

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

ნანა დოლიძე

ნახშირების წვრილმარცვლოვანი ფრაქციის გამდიდრების ტექნოლოგიის

ინტენსიფიკაცია

სადოქტორო პროგრამა: სამთო ტექნოლოგიები

შიფრი: 0724

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

წარდგენილი დისერტაციის

ავტორეფერატი

თბილისი

2022 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში
სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტი
სამთო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი

ხელმძღვანელი: პროფესორი ანზორ აბშილავა

რეცენზენტები: ტმკ ზ. გორდეზიანი

ტმკ ჯ. კაკულია

დაცვა შედგება 2022 წლის ” 16 ” დეკემბერს , 14:00 საათზე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური

ფაკულტეტის სადისერტაციო ნაშრომის დაცვის კოლეგიის

სხდომაზე, კორპუსი III , აუდიტორია 326

მისამართი: 0160, თბილისი, კოსტავას 77.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ის ბიბლიოთეკაში,

ხოლო ავტორეფერატისა - ფაკულტეტის ვებგვერდზე

ფაკულტეტის სწავლული მდივანი,
ასოცირებული პროფესორი

დ. თევზაძე

შესავალი

თემის აქტუალურობა. საქართველოს ეკონომიკის განვითარებაში მნიშვნელოვანი როლი ენიჭება სამთო–მოპოვებითი დარგის განვითარებას. მიუხედავად იმის, რომ საქართველოს საბადოები არ ხასიათდება წიაღისეულის განსაკუთრებულად დიდი მარაგებით, არსებული სასარგებლო წიაღისეულის მრავალფეროვნება გვამღევს საფუძველს, დავასკვნათ, რომ მისი გონივრული, რაციონალური და კომპლექსური გამოყენება მნიშვნელოვნად გააუმჯობესებს ქვეყნის ეკონომიკას.

ნახშირები წარმოადგენს ერთ–ერთ ძირითად ნედლეულს ენერგეტიკის, შავი და ფერადი მეტალურგიის, ქიმიური დარგების მრეწველობისათვის. არსებული რესურსების გათვალისწინებით მეტად მნიშვნელოვანია აღნიშნული რესურსების კომპლექსური გამდიდრება და გადამუშავების პროცესში დანაკარგების მაქსიმალურად შემცირება. ცნობილია, რომ, გამდიდრების ტექნოლოგიის სირთულიდან გამომდინარე, რაც განპირობებულია გასამდიდრებელი ნახშირების რთული ფიზიკო–ქიმიური შემადგენლობით, მაღალია ამ ტექნოლოგიური პროცესების შედეგად წარმოქმნილი დიდი რაოდენობით წვრილმარცვლოვანი პროდუქციის გამოსავალი, რომლის გამოყენება ამ სახით პრაქტიკულად შეუძლებელია და საჭიროებს, როგორც უშუალოდ გამდიდრების პროცესის ტექნოლოგიურად გაუმჯობესებას, ისე საბოლოო პროდუქტების გაუწყლოების პროცესის ინტენსიფიცირებას. აღნიშნული მიზეზების გამო მხოლოდ ტყიბულ–შაორის საბადოს მამდიდრებელ ფაბრიკაზე ყოველწლიურად იკარგება 4-5 ათასი ტონა ნახშირი, ამავე დროს ტყიბულჰესის წყალსაცავში, წლების განმავლობაში მდინარე ტყიბულას მიერ ტყიბულის შახტებიდან და მამდიდრებელი ფაბრიკის ჩამდინარე წყლებიდან ხდება ქვანახშირის დაგროვება. დღესდღეობით წყალსაცავში დაგროვილი ქვანახშირის სავარაუდო რაოდენობა 4,5-5 მლნ ტონაა. წყალსაცავში დიდი რაოდენობით მასალის დაგროვებამ განაპირობა ის, რომ მდინარის წყალუხვობის პერიოდში მკვეთრად იმატებს წყლის დონე, რაც საფრთხეს უქმნის ახლომდებარე სოფლებს და ცენტრალურ საავტომობილო

გზას. ამის გამო ტყიბულჭესის წყალსაცავიდან მყარი მასალის ამოღებასა და გამდიდრებას ენერგეტიკული და საყოფაცხოვრებო სათბობის წარმოების მიზნით ეკონომიკურთან ერთად ეკოლოგიური მნიშვნელობაც გააჩნია და აქტუალურ პრობლემას წარმოადგენს. მეტად მნიშვნელოვანია წვრილმარცვლოვანი ფრაქციის თიხაშემცველი პროდუქტის გაუწყლოების პროცესის ინტენსიფიკაციის პრობლემის გადაჭრა, რომელიც დანაკარგების შემცირებასთან ერთად გამდიდრების ძირითად პროცესებში შებრუნებული წყლის გამოყენების შესაძლებლობას იძლევა.

სამუშაოს მიზანი:

- წვრილმარცვლოვანი ნახშირებისა და შლამების გამდიდრების ტექნოლოგიის გაუმჯობესების გზით ნახშირის დანაკარგების შემცირება;
- ნახშირის წვრილმარცვლოვანი ფრაქციის გაუწყლოების პროცესის ინტენსიფიკაცია პროცესის ტექნოლოგიური რეჟიმის გაუმჯობესების გზით;
- მდინარე ტყიბულას წყალსაცავიდან მოპოვებული ნახშირების გამდიდრება საყოფაცხოვრებო მიზნებისათვის კონდიციური სათბობის წარმოებისა და დამატებითი სასაქონლო პროდუქციის მიღების მიზნით.

კვლევის მეთოდები:

- კვლევის პროცესში გამოყენებული იყო გამდიდრების გრავიტაციული, ფლოტაციური, მაგნიტური მეთოდები. ნახშირის ნაცრიანობის განსაზღვრისათვის გამოყენებული იყო სტანდარტული ქიმიური, ხოლო ტენიანობის განსაზღვრისათვის – ფიზიკური მეთოდები.

კვლევის ძირითადი ამოცანები:

- ნახშირის წვრილმარცვლოვანი ფრაქციის გამდიდრების პროცესის ინტენსიფიკაცია;
- წვრილმარცვლოვანი ნახშირების გაუწყლოების ეფექტური ტექნოლოგიური სქემის და რეჟიმების შემუშავება;

- დასუფთავებული წყლის ხელმეორედ გამოყენება ტექნოლოგიურ პროცესში;
- გაუწყლოების პროცესის ინტენსიფიკაცია წყლის მაგნიტურ ველში დამუშავების გზით;
- ტყიბულჰესის წყალსაცავიდან მოპოვებული მყარი მასალის გამდიდრების ტექნოლოგიის შემუშავება;
- ეკოლოგიური სიტუაციის გაუმჯობესება ტყიბულჰესის წყალსაცავის ზონაში.

ნაშრომის სიახლე:

- პირველად ტყიბულ-შაორის საბადოს პირობებში ნახშირის შლამების გრავიტაციული მეთოდით გამდიდრების ნაცვლად შემუშავებულია ფლოტაციური გამდიდრების ეფექტური ტექნოლოგია, რომელიც საშუალებას იძლევა შემცირებულ იქნას ნახშირის ნაცრიანობა კონცენტრატში და მნიშვნელოვნად გაიზარდოს კონცენტრატის გამოსავალი, რაც თავისთავად ამცირებს დანაკარგების რაოდენობას;
- პირველად ტყიბულის ნახშირის შლამების გამდიდრებისათვის შემთავაზებულია ფლოტაციური გამდიდრების ტექნოლოგია, რეაგენტების წინასწარი აგიტაციით, რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს ფლოტაციის დროს და აუმჯობესებს ტექნოლოგიურ მაჩვენებლებს.
- პირველად წვრილმარცვლოვანი ნახშირის ფლოტაციის პროცესში მინერალთა ნაწილაკებზე რეაგენტების ადსორბციის კინეტიკის გაუმჯობესების მიზნით გამოყენებულია გაუმჯობესებული კონსტრუქციის რეაგენტების შემრევი აპარატი, რომლის საშუალებითაც მკვეთრად იზრდება ფლოტაციის პროცესში ნახშირის ნაწილაკებზე რეაგენტის დამაგრების სიჩქარე, რაც მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს მინერალის ზედაპირზე რეაგენტის დამაგრების ხარისხს, ზრდის კონცენტრატის გამოსავალს და ამცირებს ნაცრიანობას;
- შემუშავებულია სალექარებში ნახშირების გაუწყლოების ეფექტური ტექნოლოგია, რომლის შედეგადაც მიიღება დაბალი ტენიანობის

მქონე ფრაქცია, რომელიც წარმატებულად შეიძლება გამოყენებულ იქნას თბოელექტროტექნიკაში;

- შემუშავებულია ჩამდინარე წყლის მაგნიტური ველის ზემოქმედებით წყლის დაწდომის მეთოდი, რომელიც საშუალებას იძლევა წყალში არსებული მყარი ნაწილაკების კოაგულაციის პროცესის გაუმჯობესებით გაიზარდოს მათი დაწდომის სიჩქარე, რომლის შედეგადაც მკვეთრად მცირდება წვრილი ფრაქციის დანაკარგების რაოდენობა გადანადენში;
- დამუშავებულია ტყიბულჰესის წყალსაცავიდან მოპოვებული ნახშირების გადამუშავებისა და გაუწყლოების ტექნოლოგიური სქემები და მოცემულია რეკომენდაციები მისი შემდგომი გამოყენების მიზნით.

სამუშაოს პრაქტიკული მნიშვნელობა და შედეგების გამოყენების სფერო:

ჩატარებული კვლევების შედეგების განხორციელების შედეგად:

- დანაკარგების შემცირების ხარჯზე მნიშვნელოვნად გაიზარდება სასაქონლო პროდუქტის რაოდენობა;
- ტექნოლოგიურ პროცესებში შებრუნებული წყლის გამოყენებით მნიშვნელოვნად შემცირდება სუფთა წყლის ხარჯი, რომელიც შეამცირებს ეკონომიკურ დანახარჯებს;
- მნიშვნელოვნად გაუმჯობესდება ეკოლოგიური სიტუაცია მდინარე ტყიბულას წყალსაცავის აუზსა და მიმდებარე ტერიტორიაზე;
- წვრილმარცვლოვანი ნახშირების გაუწყლოების ინტენსიფიკაციისა და დაბრიკეტების ტექნოლოგიები შეიძლება გამოყენებულ იქნას ანალოგიური ტიპის საბადოებზე.

ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა:

დისერტაცია შედგება შესავლის, 5 თავის და 102 ნაბეჭდი გვერდისგან. მას თან ერთვის 18 ცხრილი, 2 სურათი და 11 ნახაზი. გამოყენებული ლიტერატურის სია შედგება 90 დასახელებისაგან.

ნაშრომის მოკლე შინაარსი

ლიტერატურის მიმოხილვა. განხილულია ნახშირების გამდიდრების ტექნოლოგიაში მოღვაწე უცხოელი და ქართველი მეცნიერების მიერ ჩატარებული მნიშვნელოვანი კვლევები, რომელთა ანალიზის საფუძველზე შემუშავებულ იქნა ჩასატარებელი კვლევების მიმართულებები სადისერტაციო ნაშრომში დასახული ამოცანების გადასაჭრელად. განსაკუთრებით აღნიშნულია ქართველ მეცნიერთა: ნ. გომელაურის; ი. ხუხუნიაშვილის; პ. ცისკარიშვილი; თ. გოგიტიძის; ზ. არაბიძის წვლილი საქართველოში მოპოვებული ნახშირების გადამუშავებისა და მისი რაციონალური გამოყენების სფეროში.

თავი 1. ნახშირების მოპოვების თანამედროვე მდგომარეობა მსოფლიოსა და საქართველოში

ქვანახშირის, როგორც სათბობის, გამოყენება ჯერ კიდევ ჩ.წ.ა.-მდე 3000 წლის წინათ ხდებოდა. ამ სასარგებლო წიაღისეულის მასობრივი მოპოვება დაიწყო სამრეწველო რევოლუციის დროს. მისი მოცულობა განუწყვეტლივ იზრდებოდა გასული საუკუნის 80-იან წლებამდე. რის შემდეგაც იგი გარკვეულწილად შენედა, რადგან მრეწველობის ბევრ სფეროში მის შემცვლელად განიხილება ნავთობი და გაზი. ამასთან, ინტენსიურად მიმდინარეობს ენერჯის განახლებადი წყაროების ათვისება. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ გაზის, ქარისა და მზის ათვისებული ენერჯია არაა საკმარისი, რომ დააკმაყოფილოს მკვეთრად გაზრდილი მოთხოვნები ელ. ენერჯიაზე, ამასთან, სწრაფად იზრდება ფასები ბუნებრივ აირზე, ამიტომ მსოფლიოში კვლავ გაიზარდა ნახშირის გამოყენება.

საერთაშორისო ენერჯეტიკული სააგენტოს (IEA) მონაცემებით, ბუნებრივ აირზე ფასების სწრაფი ზრდა გამოიწვევს ნახშირის გამოყენების ზრდას ელექტროენერჯის მისაღებად და შესაბამისად, მისი მოპოვების მოცულობის გაზრდას. ნახშირის მოხმარება მსოფლიოში გაიზრდება და შენარჩუნდება უახლოესი ათწლეულის განმავლობაში.

საქართველოში იყო წლები, როცა ნახშირის მოპოვება 2 მილიონ ტონას აჭარბებდა, მაგრამ 1990 წლიდან მკვეთრად შემცირდა. 1998 წლიდან კვლავ შეიმჩნევა ზრდა, რომელიც სავარაუდოდ 2040 წლისათვის მიაღწევს მაქსიმუმს.

ამჟამად, საქართველოში ყველაზე პერსპექტიულად ტყიბულ-შაორის საბადო ითვლება, სადაც ქვანახშირის დაძვლებული მარაგების დაახლოებით 80%-ია. საქართველოს სამთავრობო სტრუქტურების მიერ არაერთი დადგენილება იქნა მიღებული ტყიბულ-შაორის საბადოს ქვანახშირის მოპოვების გაზრდისა და მისი რაციონალურად გამოყენების შესახებ პრიორიტეტულად მიჩნეულ სფეროებში. არგუმენტირებულად დასაბუთებულია, რომ ტექნოლოგიური და ტექნიკური სათანადო გადაიარაღების შემთხვევაში, გამოყენების სფეროების გათვალისწინებით, მიზანშეწონილია მისი მოპოვება უახლოეს მომავალში გაიზარდოს 3.5 მლნ ტონამდე.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ტყიბულ-შაორის საბადოს ქვანახშირის საქართველოს თბოენერგეტიკაში გამოყენების ასპექტების განხილვას და ანალიზს მნიშვნელოვანი სამეცნიერო, საინჟინრო და ეკონომიკური ღირებულება გააჩნია.

საქართველოს სამრეწველო პოტენციალის სრულად დასაკმაყოფილებლად მნიშვნელოვანია ქვეყანაში არსებული წიაღისეულის მარაგების რაციონალური გამოყენება, მათ რიცხვში უნდა აღინიშნოს ნახშირების მოპოვებისა და გადამუშავების სრულყოფილი ტექნოლოგიური სქემების შემუშავება, რომელიც მაქსიმალურად უზრუნველყოფს დანაკარგების შემცირებას ამ სფეროში. ტყიბულ-შაორის საბადო ამჟამად წარმოადგენს ერთადერთ მოქმედ საწარმოს ქვეყანაში, ამდენად, ტექნოლოგიური პროცესები, რომლებიც ხორციელდება აღნიშნულ საწარმოებში, წარმოადგენს საფუძველს ჩატარებული კვლევებისათვის.

თავი 2. საქართველოს ნახშირის საბადოები

თავი შედგება 3 ქვეთავისაგან, რომლებშიც თანმიმდევრობითაა განხილული ტყიბულ-შაორის ქვანახშირის, ახალციხის მურა ნახშირისა და საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული ნახშირის დანარჩენი საბადოებისა და მადანგამოვლინებების გეოლოგიური დახასიათება. შეფასებულია მათი პერსპექტიულობა, მარაგების რაოდენობა და გამდიდრების შესაძლებლობა საბადოებზე არსებული ნახშირების ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების გათვალისწინებით.

თავი 3. ტყიბულ-შაორის საბადოს ნახშირების გამდიდრების ტექნოლოგიის ანალიზი

ტყიბულ-შაორის საბადოს ქვანახშირის მამდიდრებელი ფაბრიკა განახლებული სახით ექსპლუატაციაში შევიდა 2009 წლიდან და აღიჭურვა თანამედროვე დანადგარებით, თუმცა როგორც ზემოთ ავლნიშნეთ ამ საბადოს ნახშირები მიეკუთვნება ძნელად გასამდიდრებელი ნახშირების კატეგორიას, ამიტომ ფაბრიკის ტექნოლოგიური სქემა საკმაოდ რთულია და დახვეწას საჭიროებს.

ტყიბულ-შაორის საბადოს ქვანახშირი ქიმიური შედგენილობისა და პლასტიკური გამოკვლევების მიხედვით დასავლეთისა და აღმოსავლეთის უბნებზე მიეკუთვნება გაზიანი ნახშირების ჯგუფს, ხოლო სამხრეთ-აღმოსავლეთის უბანზე – გრძელაღიან ნახშირებს. ნაცრიანობა ცვალებადობს 36-42%, ხოლო აქროლადი ნივთიერების გამოსავალი – 35-50%-ის ფარგლებში. ნახშირის ორგანული მასის ელემენტური შედგენილობა მოცემულია ცხრილი 1.

ცხრილი 1

ტყიბულ-შაორის ნახშირების ელემენტური შედგენილობა, %.

C	H	N	O	S
71-82	5.6-7.8	1.1-2.3	10.2-17.4	1.1-1.5

ტყიბულ-შაორის საბადოზე ამჟამად წარმოებს გაზიანი ნახშირების მოპოვება, რომელიც რკინიგზის ვაგონით მიეწოდება მამდიდრებელ ფაბრიკას. გამდიდრების ტექნოლოგიური სქემა ითვალისწინებს საწყისი ნახშირის კლასიფიკაციას 0-80 მმ და +80 მმ კლასებად. +80 მმ კლასის დამსხვრევას 80 მმ-მდე, დამსხვრეული მასალის შემდგომ კლასიფიკაციას 0-30 მმ და 30-80 მმ კლასებად, მსხვილი მასალის მძიმე სუსპენზიებში გამდიდრებას, 0,5 მმ მასალის ჰიდროციკლონში გამდიდრებას, ჰიდროციკლონიდან მიღებული სილების ხრახნულ სეპარატორზე გამდიდრებას, ჰიდროციკლონიდან მიღებული გადანადენის შესქელებას რადიალურ შემსქელებლებში, გაფილტვრას და სალექარში მიწოდებას. შესქელების შედეგად გამოყოფილი შლამები რაოდენობით 15% არაკონდიციურია და საწყობდება შლამსაცავში.

ტყიბულის მამდიდრებელი ფაბრიკის ტექნოლოგიური სქემის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ არსებული ტექნოლოგიური სქემა საჭიროებს სრულყოფას. განსაკუთრებით მისი წვრილმარცვლოვანი მასალის (0,03-0,5 მმ და 0,03-0 მმ) გამდიდრების კვანძი, სადაც წარმოიშობა წვრილმარცვლოვანი ნახშირის ყველაზე დიდი დანაკარგები და გარდა ამისა, წარმოადგენს საშიშროებას ჩამდინარე წყლის დაბინძურების კუთხით.

თავი 4. წვრილმარცვლოვანი ნახშირების წარმოქმნის მიზეზები და გადამუშავების სრულყოფილი ტექნოლოგიის შემუშავება

ნახშირის წვრილმარცვლოვანი ფრაქციები და შლამები წარმოიქმნება ნახშირის მოპოვებისა და გადამუშავების პროცესში. შლამები ეს არის წვრილადდისპერგირებული და მაღალი ტენიანობის პროდუქტი, რომელიც გამოირჩევა მაღალი ნაცრიანობით და შეიძლება გამოყენებულ იქნას როგორც სათბობი, თუმცა მისი რეალიზაცია გაძნელებულია რიგი გარემოებების გამო, ესენია: წვრილმარცვლიანობა, მაღალი ტენიანობა, ნაცრიანობა. მომხმარებლისათვის პრობლემას წარმოადგენს მისი ტრანსპორტირება.

მამდიდრებელ საწარმოებში შლამის წარმოქმნის ძირითადი მიზეზებია გამდიდრების, კლასიფიკაციის და გაუწყლოების პროცესების დაბალი ეფექტურობა, ფაბრიკაზე მიწოდებულ რიგით ნახშირებში მტერის არსებობა, შიდასაფაბრიკო ტრანსპორტირებისას ნახშირის დაქუცმაცება, მამდიდრებელ აპარატებში გამდიდრებისას ნახშირის ცვეთა, წყალში თიხოვანი ნაწილაკების გახსნა. მამდიდრებელ საწარმოებში შლამის გამოსავალი სხვადასხვაა და ცვალებადობს გადასამუშავებელი მთლიანი მასის 0,5-დან 15-20%-მდე; ნაცრიანობა იცვლება 14-დან 70%-მდე; ტენიანობა – 12-დან 60%-მდე.

შლამის სალექარები და სანაყაროები საკმაოდ დიდ ტერიტორიებს იკავებენ და გარდა იმისა, რომ ეს ტერიტორიები ვერ იქნება გამოყენებული სამეურნეო თვალსაზრისით, იქ არსებული მასალა წარმოადგენს დანაკარგებს საწარმოსათვის და ეკონომიკურად მოქმედებს მის მაჩვენებლებზე. ამდენად, შლამების წარმოქმნით გამოწვეული დანაკარგების შემცირებას და მისგან სასაქონლო პროდუქტის მიღებას გარდა ტექნოლოგიური და ეკონომიკური მაჩვენებლების გაუმჯობესებისა, ეკოლოგიური მნიშვნელობაც გააჩნია.

ნახშირის შლამების გამდიდრების თანამედროვე მეთოდების მიმოხილვა. მსოფლიო პრაქტიკაში დღესდღეობით შლამების გამდიდრების სხვადასხვა მეთოდი გამოიყენება, რომელთაგან აღსანიშნავია: გრავიტაციული მეთოდებით გამდიდრება. თუმცა სხვადასხვა კვლევის ანალიზის საფუძველზე შეგვიძლია ვთქვათ, რომ გრავიტაციული გამდიდრების სქემები მიუხედავად მისი ეკონომიურობისა, ეფექტურია მხოლოდ იმ კლასებისთვის, რომელთა სისხოს ქვედა ზღვარი არაა 0,2 მმ-ზე ნაკლები. ამასთან, ასეთი მარცვლოვანი ნაწილის გამოყოფა ართულებს, როგორც ფლოტაციის, ისე გაუწყლოების პროცესს. რაც შეეხება ფლოტაციას, იგი ეფექტურია 0,05-0,03 მმ კლასის გამდიდრებისა, ამ შემთხვევაში ქვედა ზღვარი 0,02 მმ-ს, ხოლო ზედა ზღვარი 0,05-0,06 მმ-ს შეადგენს. პრობლემას წარმოადგენს მიკრომეტრული სისხოს თიხოვანი ნაწილაკების შემცველი წვრილად დისპერგირებული და მაღალი ნაცრიანობის შემცველი მასალის გამდიდრება და მისი შემდგომი გაუწყლოება.

გარემოს დაცვის თანამედროვე მოთხოვნები და მოთხოვნები მინერალური რესურსების დაზოგვის შესახებ განაპირობებს ფლოტაციური ნარჩენების გადამუშავების აუცილებლობას იმ მიზნით, რომ არ დავუშვათ გარემოს დაბინძურება, რომელიც განპირობებული იქნება ამ ნარჩენების მოხვედრით ჩამდინარე წყლებში, მდინარეებში, წყალსაცავებში.

როგორც მიმოხილვიდან ჩანს, ნახშირის შლამების ეფექტური გამდიდრების საკითხი კვლავ აქტუალურია და საჭიროებს სრულყოფას.

ზემოთ მოყვანილი მიმოხილვის ანალიზის საფუძველზე სადისერტაციო თემის სრულყოფილად გადაწყვეტის მიზნით, შერჩეულ იქნა კვლევების რამდენიმე მიმართულება, რომლებიც, ჩვენი აზრით, მნიშვნელოვნად გააუმჯობესებს წვრილმარცვლოვანი ნახშირების და მათ შორის ნახშირის შლამების გამდიდრების პროცესს.

წვრილმარცვლოვანი ნახშირების გამდიდრების კვლევები ზეთოვანი გრანულაციის გამოყენებით. ცნობილია, რომ მაღალი ნაცრიანობის გამო ($A^c > 50\%$) წვრილმარცვლოვანი მასალის საწვავად გამოყენება მეტად პრობლემატურ საკითხს წარმოადგენს. ამ მიზნით ჩატარებულია კვლევები გამდიდრების პროცესის სრულყოფისათვის. კვლევები მიმდინარეობდა ტყიბულშაორის საბადოს ნახშირების მამდიდრებელი ფაბრიკის მაგალითზე. სინჯები აღებულ იქნა ფაბრიკის მიმდინარე და დასაწყობებული შლამებიდან.

წარმოდგენილ შლამებში სისხოს მიხედვით გამოყოფილი კლასების ნაცრიანობა თითქმის ერთნაირია. მიმდინარე შლამებში ჭარბობს წვრილდისპერსული ფრაქცია, ხოლო დასაწყობებულ შლამებში – მსხვილი ფრაქცია.

პრობლემის გადასაწყვეტად დიდ ინტერესს იჩენს ზეთოვანი გრანულაციის და ნახშირწყლიანი საწვავის მომზადების პროცესი, რაც მაღალნაცრიანი ($A^c > 50\%$) შლამების საწვავად გამოყენების საშუალებას იძლევა.

კვლევებისას ჩვენ მიერ გამოყენებულ იქნა ტყიბულის გამამდიდრებელი ფაბრიკის რიგით ნახშირი, რომლის ტენიანობა შეადგენს 7,1%; ნაცრი-

ნობა – 53,3%; აქროლადების გამოსავლიანობა – 52 %. შემკვრელად გამოყენებულ იქნა ტექნიკური ლინგოსულფატის წყლიანი ხსნარი, რომელიც წარმოადგენს ცელულოზა-ქაღალდის წარმოების პროდუქტს. გრანულირება ხორციელდებოდა ექსპერიმენტალურ თევზისმაგვარ გრანულატორზე, დიამეტრით 0,5 მ.

შესაბამისი ტენიანობის და სისხოს დამუშავებული ნახშირი მიეწოდებოდა ლაბორატორიულ თევზურ გრანულიატორს, სადაც ნახშირთან ერთად ერთდროულად თანაბრად მიეწოდებოდა 12,5%-იანი ტექნიკური ლინგოსულფატი 70-80°C ტემპერატურით.

სიღრმისეული კვლევების მტკიცებისათვის მიღებულ გრანულებს ვამუშავებთ 700°C - ზე გახურებით, რომლის დროსაც გახურების წინ ღუმელში ემატებოდა მდინარის ქვიშა. ცხრილში 2 მოყვანილია სველი და თერმოდამუშავებული გრანულების ხარისხობრივი მახასიათებლები.

ცხრილი 2

გრანულების ხარისხობრივი მახასიათება

გრანულების სახეობები	ტენიანობა, %	ნაცრიანობა, %	აქროლადი ნივთიერებების გამოსავალი	გოგირდი, %	სიმკვრივე გრ/სმ ³	ფორიანობა, %	მექანიკური სიმტკიცე კვ/გრანულე
„ნედლი“	14,0	48	52,0	2,3	1,4	2,8	3,5
თერმოდამუშავებით	-	59,0	24,0	1,8	1,52	5,9	2

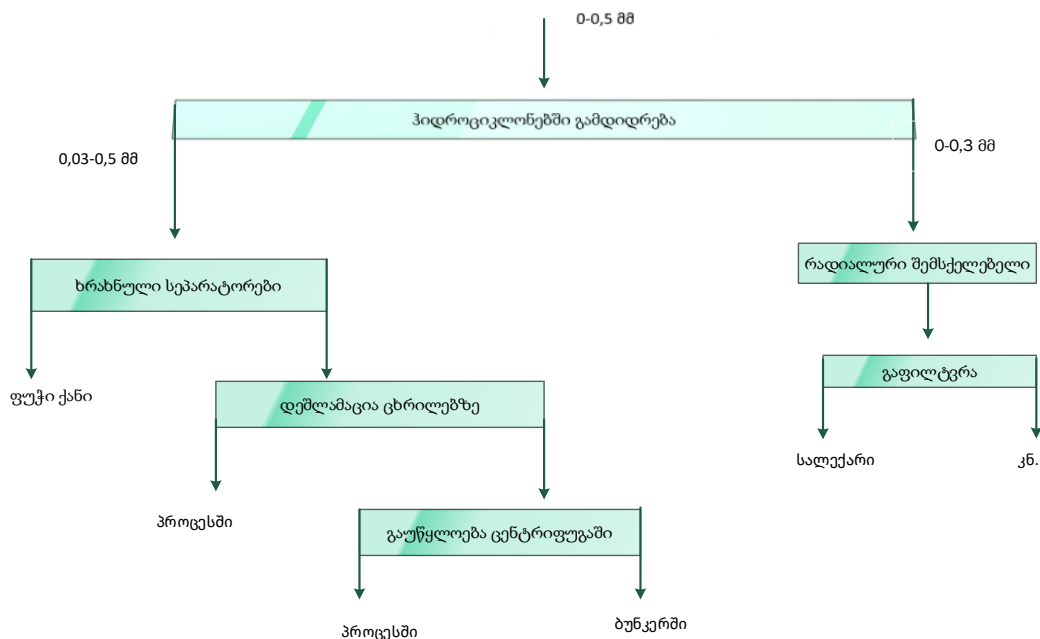
მიღებული შედეგების საფუძველზე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ტყიბულის ნახშირების დანაჭროვნება გრანულიატორზე წარმოადგენს მექანიკურად მტკიცე და თერმოდგრად საყოფაცხოვრებო საწვავის მიღების საშუალებას.

ნახშირწყლიანი საწვავი წარმოადგენს წვრილმარცვლოვან შლამებისა (<200 მკმ) და წყლის (30%) ნარევს. ნახშირწყლიან სუსპენზიას სტაბილურობის შენარჩუნების მიზნით ემატება პლასტიფიკატორი, რომლის წილი ნარევში 1%-ს შეადგენს. ასეთი სახის ნარევის შენახვა და გადაზიდვა (ცისტერნებით, მილსადენებით) შესაძლებელია. ნახშირწყლიან საწვავში არსებული

წყალი არ აუარესებს ნახშირის წვას, პირიქით წვის პროცესში წყალთან მიმდინარე ქიმიურ რეაქციაში ($C+H_2O>CO+H_2$) გამოყოფილი წყალბადი აუმჯობესებს წვას და საცეცხლურში მიმდინარეობს სრული წვა (98.5-99.5%-მდე), წვის ზონაში 1400-1450°C-მდე ტემპერატურის გამოყოფით. ნახშირწყლიანი სუსპენზია ეკოლოგიურად სუფთა და იაფი საწვავია, ის იწვის მეორადი ნახშირწყალბადებისა და კარცენოგენური ნივთიერებების გამოყოფის გარეშე.

ჩატარებული კვლევების საფუძველზე ჩვენ მიერ რეკომენდებულია ზეთოვანი გრანულაციის პროცესის გამოყენება და აგრეთვე ნახშირწყლიანი საწვავის მომზადება, რომელიც შესაძლებელს ხდის აღნიშნული მასალის ენერგეტიკული მიზნებისათვის გამოყენებას.

შლამების გამდიდრების ტექნოლოგიის სრულყოფის გზები. ტყიბულშაორის საბადოს ნახშირის მამდიდრებელი ფაბრიკის ტექნოლოგიური სქემის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ წვრილმარცვლოვანი ნახშირის გამდიდრების პროცესში დანაკარგების შემცირების გზები უნდა ვეძებოთ გამდიდრების ტექნოლოგიური სქემის სრულყოფასა და ტექნოლოგიური რეჟიმების სწორად შერჩევაში. ამ მხრივ უნდა გამოვეყნოთ ტექნოლოგიური სქემის ის კვანძი, რომელიც ითვალისწინებს 0-0,5 მმ სისხოს ნახშირის გამდიდრებას (იხ. ნახ. 1).



ნახაზი 1. 0-0,5 მმ კლასის გამდიდრების არსებული ტექნოლოგიური სქემა

აღნიშნული საკითხი უნდა განვიხილოთ 2 ნაწილად: პირველი ნაწილი ითვალისწინებს ჰიდროციკლონიდან გამდიდრების შედეგად მიღებული 0,03-0,5 მმ კლასის შემდგომ გადამუშავებას, ხოლო მეორე ნაწილი – ჰიდროციკლონის გადანადენის (-0,03 მმ) გადამუშავების ტექნოლოგიის სრულყოფას.

სხვადასხვა მეცნიერთა კვლევების საფუძველზე დადგენილია, რომ გრავიტაციული პროცესები ნაკლებად ეფექტურია წვრილი კლასის (-0,5 მმ) გამდიდრებისას, ამიტომ პირველ შემთხვევაში აუცილებლად მიგვაჩნია, ჭიახრახნულ სეპარატორზე გამდიდრება ჩანაცვლებულ იქნას ფლოტაციური პროცესით, რომელიც ემყარება ნახშირისა და ქანშემცველი მინერალების ზედაპირის ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებს შორის სხვაობას. ასეთი სხვაობის არარსებობის შემთხვევაში კი შესაძლებელია გასაყოფი მინერალების ზედაპირული თვისებების არჩევითად შეცვლა.

ამ ვარაუდის დასამტკიცებლად ჩვენ მიერ ჩატარებულ იქნა ექსპერიმენტული კვლევები, რომელთა შედეგადაც დადასტურებულად შეიძლება ითქვას, რომ ფლოტაციური გამდიდრების პროცესს გააჩნია უპირატესობები ხრახნულ სეპარატორზე გამდიდრებასთან შედარებით. ჩატარებული ექსპერიმენტების გასაშუალებული შედეგები მოცემულია ცხრილში 3.

ცხრილი 3

წვრილმარცვლოვანი ნახშირის ხრახნულ სეპარატორზე და ფლოტაციური მეთოდით გამდიდრების შედეგები

პროდუქტის დასახელება	გამოსავალი, %				ნაცრიანობა A _c , %	
	ხრახნულ სეპარატორზე		ფლოტაცია			
	ოპერაციიდან	საერთო	ოპერაციიდან	საერთო	ხრახ. სეპარ.	ფლოტ.
კონცენტრატი	46,71	5,28	48,21	5,45	30,12	16,78
კუდები	53,29	6,02	51,79	5,85	60,22	73,51
შლამები	100	11,3	100	11,3	46,16	46,16

მიუხედავად იმისა, რომ ფლოტაციურ პროცესს გააჩნია უპირატესობა სხვა პროცესებთან შედარებით, სტანდარტული მიდგომები სხვადასხვა ტიპის

ნახშირებისათვის არ იძლევა საკმარის შედეგს და კონკრეტული შემთხვევაში საჭიროებს დამატებით გამოკვლევებს.

გამდიდრების პრაქტიკაში ნახშირის ნაწილაკების ფლოტაციური თვისებების გაუმჯობესების მიზნით გამოიყენება ფლოტაციური რეაგენტები - შემკრებლები, ქაფწარმომქმნელები და ე.წ. კომპლექსური რეაგენტები. უმეტეს შემთხვევაში ახლო საზღვარგარეთის ქვეყნებში ნახშირების გამდიდრების პრაქტიკაში გამოიყენება აპოლარული რეაგენტები: ნავთი, დიზელის საწვავი და სხვა. ქაფწარმომქმნელ რეაგენტებად კი – ჰეტეროპოლარული T-80; T-66 და სხვა.

როგორც აღვნიშნეთ, ნახშირების ფლოტაციური გამდიდრების პრაქტიკაში მნიშვნელოვანია აგრეთვე კომპლექსური ფლოტორეაგენტების შექმნა. ამ მხრივ საყურადღებოდ მივიჩნევთ კომპანია „Миррико“ - ჯგუფის მიერ შექმნილი ფლოტორეაგენტს UNICOL™, რომელიც შექმნილია სპირტის ფუძეზე და განსაკუთვნილია ნახშირის შლამებისათვის. აღნიშნული რეაგენტი არის „C“ და „F“ მარკის. პირველ მათგანს გააჩნია უფრო მკვეთრად გამოხატული შემკრები რეაგენტის თვისებები, ხოლო მეორეს - ამქაფებლის. ცდებით დადასტურებულია, რომ ამ რეაგენტის გამოყენება ეფექტურია ტყიბულის შლამების ფლოტაციური გამდიდრებისას. როგორც ცნობილია, უკანასკნელ ხანს წვრილმარცვლოვანი ნახშირების ფლოტაციაში ტრადიციულად გამოიყენება რეაგენტი - ნავთი და ამქაფებლად T-80. ჩვენ მიერ ჩატარებულ იქნა შედარებითი ექსპერიმენტები ამ რეაგენტებისა და ახალი რეაგენტის გამოყენებით, შედეგები მოცემულია ცხრილებში 4; 5.

ცხრილი 4

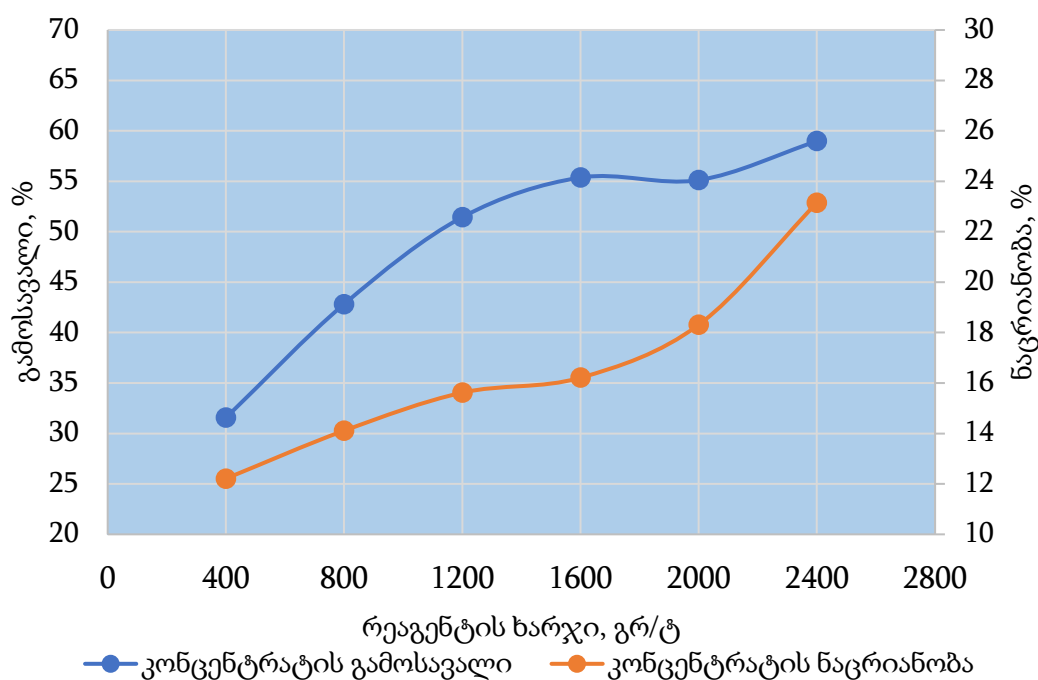
შლამების ფლოტაციის შედეგები სტანდარტული რეაგენტებით

№	პროდუქტის დასახელება	გამოსავალი, γ %		ნაცრიანობა, A°
		ოპერაციიდან	საერთო	
1	ფლოტოკონცენტრატი	51.11	10.58	19.7
2	კუდები	48.89	10.12	64.9
3	საწყისი შლამები	100	20.7	41.8

შლამების ფლოტაციის შედეგები UNICOL™ რეაგენტით

№	პროდუქტის დასახელება	გამოსავალი, γ %		ნაცრიანობა, A^c
		ოპერაციიდან	საერთო	
1	ფლოტოკონცენტრატი	52,91	10,95	15,86
2	კუდები	47,09	9,75	70,94
3	საწყისი შლამები	100	20,7	41,8

სირთულეს წარმოადგენს რეაგენტის ხარჯის სწორად განსაზღვრა, რათა არ მივიღოთ უკუეფექტი. რეაგენტის (UNICOL™) ოპტიმალური ხარჯის დადგენის მიზნით ჩატარებული კვლევების შედეგები მოყვანილია ნახაზზე 2.



ნახაზი 2. რეაგენტის (UNICOL™) ხარჯის დამოკიდებულება ფლოტაციის შედეგებზე

ჩატარებული კვლევებიდან გამომდინარე, რეაგენტის ოპტიმალური ხარჯი დადგინდა 1600 გრ/ტონაზე, რომლის დროსაც მიიღწევა შედეგები: კონცენტრატის გამოსავალი $\gamma=55,37$ %, ნაცრიანობა $A^c=16,21$ %; კუდები გამოსავალით $\gamma=44,63$ %, ნაცრიანობა $A^c=73,12$ %;

როგორც შედეგებიდან ჩანს, ახალი რეაგენტის გამოყენება საშუალებას გვაძლევს მკვეთრად, 3,5-4%-ით, შევამციროთ კონცენტრატში ნახშირის ნაცრიანობა ამავე დროს კონცენტრატის გამოსავალიც იზრდება 1-1,5 %-ით. ასეთი ნაცრიანობის ნახშირის გამოყენება შესაძლებლობას იძლევა წვრილმარცვლოვანი კონცენტრატი გამოვიყენოთ საცეცხლურში მაზუთთან ერთად (გრანულების სახით) მაღალკალორიული საწვავის სახით.

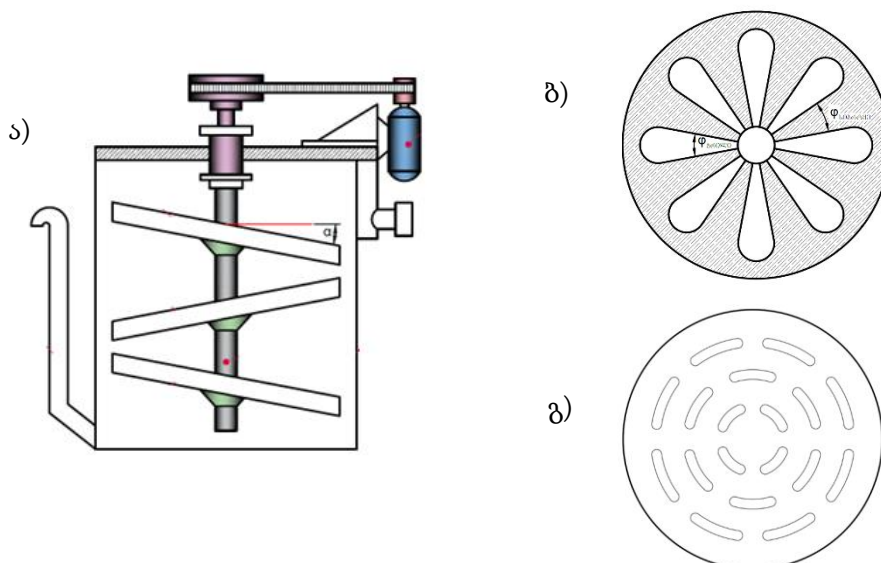
ფლოტაციური პროცესის ინტენსიფიკაციის ღონისძიებები. ფლოტაციური პროცესის ეფექტურობა დიდად დამოკიდებულია პროცესში გამოყენებული რეაგენტების მინერალთა ზედაპირზე დამაგრების ხარისხსა და იმ დროზე, რომლის განმავლობაშიც ხდება რეაგენტის კონტაქტი პროცესში მონაწილე მინერალურ ნაწილაკთან და რეაგენტის დამაგრება მის ზედაპირზე. ფლოტაციის პროცესის ხანგრძლივობის შემცირებისა და პროცესის ეფექტურობის გაზრდის მიზნით ჩვენ მიერ შემოთავაზებულია საფლოტაციო პულპის წინასწარი აგიტაცია, რომლის გახორციელების შემდეგ მინერალთა გაყოფის პროცესი გაცილებით სწრაფად და ნაკლები დანაკარგებით მიმდინარეობს, როგორც ცნობილია, მინერალთა ნაწილაკებზე რეაგენტების ადსორბციის კინეტიკა ძირითადად დამოკიდებულია დიფუზიური პროცესების ინტენსიურად წარმართვაზე, რომლის დაჩქარებაც შესაძლებელია ფაზათა გაყოფის საზღვარზე ფარდობითი სიჩქარის გაზრდით, რომელიც შეიძლება გამოიწვიოს პულპის მოძრაობის სხვადასხვა სახეობამ (ბრუნვითმა, რხევითმა, კომბინირებულმა). იმის გამო, რომ ჯერ კიდევ არაა სრულყოფილად დამუშავებული თეორიული საკითხები საფლოტაციო პულპის კონდიციონირების პროცესის შესახებ, ხდება დიდი რაოდენობით ერთმანეთისაგან კონსტრუქციული თვისებებით მცირედ განსხვავებული აპარატების შექმნა, რომლებიც არ გამოირჩევა მაღალი ეფექტურობით.

სხვადასხვა ფირმების მიერ შემუშავებულია პულპის კონდიციონირების საკონტაქტო აპარატები, მათ შორისაა ფირმა „ვიბაუ“-ს აპარატი ორი დახრილი დისკოთი, რომლებიც დამაგრებულია შემრევი აპარატის ღერძზე. ასეთი აპარატი უზრუნველყოფს აპარატის მთლიან მოცულობაში პულპის

ინტენსიურ არევას. ითვლება, რომ ამ აპარატში შეთავსებულია პულპის როგორც ბრუნვითი, ისე ვერტიკალური რხევებით გამოწვეული მოძრაობები. კონდიციონირების უფრო მაღალი ეფექტურობა სხვასთან შედარებით მიიღწევა ტურბოლენტურ რეჟიმში უფრო ინტენსიური შერევის ხარჯზე, რაც გამოწვეულია დახრილი დისკების ბრუნვითი მოძრაობით. ვერტიკალური რხევების გავლენა უმნიშვნელოა და პრაქტიკულად შერევის ინტენსიურობას განაპირობებს ღერძის ბრუნვის სიჩქარის გაზრდა, რაც გარდაუვლად მიგვიყვანს დამატებით შლამის წარმოქმნამდე და მინერალის ზედაპირიდან რეაგენტის ჩამორეცხვამდე.

ვერტიკალური რხევითი მოძრაობების ინტენსიფიცირების მიზნით აღნიშნული დახრილი დისკების მქონე საკონტაქტო აპარატში ჩვენ მიერ ჩატარდა კვლევები, რის შედეგადაც დადგინდა, რომ რხევის სიხშირის და ამპლიტუდის სიდიდე შესაძლებელია, ვარეგულიროთ ფართო დიაპაზონში, თუ მოვახდენთ დახრილი დისკების პერფორაციის ცვლილებას.

ჩვენ მიერ სეგმენტური ფორმის რადიალური ჭრილების მქონე დისკების გამოყენებით მივიღეთ პულპაში ინტენსიური ვერტიკალური რხევითი მოძრაობები.

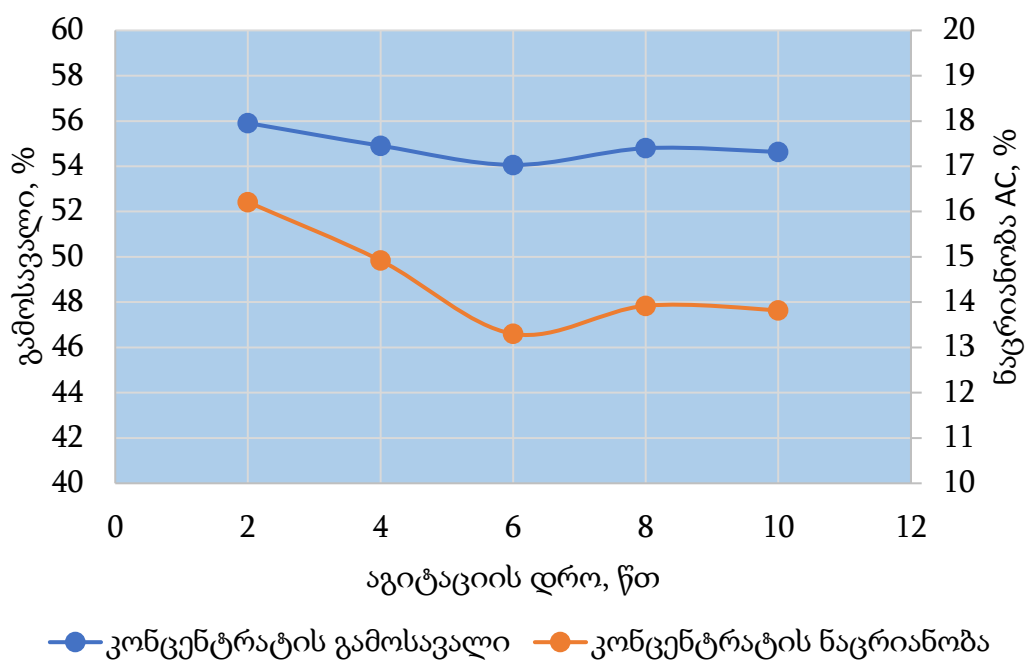


ნახაზი 3. ტექნოლოგიური ცდების დანადგარი

- ა) სტანდარტული დისკური შემრევი; ბ) დისკები რადიალური პერფორაციით;
 გ) სტანდარტული დისკები კონცენტრირებული პერფორაციით

აღნიშნულ აპარატებში რხევის ამპლიტუდა იზრდება დისკის დახრის და სეგმენტის კუთხის ზრდასთან მიმართებაში, ხოლო პულპის სიხშირე დამოკიდებულია სეგმენტური ჭრილების რაოდენობასა და დისკების ბრუნვის სიჩქარეზე.

აღნიშნული კონსტრუქციის შემრევ აპარატზე ჩატარებულმა ცდებმა დაადასტურა, რომ მისი გამოყენება ეფექტურია და აგიტაციის დროის ხანგრძლივობის შემცირებასთან ერთად (6 წთ) აუმჯობესებს ტექნოლოგიურ მაჩვენებლებსაც.



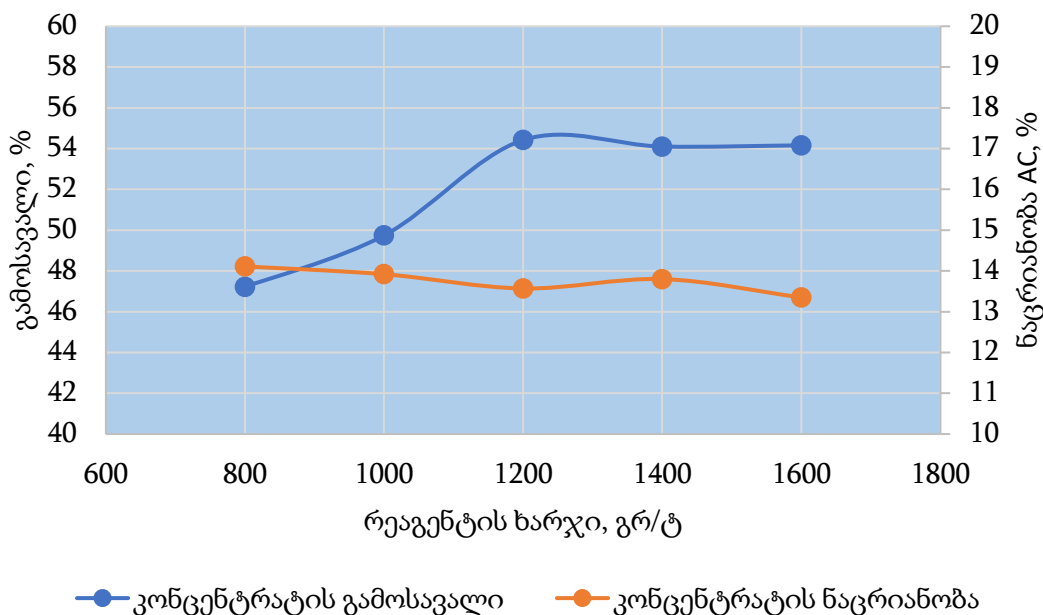
ნახაზი 4. შემკრები რეაგენტის აგიტაციის დროის დამოკიდებულება კონცენტრატის გამოსავალზე და ნაცრიანობაზე

შემდგომი ცდები ჩატარებულ იქნა აგიტაციის ოპტიმალური ხანგრძლივობის (6 წთ) პირობებში რეაგენტის ხარჯის შემცირების მიზნით.

რეაგენტის ხარჯის დამოკიდებულება კონცენტრატის ნაცრიანობასა და გამოსავალზე გრაფიკულად მოცემულია ნახაზზე 5.

ჩატარებული კვლევების საფუძველი გვაძლევს დავასკვნათ, რომ შემრევ დანადგარში წრიული ბრუნვით გამოწვეული და ვერტიკალური რხევების შერწყმა გაცილებით ეფექტურს ხდის პროცესს, თითქმის ორჯერ აჩქარებს რეაგენტის მინერალის ზედაპირზე დამაგრების პროცესს და 20-25%-ით

ამცირებს შემკრები და ამქაფებელი რეაგენტების ხარჯს, რაც კიდევ უფრო ეფექტურს ხდის შლამების ფლოტაციის პროცესს.



ნახაზი 5. დამოკიდებულება რეაგენტის ხარჯსა, კონცენტრატის გამოსავალსა და ნაცრიანობაზე შორის ($t_{ფლოტ.}=6$ წთ).

ნახშირების წვრილმარცვლოვანი ფრაქციის გაუწყლოების პროცესის ეფექტურობის ამაღლება მაგნიტური ველის ზემოქმედებით. უკანასკნელ წლებში, ბუნებრივი ან ტექნიკური წყლების, დამაგნიტება ანუ წყლის სისტემის მაგნიტური ველით დამუშავება, ფართოდ გამოიყენება მრავალი ტექნოლოგიური და ბიოლოგიური პროცესის სრულყოფისათვის.

ექსპერიმენტებით დადგენილია, რომ წყლის სისტემის მაგნიტური დამუშავება გავლენას ახდენს: წყალში არსებული იონების ჰიდრატაციაზე, მაგნიტურ ამთვისებლობაზე, წყლის სიბლანტეზე, ქიმიური რეაქციების კინეტიკაზე, ზედაპირულ დაჭიმულობასა და ადსორბციაზე, პოლიმერიზაციაზე, კოაგულაციაზე, აორთქლებასა და გაყინვაზე, ელექტროქიმიურ ეფექტზე, ბიოლოგიურ თვისებებზე.

წყლის დამაგნიტების აუცილებელი პირობაა: მაგნიტური ნაკადისა და წყლის სისტემის ურთიერთ გადაადგილება. ამავე დროს დამაგნიტების ეფექტზე გავლენას ახდენს მაგნიტური ველის ისეთი მახასიათებლები, როგორცაა: დამაბულობის გრადიენტი და სიხშირე.

წყლიდან დისპერსიული მყარი ნაწილაკების გამოყოფა, მათი კოაგულაცია და ფილტრაცია ფართოდ გამოიყენება მთელ რიგ ტექნოლოგიურ პროცესებში - ქიმიურ და მეტალურგიულ წარმოებაში, წიაღისეულის გამდიდრების პროცესში, ჩამდინარე და შებრუნებული წყლების დასუფთავებაში, ამ მხრივ საინტერესოა მისი გამოყენება გამდიდრების პროდუქტების შესქელებისა და ფილტრაციის პროცესში. დამაგნიტებული წყლის საშუალებით შესქელებისა და ფილტრაციის პროცესის ინტენსიფიკაცია დამყარებულია კოაგულაციის ხარისხის გაუმჯობესებასა და ინკრუსტაციის წარმოქმნის შემცირებაზე. აღსანიშნავია, რომ დამაგნიტებული წყლის შესქელების პროცესში გამოყენება არ ეწინააღმდეგება ამ მიზნებისათვის კოაგულიანტებისა და ფლოკულანტების გამოყენებას.

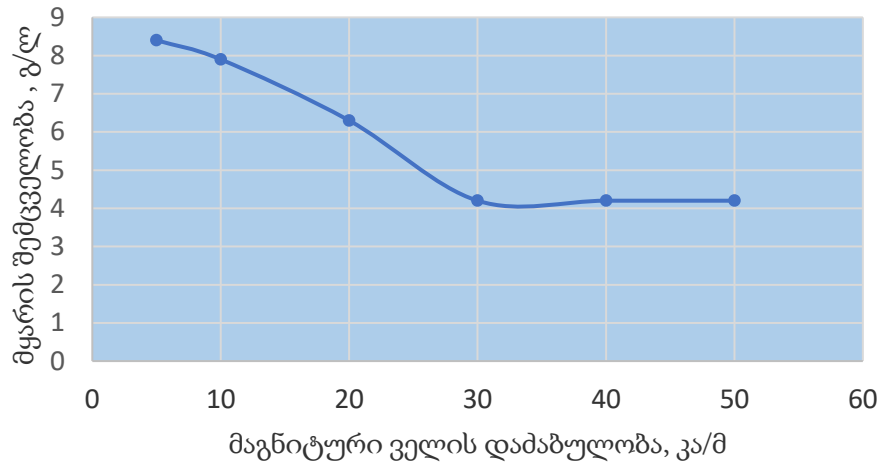
კვლევები ჩატარდა მაგნიტური ველის სხვადასხვა (20-50 კა/მ) დაძაბულობის დროს. თითოეულ შემთხვევაში განსაზღვრულ იქნა წვრილმარცვლოვანი მასალის დაწდომის ხარისხი. ცდები ჩატარდა პულპის მაგნიტური ველით დამუშავების გარეშე და სხვადასხვა დაძაბულობის მქონე მაგნიტური ველით დამუშავებით. თითოეულ შემთხვევაში განისაზღვრა გადანადენში გადასული მყარი მასალის რაოდენობა. ცდების ოპტიმალური შედეგები მოცემულია ცხრილში 6.

ცხრილი 6

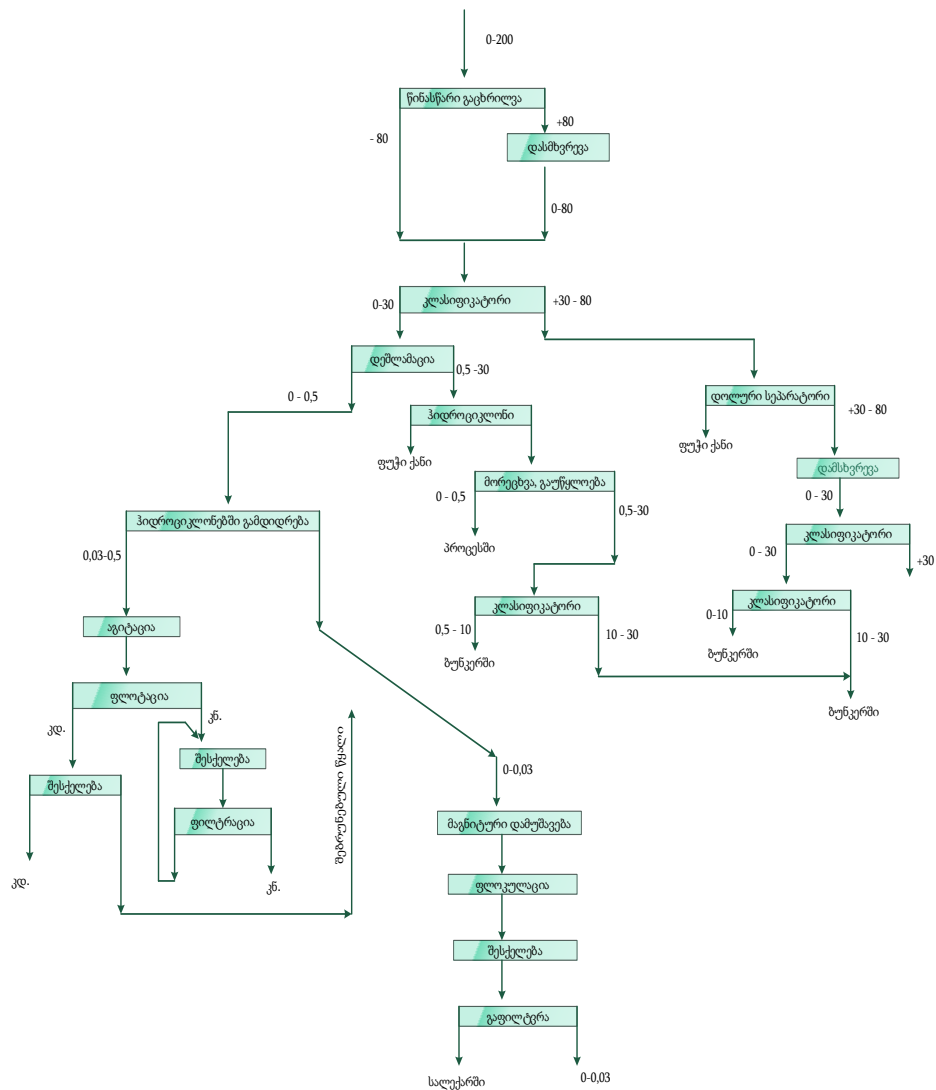
პულპის მაგნიტურ ველში დამუშავების შედეგები

პროდუქტის დასახელება	პულპაში მყარის შემცველობა, გრ/ლ.	
	მაგნიტური ველით დამუშავების გარეშე	მაგნიტური ველით დამუშავების შემდეგ
კვება	68,7	68,7
გადანადენი	23	4,3
დალექვის ეფექტურობა, %	66,5	93,7

როგორც ცხრილიდან ჩანს, დალექვის ეფექტურობა გაზრდილია, შესაბამისად ფაბრიკაში მიღებული შლამების გაუწყლოებაზე მიწოდებული ყოველ 1 ტონა პროდუქციაზე დანაკარგები შემცირდება $\approx 28\%$ -ით. ცდების შედეგები მაგნიტური ველის სიდიდის ოპტიმალური მნიშვნელობის დასადგენად მოცემულია ნახაზზე 6.



ნახაზი 6. მაგნიტური ველის დამახულობის გავლენა გადანადენში მყარის შემცველობაზე



ნახაზი 7. მამდიდრებელი ფაბრიკის გამდიდრების რეკომენდებული ტექნოლოგიური სქემა

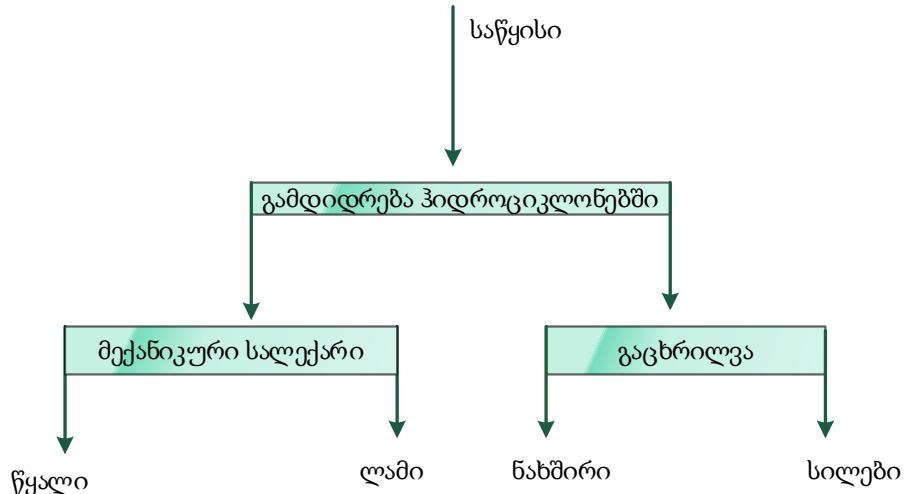
ჩატარებული კვლევებიდან გამომდინარე, დაზუსტდა და საბოლოოდ ჩამოყალიბდა მამდიდრებელი ფაბრიკის რეკომენდირებული ტექნოლოგიური სქემა (ნახ.7), რომელიც უზრუნველყოფს წვრილმარცვლოვანი მასალის დანაკარგების მაქსიმალურ შემცირებას და მაღალ ტექნოლოგიურ მაჩვენებლებს.

თავი 5. ტყიბულჰესის წყალსაცავში დაგროვებული ნახშირების გადამუშავების ტექნოლოგია და გამოყენების პერსპექტივები

მდინარე ტყიბულას მიერ წლების განმავლობაში ხდებოდა მყარი მასალის და ნახშირების ჩატანა, რომელიც ილექებოდა წყალსაცავში. წყალსაცავში მყარ მასალასთან ერთად გვხვდება ქვანახშირი, რომლის საერთო მასიდან გამოყოფით შესაძლებელია მიღებულ იქნას მაღალი ეფექტის მქონე საწვავი მასა.

ჩვენ მიერ შემუშავებულია ტექნოლოგია, რომლის განხორციელება საშუალებას იძლევა ამოღებული მყარი მასალიდან მიღებულ იქნას კონდიციური ნახშირი და სამშენებლო სილები.

შემუშავებული ტექნოლოგიური სქემა (ნახაზი 8) ითვალისწინებს წყალსაცავიდან ამოღებული მასალის გამდიდრებას ჰიდროციკლონებში, რომლის გადანადენი - შლამიანი წყალი გასუფთავდება მექანიკურ სალექარში და ჩაედინება წყალსაცავში. მყარი მასალა იცხრილება რკალურ ცხრილებზე. გაცხრილვის შედეგად მიიღება კონდიციური კონცენტრატი – ენერგეტიკული ნახშირი და სილები, რომელიც საუკეთესი სამშენებლო მასალას წარმოადგენს. უნდა აღინიშნოს, რომ ლამი, რომელიც დალექილია მექანიკურ სალექარში, შეიძლება გამოყენებულ იქნას სოფლის მეურნეობაში, როგორც სასუქი.



ნახაზი 8. წყალსაცავიდან მოპოვებული ნახშირების გამდიდრების ტექნოლოგიური სქემა

წყალსაცავიდან მოპოვებული ნახშირი წარმოადგენს საუკეთესო ნედლეულს თბოელექტროსადგურებისათვის, იგი ასევე შეიძლება წარმატებით იქნას გამოყენებული ისეთი საქვავებისათვის, სადაც ნახშირის წვა ხორციელდება გაფრქვევით. იმ შემთხვევაში, თუ იგი გამოყენებული იქნება საყოფაცხოვრებო მიზნებისათვის აუცილებელია მისი წინასწარი დაბრიკეტება. ასეთი ნახშირის ნაცრიანობა 17-20 %-ია, ხოლო თბოუნარიანობა 26 700 კჯ-ის ფარგლებშია.

ჩვენ მიერ რეკომენდირებულია მიღებული პროდუქტის თერმობრიკეტირება, რომელიც გულისხმობს წინასწარ გაცხელებას 140-380°C –მდე. თერმობრიკეტებს გააჩნიათ დაბალი მტვერის წარმოქმნის უნარი და ითვლება როგორც უკვამლო სათბობი.

დასკვნა

- ტყიბულ-შაორის საბადოს ნახშირების ტექნოლოგიური სინჯების ნივთიერი შედეგნილობისა და ტექნოლოგიური თვისებების შესწავლის საფუძველზე დადგენილია, რომ ნედლეული მიეკუთვნება ძნელად გასამდიდრებელი ნახშირების კატეგორიას, რაც განაპირობებს გამდიდრების ტექნოლოგიური სქემის სირთულეს და იწვევს სასაქონლო

პროდუქციის დანაკარგებს, განსაკუთრებით წვრილმარცვლოვანი მასალის გამდიდრების პროცესის არაეფექტურობის გამო;

- საქართველოში ნახშირების მოპოვებისა და გადამუშავების ძირითადი საწარმოები განლაგებულია ტყიბულ-შაორის საბადოს ტერიტორიაზე. რადგან აქ თავმოყრილია მთლიანი მარაგების 80%-ზე მეტი, კვლევების ჩატარების ძირითად ობიექტად შერჩეულ იქნა აღნიშნულ საბადოზე მოქმედი საწარმოები;
- ტყიბულის ნახშირის მამდიდრებელი ფაბრიკის ამჟამად მოქმედი ტექნოლოგიური სქემის ანალიზის საფუძველზე დადგენილია, რომ დანაკარგები წვრილმარცვლოვანი ფრაქციის (0,05 მმ) სახით აღემატება 15%-ს. გარდა ამისა, ჩამდინარე წყლებში მოხვედრის შედეგად წვრილმარცვლოვანი ნახშირის ნაწილაკები აბინძურებს გარემოს;
- წვრილმარცვლოვანი ნახშირის 0,03-0,5 მმ ფრაქციის გამდიდრების ეფექტურობის გაზრდის მიზნით ჩატარებულმა კვლევებმა გვიჩვენა ფლოტაციური მეთოდით გამდიდრების უპირატესობა ამჟამად მოქმედ გრავიტაციულ მეთოდთან შედარებით. კვლევების შედეგების გათვალისწინებით ტყიბულის საბადოს პირობებისათვის შემუშავებულ იქნა ფლოტაციური გამდიდრების სქემა და ტექნოლოგიური რეჟიმები. ფლოტაციური მეთოდის გამოყენებით კონცენტრატში ნაცრიანობა მცირდება ≈ 2 -ჯერ 30-დან 16%-მდე, ხოლო გამოსავალი იზრდება 1,5-2%-ით;
- ფლოტაციური პროცესის ინტენსიფიკაციის მიზნით ამჟამად პრაქტიკაში არსებული რეაგენტების ნაცვლად იქნა გამოცდილი ახალი თანამედროვე კომპლექსური რეაგენტი UNICOL™, რომელიც საშუალებას გვაძლევს გაიზარდოს კონცენტრატის გამოსავალი 1-1,5%-ით და შემცირდეს ნაცრიანობა 3-4 %-ით;
- კვლევების საფუძველზე დადგენილია შლამების ფლოტაციის პროცესის ოპტიმალური რეაგენტული რეჟიმი, რომლის განხორციელების შედეგად მიიღწევა შედეგები: კონცენტრატის გამოსავალი $\gamma_{35}=55,37\%$, ნაცრიანობა $A^c=16,21\%$; კუდების გამოსავალი $\gamma_{30}=44,63$, ნაცრიანობა $A^c=73,12$;

- ფლოტაციურ პროცესში გამოყენებული რეაგენტების მინერალთა ზედაპირზე დამაგრების ხარისხის გაზრდისა და რეაგენტის მინერალთან კონტაქტის დროის შემცირების მიზნით შემოთავაზებულია პულპის წინასწარი კონდიციონირება გაუმჯობესებული კონსტრუქციის შემრევი აპარატით, რომელიც ფაზა გაყოფის საზღვარზე ფარდობითი სიჩქარის გაზრდით აჩქარებს დიფუზიურ პროცესებს, რის შედეგად რეაგენტის აგიტაციის დრო მცირდება 10 წთ-დან 6 წთ-მდე და შემკრები რეაგენტის ხარჯი –1600 გ/ტნ-დან 1200 გ/ტნ-მდე;
- ნახშირის 0-0,03 მმ ფრაქციის გაუწყლოების პროცესის ინტენსიფიკაციის მიზნით შემუშავებულია წყლის სისტემის მაგნიტური დამუშავების მეთოდი, რომელიც მკვეთრად ზრდის სითხეში მინერალური ნაწილაკების დალექვის სიჩქარეს, რის შედეგად ფაბრიკაში მიღებული შლამების გაუწყლებაზე მიწოდებულ ყოველ 1 ტნ პროდუქციაზე დანაკარგები 27-28%-ით მცირდება. დადგენილია მაგნიტური ველის სიდიდის ოპტიმალური მნიშვნელობა, რომელიც შეადგენს 30 კა/მ;
- ნახშირის წვრილმარცვლოვან-დისპერსიული შლამების ენერგეტიკულ საწვავად გამოყენების მიზნით შემუშავებულია ზეთოვანი გრანულაციის და ნახშირწყლიანი საწვავის მომზადების მეთოდები, რაც მაღალნაცრიანი ($A^c > 50\%$) შლამების საწვავად გამოყენების საშუალებას იძლევა;
- შემუშავებულია ტყიბულის მამდიდრებელი ფაბრიკის გამდიდრების ოპტიმალური ტექნოლოგიური სქემა (იხ. ნახ. 7), რომელიც უზრუნველყოფს შახტებიდან მოპოვებული ნახშირების, მათ შორის წვრილმარცვლოვანი მასალის გამდიდრების მაქსიმალურად მაღალ ტექნოლოგიურ მაჩვენებლებს;
- შემუშავებულია მდ. ტყიბულას წყალსაცავში მამდიდრებელი ფაბრიკიდან და შახტებიდან ჩამდინარე წყლების მეშვეობით ჩატანილი და დალექილი წვრილმარცვლოვანი მასალის ენერგეტიკული მიზნებისათვის გამოსაყენებელი ნახშირების მიღების ტექნოლოგიური სქემა,

რომელიც საშუალებას იძლევა წლიური 200 000 ტნ. მოპოვების შემთხვევაში მიღებულ იქნას დამატებით 20 000 ტნ სასაქონლო პროდუქცია ენერგეტიკული ნახშირის სახით, გარდა ამისა, ტექნოლოგიური სქემა უზრუნველყოფს მოპოვებული მასალიდან სამშენებლო სიღებისა და ლამის მიღებას, რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნას სოფლის მეურნეობაში სასუქის შემცვლელად;

- შემოთავაზებულია რეკომენდაციები წყალსაცავიდან მოპოვებული წვრილმარცვლოვანი პროდუქტის თერმობრიკეტების საყოფაცხოვრებო მიზნით გამოყენებისათვის, რაც საშუალებას მოგვცემს დამზადებულ იქნას სათბობი მასალა ბრიკეტების სახით, რომელიც კარგად იტანს ტრანსპორტირებას, ინახება დიდხანს და გამოირჩევა მაღალი კალორიული ღირებულებებით, არ გამოყოფს კვამლს და იწვის მთლიანად;
- წყალსაცავიდან ნატანი მასალის მოპოვების და გადამუშავებას ეკონომიკურთან ერთად ეკოლოგიური მნიშვნელობაც გააჩნია. წყალსაცავი დასუფთავდება და მდ. ტყიბულას წყალუხვობის პერიოდში აღარ დაიტბორება როგორც საავტომობილო გზა, ისე მიმდებარე ტერიტორიები;
- შესრულებული კვლევების შედეგების გამოყენება შეიძლება საფუძვლად დაედოს საქართველოში არსებული ჯერ კიდევ აუთვისებელი ნახშირის საბადოებზე მოპოვებული ნედლეულის გადამუშავების ტექნოლოგიებს.

აპრობაცია

სადისერტაციო ნაშრომის ძირითადი საკითხები გამუქებულია სტუდენტთა 84-ე ღია საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციაზე, თემატურ სემინარებზე კოლოქვიუმების სახით.

პუბლიკაციები

1. ა. აბშილავა; დ. ტალახაძე; ნ. დოლიძე - ნახშირის წვრილმარცვლოვანი ფრაქციის გაუწყლოების პროცესის ინტენსიფიკაცია ტყიბულის საბადოს პირობებში. სტუ-ს შრომები, № 2 (524), თბილისი 2022 წ. გვ. 88-94
2. ნ. დოლიძე - ნახშირის წვრილმარცვლოვანი ფრაქციის დაბრიკეტების შედეგად მიღებული პროდუქციის გამოყენების პერსპექტივები. „სამთო ჟურნალი“, № 1 (45), თბილისი 2022 წ. გვ. 24-26
3. ა. აბშილავა; ნ. დოლიძე - ტყიბულ-შაორის საბადოების ნახშირების წვრილმარცვლოვანი შლამების გამდიდრების და გაუწყლოების ზოგიერთი საკითხები. საქართველოს საინჟინრო სიახლეები №1, 2017 წ. გვ. 133-135
4. ზ. არაბიძე; ა. აბშილავა; ნ. დოლიძე - ტყიბულ-შაორის საბადოს ნახშირების წვრილმარცვლოვანი შლამების გამოყენების პერსპექტივები. საქართველოს ნავთობი და გაზი, № 28, 2013 წ. გვ. 94-97
5. ნ. დოლიძე - ტყიბულის საბადოს წვრილმარცვლოვანი ნახშირების გამოყენების პერსპექტივები. სტუ, სტუდენტთა 84-ე ღია საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია. თეზისების კრებული. 2017 წ. გვ. 142

ABSTRACT

Intensification technology of enrichment of coal fine-grained fraction

The thesis presents the results of the studies conducted for the improvement of the technology of enrichment of the fine-grained fraction generated in the process of extraction and processing of coal, an important raw material for various branches of industry, which served as the basis for the development of a rational technological scheme for their processing.

Due to the physico-chemical composition of different types of coals, it is difficult to develop a universal beneficiation technology that ensures the process without losses, the main reason for this is the formation of a large amount of fine-grained fraction, which is practically impossible to use in its current form. In addition, fine-grained coal particles get into the wastewater and pollute the environment.

Among the coal deposits in Georgia, the main one is the Tkibuli-Shaori coal deposit, the reserves of which are more than 80% of the reserves in the country. Based on the analysis of the operating technological scheme of the existing enrichment plant, it was determined that losses in the form of fine-grained fraction (<0.05 mm) exceed 15%. As a result of the studies conducted in order to reduce the losses, a number of measures are proposed, the implementation of which will dramatically improve the current situation, reduce the losses and improve the technological indicators of beneficiation.

The paper discusses the reasons for the formation of fine-grained fractions of coal, including sludges, as a result of the technological processes taking place in the Tkibuli-Shaori deposit enrichment plant. Methods of efficient enrichment of the fine-grained fraction and sludge existing in the practice of foreign coal enrichment plants and specific measures that will contribute to the solution of the mentioned problem are selected.

On the basis of the experiments carried out to increase the efficiency of the coal 0.03-0.5 mm fraction enrichment process, we studied the feasibility of enrichment by the flotation method, determined the technological mode, tested a new complex reagent, the effectiveness of which has been practically confirmed. In order to improve the quality of adsorption of the aggregating reagent on the mineral particle, a pulp pre-agitation process is proposed, an improved pulp mixing device was tested, which by accelerating the diffusion processes at the boundary between the solid and liquid phase, dramatically reduces the duration of the reagent adsorption process on the mineral surface.

To solve the problem of using fine-grained-dispersed coal slurries as energy fuel, the technology of oily granulation and hydrocarbon fuel preparation is proposed, which allows the use of high-ash ($A^c > 50$) slurries as fuel. In order to reduce the losses in the process of dewatering the finest fraction of coal (0-0.03 mm), the expediency of processing the pulp in a magnetic field has been established, which increases the sedimentation rate of the fine-grained fraction, which helps to

reduce the losses of the fine-grained fraction in the overflow. The method of magnetic field treatment of the water system used in technological processes was tested for the first time for the conditions of the Tkibuli enrichment plant.

An improved technological scheme of the Tkibuli coal enrichment plant has been developed, which, by including flotation in the process of enrichment of the fine-grained fraction, allows reducing the ash content in the coal concentrate by 3.5-4%, and increasing the yield of the concentrate by 1.5-2%. The optimal consumption of the aggregating reagent has been established, which will reduce the consumption of the reagent from 1600 g/ton to 1200 g/ton by including the mixing device of the improved construction in the pre-agitation process of flotation. In order to use the fine-grained coal accumulated in the reservoir of the River Tkibula from the waste water of the Tkibuli mines and enrichment plant, a technological scheme for the enrichment of the sedimented material obtained from the reservoir has been developed, which allows obtaining standard quality coal for household use, building material in the form of sands, and recommendations for briquetting a fine-grained product in order to increase its technological and transportation indicators are offered. The mentioned measures are also important in terms of cleaning the reservoir and improving the ecological condition of the surrounding areas.

Taking into account that it is quite possible to remove about 200,000 tons of raw materials for processing from the reservoir per year, as a result of its enrichment, it is possible to obtain an additional 20,000 tons of commodity products, which can be successfully used for energy purposes, and in case of briquetting - for household use. In addition, building sands with a volume of 100-120 thousand m³ and silt are obtained, which can be used in agriculture as fertilizer. The implementation of the results of the research will have a positive effect on the economic indicators of the existing enrichment plant and can be used during the exploitation of other similar types of coal deposits.