის შემცველობით 0,15-0,25%) დაფქვას. დაფქვილი კუდების კოლექტიურ-სელექტიურ ფლოტაციას სპილენძის კონცენტრატის მიღებით.

შემუშავებულია დაციანების ტექნოლოგია, რომელიც ტარდებოდა ბოთლის ტესტით სელექციური ფლოტაციის კუდებიდან ოქროს დამატებითი ამოკრეფის მიზნით. საბოლოოდ დასაწყოებელი კუდებიდან სპილენძის ამოკრეფის ხარისხი შეადგენს 60,60% , ხოლო ოქროს ამოკრეფის ხარისხი შეადგენს 83,67%-ს.

საკვანძო სიტყვები: ფლოტაცია, დაფქვის სისხო, პულპა, გამოსავალი, ამოკრეფა, ბოთლის ტესტი, კეკი, დაციანება, გამოტუტვა.

ოქროს და ფერადი ლითონების შემცველი საბადოების მარაგების შემცირების ტენდენცია, მასთან მზარდი ფასები და მოთხოვნები ოქროზე სამთო მოპოვებით და გადამამუშავებელ კომპანიებს აძლევს სტიმულს, რომ მუდმივად ეძებონ უკვე მოქმედი საბადოების კომპლექსურად გადამამუშავების გზები. გამდიდრების ტრადიციული მეთოდებით დღემდე ვერ ხდება მინერალურ ნედლეულში არსებული ყველა სასაგებლო კომპონენტების სრული ამოკრეფა, რის გამოც ნარჩენებში რჩება ფერადი, კეთილშობილი და იშვიათი ლითონების ნაწილი.

სამთომამდიდრებელი საწარმოების ფუნქციონირების შედეგად წარმოქმნილი ნარჩენები თავიანთი მაშტაბებიდან გამომდინარე და მათში სასარგებლო კომპონენტების შემცველობის მიხედვით განიხილება, როგორც მეორადი საბადოები.

ჰოლდინგი "RMG Cooper"-ის მამდიდრებელი ფაბრიკა, რომელიც გადაამუშავებს მადნეულისა და საყდრისის ოქროს შემცველ სპილენძ-კოლჩედანურ მადნებს, ექსპლოატაციაშია 1975 წლიდან. ფაბრიკაში სასარგებლო კომპონენტების: სპილენძისა და ოქროს ამოკრეფის ხარისხი შესაბამისად შეადგენს 65 და 70%-ს. 30-35% სასარგებლო კომპონენტი გადადის გადამუშავების კუდებში და წარმოადგენს დანაკარგს.

ამჟამად, კუდებსაცავში დასაწყობებულია რამოდენიმე მილიონ ტონამდე მყარი მასალა. დასინჯვით დადგენილია, რომ დასაწყობებულ კუდებში სპილენძის საშუალო შემცველობა შეადგენს 0,19-0,21%, ხოლო ოქროს შემცველობა 0,57-0,62გრ/ტ. შესაბამისად კუდებსაცავში დასაწყობებულ კუდებში ლითონური სპილენძისა და ოქროს საკმაოდ დიდი რაოდენობაა დაგროვილი. ოქროსა და სპილენძზე გაზრდილმა მოთხოვნილებამ დღის წესრიგში დააყენა კუდებსაცავის ხელმეორედ გადამუშავების შესაძლებლობა.

დასაწყობებული კუდების გადამუშავების ტექნოლოგიის შერჩევით კუდსაცავიდან აღებულიქნა სინჯები. სინჯში შემავალი კომპონენტების შემცველობა მოცემულია ცხრ. #1-ში. სურ.1-ში კი ფლოტაციური გადამუშავების ტექნოლოგიის სქემა.

**დასაწყობებული კუდების ქიმიური ანალიზის შედეგები
ცხრილი#1**

კომპონენტები	Cu,%	Fe,%	Au,გ/ტ	S _{საერთო} ,%	Zn,%	Pb,%	Al,%	SiO ₂ ,%
შემცველობა %,გ/ტ	0,21	5,72	0,59	5,6	0,1	0,02	4,6	78,6

ფლოტაციური რეჟიმით გადამუშავების ტექნოლოგიის შემუშავებისთვის ცდებით დადგინდა ძირითადი პარამეტრები:

- დაფქვის ოპტიმალური სისხო (65-67%, კლასი-0,074მმ.)
- გამოყენებული რეაგენტების სახეობა და ხარჯი ;
- ფლოტაციის კინეტიკა;
- პულპის pH-ის მნიშვნელობა;

ფლოტაციის ტექნოლოგიური სქემა მოცემულია სურ.#1

- ნატრიუმის ციანიდის ოპტიმალური კონცენტრაციის დადგენა;
- ძვირფასი მეტალების გამოტუტვის პროცესის დინამიკის შესწავლა.

დაფქვის ოპტიმალური სისხოს შერჩევა

კვლევის პირველ ეტაპზე შესრულებულია დაფქვის სხვადასხვა სისხოსთვის ტესტები: 80%-71მკმ; 80%-50მკმ , 80%-38მკმ და 80%-20 მკმ.

მასალის სორბციული აქტივობის შესასწავლად ჩატარებულ იქნა სორბციული რეჟიმის ტესტები ოქროსადმი დამოკიდებულებით (რეჟიმი CIL) და ტესტები სორბენტის ჩატვირთვის გარეშე.

სატესტი ნიმუშები ოქროსა და სპილენძის შემცველობა კუდების სინჯებში ითვლებოდა ტესტის ბალანსის შესაბამისად (ტესტი სორბენტის ჩატვირთვის გარეშე). სორბციულ რეჟიმში ჩატარებული ტესტების შემთხვევაში ოქროს შემცველობა მიიღება გრავიტაციული გამდიდრებით ჩატარებული ტექნოლოგიური კვლევების შესაბამისად. გამოტუტვის პროცესის დასრულების შემდეგ ხსნარებში განისაზღვრებოდა ოქროსა და თავისუფალი ციანიდის შემცველობა.

შედეგების სიზუსტის ამაღლების მიზნით დაფქვის ყველა სისხოსთვის ტარდებოდა ორი პარალელური ტესტი. სპილენძის ამოკრეფის შესწავლა ხდებოდა ერთ-ერთ პარალელურ ტესტში.

ტესტის მსვლელობისას ვახდენდით ნატრიუმის ციანიდის კონცენტრაციის კონტროლს, ასევე ტარდებოდა pH-ის მონიტორინგი. გამოტუტვის პარამეტრები ერთნაირია ყველა ტესტისათვის. მოყვანილია ცხრილში #2.

კუდების აგიტაციური დაცეანების პარამეტრები, ცხრილი #2.

პარამეტრები	გაზომვის ერთეული	მნიშვნელობა
ნატრიუმის ციანიდის კონცენტრაცია	გ/ლ	0,50
პულპის pH (კირის დამატებით)	-	10,5-11,0
ჟანგბადის მიწოდება ბარბოტაჟით	მგ/ლ	ბარბოტაჟი
პულპის ტემპერატურა	°C	18
პულპაში მყარის შემცველობა	%	40
დაცეანების ხანგრძლივობა	საათი	24
სორბენტის სახეობა CIL ტესტში	-	გააქტიურებული ნახშირი PicaGold G210AS
სორბენტის ჩატვირთვა სორბციული დაცეანების პროცესში	პულპის გ/ლ	20

კვლევების ჩატარებამდე ვახდენდით გააქტივებული ნახშირის გასუფთავებას და მის გაცრას საცერზე, ნახვრეტის ზომით 0,6მმ , სორბენტის მოშორების მიზნით.

ფლოტაციის შუალედური პროდუქტის დაცინების შედეგები მოყვანილია ცხრილში #3.

ფლოტაციის შუალედური პროდუქტის დაცინების შედეგები, ცხრილი #3

მასალის სისხო, მკმ	Au-ს შემცველობა, გ/ტ		Au-ს ამოკრეფის ხარისხი, %
	საწყისში	კვკში	
80%-71	1,96	0.68	65.30
80%-50	1,95	0.58	70.25
80%-38	1,96	0.57	70.91
80%-20	1,99	0.43	78.39

ყველაზე მაღალი ამოკრეფის ხარისხი (78,39%) მიღებულია 80%-20მკმ დაფქვის მასალაში.

სორბენტის ჩატვირთვით და სორბენტის ჩატვირთვის გარეშე ჩატარებული ტესტების შედეგებმა გვიჩვენა, რომ ფლოტაციის კუდები ამჟღავნებენ სუსტ სორბციულ აქტივობას ოქროსადმი.

კუდების დაფქვის სისხოს გაზრდას 80%-20მკმ-დან 80%-71მკმ-მდე მიყვავართ ოქროს ამოკრეფის შემცირებასთან 13%-ით, ვინაიდან მცირდება ოქროს ნაწილაკების გახსნის (გამიშვლების) დონე.

კუდების დაცინების პროცესი ხასიათდება ციანიდის მაღალი ხარჯით. 80%-20მკმ დაფქვის სისხოს შემთხვევაში რეაგენტის ხარჯი შეადგენს 6,5-6,6 კგ/ტ. ნატრიუმის ციანიდის მომატებული ხარჯი გამოწვეულია ფლოტაციის კუდებში რკინის და სულფიდური მინერალების მაღალი შემცველობით.

ჩატარებულმა ტესტებმა აჩვენა, რომ ოქროს მაღალი ამოკრეფისათვის საჭიროა გამოტუტვის პროცესის ჩატარება 80%-20მკმ დაფქვის სისხოზე.

ნატრიუმის ციანიდის ოპტიმალური კონცენტრაციის შერჩევა

ოპტიმალური რეაგენტული რეჟიმის შესარჩევად კუდების გამოტუტვის ტესტები ტარდებოდა ნატრიუმის ციანიდის შემდეგ კონცენტრაციებზე: 0,55, 0,50, 0,30, 0,20, 0,10, 0,05, 0,03%. გამოტუტვის ხანგრძლივობა 24 და 48 სთ. ტესტები ტარდებოდა 80%-20მკმ დაფქვის სისხოზე სორბციული რეჟიმით (CIL). ტესტების ჩატარების სხვა პარამეტრები ანალოგიურია 4.1 ცხრილში მოყვანილი პარამეტრებისა.

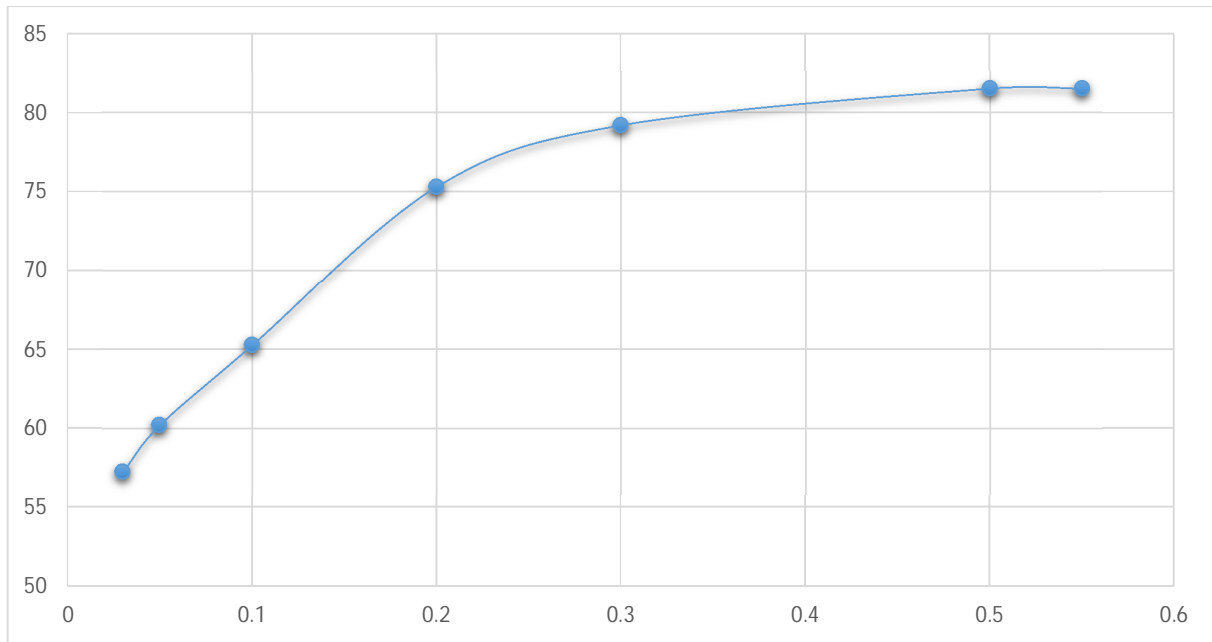
კუდების დაცინების პარამეტრები ნატრიუმის ციანიდის სხვადასხვა კონცენტრაციისათვის მოყვანილია #4 ცხრილში და სურათ #2-ში.

ფლოტაციის კუდების დაცინების პარამეტრები NaCN-ის სხვადასხვა კონცენტრაციაზე, ცხრილი #4.

ცხრილ #4.

NaCN-ის კონცენტრაცია, გ/ლ	Au-ს შემცველობა, გ/ტ		Au-ს ამოკრევის ხარისხი, %
	საწყისში	კეკში	
0.55	1,95	0.36	81.53
0.50		0,36	81,53
0.30		0.40	79,48
0.20		0.48	75,38
0,10		0,68	65,12
0,05		0,77	60,51
0.03		0,83	57,43

როგორც ცხრილი #4 და სურ.#2-დან ჩანს ოქროს მაქსიმალური ამოკრევა მიიღება NaCN-ის 0,55-0,50 გ/ლ კონცენტრაციის დროს.



სურ. #2 ნატრიუმის ციანიდის კონცენტრაციის დამოკიდებულება ოქროს ამოკრევის ხარისხზე

კეთილშობილი ლითონების გამოტუტვის დინამიკის შესწავლა

წინა ტესტების შედეგებმა გვაჩვენა, რომ კუდების გამოტუტვის პროცესი მიზანშეწონილია ჩატარდეს დაფქვის სისხოზე 80%-20მკმ და ნატრიუმის ციანიდის 0,50%

კონცენტრაციის ხსნარით CIL რეჟიმში. ამ შემთხვევაში გამოტუტვის დრო შეადგენს 24-48 საათს.

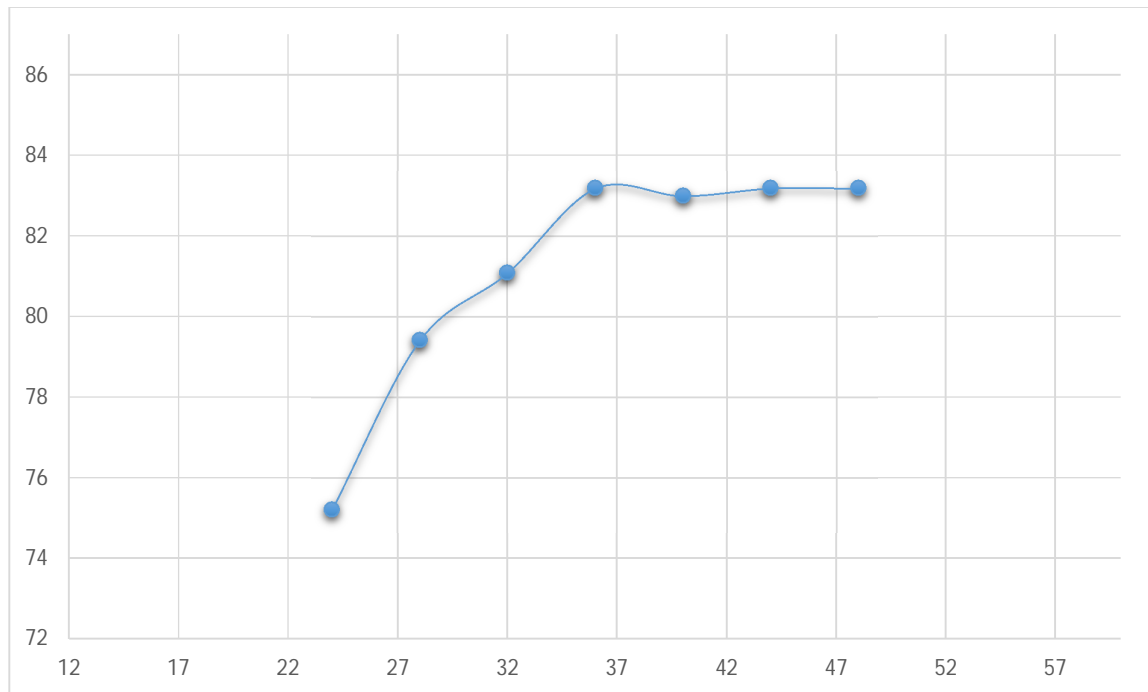
ოქროს გამოტუტვის დინამიკის უფრო დეტალური შესწავლისათვის ჩატარებული იყო ტესტები ოპტიმალურ რეჟიმში 24,28,32,36,40,44,48 საათის ხანგრძლივობით.

ტესტების ჩატარების სხვა პარამეტრები ანალოგიურია #2 ცხრილში მოყვანილი პარამეტრებისა.

ფლოტაციური კუდების დაცინების ტესტების შედეგები პროცესის სხვადასხვა ხანგრძლივობისას მოყვანილია ცხრილ #5-ში და სურათ #3-ში.

**ფლოტაციის კუდების დაცინების შედეგები, დაცინების სხვადასხვა დროს.
ცხრილი #5**

გამოტუტვის ხანგრძლივობა,სთ	Au-ს შემცველობა, გ/ტ		Au-ს ამოკრეფა, %
	საწყისში	კვკში	
24	1,96	0.48	75,51
28		0.40	79,59
32		0.37	81,12
36		0.32	83,67
40		0.34	82,65
44		0.32	83,67
48		0.32	83,67



სურ. #3 ოქროს გამოტუტვის დინამიკა

#5 ცხრილის შედეგების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ , რომ ოქროს გახსნის პროცესი მთავრდება 36 საათში. ოქროს ამოკრეფა ამ შემთხვევაში შეადგენს 83,67%. შესაბამისად ნატრიუმის ციანიდის სრული ხარჯი არის 0,75კგ/ტ, კირის ხარჯი- 2,4კგ/ტ.

საბოლოოდ, ჩატარებული კვლევების კომპლექსმა გვაჩვენა, რომ კულების აგიტაციური დაცინებით გამოტუტვის პროცესი მიზანშეწონილია ჩატარდეს შემდეგი ოპტიმალური რეჟიმით:

- მასალის დაფქვის სისხო -80%-20მკმ
- გამოტუტვის რეჟიმი -CIL
- ნატრიუმის ციანიდის კონცენტრაცია -0,50%
- გამოტუტვის ხანგრძლივობა -36 საათი.

COMPLEX TECHNOLOGY OF MADNEULI COPPER MINE TAILINGS DUMP TREATMENT

Nana Jikia

GTU, Faculty of Mining Geology ,PhD student, course III

Offered technology means recycling of tailstorage (Gold head grade – 0.4-0.6 g/t, Copper head grade 0.15-0.25%). Technology –re-milling and collective-selective enrichment of re-milling initial material reason – obtaining Copper concentrate.

Developed Gold leaching cyanidation technology.

Recovery of Copper from tailstorage – 60.60%.

Recovery of Gold from tailstorage – 83.67%.