

სსიპ სახელმწიფო სამხედრო სამეცნიერო-
ტექნიკური ცენტრი „დელტა“-ს
გენერალური დირექტორი

იოსებ ლოლაძე

„ _____ “ _____ 20 წ.

სსიპ გრიგოლ წულუკიძის სამთო
ინსტიტუტის დირექტორი

ნიკოლოზ ჩიხრაძე

„ _____ “ _____ 2023 წ.

სსიპ გრიგოლ წულუკიძის სამთო ინსტიტუტი

2024 წლის სამეცნიერო-ტექნოლოგიური კვლევების პროგრამა

„შეთანხმებულია“

სსიპ სახელმწიფო სამხედრო სამეცნიერო-
ტექნიკური ცენტრი „დელტა“-ს
გენერალური დირექტორის კონსულტანტი
სამეცნიერო კვლევით საკითხებში

ავთანდილ ხვადაგიანი

„ _____ “ _____ 20 წ.

„შეთანხმებულია“

სსიპ გრიგოლ წულუკიძის სამთო
ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭოს
თავმჯდომარე

ლევან ჯაფარიძე

„ _____ “ _____ 2023 წ.

პროექტი № 1

ანალიზური ქიმიის და წიაღისეულის გამდიდრების ლაბორატორია

2024 წლის საპროექტო განაცხადი

ოქროსშემცველი სულფიდური მადნების ფლოტაციის კუდებიდან ოქროს ამოკრეფის შესაძლებლობის კვლევა და ეკონომიკური მიზანშეწონილობის ანალიზი

პროექტის ხელმძღვანელები: ანალიზური ქიმიის და წიაღისეულის გამდიდრების ლაბორატორიის უფროსი აკად.დოქტორი ასმათ შეყილაძე; პროექტის ხელმძღვანელი: ანალიზური ქიმიის და წიაღისეულის გამდიდრების ლაბორატორიის უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი/მთ. ტექნოლოგი აკად.დოქტორი მამუკა ბაღნაშვილი; პროექტის თანახელმძღვანელი: საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის პროფესორი, აკადემიური დოქტორი დემურ ტალახაძე

1.პროექტის სამეცნიერო კომპონენტი

1.1.კვლევითი თემის/საკითხის აქტუალობა, კვლევის სიახლე და პრობლემის ფორმულირება

საყოველთაოდ ცნობილია, რომ ოქრო საერთაშორისო ვაჭრობის საგანია, მისი ფასი მოთხოვნის ზრდის პირდაპირპროპორციულია, ხოლო რესურსი ამოწურვადი. ოქროს მოპოვების მხრივ 2022 წელს ლიდერობდა ამერიკული კომპანია „Newmont“, რომელმაც მოიპოვა 6 მილიონამდე უნცია ოქრო. ოქროს მზარდმა ფასმა და მოთხოვნამ, ამასთანავე მარაგების შემცირებამ უაღრესად მნიშვნელოვანი (აქტუალური) გახადა გამდიდრების პროდუქტის ე.წ. კუდების გადამუშავება, რაც განაპირობებს (სტიმულს აძლევს) ახალი ტექნოლოგიური პროცესის შემუშავებას და არსებული ტექნოლოგიური სქემის სრულყოფას. ამასთანავე ძვირფასი და ფერადი მეტალების მდიდარი საბადოების მარაგების ამოწურვა მწარმოებლებს უბიძგებს ღარიბი, ძნელად გამდიდრებადი საბადოების დამუშავებისკენ.

ოქროს და ფერადი ლითონების შემცველი საბადოების მარაგების შემცირება, ამასთან მზარდი ფასები და მოთხოვნა ოქროზე, სამთო-მოპოვებითი და გადამამუშავებელ კომპანიებს სტიმულს აძლევს, რომ მუდმივად ეძებონ ახალი საბადოები და უკვე მოქმედი საბადოების კომპლექსურად გადამუშავების ეფექტური გზები[1, 2,3].

სასარგებლო წიაღისეულის ეფექტური გადამუშავება დამოკიდებულია რიგ ფაქტორებზე, როგორიცაა: გადამუშავების შედეგად მიღებული პროდუქტის თვითღირებულება, პროდუქტის ხარისხი, პროდუქტის კონდიციურობა, მადნიდან სასარგებლო კომპონენტის კომპლექსური და სრული ამოკრეფა. დღემდე დასაწყობებული გამდიდრების პროდუქტების (კუდები და შუალედური პროდუქტები) ხელახალი გამდიდრება და უკვე არსებული ტექნოლოგიური სქემების დახვეწა (თითოეული საბადო წარმოადგენს მინერალური ნედლეულთა კონკრეტულ ერთიანობას, რაც უნიკალურ თვისებას ანიჭებს მას და ითხოვს სპეციფიკურ კვლევებს გამდიდრების ტექნოლოგიის შერჩევა/შემუშავებისათვის)[4, 5,6].

პროექტი ითვალისწინებს ოქროსშემცველი სულფიდური მადნის ფლოტაციის კუდებიდან დამატებით ოქროს ამოღების შესაძლებლობის კვლევას. ამასთან, გამდიდრების ტექნოლოგიურ ჭრილში გამოყენებული იქნება გამდიდრების გრავიტაციული, მაგნიტური და მეტალურგიული („სვეტის“ ტესტი) მეთოდები.

1.2. კვლევის მიზნები და ამოცანები

წარმოდგენილი საპროექტო განაცხადი მიზნად ისახავს ოქროს შემცველი სპილენძის მადნების ფლოტაციის კუდებიდან ოქროს ამოღების შესაძლებლობის კვლევას. საქართველოში ფერადი და ძვირფასი ლითონების უმსხვილესი მომპოვებელი ჯგუფი სს RMG ჰოლდინგია. მადნეულის მამდიდრებელ ფაბრიკას სპილენძის მადნები მიეწოდება მადნეულის და საყდრისის კარიერებიდან. მადნებში სპილენძისა და ოქროს შემცველობა ცვალებადობს ფართო ზღვრებში. სპილენძის შემცველობა 0.25-0.5%-მდე, ხოლო ოქროს შემცველობა 0.3%-დან (1 გრ/ტ).გადამუშავების განახლებული ტექნოლოგიური სქემა ითვალისწინებს სამსტადიურ დამსხვრევას 1200 მმ-დან 25-30 მმ-მდე, სამსტადიურ დაფქვას საანგარიშო -0.074 მმ კლასის შემცველობით 75-80%-მდე. დაფქული მადნის ძირითად, საკონტროლო და ორ ან გადაწმენდით ოპერაციებს. ფლოტაციის შედეგად მიიღება ფლოტოკონცენტრატი სპილენძის შემცველობით >10%-ზე და საბოლოო კუდები. საბოლოო კუდებში სპილენძისა და ოქროს დანაკარგები საშუალოდ შეადგენს 25-30% [10]. ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, პროექტში კვლევის ობიექტად შერჩეულია საქართველოში ფერადი და ძვირფასი ლითონების უმსხვილესი მომპოვებელი ჯგუფი სს RMG -ის საბადოს კუდებიდან აღებული სინჯები. ცნობილია, რომ კუდების გადამუშავებისას მასში არსებული სულფიდები ხელს უშლის გამდიდრების პროცესს. კერძოდ, მეტალურგიული გამდიდრებისას, იგი ზრდის ოქროს გამხსნელი ქიმიური ნივთიერების ხარჯს, სულფიდები იხსნება ხსნარში და მის მაღალ ტუტეობას განაპირობებს, ამცირებს ოქროს ექსტრაქციას ხსნარში, ხოლო ფლოტაციურ პროცესში სულფიდური მინერალები ფლოტირებს სამიზნე მინერალებთან ერთად და აბინძურებს კონცენტრატს [7,8,9]. პროექტის ფარგლებში ფლოტაციური კუდები გამდიდრდება გრავიტაციული მეთოდით. კერძოდ, გრავიტაციულ კონცენტრატორზე დამუშავებით მიღებული კონცენტრატი გამოიწვევა 500⁰ და რკინის მინერალების მოსაცილებლად გამოყენებული იქნება მაგნიტური სეპარატორი, რის შემდეგაც არამაგნიტური პროდუქტი გამოცდილი იქნება მეტალურგიულ გამდიდრებაზე.

ექსპერიმენტული სამუშაოების ჩატარების პროცესში გადაწყვეტილი უნდა იქნას შემდეგი ამოცანები:

- ✓ სინჯის აღება და მომზადება კვლევებისთვის; ნივთიერებრივი შედგენილობის შესწავლა: მინერალოგია და საცრითი ანალიზი, სისხოს კლასებს შორის ოქროს განაწილების განსაზღვრა; გამდიდრების მეთოდებიდან გამოყენებული იქნება გრავიტაციული, მაგნიტური და ფლოტაციური მეთოდები;
- ✓ გრავიტაციული კონცენტრატი გამოწვა 500⁰ ზე, რკინის მინერალების მოსაცილებლად გატარება მაგნიტურ სეპარატორზე, არამაგნიტური პროდუქტის მეტალურგიული ტესტირება. გამოყენებული იქნება „ბოთლის“ ტესტი მადნის ოპტიმალური სისხოს; გამოტუტვის ხანგრძლივობის და ნატრიუმის ციანიდის ოპტიმალური კონცენტრაციის (0,03%; 0,05%; 0,07 % და 0,1 %) დასადგენად; ხსნარებში კონტროლი: pH - ის და თავისუფალი ციანიდის. ოქროს განსაზღვრა ხსნარში და კუდებში.

- ✓ გრავიტაციული კონცენტრატის მეტალურგიული ტესტირება: კერძოდ, „სვეტის“ ტესტი (გროვული გამოტუტვის იმიტაცია): შემდეგი რეჟიმული პარამეტრების დადგენა და გამოთვლა: პერკოლაციის სიჩქარე; მადნის შეკლება; მადნის წყალშთანთქმა; ოქროს გამოტუტვის კინეტიკა. საწყის და დრენაჟის ხსნარში ციანიდის კონცენტრაციის; pH-ის და ოქროს შემცველობის განსაზღვრა.
- ✓ გამოტუტვის კუდების საცრითი ანალიზი და ოქროს განაწილება სისხოს კლასებში;
- ✓ შედეგების ანალიზი და ანგარიშის შედგენა.

1.3. კვლევის მეთოდოლოგია

წარმოდგენილი პროექტის ფარგლებში სინჯების დამუშავება მოხდება „BB 200“ მარკის სამსხვრევლის გამოყენებით, Amscope-ის ოპტიკური მიკროსკოპის მეშვეობით შესრულდება მინერალოგიური აღწერები, საცრითი ანალიზები ჩატარდება FRITSCH-ის საცრების კომპლექტის მეშვეობით. ფლოტაციური პროცესი ჩატარდება Xinhai-ის XFD3 ტიპის საფლოტაციო მანქანაზე. სინჯი გამდიდრდება გრავიტაციულ დანადგარ კონცენტრატორზე, გატარდება მაგნიტურ სეპარატორზე არამაგნიტური პროდუქტის მეტალურგიული ტესტირებისთვის გამოყენებული იქნება „სვეტის ტესტი“, საწყისი სინჯის სილიკატური ანალიზები შესრულდება სინჯის მჟავური დაშლით და უხსნადი ნაშთის შელღობით ნატრიუმის კარბონატთან: სილიციუმის დიოქსიდი განსაზღვრული იქნება გრავიმეტრული მეთოდით; რკინა, ალუმინი, კალციუმი და მაგნიუმი კომპლექსონომეტრით; ტიტანი, მანგანუმი, ფოსფორი სპექტრომეტრული მეთოდით, ანალიზის შესრულების პროცესში გამოყენებული იქნება: სპექტრომეტრი DR 900 (ფირმა Hach გერმანია), ატომურ-აბსორბციული სპექტრომეტრი (AA Analisis 200A Perkin-Elmer, აშშ); ალური ფოტომეტრი, ანალიზური სასწორი ფირმა Redwag; ტექნიკური სასწორი ფირმა Redwag; წყლით გამონაწურის pH განისაზღვრება Hanna-ს ფირმის pH-meter-ზე; ნაერთები-კოლორიმეტრიული მეთოდით; ტენიანობა-გრავიმეტრული მეთოდით. ტექნოლოგიური კვლევების პროცესში განხორციელდება გამდიდრების პროდუქტების ანალიზური კონტროლი - საწყის სინჯებსა და მათი გადამუშავების პროდუქტებში ოქრო განისაზღვრება შემდეგი მეთოდებით: გამოწვა, დაშლა მეფის არაყში, DIBK ექსტრაქცია, ატომურ-აბსორბციული დაბოლოებით; ოქრო ხსნარებში: DIBK ექსტრაქცია, ატომურ-აბსორბციული დაბოლოებით. ატომურ-აბსორბციული განსაზღვრა იწარმოებს ხელსაწყოზე AAnalys 200-PerkinElmer.

1.4. კვლევის მოსალოდნელი შედეგები, სამეცნიერო ღირებულება და კვლევის შედეგების გავრცელების გეგმა

ჩატარებული კვლევის შედეგად დადგენილი იქნება სინჯის მინერალური და ქიმიური შედგენილობა. შედგენილი იქნება გადამუშავების სარეკომენდაციო სქემა გამდიდრების სხვადასხვა მეთოდის გამოცდის შედეგებზე დაყრდნობით; შედგენილი გამდიდრების ტექნოლოგიური სქემა რეკომენდებული იქნება მსგავსი ტიპის მადნებისთვის. შეფასდება მიღებული ტექნოლოგიის რენტაბელობა და ეკომომიკური ეფექტი. ჩატარებული კვლევის შედეგებზე დაყრდნობით მომზადდება სამეცნიერო სტატია და გაკეთდება მოხსენება სამეცნიერო კონფერენციაზე.

2.პროექტის მენეჯმენტი და განხორციელებადობა

2.1პროექტის ეფექტური განხორციელებისათვის საჭირო რესურსების შესაბამისობა პროექტის მიზნებსა და ამოცანებთან

პროექტში მონაწილეობას მიიღებს ლაბორატორია შემადგენლობით:

- ა. შეყილაძე - ლაბ. უფროსი, პროექტის ხელმძღვანელი-სამუშაოს დაგეგმვა და ორგანიზება, ანგარიშის შედგენა;
- ბ. ბაღნაშვილი-უფროსი მეცნ.თანამშრომელი, პროექტის ხელმძღვანელი-სინჯების აღება, მომზადება კვლევისათვის, საცრითი ანალიზები, გამდიდრების ტექნოლოგიური სქემის შედგენა და გამოცდა, ტექნოლოგიური გამოცდები, მეტალურგიული ტესტირება ანგარიშის შედგენა;
- ზ. არაბიძე-მეცნ.თანამშრომელი, ხელმძღვანელი-სინჯების აღება, მომზადება კვლევისათვის, საცრითი ანალიზები, გამდიდრების ტექნოლოგიური სქემის შედგენა და გამოცდა, ტექნოლოგიური გამოცდები, მეტალურგიული ტესტირება ანგარიშის შედგენა;
- მ. ჩუბუნიძე - მთ.გეოლოგი, სინჯის აღება, მინერალოგიური აღწერა; საცრითი ანალიზები, მეტალურგიული ტესტირება.
- ი. სამხარაძე - უფროსი მეცნ.თანამშრომელი, პროექტის პასუხისმგებელი შემსრულებელი; საცრითი ანალიზები, გამდიდრების ტექნოლოგიური სქემის შედგენა და გამოცდა, მეტალურგიული ტესტირება;
- ე.ბაქრაძე-ქიმიური ანალიზები;
- ნ. მაისურაძე-უფროსი სპეციალისტი, პროექტის პასუხისმგებელი შემსრულებელი; საწყისი მადნის და მისი გადამუშავების პროდუქტების ქიმიური ანალიზები, ექსპერიმენტების ანალიზური კონტროლი;
- ლ. კირთაძე-სპეციალისტი, ქიმიური ანალიზები;
- მ. კირვალიძე-ლაბორანტი, ქიმიური ანალიზები;
- ლ. ჩუხუა-ლაბორანტი, ქიმიური ანალიზები
- თ. შუბუთიძე- ინჟინერი, სინჯის აღება; ტექნოლოგიური გამოცდები, საცრითი ანალიზები მეტალურგიული ტესტირება;
- მ. არჯევანიძე-ტექნიკოსი, სინჯის აღება; ტექნოლოგიური გამოცდები, საცრითი ანალიზები მეტალურგიული ტესტირება;
- გ. ჩქარეული-პრეპარატორი, სინჯის მომზადება კვლევისთვის, ტექნოლოგიური გამოცდები, მეტალურგიული ტესტირება;
- გ. ალავიძე-ტექნიკოსი; სინჯის აღება; ტექნოლოგიური გამოცდები, საცრითი ანალიზები მეტალურგიული ტესტირება;
- დ. ტალახაძე - პროექტის თანახელმძღვანელი, კონსულტაციები კვლევების პროცესში და ეკონომიკური მიზანშეწონილობის ანალიზი.

სამუშაოს კალენდარული გეგმა

№	ამოცანის დასახელება	შესრულების ვადა	შემსრულებლები
1	სინჯის აღება და მომზადება კვლევებისთვის. ნივთიერებრივი შედგენილობის შესწავლა: მინერალოგია და საცრითი ანალიზი, სისხოს კლასებს შორის ოქროს განაწილების განსაზღვრა. სინჯის გამდიდრება გრავიტაციული მეთოდით; სინჯის გამოცდა ფლოტაციური მეთოდით.	იანვარი თებერვალი მარტი	მთ.მეცნ.თანამშრომელი-2 წყლის ბიოანალიზის ჯგუფის უფროსი/მთ.მკვლევარი-1 მთ.გეოლოგი -1 უფრ.მეცნ.თანამშრომელი-2 მეცნ.თანამშრომელი-1 უფრ.სპეციალისტი-1 სპეციალისტი-2 ინჟინერი-1 ტექნიკოსი-2 პრეპარატორი-1 ლაბორანტი-2
2	ფლოტაციური კონცენტრატის გამოწვა 500 ⁰ -ზე, მაგნიტური სეპარაცია, არამაგნიტური პროდუქტის მეტალურგიული ტესტირება. კერძოდ, ბოთლის“ ტესტები შემდეგი რეჟიმული პარამეტრების დადგენა: მადნის ოპტიმალური სისხო; გამოტუტვის ხანგრძლივობა; ნატრიუმის ციანიდის ოპტიმალური კონცენტრაცია; ხსნარებში კონტროლი: pH - ის და თავისუფალი ციანიდის; ოქროს განსაზღვრა ხსნარში და კუდებში. გრავიტაციული კონცენტრატის გამოწვა 500 ⁰ -ზე, მაგნიტური სეპარაცია, არამაგნიტური პროდუქტის მეტალურგიული ტესტირება. კერძოდ, ბოთლის“ ტესტები შემდეგი რეჟიმული პარამეტრების დადგენა: მადნის ოპტიმალური სისხო; გამოტუტვის ხანგრძლივობა; ნატრიუმის ციანიდის ოპტიმალური კონცენტრაცია; ხსნარებში კონტროლი: pH - ის და თავისუფალი ციანიდის; ოქროს განსაზღვრა ხსნარში და კუდებში.	აპრილი მაისი ივნისი	მთ.მეცნ.თანამშრომელი-2 წყლის ბიოანალიზის ჯგუფის უფროსი/მთ.მკვლევარი-1 მთ.გეოლოგი -1 უფრ.მეცნ.თანამშრომელი-2 მეცნ.თანამშრომელი-1 უფრ.სპეციალისტი-1 სპეციალისტი-2 ინჟინერი-1 ტექნიკოსი-2 პრეპარატორი-1 ლაბორანტი-2

3	გრაფიტაციული და ფლოტაციური კონცენტრატის მეტალურგიული ტესტირება: კერძოდ, „სვეტის“ ტესტი (გროვული გამოტუტვის იმიტაცია): შემდეგი რეჟიმული პარამეტრების დადგენა და გამოთვლა: პერკოლაციის სიჩქარე; მადნის შეკლება; მადნის წყალშთანთქმა; ოქროს გამოტუტვის კინეტიკა. საწყის და დრენაჟის ხსნარში ციანიდის კონცენტრაციის; pH-ის და ოქროს შემცველობის განსაზღვრა.	ივლისი აგვისტო სექტემბერი	მთ.მეცნ.თანამშრომელი-2 წყლის ბიოანალიზის ჯგუფის უფროსი/მთ.მკვლევარი-1 მთ.გეოლოგი -1 უფრ.მეცნ.თანამშრომელი-2 მეცნ.თანამშრომელი-1 უფრ.სპეციალისტი-1 სპეციალისტი-2 ინჟინერი-1 ტექნიკოსი-2 პრეპარატორი-1 ლაბორანტი-2
4	გამოტუტვის კუდების საცრითი ანალიზი და ოქროს განაწილება სისხოს კლასებში; შედგების ანალიზი და ანგარიშის შედგენა.	ოქტომბერი ნოემბერი დეკემბერი	ლაბმთ.მეცნ.თანამშრომელი-2 წყლის ბიოანალიზის ჯგუფის უფროსი/მთ.მკვლევარი-1 მთ.გეოლოგი -1 უფრ.მეცნ.თანამშრომელი-2 მეცნ.თანამშრომელი-1 უფრ.სპეციალისტი-1 სპეციალისტი-2 ინჟინერი-1 ტექნიკოსი-2 პრეპარატორი-1 ლაბორანტი-2

მატერიალურ-ტექნიკური ბაზა

№	პროექტის განხორციელებისათვის საჭირო მატერიალურ-ტექნიკური ბაზა	არსებული	შესამენი
1	ალური ფოტომეტრი	✓	
2	Reatsch-ის „BB 200“ მარკისსამსხვრეველა	✓	
3	Reatsch-ის ფირმის სააპუდრი დანადგარი	✓	
4	საცრების კომპლექტი	✓	
5	„Amscope“-ის ოპტიკური მიკროსკოპი	✓	
6	Hanna-ს ფირმის pH- meter	✓	
7	სპექტრომეტრ იDR 900 (ფირმა Hach გერმანია)	✓	
8	ატომურ-აბსორბციულისპექტრომეტრი (AA Analisis 200A Perkin-Elmer, აშშ);	✓	
9	ანალიზური სასწორი (ფირმა Redwag; ტექნიკურისასწორიფირმა Redwag)	✓	
10	მაგნიტური სეპარატორი	✓	
11	უსაფრთხო შრომის საშუალებები, რესპირატორები, ხელთათმანები, ხალათები		✓

12	რეაქტივები		✓
13	კონცენტრატორი		✓
14	კონსტრუქცია მეტალურგიული ტესტირებისთვის (პავილიონში)	✓	
15	ბოთლის ამრევი	✓	
16	Xinhai-ის XFD3 ტიპის საფლოტაციო მანქანა	✓	

პროექტის ბიუჯეტი

#	ხარჯის კატეგორია	I საანგარიშო პერიოდი (1-3 თვე)	II საანგარიშო პერიოდი (4-6 თვე)	III საანგარიშო პერიოდი (7-9 თვე)	IV საანგარიშო პერიოდი (10-12 თვე)	სულ (თანხა)
1	შრომის ანაზღაურება	30120	30120	30120	30120	120480
2	მივლინება (საექსპედიციო ხარჯები)	500	500			
3	საქონელი და მომსახურება					
	უსაფრთხო შრომის საშუალებები, რესპირატორები, ხელთათმანები, ხალათები; საფლოტაციო რეაგენტები; ქიმიური რეაგენტები; მეტალის ლანგარი	600		600		
4	კაპიტალური ხარჯები					
	კონცენტრატორი					
5	ზედნადები ხარჯი	45987.5	45987.5	45987.5	45987.5	183950
	სულ					306030

პროექტით დაგეგმილი სამუშაოების გარდა, შესრულდება სახელმწიფო კონტროლის განმახორციელებელი და ხელისუფლების აღმასრულებელი ორგანოებიდან შემოსული დავალებები.

ლიტერატურა:

1. Промышленные отходы - сырье для строительных материалов будущего: Иркутский регион / Е.О. Костюкова, В.В. Барахтенко, Е.В. Зе-линская, Ф.А. Шутов // Экология урбанизированных территорий. 2009. № 4. С. 73-78.
2. Механохимическая технология добычи металлов из хвостовобогащения / В.И. Голик, Ю.И. Разоренов, В.С. Бригида, О.Г. Бурдзиева // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георе-сурсов. 2020. Т. 331. № 6. С. 175-183.
3. Формирование ресурсосберегающих технологий переработки вторичного металлсодержащего сырья на основе принципов адаптации / В.А. Чантурия, И.В. Шадрунова, О.Е. Горлова, Н.Н. Орехова // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2017. № S1. С. 347-362.
4. Чантурия В.А., Шадрунова И.В., Горлова О.Е. Адаптация разде-лительных процессов обогащения полезных ископаемых к техногенному сырью: проблемы и решения // Обогащение руд. 2012. № 5. С. 43-50.
5. Голик В.И., Комащенко В.И., Поляков А.В. Современные технологии извлечения металлов из хвостов обогащения и переработки руд с целью их комплексного использования // Известия Тульского государ-ственного университета. Науки о Земле. 2016. Вып. 1. С. 100-111.
6. Extraction of gold from refractory gold ore using bromate and ferric chloride solution / Q. Wang [and others] // Minerals Engineering. 2019. №136. С. 89-9
7. Mineralogical reconciliation of cobalt recovery from the acid leach-ing of oxide ores from five deposits in Katanga (DRC) / L. Santoro [and others] // Minerals Engineering. 2019.137.P. 277-289.
8. Исследование обогатимости убогосульфидных руд / П.К. Федо-тов, А.Е. Сенченко, К.В. Федотов, А.Е. Бурдонов // Обогащение руд. 2020. № 1. С. 15-21.
9. Комплексная гидрохимическая переработка шламовых хвостовобогащения хромитсодержащих руд / С.Б. Дюсенова, Б.К. Кенжалиев, Р.А. Абдулвалиев, С.В. Гладышев // Обогащение руд. 2018. № 6 (378). С. 27-32.
10. ჯ.შუბითიძე, ა.ხიზანიშვილი, კ. კეკელიძე, ა.აბშილავა, დ.ტალახაძე, ზ.არაბიძე მადნეულის საბადოს სპილენძის მადნების ფლოტაციური კუდების გადამუშავების კომბინირებული ტექნოლოგიის კვლევა.

პროექტი № 2

საბაგრო სისტემების ლაბორატორია

2024 წლის საპროექტო განაცხადი

ახალი ტიპის პარაბოლური რეფლექტრის დამუშავება და რიცხვითი მოდელირება

პროექტის ხელმძღვანელი: საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევების და პროექტირების სამეცნიერო ცენტრის მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის აკადემიკოსი, სამხედრო მეცნიერებათა დოქტორი, ელგუჯა მეძმარიაშვილი

1. პროექტის სამეცნიერო კომპონენტი

1.1. კვლევითი თემის/საკითხის აქტუალობა, კვლევის სიახლე და პრობლემის ფორმულირება

საკითხის აქტუალობის საჩვენებლად საკმარისია მოვიშველიოთ მსოფლოში კოსმოსურ ინდუსტრიაში დაბანდებული თანხის შედარებითი სტატისტიკა: 2010 წლს - დაიხარჯა 200 მილიარდი აშშ. \$, 2020 წელს - 500 მილიარდი აშშ \$. როგორც მოცემული ინფორმაციიდან ჩანს დარგში ინვესტიციების მოცულობა 2.5 -ჯერ გაიზარდა ბოლო ათწლეულში. ამდენად კოსმოსური ინდუსტრია განვითარების აღმავალ ეტაპზე იმყოფება და უახლოს ათწლეულში მისი ზრდის ტენდენცია შენარჩუნდება. დღეისათვის კოსმოსის ათვისება მიმდინარეობს ორი ძირითადი მიმართულებით: დედამიწის ახლო ორბიტაზე თანამგზავრთა გაშვება და მათი გამოყენება კომერციული მიზნებისთვის (ძირითადი ინვესტიციების სფერო 80%), მზის სისტემის და გარე კოსმოსური სივრცის კვლევა (დანარჩენი ინვესტიციები 20 %).

დედამიწის ახლო ორბიტაზე თანამგზავრთა გაშვება ძირითადად დედამიწაზე ინფორმაციის გლობალური ქსელების შექმნის და თავდაცვის გაძლიერების მიზნით მიმდინარეობს, სადაც უპირობო ლიდერი პოზიცია უჭირავს ამერიკის შეერთებულ შტატებს. საინფორმაციო კოსმოსური ქსელების შექმნა მოითხოვს თანამედროვე რეფლექტორული ანტენების კონსტრუქციების დახვეწას და მათი ეფექტურობის ამაღლებას. აღნიშნული პრობლემა საჭიროებს რეფლექტორების ტრანსფორმირებადი სტრუქტურის თანამედროვე მიღწევების შესაბამისად გამართვას, რაც მიმდინარე პროექტის მთავარ გადასაწყვეტ პრობლემას წარმოადგენს.

პროექტი წარმოადგენს ინსტიტუტის საბაზო თემატიკით მიმდინარე პროექტის დასკვნით ფაზას.

1.2. კვლევის მიზნები და ამოცანები

წარმოდგენილი პროექტის მიზანია ახალი ტიპის პარაბოლური რეფლექტორის დამუშავება, რომელიც გამოირჩევა გასაშლელი რგოლის კომპაქტურობით, გაშლის სიმარტივით და ამრეკლი პარაბოლოიდური ცენტრის ზედაპირის სიზუსტით. აღნიშნული პროექტი წარმოადგენს ინსტიტუტის საბაზო თემატიკით მიმდინარე პროექტის დასკვნით ფაზას, სადაც სამუშაოს შესრულების შედეგად გვექნება ახალი ტიპის ამრეკლი რეფლექტორის კონსტრუქციული ნახაზები.

პროექტით დასახული მიზნის მისაღწევად საჭიროა შემდეგი ამოცანების გადაწყვეტა:

1. დამუშავებული გასაშლელი რგოლის გაშლის სქემის და ტექნიკური მახასიათებლების (გაშლის სიჩქარის, გაშლის ძალის, გაშლის ტროსული სისტემის) განსაზღვრა და შერჩევა.
2. გასაშლელი რგოლის გაშლის სქემის კვანძების კონსტრუქციული გადაწყვეტა და მათი 3 D მოდელების შექმნა [1-4];
3. გასაშლელი რგოლის და პარაბოლოიდური ცენტრის ურთიერთდაკავშირების კონსტრუქციული გადაწყვეტა და პერიფერიული ზონის ოპტიმალური ფორმის შერჩევა.
4. ახალი ტიპის პარაბოლოიდური რეფლექტორის კონსტრუქციის ერთიანი მოდელის აგება და მოდელირება. სამეცნიერო ანგარიშის დაწერა [5,10]

1.3. კვლევის მეთოდოლოგია

კვლევის მეთოდოლოგია დაეყრდნობა ტრანსფორმირებადი ფერმული სტრუქტურების აგების და ანალიზის მეთოდს. საბაგირო სისტემების ლაბორატორიის საპროექტო გამოცდილებას. პროექტში დაგეგმილი კვლევები შესრულდება თანამედროვე საინჟინრო საპროექტო პროგრამებს SolidWork, AutoCad, გამოყენებით. განხორციელდება რეფლექტორის დამუშავებული კონსტრუქციის ერთიანი მოდელის რიცხვითი მოდელირება დედამიწის მახლობლად არსებული კოსმოსური პირობებისთვის.

1.4. კვლევის მოსალოდნელი შედეგები, სამეცნიერო ღირებულება და კვლევის შედეგების გავრცელების გეგმა

სამუშაოს შესრულების შედეგად დამუშავდება ახალი ტიპის ამრეკლი რეფლექტორის კონსტრუქციული ნახაზები.

- ✓ განისაზღვრება რეფლექტორის სამუშაო პარამეტრები და შეფასდება მისი ამრეკლი ზედაპირის ეფექტურობა რეფლექტორის რიცხვითი მოდელის საფუძველზე;
- ✓ განისაზღვრება რეფლექტორის დაკეცვის და გაშლის სქემები, რომლებიც პასუხობენ თანამედროვე გაზრდილ საპროექტო მოთხოვნებს.

2. პროექტის მენეჯმენტი და განხორციელებადობა

2.1 პროექტის ეფექტური განხორციელებისათვის საჭირო რესურსების შესაბამისობა პროექტის მიზნებსა და ამოცანებთან

პროექტში მონაწილეობას მიიღებს საბაგირო სისტემების ლაბორატორიის თანამშრომლები.

ე. მეძმარიაშვილი - საქართველოს ეროვნული მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოს-თემის სამეცნიერო ხელმძღვანელი-რეფლექტორის გაშლის და დაკეცვის სქემის კონსტრუქციული გადაწყვეტა. რგოლის და მოქნილი ცენტრის კავშირის კონსტრუქციის დამუშავება;

გ. ნოზაძე- საბაგირო სისტემების ლაბორატორიის ხელმძღვანელი;გასაშლელი რეფლექტორის კონსტრუქციის მოდელირება სხვადასხვა კოსმოსურ გარემო პირობებში;

დ. ძიგვაშვილი - მეცნიერი თანამშრომელი; პროექტისათვის საჭირო სათვლელი მოდულების პროგრამირება ვიზუალ ბეისიკში;

სამუშაო შესრულდება ლაბორატორიის ბაზაზე არსებული კომპიუტერული ტექნიკის გამოყენებით.

სამუშაოს კალენდარული გეგმა

#	ამოცანის დასახელება	შესრულების ვადა	შემსრულებლები
1	დამუშავებული გასაშლელი რგოლის გაშლის სქემის და ტექნიკური მახასიათებლების(გაშლის სიჩქარის, გაშლის ძალის, გაშლის ტროსული სისტემის) განსაზღვრა და შერჩევა.	იანვარი თებერვალი მარტი	მთ.მეცნ.თანამშრომელი-1 მთ.მეცნ.თანამშრომელი- 1 მეცნ.თანამშრომელი-0.5
2	გასაშლელი რგოლის გაშლის სქემის კვანძების კონსტრუქციული გადაწყვეტა და მათ 3 D მოდელების შექმნა.	აპრილი მაისი ივნისი	მთ.მეცნ.თანამშრომელი-1 მთ.მეცნ.თანამშრომელი- 1 მეცნ.თანამშრომელი-0.5
3	გასაშლელი რგოლის და პარაბოლოიდური ცენტრის ურთიერთდაკავშირების კონსტრუქციული გადაწყვეტა და პერიფერიული ზონის ოპტიმალური ფორმის შერჩევა.	ივლისი აგვისტო სექტემბერი	მთ.მეცნ.თანამშრომელი-1 მთ.მეცნ.თანამშრომელი- 1 მეცნ.თანამშრომელი-0.5
4	ახალი ტიპის პარაბოლოიდური რეფლექტორის კონსტრუქციის ერთიანი მოდელის აგება და მოდელირება. სამეცნიერო ანგარიშის მომზადება.	ოქტომბერი ნოემბერი დეკემბერი	მთ.მეცნ.თანამშრომელი-1 მთ.მეცნ.თანამშრომელი- 1 მეცნ.თანამშრომელი-0.5

მატერიალურ-ტექნიკური ბაზა

№	პროექტის განხორციელებისათვის საჭირო მატერიალურ-ტექნიკური ბაზა	არსებული	შესაძენი
1	ლაბორატორიის ბაზაზე არსებული კომპუტერები	✓	
2	საბაგირო სისტემების ლაბორატორიაში დამუშავებული პროგრამები და პროექტები	✓	

პროექტის ბიუჯეტი

№	ხარჯის კატეგორია	I საანგარიშო პერიოდი (1-3 თვე)	II საანგარიშო პერიოდი (4-6 თვე)	III საანგარიშო პერიოდი (7-9 თვე)	IV საანგარიშო პერიოდი (10-12 თვე)	სულ (ბიუჯეტიდან მოთხოვნილი თანხა)
1	შრომის ანაზღაურება	6324	6324	6324	6324	25296
2	მივლინება (საექსპედიციო ხარჯები)					
3	საქონელი და მომსახურება	-	100		100	200
4	კაპიტალური ხარჯები					
5	ზედნადები ხარჯი	9197.5	9197.5	9197.5	9197.5	36790
	სულ პროექტის ბიუჯეტი					62286

პროექტით დაგეგმილი სამუშაოების გარდა, შესრულდება სახელმწიფო კონტროლის განმახორციელებელი და ხელისუფლების აღმასრულებელი ორგანოებიდან შემოსული დავალებები.

ლიტერატურა:

1. ე. მეძმარიაშვილი. ტრანსფორმირებადი კონსტრუქციები. პირველი ნაწილი. მონოგრაფია. ISBN 978-9941-8-1905-6. თბილისი, შპს „მაცნე პრინტი“. 2019წ. 265 გვ.
2. Э. Медзмариашвили. Трансформируемые конструкции в космосе и на земле. Монография. Изд. Германия – Лихтенштейн – Грузия. 1995 г. 446 стр.
3. E. Medzmariashvili and co-authors. Mechanical support ring structure. Patent N: US 9153860 B2, 2015.
4. Medzmariashvili and co-authors. Deployable Antenna Frame. Patent N: US 9660351 B2, 2017.
5. E. Medzmariashvili and co-authors. Multiple Use Deployable-Folding Large-Scale Space Reflector. pp. 179-186. ISBN 978-9941-8-0511-0. Proceedings of the 3rd International

Conference “Advanced Lightweight Structures and Reflector Antennas”, 19 – 21 September 2018, Hotel Courtyard Marriott, Tbilisi, Georgia.

6. E. Medzmariashvili and co-authors. Modeling and Analysis of a Space Reflector Antenna Taking into Consideration Extreme Temperature of Environment and Other Impacts. pp. 213-220. ISBN 978-9941-8-0511-0. Proceedings of the 3rd International Conference, „Advanced Lightweight Structures and Reflector Antennas“, 19 – 21 September 2018, Hotel Courtyard Marriott, Tbilisi, Georgia.
7. E. Medzmariashvili and co-authors. Construct deployable structures. pp. 339-346. ISBN 978-9941-8-0511-0. Proceedings of the 3rd International Conference „Advanced Lightweight Structures and Reflector Antennas“, 19 – 21 September 2018, Hotel Courtyard Marriott, Tbilisi, Georgia.
8. E. Medzmariashvili and co-authors Modified Design of the Deployable Mesh Reflector Antenna for Mini Satellites. CEAS Space Journal. CEAS-D-20-00050R1.
9. ე. მეძმარიაშვილი. გასაშლელი რეფლექტორი. საქართველოს ინტელექტუალური საკუთრების ეროვნული ცენტრი. საქპატენტი. P 20237491 B.
10. E. Medzmariashvili et al . Structure, Structural Features, Assembling and Bench Testing of the Deployable Space Reflector. 41 st ESA Antenna Workshop on Large Deployable Antennas. 25 – 28, September 2023 at ESA-ESTEC in Noordwijk, The Netherlands.

პროექტი № 3

საბადოთა დამუშავების და სამთო გეოტექნიკის ლაბორატორია

2024 წლის საპროექტო განაცხადი

ქანგბადით გამდიდრებული საინექციო აგენტის გავლენა ნახშირის მიწისქვეშა გაზიფიკაციით მოპოვების ტექნოლოგიაზე

პროექტის ხელმძღვანელები: მიწისქვეშა ნაგებობათა მშენებლობისა და საბადოთა დამუშავების ტექნოლოგიების ცენტრის უფროსი, მთ. მეცნ. თანამშრომელი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის აკადემიკოსი ლევან ჯაფარიძე; საბადოთა დამუშავების და სამთო გეოტექნიკის ლაბორატორიის უფროსი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, აკადემიური დოქტორი ნიკა ბოჭორიშვილი

1. პროექტის სამეცნიერო კომპონენტი

1.1. კვლევითი თემის/საკითხის აქტუალობა, კვლევის სიახლე და პრობლემის ფორმულირება

ნახშირის ინდუსტრიის განვითარების დაწყებიდან დღემდე, მნიშვნელოვან პრობლემას წარმოადგენს მისი რაციონალური, უსაფრთხო და ეკომეგობრული მოპოვება-გადამუშავების ტექნოლოგიების სრულყოფა და განვითარება. რაციონალური და უსაფრთხო ტექნოლოგიების სრულყოფა და განვითარება, აქტუალურ პრობლემას წარმოადგენს საქართველოს მნიშვნელოვანი სათბობ-ენერგეტიკული რესურსის, ტყიბულ-შაორის ნახშირის საბადოსთვისაც, სადაც ქვეყნის ნახშირის მარაგების 80%-ზე მეტია თავმოყრილი.

ტყიბულ-შაორის საბადო რთული სამთო-გეოლოგიური და სამთო-ტექნიკური პირობებით ხასიათდება. იგი მიდრეკილია სამთო დარტყმებისა და უეცარი გამოტყორცნებისადმი. მოპოვების პროცესში წარმოიქმნება მტვრისა და გაზის ნარევები ფეთქებადი კონცენტრაციებით. ნახშირის ფენებს თვითაალებადი თვისებები გააჩნიათ და ამიტომ ხშირია ენდოგენური ხანძრები. მოპოვების პროცესში ნახშირის დანაკარგები 40-60% შეადგენს. საბადოს ათვისების დაწყებიდან დღემდე მრავალი სამეცნიერო და საინჟინრო მცდელობების მიუხედავად ვერ მოხერხდა დამუშავების სისტემებისა და ტექნოლოგიების გაუმჯობესება [4,5,6]. ნახშირის საბადოების დამუშავების ერთ-ერთ ახალ მეთოდს წარმოადგენს მიწისქვეშა გაზიფიკაცია. ამ მხრივ მსოფლიოს ნახშირმომპოვებელ ქვეყნებში, ბოლო წლებში განსაკუთრებით აქტიურად მიმდინარეობს კვლევები ნახშირის მიწისქვეშა გაზიფიკაციის (ნმგ) ტექნოლოგიების სრულყოფისათვის. ნახშირის მიწისქვეშა გაზიფიკაციის ტექნოლოგიის არსია, მიწისქვეშ არსებული მყარი ნახშირის მასის გაზობრივ მდგომარეობაში გადაყვანა მაღალტემპერატურულ პირობებში და პროდუქტიული გაზის (სინგაზი) ზედაპირზე ამოტანა, რომელიც ხორციელდება საჭაბურღილე, საშახტო და კომბინირებული სისტემების გამოყენებით [1,2,3,4,5].

ნგმ-ის ტექნოლოგიის გამოყენების მიზანშეწონილობა ტყიბულ-შაორის საბადოს დამუშავებისათვის, არაერთხელ აღნიშნულა საქართველოს სამთო სამეცნიერო-

საინჟინრო საზოგადოების მიერ [6,7,8,9] და იგი მიჩნეული იქნა პერსპექტიულად საბადოს მდგრადი ექსპლუატაციისა და უსაფრთხო ათვისებისთვის.

2020-2023 წლებში ინსტიტუტში მიმდინარე პროექტების ფარგლებში, შესწავლილ იქნა ნახშირის მიწისქვეშა გაზიფიკაციის (ნმგ) მეთოდით მოპოვების ტექნოლოგიის საერთაშორისო გამოცდილება და ექსპერიმენტული კვლევებისათვის შეიქმნა ლაბორატორიული გეორეაქტორი [9].

ექსპერიმენტული სამუშაოებით (გაზიფიკაციისათვის ატმოსფერული ჰაერის) გამოყენებით, მიღებულ იქნა ნმგ ტექნოლოგიის მთავარი პროდუქტი სინგაზი, რომელიც ხასიათდება ანთების და წვის მახასიათებლებით, განისაზღვრა მასში შემავალი გაზური კომპონენტები (CH_4 , CO_2 , CO) [9]. ამასთან უნდა აღინიშნოს, რომ კვლევები ამ მიმართულებით ჯერ არ დასრულებულა და შეიძლება ითქვას რომ ჯერ კიდევ საწყის სტადიაზეა ლიტერატურული წყაროებში მოძიებული, ექსპერტთა დასკვნებითა და არსებული მდგომარეობის ანალიზით ირკვევა, რომ ნმგ ტექნოლოგიის მთავარი პროდუქტის, სინგაზის ხარისხობრივ და რაოდენობრივ მაჩვენებლებზე დიდ გავლენას ახდენს საინექციო აგენტების (ჰაერი, წყლის ორთქლი, ჟანგბადი, აზოტი) შედგენილობა და მიწოდების პარამეტრები, რომლებიც მნიშვნელოვნად განსაზღვრავენ ნახშირის გაზიფიკაციის პროცესს და უზრუნველყოფენ მყარი საწვავის აირად გარდაქმნის მდგრად რეჟიმში განხორციელებას [1,2,3,4,5]. მაგალითად, სხვადასხვა ავტორების კვლევებით დადგენილია, რომ გაზიფიკაციის პროცესში საინექციო აგენტად ატმოსფერული ჰაერის გამოყენებისას, სინგაზის კალორიულობა შეადგენს 1-2,5 მგჯ/მ³, ხოლო ჟანგბადის გამოყენებისას 30-50% -ით მეტია. ამასთან აღსანიშნავია, რომ პროცესზე დიდ გავლენას ახდენს მოსაპოვებელი ნახშირის ტიპები და ქიმიური შემადგენლობა, რომლებიც თავის მხრივ ხშირ შემთხვევებში განსხვავებულია ნახშირის სხვადასხვა საბადოსათვის [1,2,3,4,5,12].

კვლევებით დადგენილია, რომ ნახშირის მიწისქვეშა გაზიფიკაციის მოპოვების ტექნოლოგია დამოკიდებულია:

- ✓ საბადოს გეოლოგიურ და ჰიდროგეოლოგიურ პირობებზე;
- ✓ საბადოს სამთო-ტექნიკურ პირობებზე;
- ✓ საწმენდი სანგრევის ზომებზე და გეომეტრიაზე;
- ✓ საინექციო აგენტების კონცენტრაციაზე;
- ✓ საინექციო აგენტების მიწოდების წნევაზე;
- ✓ საწმენდ-სანგრევში განვითარებულ წნევაზე;
- ✓ გაზიფიკაციის პროცესის ტემპერატურაზე,
- ✓ ნახშირის ფორმებსა და ნივთიერ შემადგენლობაზე.

როგორც აღინიშნა, სამთო ინსტიტუტში, წინა წლებში განხორციელებული ტყიბულ-შაორის საბადოს ნახშირის მიწისქვეშა გაზიფიკაციის ტექნოლოგიის ექსპერიმენტული კვლევების გზით მიღებული შედეგების მიუხედავად, აუცილებლობას წარმოადგენს კვლევების მეორე ფაზის დაწყება, კერძოდ მნიშვნელოვანია გაგრძელდეს ექსპერიმენტული სამუშაოები, საინექციო აგენტების სხვადასხვა კონცენტრაციის პირობებში და სხვადასხვა ფენის ნახშირის აირად გარდაქმნის პროცესის შესწავლის მიმართულებით.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, კვლევის სიახლეს წარმოადგენს, სხვადასხვა კონცენტრაციის ჟანგბადის შემცველი (ჟანგბადით გამდიდრებული) საინექციო აგენტის გამოყენებით, ტყიბულ-შაორის საბადოდან აღებული ნახშირების გაზიფიკაციისას

წარმოქმნილი სინგაზის რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მაჩვენებლების შესწავლა ლაბორატორიული გეორეაქტორის გამოყენებით. პროექტის განხორციელებისას, 2024 წლის სამუშაო გეგმით, ექსპერიმენტული სამუშაოებით დადგენილი იქნება ლაბორატორიული გეორეაქტორის გამოყენებით, სხვადასხვა კონცენტრაციის ჟანგბადით გამდიდრებული საინექციო აგენტის გამოყენებით ტყიბულ-შაორის საბადოს ნახშირების მიწისქვეშა გაზიფიკაციის ტექნოლოგიით მოპოვებისას წარმოქმნილი სინგაზის რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მაჩვენებლები.

1.2. კვლევის მიზნები და ამოცანები

სამეცნიერო პროექტის მიზანია, გაგრძელდეს კვლევები ტყიბულ-შაორის საბადოს მიწისქვეშა გაზიფიკაციის მეთოდით დამუშავების რაციონალური ტექნოლოგიის შესაქმნელად და 2024 წ. განხორციელდეს კვლევები სხვადასხვა კონცენტრაციის ჟანგბადით გამდიდრებული საინექციო აგენტის პირობებში, გაზიფიკაციის ტექნოლოგიით მოპოვებული სინგაზის რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მაჩვენებლების განსასაზღვრისათვის.

დასახული მიზნის მისაღწევად კვლევები ჩატარდება შემდეგი მიმართულებით:

- ✓ ტყიბულის-შაორის ნახშირის საბადოზე მოქმედ შახტში სინჯების აღების უზნების შერჩევა, სინჯების აღება და სინჯების მომზადება ექსპერიმენტებისთვის;
- ✓ გეორეაქტორის ცალკეული ელემენტების გაუმჯობესება, შემდგომი აღჭურვა და მომზადება ექსპერიმენტებისათვის;
- ✓ ექსპერიმენტების ჩატარება სხვადასხვა კონცენტრაციის ჟანგბადით გამდიდრებული საინექციო აგენტის გამოყენებით;
- ✓ ნახშირის გაზიფიკაციისას წარმოქმნილ სინგაზის რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მაჩვენებლების დადგენა ლაბორატორიულ გეორეაქტორის მეშვეობით,
- ✓ რიცხვით- ანალიზური და CFD-ის სიმულაციური მეთოდების გამოყენებით ნახშირის მიწისქვეშა გაზიფიკაციის ტექნოლოგიით მოპოვების შემსწავლელი კვლევების განხორციელება.

აღნიშნული მიმართულებებით კვლევის ამოცანები შეიძლება ჩამოყალიბდეს შემდეგი სახით:

ამოცანა 1. ტყიბულში ე. მინდელის შახტში, ნახშირის სხვადასხვა ფენიდან მონოლითური ნიმუშების აღება. მათი დეტალური ქიმიური ანალიზების ჩატარება.

ამოცანა 2. გეორეაქტორის მომზადება პროექტის მეთოდით გათვალისწინებული კვლევების შესასრულებლად:

- ✓ წვის კამერის კონსტრუქციული სრულყოფა;
- ✓ ტემპერატურის სენსორების ინსტალაცია;
- ✓ საინექციო აგენტების მიწოდებისათვის ჟანგბადისა და ატმოსფერული ჰაერის სხვადასხვა კონცენტრაციით მიწოდებისას, მათი რაოდენობის გამზომი მრიცხველების ინსტალაცია;
- ✓ გაზიფიკაციის პროცესში წვის კამერაში განვითარებული წნევის გამზომი აპარატურის მოწყობა;
- ✓ საგაზიფიკაციო „სანგრევის“ მოწყობა-მომზადება.

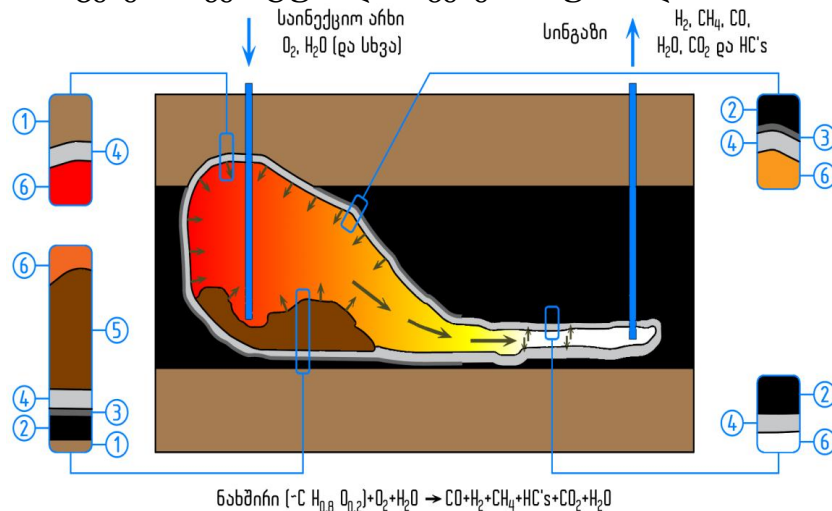
ამოცანა 3. ნახშირის მიწისქვეშა გაზიფიკაციის ტექნოლოგიის რიცხვით-ანალიზური და CFD-ის სიმულაციური ალგორითმების დამუშავება;

ამოცანა 4. გეორეაქტორში სხვადასხვა კონცენტრაციის ჟანგბადით გამდიდრებული საგაზიფიკაციო აგენტის (ატმოსფერული ჰაერი), დოზირებული მიწოდება და ძირითადი პარამეტრების განსაზღვრა, მათ შორის:

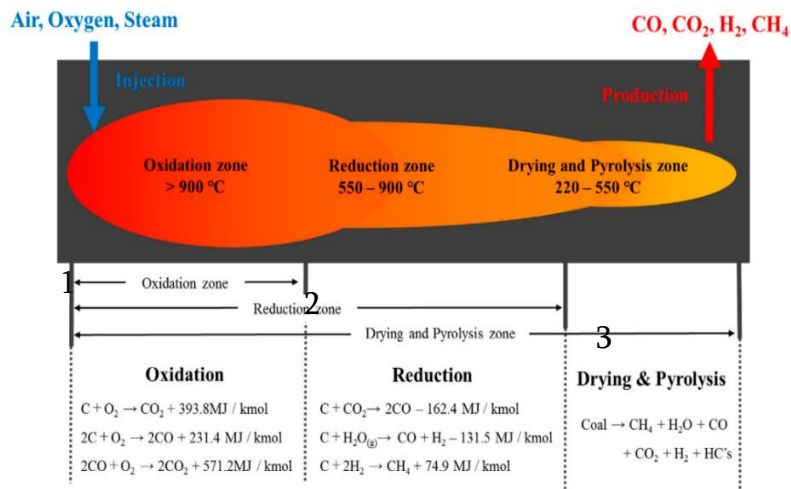
- ✓ საგაზიფიკაციო სანგრევში ტემპერატურული მაჩვენებლების განსაზღვრა;
- ✓ მიღებული სინგაზის რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მაჩვენებლების განსაზღვრა.

1.3. კვლევის მეთოდოლოგია

გაზიფიკაციის შედეგად მიღებულ სინგაზში მთავარ გაზობრივ კომპონენტებს წარმოადგენენ: CO, CO₂, H₂ და CH₄, ხოლო დამატებით მას შეიძლება ახლდეს სხვა თანმდევი პროდუქტები: H₂S, As, Hg, Pb და ჭვარტლი. სინგაზის ხარისხობრივ და რაოდენობრივ მაჩვენებლებზე დიდ გავლენას ახდენს საინექციო აგენტების (ჰაერი, წყლის ორთქლი, ჟანგბადი, აზოტი) მიწოდების პარამეტრები, რომლებიც განსაზღვრავენ ნახშირის გაზიფიკაციის პროცესისას, მყარი საწვავის აირად გარდაქმნის მაჩვენებლებს [1,2,3,4,5]. სხვადასხვა კონცენტრაციის ჟანგბადით გამდიდრებული საინექციო აგენტის გამოყენებით, ნახშირების გაზიფიკაციისას წარმოქმნილი სინგაზის რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მაჩვენებლების განსაზღვრა განხორციელდება ნახშირის წვის, გაზიფიკაციის და პიროლიზის თბოფიზიკური და თბოქიმიური პროცესების გათვალისწინებით. მყარი ნახშირის აირად მდგომარეობაში გადაყვანის და პროდუქტიული გაზის (სინგაზის) მიღებისათვის საჭირო ფიზიკური (სურ. 1) და ქიმიური (სურ. 2) პროცესები სქემატურად ნაჩვენებია სურ. 1 და 2.



სურ. 1. მიწისქვეშა გაზიფიკაციისას მიმდინარე ფიზიკური პროცესების სქემა. 1. სახურავი გვერდის ქანები; 2. ტენიანი ნახშირი; 3. გამომშრალი ნახშირი; 4. კოქსი; 5. ქანი, ნახშირი, კოქსი, ნაცარი; 6. საცეცხლე სანგრევი



სურ. 2. მიწისქვეშა გაზიფიკაციისას მიმდინარე ქიმიური პროცესების სქემა
1. დაჟანგვის ზონა, 2. აღდგენის ზონა, 3. პიროლიზის ზონა

სქემებზე წარმოდგენილია ნახშირის მიწისქვეშა გაზიფიკაციის ფიზიკური და ქიმიური პროცესების ექსპერიმენტული კვლევა, რომლებიც შესრულდება 2021- 2023 წლებში ინსტიტუტში შექმნილ ნმგ ლაბორატორიულ გეორეაქტორზე [9]. ექსპერიმენტული სამუშაოების მეთოდოლოგია მოიცავს:

- ტყიბულში მდებარე, ე. მინდელის სახელობის შახტიდან, მონოლითური ნახშირის ნიმუშების აღებას. ნიმუშების აღება დაეფუძნება მინერალებისა და გეოლოგიური სინჯების აღების სტანდარტულ მეთოდიკას;
- განხორციელდება ნიმუშების ქიმიური ანალიზების ჩატარება, რომელიც შესრულდება ნახშირის შემადგენლობის ლაბორატორიული კვლევის სტანდარტების შესაბამისად.
- მონოლითური ნახშირის ნიმუშების მომზადება საექსპერიმენტოდ და საგაზიფიკაციო სანგრევის შექმნა. ნიმუშის საექსპერიმენტოდ მომზადებისას უზრუნველყოფილ უნდა იყოს ნახშირის ნიმუშის მთლიანობის შენარჩუნება ზომებით: 90x19x12 (სმ). ნიმუში ყოველი ექსპერიმენტის წინ განთავსდება გეორეაქტორის წვის კამერაში სპეციალურად მოწყობილ სანგრევში;
- ნახშირში გაზიფიკაციის არხის შექმნა;
- გაზიფიკაციის არხის საშუალებით ნახშირის აალება მოხდება პროპანის გამოყენებით, რის შედეგადაც წარმოიქმნება „საცეცხლე სანგრევი“;
- საინექციო აგენტების - ჟანგბადი/ატმოსფერული ჰაერის - მიწოდების დაწყება და ნახშირის გარდაქმნა სინგაზად, საინექციო აგენტების მიწოდება განხორციელდება გეორეაქტორის აგენტების მიმწოდებელი სისტემის საშუალებით;
- წვის კამერაში, წვისა და გაზიფიკაციის შედეგად წარმოქმნილი პროდუქტების არჩენა მოხდება სინგაზის მიმღები სისტემის საშუალებით;
- მიღებული სინგაზის გაზური კომპონენტების შემადგენლობების განსაზღვრა მოხდება, აირადი სინჯების აღების სტანდარტული მეთოდიკის შესაბამისად, ხოლო მათში შემავალი გაზური კომპონენტები განისაზღვრება კალიბრებული აირანალიზატორის მეშვეობით;
- გაზიფიკაციის დროს მიმდინარე თბურ მაჩვენებლებზე საინექციო აგენტების- ჟანგბადი+ატმოსფერული ჰაერი - მიწოდების რაოდენობის გავლენის დადგენა,

რომელიც განხორციელდება გეორეაქტორის ტემპერატურული მონიტორინგის სისტემის მეშვეობით.

ექსპერიმენტული კვლევის პარალელურად, თეორიული კვლევები განხორციელდება პროცესების რიცხვით-ანალიზური და CFD-ის სიმულაციური მეთოდების გამოყენებით, რომელიც დაეფუძვნება მსოფლიოში უკვე დამუშავებულ მეთოდებს: Packed bed models, Channel models, Coal block models და Process models [10,11,12].

1.4. კვლევის მოსალოდნელი შედეგების სამეცნიერო ღირებულება და კვლევის შედეგების გავრცელების გეგმა

პროექტის ფარგლებში გაგრძელდება ინსტიტუტში 2020 წელს დაწყებული არატრადიციული, ალტერნატიული ტექნოლოგიით „ნახშირის მიწისქვეშა გაზიფიკაციის ტექნოლოგიით მოპოვების“ გამოყენებადობის განსაზღვრა ტყიბულ-შაორის ნახშირის საბადოსათვის. პროექტი ხელს შეუწყობს ქვეყნის მნიშვნელოვანი სათბოებენერგეტიკული რესურსის, ტყიბულ-შაორის ნახშირის საბადოს რაციონალური ათვისების, ნახშირის შახტებში პერსონალის უსაფრთხოებისა და გარემოსდაცვითი საკითხების გადაჭრას. ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე, სამუშაოს აქტუალურობა და მისი პრაქტიკული მნიშვნელობა საშუალებას იძლევა შეიქმნას და დაინერგოს მიწისქვეშა გაზიფიკაციის ახალი მეთოდით ნახშირის მოპოვება ტყიბულ-შაორის საბადოზე.

2. პროექტის მენეჯმენტი და განხორციელებადობა

2.1 პროექტის ეფექტური განხორციელებისათვის საჭირო რესურსების შესაბამისობა პროექტის მიზნებსა და ამოცანებთან

პროექტი განხორციელებული იქნება სამთო ინსტიტუტის საბადოთა დამუშავების და სამთო გეოტექნიკის ლაბორატორიის ბაზაზე, რომელის თანამშრომლებს გააჩნიათ წიაღისეულის რაციონალური ათვისებისა და საბადოთა დამუშავების ტექნოლოგიების მეთოდების სრულყოფის მრავალწლიანი გამოცდილება. გამოქვეყნებული აქვთ საბადოთა დამუშავებისა და ნახშირის მოპოვების ტექნოლოგიების პრობლემებისადმი მიძღვნილი არაერთი სამეცნიერო ნაშრომი.

პროექტის ხელმძღვანელები:

ლ. ჯაფარიძე-მიწისქვეშა ნაგებობათა მშენებლობის და საბადოთა დამუშავების ტექნოლოგიების ცენტრის უფროსი, მთ. მეცნ. თანამშრომელი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის აკადემიკოსი - პროექტის საერთო ხელმძღვანელობა, შესრულებული სამუშაოების კონტროლი,

ნ. ბოჭორიშვილი-აკადემიური დოქტორი, საბადოთა დამუშავების და სამთო გეოტექნიკის ლაბორატორიის უფროსი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, - სამუშაოს საერთო ხელმძღვანელობა, მეთოდოლოგიის შედგენა, შესასრულებელი სამუშაოების დაგეგმვა, პროექტის კვარტალური და საბოლოო ანგარიშის შედგენა და გაცნობა სამეცნიერო საბჭოსათვის.

პროექტის განხორციელებაში ჩართული იქნება საბადოთა დამუშავების და სამთო გეოტექნიკის ლაბორატორიის ოთხი თანამშრომელი:

- ✓ თ. გობეჯიშვილი- უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი;
- ✓ ს. ყვავაძე-უფროსი სპეციალისტი;
- ✓ თ. ფირცხალავა- მეცნიერი თანამშრომელი;
- ✓ მარინე ლოსაბერიძე-მეცნიერი თანამშრომელი

პროექტის ტექნიკურ-ლოჯისტიკურ მხარდაჭერას განახორციელებს ინსტიტუტის მატერიალურ-ტექნიკური უზრუნველყოფის დეპარტამენტის თანამშრომლები

- ✓ ზ. გიორგაძე- მექანიკური საამქროს უფროსი;
- ✓ ბ. გოცაძე და ნ. ჭილაძე- შრომის უსაფრთხოების სპეციალისტები.

სამუშაოთა კალენდარული გეგმა

	ამოცანის დასახელება	შესრულების ვადა	შემსრულებლები
1	ტყიბულში, ე. მინდელის შახტში, ნახშირის სხვადასხვა ფენებიდან მონოლითური ნიმუშების აღება;	იანვარი თებერვალი მარტი	მთ. მეცნ. თანამშრომელი-2 უფ. მეცნ.თანამშრომელი-1 უფრ. სპეციალისტი-1 მეცნ.თანამშრომელი-1.5 მექ. საამქროს. უფროსი -1 შრ. უსფრთხ. სპეციალისტი - 2
2	გეორეაქტორის მომზადება პროექტის მეთოდით გათვალისწინებული კვლევების შესასრულებლად: წვის კამერის მოდერნიზაცია, ტემპერატურატურული სენსორების ინსტალაცია, საინექციო აგენტების მიწოდებისათვის ჟანგბადისა და ატმოსფერული ჰაერის სხვადასხვა კონცენტრაციის მიწოდების გამზომი მრიცხველების და წნევის რეგულაციის მზომების ინსტალაცია. საგაზიფიკაციო სანგრევის მოწყობა-მომზადება. შენიშვნა: აღნიშნული ამოცანა განგრძობადია და მოიცავს პროექტის მთლიან პერიოდს	იანვარი - დეკემბერი	მთ. მეცნ. თანამშრომელი-2 უფ. მეცნ.თანამშრომელი-1 უფრ. სპეციალისტი-1 მეცნ.თანამშრომელი-1.5 მექ. საამქროს. უფროსი -1 შრ. უსფრთხ. სპეციალისტი - 2
3	გეორეაქტორში სხვადასხვა კონცენტრაციის საგაზიფიკაციო აგენტის (ატმოსფერული ჰაერი) დოზირებული მიწოდება და	აპრილი მაისი ივნისი	მთ. მეცნ. თანამშრომელი-2 უფ. მეცნ.თანამშრომელი-1 უფრ. სპეციალისტი-1 მეცნ.თანამშრომელი-1.5

	საგაზიფიკაციო სანგრევში ტემპერატურული მაჩვენებლების განსაზღვრა. რიცხვით-ანალიზური და CFD-ის სიმულაციური ალგორითმების დამუშავება		მექ. საამქროს. უფროსი -1 შრ. უსფრთხ. სპეციალისტი - 2
4	გეორეაქტორში სხვადახვა კონცენტრაციის საგაზიფიკაციო აგენტის (ატმოსფერული ჰაერი) დოზირებული მიწოდებისას, საგაზიფიკაციო სანგრევში მიღებული სინგაზის რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მაჩვენებლების განსაზღვრა. რიცხვით-ანალიზური და CFD-ის სიმულაციური ალგორითმების დამუშავებული მონაცემებით ექსპერიმენტული მოდელის შექმნა	აპრილი მაისი ივნისი	მთ. მეცნ. თანამშრომელი-2 უფ. მეცნ.თანამშრომელი-1 უფრ. სპეციალისტი-1 მეცნ.თანამშრომელი-1.5 მექ. საამქროს. უფროსი -1 შრ. უსფრთხ. სპეციალისტი - 2
5	გეორეაქტორში სხვადახვა კონცენტრაციის ჟანგბადით გამდიდრებული საინექციო აგენტის დოზირებული მიწოდება და საგაზიფიკაციო სანგრევში ტემპერატურული მაჩვენებლების განსაზღვრა. რიცხვით-ანალიზური და CFD-ის სიმულაციური ალგორითმების დამუშავებული მონაცემებით ექსპერიმენტული მოდელის აპრობაცია და შემოწმება	ივლისი აგვისტო სექტემბერი	მთ. მეცნ. თანამშრომელი-2 უფ. მეცნ.თანამშრომელი-1 უფრ. სპეციალისტი-1 მეცნ.თანამშრომელი-1.5 მექ. სა. უფროსი -1 შრ. უსფრთხ. სპეციალისტი - 2
6	გეორეაქტორში სხვადახვა კონცენტრაციის ჟანგბადით გამდიდრებული საინექციო აგენტის დოზირებული მიწოდებისას, საგაზიფიკაციო სანგრევში მიღებული სინგაზის რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მაჩვენებლების განსაზღვრა რიცხვით-ანალიზური და CFD-ის სიმულაციური მოდელის	ოქტომბერი ნოემბერი დეკემბერი	მთ. მეცნ. თანამშრომელი-2 უფ. მეცნ.თანამშრომელი-1 უფრ. სპეციალისტი-1 მეცნ.თანამშრომელი-1.5 მექ. სა. უფროსი -1 შრ. უსფრთხ. სპეციალისტი - 2

	საშუალებით ექსპერიმენტული კვლევების შესრულება		
7	შედეგების განზოგადება, ანალიზი და საბოლოო ანგარიშის მომზადება	ნოემბერი დეკემბერი	მთ. მეცნ. თანამშრომელი-2 უფ. მეცნ.თანამშრომელი-1 უფრ. სპეციალისტი-1 მეცნ.თანამშრომელი-1.5 მეფ. სა. უფროსი -1 შრ. უს. სპეციალისტი - 2

მატერიალურ-ტექნიკური ბაზა

პროექტის შესრულებისათვის გამოყენებულ იქნება ინსტიტუტის მატერიალურ-ტექნიკური ბაზა, ხოლო ცალკეული ამოცანების შესრულებისათვის:

№	პროექტის განხორციელებისათვის საჭირო მატერიალურ-ტექნიკური ბაზა	არსებული
1	ტექსტური და დოკუმენტური მასალების დამუშავებისათვის: პერსონალური კომპიუტერი - 5 ცალი პრინტერი - 3 ცალი ფერადი პრინტერი - 1 ცალი	✓
2	ლაბორატორიული გეორეაქტორი	✓
3	გაზის ანალიზატორი	✓

პროექტის ბიუჯეტი

#	ხარჯის კატეგორია	I საანგარიშო პერიოდი (1-3 თვე)	II საანგარიშო პერიოდი (4-6 თვე)	III საანგარიშო პერიოდი (7-9 თვე)	IV საანგარიშო პერიოდი (10-12 თვე)	სულ (ბიუჯეტიდან მოთხოვნილი თანხა)
1	შრომის ანაზღაურება	26475	26475	26475	26475	105900
2	მივლინება	500	200	200		900
3	საქონელი და მომსახურება	2500	2050	1550	1000	7300
	საქონელი და მომსახურება	2400	2000	1500	1000	
	საოფისე საქონელი	100	50	50		200
4	ზედნადები ხარჯები	27592.5	27592.5	27592.5	27592.5	110370
5	სულ					224470

პროექტის ბიუჯეტის ხარჯის კატეგორიის მე-3 მუხლში „საქონელი და მომსახურება“ წარმოდგენილი თანხები მოხმარდება აირ ანალიზატორის წყალბადის სენსორის შეძენას

და კალიბრაციას. შეძენილ იქნება პროექტის ამოცანების შესრულებისთვის საჭირო სხვადასხვა ელექტრონული და გამზომი მოწყობილობები. პროექტის ბიუჯეტის ხარჯის კატეგორიის მე-2 მუხლში „მივლინება“ წარმოდგენილი თანხები, განსაზღვრულია ნახშირის ნიმუშების აღებასა და ჩამოტანაზე.

პროექტით დაგეგმილი სამუშაოების გარდა, შესრულდება სახელმწიფო კონტროლის განმახორციელებელი და ხელისუფლების აღმასრულებელი ორგანოებიდან შემოსული დავალებები.

ლიტერატურა:

1. Alexander Y. Klimenko, Early Ideas in Underground Coal Gasification and Their Evolution, energies ISSN 1996-1073, 2009
2. Blinderman M. S., Klimenko A. Y. “Underground Coal Gasification and Combustion”, Book, Elsevier, 2018;
3. Perkins G. “Underground coal gasification - Part I: Field demonstrations and process performance”, Progress in Energy and Combustion Science, Elsevier, 2018;
4. Perkins G., “Underground coal gasification - Part II: Fundamental phenomena and modeling”, Progress in Energy and Combustion Science, Elsevier, 2018;
5. Upadhye, R., Friedmann, J. and Burton, E., Best Practices in Underground Coal Gasification. Report, Lawrence Livermore National Laboratory, CA, USA, 2007
6. ლ. ჯაფარიძე. ა. მიქელაძე, თ. გოჩიტაშვილი და სხვები, საქართველოს ენერგეტიკული პოლიტიკა. ნახშირის მრეწველობის განვითარება (საშუალოდ ბიზნეს გეგმა), TA-CIS/92/EGEO01, ევროპის კომისია, პროგრამა „ტასისი“, საქართველოს მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, თბილისი, 1996, 94 გვ.;
7. ა. მიქელაძე, „ტყიბულ-შაორის საბადოზე ნახშირის მიწისქვეშა გაზიფიკაციის ტექნოლოგიის გამოყენების შესახებ“, სტუ-ს შრომები, 1996;
8. ა. მიქელაძე, „ნახშირის მრეწველობის განვითარების პერსპექტივები საქართველოში“. ჟურნალი „მკერო მიკრო ეკონომიკა“, #7, 1998, გვ. 46-50;
9. გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტი საბადოთა დამუშავების და სამთო გეოტექნიკის ლაბორატორიაში საბაზო დაფინანსებით შესრულებული 2020-2023 წწ. პროექტები;
10. Żogała, A. (2014). Critical analysis of underground coal gasification models. Part I: equilibrium models – literary studies. Journal of Sustainable Mining, 13(1), 22–28. doi: 10.7424/jsm140105;
11. Żogała, A. (2014). Critical analysis of underground coal gasification models. Part II: kinetic and computational fluid dynamics models. Journal of Sustainable Mining, 13(1), 29–37. doi: 10.7424/jsm140106
12. Ján Kacur , Marek Laciak, Milan Durdán and Patrik Flegner (2023). „Investigation of Underground Coal Gasification in Laboratory Conditions: A Review of Recent Research“, Energies 2023, 16, 6250. <https://doi.org/10.3390/en16176250>

პროექტი № 4

საბაგრო სისტემების ლაბორატორია

2024 წლის საპროექტო განაცხადი

გრაფიკული დაშვების საბაგრო სისტემის შესწავლა და გაანგარიშება

პროექტის ხელმძღვანელი: საბაგრო სისტემების ლაბორატორიის უფროსი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, აკად.დოქტორი გიორგი ნოზაძე

1. პროექტის სამეცნიერო კომპონენტი

1.1. კვლევითი თემის/საკითხის აქტუალობა, კვლევის სიახლე და პრობლემის ფორმულირება

დღეისათვის თანამედროვე ინდუსტრიის სხვადასხვა სფეროში ფართოდ გამოიყენება საბაგრო სისტემები. აქტიური დასვენების სეგმენტში საბაგრო სისტემების გამოყენების არეალი სულ უფრო იზრდება. აღნიშნულის თვალსაჩინოებისთვის საკმარისია დავასახელოთ ალპინიზმი და ვერტიკალური სპელეოლოგია. რეკრიაციულ სივრცეებში დიდი გავრცელება ჰპოვა ახალმა საბაგრო სისტემებმა, რომელიც დამყარებულია ორ წერტილში გაკიდულ ბაგირზე სპეციალური მოწყობილობის გამოყენებით ადამიანთა უსაფრთხო გრაფიკული დაშვებაზე. ასეთ სისტემებს ყოფით რეალობაში უწოდებენ „ზიპლაინ“-ს, რომლის მაგალითი წარმოდგენილია ქვემოთ.



სურ. 1. ზიპლაინის გასართობი გრაფიკული დაშვების სისტემა

აღნიშნული სისტემის გამოყენებით შესაძლებელია ადამიანის ბაგირზე გადაადგილება განხორციელდეს მაღალი სიჩქარით 20 – 25 მ/წმ - ში, რაც ადამიანში მძაფრ შეგრძნებებს იწვევს. „ზიპლაინ“-ის სისტემების კონსტრუირება და გამოყენება სარეკრიაციო - გასართობ ინდუსტრიაში პრაქტიკულად ორ ათეულ წელს ითვლის. ამდენად, მათი კონსტრუქციული და უსაფრთხო ექსპლუატაციის საანგარიშო მეთოდოლოგია ზოგიერთ შემთხვევაში საკმაოდ გამარტივებულია და არ მოითხოვს სპეციალურ გაანგარიშებებს [1- 3]. ერთი შეხედვით ასეთი სისტემები მარტივად გამოიყურება, თუმცა მათი დაპროექტება და სათანადო უსაფრთხოების ზომების დაცვა რიგ შემთხვევებში საკმაოდ რთულ მექანიკურ ამოცანას წარმოადგენს. ამოცანის სირთულეს განაპირობებს ის გარემოება, რომ სისტემის ტექნიკური პარამეტრები მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული სისტემის გეომეტრიულ მონაცემებზე, გამოყენებული დასაშვები მოწყობილობის ენერგეტიკულ მახასიათებელზე, დასაშვები ადამიანის მასაზე, გარემო პირობებზე, უსაფრთხოების სათანადო დონის უზრუნველყოფაზე - განსაკუთრებით მიმღებ ბაქანზე, სადაც შესაძლებელია საჭირო გახდეს ადამიანის ხელოვნური დამუხრუჭების პროცესის სათანადოდ რეალიზაცია. არის ერთეული შემთხვევები, როდესაც ზიპლაინის მონაწილე ვერ მიდის დაწინაურების ადგილამდე. საქართველოში დღეისათვის ფუნქციონირებს ათამდე ზიპლაინის სისტემა და უკვე არსებობს ზიპლაინის ეროვნული ფედერაცია [4]. იგეგმება რამოდენიმე ერთეული ზიპლაინის აშენება სვანეთში და აჭარის რეგიონში. არსებული „ზიპლაინის“ სისტემების კონსტრუქციული გადაწყვეტა დღეისათვის შემოიფარგლება მხოლოდ სამშენებლო კონსტრუქციის, მათ შორის ბაგირთა სისტემის, სტატიკური გათვლით, რაც ზოგიერთ შემთხვევაში არ არის საკმარისი ზიპლაინის უსაფრთხო ექსპლუატაციისათვის. აღნიშნული მოწყობილობის სრულფასოვანი გამართვისათვის დასამონტაჟებელი რელიეფის გეომეტრიის და გარემო პირობების გამო საჭიროა აგრეთვე საფუძვლიანი კინემატიკური კვლევა. კერძოდ, საჭირო ხდება ზიპლაინის მოძრაობის შემადგენლობის სიჩქარისა და აჩქარების გაანგარიშება ტრაექტორიის გასწვრივ მის ყოველ წერტილში. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია სხვადასხვა მიმართულების და სიდიდის ქარების გავლენით მოწყობილობაზე უსაფრთხო დაშვების უზრუნველყოფის ამოცანა. საქართველოს ლანდშაფტი ფართო შესაძლებლობას იძლევა, რომ განვითარდეს ჩვენთან აქტიური რეკრიაციის ეს მიმართულება. ამავე დროს აუცილებელია გათვალისწინებულ იქნეს თითოეული ზიპლაინის სისტემის აგების კონკრეტული საექსპლუატაციო პირობები და მფლობელებს მიეცეთ შესაბამისი რეკომენდაციები პროფესიონალურ დონეზე. გასაკეთებელია ექსპლუატაციაში მყოფი ზიპლაინის სისტემის უსაფრთხოების მონიტორინგის საიმედო სისტემა. ცალკე უნდა აღინიშნოს ასეთი საბაგირო სისტემების სამხედრო-თავდაცვითი გამოყენების შესაძლებლობა. ზიპლაინის სისტემის მონტაჟი და ექსპლუატაცია მიზანშეწონილია განხორციელდეს სამთო მომზადების სამხედრო სასწავლო ცენტრებში, სადაც სამხედრო კონტიგენტი გაივლის წვრთნას:

- ✓ სამხედრო პერსონალის და აღჭურვილობის სწრაფ დაშვებაში შემადგენელი ადგილებიდან დაბლობ ადგილებში;
- ✓ შესაძლებელია ორგანიზაცია გაუკეთდეს სამხედრო პერსონალის საცეცხლე მომზადებას მოძრავი საშუალებიდან მოძრავი სამიზნეზე.

ასეთი სისტემების გამართული და უსაფრთხო ფუნქციონირება მოითხოვს მეტ სიზუსტეს გაანგარიშებაში და წარმოადგენს კომპლექსურ საკვლევ საინჟინრო ამოცანას.

1.2. კვლევის მიზნები და ამოცანები

კვლევის მიზანია დამუშავდეს ზიპლაინის სისტემის კონსტრუქციული გაანგარიშების მეთოდთა, საბაგირო სისტემების გაანგარიშების ანალიზური და რიცხვითი მეთოდების გამოყენებით. გაანგარიშების მეთოდი უნდა იძლეოდეს სისტემის კინემატიკური (სიჩქარე, აჩქარება) და ძალური პარამეტრების გათვლის საშუალებას, რომლებიც საფუძვლად უნდა დაედოს ზიპლაინის უსაფრთხო ფუნქციონირების პირობების დადგენას და რეალიზაციას ყოველ მოცემულ კონკრეტულ შემთხვევაში. მიზნის მისაღწევად საჭიროა შემდეგი ამოცანების რეალიზაცია:

- ✓ ზიპლაინის სისტემის ძალოვანი გათვლის არსებული სქემების ანალიზი;
- ✓ ზიპლაინის სისტემის გათვლის გამარტივებული ანალიზური მეთოდის დამუშავება და მისი გამოყენების ფარგლების დადგენა;
- ✓ ზიპლაინის სისტემის ტექნიკური პარამეტრების (ტრაექტორიის, სიჩქარის, აჩქარების) გაანგარიშება საბაგირო სისტემების ლაბორატორიაში დამუშავებული რიცხვითი ალგორითმის გამოყენებით.
- ✓ რიცხვითი და ანალიზური მეთოდის შედარებითი ანალიზი. სამეცნიერო ანგარიშის შედგენა.

1.3. კვლევის მეთოდოლოგია

წარმოდგენილ პროექტში დასმულია თეორიული კვლევის ამოცანა, რომელიც შესაძლებელია გადაწყდეს საბაგირო სისტემების გათვლის არსებული ანალიზური მეთოდების და ლაბორატორიაში დამუშავებული რიცხვითი მეთოდის გამოყენებით. კვლევის დროს გამოყენებული იქნება საბაგირო სისტემების გაანგარიშების მეთოდთა და გაანგარიშების არსებული ანალიზური მიდგომები. როდესაც “ზიპლაინის” სისტემის სიგრძე აჭარბებს 800 – 1000 მ, კვლევის მეთოდის შერჩევაში მნიშვნელოვანია შეფასდეს დასმული ამოცანის ამოხსნის სიზუსტე. ამ შემთხვევაში წინ წამოიწევეს რიცხვითი მეთოდების გამოყენების საკითხი. საბაგირო სისტემების ლაბორატორიაში დამუშავებულია ასეთი სისტემების სტატიკური გაანგარიშების მეთოდი, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელია კვაზისტატიკურ პირობებში გავიანგარიშოთ ბაგირზე მოძრავი დატვირთვის მოძრაობის ტრაექტორია, რაც საშუალებას მოგვცემს შესაბამისად გაანგარიშებულ იქნას სისტემის კინემატიკური პარამეტრები - სიჩქარე და აჩქარება ტრაექტორიის ყოველ წერტილში.

1.4. კვლევის მოსალოდნელი შედეგები, სამეცნიერო ღირებულება და კვლევის შედეგების გავრცელების გეგმა

სამუშაოს შესრულების შედეგად მივიღებთ ზიპლაინის სისტემის გაანგარიშების მეთოდთა, რომელიც შესაძლებელია სათანადო პრაქტიკული გამოცდის შემდეგ საფუძვლად დაედოს ზიპლაინის სისტემების კონსტრუქციულ გაანგარიშებას.

დამუშავებულ მეთოდთა გათვალისწინებული იქნება ზიპლაინის სისტემით ადამიანის გადაადგილების კინემატიკური მონაცემები - სასარგებლო დატვირთვის გადაადგილების ტრაექტორია, სიჩქარისა და აჩქარების სიდიდეთა ანგარიში ტრაექტორიის მახასიათებელ წერტილებში, დაჭიმულობის ძალები, სამუხრუჭე მანძილის და დამუხრუჭების პროცესის რეალიზაციის პირობები, გარემო ფაქტორების

გავლენა და ა.შ. აღსანიშნავია, რომ საქართველოში იგეგმება რამდენიმე (სვანეთში) ზიპლაინის სისტემის აგება, ძირითადად ტურისტული თავშეყრის ადგილებში. პროექტის შესრულების შედეგად დამუშავებული მთოდის შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს როგორც დასაპროექტებელი სისტემების კონსტრუქციების გათვლისათვის, ასევე აგებული სისტემების საექსპერტო შემოწმების ჩატარებისათვის.

2. პროექტის მენეჯმენტი და განხორციელებადობა

2.1 .პროექტის ეფექტური განხორციელებისათვის საჭირო რესურსების შესაბამისობა პროექტის მიზნებსა და ამოცანებთან

პროექტის სამეცნიერო ხელმძღვანელი:

გ.ნოზაძე - ზიპლაინის სისტემის გაანგარიშების მეთოდის ანალიზური და რიცხვითი მეთოდების საკვანძო საკითხების დამუშავება.

დ. ძიგვაშვილი - ზიპლაინის სისტემის გაანგარიშების რიცხვითი მეთოდის რეალიზაცია ვიზუალ ბეისიკის და EXCEL -ის პროგრამის გამოყენებით;

რ. მაისურაძე - ზიპლაინის სისტემის გაანგარიშების მაგალითების მომზადება დამუშავებული რიცხვითი და ანალიზური მეთოდების შემოწმების მიზნით;

ლ. ლელუაშვილი - ზიპლაინის სისტემის ლაბორატორიული მოდელის დამუშავება; თ.

კობიძე - ზიპლაინის არსებული სისტემების ტექნიკური მონაცემების მოძიება და ანალიზი.

გ. ლელუაშვილი - ზიპლაინის საბაგირო სისტემის გაანგარიშების ანალიზური მეთოდის გაცნობა და ათვისება.

სამუშაოს კალენდარული გეგმა

№	ამოცანის დასახელება	შესრულების ვადა	შემსრულებლები
1	სათანადო ლიტერატურის ანალიზი	იანვარი თებერვალი მარტი	მთ.მეცნ.თანამშრომელი-1 უფრ. მეცნ. თანამშრომელი- 1 მეცნ.თანამშრომელი-0.5 სპეციალისტი- 1 ინჟინერი- 0.5 ლაბორანტი- 1
2	ზიპლაინის სისტემის გათვლის გამართივებული ანალიზური მეთოდის დამუშავება და მისი გამოყენების ფარგლების დადგენა	აპრილი მაისი ივნისი	მთ.მეცნ.თანამშრომელი-1 უფრ. მეცნ. თანამშრომელი- 1 მეცნ.თანამშრომელი-0.5 სპეციალისტი- 1 ინჟინერი- 0.5 ლაბორანტი- 1
3	ზიპლაინის სისტემის ტექნიკური პარამეტრების გაანგარიშება ლაბორატორიაში	ივლისი აგვისტო სექტემბერი	მთ.მეცნ.თანამშრომელი-1 უფრ. მეცნ. თანამშრომელი- 1 მეცნ.თანამშრომელი-0.5 სპეციალისტი- 1 ინჟინერი- 0.5

	დამუშავებული რიცხვითი ალგორითმის გამოყენებით.		ლაბორანტი- 1
4	რიცხვითი და ანალიზური მეთოდის შედარებითი ანალიზი. მეთოდის დამუშავება და სამეცნიერო ანგარიშის შედგენა.	ოქტომბერი ნოემბერი დეკემბერი	მთ.მეცნ.თანამშრომელი-1 უფრ. მეცნ. თანამშრომელი- 1 მეცნ.თანამშრომელი-0.5 სპეციალისტი- 1 ინჟინერი- 0.5 ლაბორანტი- 1

მატერიალურ-ტექნიკური ბაზა

№	პროექტის განხორციელებისათვის საჭირო მატერიალურ-ტექნიკური ბაზა	არსებული	შესაძენი
1	ლაბორატორიის ბაზაზე არსებული კომპუტერები	✓	
2	საბაგირო სისტემების ლაბორატორიაში დამუშავებული პროგრამები და პროექტები	✓	

პროექტის ბიუჯეტი

#	ხარჯის კატეგორია	I საანგარიშო პერიოდი (1-3 თვე)	II საანგარიშო პერიოდი (4-6 თვე)	III საანგარიშო პერიოდი (7-9 თვე)	IV საანგარიშო პერიოდი (10-12 თვე)	სულ (ბიუჯეტიდან მოთხოვნილი თანხა)
1	შრომის ანაზღაურება	6709.5	6709.5	6709.5	6709.5	26838
2	მივლინება (საექსპედიციო ხარჯები)					
3	საქონელი და მომსახურება	200		200		400
	საკანცელარიო საქონელი (ქაღალდი, კატრიჯები, ელემენტები)					
5	ზედნადები ხარჯი	18395	18395	18395	18395	73580
	სულ					100818

პროექტით დაგეგმილი სამუშაოების გარდა, შესრულდება სახელმწიფო კონტროლის განმახორციელებელი და ხელისუფლების აღმასრულებელი ორგანოებიდან შემოსული დავალებები

ლიტერატურა:

1. GENERAL INSTALLATION AND SAFETY GUIDE FOR ZIP LINES - [Guidelines-to-Installing-A-Zip-Line-1.pdf](#);
2. Building a Zip Line - [zipInstructionsB.pdf](#);
3. Rope Runner - [RopeRunner ENG 2014web.pdf](#);
4. ზიპლაინის ეროვნული ფედერაცია -<https://www.facebook.com/www.ziplinegeorgia.ge/>

**საბაგირო გზის ტექნიკური მახასიათებლების დადგენის მეთოდის
დამუშავება მსგავსების კრიტერიუმების გამოყენებით**

*პროექტის ხელმძღვანელი: საბაგირო სისტემების ლაბორატორიის უფროსი მეცნიერი
თანამშრომელი, აკად.დოქტორი ლევან ლელუაშვილი*

1.პროექტის სამეცნიერო კომპონენტი

1.1.კვლევითი თემის/საკითხის აქტუალობა, კვლევის სიახლე და პრობლემის ფორმულირება

როგორც წესი, თითოეული საბაგირო გზა წარმოადგენს უნიკალურ საინჟინრო ნაგებობას და მათი დაპროექტება მიმდინარეობს ტექნიკური დავალებით განსაზღვრული გეომეტრიული და ტექნიკური მონაცემების შესაბამისად, რაც დაკავშირებულია რთული ანალიზური და რიცხვითი მეთოდების გამოყენებასთან. ამასთან უნდა აღინიშნოს, რომ გარკვეული მონაცემების მქონე საბაგირო გზებისათვის შესაძლებელია შეიქმნას დაპროექტების ტიპური მეთოდოლოგია, რომელიც დამყარებული იქნება საბაგირო გზებში მსგავსების კრიტერიუმების დადგენაზე და მათ შემდგომ გამოყენებაზე.

როგორც ცნობილია, მსგავსი მოვლენები მიმდინარეობს გეომეტრიულად და ფიზიკურად მსგავს სისტემებში და ძირითადად აღიწერება ერთნაირი განტოლებებით. მსგავსებისა და განზომილებათა თეორია შესაძლებლობას იძლევა ერთმალის კიდული საბაგირო გზისათვის შეიქმნას მსგავსების კრიტერიუმთა ერთობლიობა დაფუძნებული მეთოდით. ასეთი მეთოდის გამოყენებით შესაძლებელი გახდება დამუშავდეს რეალური (ან უკვე დაპროექტებული) საბაგირო გზის მსგავსი მოდელის პროექტი და დავადგინოთ მისი დასაკმაყოფილებელი ტექნიკური მონაცემების დასაშვები ფარგლები. აღნიშნული მეთოდით რამოდენიმე უგანზომილებო კრიტერიუმზე დაყრდნობით მოგვცემს შესაძლებლობას სწრაფად შევაფასოთ დასაპროექტებელი გზის ტექნიკური მონაცემები, რაც მნიშვნელოვნად დააჩქარებს ახალი ტიპის პროექტების დამუშავების პროცესს. ამასთან ერთად, ასეთი მიდგომა საშუალებას იძლევა სწრაფად და კვალიფიციურად განისაზღვროს რეალური ან დაპროექტებული საბაგირო გზის ტექნიკური პარამეტრები და შედეგები გამოყენებულ იქნეს საბაგირო გზების ან საპროექტო დოკუმენტაციის ექსპერტიზის შესასრულებლად.

1.2. კვლევის მიზნები და ამოცანები

კვლევის მიზანია დადგინდეს ანალიტიკური ურთიერთკავშირი ქანქარისებური ერთმალისანი საბაგირო გზის ყველა ტექნიკურ პარამეტრს შორის მსგავსებისა და განზომილებათა თეორიის საფუძველზე.

კვლევის ამოცანას წარმოადგენს დადგინდეს თუ რა კრიტერიუმებზეა დამოკიდებული საბაგირო გზის ძირითადი ტექნიკური მონაცემების ცვალებადობის ხასიათი მზიდ და გამწევ ბაგირში.

საკითხის გადაწყვეტისას საჭიროა დადგინდეს ბაგირში აღძრული ძალვის ცვლილების ხასიათი:

1. მზიდი და გამწევი ბაგირის სამონტაჟო დაჭიმულობის დროს;
2. ძალში გაჩერებული ვაგონის პირობებში;
3. ძალში მუდმივი სიჩქარით მოძრავი ვაგონის პირობებში;
4. ვაგონის აძვრისა და გაჩერების რეჟიმების დროს.

1.3. კვლევის მეთოდოლოგია

წარმოდგენილ პროექტში დასმული ამოცანები შესრულდება თეორიული კვლევებით და მათი გადაწვეტა მოხდება მსგავსების კრიტერიუმების დადგენის შედეგად. ეს კრიტერიუმები დადგინდება შემდეგი უგანზომილებო დამოკიდებულებებისთვის:

1. გამწევ ბაგირში სამონტაჟო დაჭიმულობის ფარდობა ამავე ბაგირში წარმოქმნილ დაჭიმულობასთან უძრავად დაკიდებული ვაგონის დროს;
2. ერთმალისანი გზის ანძებს შორის სიმაღლეთა სხვაობის დამოკიდებულება ამავე ანძებს შორის მანძილთან;
3. გამწევ ბაგირში ჯამური დინამიკური ძალების სიდიდის ფარდობა მოძრავი ვაგონის წონასთან;
4. სისტემის კინეტიკური ენერგიის ფარდობა გამწევი ბაგირის დეფორმაციის გამომწვევი ძალების მუშაობასთან;
5. გამწევ ბაგირში მოძრაობის დროს წარმოშობილი ძალების ფარდობა ბაგირის ზღვრულ სიმტკიცესთან;
6. ძალში ვაგონის გადაადგილების მანძილის ფარდობა ბაგირის ჩაღუნვის ერთეულ სიდიდესთან.

1.4. კვლევის მოსალოდნელი შედეგები, სამეცნიერო ღირებულება და კვლევის შედეგების გავრცელების გეგმა

სამუშაოს შესრულების შემდეგ მიღებული იქნება პროგრამული პროდუქტი, რომლის გამოყენებით შესაძლებელი იქნება რეალური ან დაპროექტებული საბაგირო გზის მსგავსი მოდელის შექმნა (ან პირიქით), რაც საშუალებას მოგვცემს შევიტანოთ შესაბამისი კორექტივები დაპროექტებულ და ჯერ არ აშენებულ გზის მონაცემებში. აღნიშნული მეთოდის გამოყენება შესაძლებელი იქნება არსებული საბაგირო გზის ბაგირთა სისტემის ექსპერტიზის დროს.

2. პროექტის მენეჯმენტი და განხორციელებადობა

2.1 პროექტის ეფექტური განხორციელებისათვის საჭირო რესურსების შესაბამისობა პროექტის მიზნებსა და ამოცანებთან

ლ. ლელუაშვილი - პროექტის სამეცნიერო ხელმძღვანელობა, კვლევების მეთოდის შემუშავება და მსგავსების კრიტერიუმების დადგენა განხორციელებათა თეორიის საფუძველზე.

გ. ნოზაძე - მსგავსების კრიტერიუმების განტოლებების შედგენა.

დ. ძიგვაშვილი - გამწევ ბაგირში ჯამური დაძაბულობის განსაზღვრა ვაგონის უძრავ და მოძრავ მდგომარეობაში.

გ. ლელუაშვილი - ექსპლუატაციაში არსებული გზებიდან შერჩეული საბაგირო გზის მაგალითზე საბაგირო გზის ტექნიკური მონაცემების მომზადება მოდელირებისათვის;

რ. მაისურაძე - სამუშაოთა კომპიუტერული უზრუნველყოფა.

თ. კობიძე - პროექტის საინფორმაციო უზრუნველყოფა, სათანადო ლიტერატურის მოძიება და დამუშავება.

სამუშაო შესრულებს ლაბორატორიის ბაზაზე არსებული კომპიუტერული ტექნიკის გამოყენებით.

სამუშაოს კალენდარული გეგმა

№	ამოცანის დასახელება	ამოცანის შესრულების დრო	შემსრულებლები
1	საბაგირო გზისათვის მსგავსების კრიტერიუმების ადაპტირების თეორიული საფუძვლების დამუშავება	იანვარი თებერვალი მარტი	მთ. მეცნიერი თანამშრ. -1 უფრ. მეცნიერ.თან -1 მეცნ. თანამშრ. -0.5 სპეციალისტი-1 ინჟინერი- 0.5 ლაბორანტი -1
2	გამწევი ბაგირის დაჭიმულობის ანგარიში სისტემის უძრავ მდგომარეობაში ყოფნის დროს და შესაბამისი მსგავსების კრიტერიუმების დამუშავება	აპრილი მაისი ივნისი	მთ. მეცნიერი თანამშრ. -1 უფრ. მეცნიერ.თან -1 მეცნ. თანამშრ. -0.5 სპეციალისტი-1 ინჟინერი- 0.5 ლაბორანტი -1
3	გამწევ ბაგირში დაჭიმულობის ანგარიში ვაგონის მოძრაობის სხვადასხვა ვარიანტების დროს (გაშვება, თანაბარი მოძრაობა, შენელება). შესაბამისი მსგავსების	ივლისი აგვისტო სექტემბერი	მთ. მეცნიერი თანამშრ. -1 უფრ. მეცნიერ.თან -1 მეცნ. თანამშრ. -0.5 სპეციალისტი-1 ინჟინერი- 0.5 ლაბორანტი -1

	კრიტერიუმების დამუშავება		
4	მსგავსების კრიტერიუმების სრული სისტემის შექმნა და არსებულ მაგალითებზე შემოწმება. ანგარიშის მომზადება.	ოქტომბერი ნოემბერი დეკემბერი	მთ. მეცნიერი თანამშრ. -1 უფრ. მეცნიერ.თან -1 მეცნ. თანამშრ. -0.5 სპეციალისტი-1 ინჟინერი- 0.5 ლაბორანტი -1

მატერიალურ - ტექნიკური ბაზა

№	პროექტის განხორციელებისათვის საჭირო მატერიალურ-ტექნიკური ბაზა	არსებული	შესაძენი
1	ინსტიტუტის ბაზაზე არსებული კომპუტერები	✓	
2	საბაგირო სისტემების ლაბორატორიაში დამუშავებული პროექტები	✓	

პროექტის ბიუჯეტი

№	ხარჯის კატეგორია	I საანგარიშო პერიოდი (1-3 თვე)	II საანგარიშო პერიოდი (4-6 თვე)	III საანგარიშო პერიოდი (7-9 თვე)	IV საანგარიშო პერიოდი (10-12 თვე)	სულ (ბიუჯეტიდან მოთხოვნილი თანხა)
1	შრომის ანაზღაურება	6181.5	6181.5	6181.5	6181.5	24726
2	მივლინება (საექსპედიციო ხარჯები)					
3	საქონელი და მომსახურება	200		200		400
	საკანცელარიო საქონელი					
	ქაღალდი, კატრიჯები ელემენტები)					
5	ზედნადები ხარჯი	18395	18395	18395	18395	73580
	სულ					98706

პროექტით დაგეგმილი სამუშაოების გარდა, შესრულდება სახელმწიფო კონტროლის განმახორციელებელი და ხელისუფლების აღმასრულებელი ორგანოებიდან შემოსული დავალებები.

სსიპ გრიგოლ წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის 2024 წლის ბიუჯეტი

(სახელმწიფო ბიუჯეტი)

ხარჯვითი კატეგორია	
შრომის ანაზღაურება	1452,0 (ათასი ლარი)
საქონელი და მომსახურება	182,6 (ათასი ლარი)
არაფინანსური აქტივები	0
სხვა ხარჯები	5,0 (ათასი ლარი)
სულ	1639,6 (ათასი ლარი)

შესრულებულია

სსიპ გრიგოლ წულუკიძის სამთო ინსტიტუტში

შემსრულებლები:

სამეცნიერო პროგრამების
დეპარტამენტის უფროსი

დავით ხომერიკი

სამეცნიერო საბჭოს მდივანი

ასმათ შეყილაძე

დაბ. 2 ეგზ.

ეგზ. №1 სსიპ სსსტ „დელტა“-ს

ეგზ. №2 საქმეში

ჩაწერილია

CD-R დისკზე 2 (ორი) ეგზემპლარი

ეგზ. №1 სსიპ სსსტ „დელტა“-ს

ეგზ. №2 საქმეში

ჩაწერა ვ. მაჭარაშვილმა

2023 წ.