

**სსიპ შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის
კვლევითი საგრანტო პროექტის პროგრამული ანგარიში
1 - თავფურცელი / ზოგადი ინფორმაცია**

1	საგრანტო ხელშეკრულება №	№FR/354/3-180/13
2	საანგარიშო პერიოდი №	
3	ანგარიშის ტიპი <ul style="list-style-type: none"> • საბოლოო: • პირველადი/დაზუსტებული: 	საბოლოო
4	ანგარიშის პერიოდულობა (ექვსთვიანი / წლიური / სხვ.)	
5	საგრანტო პროექტის სახელწოდება:	სპილენძ-ოქროს შემცველი ღარიბი და წვრილად ჩაწინწკლული მადნების გამდიდრების კვლევა და კონტროლი დამატებითი მმართველი სიდიდეების გათვალისწინებით
6	კონკურსი, რომლის ფარგლებშიც დაფინანსდა პროექტი: (კონკურსის სახელწოდება, წელი)	შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის 2013 წლის ფუნდამენტური კვლევებისათვის სახელმწიფო სამეცნიერო გრანტების კონკურსში გამარჯვებული
7	სამეცნიერო მიმართულება: ქვე-მიმართულება: (მიუთითეთ სიტყვიერად და კოდი კლასიფიკატორიდან):	სამთო ინჟინერია 3-180 მათემატიკური მოდელირება და სისტემების იდენტიფიკაცია 5-111
8	გრანტის მიმღები წამყვანი ორგანიზაცია <ul style="list-style-type: none"> • ორგანიზაციის დასახელება: • სტატუსი (სსიპ, ააიპ, სხვ.): • საიდენტიფიკაციო კოდი: 	სსიპ გრიგოლ წულუკიძის სამთო ინსტიტუტი, ს/კ 204862247
9	გრანტის მიმღები წამყვანი ორგანიზაციის ხელმძღვანელი/პასუხისმგებელი პირი: (სახელი, გვარი, თანამდებობა ტელ. ელ. ფოსტა)	ნიკოლოზ ჩიხრაძე, დირექტორი, <i>chikhradze@mining.org.ge</i>
10	საგრანტო პროექტის სამეცნიერო ხელმძღვანელი: (სახელი, გვარი, ტელ. ელ. ფოსტა)	მიხეილ გამცემლიძე, 599519930, omar_gamtsemlidze@yahoo.com
11	საგრანტო პროექტის ბუღალტერი: (სახელი, გვარი, ტელ. ელ. ფოსტა)	ნანა ზაქროშვილი zaqroshvili@mining.org.ge
12	თანამონაწილე ორგანიზაცია <ul style="list-style-type: none"> • ორგანიზაციის სახელი: • პასუხისმგებელი პირი: (სახელი, გვარი, პოზიცია, ტელ. ელ. ფოსტა)	ააიპ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, არჩილ ფრანგიშვილი, რექტორი, a_prangi@gtu.ge რექტორის სამდივნო - (+995 32) 2 36 51 55
13	თანადამფინანსებელი ორგანიზაცია <ul style="list-style-type: none"> • ორგანიზაციის სახელი: • პასუხისმგებელი პირი: (სახელი, გვარი, პოზიცია, ტელ. ელ. ფოსტა)	
10	პროექტის ხანგრძლივობა (თვეების რაოდენობა): <ul style="list-style-type: none"> • პროექტის დაწყება (რიცხვი/თვე/წელი): • პროექტის დასრულება (რიცხვი/თვე/წელი): 	36 თვე, დაწყება - 10.04.2014 დასრულება - 09.04.2017
11	პროექტის მთლიანი ბიუჯეტი:	147 155 ლარი
12	ფონდიდან მიღებული გრანტის მთლიანი ოდენობა: (საგრანტო ხელშეკრულებით განსაზღვრული)	147 155 ლარი
13	საანგარიშო პერიოდისთვის ფონდიდან მიღებული გრანტიდან გაწეული ხარჯი:	22233 ლარი
14	ბიუჯეტის ნაშთი <ul style="list-style-type: none"> • ნაშთი გადარიცხული თანხიდან • ნაშთი დამტკიცებული ბიუჯეტიდან 	1927,18 ლარი

გრანტის მიმღები წამყვანი ორგანიზაციის ხელმძღვანელის ხელმოწერა
დაბეჭედი:

საგრანტო პროექტის ხელმძღვანელის ხელმოწერა:

ანგარიშის ჩაბარების თარიღი:

25.04.2017 წ.

1. კვლევის შემაჯამებელი მოკლე ანგარიში

სამეცნიერო პროექტის მიზნები, ამოცანები და მიღწეული შედეგები (მოცემულ გრაფაში მიუთითეთ განხორციელებული სამეცნიერო პროექტის მიზნები, ამოცანები და პროექტის განხორციელების შედეგები. მოკლე ანგარიშის მოცულობა: რეკომენდირებული-400 სიტყვა, არაუმეტეს 800 სიტყვისა)

ჩვენი კვლევის მიზანს წარმოადგენდა სპილენძ-ოქროს შემცველი ღარიბი და წვრილად ჩაწინწკლული მადნების გამდიდრება, გადამუშავების სრულყოფილი ტექნოლოგიის შემუშავება. პროექტის მიზანი იყო ძნელად გასამდიდრებელი მადნების გადამუშავებისას მაღალხარისხოვანი კონცენტრატის მიღება სასარგებლო კომპონენტის ნაკლები დანაკარგით. აღნიშნული მიზნის მისაღწევად შესრულებულია შემდეგი ამოცანები: მადნის ფლოტაციური მეთოდით გამდიდრებისას გამდიდრების მაჩვენებლების მაღალი ხარისხით და სასარგებლო კომპონენტების ნაკლები დანაკარგით მიღება ბევრად არის დამოკიდებული გასამდიდრებელი მადნის გამდიდრებადობის კატეგორიის ხარისხზე. უკანასკნელის ამალეუბას ძირითადად განაპირობებს მადნიდან ფუჭი ქანის მოცილება, რისთვისაც ფლოტაციური მეთოდით გამდიდრების წინ გამოვიყენეთ მძიმე გარემოიანი სუსპენზიით სეპარაციის პროცესი. საცრითი და ფრაქციული ანალიზით დადგინდა გასამდიდრებელი მასალის კლასის ფრაქციის ზღვრების და მძიმე სითხის სიმკვრივის ის მნიშვნელობები, რომლებმაც უზრუნველყო აღნიშნული სეპარაციიდან მსუბუქი ფრაქციის (ფუჭი ქანის) მიღება მაქსიმალური გამოსავლით და სასარგებლო კომპონენტების ნაკლები შემცველობით, რომლის გამოსავლია $\gamma = 43,64 \%$, სპილენძის შემცველობით $0,1 \%$, ოქროს შემცველობით $- 0,11$ გრ/ტ.

მადნის ფლოტაციური მეთოდით გამდიდრებამდე მოსამზადებელ პროცესებში (დაფქვა-კლასიფიკაცია) გამონთავისუფლებული ოქროს მარცვლები არ გადადის საკლასიფიკაციო გადანადენში, არამედ კონცენტრირდება ცირკულაციურ დატვირთვაში და წისქვილში, დროთა განმავლობაში, ისინი დაქუცმაცდება და ბრტყელდება. ასეთ შემთხვევაში, გადანადენში გადასული ოქრო ფლოტაციური მეთოდით გამდიდრებისას მიიღება დანაკარგების სახით. ამის აღმოფხვრის მიზნით ცირკულაციური დატვირთვის მასალას წინდაწინ ვამდიდრებთ გრავიტაციული მეთოდით დალექვის პროცესით, კერძოდ, MOД ტიპის სალექ მანქანაზე, რომლის სიახლეა ის, რომ არსებულ მმართველ სიდიდეებთან ერთად შემოგვყავს ახალი დამატებითი მმართველი სიდიდეები. ისეთები როგორცაა, წყლის ძირითად რხევებთან ერთად დაბალამპლიტუდიანი მაღალი სიხშირის დამატებითი რხევები და წყლის დაღმავალი ნაკადის გაძლიერებული სიჩქარე. აღნიშნულ მანქანაზე ჩატარებულმა კვლევებმა გვიჩვენა, რომ ოქრო ამოიკრიფება $57,2$ გრ/ტ ოდენობით, ხოლო გამოსავალია $\gamma = 0,18 \%$. მისი სიმცირის გამო მიღებული შედეგები არ იქნა გათვალისწინებული გამდიდრების პრინციპიალური გათვლის შედეგებში.

გამდიდრების შედეგად მიღებული მძიმე ფრაქცია გაერთიანდა ($6 - 0$) მმ კლასის გაუწყლოების შედეგად მიღებულ სილებთან და სტადიალური დაფქვის შემდეგ მიეწოდება ფლოტაციის პროცესს. სელექციურ-კოლექტიური ფლოტაციის პროცესის წარმართვისათვის კვლევებით დადგენილი იქნა: საჭირო საანგარიშო კლასის ზომა - $0,074$ მმ. ასევე დადგენილი იქნა რეაგენტული რეჟიმი: ბუთილის ქსანტოგენატი - 25 გრ/ტ; ამქაფებელი T-92 - 20 გრ/ტ; პულპის pH- ის მნიშვნელობა, რომელიც ტოლია $12,3$. დაუანგული მინერალების აქტივაციისას გამოყენებული იქნა ნატრიუმის ჰიდროსულფიდი NaHS. დადგენილი იქნა, რომ დაფქვილ პროდუქტში სპილენძის მაქსიმალური შემცველობა მიიღწევა დაფქვის ოპტიმალური სისხოს ($-0,074$ მმ) $60 - 63\%$ -ის შემთხვევაში, როცა დაფქვის ოპტიმალური დრო არის 12 წთ. ეს კვლევები ჩატარებული იქნა სპილენძ-ოქროს შემცველი XI-C ტიპის მადნებზე.

გამდიდრების მეორე გზის განსახორციელებლად გათვალისწინებულია გამდიდრება მძიმე სუსპენზიით, ამის შემდეგ მიღებულ მძიმე ფრაქციას ვამსხვრევთ ორიგინალურ სამსხვრევ მოწყობილობაზე (პროექტში მოცემულ სპილენძის მადნების პრინციპიალურ ტექნოლოგიურ სქემაზე მოყვანილია პუნქტით). შემდეგ დამსხვრეულ პროდუქტს დაფქვის წინ ვაწვდით კლასიფიკატორს. კლასიფიკატორიდან მიღებული გადანადენი მიდის კოლექტიურ ფლოტაციაზე, ხოლო სილები გაერთიანდა ($6 - 0$) მმ კლასის გაუწყლოების შედეგად მიღებულ სილებთან და მიეწოდება დაფქვას. ამის შემდეგ მირებულმა მასალამ განიცადა ფლოტაცია კოლექტიურ-სელექციური სქემით. აღნიშნული პროცესი პირველისგან განსხვავებული რეაგენტული რეჟიმით წარიმართა, კერძოდ, ნატრიუმის ჰიდროსულფიდის NaHS რეაგენტთან

ერთად გათვალისწინებული იქნა ნატრიუმის რკინის სულფიტის $Na_2[Fe_2(SO_3)]$ ხარჯიც. ეს კვლევები განხორციელდა სპილენძ-ოქროს შემცველი VIII-C ტიპის მადნებზე.

შემდეგი ამოცანა მიზნად ისახავდა აღნიშნულ პროექტში პროცესების მართვის მოდელის შექმნას. ამ ამოცანის გადასაწყვეტად ჩატარებულ კვლევებს საფუძვლად დაედო პროცესის ოპტიმიზაციის ტექნოლოგიური კრიტერიუმი, რომელიც გულისხმობს მიზნის ფუნქციის (მზა პროდუქტის ან კონცენტრატის გამოსავლის) მაქსიმიზაციას შეზღუდვის ფუნქციის (მზა პროდუქტის ან კონცენტრატის ხარისხის) მუდმივობის პირობებში, მმართველი ზემოქმედებების დასაშვებ ზღვრებში ცვალებადობის ფარგლებში. ჩატარებული კვლევების ძირითადი მიზანი იყო მადნის გამდიდრების ოპტიმალური ტექნოლოგიური სქემის და მისი პარამეტრების ოპტიმალური სიდიდეების დადგენა, რომლებიც უზრუნველყოფენ სასარგებლო კომპონენტის მინიმალურ დანაკარგებს.

განხორციელდა: 1. მძიმეგარემოიან სეპარატორში მადნის პირველადი სეპარაციის პროცესის კვლევა მმართველი ზემოქმედებების ოპტიმალური სიდიდეების დადგენის მიზნით. აგებული იქნა მათემატიკური მოდელი. დამუშავდა მოწყობილობის მოქმედების პრინციპი და კონსტრუქცია, რომელიც იძლევა მასალის გამდიდრებადობის უნარის წინასწარი შეფასების საშუალებას. დამუშავდა პროცესის მართვის ხერხი, რომელიც გულისხმობს სუსპენზიის სიმკვრივის რეგულირებას გასამდიდრებელი მადნის გამდიდრებადობის უნარის მიხედვით. 2. დამუშავებული იქნა სპილენძ-ოქროს შემცველი ძნელადგასამდიდრებელი მადნის ფლოტაციური მეთოდით გამდიდრების პროცესის მათემატიკური მოდელი. დადგინდა პროცესის ძირითადი მმართველი, შემაშვოთებელი და რეჟიმული პარამეტრები. ფლოტაციის პროცესის (რეჟიმული სიდიდის) კონტროლისათვის დამზადდა პულპის სიმკვრივის გამზომი მოწყობილობა. დამუშავდა ამ პარამეტრის მიხედვით პროცესის ოპტიმალური მართვის ხერხი. 3. დამუშავებული იქნა სპილენძ-ოქროს შემცველი ძნელადგასამდიდრებელი მადნის ფლოტაციური მეთოდით გამდიდრების პროცესის მათემატიკური მოდელი, რომელიც ითვალისწინებს პროცესის რეჟიმული სიდიდის - საფლოტაციო კამერაში ქაფის სიმაღლის, და მისი პროპორციული, ქაფის ელექტრული წინააღმდეგობის მიხედვით რეაგენტების ავტომატური რეგულირების მართვას.

კვლევების შედეგებზე დაყრდნობით საბოლოოდ მიიღება: სპილენძის კოლექციური კონცენტრატის გამოსავალი $\gamma = 11,59\%$, შემცველობა $\beta_{Cu} = 4,21\%$, ამოკრეფა $\varepsilon_{Cu} = 85,63\%$, სპილენძის სელექციური კონცენტრატის გამოსავალი $\gamma = 2,85\%$, შემცველობა $\beta_{Cu} = 16,21\%$, ამოკრეფა $\varepsilon_{Cu} = 81,05\%$, ოქროს კოლექციური კონცენტრატის შემცველობა $\beta_{Au} = 2,66$ გრ/ტ, ამოკრეფა $\varepsilon_{Au} = 83,31$ გრ/ტ, ოქროს სელექციური კონცენტრატის შემცველობა $\beta_{Au} = 6,12$ გრ/ტ, ამოკრეფა $\varepsilon_{Au} = 47,14$ გრ/ტ.

ძნელად გასამდიდრებელი სპილენძ-ოქროს შემცველი VIII – C ბლოკის ტიპის მადნების გამდიდრებადობაზე ჩატარებული კვლევების საფუძველზე მიზანშეწონილი იყო აღნიშნული გამდიდრებადობის მადნების გადამუშავება კომბინირებული გრავიტაციულ-ფლოტაციური მეთოდით. შედეგად მიღებულია სპილენძის შემცველობის მიხედვით კონდიციური კონცენტრატი $Cu=16,21\%$, მაღალი ამოკრეფით.

2. სამეცნიერო პროდუქტიულობა (კვლევითი პროექტის განხორციელების შედეგად მიღებული სამეცნიერო პროდუქტები)

2.1. საგრანტო პროექტის მსვლელობისა და განხორციელების შედეგად მომზადებული და გამოქვეყნებული პუბლიკაცია

- საერთაშორისო და ადგილობრივ რეფერირებად სამეცნიერო ჟურნალებში/გამოცემებში გამოქვეყნებული სტატია

№	ავტორ(ებ)ი	სტატიის სათაური	ჟურნალის სათაური	ტომი/გამოცემა	გამოცემის თარიღი	გამომცემლობა	ადგილობრივი/საერთაშორისო (მიუთითეთ ერთ-ერთი)	სტატიის სტატუსი: გამოცემული, მიღებული, ელოდება გამოცემას, განხილვის პროცესში მყოფი, წარდგენილი, სხვ.	ინტერნეტ-ბმული
1	დ. ტალახაძე მ. გამცემლიძე დ. თევზაძე მ. თუთბერიძე ნ. ლულუნიშვილი	„მადნეულის საბადოზე სპილენძის დაბალ-ხარისხოვანი მადნების კვლევა გამდიდრებადობის მიხედვით“	„მეცნიერება და ტექნოლოგიები“	1(718)-2015	2015 წ.	საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“	ადგილობრივი	გამოცემულია	
2	მ. გამცემლიძე რ. ენაგელი თ. რუხაძე მ. თუთბერიძე ნ. სამხარაძე ნ. ლულუნიშვილი	„დიაფრაგმული სალექი მანქანის მართვის ხერხი დამატებითი მმართველი სიდიდის გათვალისწინებით“	„სამთო ჟურნალი“	1(36) 2016	2016 წ.	საქართველოს სამთო საზოგადოება, საქ. ტექნიკური უნივერსიტეტი, გრ.წულუკიძის სამთო ინსტიტუტი	ადგილობრივი	გამოცემულია	
3	რ. ენაგელი მ. გამცემლიძე დ. ტალახაძე ნ. ლულუნიშვილი	„სპილენძ-ოქროს შემცველი მადნების გამდიდრებადობის უნარის შესაფასებელი მოწყობილობა“	„სამთო ჟურნალი“	1(36) 2016	2016 წ.	საქართველოს სამთო საზოგადოება, საქ. ტექნიკური უნივერსიტეტი, გრ.წულუკიძის სამთო ინსტიტუტი	ადგილობრივი	გამოცემულია	
4	რ. ენაგელი მ. გამცემლიძე დ. ტალახაძე გ.ჯავახიშვილი ნ. სამხარაძე მ. თუთბერიძე	„მადნეულის საბადოს სპილენძ-ოქროს ძნელად გასამდიდრებელი მადნის ფლოტაციის პროცესის შესწავლა ოპტიმალური მართვის მიზნით“	„სსს საქართველოს საინჟინრო სიახლენი“	4'16	2017 წ.	International Engineering Academy, Georgian Engineering Academy	ადგილობრივი	გამოცემულია	

- წიგნები, მონოგრაფიები ან სხვა არაპერიოდული, ერთჯერადი გამოცემები

წიგნები, მონოგრაფიები, დისერტაცია/ნაშრომები, თეზისები, ან მსგავსი გამოცემები, რომლებიც გამოქვეყნებული იყო პროექტის შედეგად ცალკე გამოცემის სახით.

№	ავტორ(-ები)	პუბლიკაციის სათაური	ტომი/გამოცემა	გამოცემის თარიღი	გამომცემლობა	ადგილობრივი/საერთაშორისო (მიუთითეთ ერთ-ერთი)	გამოცემის სტატუსი (გამოცემული/მიღებული)	გვერდების რაოდენობა	ინტერნეტ-ბმული
1									
2									
3									

- საკონფერენციო თეზისები და სხვ. გამოცემები (რომლებიც არ არის ზემოთ მითითებული) ჩამოთვალეთ საკონფერენციო თეზისები, ან სხვა გამოცემები, რომლებიც არ არის ზედა ორ პუნქტში მითითებული

№	ავტორ(-ები)	ნაშრომის სათაური	ღონისძიების დასახელება	გამოცემის თარიღი	გამომცემლობა	ადგილობრივი/საერთაშორისო (მიუთითეთ ერთ-ერთი)	გამოცემის სტატუსი (გამოცემული/მიღებული)	ინტერნეტ-ბმული
1	რ. ენაგელი	„სასარგებლო წიაღისეულის გამდიდრების ტექნოლოგიური პროცესების ოპტიმიზაციის შესახებ“	XIII საერთაშორისო კონფერენცია «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологий освоения недр»	2014 წ.	Москва	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი კონფერენცია “წიაღისეულის ათვისების, რესურსადგენითი, მცირედნარჩენიანი და გარემოსდაცვითი ტექნოლოგიები“	თეზისები გამოცემულია	
2	მ. გამცემლიძე	წარმოდგენილი პოსტერი - „გამდიდრების პროცესებში შემაშვოთებელი სიდიდეების უწყვეტად გაზომვა მართვის ხერხებით „	XIII საერთაშორისო კონფერენცია «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологий освоения недр»			საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი კონფერენცია “წიაღისეულის ათვისების, რესურსადგენითი, მცირედნარჩენიანი და გარემოსდაცვითი ტექნოლოგიები“	გამოცემულია	
3	მ. გამცემლიძე რ. ენაგელი	დიაფრაგმული	მე-2 სამეცნიერო	11.12.2015 წ.	თბილისი	სსიპ გრიგოლ წულუკიძის	გამოცემულია	

	თ. რუხაძე მ.თუთბერიძე ნ. ლულუნიშვილი და სხვ	სალექი მანქანის მართვის ხერხი დამატებითი მმართველი სიდიდის გათვალისწინე- ბით	კონფერენცია „სამთო საქმის და გეოლოგიის აქტუალური პრობლემები“			სამთო ინსტიტუტი		
4	მ.გამცემლიძე დ. ტალახაძე მ.თუთბერიძე ნ. ლულუნიშვილი თ. რუხაძე	„მწელად გასამდიდრებე- ლი სპილენძის მადნის მომზადე- ბა ფლოტაციური მეთოდით გამდიდრების წინ“	მე-3 ყოველწლიური ღია სამეცნიერო კონფერენცია „სამთო საქმის და გეოლოგიის აქტუალური პრობლემები“	09.12.2016 წ.	თბილისი	სსიპ გრიგოლ წულუკიძის სამთო ინსტიტუტი	გამოცემულია	
5	რ.ენაგელი მ.გამცემლიძე დ. ტალახაძე გ.ჯავახიშვილი ნ.სამხარაძე	„სპილენძ-ოქროს მადნის ფლოტაციის პროცესის შესწავლა ოპტიმალური მართვის მიზნით“	მე-3 ყოველწლიური ღია სამეცნიერო კონფერენცია „სამთო საქმის და გეოლოგიის აქტუალური პრობლემები“	09.12.2016 წ.	თბილისი	სსიპ გრიგოლ წულუკიძის სამთო ინსტიტუტი	გამოცემულია	

2.2. საგრანტო პროექტის მსვლელობისა და განხორციელებისას მიღებული შედეგების გავრცელება საერთაშორისო სამუშაო შეხვედრებზე (workshop), სემინარებზე, კონფერენციებზე, კონგრესებზე და სხვა ღონისძიებაზე

№	ღონისძიების ჩატარების ადგილი	ღონისძიების ჩატარების თარიღი	ღონისძიების ტიპი	ღონისძიების სტატუსი	თემის სახელწოდება	წარდგენილი მასალა (თეზისი, მოხსენება/პრეზენტაცია, პუბლიკაცია)	მონაწილის სტატუსი
1							
2							
3							

2.3. ვებ-გვერდი, ან სხვა ინტერნეტ გვერდი

მიუთითეთ URL მისამართი, რომლის მეშვეობითაც ხდება კვლევის შედეგების დისემინაცია. თან დაურთეთ თითოეული საიტის მოკლე აღწერა და შესაბამისი პუბლიკაციების სათაურები ბმულებით.

1. მ. გამცემლიძე, რ. ენაგელი, თ. რუხაძე, მ. თუთბერიძე, ნ. სამხარაძე, ნ. ლულუნიშვილი. *დიაფრაგმული სალექი მანქანის მართვის ხერხი დამატებითი მმართველი სიდიდის გათვალისწინებით*. მე-2 ყოველწლიური ღია სამეცნიერო კონფერენცია: „სამთო საქმის და გეოლოგიის აქტუალური პრობლემები“, 2015 წლის 11 დეკემბერი, სსიპ გრიგოლ წულუკიძის სამთო ინსტიტუტი, თბილისი http://www.mining.org.ge/ge/other_ge/Program-2015.pdf
2. რ. ენაგელი, მ. გამცემლიძე, დ. ტალახაძე, გ. ჯავახიშვილი, ნ. სამხარაძე. *სპილენძ-ოქროს მადნის ფლოტაციის პროცესის შესწავლა ოპტიმალური მართვის მიზნით*. მე-2 ყოველწლიური ღია სამეცნიერო კონფერენცია: „სამთო საქმის და გეოლოგიის აქტუალური პრობლემები“, 2016 წლის 9 დეკემბერი, სსიპ გრიგოლ წულუკიძის სამთო ინსტიტუტი, თბილისი http://www.mining.org.ge/ge/other_ge/konferenciis_programa_2016.PDF
3. მ. გამცემლიძე, დ. ტალახაძე, თ. რუხაძე, მ. თუთბერიძე, ნ. ლულუნიშვილი. *ძნელად გასამდიდრებელი სპილენძის მადნის მომზადება ფლოტაციური მეთოდით გამდიდრების წინ*. მე-2 ყოველწლიური ღია სამეცნიერო კონფერენცია: „სამთო საქმის და გეოლოგიის აქტუალური პრობლემები“, 2015 წლის 11 დეკემბერი, სსიპ გრიგოლ წულუკიძის სამთო ინსტიტუტი, თბილისი http://www.mining.org.ge/ge/other_ge/konferenciis_programa_2016.PDF

2.4. ტექნოლოგიები, ტექნიკა/მეთოდოლოგია/პროცედურა/დანადგარი

აღწერეთ ტექნოლოგიები, ტექნიკა/მეთოდოლოგია/პროცედურა/დანადგარი, რაც მიიღეთ კვლევის შედეგად. აღწერეთ მათი გაზიარების, გავრცელების სტრატეგია

შემუშავებულია ძნელად გასამდიდრებელი სპილენძის მადნების გადამუშავების კომბინირებული ტექნოლოგია სათანადო ახალი კონსტრუქციის სამსხვრევი, დამლექი მანქანებით, გამდიდრების მაჩვენებლების შემფასებელი გამზომი მოწყობილობებით.

2.5. გამოგონებები, საპატენტო განაცხადები, და/ან ლიცენზია (სხვა საავტორო უფლებები)

ჩამოთვალეთ კვლევის შედეგად მიღებული საავტორო უფლებები, მიუთითეთ საავტორო უფლების მიმნიჭებელი ორგანიზაცია, სტატუსი, თარიღი, ვადა, გამოყენების სფერო

საქართველოს ინტელექტუალური საკუთრების ეროვნულ ცენტრში „საქპატენტი“ წარდგენილია საპატენტო განაცხადი სასარგებლო მოდელზე: „დიაფრაგმული სალექი მანქანის მართვის ხერხი დამატებითი მმართველი სიდიდის გათვალისწინებით“,

ავტ. მ. გამცემლიძე, რ. ენაგელი, თ. რუხაძე, მ. თუთბერიძე, ნ. სამხარაძე.

სასარგებლო მოდელის განაცხადის მიღების საიდენტიფიკაციო ნომერი: 13949/02, ჩაბარების თარიღი: 2015-10-02.

ამ ეტაპზე სასარგებლო მოდელის უფლებაზე სერთიფიკატი გაცემული არ არის, რადგან საქ. პატენტთან მიმდინარეობს პროცედურული ხასიათის დიალოგი.

2.6. სხვა პროდუქტები

ჩამოთვალეთ კვლევითი პროექტის განხორციელების შედეგად მიღებული სხვა პროდუქტები, როგორცაა:

- მონაცემთა ბაზები
- ფიზიკური კოლექციები
- აუდიო, ან ვიდეო პროდუქტები
- მასალები / კვლევის მასალები
- პროგრამა
- მოდელი
- საგანმანათლებლო დამხმარე მასალები

- ინსტრუმენტები, ან დანადგარები
- კვლევის შედეგად ინიცირებული სხვა პროდუქტები (მაგ ბიზნესის დაწყება/კავშირი საწარმოსთან და სხვ.)

3. პროექტის ძირითადი მიღწევები (ფონდის შიდა მოხმარებისათვის)

1	პროექტის ფარგლებში მიღებული მნიშვნელოვანი დასკვნა	პროექტის ფარგლებში ძნელად გასამდიდრებელი სპილენძისა და ოქროს შემცველი მადნებისათვის გადაწყვეტილი იქნა მადნების გამდიდრებადობის კატეგორიის ხარისხის ამაღლება და დამუშავდა გამდიდრებადობის უნარის შემფასებელი გამზომი მოწყობილობა. პროცესის ავტომატური მართვისას გამოყენებული იქნა პროცესში მონაწილე შემამუშავებელი ფაქტორების (რეჟიმული სიდიდეების) გამზომი მოწყობილობები.
2	პროექტის მნიშვნელობა სამეცნიერო საზოგადოებისათვის	
3	პროექტის ფარგლებში ადგილობრივი ან/და საერთაშორისო თანამშრომლობის ხარისხი (ახალი კვლევითი ჯგუფების ჩამოყალიბება, არსებული ჯგუფების კონსოლიდაცია)	
4	გრანტის მიმღები წამყვანი ორგანიზაციის მხარდაჭერის ხარისხის შეფასება პროექტის განხორციელებისას (მაგ. შესყიდვების დროულად განხორციელება)	გრანტის მიმღები წამყვანი ორგანიზაცია მუდმივად დროულად განახორციელებდა მხარდაჭერას პროექტის მიმდინარეობის ფარგლებში, დროულად სრულდებოდა შესყიდვებისათვის ხელშეკრულებები და სხვა საჭირო დოკუმენტაციები.
5	რეკომენდაციები ფონდისათვის კონკურსის ადმინისტრირებისა და მონიტორინგის კუთხით	
6	პროექტის ფარგლებში მიღებული აკადემიური შედეგი (ასეთის არსებობის შემთხვევაში), მაგ. პროექტის ფარგლებში მაგისტრის ან დოქტორის აკადემიური ხარისხის დაცვა	
7	რამდენმა ადამიანმა დაიწყო დოქტორანტურაში სწავლა პროექტის ფარგლებში?	
8	პროექტის განხორციელებისას გამოყენებული ახალი და არასტანდარტული მეთოდოლოგია	
9	ინტერდაკროსდისციპლინარული განვითარება	
10	ცოდნის ადატეკნოლოგიის ტრანსფერი (მიუთითეთ შედეგების ტრანსფერი სამთავრობო ინსტიტუტებთან, საწარმოებთან მიმართებაში, ახლი პრაქტიკა/პრცედურები, სადაც კვლევამ ინიცირება მოახდინა ე.წ. Start-up-ების გაშვებაზე)	
11	სამეცნიერო გარემოს მყისიერი გაძლიერება	

4. პროექტის ზეგავლენა/მნიშვნელობა (impact)

აღწერეთ მნიშვნელოვანი წვლილი, ძირითადი მიღწევები, ინოვაცია, წარმატება, ან ნებისმიერი ცვლილება პრაქტიკასა და თეორიაში, რაც მიიღეთ პროექტის განხორციელების შედეგად და ეხება პროექტის ზეგავლენას:

პროექტის ფარგლებში ერთერთ ძირითად მიღწევად ჩაითვლება ის, რომ ფლოტაციური მეთოდით გამდიდრების წინ მწელად გასამდიდრებელი სპილენძის და ოქროს შემცველი მადნების გამდიდრებადობის კატეგორიის ხარისხის ამაღლების მიზნით აღნიშნული მადნიდან წინააღმდეგობით გამოყოფილი იქნა დიდი რაოდენობით ფუჭი ქანი სასარგებლო კომპონენტების ნაკლები შემცველობით. ფუჭი ქანის გამოყოფა განხორციელდა მძიმე სუსპენზიაში მადნის გამდიდრების შედეგად. ამ პროცესით მადნის ეფექტურად განშრევისათვის ე. ი. დაყოფა მძიმე და მსუბუქ ფრაქციებად (ფუჭი ქანი), პროცესისათვის დამუშავებული იქნა მართვის მოდელი, ძირითადად დაფუძნებული ალბათურ მოდელზე. ამ მოდელის სიახლე გამოიხატება იმით, რომ პროცესის მმართველ და გამდიდრების მაჩვენებლებს შორის მიღებული დამოკიდებულებები, როგორც წყვილებს შორის, ასევე მრავლობითებს შორის, ითვალისწინებს შემამფოთებელი ფაქტორების ცვლილების გავლენას. მიღებული მოდელით პროცესის მართვის მიღწევად ჩაითვლება ის, რომ მისი ავტომატიზაციის განსახორციელებლად გამოყენებული იქნა გასამდიდრებელი მადნის გამდიდრებადობის უნარის შემფასებელი გამზომი მოწყობილობა. სიახლე გამოიხატება იმით, რომ გარკვეული სიმკვრივის სუსპენზიის ავზში (სადაც სრულდება სხვადასხვა სიმკვრივის მინერალების განშრევა), გარკვეული მანძილით დაშორებულ შრეებში იზომება სიმკვრივეები. გაზომილი სიმკვრივეების დისპერსიის სხვადასხვა მნიშვნელობებისათვის დგინდება გასამდიდრებელ მადანში შენახარდიანი ნატეხების რაოდენობა და, შესაბამისად, ფასდება მადნის გამდიდრებადობის უნარი, რომლის გათვალისწინებით სრულდება აღნიშნული პროცესის ავტომატური მართვა.

პროექტის მიღწევად ჩაითვლება ის, რომ მადნის დაფქვა-კლასიფიკაციის ციკლში, ცირკულაციური დატვირთვის მასალაში, რომელშიც დიდი ალბათობით მოცემულია გამონთავისუფლებული ოქროს მარცვლები, მისი მაქსიმალურად ამოკრევის მიზნით აღნიშნულ მასალას ვამდიდრებთ გრავიტაციული მეთოდიდან დალექვის პროცესით, კერძოდ, დიაფრაგმულ სალექ მანქანაზე. სიახლე გამოიხატება იმით, რომ ამ მანქანას შეუძლია პროცესისათვის მიიღოს არსებულ მმართველ სიდიდეებთან, ანუ, წყლის ძირითად რხევებთან ერთად, დაბალ ამპლიტუდიანი წყლის დამატებითი რხევები და წყლის დაღმავალი ნაკადის განსხვავებული სიჩქარეები, ხელშემწყობი სხვადასხვა სიმკვრივის მინერალების ეფექტურად დაყოფის. აქედან გამომდინარე, აღნიშნული პროცესით შესაძლებელი გახდება ოქროს მაქსიმალური ამოკრეფით მიღება.

პროექტის განხორციელების შედეგად პრაქტიკაში ცვლილება შეიძლება მოხდეს პროექტის შესრულების იმ ზეგავლენიდან გამომდინარე, რომელიც ეხება მძიმე სუსპენზიიდან მიღებული მძიმე ფრაქციის მასალის დამსხვრევა - დალექვის ციკლის კვლევას. განსაკუთრებით დამსხვრევის ოპერაციას, რომელიც სრულდება ორიგინალურ სამსხვრევ მოწყობილობაზე. მისი სიახლე გამოიხატება იმით, რომ ნატეხების დამსხვრევა ხორციელდება სპირალურად განლაგებულ კბილებიანი დისკოს ბრუნვის შედეგად, ე. ი. ჭრის პრინციპით. აღნიშნულ სამსხვრევზე ნატეხების 2 მმ-მდე დამსხვრევისას დამსხვრეულ პროდუქტში მიიღება 1 – 0 მმ-მდე კლასის ფრაქცია გამოსავლით 40%-მდე, რომელშიც გამონთავისუფლებული სასარგებლო მინერალები არის მოცემული დიდ ალბათობით. რომ არ მოხდეს სასარგებლო კომპონენტების დაკარგვა მათი გადაფქვის შედეგად, აღნიშნული მასალა მიეწოდება პირდაპირ დაფქვის ციკლში მომუშავე კლასიფიკატორს, რომელიც დროულად მოაცილებს მზა საჭირო კლასის ფრაქციას ფლოტაციისათვის.

პროექტის მიღწევად ჩაითვლება, აგრეთვე, ფლოტაციური პროცესისათვის მართვის მოდელის შექმნა ალბათური მოდელის გამოყენებით, რომელიც ითვალისწინებს პროცესში მმართველ და გამდიდრების მაჩვენებლებს შორის, როგორც წყვილ ასევე მრავლობითი დამოკიდებულებების მიღებას, გამდიდრების მაჩვენებლების ტექნოლოგიური კრიტერიუმის გათვალისწინებით - მართვის ოპტიმალური კანონის მიღება. საბოლოოდ, ინოვაცია გამოიხატება იმით, რომ მიღებული ოპტიმალური კანონის ავტომატური მართვა ხორციელდება ფლოტაციის ქაფის პროდუქტში გადასული მინერალიზაციის ხარისხის (სასარგებლო კომპონენტების რაოდენობის) გამზომი ორიგინალური მოწყობილობის საშუალებით.

- პროექტის ძირითადი დისციპლინის(ების) განვითარებასთან მიმართებაში
პროექტით წარმოდგენილი სამუშაო, კერძოდ პროცესებისათვის დამუშავებული მართვის მოდელი შესაბამისი კონტროლით ხარისხობრივად, ხოლო გამოყენებული მანქანა-დანადგარები - შემამფოთებელი სიდიდეების (რეჟმული სიდიდეების) გამზომი გადამწოდებით მისაღები იქნება სხვა მარგი წიაღისეულის გამდიდრების სფეროში, რასაც დიდი მნიშვნელობა ექნება სამთო ინჟინერიის განვითარებაში.
- სხვა დისციპლინებთან მიმართებაში
ზოგიერთი მანქანა-დანადგარები შემამფოთებელი სიდიდეების (რეჟმული სიდიდეების) გამზომი გადამწოდებით, განსაკუთრებით სამსხვრევი მოწყობილობა შესაძლებელია გამოყენებული იქნება სხვა სფეროში, მაგ., საამშენებლო დარგში.
- ადამიანური რესურსების განვითარებასთან მიმართებაში;

- ახალგაზრდა მეცნიერთა სწავლებისა და განვითარების პროცესთან მიმართებაში;
- ფიზიკურ (დანადგარები, ლაბორატორია, ინსტრუმენტები და სხვ), ინსტიტუციურ და ინფორმაციულ რესურსებთან მიმართებაში, რაც კავშირშია ინფრასტრუქტურის განვითარებასთან;
- საზოგადოებრივ კეთილდღეობასთან/განვითარებასთან მიმართებაში (societybeyondscienceandtechnology) - მაგ. საზოგადოების ცნობიერების/ცოდნის, უნარების, შესაძლებლობების გაუმჯობესება; სოციალური, ეკონომიკური, სამოქალაქო, ან გარემო პირობების გაუმჯობესება; სოციალური აქტივობის, პოლიტიკის, პრაქტიკის ცვლილების ინიცირება;
- პროექტის ბიუჯეტის რა %-ული წილი დაიხარჯა საქართველოს გარეთ?

5. სირთულეები, პროექტის განხორციელების პროცესში (ფონდის შიდა მოხმარებისათვის)

№	სირთულეები	სირთულეების გამომწვევი მიზეზები	გადაწყვეტის/ მოგვარების გზები (რა ზომები იქნა მიღებული არსებული სირთულეების გადასაღწევად)
1			
2			
3			

შენიშვნა: უნდა ჩაიწეროს სხვადასხვა ტიპის სირთულეები. მაგ: სამეცნიერო მუშაობისას წარმოქმნილი სირთულეები, ტექნიკური სირთულეები და სხვა.

6. პროექტის შედეგების მოკლე რეზუმე და ანგარიში (გამოსაქვეყნებელი ვერსია)

6.1. მოკლე რეზუმე (აბსტრაქტი):

(წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ენაზე (ქართულად და ინგლისურად) და გასაგები უნდა იყოს ფართო საზოგადოებისათვის. რეკომენდირებულ სიტყვათა რაოდენობა - 250. რეზუმე უნდა მოიცავდეს პროექტის შედეგების მოკლე აღწერას. აგრეთვე, პროექტის განხორციელებისას გამოკვეთილ პერსპექტივებს და პროექტში მიღებული გამოცდილების გამოყენების შესაძლებლობას ინტერდისციპლინარული, ინტერინსტიტუციონალური და/ან საერთაშორისო თანამშრომლობის გაფართოების თვალსაზრისით.

პროექტის მიზანი იყო ძნელად გასამდინდრებელი სპილენძ-ოქროს შემცველი მადნების გადამუშავებისას მაღალხარისხოვანი კონცენტრატის მიღება სასარგებლო კომპონენტის ნაკლები დანაკარგით. ამ მიზნის განსახორციელებლად გამოყენებული იქნა კომბინირებული გრავიტაციულ-ფლოტაციური მეთოდი. პირველ რიგში ჩატარებული იქნა კვლევები გამდინდრებადობის კატეგორიის ხარისხის ასამაღლებლად. აღნიშნული მასალიდან დიდი რაოდენობით მოცილებული იქნა მსუბუქი ფრაქცია (ფუჭი ქანის), რომელიც განხორციელდა მძიმეგარემოიან სეპარატორში. პროცესში მონაწილე მმართველი ზემოქმედებების ოპტიმალური სიდიდეების დადგენის მიზნით აგებულია მათემატიკური მოდელი. მასალის გამდინდრებადობის უნარის წინასწარი შეფასებისათვის დამუშავდა მოწყობილობის მოქმედების პრინციპი და კონსტრუქცია, პროცესის მართვის ხერხი, რომელიც გულისხმობს სუსპენზიის სიმკვრივის რეგულირებას გასამდინდრებელი მადნის გამდინდრებადობის

უნარის მიხედვით.

ფლოტაციური მეთოდით გამდიდრებისას აღნიშნული მასალის გამდიდრებადობაზე კვლევებისათვის გამოყენებული იქნა ფრაქციული ანალიზი. დადგენილია ფლოტაციის პროცესზე პულპის pH-სა და ჟანგვა-აღდგენითი პოტენციალის გავლენა; განხორციელდა კვლევები პირდაპირი სელექციური და კოლექტიურ-სელექციური ფლოტაციის მიმართულებით. ცდებით განისაზღვრა დაფქვის ოპტიმალური სისხო (-0,074 მმ), რეაგენტული რეჟიმი.

დამუშავებულია მწელადგასამდიდრებელი მადნის ფლოტაციური მეთოდით გამდიდრების პროცესის მათემატიკური მოდელი. დადგინდა პროცესის ძირითადი მმართველი, შემაშფოთებელი და რეჟიმული პარამეტრები. პირველი ხერხით ფლოტაციის პროცესის (რეჟიმული სიდიდის) კონტროლისათვის განისაზღვრა პულპის სიმკვრივე. ამ პარამეტრის მიხედვით დამუშავდა პროცესის ოპტიმალური მართვის ხერხი. მეორე ხერხით - ქაფის ელექტრული წინააღმდეგობის მიხედვით ხორციელდება რეაგენტების ავტომატური რეგულირების მართვა.

კვლევების შედეგებზე დაყრდნობით შემუშავდა მწელად გასამდიდრებელი VIII – C ბლოკის მადნების გადამუშავების ოპტიმალური, კომბინირებული ტექნოლოგიური სქემა, რომელიც ითვალისწინებს მასალის დამსხვრევას, კლასიფიკაციას, მძიმე სუსპენზიებში გამდიდრებას. შემდგომ გამდიდრებას ფლოტაციის მეთოდით, კოლექტიურ-სელექციური სქემით. საბოლოოდ მიიღება: სპილენძის კოლექტიური კონცენტრატი გამოსავალით $\gamma = 11,59\%$, შემცველობით $\beta_{Cu} = 4,21\%$, ამოკრეფით $\varepsilon_{Cu} = 85,63\%$, სპილენძის სელექციური კონცენტრატი გამოსავალით $\gamma = 2,85\%$, შემცველობით $\beta_{Cu} = 16,21\%$, ამოკრეფით $\varepsilon_{Cu} = 81,05\%$, ოქროს კოლექტიური კონცენტრატის $\beta_{Au} = 2,66$ გრ/ტ, $\varepsilon_{Au} = 83,31$ გრ/ტ, ოქროს სელექციური კონცენტრატის $\beta_{Au} = 6,12$ გრ/ტ, $\varepsilon_{Au} = 47,14$ გრ/ტ.

Abstract

The goal of the project was to produce high quality concentrate in processing refractory copper-gold-containing ores with lesser losses of useful component. Combined gravitation-flotation method was used to accomplish this goal. First of all, the research was carried out to increase the quality of enriching category. There was removed light fraction (barren rock) in large quantities from this material, which was carried out in heavy medium separator. A mathematical model was built to determine the optimum values of the control actions involved in the process. For the preliminary evaluation of enriching ability of material, the principle of the operation and design of the device and the method of process control, which implies the regulation of suspension density according enriching ability of enriched ore, were developed.

For testing of mentioned materials on enriching ability at processing by flotation method the fractional analysis was used. The effect of pulp pH and oxidation-reduction potential on flotation process was established; investigations in straight selective and collective-selective flotation direction were conducted. The optimal grinding thickness (-0,074 mm), reagent regime.

The mathematical model of refractory ore enrichment process by flotation method was developed. The basic control, disturbing and regime parameters of the process were established. For control of flotation process (regime value) by the first method pulp density was determined. According this parameter, the process optimal control method was developed. By the second method – according foam electrical resistance automatic, regulation of reagents was performed.

Based on the results of the research, an optimal, combined technological scheme for processing of refractory VIII-C block ore was developed, which provided for material crushing, classification, and enrichment in heavy suspension and further enrichment by collective and selective scheme of flotation. Finally, the following was obtained: copper collective concentrate yield $\gamma = 11,59\%$, containing $\beta_{Cu} = 4,21\%$, extraction $\varepsilon_{Cu} = 85\%$, copper selective concentrate yield $\gamma = 2,85\%$, containing $\beta_{Cu} = 16,22\%$, extraction $\varepsilon_{Cu} = 81,05\%$, gold collective concentrate $\beta_{Au} = 2,66$ g/t, $\varepsilon_{Au} = 83.31$ g/t, gold selective concentrate $\beta_{Au} = 6,12$ g/t, $\varepsilon_{Au} = 47.14$ g/t.

6.2. ვრცელი სამეცნიერო ანგარიში:

შესავალი. მადნეულის საბადო მდიდარი და მრავალფეროვანია თავისი მინერალური შედგენილობით. საბადოზე სპილენძის მადანი ჟანგის ხარისხით მიეკუთვნება სულფიდურ და ნახევრად დაჟანგულ მადნებს, რომლებისთვისაც დამახასიათებელია მასიური, პორფირულ - ჩაწინწკლული და ძარღვული ტექსტურები, მეტასომატური ჩანაცვლებები და კოროზიული, გრაფიკული, რელიქტური და სხვა მიკროტექსტურები,

საბადო წინასწარი დაზვერვითი სამუშაოების ჩატარების შედეგად დაყოფილია ბლოკებად, რომლებსაც დამიების ხარისხის მიხედვით მინიჭებული აქვთ: III - C₁, I - B, VII - C₁, VIII - C₁, X - C₁, XI - C₁, და სხვა კატეგორიები.

X - C₁ ტიპის მადანი სპილენძ - კოლჩედანურია. ძირითადი მადნეული მინერალებია: ქალკოპირიტი (CuFeS₂), პირიტი (FeS₂). გვხვდება ასევე სპილენძის მეორადი სულფიდები: კოველინი (CuS) და ქალკოზინი (Cu₂S). ფუჭი ქანი წარმოდგენილია კვარციტით, სერიციტით და სხვადასხვა სახის ალუმოსილიკატებითა და ქლორიდებით. მცირე რაოდენობით გვხვდება სპილენძის დაჟანგული მინერალები: მალაქიტი, კუპრიტი, ქრიკოზულა და ტენორიტი. მადანში პირიტის რაოდენობა აღწევს 3 - 5 %-მდე. ფუჭი ქანიც ამ შემთხვევაში წარმოდგენილია კვარციტითა და მინდვრის შპატებით. მადანში სპილენძის შემცველობა 0,37 %-ია, რკინა - 2,3 ÷ 2,7 %, ოქრო - 0,36 გ/ტ. მადანი საშუალოდ გასამდიდრებელია, ხოლო ძნელადგასამდიდრებელი მადნებიდან, რომლებსაც მიეკუთვნება VIII - C ბლოკის მადნები, კონდიციური კონცენტრატის მიღება პრობლემატურია. სინჯის მინერალოგიური ანალიზით დადგინდა, რომ ძირითადი მადნეული მინერალებია პირიტი (5 - 7 %) და სპილენძის სულფიდები, რომლებიც ძირითადად წარმოდგენილია მეორადი სულფიდებით. გვხვდება ასევე სპილენძის სულფიდები და სპილენძის ჟანგები, იშვიათ შემთხვევაში მეტალური სპილენძი. მადნეული მინერალები ერთმანეთში ჩაწინწკლულია წვრილად-წმინდად.

კვლევის მიზანს წარმოადგენდა სპილენძ-ოქროს შემცველი ღარიბი და წვრილად ჩაწინწკლული მადნების გადამუშავების სრულყოფილი ტექნოლოგიის შემუშავება, რომელიც უზრუნველყოფს მაღალხარისხოვანი კონდიციური კონცენტრატის მიღებას სასარგებლო კომპონენტების ნაკლები დანაკარგით. გამდიდრების პროცესების კვლევა განხორციელდა დამატებითი მმართველი, შემამუშოთებელი სიდიდეების და ორიგინალური მართვის ხერხის გათვალისწინებით. კერძოდ, მძიმე გარემოიან ჰიდროციკლონებში მინერალების დაყოფაზე, გამდიდრების (დაყოფის) სირთულის გაზომვის მნიშვნელობიდან გამომდინარე, მოქმედი მმართველი სიდიდეების ცვლილების დადგენა; სამსხვრევ მოწყობილობაში ორიგინალური მსხვრევადი დეტალის საშუალებით საჭირო ზომამდე დამსხვრეული ნატეხების მაქსიმალური გამოსავლით მიღებისათვის პროცესის შესწავლა, რომელიც დიდი ალბათობით წარმოდგენილი იქნება სასარგებლო კომპონენტების ნატეხებით თავისუფალი სახით; ფლოტაციურ პროცესში რეაგენტების ოპტიმალური სიდიდეების და მათი გათვალისწინებით რეაგენტული რეჟიმის დადგენა; დამუშავებული ორიგინალური მართვის ხერხით პროცესის კონტროლის შესწავლა.

კვლევის მეთოდები. 1. **გამდიდრებადობის უნარის შეფასების შესახებ**

გამდიდრებადობის უნარის შესაფასებლად გამოყენებული იქნა ჩვენს მიერ დამზადებული პულპის სიმკვრივის, მასთან ერთად სიბლანტის, ერთდროულად, უწყვეტად გამზომი მოწყობილობა. მისი ორიგინალობა გამოიხატება იმით, რომ მოწყობილობა შედგება სხვადასხვა მოცულობის და ერთიდაიგივე გარემოწერილობის ფართის მქონე ორი ტივტივისაგან. პულპის სიმკვრივის ცვლილებიდან გამომდინარე სხვადასხვა მოცულობის გამო ტივტივები ერთმანეთის მიმართ გადაადგილდებიან სხვადასხვა მანძილით. ექსპერიმენტების საფუძველზე ვადგენთ ტივტივების ერთმანეთის მიმართ გადაადგილებას შესაბამისი პულპის სიმკვრივის მნიშვნელობებით, ხოლო ტივტივის ერთიდაიგივე გარემოწერილობის ფართის გამო დროის შერჩეულ მონაკვეთში დალექილი მასალის რაოდენობა დიდი ალბათობით ერთმანეთის ტოლი იქნება, რაც გარკვეულ წილად ზრდის გაზომვის სიზუსტეს.

მთლიანი მოწყობილობის გადაადგილება განსაზღვრულ დროში აფასებს პულპის სიბლანტეს. უკანასკნელის გაზომვები ხორციელდება ტივტივებზე დალექილი მასალის პროპელერით ყოველი მოცილების შემდეგ.

სპილენძის და ოქროს მადნების გამდიდრების უნარის შესაფასებლად ვანაში, რომელშიც მომზადებული იქნა მძიმე სითხე 2.65 ტ/მ³ სიმკვრივით, დამამძიმებლად გამოყენებული იქნა ფეროსილიციუმი. ყოველი ცდის დროს ვაწვდიდით აღნიშნული მადნის ერთიდაიგივე რაოდენობას და ვანის ზედა ნიშნულიდან, მძიმე გარემოში 20 სმ - ით დაშორებულ შრეებში აღნიშნული მოწყობილობით ვზომავდით შესაბამის სიმკვრივეებს. დისპერსიის გამოსათვლელი ფორმულით: $M = \frac{\rho_2 - \rho_1}{4}$ ვიღებთ დისპერსიის შესაბამის სიდიდეებს. ექსპერიმენტების საშუალებით დავადგინეთ მიღებული სიდიდეების ის ზღვრები, რომელთაც შეესაბამებოდათ აღნიშნული

მადნების შუალედური პროდუქტების გარკვეული რაოდენობები, კერძოდ, < 0.3 დისპერსიის შემთხვევაში შუალედურ პროდუქტს ვღებულობთ ნაკლები რაოდენობით, ხოლო > 0.3 - ზე მეტის შემთხვევაში, პირიქით, დიდ რაოდენობას. აქედან გამომდინარე, პირველ შემთხვევაში აღნიშნული მადანი ითვლება ადვილად გასამდიდრებლად, ხოლო მეორე შემთხვევისათვის იგივე მადანი - ძნელად გასამდიდრებლად.

2. დამსხვრევის პროცესზე მართველი ფაქტორების შესასწავლად კორელაციური და დისპერსიული ანალიზის მეთოდების გამოყენება

სპილენძ-ოქროს შემცველი ძნელად გასამდიდრებელი მადნების ნატეხების დამსხვრევის პროცესის შესასწავლად სამსხვრევ მოწყობილობაში, ჩატარებული იქნა ექსპერიმენტები და დადგენილი იქნა წყვილებს შორის დამოკიდებულებები, კერძოდ, დამსხვრეულ პროდუქტში საჭირო 3 - 1 და 1 - 0 მმ კლასების გამოსავალსა და დამსხვრევის პროცესზე მოქმედი მმართველი პარამეტრების (სამსხვრეველას სპირალურად განლაგებულ კბილებიანი დისკოს ბრუნთა რიცხვი, გამოსაშვები ხვრელის სიგანე, სამსხვრეველადან ჰაერის გაწოვის ხარჯი და სამსხვრეველას დატვირთვა) მნიშვნელობებს შორის (შენიშვნა: გამწოვი მოწყობილობის ჰაერის გამოწოვის ხარჯი (მ³/სთ) გამოსახული გვაქვს კვტ-ში). ჩატარებული იქნა ექსპერიმენტები შესაბამისად 3 - 1 და 1 - 0 მმ კლასებისათვის. აგებული იქნა დამოკიდებულებები. კოორდინატთა სისტემაზე დატანილი ექსპერიმენტების მონაცემების წერტილების ველი გვიჩვენებს, რომ დამოკიდებულებას აქვს ექსტრემალური ხასიათი და, ამავე დროს დამოკიდებულება არის კორელაციური, და არა ფუნქციონალური, წყვილებს შორის დამოკიდებულების ხასიათის და კავშირის დასადგენად ვსარგებლობთ კორელაციური ანალიზის მეთოდით. ამ მეთოდიდან ვიყენებთ ექსტრემალურ ალბათურ მოდელს, რომელსაც აქვს შემდეგი სახე:

$$\gamma(x) = ax^k e^{-cx}, \quad (1)$$

(1) განტოლებაში შემავალი კოეფიციენტები წარმოადგენს რეგრესიის კოეფიციენტებს და იანგარიშება უმცირეს კვადრატთა მეთოდით, მიღებული ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე. აგებული გრაფიკებიდან მოძებნილი იქნა მმართველი პარამეტრების ოპტიმალური მნიშვნელობები, რომლის დროსაც მიიღება 3-1 და 1-0 მმ კლასების ფრაქციების მაქსიმალური გამოსავლები. ეს მნიშვნელობებია ორივე კლასისათვის: $n = 15$ ბრ/წმ; $S = 2$ მმ; $N = 0,45$ კვტ, (დაახლოებით შესაბამება გაწოვის ჰაერის ხარჯი 500 მ³/სთ); $Q = 1,5$ კვ.

ზემოთ აღნიშნული პარამეტრები ითვლებიან ძირითად ფაქტორებად დამსხვრევის პროცესისათვის, რომლებიც მუდმივად მოქმედებენ ცდის ცდამდე. პროცესზე, აგრეთვე გავლენას ახდენს შემთხვევითი სხვა ფაქტორები, რომელთა მოქმედება ცდიდან ცდამდე იცვლება. ავლნიშნოთ: დისკოს ბრუნთა რიცხვი - F_1 ფაქტორით, სამსხვრეველას დატვირთვა - F_2 -ით, გამოსაშვები ხვრელის სიგანე - F_3 -ით, სამსხვრეველას ჰაერის გამოწოვის ხარჯი - F_4 -ით. დისპერსიული ანალიზის მეთოდით განვსაზღვრეთ პროდუქტის საბოლოო შედეგზე, კერძოდ, საჭირო კლასის ფრაქციის გამოსავალზე რამდენად მნიშვნელოვანია ძირითადი ფაქტორების ზემოქმედება შემთხვევით ფაქტორებთან შედარებით. განხილული იქნა ძირითადი ოთხი ფაქტორის ზემოქმედებით მიღებული პროდუქტის გამოსავლის მნიშვნელობები, გამოსავლების ჯამები და საშუალო მნიშვნელობები, შესაბამისად 3-1 მმ და 1-0 მმ კლასებისათვის. მადნის გამოსავალზე პარამეტრების მოქმედების შესაფასებლად ვაწარმოეთ გაანგარიშება (2),(3),(4) განტოლებების გამოყენებით. გამოვთვლილი იქნა გადახრათა კვადრატები ჯამები: გადახრათა კვადრატების საერთო ჯამი S , ფაქტორების მოქმედების შედეგად მიღებულ სიდიდეთათვის გადახრათა კვადრატების ჯამი S_f და ნარჩენი დისპერსია, ანუ შემთხვევითი ფაქტორების მოქმედებით მიღებულ სიდიდეთათვის გადახრათა კვადრატების ჯამი - S_e . ცნობილია ფორმულები, რომლითაც იანგარიშება აღნიშნული ჯამები. ვითვალისწინებთ, რომ ერთი და იგივე ცდა განმეორებულია 5 -ჯერ. ე. ი. $j=5$, ცდების ჩასატარებლად ვიყენებთ 4 ფაქტორს, ე. ი. $i=4$.

$$S = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n x_i)^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 - n\bar{x}^2, \quad (2)$$

$$S_f = j \left[\sum_{r=1}^i a_r^2 - \frac{1}{i} (\sum_{r=1}^i a_r)^2 \right], \quad (3)$$

$$S_e = S - S_f. \quad (4)$$

მაგალითისათვის ქვემოთ მოცემულია ანგარიში 1-0 მმ კლასის გამოსავლებისათვის:

$$S = 51.5^2 + 50.9^2 + \dots + 36.5^2 - \frac{1}{20} 895.1^2 = 656.7095 \quad ,$$

$$S_f = 5[47.24^2 + 51.02^2 + 43.46^2 + 37.2^2 - \frac{1}{4}(47.24 + \dots + 43.46)^2] = 513.3975 \quad ,$$

$$S_e = 656.7095 - 513.3975 = 143.31.$$

ანალოგიურად მოხდა გაანგარიშება 3-1 მმ კლასისათვის. ავღნიშნოთ შემთხვევით სიდიდეზე დაკვირვების შედეგად მიღებული საერთო დისპერსია s^2 -ით, ძირითადი ფაქტორების მოქმედებით მიღებული დისპერსია - s_f^2 - ით, შემთხვევითი ფაქტორების დისპერსია - s_e^2 -ით. თითოეული შემთხვევისათვის ვანგარიშობთ $k_1=i-1$ და $k_2=i(j-1)$ კოეფიციენტებს. ვიღებთ, რომ $k_1=3$ და $k_2=16$, მაშინ დისპერსიებს ვანგარიშობთ ფორმულებით:

$$s^2 = \frac{S}{ij-1} \quad , \quad s_f^2 = \frac{S_f}{i-1} \quad , \quad s_e^2 = \frac{S_e}{i*(j-1)} \quad . \quad (5)$$

გამოანგარიშებით ვიღებთ: ძირითადი მმართველი ფაქტორების მოქმედებით მიღებული დისპერსია 3-1 მმ კლასისათვის $s_f^2=29,63151$; ხოლო 1-0 მმ კლასისათვის - $s_f^2=171,1325$; ხოლო შემთხვევითი ფაქტორებით მიღებული დისპერსია 3-1 მმ კლასისათვის $s_e^2=2,408145$, 1-0 მმ კლასისათვის კი - $s_e^2=8,957$. დისპერსიათა შედარებით, ორივე შემთხვევისათვის, ვიღებთ, რომ $s_f^2 > s_e^2$.

ამგვარად, დისპერსიათა შეფარდებით გამოვთვალეთ დაკვირვების T , ფორმულით $T = \frac{s_f^2}{s_e^2}$. შედეგად ვიღებთ, რომ 3-1 მმ კლასის ფრაქციისათვის $T \approx 12,305$, ხოლო 1-0 მმ კლასის ფრაქციისათვის $T \approx 19,11$. T -ს მნიშვნელობას $P = 0.01$ ნდობის ალბათობისათვის ვპოულობთ შესაბამისი ცხრილიდან. ჩვენს შემთხვევებში, როცა $k_1 = i - 1 = 3$, ხოლო $k_2 = i(j - 1) = 16$. ვიღებთ, რომ $T_i = 5,29$. ორივე შემთხვევისათვის ჩვენი გაანგარიშებიდან მიღებული დაკვირვების მნიშვნელობები მეტია ცხრილიდან მიღებულ მნიშვნელობაზე, ე. ი. $T > T_1$, რითაც დავასკვნით, რომ პროცესში მონაწილე ძირითადი მმართველი ფაქტორების მოქმედებას დამსხვრევის შედეგად მიღებული კლასების 3-1 და 1-0 მმ ფრაქციების გამოსავლებზე აქვს არსებითი გავლენა შემთხვევით ფაქტორებთან შედარებით.

3. ფრაქციული ანალიზის მეთოდი.

გამდიდრებადობაზე კვლევებისათვის გამოყენებული იქნა ფრაქციული ანალიზი. პულპის pH-სა და ჟანგვა-აღდგენითი პოტენციალის გავლენა ფლოტაციის პროცესზე, პირდაპირი კვლევები სელექციური და კოლექტიურ-სელექციური ფლოტაციის მიმართულებით.

კვლევების შედეგებით, ფრაქციული ანალიზის საშუალებით დადგინდა გასამდიდრებელი მადნის წინასწარი (გრაფიტაციული მეთოდით) მსხვილმარცვლოვანი სახით გამდიდრების შესაძლებლობა, რომლითაც დაფქვისა და ფლოტაციის ოპერაციის წინ, გასამდიდრებელი მადნიდან შესაძლებელია გამოვყოთ კუდები და, ამავე დროს, ვაწარმოთ მორეცხვის საშუალებით თიხაშემცველი მინარევების მოშორება. შესაბამისად, თავიდან ავიცილეთ მისი უარყოფითი გავლენა ფლოტაციის პროცესზე.

4. მწელად გასამდიდრებელი მადნის ფლოტაციური მეთოდით გამდიდრების პროცესის მათემატიკური მოდელი.

საგრანტო პროექტის შესრულების პერიოდში დამუშავებული იქნა სპილენძ-ოქროს შეცველი მწელადგასამდიდრებელი მადნების გამდიდრებისათვის მომზადების და მისი ფლოტაციური მეთოდით გამდიდრების პროცესების მათემატიკური მოდელები. ამ მიზნით ჩატარებულ კვლევებს საფუძვლად დაედო პროცესის ოპტიმიზაციის ტექნოლოგიური კრიტერიუმი, რომელიც გულისხმობს მიზნის ფუნქციის (მზა პროდუქტის ან კონცენტრატის გამოსავლის) მაქსიმიზაციას შეზღუდვის ფუნქციის (მზა პროდუქტის ან კონცენტრატის ხარისხის) მუდმივობის პირობებში, მმართველი ზემოქმედებების დასაშვებ ზღვრებში ცვალებადობის

ფარგლებში. ჩატარებული კვლევების ძირითადი მიზანი იყო მადნის გამდიდრების ოპტიმალური ტექნოლოგიური სქემის და მისი პარამეტრების ოპტიმალური სიდიდეების დადგენა, რომლებიც უზრუნველყოფენ სასარგებლო კომპონენტის მინიმალურ დანაკარგებს.

განხორციელდა: 1. მძიმეგარემოიან სეპარატორში მადნის პირველადი სეპარაციის პროცესის კვლევა მმართველი ზემოქმედებების ოპტიმალური სიდიდეების დადგენის მიზნით. აგებული იქნა მათემატიკური მოდელი. დამუშავდა მოწყობილობის მოქმედების პრინციპი და კონსტრუქცია, რომელიც იძლევა მასალის გამდიდრებადობის უნარის წინასწარი შეფასების საშუალებას. დამუშავდა პროცესის მართვის ხერხი, რომელიც გულისხმობს სუსპენზიის სიმკვრივის რეგულირებას გასამდიდრებელი მადნის გამდიდრებადობის უნარის მიხედვით.

2. დამუშავებული იქნა სპილენძ-ოქროს შემცველი ძნელადგასამდიდრებელი მადნის ფლოტაციური მეთოდით გამდიდრების პროცესის მათემატიკური მოდელი. დადგინდა პროცესის ძირითადი მმართველი, შემაშფოთებელი და რეჟიმული პარამეტრები. ფლოტაციის პროცესის (რეჟიმული სიდიდის) კონტროლისათვის დამზადდა პულპის სიმკვრივის გამზომი მოწყობილობა. დამუშავდა ამ პარამეტრის მიხედვით პროცესის ოპტიმალური მართვის ხერხი.

3. დამუშავებული იქნა სპილენძ-ოქროს შემცველი ძნელადგასამდიდრებელი მადნის ფლოტაციური მეთოდით გამდიდრების პროცესის მათემატიკური მოდელი, რომელიც ითვალისწინებს პროცესის რეჟიმული სიდიდის - საფლოტაციო კამერაში ქაფის სიმაღლის, და მისი პროპორციული, ქაფის ელექტრული წინააღმდეგობის მიხედვით რეაგენტების ავტომატური რეგულირების მართვას.

- კვლევის შედეგების განხილვა:

კვლევებისთვის აღებული იქნა მასალა, კერძოდ, XI – C₁ ბლოკის მადნებიდან. აღებული იქნა მახასიათებელი სინჯი წონით 250 კგ. შესწავლილი იქნა მადნის გრანულომეტრიული შედგენილობა. ქიმიური ანალიზით დადგინდა სპილენძისა და ოქროს შემცველობები, შესაბამისად, 0,57 % და 0,37 გრ/ტ.

პროექტის მიზნის განხორციელება ბევრად არის დამოკიდებული ძნელად გასამდიდრებელი მადნების გამდიდრებადობის კატეგორიის ხარისხის გაზრდაზე ძირითადი პროცესებით გამდიდრებამდე, რაც უზრუნველყოფს გამდიდრების პროცესების ეფექტურ წარმართვას. კატეგორიის ხარისხის ამაღლებას ძირითადად განაპირობებს მადნიდან დიდი რაოდენობით ფუჭი ქანის მოცილება, რომლის განსახორციელებლად გამოყენებული იქნა გამდიდრება მძიმე გარემოიან სეპარატორით. გრანულომეტრიული შედგენილობის და ფრაქციული ანალიზის შედეგებიდან გამომდინარე, როდესაც კლასის ფრაქცია არის 80 – 6 მმ-ის ზღვრებში და სუსპენდიის სიმკვრივე 2,75 გ/სმ³, აღნიშნულ სეპარატორზე გამდიდრებისას მიიღება მსუბუქი ფრაქცია (კუდები) მაქსიმალური გამოსავლით 43,64 %, სპილენძის შემცველობით 0,1 %, ოქროს შემცველობით - 0,11 გრ/ტ. იმისათვის, რომ ამ პროცესით გამდიდრებისას არ მოხდეს სასარგებლო კომპონენტების დანაკარგები, დამუშავებული იქნა მართვის მოდელი. ამ მოდელის მიხედვით, მისი ავტომატიზაციის განსახორციელებლად, გამოყენებული იქნა გასამდიდრებელი მადნის გამდიდრებადობის უნარის შემფასებელი გამზომი მოწყობილობა. გარკვეული სიმკვრივის სუსპენზიის ავზში (სადაც სრულდება სხვადასხვა სიმკვრივის მინერალების განშრევა), გარკვეული მანძილით დაშორებულ შრეებში იზომება სიმკვრივეები. გაზომილი სიმკვრივეების დისპერსიის სხვადასხვა მნიშვნელობებისათვის დგინდება გასამდიდრებელ მადანში შენაზარდიანი ნატეხების რაოდენობა და, შესაბამისად, ფასდება მადნის გამდიდრებადობის უნარი, რომლის გათვალისწინებით სრულდება აღნიშნული პროცესის ავტომატური მართვა.

მადნის ფლოტაციური მეთოდით გამდიდრებამდე მოსამზადებელ პროცესებში (დაფქვა-კლასიფიკაცია) გამონთავისუფლებული ოქროს მარცვლები არ გადადის საკლასიფიკაციო გადანადენში, არამედ კონცენტრირდება ცირკულაციურ დათვრთვაში და წისქვილში დროთა განმავლობაში ისინი დაქუცმაცდება და ბრტყელდება. ასეთ შემთხვევაში, გადანადენში გადასული ოქრო ფლოტაციური მეთოდით გამდიდრებისას მიიღება დანაკარგების სახით. ამის აღმოფხვრის მიზნით ცირკულაციური დათვრთვის მასალას წინდაწინ გამდიდრებთ გრავიტაციული მეთოდიდან დალექვის პროცესით, კერძოდ, МОД ტიპის სალექ მანქანაზე, რომლის სიახლეა ის, რომ არსებულ მმართველ სიდიდეებთან ერთად შემოგვყავს ახალი დამატებითი მმართველი სიდიდეები. ისეთები როგორცაა, წყლის ძირითად რხევებთან ერთად დაბალამპლიტუდიანი მაღალი სიხშირის დამატებითი რხევები და წყლის დაღმავალი ნაკადის გაძლიერებული სიჩქარე. აღნიშნულ მანქანაზე ჩატარებულმა კვლევებმა გვიჩვენა, რომ ოქრო ამოიკრიფება 57,2 გრ/ტ ოდენობით, ხოლო გამოსავალია $\gamma = 0,18$ %. მისი სიმცირის გამო ეს შედეგები არ იქნა გათვალისწინებული გამდიდრების რაოდენობითი გათვლის შედეგებში.

გამდიდრების შედეგად მიღებული მძიმე ფრაქცია გაერთიანდა (6 – 0) მმ კლასის გაუწყლოების შედეგად მიღებულ სილებთან და სტადიალური დაფქვის შემდეგ მიეწოდება ფლოტაციის პროცესს. სელექციურ-კოლექტიური ფლოტაციის პროცესის წარმართვისათვის კვლევებით დადგენილი იქნა: საჭირო საანგარიშო

კლასის ზომა -0,074 მმ. ასევე დადგენილი იქნა რეაგენტული რეჟიმი: ბუთილის ქსანტოგენატი - 25 გრ/ტ; ამქაფებელი T-92 – 20 გრ/ტ; პულპის pH- ის მნიშვნელობა, რომელიც ტოლია 12,3-ის. დაჟანგული მინერალების აქტივაციისას გამოყენებული იქნა ნატრიუმის ჰიდროსულფიდი NaHS. დადგენილი იქნა, რომ დაფქვილ პროდუქტში სპილენძის მაქსიმალური შემცველობა მიიღწევა დაფქვის ოპტიმალური სისხოს (-0,074 მმ) 60 – 63% -ის შემთხვევაში, როცა დაფქვის ოპტიმალური დრო არის 12 წთ. შედეგად მიღებული კოლექტიური კონცენტრატის გამოსავალი $\gamma = 11.59\%$, სპილენძის სელექციური კონცენტრატის გამოსავალი - 2,94 %, სპილენძის შემცველობა $\beta_{Cu} = 14,56\%$, ოქროს $\beta_{Au} = 6,62$ გრ/ტ. აღნიშნული პროცესისათვის დამუშავებული იქნა მათემატიკური მოდელი. პულპის სიმკვრივის გამზომი მოწყობილობის საშუალებით დამუშავდა პროცესის ოპტიმალური მართვის ხერხი.

გამდიდრების მეორე გზა ითვალისწინებს VIII – C ტიპის მადნის მძიმე სუსპენზიის გამდიდრებიდან მიღებული მძიმე ფრაქციის მასალიდან გამდიდრებადობის კატეგორიის ხარისხის ამაღლებას და, მასთან ერთად, გამდიდრების ფლოტაციური მეთოდის ეფექტურად წარმართვას. ამ მიზნის განსახორციელებლად დამუშავებული იქნა გამდიდრების ტექნოლოგიური სქემა, რომელიც ითვალისწინებს მძიმე სუსპენზიიდან გამოყოფილი მძიმე ფრაქციის ნატეხების დამსხვრევას 2 მმ-მდე და დამსხვრეულ პროდუქტში მიღებული 3 – 0,5 მმ კლასის ფრაქციის გამდიდრებას დიაფრაგმულ სალექ მანქანაზე. კვლევებმა გვიჩვენა, რომ მძიმე ფრაქციის ნატეხების 25 მმ-მდე დამსხვრევის, შემდეგ კი, მეორე სტადიაში, 2 მმ-მდე ნატეხების დამსხვრევისას ორიგინალურ დამსხვრევ მოწყობილობაზე, 3 – 0,5 მმ კლასის ფრაქცია მიიღება მაღალი გამოსავალით $\gamma = 59,2\%$ და ნაკლები დანაკარგებით (40 მიკრონზე ნაკლები, რომელიც გამდიდრების პროცესებში დანაკარგებს წარმოადგენს).

კვლევებმა გვიჩვენა ისიც, რომ აღნიშნული კლასის ფრაქციის გამდიდრებისას დიაფრაგმულ სალექ მანქანაზე, სადაც არსებულ მმართველ სიდიდეებთან ერთად შემოგვყავს წყლის ძირითად რხევებთან ერთად წყლის დამატებითი რხევები და წყლის დაღმავალი ნაკადის განსხვავებული სიჩქარეები. მძიმე და მსუბუქი ფრაქციების დაყოფა სალექი მანქანის კამერებში არ იყო ეფექტური, აქედან გამომდინარე არ იქნა გამოყოფილი მსუბუქი ფრაქცია კუდების სახით, რაც ნათლად გამოჩნდა ფრაქციული ანალიზის შედეგებიდან აგებული გამდიდრებადობის მრუდიდან, კერძოდ λ მრუდით, რომელიც დიდი კუთხით არის დახრილი.

შემდგომ ვიკვლევთ ფლოტაციური მეთოდით გამდიდრებას, რომლისთვისაც მოხდა გაერთიანება მძიმე სუსპენზიიდან მიღებული მძიმე ფრაქციისა გაუწყლოების შედეგად მიღებულ 6 – 0 მმ კლასის სილებთან. კვლევა განხორციელდა განსხვავებით წინა ჩატარებული რეაგენტული რეჟიმისგან იმით, რომ ნატრიუმის ჰიდროსულფიდის NaHS რეაგენტთან ერთად გათვალისწინებული იქნა ნატრიუმის რკინის სულფიტის $Na_2[Fe_2(SO_3)]$ ხარჯი.

კვლევები განხორციელდა აღნიშნული პროცესისათვის, დამუშავებული იქნა გამდიდრების პროცესის მათემატიკური მოდელი, რომელიც ითვალისწინებს პროცესის რეჟიმული სიდიდის, კერძოდ საფლოტაციო კამერაში ქაფის მინერალიზაციის ხარისხის (სასარგებლო კომპონენტების მინერალების რაოდენობის) ორიგინალური გამზომი მოწყობილობის მიხედვით რეაგენტების ავტომატური რეგულირების მართვას.

• დასკვნები:

კვლევების შედეგებზე დაყრდნობით შემუშავებული იქნა ძნელად გასამდიდრებელი სპილენძისა და ოქროს შემცველი ღარიბი და წვრილად ჩაწინწკლული მადნებისათვის გადამუშავების ოპტიმალური, კომბინირებული ტექნოლოგიური სქემა, რომელიც ითვალისწინებს მასალის დამსხვრევას 80 მმ-მდე, დამსხვრეული მასალის კლასიფიკაციას, (80 – 6) მმ და (6 – 0) მმ კლასების გამოყოფას, (80 – 6) მმ კლასის მძიმე სუსპენზიებში გამდიდრებას, სუსპენზიის სიმკვრივე - 2700 კგ/მ³-ზე. გამდიდრების შედეგად მიიღება მძიმე ფრაქცია და მსუბუქი ფრაქცია -საბოლოო კუდები. მძიმე ფრაქცია და (6 – 0) მმ კლასის გაუწყლოების შედეგად მიღებული სილები ერთიანდება და სტადიალური დაფქვის შემდეგ განიცდის ფლოტაციის კოლექტიურ-სელექციური სქემით. საბოლოოდ მიიღება: სპილენძის კოლექციური კონცენტრატის გამოსავალი $\gamma = 11,59\%$, შემცველობა $\beta_{Cu} = 4,21\%$, ამოკრეფა $\varepsilon_{Cu} = 85,63\%$, სპილენძის სელექციური კონცენტრატის გამოსავალი $\gamma = 2,85\%$, შემცველობა $\beta_{Cu} = 16,21\%$, ამოკრეფა $\varepsilon_{Cu} = 81,05\%$, ოქროს კოლექციური კონცენტრატის შემცველობა $\beta_{Au} = 2,66$ გრ/ტ, ამოკრეფა $\varepsilon_{Au} = 83,31$ გრ/ტ, ოქროს სელექციური კონცენტრატის შემცველობა $\beta_{Au} = 6,12$ გრ/ტ, ამოკრეფა $\varepsilon_{Au} = 47,14$ გრ/ტ.

ძნელად გასამდიდრებელი VIII – C ბლოკის ტიპის მადნების გამდიდრებადობაზე ჩატარებული კვლევების საფუძველზე მიზანშეწონილია აღნიშნული გამდიდრებადობის მადნები გადამუშავებული იქნას კომბინირებული გრავიტაციულ-ფლიტაციური მეთოდით, რომელიც საშუალებას მოგვცემს მივიღოთ სპილენძის შემცველობის მიხედვით კონდიციური კონცენტრატი Cu=16,21 %, მაღალი ამოკრეფით.

- სამომავლო რეკომენდაციები:

სპილენძის და ოქროს შემცველი მადნების მძიმე სუსპენზიით გამდიდრების შედეგად მიღებული მძიმე ფრაქციის ნატეხების 2 მმ-ის ფარგლებში დამსხვრევის (ორიგინალურ სამსხვრევ მოწყობილობაზე) ოპერაციის კვლევებმა გვიჩვენა, რომ დამსხვრეულ პროდუქტში 1 – 0 მმ კლასის ფრაქცია მიიღება 40 % გამოსავლის ფარგლებში, რომელშიც ჭარბობს დიდი რაოდენობით გამონთავისუფლებული სასარგებლო კომპონენტების მარცვლების რაოდენობა, რომელიც ფლოტაციის პროცესისათვის არის საჭირო. აქედან გამომდინარე, სასარგებლო კომპონენტების დანაკარგების შემცირების მიზნით 2 მმ-მდე დამსხვრეული პროდუქცია მიზანშეწონილია მივაწოდოთ დაფქვის ციკლში მომუშავე კლასიფიკატორს, რათა დროულად გამოვყოთ ფლოტაციისათვის საჭირო კლასის ფრაქცია და არ მოხდეს დაფქვის პროცესში მისი ზედმეტად გადაფქვა.

- დანართები :

დანართები მოიცავს პროექტის ფარგლებში შესრულებული კვლევების ექსპერიმენტების შედეგებს და დიდი მოცულობის გამო მოყვანილია პროგრამული ანგარიშის ბოლოს.

დანართებში, მეექვსე პერიოდის პროგრამით გათვალისწინებული სამუშაო მოყვანილია სრულად (გვ. 54-დან).

7. დამატებითი ინფორმაცია, რომლის გაზიარებაც გასურთ ფონდისათვის

--

8. დანართები

შენიშვნა: საბოლოო ანგარიშში ასახული მასალები დანართის სახით წარმოდგენილი უნდა იყოს ელექტრონული ან/და ნაბეჭდი სახით.

საბოლოო ანგარიშში ასახული მასალები წარმოდგენილია დანართების ბოლოს.

გრანტის მიმღები წამყვანი ორგანიზაციის ხელმძღვანელის ხელმოწერა და ბეჭედი

ბ.ა.

პროექტის სამეცნიერო ხელმძღვანელის ხელმოწერა

თარიღი: _____