

ფერდინანდ თავაძის მეტალურგიისა და
მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტი

2014-2015- წლის სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის

შუალედური

ა ნ გ ა რ ი შ ი

თბილისი
2015

2014-2015 წლების სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის

შუალედური

ს ნ ბ ა რ ი შ ი

თბილისი
2015 წელი
შინაარსი

2014-2015- წლების დასრულებული და მიმდინარე გეგმიური სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების ანგარიში პრიორიტეტების მიხედვით

პრიორიტეტი 1.

საბაზო დაფინანსებით შესასრულებელი სამხედრო დანიშნულების დახურული სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოები

პრიორიტეტი 2.

ნაციონალური უსაფრთხოება, ახალი მასალების დამუშავება, ბუნებრივი რესურსების და წარმოების ნარჩენების რაციონალური გამოყენება 18

საბაზო დაფინანსებით შესასრულებელი მეტალურგიული და მასალათმცოდნეობის სამოქალაქო პროფილის სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოები

1.სამთო-მეტალურგიული და მომიჯნავე საწარმოთა არაკონდიციური ნარჩენებისაგან მადანთერმულ ღუმელებში ფეროსილიკოალუმინის წარმოების მიზანშეწონილობის ტექნიკური და ეკონომიური დასაბუთება, 18

2. „უსხმულო გლინვით“ საჯავშნე ალუმინის 8-11 მმ-იანი ნამზადების წარმოების პროცესის ოპტიმალური ტექნოლოგიური პარამეტრების დადგენა, 20

3. სპეციალური დანიშნულების მაღალ აზოტიანი კოროზიამედეგი ფოლადების დამუშავება, 22

4. Ti-B-C-N სისტემის კერამიკული მასალების ფუძეზე გრადიენტული საჯავშნე ელემენტების მიღების ტექნოლოგიების შემუშავება, 26

5. TiB_2 , ZrB_2 -ის და TiB_2/TiC , TiB_2/Al_2O_3 , ZrB_2/ZrC -ს კომპოზიციური კერამიკული მასალების მიღება 27
6. ფხვნილოვანი ბორშემცველი კომპოზიციური მასალების მიღება ნეიტრონ-შთანთქმელი და ცვეთამედეგი დანაფარებისათვის, 30
დამთავრებული პროექტი
7. გვიან შუასაუკუნეების ქართული იარაღ-საჭურველი. 34
საინიციატივო თემები: 36
1. გალიუმის შენადნობებით აქტივირებული ალუმინის მიღება წყალბადის მიკროგენერატორებში გამოყენების მიზნით
 2. სილიციუმის მონოკრისტალების მიღება და გამოკვლევა.
.....37
3. ინდივიდუალური დაცვის „თხევადი ჯავშანი“ 38
4. ნახშირბადისა და ბორის ნიტრიდის იზოსტრუქტურული ნანომასალების (ბოჭკოების, მილაკების, ფირების, ლითონშემცველი კლასტერების) მიღების მეთოდების დამუშავება 41

2014-2015- წლების დასრულებული და მიმდინარე გეგმიური სამეცნიერო -კვლევითი სამუშაოების ანგარიში პრიორიტეტების მიხედვით

2014-2015-2016 წლებში სსიპ-სსსტც „დელტა“-ს მიერ 2015 წლის 20 აპრილს დამტკიცებული გეგმის თანახმად, ინსტიტუტი ასრულებს შემდეგ სამეცნიერო-კვლევით სამუშაოებს:

პრიორიტეტი 1. სამხედრო დანიშნულების 6 დახურული სამეცნიერო-კვლევით სამუშაოს საბაზო დაფინანსებით;

პრიორიტეტი 2.

მეტალურგიული და მასალათმცოდნეობის, სამოქალაქო პროფილის 7 სამეცნიერო-კვლევით სამუშაოს. ნაციონალური უსაფრთხოება, ახალი მასალების დამუშავება, ბუნებრივი რესურსების და წარმოების ნარჩენების რაციონალური გამოყენების მიმართულებით. საბაზო დაფინანსებით

სამ საინიციატივო თემას რომელიც ბიუჯეტიდან არ ფინანსდება.

ქვემოთ მოყვანილ ანგარიშში წარმოდგენილია პრიორიტეტი 2-ის 7- პროექტი. მათ შორის ერთი პროექტი დასრულებულია და წარმოგიდგენილია მოკლე ანგარიშის სახით. (სრული ანგარიში დამთავრებული პროექტისა გადმოგეცემათ მოთხოვნის შემთხვევაში).

პრიორიტეტი 2. ნაციონალური უსაფრთხოება, ახალი მასალების დამუშავება, ბუნებრივი რესურსების და წარმოების ნარჩენების რაციონალური გამოყენება

თავი I. საბაზო დაფინანსებით შესასრულებელი მეტალურგიული და მასალათმცოდნეობის სამოქალაქო პროფილის სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოები

1.სამთო-მეტალურგიული და მომიჯნავე საწარმოთა არაკონდიციური ნარჩენებისაგან მაღანთერმულ ღუმელებში ფეროსილიკოალუმინის წარმოების მიზანშეწონილობის ტექნიკური და ეკონომიური დასაბუთება,2015-წწ

პროექტის ხელმძღვანელი: ტ.მ.დ.ჯ.მოსია

ლაბორატორიაში 2015 წელს დაიწყო და მომავალ წელსაც გაგრძელდება სამუშაოები გეგმიური სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოს “სამთო-მეტალურგიული და მომიჯნავე საწარმოთა არაკონდიციური ნარჩენებისაგან მაღანთერმულ ღუმელებში ფეროსილიკოალუმინის წარმოების მიზანშეწონილობის ტექნიკური და ეკონომიური დასაბუთება” სამუშაოს მიზანია სამთო-მეტალურგიულ და მომიჯნავე საწარმოთა წვრილფრაქციული ნარჩენებიდან მიღებული კომპაქტირებული კაზმებისაგან და ფრაქციონირებული მაღალთიხამიწაშემცველი ლიპტობიოლიტური ნახშირებისა და ქანებისაგან ფეროსილიკოალუმინის მიღების ტექნოლოგიის დამუშავება, საცდელი უბნის მოწყობა, სათანადო მოწყობილობებით მისი კომპლექტაციის ტექნიკური გადაწყვეტის შერჩევა. მსხვილლაბორატორიული (250-500 კვა სიმძლავრის მუდმივი დენის მაღანთერმული ღუმელის ბაზაზე) საცდელი დნობების ჩატარება და მისი შედეგების ანალიზის საფუძველზე ფეროსილიკოალუმინის წარმოების მიზანშეწონილობის ტექნიკური და ეკონომიური დასაბუთება.

საანგარიშო პერიოდში კვლევის კვარტალური გეგმების შესაბამისად ჩატარებულია:

- ჩვენი ქვეყნის სამთო-მეტალურგიული და მომიჯნავე საწარმოთა წარმოების მაღალთიხა-მიწიანი ნარჩენების მარაგების თაობაზე ინფორმაციების დაზუსტება. მათი შესაძლო გადამუშავების ტექნოლოგიებზე ინფორმაციის მოგროვება და სისტემატიზაცია.
- სილიციუმალუმინიანი შენადნობების მიღების არსებული ხერხების მიმოხილვა ნახშირის გამდიდრების ნარჩენებისა და თბოელექტრო-სადგურების ნაცრების გამოყენებით და პრიორიტეტული მიმართულებების განსაზღვრა. სილიციუმალუმინიანი შენადნობების მიღების არსებული ხერხების ანალიზი და დადგენილია ნახშირის გამდიდრების ნარჩენებისა და თბოელექტროსადგურების ნაცრების გამოყენებით მათი მიღების პრიორიტეტული მიმართულებები;

- აღნიშნული ტექნოლოგიის დასამუშავებლად დადგენილ იქნა ტყიბულის სამთო-გამამდიდრებელ კომბინატში საცდელი ნიმუშების წარმომადგენლობითი ნიმუშების აღების სავარაუდო წერტილები, მათი სახეები;
- აღებულია საანალიზო სინჯები და ჩატარებულია მათი ტექნიკური ანალიზი, რისთვისაც საერთაშორისო სტანდარტის შესაბამისად ავაწყვეთ დანადგარი და ჩავატარეთ ანალიზებიც. დაზუსტებულია ცდებისათვის მათი მომზადების მეთოდები, რომელიც ითვალისწინებს მისაღები ლითონის შემადგენლობაში ალუმინის შემცველობის ცვალებადობას ფართო კონცენტრაციულ ინტერვალში, ნარჩენებში მყარი ნახშირბადის რაოდენობასა და მთლიანი მასის გრანულომეტრიულ შემადგენლობას. თბო-ელექტროსადგურების დაგროვილი წიდანაცრული ნარჩენების წარმომადგენლობითი სინჯების აღება მოხდა რუსთავის წიდა საყრელიდან.
- დერივატოგრაფიული მეთოდის გამოყენებით შესწავლილია გამოყენებული კომპონენტებისა და კაზმების თერმული დესტრუქციის პროცესები, მათი მიმდინარეობის ტემპერატურული ინტერვალები და დინამიკა.
- შესწავლილია საკაზმე მასალებისა და კაზმების თბოფიზიკური თვისებები (თბომოხმარება, სითბოტევადობა და თბოგამტარობის კოეფიციენტი).
- შვედური უნივერსალური კომპიუტერული პროგრამული კომპლექსის “თჰერმოცალც” გამოყენებით ჩატარებულია ფეროსილიკოალუმინის გამოდნობის დროს მიმდინარე რთული ქიმიური გარდაქმნების წინასწარი პროგნოზირება და გაკეთებულია აქცენტები შენადნობისა და კაზმების სავარაუდო შემადგენლობებზე.
- დადგენილია $\text{CaO-MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ სისტემაში ოქსიდური ნადნობების სიბლანტის, ზედაპირული დაჭიმულობისა და ელექტრული გამტარებლობის ტემპერატურასა და შედგენილობაზე დამოკიდებულებები

ჩატარებული კვლევები გვიჩვენებს, რომ სამთო-მეტალურგიული მრეწველობის ნარჩენები წარმოადგენენ ტექნოგენურ საბადოებს, რომლებიც პერსპექტიულია გადამუშავებისათვის. ეს საშუალებას იძლევა გავზარდოთ მინერალურ-ნედლეულებრივი კომპლექსის მარაგები, შევამციროთ დანახარჯები ძირითადი სასარგებლო ნედლეულის გამდიდრებაზე. მინერალური ნედლეულისა და ტექნოგენური პროდუქტების კომპლექსური გამოყენების სპეციფიკას გააჩნია გარკვეული თავისებურებები. ის განისაზღვრება დაბალი ხარისხის ნედლეულიდან საპასუხისმგებლო და დასამზადებლად ძნელი პროდუქციის მსხვილ მასშტაბური წარმოებით და მოითხოვს როგორც ფუნდამენტური, ასევე გამოყენებითი კვლევების ჩატარებას. მკაფიოდ ჩანს მათი ერთდროული და ურთიერთმიბმული გადაწყვეტის აუცილებლობა.

კვარტალური გეგმის შესაბამისად ეგმ-ის გამოყენებით დამუშავებულია ტყიბულის ნახშირების მოპოვებისა და გამდიდრების არაკონდიციური ნარჩენებისაგან ფეროსილიკოალუმინის ელექტროთერმული წარმოების პროცესის მოდელირების ოპტიმალური ალგორითმი და შექმნილია ტექნოლოგიური პროცესების მართვის კომპიუტერული პროგრამა. იგი საშუალებას იძლევა საკაზმე მასალების შემადგენლობისა და ხარჯვის პარამეტრების ცვლილებისას

ოპერატიულად დაავადებით შენადნობის სავარაუდო შემადგენლობა და შევიტანოთ სათანადო ცვლილებები დნობის პროცესში.

ელექტროდნობის მეთოდით ნახშირის გამდიდრების გვერდითი პროდუქტებიდან და თეს-ის ნაცრებიდან ფეროსილიკოალუმინის მიღების პროცესისათვის დადგენილია შენადნობის შემადგენლობის ცვლილების ზღვრები კაზმის ძირითადი კომპონენტების შემცველობის ფართო დიაპაზონში და ფეროსილიკოალუმინის მიღების ოპტიმალური სქემა.

2. „უსხმულო გლინვით“ საჯავშნე ალუმინის 8-11 მმ-იანი ნამზადების წარმოების პროცესის ოპტიმალური ტექნოლოგიური პარამეტრების დადგენა, 2015წ.

პროექტის ხელმძღვანელები: გ.ქევხიშვილი ტ.მ.კ. აკად.დოქ. უფ.მეც თან
ჯ.შარაშენიძე ტ.მ.დ. მთავ.მეც.თან

დამუშავებულია ამ საკითხთან დაკავშირებით არსებული ლიტერატურა. ღრმა ანალიზის საფუძველზე დადგენილია სხვადასხვა თაობის საჯავშნე ალუმინის თვისებები და აქედან გამომდინარე თითოეული მათგანის გამოყენების სფერო. დღეისთვის ცნობილია სამი თაობის საჯავშნე ალუმინის შენადნობები:

I- თაობის საჯავშნე ფურცლები წარმოებული იყო Mg-სა და MnSi-იუმის ბაზაზე, II-თაობაში კი ძირითად მალეგურილებელ ელემენტს უკვე Zn, Mg, Mn წარმოადგენდა, ხოლო III თაობაში წამყვანს სპილენძი წარმოადგენს იშვიათი გამონაკლისის გარდა, როცა დამატებით 0,5% ვერცხლი იხმარება. თითქმის ყველა თაობის შენადნობებში მალეგირებელი ელემენტების რაოდენობა შენადნობში 5-7%-ის ფარგლებში მერყეობს. სისალის მიხედვით ეს შენადნობები ორ ჯგუფად იყოფიან: პირველი დაბალი და საშუალო სისასლის შენადნობები (Hb-80-120) და მეორე მაღალი სისალის Hb-130-180-დან ზევით. პირველი ჯგუფის საჯავშნე ალუმინის ფურცლები ტყვია საწინააღმდეგოა. მეორე ჯგუფი ეფექტურია ნაღმების ნამსხვრევების საწინააღმდეგოდ.

გარდა ამისა სათაო ოფისიდან მოგვაწოდეს დღეს ნატოს შეიარაღებაში არსებული ალუმინის საჯავშნე ფილის ნიმუში, რომელიც კვლევების პროცესში გამოყენებული იქნა როგორც ეტალონი, თავისი მექანიკური და სტრუქტურული თვისებების მიხედვით. სხვადასხვა მეთოდებით დადგენილია ამ ფილის ქიმიური შემადგენლობა როგორც გაირკვა შენადნობში მალეგირებელი ელემენტების ჯამური რაოდენობა 2,3- 2,5 % არ აღემატება (Mg-0,6-0,75%; Mn 0.8-0.92%; Si 1,2-1,35%).

როგორც ვხედავთ ამ ფილის ქიმიური შემადგენლობა საკმაოდ განსხვავდება ნებისმიერი თაობის შენადნობთა ქიმიური შემადგენლობისგან ე.ი. ის საჭირო მექანიკური თვისებები რაც საჯავშნე მასალების წინაშე დგას თერმული დაამუშავებისა და გარკვეული სიდიდის მოჭიმვების საშუალებით არის მიღწეული, რაც ჩვენი კვლევების ძირითად მიმართულებას წარმოადგენს. ექსპერიმენტული კვლევების პროცესში თითოეული თაობის საჯავშნე ალუმინის შენადნობების ქიმიური შემადგენლობის მიხედვით, ისევე როგორც ჩვენს ხელთ არსებული საჯავშნე ფილის ქიმიური შემადგენლობის გათვალისწინებით ჩამოსხმული და დამზადებულია საცდელი ნიმუშები რომლებიც შესწავლის პროცესში იმყოფებიან. ნიმუშები მიღებულია ჩამოსხმით, მცირე ზომის ყალიბებში დეფორმაციის

გარეშე, რათა სხვადასხვა სიდიდის მოჭიმვების შემდეგ დადგინდეს მოჭიმვის ოპტიმალური მნიშვნელობები.

ამჟამად მიმდინარეობს ჩვენს ხელთ არსებული მონაცემების ანალიზი და თეორიული გათვლებით შეფასებულ ჩამოსხმის პარამეტრებსა და ექსპერიმენტალურად მიღებულ პარამეტრებს შორის განსხვავების დადგენა, ცდომილების კოეფიციენტის განსაზღვრა.

როგორც წესი ყოველი ჩამოსხმის დროს ხდება ყველა ძირითადი ტექნოლოგიური პარამეტრის (გამოწევის სიჩქარე, გლინებზე წარმოქმნილი ძალები, (ტემპერატურა ლითონის და გამაცივებელი წყლის) პარალელურ რეჟიმში ჩაწერა. მიუხედავად იმისა წარმატებით ჩაიარა ჩამოსხმამ თუ ავარიით დამთავრდა წარმოებს ამ ჩანაწერების ანალიზი, რაც საგრძნობლად გვეხმარება სხვადასხვა კვეთის ნამზადისთვის თეორიულად ოპტიმალური ჩამოსხმის პარამეტრების განსაზღვრაში.

მაგრამ აქამდე ჩანაწერების სიმცირის გამო ძირითადი აქცენტი გამოწევის ძალებსა და სიჩქარის შორის ურთიერთდამოკიდებულებაზე იყო გაკეთებული, რაც პრაქტიკულად გამორიცხავდა ლითონის ქიმიური შემადგენლობის გავლენის შესწავლას ჩამოსხმის პროცესის სტაბილურობაზე. სწორედ ამის გამო ხშირი იყო თეორიულად განსაზღვრულ და რეალურად არსებულ ჩამოსხმის ტექნოლოგიურ პარამეტრებს შორის სხვაობა რაც რიგ შემთხვევაში ავარიის მიზეზი ხდებოდა.

დღეისთვის დაგროვდა “უსხმული გლინვის” მეთოდით, სხვადასხვა ქიმიური შემადგენლობის ლითონის ჩამოსხმის ჩანაწერების საკმაოდ რაოდენობა, რაც საშუალებას იძლევა თეორიული შეფასების, პროგნოზირებით გავითვალისწინოთ სხვა პარამეტრებთან ერთად (სიჩქარე და ძალები). ეს პროცესი საკმაოდ შრომატევადია, მაგრამ სწორი მეთოდის შემუშავების შემთხვევაში საგრძნობლად შეამცირებს საკმაოდ ღირებულ და შრომატევად ექსპერიმენტალური კვლევების ხვედრით წილს ჩამოსხმის ოპტიმალურ პარამეტრების თეორიულად განსაზღვრის პროცესში.

დადგენილია სხვადასხვა თაობის საჯავშნე ფილის ოპტიმალური ქიმიური შემადგენლობა და ფიზიკო მექანიკური მახასიათებლები; დამუშავდა საჩამოსხმო-საგლინავი დანადგარის რეკონსტრუქციის პროექტი, რაც აუცილებელია კომპოზიტური (ფენოვანი) საჯავშნე ფილების ჩამოსხმის და ნამზადების სისქის გასაზრდელად 30÷50 მმ-დე.

ჩამოსხმის პროცესის ტექნოლოგიური პარამეტრების (გამოწევის სიჩქარე, გლინებზე წარმოქმნილი ძალები, ლითონის ტემპერატურა, ქიმი. შედგენილობა) ჩანაწერების დეტალური ანალიზით შესაძლებელი გახდა ნებისმიერი სისქისა და ქიმი. შედგენილობის ალუმინის შენადნობებისათვის თეორიულად ჩამოსხმის ოპტიმალური ტექნოლოგიური პარამეტრების განსაზღვრა, რაც საგრძნობლად შეამცირებს საკმაოდ ძვირადღირებულ და შრომატევად ექსპერიმენტალურ კვლევების ხვედრით წილს სხვადასხვა დანიშნულების ნამზადების ჩამოსხმის ტექნოლოგიის დადგენის საქმეში. დამუშავდა საჩამოსხმო-საგლინავი დანადგარის რეკონსტრუქციის პროექტი, რაც საშუალებას მოგვცემს საგრძნობლად გავზარდოთ ჩამოსხმული ნამზადების სისქე (30÷50მმ-დე). რის გარეშეც შეუძლებელია კომპოზიტური (ფენოვანი) საჯავშნე ფილების ჩამოსხმა.

3. სპეციალური დანიშნულების მაღალ აზოტიანი კოროზიამდეგი ფოლადების დამუშავება, 2015წ.

პროექტის ხელმძღვანელი: ნ.ლუარსაბიშვილი ტ.მ.კ. აკად.დოქტ. მთავ.მეც.თან

სპეციალური დანიშნულების კოროზიამდეგი ფოლადებიდან დამზადებული ნაწარმი, რომელიც გამოიყენება, როგორც სამხედრო ასევე, სამოქალაქო დანიშნულებისათვის მეტად ძვირფასია.

ცნობილია სტანდარტული ქრომ-ნიკელის ან ნიკელის ფუძეზე სხვადასხვა ელემენტების დამატებით მიღებული რთულადლევირებული კოროზიამდეგი ფოლადები და შენადნობები. მაგრამ უკანასკნელ წლებში ნიკელის გაძვირებამ და მისმა აღერგებობამ ადამიანის ორგანიზმზე, ბიძგი მისცა უნიკელო შენადნობების მიღებისათვის მიძღვნილ კვლევებს. ამ მხრივ მნიშვნელოვანია ახალი მაღალაზოტიანი უნიკელო ფოლადები, რომლებმაც გამოამჟღავნეს უნიკალურ თვისებები. კერძოდ სიმტკიცის მაღალ მანველებლბთან ერთად კარგი პლასტიკურობა, გაზრდილი კოროზიამდეგობა და რაც ძალზე მნიშვნელოვანია, ნიკელის აზოტით შეცვლით გამოწვეული ეკონომიური ეფექტურობა.

მაღალაზოტიანი ფოლადები წარმოადგენენ ძირითადად ქრომით, ნიკელით, მანგანუმით, მოლიბდენით, ვანადიუმით ლევირებულ ძვირფას შენადნობებს, რომლებიც საერთო დანიშნულების ფოლადებისაგან განსხვავებით გამოიყენებიან ვიწრო მიმართულებით და გააჩნიათ უნიკალური ფიზიკო-ქიმიური და მექანიკური თვისებები.

მოვიყვანო 2 მაგალითს

ფოლადი	C	Cr	Mo	Mn	Ni	S	Si	Cu	
Cronidur 30	0,25-0,35	14-16	0,85-1,00	1,00	0,5	-	-	-	0,3-0,5
“Bio Dur 108”	0,05	21	0,8	23	0,03	0,005	0,40	0,10	0,97

Cronidur 30 არის ესენის ფირმის მიერ წარმოებული მარტენსიტული კლასის ფოლადი. იგი გამოირჩევა მაღალი კოროზიამდეგობით, კარგი დამუშევადობადობით, თერმული დამუშავებისას ზომების მაღალი სტაბილურობით, ხეხვით და პოლირებით ოპტიმალური ხარისხიანი ზედაპირის მიღების შესაძლებლობით, მაღალი სიმტკიცით და სისალით (54-61RC) მაღალ დინამიკურ მახასიათებლებთან ერთად, კარგი ცვეთამდეგობით, 500 გრადუსამდე მოშვებისადმი მაღალი მდგრადობით, განსაკუთრებული სისუფთავით, რომელიც მიღწეულია წნევის ქვეშ ელექტროწიდური გადადნობით, ოპტიმიზირებული და ერთგვაროვანი მიკროსტრუქტურით, რომელიც მიიღწევა სპეციალური ინდივიდუალური ჰედვით მიკროდისპერსული, უპირატესად ქრომის 6-10 მიკრონი ზომის კარბონიტრიდების ჩამოყალიბებით.

გამოყენების სფეროებია: საავიაციო მრეწველობა, მანქანათმშენებლობა, ქიმიური მრეწველობა, ფარმაცევტული და სამედიცინო დანიშნულების იარაღების წარმოება. სამედიცინო დანიშნულებით, განსაკუთრებით ინპლანტატებისათვის დაწინაურებულია კარპენტერის ტექნოლოგიური კორპორაციის მიერ შემუშავებული უნიკელო მაღალაზოტიანი ქრომ-მანგანუმიანი აუსტენიტური კლასის ფოლადი “Bio Dur 108”

ამრიგად, მაღალაზოტიანი ფოლადები მიეკუთვნებიან განსაკუთრებით მაღალ ხარისხიან შენადნობებს, რომელთა მისაღებად აუცილებელია თანამედროვე ვაკუუმურ-ინდუქციური, პლასმური დნობის და აზოტის წნევის ქვეშ ელექტროწიდური გადადნობის მოწინავე ტექნოლოგიების გამოყენება. ამ

ტექნოლოგიების რეალიზება მხოლოდ თანამედროვე აპარატურით და დანადგარებით არის შესაძლებელი, რაც დიდ კაპიტალ დაბანდებას მოითხოვს.

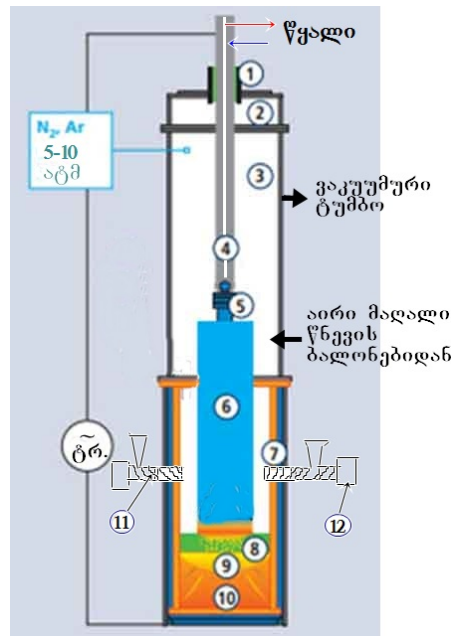
ფ.თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტში არსებობს ინტელექტუალური პოტენციალი და ტექნიკური საშუალებები, რათა ეს მეტად რთული პრობლემა იქნას გადაჭრილი.

დამუშავდეს სპეციალური კოროზიამდებევი ფოლადების მიღების ტექნოლოგიები ქვეყნის თავდაცვის და სამოქალაქო სექტორისათვის.

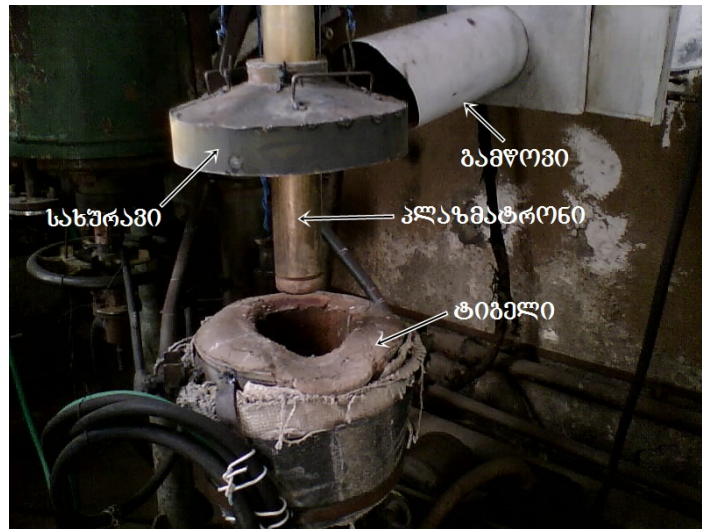
პროექტის მიზანია – შეიქმნას მაღალაზოტოვანი სპეციალური დანიშნულების კოროზიამდებევი ფოლადები.

მიზნის მისაღწევად გამოყენებული იქნა ინსტიტუტში არსებული სიმძლავრეები, დანადგარები, მოწყობილობები, ხოლო კვლევის დროს წარმოქმნილი პრობლემების დასაძლევად მოხდა მათი მოდერნიზაცია ან ახალი ექპერიმენტული აპარატურის შექმნა.

ელექტრო-წიდური დნობის დანადგარი



შეიცვალა მაღალი წნევის კამერის კონსტრუქციის დეტალები, რაც აზოტის წნევის 10-დან 20 ატმოსფერომდე გაზრდას უზრუნველყოფს.



დამუშავდა პროექტი პლაზმური დნობის დანადგარის სადნობი ტიგელისათვის: 10-15 კგ მასის სადნობი ტიგელი თხევადი ლითონის ელექტრო-მაგნიტური მომრევით უზრუნველყოფს პლაზმა-წიდური დნობის სტაბილურ პროცესს, ლითონის ქიმიურ ერთგვაროვნებას და მაღალ ხარისხს. მოძიებულია მასალები აღნიშნული ნაღობის დასამზადებლად.

სხვადასხვა ქვეყნებში არსებული მიღწევების ანალიზი აჩვენებს, რომ აზოტის მაღალი შემცველობის მისაღწევად ელექტროწიდური გადადნობის პროცესში აზოტის მაღალი წნევა არ არის საკმარისი ნაღობში მისი მაღალი კონცენტრაციის მისაღებად, ვინაიდან აიროვანი მდგომარეობიდან თხევადი წიდის გავლით (რომელიც ბარიერის როლს თამაშობს) აზოტის თხევად ლითონში გადასვლა გაძნელებულია. ამიტომ იყენებენ მაღალაზოტიან ფხვნილოვან ნაერთებს, როგორც არის სილიციუმის ნიტრიდი ან ქრომის ნიტრიდი. ვინაიდან, ჩვენ შემთხვევაში სილიციუმის არსებობა, როგორც ფერიტწარმოქმნელი ელემენტისა, არ არის

სასურველი, ძირითადი ყურადღება ეთმობა ელექტროწიდური გადადნობის პროცესში ქრომის ნიტრიდის ფხვნილის გამოყენებით.

უნდა აღინიშნოს, რომ ქრომის ნიტრიდის ფხვნილების მწარმოებლები (ძირითადად ჩინური კომპანიები) გვთავაზობენ წვრილდისპერსულ ფხვნილებს. გამდნარ წიდაზე მირთვის დროს კი რეკომენდირებულია 0,5-1 მმ ზომის ფხვნილები. ინსტიტუტის თმს ლაბორატორიას აქვს შესაძლებლობა მიღებულ იქნას ექსპერიმენტისათვის აუცილებელი მცირე რაოდენობის ქრომის ნიტრიდი.

ინსტიტუტის დისლოკაციის შეცვლის გამო დემონტაჟი გაუკეთდა ინდუქციურ და პლაზმურ სადნობ ღუმელს და ელექტროწიდური დნობის დანადგარს. ამიტომ საკვლევი შენადნობების მიღება მოხდება საამქროს მშენებლობის დამთავრების და დანადგარების მონტაჟის შემდეგ, რომელიც 2016 წლის პირველ კვარტალში დასრულდება.

ამჟამად მიმდინარეობს და 2016 წლის პირველ და მეორე კვარტალში გაგრძელდება შემდეგი სამუშაოები:

1. რენტგენულ დიფრაქტომეტრებს «ДРОН-2 , ДРОН-4» მოწვეული უკრაინელი სპეციალისტის მიერ ჩაუტარდა პროფილაქტიკური სარემონტო და მოდერნიზაციის სამუშაოები. ორივე დანადგარი მუშაობს გამართულად. გაყვანილ იქნა ინტერნეტი, რაც საშუალებას გვაძლევს გვქონდეს წვდომა მსოფლიოს მონაცემთა ბაზებთან.
2. მიმდინარეობს ექსპერიმენტული ხელსაწყო და კომპლექტება გოგირდწყალბადის შემცველ არეებში ფოლადების კოროზიული მახასიათებლების ასაღებად.
3. მიმდინარეობს სამუშაოები დიფრაქტომეტრ ДРОН-2-სათვის მაღალტემპერატურული კამერის მონტაჟისა და საექსპლოატაციო რეჟიმების დასადგენად.
4. ჩატარებულია არსებული საკვლევი ფოლადების ნიმუშების თერმული დამუშავება (წრთობა + მოშვება სხვადასხვა ტემპერატურებზე) და მეტალოგრაფიული ანალიზი.
5. ჩატარდა თერმული დამუშავების დროს მყარი ხსნარიდან ნიტრიდების და კარბონიტრიდების გამოყოფის პროცესის რენტგენოგრაფიული კვლევა.
6. გამოკვლეული იქნება გოგირდწყალბადის შემცველ არეებში (ზღვის წყალი და ნავთობი) ფოლადების კოროზიული მახასიათებლებზე თერმული დამუშავების გავლენა.
7. მოხდება ელექტროწიდური გადადნობის დანადგარის მოდერნიზაცია, მონტაჟი და გაშვება.
8. პლაზმური დნობის დანადგარის მონტაჟი და დნობის ჩატარება.
9. მიღებულ იქნება ფოლადი სამედიცინო დანიშნულებისათვის.

1. მშენებარე ექსპერიმენტული კორპუსის პირველ სართულზე განსაღებელი პლაზმური დნობის და ელექტროწიდური გადადნობის დანადგარების ადგილმდებარეობის და მათი ფუნქციონირებისათვის აუცილებელი კომუნიკაციების (ელექტრომომარაგება, ტექნიკური წყალი, ვენტილაცია, განათება) გაყვანასთან დაკავშირებით ჩატარდა მოსამზადებელი სამუშაოები საპროექტო ორგანიზაციისა და მშენებლებთან ერთად.

2. მოძიებულ იქნა ციფრული თვითჩამწერი თერმომანტომეტრული კვლევის შედეგების კომპიუტერული დამუშავების მიზნით;
3. მოძიებულია ულტრაბერითი გენერატორი და მიმდინარეობს მოდელური კვლევები თხევად ლითონებში გაზის ბუშტების წარმოქმნის მექანიზმის და მალეგირებელი ელემენტების შეყვანის მექანიზმის გამოსავლენად;
4. მიმდინარეობს თერმული დამუშავების დროს ნიტრიდწარმოქმნის პროცესის კვლევა;
5. მიმდინარეობს ელექტროწიდური გადაღობის დანადგარისათვის მაღალი წნევის კამერის მოდერნიზაცია.

ჩატარდა მოსამზადებელი სამუშაოები საპროექტო ორგანიზაციასა და მშენებლებთან ერთად. მოხდა კვლევის შედეგების კომპიუტერული დამუშავება; მიმდინარეობს მოდელური კვლევები თხევად ლითონებში გაზის ბუშტების წარმოქმნის მექანიზმის და მალეგირებელი ელემენტების შეყვანის მექანიზმის გამოსავლენად; მიმდინარეობს თერმული დამუშავების დროს ნიტრიდწარმოქმნის პროცესის კვლევა; მიმდინარეობს ელექტროწიდური გადაღობის დანადგარისათვის მაღალი წნევის კამერის მოდერნიზაცია.

4. Ti-B-C-N სისტემის კერამიკული მასალების ფუძეზე გრადიენტული საჯავშნე ელემენტების მიღების ტექნოლოგიების შემუშავება, 2015წ

სამეცნიერო კონსულტატი: გ.თავაძე ტ.მ.დ. პროფესორი, ეროვ. აკდ. აკადემიკოსი
სამუშაოს ხელმძღვანელები: გ.ონიაშვილი ტ.მ.დ. პროფესორი ლაბორა.ხელმძღ.

ზ.ასლამაზაშვილი, ტ.მ.კ. აკდ.დოქ. მთავ. მეც.თან

თმს მეთოდით Ti-B-N და Ti-B-N-C სისტემების ერთდროულად ორი კერამიკის ფუძეზე გრადიენტული მასალების მიღების შესაძლებლობის შესასწავლად ჩვენს მიერ შემოთავაზებული იყო შემდეგი სისტემები:

- 1- Ti-B-C-N-Cu;
2. Ti, Ti-B-C-N-Cu ;
3. Al, Ti-B-C-N-Cu ;
4. Ti-Al, Ti-B-C-N;
5. X18H15, Ti-B-C-N-Cu;
6. Ti-Cr-C- X18H15;
7. X18H15, Ti-B-C-N-Cu ;
8. TH50, Ti-B-C-N-Cu;
9. Ti-B-N-Cu, TH50;
10. Ti-B-C-N-Cu, TH50 II Ti-B-N-Cu.

შერჩეული სისტემებისათვის მიღებულია ნიმუშები. კაზმებიდან მომზადებული დაწნეხილი ბრიკეტები თავსდებოდა წნეხფორმაში. სინთეზის პროცესის ინიცირებისათვის გამოიყენებოდა ვოლფრამის სპირალი წინასწარ გამომშრალ 200-800 მკმ დისპერსიულობის ქვიშაში, რომელიც თამაშობს თბოიზოლატორის როლს და რომლის შემდეგ ხდება ნიმუშზე დამწნეხავი ძალის გადაცემა.

ნიმუშების მიღება ხდება სინთეზისა და კომპაქტირებისათვის აუცილებელი წინასწარ ექსპერიმენტულად განსაზღვრული ყველა პარამეტრის (წინასწარ დაწნეხვის დრო, ინიცირების დაწყებისა და ხანგრძლივობის დრო, წინასწარ დაწნეხვისას წნევის ქვეშ დაყოვნების დრო, უკვე სინთეზირებული ნიმუშის წნევის ქვეშ დაყოვნების დრო, აგრეთვე წინასწარ და საბოლოო დაწნეხვის წნევების მნიშვნელობების ოპტიმალური სიდიდეები) გათვალისწინებით.

შესწავლილია თმს მეთოდით Ti-B-N და Ti-B-C-N სისტემების კერამიკის ფუძეზე გრადიენტული მასალების მიღების შესაძლებლობა და დადგენილია, რომ ჩვენს მიერ შერჩეულ სისტემებში შესაძლებელია წინასწარდასახული თვისებების მქონე გრადიენტული მასალების მიღება. დადგენილია სინთეზისა და კომპაქტირების ოპტიმალური პარამეტრები.

მიმდინარეობს ორი კერამიკის ფუძეზე Ti-B-N Ti-B-N-C გრადიენტული მასალების საცდელი ნიმუშების დამზადება; განსაზღვრულია ორი კერამიკის ფუძეზე ოპტიმალურ პირობებში მიღებული გრადიენტული ნიმუშების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები; საწყისი კომპონენტების საბოლოო პროდუქტად გარდაქმნის თანმიმდევრობის ცოდნა საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ არა მარტო კაზმების ოპტიმალური შემადგენლობა და მასალების მიღების ტექნოლოგიური პარამეტრები, არამედ გავაკეთოთ პროგნოზირება ამ მასალების საექსპლუატაციო თვისებების შესახებ. დადგენილია რომ ხარისხიანი

გრადიენტული მასალის მისაღებად აუცილებელია ორიდან ერთი პირობა მაინც შესრულდეს ესენია: ფენების სინთეზის სინქარეები უნდა იყოს დაახლოებით თანაბარი, ან ფენები უნდა შეიცავს თითო მაინც მსგავს ფაზას.

5. TiB₂, ZrB₂ -ის და TiB₂ /TiC, TiB₂ /Al₂O₃ , ZrB₂/ZrC-ს კომპოზიციური კერამიკული მასალების მიღება,2015წ

პროექტის ხელმძღვანელი: ჯ.ბაღდავაძე ტ.მ.დ. მთავ.მეც.თან

განვიხილოთ ლიტერატურაში არსებული ჩვენს მიერ შესასწავლი მასალების მიღების შესახებ შესრულებული სამუშაოები. მოძიებული იქნა მათ შესახებ უახლესი ლიტერატურული მონაცემები და ჩატარდა მათი ანალიზი. მიმოხილვამ გვიჩვენა, რომ პრაქტიკაში გამოყენების მაღალი მოთხოვნის გამო TiC, TiB₂, ZrC, ZrB₂, TiB₂ /TiC, ZrB₂/ZrC, Al₂O₃/TiB₂ კერამიკული ნაერთებისა და სხვა კომპოზიციური მასალების მიღებას დიდი ყურადღება ექცევა. მრავალფეროვანი თვისებების მქონე ამ მასალების მი-საღებად დამუშავებულია სხვადასხვა მეთოდები. ამიტომ მიზანშეწონილია მიღების ისეთი ხერხის შერჩევა, რომელიც ეკონომიური თვალსაზრისით ნაკლებ ხარჯებს მოითხოვს. ჩვენს შემთხვევაში, ზემოთ აღნიშნული მასალების მისაღებად შერჩეული იქნა კარბოთერმული და ლითონთერმული მეთოდები, რომელთა ყველაზე ხელსაყრელი რეჟიმის დადგენისათვის საჭიროა ზემოთაღნიშნული მასალების მიღების პროცესების სრული თერმოდინამიკური ანალიზი, რაც ნაკლები ექსპერიმენტის ჩატარების საშუალებას მოგვცემს. გარდა ამისა ერთი რეაქციით შესაძლებელი გახდება მრავალნაერთიანი სხვადასხვა შედგენილობის კერამიკული კომპოზიციური მასალების მიღება. ამ მიზნით ჩავატარეთ TiB₂- ის და TiB₂/TiC, TiB₂/Al₂O₃ კომპოზიციური მასალების მიღების პროცესების სრული თერმოდინამიკური ანალიზი (სთა) კომპიუტერული პროგრამა ASTRA-4 პროგრამის გამოყენებით.

ვიანგარიშეთ ზოგიერთი ნაერთის უცნობი თერმოდინამიკური მახასიათებლები:

TiC_{0.1}O_{0.9} ოქსიკარბიდებისათვის: $\Delta H_{298}^0 = -1257$ კალ/მოლი, $\Delta H_{დნ.} = 10733$ კალ/მოლი, $C_{p_{თხ.}} = 17.393$ კალ/მოლი. .

TiC_{0.75}O_{0.25} ოქსიკარბიდებისათვის: $\Delta H_{298}^0 = -68925$ კალ/მოლი, $\Delta H_{დნ.} = 37090$ კალ/მოლი, $C_{p_{თხ.}} = 66.02$ კალ/მოლი., $K. T_{დნ.} = 2804$ K.

TiC_{0.4}O_{0.6} ოქსიკარბიდებისათვის: $\Delta H_{298}^0 = -95420$ კალ/მოლი, $\Delta H_{დნ.} = 14198$ კალ/მოლი, $C_{p_{თხ.}} = 16.989$ კალ/მოლი., $K. T_{დნ.} = 2453$ K.

TiAl- სათვის: $\Delta H_{დნ.} = 6553$ კალ/მოლი, $H_{298}^0 - H_0^0 = 1954.5$ კალ/მოლი,

AlB₂ - სათვის: $\Delta H_{298}^0 = -36090$ კალ/მოლი, $\Delta H_{დნ.} = 13849$ კალ/მოლი,

$C_{p_{თხ.}} = 29.01$ კალ/მოლი,

შესრულებულია TiO₂ და B₂O₃-ის აღუშინთან ურთიერთქმედების პროცესის თერმოდინამიკური ანალიზი შემდეგი რეაქციისათვის:



ამ სისტემის სრული თერმოდინამიკური ანალიზის შედეგები ლიტერატურაში არ მოიპოვება. ამიტომ ინტერეს იწვევს აღნიშნული სისტემის სთა-ს შესრულება. თერმოდინამიკურმა ანალიზმა გვიჩვენა, რომ პროცესი მაღალტემპერატურული

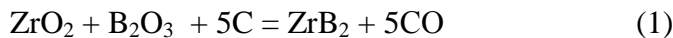
ეგზოთერმული ეფექტით მიმდინარებს და აღდგენა 500 K-ის ქვემოთ მთავრდება. აუცილებელია აღინიშნოს, რომ ამ ტემპერატურაზე პროცესი პრაქტიკულად არ განხორციელდება და სისტემა მოითხოვს გადასურებას, რომლის შემდეგ რეაქცია თვითდინებით მიმდინარეობს. ჩატარებულია Ti-B-O-C სისტემის სრული თერმოდინამიკური ანალიზი. აღნიშნულ სისტემაში შესრულებულია 10 შედგენილობის თერმოდინამიკური ანალიზი. სამუშაოში წარმოდგენილია მხოლოდ ორი შედგენილობის თერმოდინამიკური ანალიზის შედეგები: 1. TiO₂ -38.14 მას.%; B₂O₃ - 33.25 მას.%; C-28.61 მას.%; 2. TiO₂ - 49.07 მას.%; B₂O₃ - 21.40 მას.%; C-29.53 მას.%;

განხილული სისტემის სთა ლიტერატურაში არ მოიპოვება. ანგარიში ჩატარებულია 500-2000 K ტემპერატურულ შუალედში 50⁰ ბიჯით ვაკუუმში. თერმოდინამიკურმა ანალიზმა გვიჩვენა, რომ TiB₂ – ის მისაღებად ექსპერიმენტები საჭიროა ჩავატაროთ 1250 K- ის ზევით, ხოლო TiB₂ – ის და TiC-ს ნარევის მისაღებად 1200 K-ის ზევით.

ჩატარებულია ZrB₂-ის და ZrB₂/ZrC კომპოზიციური მასალების მიღების პროცესების თერმოდინამიკური ანალიზი. უკანასკნელ წლებში დიდი მოთხოვნაა კომპოზიციურ მასალებზე, რომლებიც გამოირჩევიან ისეთ თვისებებით, როგორცაა სიმტკიცე, ცვეთაბზარ და კოროზიამდებობა, მდგრადობა ნეიტრონების დასხივების მიმართ. ასეთი მასალები და მათი გამოყენებით შექმნილი დანაფარები შეიძლება გამოყენებულ იქნას აგრეთვე სხვადასხვა, მათ შორის სპეციალური დანიშნულების ნაკეთობათა დასამზადებლად. კომპოზიციაში შემავალი ბორი და ცირკონიუმი განაპირობებენ ასეთი ტიპის კომპოზიციური მასალის გამოყენების პერსპექტიულობას, როგორც ატომურ მრეწველობაში, ასევე კოსმოსური კვლევებისათვის. მათი მიღება ქიმიური მეთოდებით, კერძოდ აღდგენითი პროცესების გამოყენებით, საჭიროებს ფართო კვლევების ჩატარებას. ხელსაყრელი რეჟიმის დადგენისათვის საჭიროა ზემოთ აღნიშნული მასალების მიღების პროცესების სრული თერმოდინამიკური ანალიზის შესრულება. ამ მიზნით ჩავატარეთ ZrB₂-ის და ZrB₂/ZrC კომპოზიციური მასალების მიღების პროცესების სრული თერმოდინამიკური ანალიზი (სთა) კომპიუტერული პროგრამა ASTRA-4 პროგრამის გამოყენებით.

შესრულდა ნახშირბადის ZrO₂ და B₂O₃-თან ურთიერთქმედების სრული თერმოდინამიკური ანალიზი (სთა).

საწყისი შედგენილობები შეესაბამებოდა შემდეგი რეაქციების სტე-ქიომეტრიებს:



განხილული სისტემების სთა ლიტერატურაში არ მოიპოვება.

თერმოდინამიკურმა ანალიზმა გვიჩვენა, რომ (1) რეაქციის მიხედვით ZrB₂-ის მისაღებად საჭიროა ექსპერიმენტების ჩატარება ვაკუუმში, 1250 K-ზე მაღალ ტემპერატურაზე, ხოლო (2) რეაქციის თანახმად ნარევის ZrB₂/ZrC მისაღებად ექსპერიმენტები უნდა ჩატარდეს ვაკუუმში 1350 K-ზე მაღალ ტემპერატურაზე.

შესრულებულია ექსპერიმენტებისათვის საჭირო დანადგარების რეკონსტრუქცია, რეაბილიტაცია. კომპოზიციური და კერამიკული მასალების მიღება ხორციელდება გახურებით მაღალ ტემპერატურაზე. ამიტომ ექსპერიმენტების ჩასატარებლად საჭიროა შემდეგი დანადგარები: სილიტის მაღალვაკუუმური დანადგარი, მაღალტემპერატურული გრაფიტის მახურებლიანი დანადგარი და აგრეთვე ბურთულიანი მაღალი ენერჯის წისქვილი. ყველა ეს დანადგარი საჭიროებდა რეაბილიტაციას და ექსპერიმენტის ჩატარებისათვის სრულ მზად ყოფნაში მოყვანას, რაც წარმატებით განხორციელდა ჩვენს მიერ კერძოდ, გრაფიტის მახურებლიან ღუმელში მაღალი ვაკუუმის მიღება გაძნელებული იყო ამიტომ გადავწყვიტეთ დაგვემზადებია უჟანგავი ფოლადის ჰერმეტიკული რეტორტა რამაც შესაძლებელი გახადა მაღალი ვაკუუმის მიღება. მახურებლად ავირჩიეთ ჩვენს მიერ დამონტაჟებული სილიტის ღუმელი, რომელიც მაქსიმუმ 1100°C -ს იძლევა. მიუხედავად იმისა რომ ჩვენს მიერ აჩეული კარბოთერმული მეთოდით ექსპერიმენტი მაღალ ვაკუუმში გაცილებით დაბალ ტემპერატურებზე მიმდინარეობს მაინც ზოგიერთი პროცესისათვის 1100°C არ არის საკმარისი და ამიტომ ნაწილი ცდების ჩასატარებლად საჭიროა ტამანის ტიპის (გრაფიტის მახურებლიანი) ღუმელი, რომელიც აგრეთვე საჭიროებდა რეაბილიტაციას, რაც წარმატებით განხორციელდა. ექსპერიმენტებისათვის საჭირო ნარეგების მისაღებად ვიყენებთ ბურთულიან მაღალი ენერჯის წისქვილს, (1000ბრ/წ) რომელიც რეკონსტრუირებული და რეაბილიტირებულია ჩვენს მიერ.

ექსპერიმენტისათვის საჭირო ფხვნილების მომზადება და საცდელი ნიმუშის მიღება

TiB₂ ფხვნილის მიღება: თერმოდინამიკური ანგარიშიდან გამომდინარე TiB₂-ის მისაღებად ავიღეთ TiO₂, B₂O₃--ის და გრაფიტის ნარევი, რომელიც დამუშავდა ჩვენს მიერ დამონტაჟებულ მაღალი ენერჯის წისქვილში 30 საათის განმავლობაში. მიღებული ფხვნილი დავაბრიკეტეთ და ტიგე-ლით მოვათავსეთ სილიტის ღუმელში. ნარევი გავახურეთ $900-1080^{\circ}\text{C}$ –ზე 3 საათის განმავლობაში. ნარევის დამუშავება გავაგრძელეთ ტამანის ღუმელში, არგონის ატმოსფეროში 1400°C – ზე 3 საათის დაყოვნებით.

ZrB₂ ფხვნილის მიღება: ZrB₂-ის მისაღებად ავიღეთ ZrO₂, B₂O₃-ის და გრაფიტის ნარევი, რომელიც დამუშავდა მაღალი ენერჯის წისქვილში 30 საათის განმავლობაში. მიღებული ფხვნილი დაბრიკეტდა.

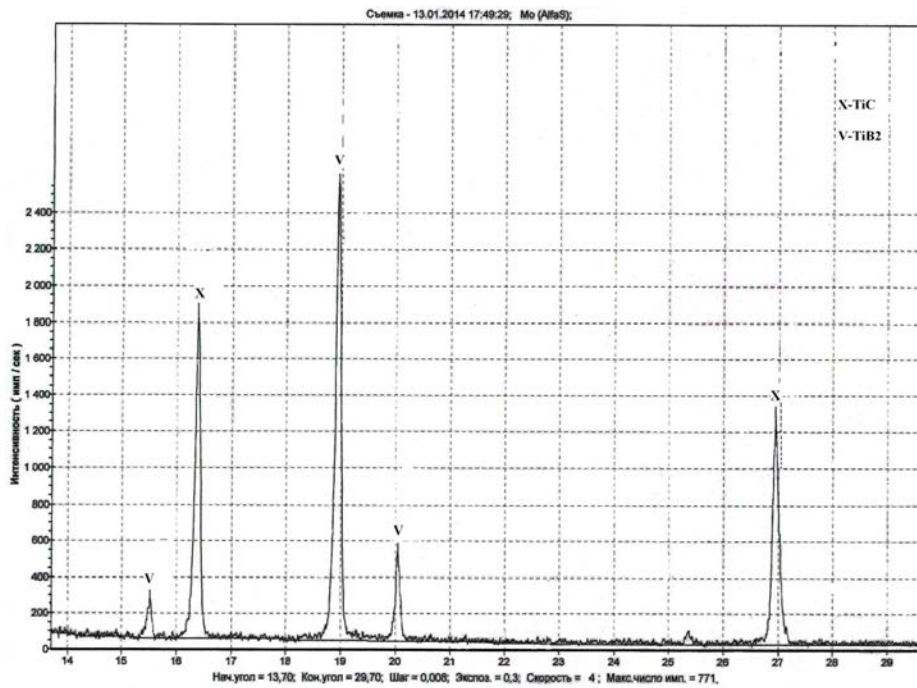
TiB₂ / TiC ნარევის მიღება: თერმოდინამიკური ანგარიშიდან გამომდინარე TiB₂ / TiC ნარევის მისაღებად ავიღეთ TiO₂, B₂O₃-ის და გრაფიტის ნარევი, რომელიც დამუშავდა მაღალი ენერჯის წისქვილში 30 საათის განმავლობაში. მიღებული ფხვნილი დავაბრიკეტეთ.

TiB₂ / Al₂ O₃ ნარევის მიღება: TiB₂ / Al₂O₃ ნარევის მისაღებად ავიღეთ TiO₂, B₂O₃-ის და ალუმინის და TiO₂, H₃BO₃-ის და ალუმინის ფხვნილების ნარევი, რომელიც დავამუშავეთ მაღალი ენერჯის წისქვილში 70 საათის განმავლობაში.

ZrB₂ / ZrC ნარევის მიღება: თერმოდინამიკური ანგარიშიდან გამომდინარე ZrB₂ / ZrC ნარევის მისაღებად ავიღეთ ZrO₂, B₂O₃-ის და გრაფიტის ნარევი, რომელიც დამუშავდა მაღალი ენერჯის წისქვილში 30 საათის განმავლობაში. მიღებული ფხვნილი დავაბრიკეტეთ.

თერმოდინამიკური ანგარიშიდან გამომდინარე TiB_2/TiC ნარევის მისაღებად ავიღეთ TiO_2 , B_2O_3 - ის და გრაფიტის ნარევი, იგი დავამუშავეთ მაღალი ენერგიის წისქვილში (1000 ბრ/წ) 30 საათის განმავლობაში. მიღებული ფხვნილი დავაბრიკეტეთ და ტიგელით მოვათავსეთ შემდგომი დამუშავებისათვის ტამანის ღუმელში არგონის ატმოსფეროში $1400^{\circ}C$ – ზე 3 საათის დაყოვნებით.

სურ.1-ზე ნაჩვენებია მიღებული ფხვნილის რენტგენოგრამა, საიდანაც ჩანს, რომ ძირითადად მიიღება TiB_2/TiC ნარევი; თერმოდინამიკური ანალიზიდან გამომდინარე მათი ფარდობა მიახლოებით 50-50 % -ია.



6. ფხვნილოვანი ბორშემცველი კომპოზიციური მასალების მიღება ნეიტრონ-შთანთქმელი და ცვეთამდეგი დანაფარებისათვის, 2014-2015წწ

პროექტის ხელმძღვანელი: ზ.მირიჯანაშვილი, ტ.მ.აკად.დოქტორი, ლაბორატორიის უფროსი

უკანასკნელ პერიოდში მკვლევართა ინტერესი მიმართულია ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებათა სრულიად ახალი კომპლექსის მქონე მასალების მიღებაზე. ასეთ მასალათა რიცხვს მიეკუთვნება ალუმინის ოქსიდით განმტკიცებული ქრომის და ტიტან - ქრომის ბორიდები. ისინი გამოირჩევიან: მაღალი სიმტკიცით, ცვეთა- და კოროზიამდეგობით, მაღალი ელექტრო- და თბოგამტარობით, და რადიაციული გამოსხივების მიმართ მედეგობით. ასეთი მასალები და მათ ფუძეზე შექმნილი დანაფარები შეიძლება გამოყენებული იქნას სხვადასხვა, მათ შორის სპეციალური დანიშნულების ნაკეთობათა დასამზადებლად. ამავდროულად ასეთ პროდუქციებზე ფართო მომხმარებელს წარმოადგენენ მანქანათმშენებლობის და ელექტრონიკის საწარმოები, საავიაციო, მეტალურგიული ქარხნები, ნავთობგადამამუშავებელი კომპანიები, ქვის დამამუშავებელი და სამთო-გამამდიდრებელი საწარმოები, საიუველირო, ინდივიდუალური შრომის ობიექტები და სხვა.

ამჟამად ამიერკავკასიის რესპუბლიკებში და თურქეთში ზემოაღნიშნული ლითონური ფხვნილოვანი მასალები და მათგან დამზადებული ნაკეთობები პრაქტიკულად არ იწარმოება, თუმცა მოთხოვნილება ფხვნილთა მეტალურგიის მეთოდებით დამზადებულ ასეთი ტიპის პროდუქციებზე ყოველწლიურად მატულობს, რომლის დაკმაყოფილებაც ხორციელდება საზღვარგარეთის ფირმებით.

სამუშაოს ამოცანები და შესრულების ვადა

1. თერმოდინამიკური ანალიზით შესასწავლ სისტემებში ($CrCl_3-B$, $CrCl_3-B_2O_3-Al$, $CrCl_3-(B)B_2O_3-(Ti)TiO_2-Al$) შემავალი ელემენტებისა და ნაერთების კონცენტრაციების განსაზღვრა როგორც კონდენსირებულ, ასევე აიროვან ფაზებში (2014 წ.);
2. ალუმინის ოქსიდით განმტკიცებული ქრომისა და ტიტან-ქრომის ბორიდების მიღების ოპტიმალური ტექნოლოგიური პარამეტრების დადგენა და ტექნოლოგიური სქემის დამუშავება (2014 წ.);
3. ფხვნილოვანი კომპოზიციური მასალების საცდელი პარტიების მიღება (2015 წ.);
4. ელექტრო-ნაპერწკლური ლევირების და ელექტრო-რკალური შეღუდებისათვის შეცხოვრილი და ფხვნილგულა ელექტროდების დამზადების ოპტიმალური რეჟიმის დადგენა (2015 წ.);
5. საცდელი ლითონნაკეთობათა დამზადება. გაცვეთილი ზედაპირების აღდგენა-განმტკიცება და მათი ზოგიერთი თვისებების კვლევა (2016 წ.).

1.1. ჩატარდა შესასწავლი სისტემების $CrCl_3-B$, $CrCl_3-B_2O_3-Al$, $CrCl_3-B_2O_3-TiO_2-Al$ თერმოდინამიკური ანალიზი 298-2800K ტემპერატურულ ინტერვალში. განისაზღვრა სისტემებში შემავალი ელემენტებისა და ნაერთების კონცენტრაციები როგორც კონდენსირებულ, ასევე აიროვან ფაზებში. თერმოდინამიკური გაანგარიშება ჩატარდა პროგრამული კომპლექსის მეშვეობით კაზში 29, 35, 47, 52, და 58 ბორის მასური წილის თანაობისას.

როგორც კვლევებმა გვიჩვენა კონდენსირებულ ფაზაში ყველაზე მეტი რაოდენობით წარმოდგენილია TiB_2 , რომელიც $1500^{\circ}K$ -ზე ზევით უმნიშვნელოდ იკლებს. ასევე TiB_2 -ზე ნაკლები რაოდენობით წარმოიქმნება CrB . რაც შეეხება CrB_2 , ის პირველად ჩნდება $1900^{\circ}K$ და მაქსიმუმს აღწევს $2000^{\circ} K$ -ზე, შემდეგ მცირდება და $2500^{\circ} K$ –ის ზემოთ საერთოდ ქრება.

გამოყენებულ პროგრამას არააქვს ორმაგი ბორიდების წარმოქმნის თერმოდინამიკის გაანგარიშების შესაძლებლობა. ამიტომ დასაშვებია პროგრამის მიერ გამოთვლილი ქრომისა და ტიტანის ბორიდები რომელიმე კომბინაციაში იძლეოდნენ ორმაგ ბორიდებს წარმოქმნის შესაძლებლობას. ეს დადგინდა პრაქტიკული კვლევების შედეგად საკვლევ სისტემებში ორმაგი ბორიდების წარმოქმნის შესაძლებლობა.

ჩატარდა სისტემის თერმოდინამიკურ ანალიზი იმ შეთხვევისთვის, როდესაც ბორის ის სტექიომეტრიული რაოდენობაა აღებული, რომელიც საკმარისია ქრომის და ტიტანისდიბორიდების წარმოსაქმნელად

ქრომისა და ტიტანის დიბორიდების წარმოქმნის მაქსიმალური ალბათობის პირობების დადგენის მიზნით გაანგარიშდა $1300^{\circ} K$ ტემპერატურაზე კონდენსირებული ფაზების წონასწორული შედგენილობა ბორის სხვადასხვა ოდენობის (20,9, 28, 34, 38 და 44) მასური წილების დამატების პირობებში.

სისტემების $CrCl_3$ - B , $CrCl_3$ - B_2O_3 - Al , $CrCl_3$ - B_2O_3 - TiO_2 - Al თერმოდინამიკური ანალიზიდან ჩანს, რომ სათანადო კინეტიკური პირობების შექმნის შემთხვევაში პრაქტიკულად მისაღებ ტემპერატურულ ზღვრებში და კაზმში ბორის სტექიომეტრიული რაოდენობის არსებობისას, იქმნება პირობები ქრომისა და ტიტანის ორმაგი ბორიდების წარმოქმნისათვის, რომელიც განმტკიცებულია 5% ალუმინის ოქსიდით.

12. შეფასდა ქრომის დიბორიდის (CrB_2), ტიტანის დიბორიდის (TiB_2), მათი ცალ-ცალკე და ალუმინის ოქსიდთან (Al_2O_3) ერთად აღებული ფხვნილოვანი კომპოზიტებისთვის ნეიტრონული დაცვის უნარი. შეფასების გაანგარიშებისას მიღებულ იქნა, რომ დანაფარების ფორიანობა შეესაბამებოდა 5%. კომპოზიტებში Al_2O_3 –ის შემცველობა არ აღემატებოდა 5%, ხოლო სამკომპონენტო კომპოზიტებში CrB_2 -ისა და TiB_2 -ის შემცველობა დაახლოებით თანაბარი იყო. მიღებული დანაფარების სისქე შეესაბამებოდა 100 მკმ. ასეთ დანაფარებში გამოთვლილ იქნა ნეიტრონების მშთანთქმელი ცენტრების (^{10}B) ატომების კონცენტრაციები და დანაფარების მასალაში ნეიტრონების შეღწევის შესაბამისი სიღრმეები. ამ შედეგების საფუძველზე დადგენილი და ტაბულირებულია ნეიტრონული დასხივების იმ დოზების მნიშვნელობები, რომლისგანაც საიმედო დაცვას უზრუნველყოფს ამა თუ იმ შემადგენლობისა და სისქის დანაფარები.

ზემოაღნიშნული გამოსახულებების $V = Vp + \sum V_i$ ფორმულაში ჩასმით მივიღებთ $V = \sum (M_i / \rho_i) / (1 - p)$. აქედან უკვე იანგარიშება კომპონენტების მოცულობითი წილი $c_i = V_i / V$ და ნეიტრონმშთანთქმელი ბორის ატომების კონცენტრაცია $N = N_A (1 - p) \sum (n_i M_i / \mu_i) / \sum (M_i / \rho_i)$.

კომპონენტების მასისა და ნიმუშებში ბორის ატომების კონცენტრაციების საწყისი საანგარიშო მონაცემები აღებულია როგორც ცნობარიდან (Ed.-in-Ch. W.M.Haynes. CRC), Handbook of Chemistry and Physics. 2013–2014. Boca Raton. Taylor & Francis Group), ასევე ჩვენს მიერ ჩატარებული გაანგარიშების საფუძველზე. უნდა აღინიშნოს, რომ რვავე ნიმუშის ფორიანობა იდენტურია და ტოლია $p = 0,05$.

კომპონენტების მასისა და ნიმუშებში ბორის ატომების კონცენტრაციების საწყისი საანგარიშო მონაცემები

საწყისი მონაცემები					ნიმუშების შედგენილობა M_i , გ							
i	კომპონენტი	n_i	μ_i , გ/მოლი	ρ_i , გ/სმ ³	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	CrB ₂	2	73.618	5.22	74	0	74	74	0	0	74	74
2	TiB ₂	2	69.489	4.38	0	71	0	0	71	71	71	71
3	Al ₂ O ₃	0	101.961	3.99	0	0	7.5	4	7	4	15	7.5
$N, 10^{22} \text{ სმ}^{-3}$					8.1	7.2	7.2	7.6	6.5	6.8	6.8	7.2

ცხრილში მოყვანილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ შესაბამის დანაფარებში ბორის ატომების კონცენტრაციების მნიშვნელობები იცვლება ძალიან ვიწრო დიაპაზონში (6.5 – 8.1) 10^{22} სმ^{-3} .

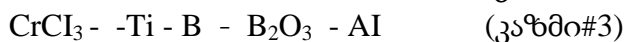
გარდა ნეიტრონების შეღწევალობის სიღრმისა $= 1 / \sigma$, განისაზღვრება ასევე 10^3 ბირთვში

ნეიტრონების შეღწევალობის კვეთი. აღნიშნულიდან გამომდინარე ე.წ. “თბური ნეიტრონისათვის” ($\sigma = 3835$ ბარ) გვექნება $\approx (30-40)$ მკმ. ამიტომ, დაახლოებით 100 მკმ სისქის დანაფარებში ნეიტრონული ნაკადის ინტენსიობა 10 – 20 ჯერ უნდა შემცირდეს.

2.1. ოპტიმალური ტექნოლოგიური პარამეტრების დადგენა

შესწავლილ იქნა ფხვნილოვანი CrB₂; CrB₂ - Al₂O₃; (Ti,Cr)B₂ და (Ti,Cr)B₂-Al₂O₃ მიღების პროცესები. კვლევის ობიექტებად შერჩეულ იქნა ქრომის ქლორიდი, ელემენტალური ბორი (ან ბორის ანჰიდრიდი), ტიტანის ოქსიდი (ან ფხვნილოვანი ტიტანი) და ლითონური ალუმინის ფხვნილი.

თერმოგრაფიული, დერივატოგრაფიული და ვოლუმოგრაფიული მეთოდებით მიღებული კვლევის შედეგების შეჯერებით აიხსნა კაზში (1-4) მიმდინარე თერმიული ეფექტების ხასიათი. CrCl₃ - B (კაზმი #1)



-6-

სარეაქციო მასაში ქრომის ქლორიდისა და ელემენტალური ბორის ნარევი (იხილე სურ.4 ბ), ბორის რაოდენობა შეესაბამება როგორც ქრომის ქლორიდის ლითონურ ქრომამდე აღდგენას, ისე ქრომის ბორიდის მაღალი ფაზის წარმოქმნას.

სარეაქციო მასის ნარევის (ფხვნილოვანი ქრომის ქლორიდი, ელემენტალური ბორი, ტიტანის ოქსიდისა და ფხვნილოვანი ალუმინით აღდგენის პროცესში (სურ.4 ა) ძირითადად მონაწილეობს ალუმინი, რომელიც დაახლოებით იგივე ტემპერატურაზე (6600C) ერთგროვლად რეაგირებს ქრომის ქლორიდთან და ტიტანის ოქსიდთან, ხასიათდება ძლიერი ეგზოთერმულით. გამოყოფილი სითბოს ხარჯზე ტემპერატურა

სარეაქციო ზონაში სწრაფად, არაუმეტეს 1-1,5 წთ, თვითნებურად იზრდება 950-975°C-მდე, რაც ხელს უწყობს (Ti,Cr)B₂-ის წარმოქმნას. ბოროთერმიასთან შედარებით სარეაქციო კაზმის (№3 და №4) ალუმინით აღდგენის უპირატესობა მდგომარეობს აღდგენის პროცესის სწრაფად წარმართვაში და წარმოქმნილი მეორადი პროდუქტის AlCl₃ დაბალი ორთქლის დრეკადობის გამო, 180° C-ზე მთლიანად აორთქლებაში. ეს უდაოდ ეფექტური და დადებითი მოვლენაა დამუშავებული ტექნოლოგიური პროცესების განხორციელების შემთხვევაში. გარდა აღნიშნულისა ადვილი განსახორციელებელია გამოყოფილი AlCl₃ უვნებელყოფა გამდნარ NaCl ბარბატირებით (ამ დროს წარმოიქმნება მდგრადი კომპლექსური მარილი - NaAlCl₄).

2.2. ტექნოლოგიური სქემა

დადგინდა კაზმის შემადგენელი კომპონენტების ოპტიმალური რაოდენობა.. ლაბორატორიულ პირობებში ექსპერიმენტები ტარდებოდა ვერტიკალური ტიპის მცირე წარმადობის რეაქტორში (დაახლოებით 50 გ კაზმისგან დაბრიკეტებულ ნიმუშებზე). დამუშავდა შესაბამისი კაზმიდან ალუმინოთერმული აღდგენით ფხვნილოვანი CrB₂- Al₂O₃ და (Ti,Cr)B₂ - Al₂O₃ საცდელი პარტიების მიღების პროცესის განხორციელების ოპტიმალური ტექნოლოგიური სქემა, რომელიც მოიცავს:

1. კაზმის შერევის მბრუნავ ამრევი;
2. კაზმის ბრიკეტირებას
3. არგონის ატმოსფეროში კაზმის აღდგენას შახტური ტიპის ღუმელში;
4. ბურთულებიან წისკვილში ცხობურის დაქუცმაცებას და სველ დაფქვას;
5. პულვის ცენტრიფუგირებას (გარეცხვა-გამოწურვას);
6. საშრობ კარადაში ფხვნილის გაშრობას და
7. ფხვნილების გაცრას.

3. ფხვნილოვანი კომპოზიციური მასალების საცდელი პარტიების მიღება

ფაიფურის წისკვილში შერეული კომპონენტების და ალუმინის ფხვნილთან ერთად დაწნეხილი (100-150 მპა) ბრიკეტების არგონის ატმოსფეროში აღდგენით, 950°C პროდუქტების 1 საათის განმავლობაში ჰომოგენური მოწვის შედეგად მიღებულ იქნა CrB₂ და (Ti,Cr)B₂- Al₂O₃ საცდელი ფხვნილები. მათი რენტგენო-ფაზური ანალიზებით (სურათი 5 ა, ბ) დადგინდა, რომ 950°C ერთი საათის დაყოვნებით რენტგენოგრაფიაზე ფიქსირდება მხოლოდ CrB₂ ან (Ti,Cr)B₂ ფაზები.

ამ ფაზების წარმოქმნის მექანიზმი შეიძლება აიხსნას შემდგენაირად. აღდგენითი პროცესის დროს გამოიყოფა დიდი რაოდენობით სითბო (1 კგ პროდუქტის მიღებისათვის 1150-1375 კკალ), რომელიც იწვევს ტემპერატურის ზრდას მარეაგირებელ ნარევიში, რაც იწვევს მჭიდრო კონტაქტში მყოფი ბორის, ტიტანის და ქრომის მარცვლების ურთიერთქმედებას.

ბორიდების მარცვლები ძირითადად დრუბლისებრი ფორმისაა. ფიქსირდება ასევე ნემსისებრი და სფერისებრი ფორმებიც. მარცვლების ზომა მერყეობს <40 – 100 მკმ ფარგლებში. ფხვნილების თავისუფალი ნაყარი სიმკვრივე მერყეობს 1,22-1,28 გ/სმ³; ფხვნილების შენჯღრევით ნაყარის სიმკვრივეა 1,6-1,9 გ/სმ³.

4. შეცხობილი და ფხვნილგულა ელექტროდების დამზადება

დამუშავდა ტექნოლოგიური პარამეტრები და დამზადდა მიღებული ფხვნილებიდან ელექტრო-ნაპერწკლური ლეგირებისათვის შეცხობილი (50x4x4 მმ) და ელექტრო-რკალური შედუღებისათვის ფხვნილგულა (Φ4x1300 მმ) ელექტროდები. ეს ელექტროდები შემდგომ გამოყენებულ იქნება ელექტრო ნაპერწკლური ლეგირებით

და ელექტრო რკალური შედეგებით ლითონ-ნაკეთობათა ზედაპირების აღდგენა-განმტკიცებისათვის და მათი ზოგიერთი თვისებების შესასწავლად.

ქლორიდ-ოქსიდური კაზმის ალუმინოთერმიოთ აღდგენის შედეგად მიღებული $Cr_2B-Al_2O_3$ და $(CrTi)B_2-Al_2O_3$ ფხვნილებიდან ზედაპირის ელექტრონაპერწკლური ლეგირებისათვის დამზადდა ელექტროდები (4x4x40 მმ).

ექსპერიმენტები ჩატარდა «ЭФИ-68В» და «Элитрон 502А» ტიპის ელექტრონაპერწკლური ლეგირების დანადგარ-მოწყობილობებზე. დადგინდა, რომ 8 ამპერამდე მოკლე ჩართვის დენის პირობებში ლეგირებული შრეების სისქე ყველა შემთხვევაში მიიღებოდა 0,05-0,130 მმ ფარგლებში, რაც გამოწვეულია ელექტრონაპერწკლური ლეგირების დანადგარის სიმძლავრის პარამეტრებზე.

სტანდარტული შედგენილობის BK6 სალი შენადნობის ელექტროდებით ლეგირების შემდეგ განმტკიცებული ფენის მიკროსისალე იცვლება 1000-1400 H ზღვრებში. $Cr_2B-Al_2O_3$ და $(CrTi)B_2-Al_2O_3$ ფხვნილებიდან დამზადებული ელექტროდებით ლეგირების შემთხვევაში მიღებული მიკროსისალე 200-300 ერთეულით იზრდება.

დაგინდა, რომ გლუვი ზედაპირის მისაღებად ლეგირება უნდა განხორციელდეს ჯერ უხეში რეჟიმით (200 ჰერცი სიზშირისა 6 ამპ დენის ძალის პირობებში) დანაფარის სისქის 50-70 მკმ მიღწევამდე, ხოლო შემდეგ, იგივე ზედაპირი უნდა იფარებოდეს შედარებით რბილი რეჟიმით (100-150 ჰერცი რხევის სიზშირის და 5 ამპ დენის ძალის პირობებში) დანაფარების 20-40 მკმ სისქის დამატებით.

დადგინდა, რომ საცდელი ფხვნილებიდან ($Cr_2B-Al_2O_3$ და $(CrTi)B_2-Al_2O_3$) დამზადებული ელექტროდებით ლეგირებული ზედაპირების ცვეთამედევობა იგივე რივისაა, რაც სტანდარტული სალი შენადნობებით დაფარული ზედაპირები.

დამთავრებული პროექტი, 2014-2015წწ.

7. გვიან შუასაუკუნეების ქართული იარაღ-საჭურველი.

პროექტის ხელმძღვანელი: გინანიშვილი ი.მ.დ. მთავ. მეც. თან

გვიან შუა საუკუნეების ქართული იარაღის წარმოების შესწავლის მიზნით, შესრულებულია საქართველოს ეროვნულ მუზეუმში დაცული XVIII-XIX საუკუნეების იარაღ-საჭურვილის ინტერდისიპლინარული კვლევის შესაბამისი, პირველი წლის გეგმით გათვალისწინებული კვლევა-ძიების საწყისი ეტაპის სამუშაო.

ჩატარებულია იარაღ-საჭურვილის ვიზუალური დათვალიერება მისი კოროზიული დაცულობის განსაზღვრით, სტილისტურ-წარმომავლობითი ანალიზი, დადგენილია კულტურული კუთვნილება. ექსპორტის ექსპერტიზა მოიცავს პასპორტიზაციის ძირითად მახასიათებლებს: გამოყოფილია საბრძოლო და თავდაცვითი საშუალებები, კლასიფიკაციით განხორციელდა ქართული ტიპის ხმლის იდენტიფიკაცია.

დადგენილია იარაღ-საჭურვილის დამზადების ტექნოლოგიური სქემა. განსაზღვრულია იარაღის ტექნიკური პარამეტრები, რაც გვაძლევს გვიანშუასაუკუნეების ეთნოგრაფიული იარაღის ისტორიულ-ტექნოლოგიური

შეფასების და შესაბამისად სამუზეუმო ექსპონატის ტექნიკური ექსპერტიზის შესრულების საშუალებას. შესრულებული სამუშაო, რომელიც სრულდებოდა კლასიფიკაციით გარკვეული კოლექციის გეოგრაფიული დიაპაზონი, მათი წარმომავლობის ძირითადი გზები.

1. იარაღის ფონდში დაცული ქართული იარაღ-საჭურველის ცალკეული სახეობების კლასიფიკაციით გარკვეულია კოლექციის გეოგრაფიული დიაპაზონი, მათი წარმომავლობის ძირითადი გზები.

2. ქართული წარმომავლობის იარაღ-საჭურველის კოლექციებიდან გამოიყო ქართული ხმლების შვიდი სახეობა - გორდა, კაღდში, კაბიანი, დავითფერული, ხევსურული, ჭოლაური, თბილისური.

3. შესწავლილი იარაღის სისაღე შეადგენს $HB=250-450$ კგ/მმ² მახვენებელს, გამოირჩევა ფსამახვილობით და ცვეთამედვეობით.

4. შესწავლილი საიარაღო ექსპონატების მორფოლოგიური და მაკრო-მიკროსტრუქტურული ანალიზით დადგენილია ქართული იარაღ-საჭურველის დამზადების შემდეგი ტექნოლოგიური სქემა:

ქართული ხმლის მასალა-ნახშირბადიანი ფოლადი, მიღებული ნორმალიზაციისა და წრთობის პროცესის გამოყენებით. სტრუქტურული აღნაგობით განპირობებულია ფოლადის მასალის მაღალი სისაღე, ჭრის უნარი, ამავე დროს დრეკადობისა და პლასტიკურობის კარგი მახასიათებლები.

5. ქართული იარაღ-საჭურველის მეტალოგრაფიული და ქიმიური ანალიზი, სტრუქტურული თავისებურება და ფაზური განაწილების სახე შესაძლებელს ხდის დავადგინოთ მასალის მიღება-დამუშავების ტექნოლოგიური სქემა: დამზადებულია რკინის პირდაპირი აღდგენის ან პუდლინგის პროცესების გამოყენებით მიღებული ფოლადისაგან, ქურაში დანახშირბადიანებული და გამჭოლი ცემენტაციით დამუშავებული ნამზადით. შესწავლილი მაღალნახშირბადიანი ფოლადი შესაძლებელია, როგორც ადგილობრივი, ისე იმპორტული წარმოების პროდუქტი იყოს.

6. XVIII-XIX საუკუნეების ქართული იარაღ-საჭურველის კომპლექსური გამოკვლევის შედეგები, მისი საბრძოლო თვისება-მონაცემების განსაზღვრისა და კავკასიის რეგიონის იარაღწარმოების სისტემაში შეტანილი მნიშვნელოვანი წვლილის ამსახველია. ამავე დროს იარაღის ისტორიულ-ტექნოლოგიური შესწავლის სქემა სამუზეუმო ექსპონატების კლასიფიკაციის არსებული ფორმის დაზუსტებისა და ტექნიკური ექსპერტიზის შესაძლებლობას განაპირობებს.

სამეცნიერო საბჭოს თავმჯდომარე,
სახელმწიფო და გ.ნიკოლაძის პრემიების

ლაურეატი ქ.მ.დ., პროფესორი:

/ჯ.ხანთაძე/

. ნახშირბადისა და ბორის ნიტრიდის იზოსტრუქტურული ნანომასალების (ბოჭკოების, მილაკების, ფირების, ლითონშემცველი კლასტერების) მიღების მეთოდების დამუშავება

**პროექტის ხელმძღვანელები: ინჟინერი ლ.რუხაძე
ტ.მ.აკად.დოქტორი ლ.ჩხარტიშვილი**

დამუშავებულია, ჟანგბადის დაბალი პარციალური წნევის პირობებში ეთილის სპირტის თერმული დისოციაციით 750-800°C გახურებულ რკინის საფენზე რკინით დოპირებული ნახშირბადის კლასტერების მიღების მეთოდი. ტემპერატურის, ჟანგბადის პარციალურ წნევის, ნახშირწყალბადების რაოდენობის ანუ სიმკვრივის, რეაქტორში პიროლიზებული მასის გადაადგილების სიჩქარისა და საფენების ზედაპირის მდგომარეობისა და ტემპერატურის ცვლილების მიხედვით შესაძლებელია მიღებული იქნას სხვადასხვა ზომის 40-300ნმ-ის მაგნიტური ნახშირბადის კლასტერები. ელექტრონული მიკროსკოპული კვლევებით დადგენილია მიღებული მაგნიტური ნახშირბადის კლასტერების ფორმებისა და ზომის ცვლილებები ტექნოლოგიური პარამეტრებისაგან დამოკიდებულებით.

დადგენილია, რომ ორგანული ნახშირწყალბადის - ეთილის სპირტის თერმული დისოციაციით ჟანგბადის დაბალი პარციალური წნევის პირობებში სათანადო ტექნოლოგიური პარამეტრების შერჩევით ერთი და იგივე აპარატურული გაფორმების პირობებში შესაძლებელია მიღებული იქნას სხვადასხვა გეომეტრიული ზომის ნახშირბადის ნანომილაკები, ნანობოჭკოები, ნანოფირები და მაგნიტური კლასტერები.

ლიტერატურული წყაროებიდან მოძიებულია ნანობოჭკოების და ნანომილაკების გამოყენების სფეროები. კერძოდ, ეს მასალები ფართო გამოყენებას პოულობს ელექტრულ ხელსაწყოებში ელექტრომაგნიტური ტალღების ეკრანირებისათვის, ალტერნატიულ ენერგეტიკაში საწვავი წყალბადის ნანორეზერვუარების შესაქმნელად, რეზინების წარმოებაში დანამატად, მათი მექანიკური მახასიათებლების გაზრდის მიზნით და ა.შ.

ჟანგბადის დაბალი პარციალური წნევის პირობებში ეთილის სპირტის თერმული დისოციაციით მიღებულია ნახშირბადის ნანოფირები. დადგენილია ოპტიმალური პარამეტრები - დისოციაციის ტემპერატურა, სარეაქციო არეში ნახშირწყალბადის მიწოდების რაოდენობა დროის ერთეულში. შესწავლილია მიღებული ნანოფირების სტრუქტურა ელექტრონული მიკროსკოპული კვლევებით. დადგენილია, რომ დისოციაციის ტემპერატურის ცვლილებით დროში შესაძლებელია ვარეგულიროთ ნახშირბადის ფირის სისქე და ნაწილაკების ზომები. ელექტრონული მიკროსკოპული კვლევებით შესწავლილია ნახშირბადის ნანოფირების სტრუქტურა. დადგენილია, რომ ფირების მდგენელი კრისტალიტების ზომები იცვლება 50-250 ნმ-ის ფარგლებში. ლიტერატურული წყაროების ანალიზის საფუძველზე მოძიებულია ნახშირბადის ნანოფირების პრაქტიკული გამოყენების სფეროები. მაგ.: ელექტრონიკაში - ელექტრონული ავტომისიის წყაროების შესაქმნელად, კომპოზიციურ მასალებში - განმამტკიცებელ კომპონენტებად, ბიოლოგიაში - პლატფორმების შესაქმნელად გენების ტრანსპორტისათვის და ა.შ.

8. კოლხეთის შავი მეტალურგიის ისტორიიდან (ახლად აღმოჩენილი ძვ.წ. I ათასწლეულის რკინის წარმოების კერა ყულევიდან)

ნახევარი წლის ანგარიში

ისტორიული კოლხეთის ტერიტორიაზე არქეოლოგიური კვლევა-ძიებით აღმოჩენილი რკინის მეტალურგიული წარმოების კერები მრავალრიცხოვან მასალას შეიცავენ რკინის მიღების ცივბერვითი პროცესის ტექნოლოგიურად შესწავლისათვის. დღეს ცნობილია მეტალურგიული კერები დასავლეთ საქართველოს რეგიონიდან, რომლებიც აქ განვითარებულ სხვადასხვა გამადნების სისტემის ცალკეულ მადანგამოსავლებს უკავშირდება და შესაბამისად გარკვეული ტიპის ნედლეულით ფუნქციონირებდნენ.

როგორც სპეციალურ ლიტერატურულ წყაროებში აღინიშნა, ისტორიულად თითოეული ძველი რკინის კულტურის განვითარების გარკვეულ არქეოლოგიურ კულტურათა მონაკვეთს მოიცავს და სამთო-მეტალურგიული რეგიონისათვის დამახასიათებელი ლოკალური ტექნოლოგიური მანვენებლებით გამოირჩევა. მხედველობაში მიიღება მაგნეტიტური და ჰემატიტური რკინის მადნის განლაგების სქემა, მთიანი და მთისწინა ზონის კარიერებით, ზღვისპირა ქვიშნარი მაგნეტიტის დანალექით. შესაბამისად გამოყენებული მადნის გამდიდრების, გამოწვის თუ შეცხობის ოპერაციათა ორგანიზაციულ-ტექნიკური შესაძლებლობებით.

შავი ზღვისპირა დიუნებზე განლაგებული სადგომების შესწავლამ უშუალოდ მაგნეტიტური დანალექის მოპოვება-გადამუშავებით დაკავებული ობიექტები გამოავლინა. ძეგლები ძვ.წ. VIII – VII სს პერიოდში კოლხეთის წინარეანტიკური რკინის მეტალურგიული წარმოების ტექნოლოგიით განსაზღვრული სარეწების ფუნქციას ასრულებდნენ.

აღნიშნული მონაცემების მიხედვით, ზღვისპირა დიუნური დასახლებები მაგნეტიტური ქვიშების ძირითად მომპოვებელ საწარმოებად წარმოგვიდგება, სადაც მაგნეტიტური ქვიშრობი რკინის მადნის ფლოტაციით გამდიდრების ტექნოლოგიური პროცესი სრულდებოდა.

საქართველოს ტერიტორიაზე რკინის მეტალურგიის განვითარების ისტორიულად უწყვეტი პროცესის წარმოსახვა შესაძლებელია აღნიშნული არქეოლოგიური მონაპოვარი მასალების კომპლექსური შესწავლის შედეგების გათვალისწინებით.

განსაკუთრებული მნიშვნელობისაა კოლხეთის რკინის მეტალურგიული ცენტრის ამსახველი არქეოლოგიური მასალა, რომელიც მოპოვებულია სამხრეთ-აღმოსავლეთ შავი ზღვისპირეთისა და ცენტრალური კოლხეთის რეგიონებში. გამოვლენილია რამდენიმე ათეული სახელოსნო-ობიექტის შემცველი ოთხი მეტალურგიული კერა, რომელთა ფუნქციონირების პერიოდი მოიცავს ძვ.წ. II ათასწლეულის მიწურულიდან, ვიდრე ანტიკური ხანის ჩათვლით. აღნიშნული ძეგლებიდან აღმოჩენილი საწარმოო ნარჩენები (ქურები, წიდები, მეტალურგიული ადჭურვილობა) გვაძლევს შერჩეული ლოკალური ძეგლის სრული ისტორიულ-ტექნოლოგიური დახასიათების საშუალებას.

კოლხეთის მეტალურგიული ცენტრის წარმოების ღუმელები წარმოდგენილია ძვ.წ. II ათასწლეულიდან – I ათასწლეულის შუა ხანებით დათარიღებული ცივბერვითი პროცესისათვის დამახასიათებელი ქურებით. გათვალისწინებულია არქეოლოგიური გათხრებით მიღებული და დაზუსტებული სახელოსნოების სამუშაო სივრცის ზომები, ქურათა განლაგების სქემა, აგრეთვე არქეოლოგთა მიერ გამოქვეყნებული ობიექტების აღწერილობითი მასალა და შენიშვნები. თემით გათვალისწინებული

კვლევა-ძიების მეთოდის მიხედვით გამოყენებული იქნება კოლხეთის რკინის მეტალურგიულ ცენტრში შემავალი შემდეგი ძეგლები:

1. ჭოროხის აუზის მეტალურგიული კერა, წარმოებით „ჭარნალი“;
2. ჩოლოქ-ოჩხამურის მეტალურგიული კერა, წარმოებით „ჯიხანჯური“;
3. სუფსა-გუბაზეულის მეტალურგიული კერა, წარმოებით „ასკანა“, „მზიანი“;
4. ხობი-ოჩხომურის მეტალურგიული კერა, წარმოებით „ჭოლა“;
5. ყულევის (მდ. ხობის შესართავი) მეტალურგიული დასახლება.

ჯერ კიდევ კომპლექსურად შეუსწავლელ მეტალურგიული წარმოების ძეგლებს შორის განიხილება ყულევის რკინის მეტალურგიული საწარმოო კერა, სადაც მოპოვებულია რკინის ნაწარმის მიღება-დამუშავების შესაბამისი არტეფაქტები. მათ შორის ისტორიულ-ტექნოლოგიური თვალსაზრისით დიდი მნიშვნელობისაა სახელოსნოს კონსტრუქციისა და ნახევარფაბრიკატის რკინის ლუგვის ნიმუშები, რომელთა კვლევა წარმოდგენილი თემის მეცნიერულ-თეორიული და ტექნოლოგიური ექსპერიმენტის ძირითად ობიექტს წარმოადგენს.

დამთავრებული პროექტი, 2014-2015წწ.

7.გვიან შუასაუკუნეების ქართული იარაღ-საჭურველი.

პროექტის ხელმძღვანელი: გინანიშვილი ი.მ.დ. მთავ. მეც. თან

გვიან შუა საუკუნეების ქართული იარაღის წარმოების შესწავლის მიზნით, შესრულებულია საქართველოს ეროვნულ მუზეუმში დაცული XVIII-XIX საუკუნეების იარაღ-საჭურვილის ინტერდისციპლინარული კვლევის შესაბამისი, პირველი წლის გეგმით გათვალისწინებული კვლევა-ძიების საწყისი ეტაპის სამუშაო.

ჩატარებულია იარაღ-საჭურვილის ვიზუალური დათვალიერება მისი კოროზიული დაცულობის განსაზღვრით, სტილისტურ-წარმომავლობითი ანალიზი, დადგენილია კულტურული კუთვნილება. ექსპორტის ექსპერტიზა მოიცავს პასპორტიზაციის ძირითად მახასიათებლებს: გამოყოფილია საბრძოლო და თავდაცვითი საშუალებები, კლასიფიკაციით განხორციელდა ქართული ტიპის ხმლის იდენტიფიკაცია.

დადგენილია იარაღ-საჭურვილის დამზადების ტექნოლოგიური სქემა. განსაზღვრულია იარაღის ტექნიკური პარამეტრები, რაც გვაძლევს გვიანშუასაუკუნეების ეთნოგრაფიული იარაღის ისტორიულ-ტექნოლოგიური შეფასების და შესაბამისად სამუზეუმო ექსპონატის ტექნიკური ექსპერტიზის შესრულების საშუალებას. შესრულებული სამუშაო, რომელიც სრულდებოდა კვლევითი გეგმის მიხედვით შესაძლებლობა გვაქვს გავაკეთოთ შემდეგი დასკვნები:

1. იარაღის ფონდში დაცული ქართული იარაღ-საჭურვილის ცალკეული სახეობების კლასიფიკაციით გარკვეულია კოლექციის გეოგრაფიული დიაპაზონი, მათი წარმომავლობის ძირითადი გზები.

2. ქართული წარმომავლობის იარაღ-საჭურველის კოლექციებიდან გამოიყო ქართული ხმლების შვიდი სახეობა - გორდა, კალდიმი, კაბიანი, დავითფერული, ხევსურული, ჭოლაური, თბილისური.

3. შესწავლილი იარაღის სისალე შეადგენს $HB=250-450$ კგ/მმ² მაჩვენებელს, გამოირჩევა ფხამახვილობით და ცვეთამედეობით.

4. შესწავლილი საიარაღო ექსპონატების მორფოლოგიური და მაკრო-მიკროსტრუქტურული ანალიზით დადგენილია ქართული იარაღ-საჭურველის დამზადების შემდეგი ტექნოლოგიური სქემა:

ქართული ხმლის მასალა-ნახშირბადიანი ფოლადი, მიღებული ნორმალიზაციისა და წრთობის პროცესის გამოყენებით. სტრუქტურული აღნაგობით განპირობებულია ფოლადის მასალის მაღალი სისალე, ჭრის უნარი, ამავე დროს დრეკადობისა და პლასტიკურობის კარგი მახასიათებლები.

5. ქართული იარაღ-საჭურველის მეტალოგრაფიული და ქიმიური ანალიზი, სტრუქტურული თავისებურება და ფაზური განაწილების სახე შესაძლებელს ხდის დავადგინოთ მასალის მიღება-დამუშავების ტექნოლოგიური სქემა: დამზადებულია რკინის პირდაპირი აღდგენის ან პუდლინგის პროცესების გამოყენებით მიღებული ფოლადისაგან, ქურაში დანახშირბადიანებული და გამჭოლი ცემენტაციით დამუშავებული ნამზადით. შესწავლილი მაღალნახშირბადიანი ფოლადი შესაძლებელია, როგორც ადგილობრივი, ისე იმპორტული წარმოების პროდუქტი იყოს.

6. XVIII-XIX საუკუნეების ქართული იარაღ-საჭურველის კომპლექსური გამოკვლევის შედეგები, მისი საბრძოლო თვისება-მონაცემების განსაზღვრისა და კავკასიის რეგიონის იარაღწარმოების სისტემაში შეტანილი მნიშვნელოვანი წვლილის ამსახველია. ამავე დროს იარაღის ისტორიულ-ტექნოლოგიური შესწავლის სქემა სამუზეუმო ექსპონატების კლასიფიკაციის არსებული ფორმის დაზუსტებისა და ტექნიკური ექსპერტიზის შესაძლებლობას განაპირობებს.

ანგარიშები მოსმენილია სამეცნიერო საბჭოს მიერ.