

ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი
შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით მიღებული პროექტები
2018-2023 წწ.

დანართი

№	გრანტის დასახელება	ხელმძღვანელი	პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები	მოცულობა (თანხა)	სტატუსი დასრულებული/ მიმდინარე	გრანტის კოდი
1	„ძვირფასი ლითონებისაგან თავისუფალი ინოვაციური საავტომობილო კატალიზატორის საწარმოო გამოცდა და ოპტიმიზაცია“	თ.ნატრიაშვილი	2016-2019	240 000	დასრულებული	217020
2	„მანგანუმის სამთო-გამამდიდრებელი წარმოების ნარჩენების უტილიზაციის ტექნოლოგიის შემუშავება“	თ.ლეჟავა	2018-2022	240 000	დასრულებული	AR-18-281
3	პლასტიკური ნარჩენების მაღალტემპერატურული თერმოქიმიური გადამუშავების პროცესის თერმოდინამიკური პარამეტრების გაანგარიშება და მაღალტექნოლოგიური,	აკაკი ფეიქრიშვილი	06.02.2023 - 31.12.2025	-	მიმდინარე	FR – 22 - 4275

	ნანოსტრუქტურული ნახშირბადის მიღება					
4	მრავალფუნქციური შენადნობებისათვის ბორშემცველი კომპლექსური ლიგატურის შემუშავება ფოლადსაგლინავი წარმოების ნარჩენების ფუძეზე მაღალტემპერატურული სინთეზისა და მეტალურგიის მეთოდებით	ლევან ჩხარტიშვილი	23.12.2022 - 31.12.24	-	მიმდინარე	STEM – 22 - 761
5	ბორით მიკროლეგირებული ბენიტური თუჯების სტრუქტურული ფაქტორების გავლენა ტრიბოკომოროზიაზე სრიალით მშრალი ხახუნის პირობებში	სალომე გვაზავა	18.02.2022 - 27.12.2022	6000	დასრულებული	MR-21-232
6	ახალი მაღალტექნოლოგიური ალმასკომპოზიციური მასალა და მისი მიღების ტექნოლოგია	ნიკოლოზ ლოლაძე	2018 – 2022	548000	დასრულებული	AR 18 - 1911
7	ეტრატზე შესრულებული ფრაგმენტული ხელნაწერების კოდიკოლოგიური ანალიზი და მასალის	თამარ აბულაძე	2019-2023	180 000 ლარი	მიმდინარე	FR-19-7472

	სტრუქტურული კვლევა					
8	მრავალფუნქციური კერამიკული კომპოზიციური მასალების მიღება β - სიალონურ მატრიცაზე, იაფი ნედლეულით და გამარტივებული ტექნოლოგიით	ახალგაზრდა მეცნიერი ნ. დარახველიძე	2018/10/12 2022/04/28	55900	დასრულებული	№ YS-18-077
9	პერიკლაზალიტური მაღალცეცხლგამძლე მასალების მიღება ადგილობრივი ნედლეულისა და წარმოების ნარჩენების გამოყენებით	ახალგაზრდა მეცნიერი მ.ბალახაშვილი	წლები: 21.12.2021 21.12.2023	55900	მიმდინარე	№YS-21-1473
10	მრავალფუნქციური ნანოკომპოზიტები B4C-TiC-SiC-BN-Al2O3-SiAlON-ნახშირბადის ბოჭკო სისტემაში საჯავშნე ფილების, ტურბინების დისკებისა და ფრთების მაღალტემპერატურული და ცვეთამედეგი კვანძებისათვის.	ნ. ნიჟარაძე	21.03.2022 - 21.03.2025	240000 (ორასორმოცი ათასი ლარი)	მიმდინარე	NFR-21-1413
11	„შეცხოვის ფიზიკა და კინეტიკა“	ზ.კოვზირიძე	2021	5000 (ხუთიათასი ლარი)	დასრულებული	SP-2-21-565
12	სტიქიისადმი ზემდგრადი და ენერგოეფექტური ბეტონების შემსვებ-შემავსებლად, ფორიან	ხელმძღვანელი სტუ-დან პროფ. თ. ჭეიშვილი.*	19.12.2018- 19.12. 2022 - დასრულებ ის	560 000	მიმდინარე	AR-18-343

	ნაკეთობად საქართველოს თიხოვანი ქანების მოდიფიცირება		სტადიაში მყოფი. ანგარიშის ჩაბარები თ 2023 წელს.			
13	ცემენტის წარმოების ხერხი (CO ₂ , SO _x , NO _x)-გან საკვამლე აირების გასასუფთავებლად, ატმოსფეროში ემისიამდე კლინოფთილოლითიან სორბერში გატარებით, ლაბორატორიულ გარემოში ექსპერიმენტაციით გამოყენებლობის დადგენა, კონცეპციის დამტკიცება	პროფ. გ.ლოლაძე	23.12.2022 - 23.12.2024	180 000	მიმდინარე	№ AR-22-1730
14	CO ₂ სორბენტები ბუნებრივ ცეოლიტთა ბაზაზე, სინთეზის/ სინთეზის/გამოყენების / უტილიზაციის ტექნოლოგიური იდეის კონცეფციის ფორმულირება, გამოყენებითობის დადგენა და დამტკიცება ლაბორატორიულ გარემოში ექსპერიმენტაციით.	პროფ. ვ.გორდელაძე	23.12.2022 წლიდან 23.12.2024 წლამდე,	180 000	მიმდინარე	№ AR-22-2017

15	მაღალი მექანიკური სიმტკიცის, პოლიესტერშარდოვანების კლასის ფსევდოპროტეინების სინთეზი და კვლევა	რამაზ ქაცარავა, ნიკოლოზ ჩიხრაძე	2021-2023	31500 ლარი	მიმდინარე	PHDF-21-184
16	გრაფენის/პოლიმერული ნანოკომპოზიტების სინთეზი და შესწავლა 3D ბეჭდვისთვის	მამუკა მასისურაძე დოქტორანტი სოფიო მიქაბერიძე დოქტორანტურის საგანმანათლებლო პროგრამების გრანტით დაფინანსების კონკურსი 2022	2022-2024	31500	მიმდინარე	PHDF-22-575

*საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის, ივ. ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის, ლევან სამხარაულის სახ. სასამართლო ექსპერტიზის ეროვნული ბიუროს, კ. ზავრიევის სამშენებლო მექანიკის და სეისმომდეგობის ინსტიტუტი არიან კონსორციუმის წევრები, რომლებიც ასრულებენ შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული ფონდის მიერ გაცემულ გრანტს. საერთო ხელმძღვანელი მ. ბაზაძე.

აბსტრაქტები :

1. „მვირფასი ლითონებისაგან თავისუფალი ინოვაციური საავტომობილო კატალიზატორის საწარმოო გამოცდა და ოპტიმიზაცია“

-კონკრეტული შედეგი-

პროექტის მიზანი იყო პლატინის ჯგუფის ლითონებისგან თავისუფალი იაფი და ეფექტიანი ინოვაციური ნანო ჰიბრიდული კატალიზატორის შექმნა და კომერციალიზაციის გეგმის შემუშავება. საგრანტო პერიოდში ლაბორატორიულ დანადგარსა და სტენდზე გამოიკადა სხვადასხვა კონცენტრაციის ოლეინმჟავის საფუძველზე მიღებული ნანოვერხლის ბაზაზე დამზადებული ნანოჰიბრიდული კატალიზატორი AgMnOx ძირითადი კომპონენტების სხვადასხვა თანაფარდობით. ასევე

გამოიყვანა მესამე კომპონენტის (ქრომის ქანგეულები, კობალტი, სპილენძი) დამატებით მიღებული ნანოჰიბრიდული კატალიზატორი. სულ სტენდზე გამოიყვანა 20-ზე მეტი კატალიზატორი. მათგან მანქანაზე გამოსაცდელად შეირჩა ყველაზე საუკეთესო, რომელმაც მაღალი აქტივობა გამოამჟღავნა ნახშირქანგის (100%-იანი გარდაქმნა) და ნახშირწყალბადების (70-80%-იანი გარდაქმნა) მიმართ. აზოტის ქანგეულების კონვერსიის მიმართ მათი აქტივობა არ აღემატებოდა 20-30%-ს.

-რეკომენდაციები

1. აუცილებელია ავტომობილებზე გამოყენებული საწვავი გარანტირებულად არ შეიცავდეს ტყვიას და გოგირდს (გოგირდის შემცველობა 15-ჯერ აღემატება ევროსტანდარტს), რათა კატალიზატორის ზედაპირი არ მოიწამლოს საწვავის მავნე ელემენტებით (ტყვია და განსაკუთრებით გოგირდი აპასივებს ვერცხლს).
2. კატალიზატორის სრულყოფის მიზნით აუცილებელია გაგრძელდეს კვლევა, რომელიც ითვალისწინებს კატალიზატორში სხვადასხვა ლითონების (Mn, Fe, Cr, V, Mo, Co, Ce, Ni, W, Cu, Sn) დამატებას, თითოეული კომპონენტის ელექტროსინთეზს ცალცალკე და თანაგამოლექვით, რაც შესაძლოა ძვირფასი ლითონების დამატების გარეშე საკმარისი აღმოჩნდეს აზოტის ქანგეულების გარდაქმნის ხარისხის გასაზრდელად.

2. „მანგანუმის სამთო-გამამდიდრებელი წარმოების ნარჩენების უტილიზაციის ტექნოლოგიის შემუშავება“

-კონკრეტული შედეგი-

პროექტის ფარგლებში განხორციელებულია ჭიათურის მანგანუმშემცველი ოქსიდური ნედლი მადნის გამამდიდრების პროცესში წარმოქმნილი ნარჩენი კუდების (18.1%Mn) ელექტრო-აღდგენითი გამოტუტვა უდიაფრაგმო ელექტროლიზერში მედიატორად რედოქს სისტემის Fe^{3+}/Fe^{2+} გამოყენებით Fe^{3+} -ის შეზღუდული კონცენტრაციის (3.5 გ/ლ Fe^{3+} -მდე) პირობებში. რედოქს სისტემის Fe^{3+}/Fe^{2+} გამოყენებით ელექტრო-გამოტუტვის პროცესის ეფექტიანად ჩატარებისათვის განხორციელებული იქნა შემდეგი ტექნიკური გადაწყვეტილებები: ელექტროქიმიურ რეაქტორში სუსპენზიური ელექტროლიტის ცირკულაციისათვის და მძლავრი ტურბულიზაციისათვის პერესტალტიკური ტუმბოსა და კომპრესორის გამოყენება; ელექტროქიმიური რეაქტორის აღჭურვა განვითარებული ზედაპირის მქონე გრაფიტის ქერის ან უჟანგავი ფოლადის ბადე-კათოდებით; ელექტროქიმიური რეაქტორიდან სუსპენზიის ნაკადის გამოყვანა ფოროვანი გრაფიტის ქერის ან უჟანგავი ფოლადის ბადე - კათოდების გავლით და შუალედურ ავზში მიწოდება.

-რეკომენდაციები

პროექტის შედეგები საშუალებას იძლევა ჭიათურის მანგანუმშემცველი ოქსიდური ნედლი მადნის გამდიდრების პროცესში წარმოქმნილი ნარჩენი კუდების გროვული გამოტუტვის შედეგად მიღებული ხსნარი გაუფილტრავად გადაეცეს ანოდურ უბანს ელექტროლიზური მანგანუმის ორჟანგის მისაღებად, რაც ეკონომიკურად და ეკოლოგიურად გამართლებულია.

3. პლასტიკური ნარჩენების მაღალტემპერატურული თერმოქიმიური გადამუშავების პროცესის თერმოდინამიკური პარამეტრების გაანგარიშება და მაღალტექნოლოგიური, ნანოსტრუქტურული ნახშირბადის მიღება

ანთროპოგენული აქტივობის ერთ-ერთი ყველაზე ხელშესახები შედეგია ნარჩენების წარმოქმნა, რომელთა შორის განსაკუთრებული ადგილი უკავია პლასტიკურ ნარჩენებს. პლასტიკური ნარჩენების უმეტესობა არ არის ბიოდეგრადირებადი, არ ექვემდებარება გახრწნას და კოროზიას, დროთა განმავლობაში პრაქტიკულად არ იშლება და დაწვისას გამოიყოფა ტოქსიკური ნივთიერებები, რომელთა სხეულიდან ამოღება შეუძლებელია. ამიტომ, დღეს-დღეობით მეტად აქტუალური პრობლემაა პლასტმასის ნარჩენების გადამუშავება. პლასტმასის გადამუშავების ყველაზე პერსპექტიული მეთოდია პიროლიზი. პერსპექტივა მართებულია, ორივე თვალსაზრისით გარემოს უსაფრთხოება და სასარგებლო პროდუქტების მიღება. დადგენილია, რომ პოლიეთილენის ტერეფტალატის (PET) პიროლიზის მთავარი ფრაქცია არის გაზური ნაკადი, მყარი ნარჩენები (ბენზონის, აცეტოფენონების, და სხვა ორგანულ ნაერთებთან ერთად) და ზეთის ფრაქცია. ამრიგად, პოლიმერული ნარჩენების პიროლიზით მიიღება მყარი ნაშთი (ნახშირი), რომელიც შეიცავს უარყოფით მინარევებს. ამიტომ საჭირო ხდება დამატებითი ტექნოლოგიის შემუშავება მათი მექანიკური და ქიმიური გამდიდრებისათვის. ეს დამატებით ხარჯებთანაა დაკავშირებული, რაც მნიშვნელოვნად გაზრდის პროდუქტის ღირებულებას. აქედან გამომდინარე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ პოლიმერული ნარჩენების პიროლიზით მიღებულ მხოლოდ ზეთს აქვს კომერციული წონა, ხოლო მიღებული ნახშირი შეიძლება განვიხილოთ როგორც გარემოს უფრო საშიშ დამაბინძურებელ და ეკოლოგიური საფრთხის შემცველ აგენტად (პიროლიზის პროცესში ის გამოიყოფა ფხვნილის სახით და არის გარემოში ადვილად გავრცელებადი). ფაქტიურად პიროლიზის არსებული მეთოდები ვერ უზრუნველყოფენ მაღალი ხარისხის, ნანოსტრუქტურული, აქტივირებული ნახშირბადის – „შავი ნახშირბადის“ მიღებას. ამიტომ, მეტად მიშვნელოვანია „შავი ნახშირბადის“ წარმოების ალტერნატიული მეთოდების კვლევა, რომლებიც მოხსნიან ეკოლოგიურ პრობლემებს და შეამცირებენ მის ღირებულებას.

პროექტის ფარგლებში შემუშავებული იქნება პოლიმერული ნარჩენების თერმული დამუშავების ეკონომიკურად მომგებიანი, ეკოლოგიურად უსაფრთხო კომბინირებული მეთოდი – რომელიც ითვალისწინებს საწყის ეტაპზე ნარჩენების დაბალტემპერატურულ პიროლიზს, ხოლო შემდეგ – მაღალტემპერატურულ თერმო-ქიმიურ დამუშავებას გადახურებული წყლის ორთქლის გამოყენებით. შესწავლილი იქნება პოლიმერული ნარჩენების წყლის ორთქლით მაღალტემპერატურული თერმო-ქიმიური დამუშავების მექანიზმი. შემუშავებული და დამზადებული იქნება ნარჩენების გადასამუშავებელი და წყლის ორთქლის გარემოში მომუშავე მოდიფიცირებული რეაქტორი. რეაქტორის

დიზაინისათვის განსაზღვრული და გამოთვლილი იქნება ნარჩენების თერმული დამუშავების სავალდებულო ოპერაციული პარამეტრები, რომლებიც განსაზღვრავენ პროცესის მსვლელობას, მიღებული პროდუქტის შემადგენლობასა და გამოსავლიანობას. რეაქტორში პლასტიკური ნარჩენების თერმული დამუშავება ტარდება 200-900°C ტემპერატურულ პირობებში. წყლის ორთქლი დაბალ ტემპერატურებზე ზრდის დაშლის პირველად რეაქციებს (იზრდება გაზებისა და პიროლიზური ზეთის გამოყოფა). ტემპერატურის ზრდით იზრდება გვერდითი რეაქციების (პოლიმერიზაცია, ციკლიზაცია) სიჩქარეები და იწყება მშრალი ნაშთის - ნახშირის დეპოზიტების წარმოქმნა, რომელიც შეიცავს სხვადასხვა სახის არასასურველ მინარევებს. 850-900°C ტემპერატურაზე გადახურებული წყლის ორთქლი ახდენს პროცესის აქტივაციას, პიროლიზური ნარჩენების სრულ დესტრუქციას და მიღებული ნახშირბადოვანი პროდუქტების დაჟანგვას აირებამდე, რასაც შედეგად მოსდევს აირში ნახშირბადის თავისუფალი ატომების წარმოქმნა, რომლებიც გაცივებისა და გამკვრივების შემდეგ წარმოქმნიან მაღალდისპერსული ნახშირბადის ნაწილაკებს, ხოლო მათი ჭავლურ წისქვილში დაფქვა/გადამუშავებით მიიღება მაღალი ხარისხის, ნანოსტრუქტურული, აქტივირებული ნახშირბადი – „შავი ნახშირბადი“.

ამრიგად, მეთოდი საშუალებას იძლევა პლასტიკური ნარჩენებისაგან მიღებული იქნას როგორც პიროლიზური ზეთი ასევე „შავი ნახშირბადი“, რომელიც სრულად დააკმაყოფილებს ტექნიკურ მოთხოვნილებებს.

მიღებული „შავი ნახშირბადის“, ფიზიკური მახასიათებლების: სიმკვრივის, ფორიანობის, თავისუფალი ზედაპირის ფართობის, სისუფთავისა და გამოსავლიანობის დადგენა ხდება საერთაშორისო სტანდარტების შესაბამისად.

4. მრავალფუნქციური შენადნობებისათვის ბორშემცველი კომპლექსური ლიგატურის შემუშავება ფოლადსაგლინავი წარმოების ნარჩენების ფუძეზე მაღალტემპერატურული სინთეზისა და მეტალურგიის მეთოდებით

პროექტის მიზანია მრავალფუნქციური შენადნობებისათვის ბორშემცველი კომპლექსური ლიგატურების შემუშავება. ნედლეულად ძირითადად გამოყენებული იქნება ფოლადსადნობი წარმოების ნარჩენები წვრილდისპერსული რკინის ოქსიდის სახით. ასეთი ლიგატურები მიღებულ იქნება თმს (თვითგავრცელებადი მაღალტემპერატურული სინთეზი) მეტალურგიის, თავის მხრივ, უნარჩენო ტექნოლოგიით, რომლის სხვა ღირსებებსაც მიეკუთვნება: დაბალი ენერგომომხარება, შედარებით მარტივი და მცირეგაბარტიანი აღჭურვილობა, მაღალი მწარმოებლობა და პროდუქტების მაღალი სისუფთავე და ფართო ასორტიმენტი. კონკრეტულად შემუშავებული ბორშემცველი კომპლექსური ლიგატურების გამოყენებით მიღებულ იქნება კოროზიისადმი მედეგი და ცვეთამედეგი თუჯისა და ფოლადის ნიმუშები. ქიმიური ანალიზისა და მეტალოგრაფიული მეთოდებით იქნება შესწავლილი ბორისა და ლიგატურის შემცველი სხვა ელემენტების გავლენა სამიზნე შენადნობების საექსპლუატაციო მახასიათებლებზე. პროექტი „მასალათა ტექნოლოგიისა“ და „კონდენსირებული გარემოს ფიზიკის“ დარგების ერთობლიობით განსახორციელებელ კვლევას წარმოადგენს. პირველი მათგანი გულსხმობს თმს-ისა და სამსხმელო წარმოების

ტექნოლოგიების შემდგომ განვითარებას, შესაბამისად, ბორშემცველი კომპლექსური ლიგატურებისა და მათი გამოყენებით მრავალფუნქციური შენადნობების მისაღებად, ხოლო მეორე – ამ ტექნოლოგიების ფიზიკური მექანიზმების დახასიათებას და მიღებული ლიგატურებისა და შენადნობების სტრუქტურისა და ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების გამოკვლევას. მომავალში პროექტის ფარგლებში შემუშავებული ტექნოლოგიის დანერგვას წარმოებაში დადებითი ეკოლოგიური და ეკონომიკური ეფექტები ექნება, რადგანაც ამ გზით არსებული ნარჩენები უშუალოდ იქნება გამოყენებული ახალი ძვირადღირებული პროდუქტების წარმოებაში.

5. ბორით მიკროლევირებული ბეინიტური თუჯების სტრუქტურული ფაქტორების გავლენა ტრიბოკოროზიაზე სრიალით მშრალი ხახუნის პირობებში

თანამედროვე ტექნიკაში გამოყენებულ მასალებს უყენებენ რიგ ისეთ მოთხოვნებს, როგორებიცაა: მრავალფუნქციონირება, ტექნოლოგიური სიაფე და ხანგრძლივი ექსპლუატაცია. დღეისათვის ერთ-ერთ ყველაზე პერსპექტიულ საკონსტრუქციო მასალათა ჯგუფს მიეკუთვნება მაღალი სიმტკიცის სფეროგრაფიტიანი თუჯები. მაღალმტკიცე ბეინიტური თუჯი გამოირჩევა ტექნოლოგიური მრავალფეროვნებით და მისგან დამზადებული დეტალების გამოყენება ეკონომიკური მახასიათებლების შემცირების საშუალებას იძლევა. ცნობილია, რომ მსოფლიო სამრეწველო ინდუსტრიაში ხახუნზე მომუშავე მანქანათა ნაწილების და დეტალების ცვეთის პროდუქტებზე მოსული დანაკარგი შეადგენს 6-8%-ს, კოროზიით გამოწვეული ზარალი აშშ-ს 2016 წლის მონაცემების თანახმად კი - 1.1 ტრლნ. დოლარს [1], ხოლო ტრიბოკოროზიით გამოწვეული ეკონომიკური ზარალი აღემატება 300 მლრდ. დოლარს წელიწადში [2]. გამომდინარე აქედან, აქტუალურ პრობლემას წარმოადგენს ბეინიტური თუჯების ექსპლუატაციის ექსტრემალურ პირობებში ცვეთის დანაკარგის შემცირება.

თანამედროვე სამუხრუჭე სისტემების ექსტრემალურ პირობებში ეფექტური მუშაობისთვის გათვალისწინებულ უნდა იქნას, რომ მათ დასამზადებლად გამოყენებული მასალები უნდა ხასიათდებოდნენ მაღალი მექანიკური სიმტკიცით, თერმომედეგობით, კოროზია და ცვეთამედეგობით და ოპტიმალური ხახუნის კოეფიციენტით. აღნიშნული მოთხოვნები შეიძლება დაკმაყოფილებულ იქნას შენადნობების სტრუქტურწარმოქმნის პროცესების მართვით, სტრუქტურული კომპონენტების თანაფარდობის ოპტიმიზაციით და ფაზური მდგენელების განაწილების რეგულირებით. უკანასკნელ ათწლეულებში შემუშავებული მაღალმტკიცე ბეინიტური თუჯები წარმოადგენს ახალი კლასის საკონსტრუქციო მასალას, რომლებიც გამოირჩევიან მაღალი ტრიბო-ტექნიკური მახასიათებლებით. ასევე აღსანიშნავია ბეინიტური თუჯების მაღალი მექანიკური თვისებები, მაღალი სიმტკიცე და ფართო დიაპაზონში მათი სტრუქტურის მიზანმიმართული მართვის შესაძლებლობა. ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ბეინიტურ თუჯებს მიაკუთვნებენ ერთ-ერთ ყველაზე პერსპექტიულ ცვეთამედეგ მასალათა ჯგუფს.

როგორც ცნობილია, მასალის ზედაპირული შრეების დეგრადაცია და რღვევა გამოწვეულია მრავალი ფაქტორით, როგორცაა დადლილობა, ადგეზია და ტრიბოკოროზია.

ლიტერატურული წყაროების ანალიზის თანახმად ბენიტური თუჯების ძირითადი ტრიბოტექნიკური და ტრიბოკოროზიული მახასიათებლები (ხახუნის კოეფიციენტი, ცვეთის ინტენსიობა, თბოფიზიკური თვისებები და სხვა) დამოკიდებულია მათ სტრუქტურულ მახასიათებლებზე და გარეგანი ზემოქმედების (გარემო ფაქტორები, ტემპერატურა და კონტაქტური დატვირთვა) ფაქტორებზე.

ცნობილია, რომ დღეისათვის პრაქტიკაში ძირითად გამოყენებული თუჯები ლეგირებულია ისეთი ძვირადღირებული ელემენტებით, როგორებიცაა Cu, Mo და Ni, რომლებიც უზრუნველყოფენ ბენიტური სტრუქტურის სტაბილურ მიღებას. ამ ელემენტების სიძვირე და საჭირო რაოდენობა (2%-მდე) განაპირობებს დამზადებული პროდუქციის მაღალ თვითღირებულებას. აქედან გამომდინარე, აქტუალურია ზემოაღნიშნული ელემენტების ჩანაცვლება მრავალფაქტორიანი გავლენის მქონე და შედარებით იაფი ელემენტებით. მაგალითად, თხევადი თუჯის ბორით მიკროლეგირება არა მხოლოდ ამცირებს ტექნოლოგიური პროცესის ღირებულებას, არამედ იწვევს სტრუქტურაში ახალი, დისპერსული ფაზების წარმოქმნას (ბორიდების, კარბიდების, ბორის ნიტრიდებისა და კარბონიტრიდების), რომლებიც განლაგდებიან მარცვლების საზღვრებზე, რაც სავარაუდოდ დადებითად უნდა აისახებოდეს მასალის საექსპლუატაციო თვისებათა კომპლექსზე.

ამასთან უნდა აღინიშნოს, რომ ბორით მიკროლეგირებული ბენიტური თუჯების სტრუქტურული ფაქტორების გავლენა მათ ტრიბოტექნიკურ და ტრიბოკოროზიულ მახასიათებლებზე პრაქტიკულად არ არის შესწავლილი, რაც აფერხებს ამ მასალის ფართო გამოყენებას ექსპლუატაციის ექსტრემალურ პირობებში.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე სამუშაოს მიზანს წარმოადგენს:

- ✚ ახალი საკონსტრუქციო კლასის მასალის - ბორით მიკროლეგირებული მაღალმტკიცე ბენიტური თუჯების სტრუქტურული ფაქტორების გავლენის შესწავლა მათ კოროზიამდეგობაზე და ტრიბოტექნიკურ მახასიათებლებზე.
- ✚ ბორით მიკროლეგირებული ბენიტური თუჯების ლითონური ფუძის ოპტიმალური სტრუქტურული თანაფარდობების (ნარჩენი აუსტენიტი და ბენიტი) დადგენა.

დადგინდა, კონტაქტური დატვირთვისა და ნარჩენი აუსტენიტის რაოდენობის გავლენა ხახუნის კოეფიციენტზე, მასალის ცვეთამდეგობაზე და ხახუნის საკონტაქტო ზონაში ტემპერატურის ცვლილებაზე. მეტალოგრაფიული ანალიზით გამოკვლეულ იქნა ბორის მიკრო-დანამატების (B-0.03%) გავლენა ბენიტური თუჯის სტრუქტურაზე. ბორით მიკროლეგირებული მაღალმტკიცე ბენიტური თუჯების ტრიბო-კოროზიული მახასიათებლების დასადგენად სხვადასხვა ბენიტური მატრიცის მქონე ნიმუშებს ჩაუტარდა ტრიბოლოგიური კვლევები პერიოდული დასველების რეჟიმით, რომელთა მსვლელობისას დადგინდა ხახუნის კოეფიციენტები, ცვეთის მექანიზმები და ფრიქციული

კონტაქტის ზონაში ტემპერატურის ცვლილების კინეტიკა. ტაფელის პოტენციო-დინამიური მრუდების მეშვეობით დადგინდა აღნიშნული ნიმუშების კოროზიული ქცევა. შესწავლილ იქნა ნარჩენი ასუტენიტის რაოდენობის გავლენა ექსპერიმენტული ნიმუშების ხახუნის კოეფიციენტის ცვლილების კინეტიკაზე.

მიღებული შედეგების საფუძველზე დადგინდა სტრუქტურული ფაქტორების გავლენა ბორით მიკროლევირებული ბენიტური თუჯების ტრიბოკოროზიულ მახასიათებლებზე, რაც სტრუქტურის მიზანმიმართული ოპტიმიზაციის საშუალებას მოგვცემს და უზრუნველყოფს ამ მასალის ეფექტურ გამოყენებას სამუხრუჭე სისტემების სხვადასხვა ელემენტების და წისქვილების ბურთულების დასამზადებლად.

6. ახალი მაღალტექნოლოგიური ალმასკომპოზიციური მასალა და მისი მიღების ტექნოლოგია

სამეცნოერო პროექტის მიზანს წარმოადგენდა არსებულ საუკეთესო ანალოგებთან მიმართებაში გაუმჯობესებული ექსპლუატაციური მაჩვენებლების მქონე, დაბალხარჯიანი ალმასკომპოზიციური მასალის შექმნა ალმასური ინსტრუმენტებისათვის ინდუსტრიის სხვადასხვა სფეროში გამოსაყენებლად. ალმასკომპოზიტის მიღების პროცესში გამოიყენებულ იქნა წინასწარ დაგეგმილი ქიმიური და ფაზური შემადგენლობის მრავალკომპონენტური ლითონური შენადნობის კომპოზიციები. თეორიული და ფართო ექსპერიმენტალური კვლევების შედეგად ასეთ კომპოზიციად შეირჩა მრავალკომპონენტური შენადნობი სპილენძის ბაზაზე ნახშირბადის მიმართ განსაკუთრებით აქტიური ელემენტების (Ti, Si) დიდი შემცველობით 7-13%. დაგეგმილი თვისებების ლითონური კომპონენტის მიღება განხორციელდა დნობის თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით და შექმნილ შენადნოთა სხმულების შემდგომი დისპერგირებით სასურველი გრანულომეტრიის ფხვნილების მისაღებად. დნობისა და კრისტალიზაციის რეჟიმების რეგულირებით განხორციელდა შენადნობთა ფაზური შემადგენლობისა და სტრუქტურის ვარირება. ნოვაციის ძირითადი აზრი მდგომარეობს - ალმასკომპოზიტის ლითონური მატრიცის ფორმირებისათვის შეცხოების პროცესში გამოყენებულ იქნა შექმნილი შენადნობების დისპერგირებული ფხვნილები და არა ცალკეული კომპონენტების ფხვნილთა ნარევი (რასაც იყენებენ ბრენდული ფირმები), რაც არის განმსაზღვრელი საბოლოო შედეგის განსაკუთრებული ეფექტისა. საწყის ნედლეულად წინასწარ შექმნილი შენადნობების ფხვნილთა გამოყენება ალმასკომპოზიტის ლითონური მატრიცის ფორმირებისათვის ადარ საჭიროებს ძვირადღირებული სუფთა ლითონთა დისპერსული ფხვნილების გამოყენებას (რასაც ამჟამად ფართოდ იყენებენ). ყოველივე ამარტივებს ტექნოლოგიურ პროცესს და იძლევა ეკონომიურ ეფექტსაც. პროექტის ფარგლებში შექმნილმა ახალი ალმასკომპოზიციური მასალის გამოყენებამ ალმასურ ინსტრუმენტებში, კერძოდ, ჩატარებულმა ფართომასშტაბიანმა საწარმოო გამოცდებმა ბეტონის ჭრის ოპერაციაზე, აჩვენა, რომ ჭრისუნარიანობითა და მედეგობით პროექტის ფარგლებში შექმნილი ალმასური ინსტრუმენტები არ ჩამოუვარდებიან ძვირადღირებულ, ფართო მოხმარების თავის

საუკეთესო უცხოურ ანალოგებს. მიღებული შედეგი საწინდარია პროექტის ფარგლებში შექმნილი მასალა ფართოდ იქნას გამოყენებული ჩვენი ქვეყნის სამშენებლო სფეროში.

7. ეტრატზე შესრულებული ფრაგმენტული ხელნაწერების კოდიკოლოგიური ანალიზი და მასალის სტრუქტურული კვლევა

კონკრეტული შედეგი - პროექტი ინტერდისციპლინურია და გულისხმობს ფრაგმენტების კოდიკოლოგიურ კვლევასა და საწერი მასალის დიაგნოსტიკას, ასევე, შესაბამისი რეკომენდაციების შემუშავებას. კოდიკოლოგიური თვალსაზრისით აღიწერა კორნელი კეკელიძის სახელობის ხელნაწერთა ეროვნულ ცენტრში არსებულ ფონდებში, ასევე, მესტიის მხარეთმცოდნეობის მუზეუმსა და გრაცის (ავსტრია) უნივერსიტეტში დაცული ფრაგმენტები; გაანალიზდა მათი დაზიანების ხარისხი - ეტრატის, ზედაპირის, მელნის, მოხატულობის; ჩატარდა XI-XV საუკუნეების პერგამენტისა და მასზე წითელი და შავი მელნით შესრულებული ტექსტების შემორჩენილი ასოების სტრუქტურის კვლევა ფურიეს ი.წ. სპექტროსკოპული მეთოდით.

შეიქმნა მონაცემთა ბაზა საგანგებოდ შემუსავებული პარამეტრების მიხედვით; შედეგები წარედგინა საერთაშორისო კონფერენციას „არქივთმცოდნეობა, წყაროთმცოდნეობა - ტენდენციები და გამოწვევები“;

მომზადდა გამოსაცემად ქართულ-ინგლისური მონოგრაფია - გამოკვლევა, ფრაგმენტების ტექსტები, ფოტოები.

-რეკომენდაციები - შემუშავდა კონკრეტული რეკომენდაციები ეტრატის ფრაგმენტების დაცვის, შენახვისა და საკონსერვაციო ღონისძიებების შესახებ პროექტში ჩართული რესატავრატორისა და ქიმიკოსების მიერ.

8. -კონკრეტული შედეგი-

-რეკომენდაციები

ექსპერიმენტების შედეგად 1600⁰C ტემპერატურაზე ცხელი წნეხვით 30მპა წნეხვით მიღებულია მაღალი ფიზიკურ ტექნიკური თვისებების მქონე კომპოზიტები: სისალე - 14გპა; სიმტკიცის ზღვარი კუმშვისას- 1940-1960მპა; სიმტკიცის ზღვარი ღუნვისას - 460-490მპა , რაც მთავარია ამ თვისებებს ეს კომპოზიტები ინარჩუნებენ მაღალი ტემპერატურის პირობებშიც. ამასთანავე ისინი ხასიათდებიან მაღალი თერმული, კოროზიული და ცვეთამდედგობით და სხვ.

მიღებული კომპოზიტების გამოყენება შესაძლებელია რაკეტულ-კოსმიურ ტექნიკაში, მაღალტემპერატურული ნაკეთობების კომპოზიციური დამფარავების სახით, მაღალტემპერატურული ღუმელის ამონაგის, თერმოწყვილის დამცავი გარსაცმების დასამზადებლად, ლითონსაჭრელი ინსტრუმენტების სახით, ლითონისა და ქვის დასამუშავებლად, კბილის საბურღ მოწყობილობებში, საკისრებში და სხვა.

საანგარიშო პერიოდში კვლევის შედეგები წარმოდგენილ იქნა საერთაშორისო კონფერენციებზე , როგორც საქართველოში ასევე უცხოეთში.

გამოქვეყნდა ერთი სამეცნიერო ნაშრომი საერთაშორისო რეფერირებად ციტირებად, მაღალრეიტინგულ ჟურნალში კვლევის საბოლოო შედეგებით.

9. -კონკრეტული შედეგი-
-რეკომენდაციები

2022 წლის საანგარიშო პერიოდში მოძიებულ იქნა ლიტერატურული მასალები მაღალცეცხლგამძლე ფუძე შედგენილობის ნედლეულზე, ცეცხლგამძლეებზე, რომლებიც გამოიყენება მეტალურგიაში (ელექტრორკალური და ინდუქციური ღუმელები) და ცემენტის გამოსაწვავი მბრუნავი ღუმელების მაღალტემპერატურული ზონის (შეცხოვის) ამონაგისათვის. ლიტერატურის საფუძველზე გაკეთებულია ანალიზი.

ადგილობრივი საბადოების დოლომიტების შედარებითი კვლევების შედეგად შერჩეულ იქნა ძირითადი ნედლეულის სახით სკურის საბადოს დოლომიტი, მოხდა შერჩეული ნედლეულის ადგილზე დათვალიერება და შემოტანა.

შემოტანილ და შესწავლილ იქნა ქროლის ქვიშა და აგურის ლეწი. მომზადებულია საწყისი მასალები შემდგომი კვლევებისათვის. შემუშავებულია კომპოზიტების შედგენილობები,

10. -კონკრეტული შედეგი-
-რეკომენდაციები

თანამედროვე ტექნიკაში ერთერთი უმნიშვნელოვანესი მიმართულებაა მაღალცეცხლგამძლე მასალების მიღება და გამოყენება. უმეტესად ეს დაკავშირებულია ენერგეტიკაში, ტრანსპორტში და სხვა დანადგარებში სამუშაო ტემპერატურის გაზრდასთან. მიუხედავად მაღალცეცხლგამძლე ოქსიდებისაგან მიღებული მასალების დიდი უპირატესობისა ის ძირითადად გამოირჩევა მაღალი თერმიული გაფართოების კოეფიციენტით და შედეგად დაბალი თერმომედეგობით. უჩანგბადო ძნელადღობადი ნაერთების კერამიკა ადვილად იჟანგება მაღალი ტემპერატურის პირობებში. საანგარიშო პერიოდში ჩატარებულია ამ პრობლემის თანამედროვე მდგომარეობის ლიტერატურული ანალიზი და გამოტანილია შესაბამისი დასკვნები, რომლებიც საწინდარი იქნება ოქსიდური და არაოქსიდური ნაერთების ბაზაზე მაღალი ტექნიკური თვისებების კომპოზიტების მისაღებად.

მომზადდა კვლევისათვის საჭირო ხელსაწყო-დანადგარები, მომზადდა ნარევი ალუმოთერმიული მეთოდით სიალონების მისაღებად, დადგინდა ტექნოლოგიური პარამეტრები და ოპტიმალური შედგენილობა. მომზადდა მასალები სამეცნიერო კონფერენციისა და მაღალრეიტინგულ ჟურნალში გამოსაქვეყნებლად.

11. -კონკრეტული შედეგი-
-რეკომენდაციები

დაიწერა მონოგრაფია „ შეცხოვის ფიზიკა და კინეტიკა“ და გამოქვეყნდა

აღნიშნული წიგნში კერამიკული მასალის მატრიცული და საექსპლოატაციო თვისებები დაკავშირებულია მასში ფაზების ერთ-ერთ უმთავრეს მდგენელთან – ფორიან ფაზასთან, რომელსაც მნიშვნელოვანი გავლენა აქვს საექსპლოატაციო თვისებებზე, ფორების ზომებთან, მათ შემცველობასთან და მატრიცაში, გადანაწილების ფაქტორთან. თუ როგორ მოქმედებს ნაკეთობის საექსპლოატაციო თვისებებზე, როგორ ვითარდება, გადანაწილდება-მოდრაობს, ანიგილირდება, მოშუშდება-ქრება, ან დეფორმირდება მასალაზე თერმული აგრესიის პირობებში, კონსოლიდაციისა და გამოწვის პირობებში.

12. კონსორციუმის წვერი სტუ-ს მხრიდან წარმოდგენილი თანამშრომლების მონაწილეობით ჩატარდა სამი ადგილმდებარეობის თიხის, არგილიტის და თიხაფიქალის, წინა კვლევების საფუძველზე, დადგენილი თერმული რეჟიმებით დამუშავება. მათგან დაბალტემპერატურული დამუშავებით (600-800⁰ C) მიღებული პროდუქტი მიზნობრივად გამოყენებული იქნა ცემენტის პუცოლანურ დანამატად. საცდელი ნიმუშების დასამზადებლად აღებული ცემენტის მისაღები დანამატების რაოდენობას განსაზღვრავს საწყისი ნედლეულის ქიმიურ-მინერალოგიური შედგენილობა და მისი თერმული დამუშავების რეჟიმი, რაც ასევე წინა პერიოდში დადგენილი მონაცემების საფუძველზე განხორციელდა. ასევე, საქართველოს რიგი თიხოვანი ქანების (ყვარლის თიხაფიქალი, თელეთის არგილიტი და გარდაბნის თიხა) მაღალტემპერატურული (1150-1250⁰C) მოდიფიცირებით დადგინდა მათ საფუძველზე ბეტონის მსუბუქი შემავსებლის -კერამზიტის მიღება. მათგან მსუბუქი ბეტონების მისაღებად, შემუშავებული რეცეპტების საფუძველზე განხორციელდა საპრეზენტაციო ნიმუშების მომზადება. მომზადდა საპრეზენტაციოდ მიღებული სახის პუცოლანური დანამატის და ცემენტის კლინკერთან ერთად მათი დაფქვით მიღებული ცემენტების საპრეზენტაციო ნიმუშები.

სარეკლამო დოკუმენტაციისთვის შეგროვდა მასალა, რომელიც საქართველოს თიხოვანი ქანების ტემპერატურული ტრანსფორმაციით მიღებული პროდუქტების ტექნოლოგიური პროცესების აღწერის და მათგან პროდუქტების მიღების მეთოდებს მოიცავს. ეს მასალა გამოყენებულ იქნება ტრანსფერისა და კომერციალიზაციის მიზნით შექმნის ვებ-გვერდზე.

13. გლობალური დათბობისაკენ კლიმატის ცვლილება XXI საუკუნის კაცობრიობის უდიდესი პრობლემაა, მისი პრევენცია ასევე უდიდესი გამოწვევა და პრიორიტეტულად შესასრულებელი ამოცანაა. კვლევა გვთავაზობს ცემენტის წარმოების საკვამლე აირებით ატმოსფეროში (CO₂,SO_x,NO_x)-ის შეუქცევადი ემისიის პრევენციის და ცემენტის(ბეტონის) შემადგენლობაში უტილიზაციის ინოვაციურ ხერხს: საკვამლე აირები „მავნე“ ნაერთებისგან გასასუფთავებლად, ცეოლითურ ტუფს უნდა დაეკონტაქტოს ორ ეტაპად: I ეტაპზე (CO₂,SO_x,NO_x) შემცველ 150-350 oC ტემპერატურიან საკვამლე აირებს აწვდიან საშრობში, მინერალ კლინოფთილოლითის შემცველი ცეოლითური ტუფის გასაშრობად, რა დროსაც ცეოლითური ტუფი დეჰიდრატირდება და აქტიურდება და წყლისგან დაცლილი სიცარიელეებით, საკვამლე აირებიდან სორბციულად იჭერს (CO₂;SO_x;NO_x)-ის დიდ ნაწილს, რა დროსაც არასრულად ნაწილობრივ მოდიფიცირდება; მე-2 ეტაპზე, 70-150⁰C-მდე „გაგრილებულ“ და ნაწილობრივ გასუფთავებულ საკვამლე აირებს აწვდიან საკვამლე

მილამდე დამონტაჟებულ სორბერს, სადაც სორბენტია პირველ ეტაპზე მოდიფიცირებული ცეოლითური ტუფი. სორბენტში საკვამლე აირები „გრილდება“ 20-60°C-მდე, რა დროსაც ცეოლითური ტუფით ხდება (CO₂, SO_x, NO_x) საბოლოო სორბციული დაჭერა, რის შემდეგაც სრულად გასუფთავებული საკვამლე აირები ემისირდება ატმოსფეროში, ხოლო (CO₂, SO_x, NO_x)-ით გაჯერებული და სრულად მოდიფიცირებული ცეოლითური ტუფი, მიეწოდება ცემენტის საფქვავ წისქვილს.

კვლევის მიზანია ლაბორატორიულ გარემოში ექსპერიმენტაციით ცემენტის წარმოების ხერხის, კონცეპციის დამტკიცება, გამოყენებითობის დადგენა. შედეგია: „ცემენტის წარმოების ხერხის“ წინასწარი საპატენტო ძიების TRL-1 დონიდან ლაბორატორიულ გარემოში ექსპერიმენტაციით საჭირო მასის ცემენტის დამზადება (TRL-2 დონე), ბეტონში გამოყენებითობის დადგენა და კონცეპციის დამტკიცება (TRL-3 დონე), საბოლოოდ ტექნოლოგიის ტრანსფერის TRL-4 დონის მიღწევა.

14. კლიმატის გლობალური დათბობის პრობლემის გამწვავებიდან გამომდინარე, ატმოსფეროში საკვამლე აირებით CO₂-ის ემისიის პრევენცია პრიორიტეტულად შესასრულებელ ისეთ ამოცანად იქცა, რომელსაც ჭირდება შესაბამისი ტექნოლოგიები და კონკრეტულად მყარი სორბენტები. ბაზარზე CO₂-ის მყარი სორბენტების დეფიციტი და სიძვირეა, რაც ხელს უშლის საკვამლე აირებიდან CO₂-ის სორბციული დაჭერის და უტილიზაციის ტექნოლოგიების შექმნა-განვითარებას.

კვლევის მიზანია საკვამლე აირებით ატმოსფეროში CO₂-ის პრევენცია განხორციელდეს იაფი, არადეფიციტური ბუნებრივი სორბენტების გამოყენებით.

კვლევის იდეა: კლინოფთილოლითური ცეოლითური ტუფის, დიატომიტის, კირის სორბციულ უნართა Synergy-ით, სინთეზირდეს CO₂-ის მიმართ გაზრდილი დინამიური ტევადობის, ანუ სუპერ-სორბციულ უნარიანი; მაღალი მექანიკური სიმტკიცის, ცვეთამდეგი მყარი სორბენტები SSZDL, კომპონენტთა საჭირო თანაფარდობით, მას.%. აგრეთვე, შეირჩეს SSZDL-ის მიერ CO₂-ის სასორბციოდ საუკეთესო გეომეტრიული ფორმა, შემუშავდეს სორბციისას CO₂-ით გაჯერებით კარბონატულად მოდიფიცირებული, ამორტიზირებული და გამოსაყენებლად უვარგისი SSZDL-ის უტილიზაციისას დამატებითი ღირებულების პროდუქტის შემქნელი ტექნოლოგიები.

კვლევის მეცნიერული სიახლეა: კომპონენტების სორბციულ უნართა Synergy-ით სათანადო სინესტის, ტემპერატურის, წნევის პირობებში ფორმირება-სინთეზით, მოსალოდნელი mCaO * nAl₂ O₃ * xSiO₂ ტიპის ნაერთის შემცველი SSZDL-ის მიღება, რომელსაც ექნება: CO₂-ის 10.0 მას%-ზე მაღალი სორბციის უნარი; გრანულების 4.0 Mpa - ზე მაღალი მექანიკური სიმტკიცე და ცვეთამდეგობა.

პროექტის არსია ბუნებრივი და ხელოვნური სორბენტების სორბციულ უნართა Synergy-ით სინთეზირდეს საკვამლე აირებიდან CO₂-ის „დამჭერი“ მყარი სორბენტები. მოხდეს სინთეზის, გამოყენების, უტილიზაციის ტექნოლოგიური იდეის კონცეპციის ფორმულირება, გამოყენებითობის დადგენა და დამტკიცება ლაბორატორიულ გარემოში ექსპერიმენტაციით.

პროექტის თანახმად, ატმოსფეროში CO₂-ის ემისიის პრევენცია, ხელს შეუშლის „კლიმატის ტემპერატურის 1.5°C-ით გლობალურ მატებას. შექმნის შესაძლებელს, მაგალითად 1 ტ ცემენტის დამზადებისას ატმოსფეროში საემისიო 0.98 ტ CO₂, იქნეს დაჭერილი და ცემენტის შემადგენლობაში უტილიზირებული, რაც შექმნის კიდევ 0.98 ტ ცემენტს. თუ 1 ტ ცემენტის ღირებულება = 70 \$, მაშინ შექმნილი დამატებითი ღირებულება იქნება: 0.98 ტ x 70 \$ = 68.6 \$/ტ. ცემენტზე.

15. პოლიმერულმა მასალებმა შეაღწიეს ადამიანის ცხოვრებისა და საქმიანობის პრაქტიკულად ყველა სფეროში. დღეს ამ „კეთილი“ მასალების მდგრადობა ქიმიური თუ ბიოლოგიური დაშლის (დეგრადაციის) მიმართ, განიხილება სერიოზულ საფრთხედ გარემოსათვის. მდგრადი პოლიმერული ნარჩენები მიუღებელი ხდება ეკოლოგიური თვალსაზრისით. ამიტომ განვითარების თანამედროვე ეტაპზე, პოლიმერების ქიმიისა და ტექნოლოგიისათვის მნიშვნელოვან გამოწვევად იქცა ისეთი მასალების შექმნა, რომლებიც დეგრადირდებიან და „გაქრებიან“ დაკისრებული ფუნქციის შესრულების შემდეგ, იქნება ეს მედიცინა, ინჟინერია თუ ადამიანის საქმიანობის სხვა სფერო. დღეისათვის შექმნილია და უკვე კომერციულადაც წარმატებულია არაერთი ბიოდეგრადირებადი პოლიმერი (ბპ), რომელთა უმეტესობა განუთვნება პოლიესტერულ კლასს. ბპ-ის შედარებით ახალი წარმომადგენლებია პოლიმერები ბუნებრივი α-ამინომჟავების საფუძველზე, ე.წ. ბიომიმეტიკური პოლიმერები - ცილების სინთეზური ანალოგები. ბიომიმეტიკების ერთ-ერთი პერსპექტული ოჯახია ფსევდოპროტეინები (PP).

PP მიიღება საკვანძო მონომერების - დიამინო-დიესტერების (DADE) პოლიკონდენსაციით სხვადასხვა ბის-ელექტროფილთან. სინთეზის სიმარტივე, α-ამინომჟავების და დიოლების მრავალეროვნება, ხელმისაწვდომობა და სიიაფე, DADE-ს მაღალი გამოსავლები (90-95%), გასუფთავება წყლიდან გადაკრისტალებით, ეკოლოგიურად არასასურველი ტოქსიკური ნარჩენების არარსებობა, განაპირობებს DADE-ს სიიაფეს და მიღების მაღალტექნოლოგიურობას. ეს, თავის მხრივ, განაპირობებს ფსევდოპროტეინების დაბალ ფასსა და ფართო ასორტიმენტს, მათ პერსპექტულობას როგორც სამედიცინო, ასევე საინჟინრო საქმეში გამოყენებისთვის. უკანასკნელი სფეროსთვის განსაკუთრებით პერსპექტულია პოლიესტერმარდოვანული კლასის ფსევდოპროტეინები - PP-PEU. აღნიშნული კლასის ბიომიმეტიკები პირველად მიღებულია პროფ. რ.ქაცარავასა და თანამშრომლების მიერ და დაცულია აშშ პატენტით. დღეს PP-PEU-ები წარმოადგენენ ყველაზე მტკიცე (მაღალმოდულიან) ბდ პოლიმერებს - იუნგის მოდული $E=6.0 \pm 1.1$ GPa. მაღალმოდულიანი PP-PEU პერსპექტულია ასევე ეკოლოგიურად მეგობრული (eco-friendly), საინჟინრო დანიშნულების ბდ კომპოზიტების მისაღებად რაც წარმოადგენს ჩვენი კვლევის საგანს. პროექტი მოიცავს ხისტი, ციკლური დიოლების საფუძველზე ახალი, საკვანძო მონომერების - დიამინო-დიესტერების (DADE) სინთეზს მათი უშუალო თერმული კონდენსაციით α-ამინომჟავებთან მდულარე ორგანული გამხსნელის არეში კ-ტოლუოლსულფომჟავას თანაობისას. ესტერული ბმების შემცველობა DADE-ს მოლეკულაში განაპირობებს მათ საფუძველზე მიღებული პოლიმერების ბიოდეგრადაციის უნარს.

პროექტის სამეცნიერო ღირებულებაა ახალი, ჯერ არ აღწერილი, ხისტი მოლეკულური ჩონჩხის მქონე DADE მონომერების და მათ საფუძველზე ახალი PP-PEU-ის სინთეზი. დიდი ალბათობით შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ახალი DADE მონომერების საფუძველზე არა მარტო PEU-ს (რომლებიც ჩვენი კვლევის ობიექტს წარმოადგენენ), არამედ სხვა კლასის PP-ებსაც (როგორებიცაა PEA და PEUR) ექნებათ გამოყენების მაღალი პოტენციალი მედიცინასა და ვეტერინარიაში, სოფლის მეურნეობასა და კვების მრეწველობაში, შესაფუთი, საინჟინრო და სხვა ეკომეგობრული მასალების სახით. შევნიშნავთ, რომ ასეთი მასალები მსოფლიო ბაზარი წრაფად, წელიწადში 20-25%-ით, იზრდება.

კვლევის მოცემულ ეტაპზე, სამუშაოს ძირითადი ნაწილი დასრულებულია, თუმცა გრძელდება მიღებული პოლიმერების მექანიკური მახასიათებლების დამატებითი შესწავლა, რათა განისაზღვროს გამოყენების კონკრეტული სფერო.

1. -კონკრეტული შედეგი

პროექტის მიმდინარეობის ამ ეტაპზე, მიღებულია ჯამში 12 ახალი სტრუქტურის ნივთიერება, მათ შორის 6 მონომერი, 6 პოლიმერი. მათგან ერთ-ერთმა (PEU L-CHDM) გამოავლინა სიმტკიცის რეკორდული მაჩვენებელი მსგავსი ტიპის პოლიმერებს შორის და დამატებითი კვლევები გრძელდება.

გრანტის ფარგლებში 3 სტატიაა გამოქვეყნებული.

-რეკომენდაციები

1. მიღებულია მოდიფიცირებული ეკო-მეგობრული პოლიმერული კომპოზიტისათვის მატრიცა შემცველობით - 2% PEU 98% PE.
2. დამუშავებულია ბიოდეგრადირებადი მატრიცის დამზადების ტექნოლოგია, რომელიც სწრაფი მარტივი და მოსახერხებელია მრავალი ტიპის ნაკეთობის დამზადებისთვის.
3. შესწავლილია ბიოდეგრადირებადი კომპონენტის - PEU-ს გავლენა არადეგრადირებად PE-ს ფისოვან მატრიცაზე. PEU-ს კონცენტრაციის მატება პოლიმერულ მატრიცაში იწვევს ნაკეთობის ბიოდეგრადაციის მაჩვენებლის გაზრდას, რაც მიანიშნებს, რომ პირველი დაშლის პროცესს ჰიბრიდულ პოლიმერულ მატრიცაში განიცდის PEU. ბიოდეგრადაცია შესწავლილ იქნა სხვადასხვა პროცენტული შემცველობის პოლიმერული ნიმუშებისთვის წყალხსნარში, სოკოს კომპოსტსა და ნიადაგის მოდელში.
4. პოლიმერული ნიმუშების ბიოდეგრადაციის გაცილებით უფრო ზუსტი შედეგები მიღებულ იქნა TOC ანალიზის მეშვეობით. ამ დროს შევისწავლეთ პოლიმერის დეგრადაციის შედეგად გამოთავისუფლებული ორგანული ნახშირბადის რაოდენობა. ანალიზებმა დაადასტურა გრავიმეტრული ანალიზის შედეგები. როგორც ზევით აღვნიშნე, დეგრადაციას პირველ რიგში განიცდის PEU. პროცესის ინტენსივობიდან (ნაკეთობის დეგრადაცია) და საცდელი პოლიმერული ნიმუშების ფორიანობიდან გამომდინარე (სულ დამზადდა 5 ტიპის ნიმუში პოლიმერების სხვადასხვა კონცენტრაციით) 2% PEU-ს წილი ჰიბრიდულ პოლიმერულ მატრიცაში, სრულიად საკმარისად მივიჩნიეთ. მიღებული ეკომეგობრული პოლიმერული მატრიცა გადაეცა სსიპ გრიგოლ წულუკიძის სამთო

ინსტიტუტის, პოლიმერული კომპოზიტების და მაღალტექნოლოგიური მასალების ლაბორატორიას კომპოზიტების დასამზადებლად და მომავალში ფართომასშტაბიანი კვლევებისთვის.

5. ათვისებულ იქნა მონომერებისა და პოლიმერების სინთეზის მეთოდები, რომელთა გამოყენებითაც სამი, ხისტი ციკლური დიოლისა და ორი ამინომჟავას საფუძველზე დავასინთეზეთ 6 ახალი მონომერი. ამ მიზნით შეირჩა მაღალი სისუფთავის დიოლები და ამინომჟავები (1,4-ციკლოჰექსანდიოლი (CHD), 1,4-ციკლოჰექსანდიმეთანოლი (CHDM) და 1,4:3,6-დიანჰიდრო-D-სორბიტოლი (DAS), ლეიცინი და ფენილალანინი. ყველა მათგანი მოწოდებულია Sigma-Aldrich-დან).
6. დასინთეზირებული თითოეული მონომერისათვის შევისწავლეთ სტრუქტურა და ძირითადი მახასიათებლები; (IR-სპექტრები გადავიღეთ კალიუმის ბრომიდში, NMR-სპექტრები დეიტერირებულ დიმეთილსულფოქსიდის (DMSO-d₆) ხსნარებში, ლღობის ტემპერატურები განისაზღვრა კაპილარული მეთოდით);
7. PASS-ის პროგრამის მეშვეობით შევისწავლეთ მიღებული თითოეული მონომერის სავარაუდო ბიოლოგიური აქტიურობა. მათ უმრავლესობას, მაღალი პროცენტული ალბათობით, შეუძლია გარკვეული პროცესების ინჰიბირება.
8. მიღებული მონომერების საფუძველზე დასინთეზდა 6 ახალი სტრუქტურის პოლიმერი-PEU;
9. შესწავლილია მიღებული პოლიმერების მოლეკულურ-მასური მახასიათებლები გელ-ქლომატოგრაფიული მეთოდით დიმეთილფორმამიდში;
10. ნაჩვენებია რომ ყველა მიღებული პოლიმერი ხასიათდება აბსკვარმომქმნელი უნარით; აბსკების საფუძველზე შესწავლილია მექანიკური მახასიათებლები (იუნგის მოდული);
11. მიღებულია PEU, რომლის იუნგის მოდული (9.15 GPA) მნიშვნელოვნად აღემატება, ადრე, 1,6-ჰექსანდიოლის საფუძველზე მიღებული პოლიმერის მახასიათებელს;
12. შესწავლილია პოლიმერის ბიოდეგრადაციის პროდუქტების მწვავე ტოქსიკურობა ვირთაგებში GUSAR-ის პროგრამით;
13. ახლად სინთეზირებულ პოლიმერებს შორის მახასიათებლებით, ფასითა და ტოქსიკურობის მაჩვენებლით გამოირჩევა PEU L-CHDM, რომლის გამოყენების შესაძლო არეალია ინჟინერია და სამედიცინო სფერო (ძვლის ქირურგია).

16. გრაფენის/პოლიმერული ნანოკომპოზიტების სინთეზი და შესწავლა 3D ბეჭდვისთვის პროექტის ღირებულება და მნიშვნელობა, კვლევის/პროექტის თემის აქტუალობა, კვლევის სიახლე.

ფორმალური ტერმინი 3D ბეჭდვა დანამატების წარმოებისთვის პირველად შემოგვთავაზა 1980 წელს ჰალიმ. მას შემდეგ მეცნიერებმა შეიმუშავეს ე.წ. წარმოების მეთოდები. მათ რევოლუცია მოახდინეს პოლიმერების გავლენას ჩვენს საზოგადოებაზე. ეს ტექნოლოგია გახდა მამოძრავებელი ძალა კარგად განსაზღვრული რთული 3D სტრუქტურების წარმოებისთვის. გარდა ამისა, ამ ტექნოლოგიით შესაძლებელია ფართო სპექტრის პროდუქციის წარმოება - მიკრომეტრიდან ფართო მასშტაბამდე. ბოლო წლებში

კომერციულად ხელმისაწვდომი 3D პრინტერების ფასი მნიშვნელოვნად დაეცა (>\$500), რამაც შესაძლებელი გახადა გარკვეული პროდუქტების 3D ბეჭდვა სახლში, როგორცაა ველოსიპედის ნაწილები, სამკაულები და ელექტრო კომპონენტები.

ამ ტექნოლოგიას აქვს რამდენიმე უპირატესობა, როგორცაა ოპერაციული სიმარტივე, კონფიგურირებადი დიზაინი, საიმედოობა, ეკონომიურობა და თავსებადი მასალების მრავალფეროვნება, რაც ძალიან პერსპექტიულია ტექნოლოგიური აპლიკაციების ფართო სპექტრისთვის, როგორცაა ბიოტექნოლოგია, მედიცინა, ენერჯია/გარემო, რობოტიკა, სივრცე და სხვ. 3D ბეჭდვა იწყება კომპიუტერზე ვირტუალური დიზაინის შექმნით სპეციალური პროგრამის (CAD პროგრამული უზრუნველყოფის) გამოყენებით. ეს დიზაინი შემდეგ გარდაიქმნება კომპიუტერთი წასაკითხ ფორმატში, რომელიც აღწერს ობიექტის დეტალებს. არსებობს 3D ბეჭდვის რამდენიმე ტიპი, მაგრამ ყველაზე მნიშვნელოვანი და გავრცელებული მეთოდებია: შერწყმული დეპოზიციის მოდელირება (FDM), ლაზერული სტერეოლითოგრაფია (SLA), სელექციური ლაზერული დნობა (SLM) და ა.შ. ჩვენი სამუშაო მიზნებიდან გამომდინარე, ჩვენი ინტერესი არის მიმართული. პოლიმერული კომპოზიტების წარმოება, რომლებიც შესაფერისია ლაზერული სტერეოლითოგრაფიასა და შერწყმული დეპონირების მოდელირებაში გამოსაყენებლად. ლაზერული სტერეოლითოგრაფია (SLA) არის 3D ბეჭდვის ტექნოლოგია, რომელიც ეფუძნება თხევადი მასალის (ფოტოპოლიმერის) გამაგრებას ლაზერული სხივების მოქმედებით. ფოტოპოლიმერის გამკვრივების ხარისხი, თავის მხრივ, დამოკიდებულია ულტრაიისფერი ტალღების დიაპაზონზე და დასხივების ხანგრძლივობაზე. ამ მეთოდს აქვს რამდენიმე უპირატესობა: ნებისმიერი სირთულის დამზადება, თხელკედლიანი დეტალები, ზედაპირის მაღალი ხარისხი, დიდი სამუშაო კამერა სხვა ტიპის პრინტერებთან შედარებით, მასალების დახარჯვის დაბალი პროცენტი და წარმოების ხმაურის დაბალი დონე. SLA 3D ბეჭდვის ტექნოლოგია ფართოდ გამოიყენება მედიცინაში, ხელოვნებაში, კვების მრეწველობაში და ა.შ.

Fused Deposition Modeling (FDM) არის მსოფლიოში ყველაზე გავრცელებული ტექნოლოგია 3D ბეჭდვაში. მისი დახმარებით შესაძლებელია პროდუქციის წარმოება როგორც მარტივი სახლის პრინტერებით, ასევე მაღალი სიზუსტის წარმოების სისტემებით. მისი პრინციპი მდგომარეობს იმაში, რომ პროდუქტი ფენებად გაიზარდოს წინასწარ გამდნარი პლასტმასის ძაფით. ამ მეთოდით შესაძლებელია მსხვილი პროდუქტების ჩამოსხმა საუკეთესო მექანიკური თვისებებით (სიმტკიცე, გამძლეობა, მოქნილობა). ახასიათებს შემდეგი უპირატესობები: გამძლეობა, დაბალი ღირებულება და შემდგომი დამუშავების ფართო შესაძლებლობა.

3D ბეჭდვაში გამოყენებული მასალები ძალიან მნიშვნელოვანი კომპონენტებია, რომლებიც განსაზღვრავენ საბოლოო პროდუქტის მუშაობას. მათი მარტივი დამუშავებისა და დაბალი ღირებულების გამო, პოლიმერული მასალები 3D ბეჭდვისთვის ყველაზე ხშირად გამოყენებული მასალების კლასია. 3D ბეჭდვაში გამოიყენება სხვადასხვა ტიპის პოლიმერები, მაგალითად, თერმოპლასტიკები, თერმოელექტორები, ელასტომერები, ჰიდროგელი, ფუნქციური პოლიმერები, პოლიმერული ნარევები და ა.შ., თუმცა პოლიმერების მიღება, რომლებსაც აქვთ გაუმჯობესებული მექანიკური, ფიზიკური და სხვა ინტეგრირებული თვისებები, გამოწვევად რჩება. ამ გამოწვევის გადასაჭრელად ჩვენ ვგეგმავთ გრაფენის

სტრუქტურების დოპინგის პოლიდიმეთილსილოქსანში სხვადასხვა მოლეკულური წონის და შემდგომ შესწავლას.

კვლევის მიზანი: - კვლევის მიზანია 3D ბეჭდვაში გამოსაყენებლად შესაფერისი პოლიმერული კომპოზიტების სინთეზი, რომლებშიც მოხდება გრაფენის სხვადასხვა სტრუქტურის დოპინგი და მიღებული მასალების ფიზიკურ-მექანიკური მაჩვენებლებისა და თვისებების შესწავლა. სტანდარტის დაცვით. კვლევის მიზნები:

1. გრაფენის სტრუქტურების სინთეზი და კვლევა გრაფიტისგან გრაფენის სტრუქტურები სინთეზირდება ინტერკალაციისა და ჰამერის გაუმჯობესებული მეთოდებით, რომლებიც შედგება გრაფიტის დაჟანგვისგან კალიუმის პერმანგანატის და გოგირდმჟავას გამოყენებით. მიღებული მასალების იდენტიფიცირება მოხდება ულტრაიისფერი და რამანის სპექტროსკოპიული მეთოდებით.
2. გრაფენის/პოლიდიმეთილსილოქსანის კომპოზიტების სინთეზი სხვადასხვა კონცენტრაციის მქონე პოლიმერში გრაფენის სტრუქტურების დოპინგი განხორციელდება ხსნარების შერევისა და ხსნარების შერევის მეთოდებით. გრაფენის/პოლიდიმეთილსილოქსანის კომპოზიტები მიიღება ექსტრუზიით.
3. მიღებული პოლიმერული ნანოკომპოზიტების გამოკვლევა პროექტის ფარგლებში დამზადებული პოლიმერული ნანოკომპოზიტების ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლების შესწავლა და სტრუქტურულ-მორფოლოგიური კვლევა.