

საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია

საქართველოს თავდაცვის სამინისტროს

სახელმწიფო სამხედრო სამეცნიერო-ტექნიკური ცენტრის „დელტა“

ფერდინანდ თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის

ინსტიტუტი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

სტუ-ს საქართველოს საწარმოო კალებისა და ბუნებრივი

რესურსების უმსწავლელი ცენტრი

საქართველოში

შავი მეტალურგიის

ბანკითარების კონცეფცია

თბილისი

2012

კონცეფციაზე მუშაობდნენ:

1. საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია:

ი. ჟორდანიას

2. საქართველოს თავდაცვის სამინისტროს სახელმწიფო სამხედრო სამეცნიერო-ტექნიკური ცენტრის “დელტა” ფერდინანდ თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტი:

გ. თავაძე

ჟ. ხანთაძე

ჟ. მოსია

ვ. მგელაძე

ო. ოქროსცვარიძე

ა. გაბისიანი

ჟ. შარაშენიძე

ა. თუთბერიძე

ო. შურაძე

გ. ნიკოლაიშვილი

ზ. მირიჯანაშვილი

ნ. კეკელიძე

ი. ფულარიანი

ო. ცაგარეიშვილი

გ. ქვეხიშვილი

თ. ბაძოშვილი

3. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი:

ნ. წერეთელი

ზ. ლომსაძე

ა. ბოჭორიშვილი

ფ. გაგნიძე

4. სტუ-ს საქართველოს საწარმოო ძალებისა და ბუნებრივი რესურსების შემსწავლელი ცენტრი

გ. მაღალაშვილი

ქ. მახარაძე

თ. ურუშაძე

ქ. ვეზირიშვილი

ნ. მირიანაშვილი

წინასიტყვაობა

შავი მეტალურგიის განვითარების კონცეფცია არის საშუალოვადიანი სტრატეგიული დოკუმენტი, რომელიც განსაზღვრავს ქვეყნის მეტალურგიული პოტენციალის განვითარების პოლიტიკის ძირითად პრინციპებს, მიზნებსა და ამოცანებს და ადგენს ლითონპროდუქციით უზრუნველყოფისათვის საჭირო პირობებს ქვეყნის მდგრადი განვითარებისათვის.

კონცეფციის დანიშნულებიდან გამომდინარე, იგი წარმოადგენს მიზანმიმართულ ღონისძიებათა ერთობლიობას, რომლებიც კონცენტრირებული და კოორდინირებულია სამრეწველო ობიექტთა დონეზე, დადგენილი პრიორიტეტების შესაბამისად, მიმართულია ქვეყნის ინდუსტრიულ განვითარებაზე და ორიენტირებული ჩვენი სამთო-მეტალურგიული მინერალური რესურსების უპირატეს, ეკონომიურ და ეფექტურ გამოყენებაზე.

შავი მეტალურგიის განვითარების შემოთავაზებული კონცეფცია ითვალისწინებს ძირითადი სტრატეგიული მიმართულებების მიხედვით დარგში მნიშვნელოვან ძვრებს მინიმალური კაპიტალური დანახარჯების გაწვევით და იოლად მოსაზიდი ინვესტიციების გამოყენებით.

კონცეფცია ეყრდნობა მეცნიერულად დასაბუთებულ და არგუმენტირებულ დებულებებს შავი მეტალურგიის განვითარებისათვის, უდავო და აუცილებელ გარემოებებს ქვეყნის თავდაცვისუნარიანობის გაძლიერების, ლითონპროდუქციის იმპორტის შემცირებისა და საკუთარ ბაზარზე ადგილობრივ წარმოებული მაღალი ხარისხის, კონკურენტუნარიანი საქონლით ჩანაცვლებისათვის და გულისხმობს უკვე უახლოეს მომავალში გარკვეული ნაბიჯების გადადგმას, შემუშავებული სამოქმედო გეგმის მიხედვით, ლითონნაკეთობათა ექსპორტირების დაწყების განსახორციელებლად.

ქვეყნის ინტერესებიდან გამომდინარე გასათვალისწინებელია საერთაშორისო ბაზარზე მოქმედი მკაცრი შეზღუდვები სტრატეგიული მნიშვნელობის სპეცფოლადებისა და სპეცშენადნობების შექმნასთან დაკავშირებით. ნათელია, რომ იგი უშუალოდ უკავშირდება ქვეყნის თავდაცვისუნარიანობის საკითხს.

კონცეფციის დამუშავება მიმდინარეობდა საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ეგიდით ფერდინანდ თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტის მეცნიერ-თანამშრომელთა, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიებისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის, აგრეთვე საქართველოს საწარმოო ძალებისა და ბუნებრივი რესურსების შემსწავლელი ცენტრის წამყვანი სპეციალისტების მონაწილეობით.

შავი მეტალურგიის განვითარების კონცეფციის ძირითადი დებულებები და საორიენტაციო მაჩვენებლები წლების მიხედვით გასაცნობად და შეთანხმებისათვის გადაეგზავნა მეტალურგიული პროფილის ყოველ სამრეწველო ობიექტს, მიუხედავად მისი მასშტაბისა და გამოშვებული პროდუქციის მოცულობისა.

კონცეფცია არ ისახავს მიზნად მსხვილ ღონისძიებათა დაგეგმვარეალიზაციას, რაიმე მნიშვნელოვან გარდაქმნებს ან ფართო საინვესტიციო პროექტებს. იგი ძირითადად ეხება ქვეყნის მეტალურგიული სიმძლავრეების შედარებით გაზრდილ დატვირთვას არსებული და ექსპლუატაციაში მყოფი მოქმედი აგრეგატების ბაზაზე.

გამოშვებული პროდუქციის რეალიზაციის პრობლემები იოლად მოსაგვარებელ ამოცანათა რიგს განეკუთვნება, მითუმეტეს, რომ ახლომდებარე

და მოსაზღვრე ქვეყნების ლითონპროდუქციის ბაზარი არ არის გაჯერებული სხვადასხვა სახის და პროფილის ლითონური საქონლით.

ქვეყანაში მოქმედი მეტალურგიული აგრეგატები დაკომპლექტებული და უზრუნველყოფილი არიან ინჟინერ-ტექნიკური პერსონალით. ამის გარდა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი ყოველწლიურად ამზადებს სპეციალისტებს, რომელთა დასაქმების საკითხს სერიოზულად წაადგება შემოთავაზებული ღონისძიებების განხორციელება.

მეტალურგიული მოწყობილობებისა და ტექნოლოგიური პროცესების დახვეწას მოემსახურება საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტისა და ფ. თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტის მაღალი კვალიფიკაციის მეცნიერ-მუშაკთა კადრები.

რაც შეეხება სამრეწველო ობიექტების მართვის პროცესს და მენეჯმენტს შეიძლება დარწმუნებით განვაცხადოთ, რომ ადგილობრივ ეროვნულ კადრებს ძალუძთ აღნიშნულ დავალებას წარმატებით გაართვან თავი.

კონცეფციაში გარკვეული ყურადღება ეთმობა აგრეთვე, გარემოსდაცვით საკითხებს და ეკოლოგიურ პრობლემებს, რომლებიც მჭიდროდ უკავშირდება შემუშავებულ ღონისძიებათა რეალიზაციის პროცესს.

კონცეფციაში დაფიქსირებულია შავი მეტალურგიის დარგის ყველა მიმართულება, ქვეყანაში არსებული მინერალური და ენერგეტიკული რესურსები და თანამედროვე ეკონომიკური მიდგომების საფუძველზე შემუშავებული და წარმოდგენილია წინადადებები და რეკომენდაციები საქართველოს სახელმწიფოებრივი ინტერესებიდან გამომდინარე.

შესავალი

(ნოვაციები თანამედროვე მეტალურგიაში)

იმ 92 ბუნებრივი ქიმიური ელემენტიდან, რომელნიც ჩვენი სამყაროს დიდებულ მრავალფეროვნებას ქმნიან, დიდი უმრავლესობა ლითონია. მეცნიერებისა და ტექნიკის იმ დარგს, რომელიც ლითონებისა და შენადნობების მიღებას ისახავს მიზნად მეტალურგია ეწოდება. მეტალურგია ცივილიზაციის ერთ-ერთი უძველესი და უმნიშვნელოვანესი მონაპოვარია. ჟან-ჟაკ რუსოს თანახმად მეტალურგიის წარმოშობამ გამოიწვია უზარმაზარი სოციალურ-ეკონომიკური ძვრები კაცობრიობის განვითარების საწყის ეტაპზე და ხელი შეუწყო საზოგადოების დიფერენციაციას.

მეტალურგია მეტად ფართო ცნებაა. მისი ვრცელი საზღვრები სწორედ ლითონებისა და მათი შენადნობების სიმრავლითაა გამოწვეული. ლითონებიდან ყველაზე პოპულარული რკინა და მის ფუძეზე შექმნილი შენადნობებია. რკინის, უამრავი სპეციალური დანიშნულების ფოლადისა და თუჯის მიღება შავი მეტალურგიის საგანს წარმოადგენს. არსებობს ფერადი და იშვიათ ლითონთა მეტალურგია, ძვირფას ლითონთა მეტალურგია, ნახევარგამტართა მეტალურგია და ა.შ.

შავი მეტალურგიის ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს დარგს, აგრეთვე წარმოადგენს ფეროშენადნობების მეტალურგია, რომელიც ჩვენში ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხანასთან ასოცირდება და მანგანუმის რკინასთან, სილიციუმთან, კალციუმთან, ალუმინთან და სხვა ელემენტებთან შენადნობების მიღებას ისახავს მიზნად.

შავი მეტალურგია წარმოადგენს საბაზისო დარგს მეურნეობისა, რომელსაც არსებითი წვლილი შეაქვს ქვეყნის ეკონომიკის განვითარებაში. მეტალურგია რეალურად ქმნის ფუნდამენტს, რომელზეც შემდგომში შენდება ესა თუ ის მიმართულება, დაკავშირებული თავდაცვისუნარიანობასთან, მანქანათმშენებლობასთან და მეურნეობის სხვა დარგებთან. ლითონის გარეშე შეუძლებელია წარმოვიდგინოთ აგრეგატი, მოწყობილობა, ტრანსპორტის სახეობა, სოფლის მეურნეობის აღჭურვილობა, მშენებლობა, ენერგეტიკა, კომუნალური თუ სხვა რაიმე დარგი, სადაც შავი ლითონის (რკინა, ფოლადი, თუჯი, ნაგლინი) წილი არ არის მნიშვნელოვანი.

შავი მეტალურგიის მიმართ ყურადღება დიდია მმართველი სტრუქტურებისა და დიდი ბიზნესის მხრივ. იგი სახელმწიფოთა შორის ურთიერთობის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ფაქტორს წარმოადგენს. მეტალურგიის განვითარების პრობლემები დიდი ხანია გასცდა ამა თუ იმ ქვეყნის გეოგრაფიულ საზღვრებს და საერთაშორისო არენაზე მყარად უკავია სერიოზული პოზიცია. ერთ-ერთ დამოუკიდებელ მსხვილ სამრეწველო მიმართულებას წარმოადგენს აგრეთვე მეტალურგიული მანქანათმშენებლობა, რომელიც უდაოდ წამყვანი ქვეყნების პრეროგატივად იქცა. გერმანია, იაპონია და იტალია, ეს ის ქვეყნებია, რომელთა

პროდუქცია მოწყობილობა – დანადგარების სახით უხვად გვხვდება ნებისმიერი ქვეყნის მეტალურგიულ საწარმოებში. ამჟამად დიდი ნაბიჯები იდგმება ამ მხრივ ჩინეთშიც.

მეტალურგიის დარგი ბევრ ქვეყანაში პერიოდულად ექვემდებარება ნაციონალიზაციას, პროდუქციის კონიუნქტურის მიხედვით, რაც მეტყველებს დარგის მნიშვნელობაზე.

თუ გადავაგვლებთ თვალს მეტალურგიის განვითარების პროცესებს მსოფლიოში, დავინახავთ, რომ ათამდე მოწინავე სახელმწიფო განსაკუთრებული თავგამოდებით იბრძვის ლიდერობისათვის. გასული საუკუნის ორმოცდაათიან წლებში იმასთან დაკავშირებით, რომ მეტალურგია მძიმე დარგია და არ არის ეკოლოგიურად უსაფრთხო, რამოდენიმე ქვეყნის მიერ იყო მცდელობა გაეტანათ ქვეყნის ფარგლებს გარეთ მეტალურგიული ობიექტები და გამოთავისუფლებული მომსახურე პერსონალი დაეტვირთათ ნაკლებად შრომატევადი, მაგრამ მეცნიერებატევადი დარგებით.

ეს პროექტი მალევე იქნა უარყოფილი, რადგან ნაკლებად ცივილიზებული ქვეყნების მეტალურგია ვერ უზრუნველყოფდა პროდუქციის ხარისხის მიმართ მაღალ მოთხოვნებს და მეორე ის, რომ სრულად შეიცვალა მეტალურგიული ქარხნების ტექნოლოგიის ტექნიკურ-ეკონომიკური დონე. დაბეჭდვით შეიძლება ითქვას, რომ დღევანდელი მეტალურგიული წარმოება ძირითადად მექანიზებული, ავტომატიზებული და კომპიუტერიზებულია. მკვეთრად შემცირდა აგრეთვე ტექნოლოგიური პროცესების დისკრეტულობა. პარალელურად, დიდი მიღწევებია ბუნების დაცვის ღონისძიებათა მხრივაც. ახალი ქარხნები ეკოლოგიურად უსაფრთხო და უხიფათოა.

ლითონურ პროდუქციაზე ფასების ნახტომისებური ზრდა კიდევ უფრო მიმზიდველს ხდის ამ დარგს. დღეს მსოფლიოში მეტალურგია ინტენსიურად ვითარდება და გამოიკვეთა ახალი ლიდერი, ეს გახლავთ ჩინეთი, რომელიც განსაკვიფრებელი ტემპებით ავითარებს აღნიშნულ დარგს. მის შემდეგ მეორე პოზიციაზე იმყოფება აშშ, შემდგომ იაპონია და რუსეთი.

სწრაფად იზრდება აგრეთვე ლითონმოსმარება და რეალურად არ არის პრეცედენტი, რომ გამოშვებული პროდუქციის გასაღება რაიმე სერიოზულ პრობლემას წარმოადგენდეს, თუკი, რასაკვირველია, მისი ხარისხის პარამეტრები შეესაბამება ხარისხის მკაცრი მოთხოვნების პირობებს.

მეტალურგია მრავალფეროვანი და მრავალმხრივი დარგია. იგი მნიშვნელოვნად ტვირთავს სამთო მრეწველობას, ენერგეტიკას, მანქანათმშენებლობას, რკინიგზისა და სხვა სახის ტრანსპორტს, ელექტროტექნიკას, თანამედროვე მეცნიერებადტევად დარგებს და ა.შ.

აღსანიშნავია შემდეგი გარემოებაც, რომ ერთ-ერთი უმთავრესი ლითონ-პროდუქციის, კერძოდ, მიღების გეომეტრიული პარამეტრები და ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები თანამედროვე ეტაპზე უნიფიცირებულია და ამერიკული სტანდარტებით ხდება მათი რეგულირება. ეს მოხდა მას შემდეგ, რაც საბჭოთა კავშირი და აღმოსავლეთის ქვეყნების ალიანსი დაიშალა. აღნიშნული ქვეყნებიც იძულებულნი იყვნენ გადასულიყვნენ ამერიკულ სტანდარტებზე, ანალოგიური უნიფიცირება ხორციელდება ფოლადის ნაგლინის თითქმის ყოველი სახეობის მიმართ, რაც დამოკიდებული იყო მეტად მსხვილ კაპიტალურ დაბანდებებზე. ამჟამად ხარისხის საკითხი აღარ კონტროლდება სახელმწიფო სტრუქტურების მიერ და ამ პრობლემებს სრულიად არეგულირებს ბაზარი.

დღეს მსოფლიო მაშტაბით შეიქმნა რამოდენიმე უმსხვილესი ტრანს-კონტინენტური კორპორაცია, რომელთა მიერ გამოშვებული ლითონპროდუქციის მოცულობა ხშირად საგრძნობლად აღემატება ცალკეული სახელმწიფოების მიერ წარმოებულ პროდუქციის რაოდენობას. ამგვარი კორპორაციების შემადგენლობაში სხვადასხვა ქვეყნების ტერიტორიაზე განლაგებული 20-22-მდე მეტალურგიული კომბინატი და შესაბამისი ინფრასტრუქტურული ერთეულები ირიცხებიან.

ასევე ხშირია შემთხვევები ერთობლივი წარმოების ჩამოყალიბებისა, სადაც ერთი მხარე წარმოადგენს საკუთარ საბაზო ობიექტს, ხოლო შემოსული კომპანია თავისი მაღალი ტექნოლოგიებით ობიექტის აღჭურვის შემთხვევაში ეუფლება აღნიშნული ობიექტის აქციათა მნიშვნელოვან ნაწილს.

ამგვარი კოოპერირების პირობები სრულიად მისაღები და რაციონალურია ორივე მხარისათვის, რადგან რეკონსტრუქცია-გადაიარაღება მეტად რთულ პროცესთა ერთობლიობაა და მოითხოვს საპროექტო, საკონსტრუქტორო, სამანქანათმშენებლო (ე.ი. მოწყობილობის დამამზადებელი), სამონტაჟო და საავტორო ზედამხედველობის მრავალრიცხოვანი სამსახურების მონაწილეობას და, რაც მთავარია, ამ ორგანიზაციებს შორის ურთულესი საკოორდინაციო პირობების მართვას. გარდა ამისა ყველაფერი ეს უნდა მიმდინარეობდეს უნისონში საბანკო-საფინანსო სისტემებთან, სხვაგვარად ასეულ მილიონობით კაპიტალდაბანდებები ვერ იქნებიან მიზნობრივად გამოყენებულნი. ამის გამო მეტალურგიული ობიექტები, როგორც წესი, აღჭურვილნი არიან სპეციალური სამსახურებით, სადაც თავმოყრილია სხვადასხვა მიმართულების ექსპერტთა ჯგუფები, რომელთა კომპეტენციაშიც შედის მსგავსი პროცესების მართვარეგულირება.

მეტალურგია შეიძლება ითქვას ვითარდება სტაბილურად და მისი განვითარების ტემპები მაინცადამაინც არც უკანასკნელი წლების კრიზისულ სიტუაციას შეუწელებია. თუ გადავხედავთ მეტალურგიის განვითარების გეოგრაფიას კონტინენტების მიხედვით დავრწმუნდებით ამ მოსაზრებების სისწორეში.

მიუხედავად იმისა, რომ მეტალურგიული წარმოებების დიდი ნაწილი კერძო სექტორს მიეკუთვნება, აქციონირებულია და პრივატიზებული, სახელმწიფო კონტროლისა და სახელმწიფო რეგულირების გარეშე იგი არსად არ იმყოფება.

მაღალი სამრეწველო პოტენციის ქვეყნების მიერ გამოშვებული ფოლადის ერთი მესამედი იწარმოება მეტალურგიულ ობიექტებში, რომლებიც იმყოფებიან სახელმწიფოთა უშუალო დაქვემდებარებაში. სახელმწიფო სტრუქტურები უწევენ კოორდინაციას მეტალურგიული და სამთო-სამრეწველო კომპლექსების ურთიერთობას. ხშირად ეს პრობლემები რეგულირდება პოლიტიკური კოპანიების შექმნით.

მეტად მნიშვნელოვანი ფაქტორი არის ისიც, რომ მეტალურგიის დარგის მომსახურეობას ეწევიან მრავალრიცხოვანი კვლევითი-სამეცნიერო ორგანიზაციები. დიდ ქვეყნებში მეტალურგიის დარგში მომსახურე საპროექტო და საკონსტრუქტორო მეცნიერთა რაოდენობა ათეულ ათასებს უტოლდება.

გასული საუკუნის მეორე ნახევრიდან შავი მეტალურგიის სამრეწველო კომპლექსში ფართოდ შემოვიდა მეტად მნიშვნელოვანი სიახლეები, რომლებმაც გარდატეხა მოახდინეს მთლიანად დარგის განვითარების პროცესებში, სრულად შეცვალა დამოკიდებულება არსებული ტექნოლოგიური რეჟიმების მიმართ, მოხდა გადაფასება როგორც დაპროექტების, მშენებლობის ასევე არსებული სამრეწველო ობიექტების რეკონსტრუქცია-გადაიარაღების საქმეში.

ფოლადის გამოდნობისა და მისი ჩამოსხმის ტექნოლოგიები დაექვემდებარა ავტომატიზაციის, მექანიზაციისა და კომპიუტერიზაციის სისტემათა ერთობლიობას, რაც აქამდე სრულიად წარმოდგენლად მიიჩნეოდა. ამან პრაქტიკულად გამოირიცხა ხელით მძიმე შრომა და მოითხოვა ინჟინერ-ტექნიკური და მომსახურე პერსონალის კვალიფიკაციის დონის საგრძნობლად ამაღლება. აღნიშნული მოვლენა მეტალურგიაში გადატრიალების ტოლფასი გახლდათ, რომელიც მეცნიერ-ტექნოლოგთა უდიდეს დამსახურებად არის აღიარებული.

ელექტრორკალური ღუმელები, ჟანგბადის კონვერტორები და განსაკუთრებით უწყვეტი ჩამოსხმის აგრეგატები – ეს არის მაღალტექნოლოგიური გარდაქმნის რეალური ნიმუში, რომელმაც მოითხოვა

უზარმაზარი კაპიტალური დაბანდებები, ინვესტიციები და სამთავრობო სტრუქტურების აქტიური ჩარევა, რათა სახელმწიფოთა დონეზე ყოფილიყო დაცული დარგის სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის მდგრადი განვითარება.

აღნიშნულ ტექნოლოგიურ მიმართულებებში ყველაზე მნიშვნელოვანი – ლითონების უწყვეტი ჩამოსხმა შემოვიდა რუსთავის მეტალურგიულ ქარხანაშიც, სადაც გასული საუკუნის სამოციან წლებში აშენდა და გაიშვა, პირველად საბჭოთა სივრცეში, მრუდხაზოვანი უწყვეტი ჩამოსხმის მოწყობილობათა საცდელ-სამრეწველო კომპლექსი. იგი საკმაოდ ძვირადღირებული და სამშენებლო თვალსაზრისით რთულად განსახორციელებელი დანადგარების კრებული იყო, რომელიც წლების განმავლობაში მუდმივად ექვემდებარებოდა რეკონსტრუქციას, განახლებას და დახვეწას, რათა საბოლოოდ ჩამოყალიბებულიყო ოპტიმალური ტექნოლოგიური პარამეტრები და მეცნიერთა საბოლოო დამოკიდებულება ამ საკვანძო საკითხების მიმართ.

მიუხედავად იმისა, რომ იდეა ლითონთა უწყვეტი ჩამოსხმისა საბჭოთა მეცნიერებს ეკუთვნოდათ, პრაქტიკულად შექმნილი ლიცენზიებით იაპონიამ, გერმანიამ, ხოლო შემდგომ საერთოდ დასავლეთ ევროპამ და შეერთებულმა შტატებმაც დიდი სისწრაფით იწყეს ამ სიახლის დანერგვა და უკვე ორი ათეული წლის შემდგომ, თუ დასავლეთში მთელი გამოდნობილი ფოლადის 60-70% ისხმებოდა უწყვეტად, ხოლო იაპონიაში ანალოგიურმა მაჩვენებელმა 85-90% მიაღწია, საბჭოთა სივრცეში იგი 20-30% არ აღემატებოდა. ამჟამად დასავლეთში ფაქტიურად აღარ არსებობს მარტენის ღუმელები და ტრადიციული ჩამოსხმის პროცესები. რუსეთში და უკრაინაში მარტენის ღუმელები კვლავ ფუნქციონირებს.

უწყვეტი ჩამოსხმა ძირეულად ამცირებს ლითონის დანაკარგებს, ზრდის წარმადობას, აუმჯობესებს პერსონალის სამუშაო პირობებს, ფოლადის ფიზიკურ-ქიმიურ და მექანიკურ თვისებებს და მნიშვნელოვნად ამცირებს პროდუქციის თვითღირებულებას.

უწყვეტი ჩამოსხმის ტექნოლოგიური პარამეტრების დახვეწასა და კონსტრუქციულ და ტექნიკურ მაჩვენებლების დადგენაში რუსთავის სპეციალისტებთან ერთად აქტიურ მონაწილეობას იღებდნენ ფ. თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტის მეცნიერ-თანამშრომლები, სადაც ამ დროისათვის შეიქმნა აღნიშნული პროფილის სპეციალური ლაბორატორია. ლაბორატორიის წევრები ამ თემატიკაზე ნაყოფიერად თანამშრომლობდნენ ხარკოვისა და მოსკოვის ცენტრალურ ინსტიტუტებთან, რომელთა ინტელექტუალურ საკუთრებას შეადგენდა აღნიშნული მიღწევა.

დღეს ყველა ობიექტი საქართველოში, სადაც მიმდინარეობს ფოლადის დნობა ადჭურვილია უწყვეტი ჩამოსხმის დანადგარებით.

ფ. თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტში გამოცდის პროცესშია თუჯისა და ფეროშენადნობთა უწყვეტი ჩამოსხმის მოწყობილობები, აგრეთვე მიმდინარეობს მეტად აქტუალური თემის დამუშავება, რომელიც ითვალისწინებს უწყვეტი ჩამოსხმის პროცესის შერწყმას წნევით დამუშავების პროცესთან, რათა ერთჯერადად მოხდეს თხელი ფურცლის ზოლის მიღება.

ეს მიმართულება დღეს მეტად მნიშვნელოვანია. უკანასკნელ წლებში მსგავი კვლევები ხორციელდება ამერიკის შეერთებულ შტატებში, დასავლეთ ევროპასა, ჩინეთსა და იაპონიაში, მაგრამ ჯერჯერობით საბოლოო დადებითი შედეგი არსად არ არის მიღებული, თუმცა შტატებში ამ ტიპის მეტალურგიული ქარხანა უკვე აშენდა და ინტენსიურად მიმდინარეობს შესაბამისი ტექნოლოგიური რეკონსტრუქციების დადგენა, მაგრამ, რამდენადაც ჩვენთვის არის ცნობილი, რეალური, სამრეწველო შედეგი მიღწეული არ არის. ქართველი მეცნიერების სასახელოდ უნდა ითქვას, რომ აქ შემუშავებული ვარიანტი გამოიყურება რეალურად,

დამზადებულია საცდელი მოწყობილობა და უახლოეს პერიოდში ფართოდ გაიშლება კვლევითი სამეცნიერო თემატიკა.

გასული საუკუნის სამოციან წლებში რუსთავის მეტალურგიული ქარხნის მილსაგლინავ აგრეგატ “400”-ის კომპლექსურმა მექანიზაციამ და ავტომატიზაციამ, ძირეული გარდატეხა მოახდინა დიდი დიამეტრის მილების გლინვის ტექნოლოგიურ პროცესებში, მკვეთრად აამაღლა წარმოებული მილების ხარისხი, მნიშვნელოვნად შეუწყო ხელი წარმოების ზრდას და პროდუქციის ნომენკლატურის გაფართოებას. პროცესის კომპლექსური მექანიზაცია და ავტომატიზაცია უპირველესად განაპირობებდა საგლინავი დგანის რიტმულ და გამართულ მუშაობას, რაც უშუალოდ უკავშირდება ხარისხის მაჩვენებლებს, ტექნიკურ-ეკონომიკური მახასიათებლების გაუმჯობესებას, უსაფრთხოების ტექნიკის დაცვას და ხელით შრომის უმძიმესი პირობების სრულ ლიკვიდაციას. ავტომატიზაცია ურთულეს პრობლემას წარმოადგენდა და წლების განმავლობაში არა ერთი ათეული კვლევითი-სამეცნიერო, თუ საკონსტრუქტორო ორგანიზაციის ყურადღების ცენტრში იყო მოქცეული. პრობლემის გადაწყვეტას მცდელობას არ აკლებდნენ, მაგრამ შედეგი ვერ იქნა მიღწეული.

ქარხნის კოლექტივმა 6-7 წლის განმავლობაში დამოუკიდებლად შესძლო ამ რთული ამოცანის გადაწყვეტა – მსოფლიო პრაქტიკაში პირველად რუსთავში შეიქმნა თანამედროვე ტექნიკური საშუალებებითა და ხელსაწყო-დანადგარებით აღჭურვილი კომპლექსურად ავტომატიზირებული მძლავრი მილსაგლინავი აგრეგატი. აგრეგატი “400”-ის 1,2 კმ სიგრძის ტექნოლოგიური ხაზი ევროპაში ითვლებოდა უახლესი ტექნოლოგიური და ტექნიკური შესაძლებლობების ნიმუშად. ამ ღონისძიების განხორციელებას დიდი გამოძახილი ჰქონდა მსოფლიო მასშტაბით. შედეგად, ქარხნის 6 სპეციალისტს მიენიჭა სახელმწიფოს უმაღლესი პრემიის ლაურეატის წოდება. აღსანიშნავია, რომ გამოგონებათა ნაწილი სახელმწიფოს მიერ იქნა დაპატენტებული და უცხოეთში რეალიზებული ლიცენზიების სახით.

1. მეტალურგიის სათავადადგენი (ისტორიული მიმოხილვა)

მეტალურგია – მანძიდან ლითონებისა და შენადნობების მიღება და მათგან სხვადასხვა დანიშნულების საგნების დამზადება, ცივილიზაციის ერთ-ერთი უძველესი და უმნიშვნელოვანესი მონაპოვარია. მეტალურგიის წარმოშობამ გამოიწვია უზარმაზარი სოციალურ-ეკონომიკური ძვრები კაცობრიობის განვითარების საწყის ეტაპზე და ხელი შეუწყო საზოგადოების დიფერენციაციას (ჟან-ჟაკ რუსო).

საქართველოს ტერიტორიაზე ლითონების მიღების, დამუშავების და გამოყენების კულტურა უძველესი დროიდან მომდინარეობს და კაცობრიობის განვითარების ყველა ძირითად ისტორიულ საფეხურს მოიცავს. აქ არსებულმა გეოგრაფიულ-მინერალოგიურმა პირობებმა (მადანი, საწვავი, ცეცხლგამძლე თიხები, წყლის რესურსები) და კულტურულ-ტექნიკური აზრის განვითარების დონემ ხელი შეუწყო მეტალურგია-ლითონდამუშავების მძლავრი და სტაბილური ცენტრების წარმოშობას. საქართველო ლითონწარმოების სისტემის ერთ-ერთ უძველეს ცენტრს წარმოადგენს.

საქართველოში შავი მეტალურგიის განვითარებაზე საუბრის დროს, არ უნდა დაგვაავიწყდეს, რომ ქვეყანას გააჩნია მეტალურგიის დიდი და უძველესი ტრადიციები. ყველასათვის ცნობილია, რომ საქართველოს ტერიტორიაზე ლითონების მიღების, დამუშავების და გამოყენების კულტურა უძველესი დროიდან მომდინარეობს და კაცობრიობის განვითარების ყველა ძირითად ისტორიულ საფეხურს მოიცავს. აქ არსებულმა გეოგრაფიულ-მინერალოგიურმა პირობებმა (მადანი, საწვავი, ცეცხლგამძლე თიხები, წყლის რესურსები) და კულტურულ-ტექნიკური აზრის განვითარების დონემ ხელი შეუწყო მეტალურგია-ლითონდამუშავების მძლავრი და სტაბილური ცენტრების წარმოშობას. საქართველო ლითონწარმოების სისტემის ერთ-ერთ უძველეს ცენტრად არის მიჩნეული.

კოლხეთის ტერიტორიაზე გამოვლენილია მრავალი სამთო-მეტალურგიული კერა, რომელიც ანტიკურ ხანაში ლითონის პროდუქციით ამარაგებდა არა მარტო კოლხეთის სამეფოს, არამედ მეზობელ ქვეყნებსაც. მდიდარ არქეოლოგიურ მასალაში ჭარბობს ადგილობრივი წარმოების საგნები – კოლხური ცულები, შუბისა და ისრის ბუნიკები, ხის დამამუშავებელი საჭრის-საკვეთები, მიწათმოქმედების იარაღები, მრავალფეროვანი ოქროსა და ბრინჯაოს მხატვრული ნაკეთობები, სამკაულები, ნუმიზმატური მასალა და სხვა (სურ1). ადგილობრივი “კოლხური თეთრის” სახელწოდებით ცნობილი ვერცხლის მონეტა, კოლხური ცულები და სხვა ნივთიერი მასალა მოპოვებულია ბერძნული სამყაროს სხვადასხვა ცენტრებში, ყირიმში, თურქეთში (ტრაპიზონის მახლობლად), შუა აზიაში (ფერგნის ველზე), რაც მეტყველებს კოლხეთის მჭიდრო კონტაქტზე გარე სამყაროსთან და ყველაზე სკეპტიკურად განწყობილ პიროვნებასაც კი დაარწმუნებს, რომ საქართველოს ტერიტორიაზე მეტალურგია ძველთაგანვე მაღალ დონეზე ყოფილა განვითარებული.



სატევარი კოლხური ცულები თოხები

ანტიკური ხანის ლითონური ნაწარმი

შავი მეტალურგიის განვითარების ტრადიციები რამდენადმე განსხვავებული ისტორიულ-ეკონომიკური იმპულსებით გრძელდება შუასაუკუნეების საქართველოში. მეტალურგიის მიღწევებმა ამ პერიოდის არაერთი ტექნიკური დარგის წინსვლა განაპირობა და უნიკალური ძეგლები დაუტოვა შთამომავლობას რკინა-ფოლადის ნაწარმის სახით. შუასაუკუნეების არქეოლოგიურ მასალაში დასტურდება ფოლადის საბრძოლო იარაღთან ერთად სამეურნეო დანიშნულების საგნებისა და ცხენის აღკაზმულობის წარმოებაც.

მეფე დავით აღმაშენებლის სამხედრო წარმატებებში განსაკუთრებული როლი შეასრულა მაღალხარისხოვანი ფოლადის იარაღ-საჭურველმა (სურ.2). საქართველოს ეროვნულ მუზეუმში დაცული ქართველი მხედრის აღჭურვილობის მთლიანი კომპლექტის წონა 10-12კგ-ს აღწევს. ამ მონაცემებით მარტო 40 ათასი ყივჩაღი მეომრის შეიარაღებას 400-480 ტ. ხარისხოვანი რკინა-ფოლადი ჭირდებოდა.

XI-XIII საუკუნეების პერიოდში, ბოლნისის სარკინეთში, სვანეთის ჭუბერში და რაჭის წედისში მოქმედი რკინის წარმოების კერები, რთული კონსტრუქციის და დიდი წარმადობის მეტალურგიული ქურები, სამჭედლო სახელოსნოები და მეფის კარზე არსებული სპეციალური საიარაღო საწარმოები დიდი რაოდენობის შავი ლითონის საბრძოლო და სამეურნეო იარაღით ამარაგებდა გაერთიანებულ ქართულ სახელმწიფოს. მაგრამ, სამთო-მეტალურგიული წარმოების შემდეგი აღმავლობა რამდენადმე დააკნინეს უცხო დამპყრობთა შემოსევებმა.



X-XII საუკუნის ქართველი მეომრის საჭურველი

XVIII საუკუნის მეორე ნახევარში მეფე ერეკლე II იწყებს სამთო საქმისა და მეტალურგიის აღორძინებას, რაც სახელმწიფოს ეკონომიკისა და სამხედრო ძლიერების აღმავლობას გულისხმობდა. შეიქმნა რკინის, სპილენძის, ტყვიის და ოქრო-ვერცხლის საბადოთა დამუშავებისა და მეტალურგიული წარმოების ერთიანი სისტემა. ამუშავდა ალავერდისა და თბილისის სპილენძის ქარხნები, ბოლნისის რკინის საბადოების გადამამუშავებელი ბრძმედი, რკინის საოჯახო მოხმარების, სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების და საბრძოლო იარაღის, მათ შორის, ბულატის იარაღის მწარმოებელი სახელოსნოები, აშენდა თბილისის ზარბაზნების ჩამოსასხმელი ქარხანა, სადაც ათვისებულ იქნა ზარბაზნის ლულის დამზადების ტექნოლოგია უმნიშვნელოვანესი ევროპული ტექნიკური სიახლეების გათვალისწინებით, განახლდა ყუმბარებისა და ტყვია-წამლის დამამზადებელი თოფხანები და ა.შ.

ამგვარად, მეტალურგია, როგორც ლითონის მიღებისა და მისგან ნაკეთობის დამზადების წესი ქართველებისათვის იმთავითვე ბუნებრივი და აუცილებელი საქმიანობა გახლდათ, მსგავსად მიწის დამუშავებისა, რის გამოც საქართველოს **georgia** (მიწათმოქმედი) შეერქვა.



1820 წელს ზარაფხანაში მოჭრილი ქართული ფული



ქართული ზარბაზნების სიმბოლიკა

ქართველი კაცი მთელი თავისი ხანგრძლივი ისტორიის მანძილზე მუდამ ფუსფუსებდა ქურასა და საბერველთან – ნალს, ნამგალს, თოხსა და სხვა სამეურნეო დანიშნულების საგნებთან ერთად გაუთავებლად ჭედდა საომარ იარაღს მომხდურებისგან თავის დასაცავად. მეტალურგიის განვითარების ტენდენციები საქართველოში უწყვეტია. საუკუნეთა ავბელითმა მსვლელობამ ვერ შეაჩერა „კვერით ხუროთა და რკინისა და რვალის მჭედელთა“ ტრადიციული ლტოლვა „ლითონთა დამორჩილებისა“. ამის დასტურად ისიც გამოდგება, რომ მეოცე საუკუნის დასაწყისში საქართველოში კიდევ ფუნქციონირებდა ჩათახის თუჯის ქარხანა ორი მინიატურული ბრძმედით, თბილისის სპილენძის ქარხანა და მცირე წარმადობის ლითონდამამუშავებელი სახელოსნოები.

ქართულ მეტალურგიას ახალი სიცოცხლე ჩაბერა ჭიათურა-ზესტაფონის კომპლექსმა. ეს კომპლექსი ჩვენთვის, ქართველებისათვის სრულიად უნიკალურია. ეს არის დემრთისგან ბოძებული ბუნებრივი სიმდიდრე, ეს არის აკაკი წერეთლის, ნიკო ნიკოლაძის და სხვა მოღვაწეთა ფიქრისა და ოცნების საგანი, ეს არის ჭიათურა-ფოთის შარაგზაზე იმერელი გლეხის ურმით შავი ქვის ტრანსპორტირების დროს დაღვრილი ოფლი და, ბოლოს ჭიათურა-ზესტაფონი არის ქართული ინტელექტუალური პოტენციალის უდიდესი

მონაპოვარი, რომელიც დიდი მამულიშვილის გიორგი ნიკოლაძის სახელს უკავშირდება.

გ. ნიკოლაძემ და მისმა მიმდევრებმა 1930 წელს დიდუბის საცდელ ქარხანაში პირველად მიიღეს ფერომანგანუმი ადგილობრივი ნედლეულის – ჭიათურის მადნის, ტყიბულის ნახშირების, ადგილობრივი კირქვის, სუფსისა და ჩათახის რკინისჩემცველი მადნების გამოყენებით. გ.ნიკოლაძემ პირველად ამცნო ქვეყნიერებას ფერომანგანუმის ელექტროდნობის ტექნოლოგია, მან დაადგინა ღუმელის წინაღობის რეჟიმზე მუშაობის აუცილებლობა, მუშა ძაბვის ოპტიმალური სიდიდე, ღუმელის გეომეტრიული მახასიათებლები, ქვედის რაციონალური კონფიგურაცია, ფლუსად კირის ნაცვლად კირქვის გამოყენების სიკეთე და პროცესის წარმატებულად მართვისთვის საჭირო მრავალი სხვა პარამეტრი.

აღნიშნულ გამოკვლევათა საფუძველზე აიგო და 1933 წელს მწყობრში ჩადგა ზესტაფონის ფერომანგანუმის ქარხანა.

გასული საუკუნის 50-ან წლებში ამას დაემატა რუსთავის მეტალურგიული კომბინატი და მრავალი ლითონგადამუშავებელი საწარმო ქუთაისის საავტომობილო ქარხნის, თბილისის საავიაციო გაერთიანების, ავჭალისა და რუსთავის ცენტრალური სამსხმელო ქარხნების, ჭიათურის სამსხმელო საამქროსა და მექანიკურ საწარმოთა სახით.

განვლილმა მღელვარე 20 წელმა, ღრმა უარყოფითი კვალი დაამჩნია ჩვენს ინდუსტრიულ განვითარებას. მიუხედავად ამისა, კონცეფციის ავტორები ოპტიმისტურად ვუცქერით მომავალს და მიგვაჩნია, რომ მსხვილ ღონისძიებათა რეალიზაციის, დიდი მნიშვნელოვანი გარდაქმნებისა ან ფართო საინვესტიციო პროექტების გარეშე, შესაძლებელია ქვეყნის მეტალურგიული სიმძლავრეების შედარებით გაზრდილი დატვირთვისა და მიზანმიმართულად მუშაობის პირობებში მიღწეულ იქნას გარკვეული წარმატება. შედეგად მოველით ქვეყნის თავდაცვისუნარიანობის გაძლიერებას, ლითონპროდუქციის იმპორტის შემცირებას, საკუთარ ბაზარზე ადგილობრივად წარმოებული მაღალი ხარისხის, კონკურენტუნარიანი საქონლით ჩანაცვლებას და უკვე უახლოეს მომავალში ლითონნაკეთობათა ექსპორტირების დაწყებას.

2. ფეროშენადნობების მეტალურგია

2.1. მანგანუმის გამოყენების სფეროები

ფოლადის წარმოებაში მანგანუმს სრულიად განსაკუთრებული ფუნქცია ენიჭება. იგი, როგორც განმუხანგველი და მალეგირებელი ელემენტი ფოლადის დნობის ტექნოლოგიური პროცესის აუცილებელი კომპონენტია. როგორც დიასახლისი ნელსაცხებლების გარეშე ვერ მოამზადებს კარგ კერძს, ისე მანგანუმის გარეშე ვერ მოიხარშება კარგი ფოლადი. ამიტომ მეტალურგიის განვითარებასთან ერთად სულ უფრო იზრდება მანგანუმზე მოთხოვნა.

ჯერ კიდევ მე-19 საუკუნეში ჭიათურის მანგანუმი ექსპორტის საგნად გადაიქცა – “შავ ქვად” წოდებულ მანგანუმის მადანს ჭიათურიდან ურმებით ეზიდებოდნენ ფოთში, იქიდან კი გემებით საზღვარგარეთ.

მე-20 საუკუნის დასაწყისში ინგლისელმა გართფილდმა აღმოაჩინა, რომ 13-14% მანგანუმის შეცულობის ფოლადი სრულიად უნიკალური თვისებებით გამოირჩევა. ასეთი ფოლადები ე.წ. დაბერების ეფექტს ამჟღავნებენ და ექსპლუატაციის პროცესში განუზომლად მაგრდებიან. გათფილდის ფოლადმა უდიდესი გამოყენება ჰპოვა ცვეთამედეგი კვანძების (რკინიგზის ჯვართავეები, მუხლუხა ტექნიკა, სატანკო კოშკურები, გრუნტის დამამუშავებელი მექანიზმები

და მრავალი სხვ.) დამზადების პროცესში. ამან ერთი ათად გაზარდა მსოფლიო მოთხოვნილება მანგანუმზე.

დღეისათვის მარტო მეტალურგიის მიზნებიდან გამომდინარე, მსოფლიოში მანგანუმზე მოთხოვნილება შვიდნიშნა ციფრით განისაზღვრება ტონა – წელიწადში გამოსახული. მანგანუმის სამრეწველო მარაგები მსოფლიოს მსოფლიო რვა ქვეყანას გააჩნია, მათ შორის საქართველოსაც. საქართველო მანგანუმის მსოფლიო მარაგების 6% ფლობს. ამჟამად, მართალია, ჭიათურის უანგეული და პეროქსიდული მადნების მარაგები შემცირებულია, მაგრამ არსებული დეპოზიტი, რომელიც ძირითადად წარმოდგენილია კარბონატული მადნებით, ჭიათურის საბადოს მსოფლიო მნიშვნელობას უახლოეს 100 წლებში კიდევ შეუნარჩუნებს. აქედან გამომდინარე ჭიათურა-ზესტაფონის კომპლექსი ჩვენთვის სრულიად უნიკალურია.

მანგანუმის ძირითადი და უმთავრესი მომხმარებელი შავი მეტალურგიაა (90-95%), სადაც მანგანუმი გამოიყენება, როგორც დანამატი ფოლადისა და თუჯის განუანგვა-ლეგირების პროცესში.

მანგანუმი ასევე ფართოდ გამოიყენება:

- ფერადი ლითონების წარმოებაში – მანგანუმიანი თითბერისა და ბრინჯაოსაგან ამზადებენ საკისრებს სწრაფმავალი ძრავებისა და მანქანა დანადგარებისათვის, მისი სპილენძთან შენადნობებისაგან მზადდება ტურბინების ფრთები და ა. შ.;
- ელექტროქიმიურ მრეწველობაში, მანგანუმის ორჟანგის (MnO_2) სახით, მშრალი ელექტროელემენტების დასამზადებლად;
- მინის წარმოებაში, სხვადასხვა შეფერილობის მინის მისაღებად, მათ შორის მწვანე მინის გასაუფერულებლად;
- ლაქ-საღებავების წარმოებაში, განსაკუთრებით ფერადი საღებავების დამზადებისას;
- კერამიკის წარმოებასა და მეტალური მინანქრის დამზადების პროცესში.

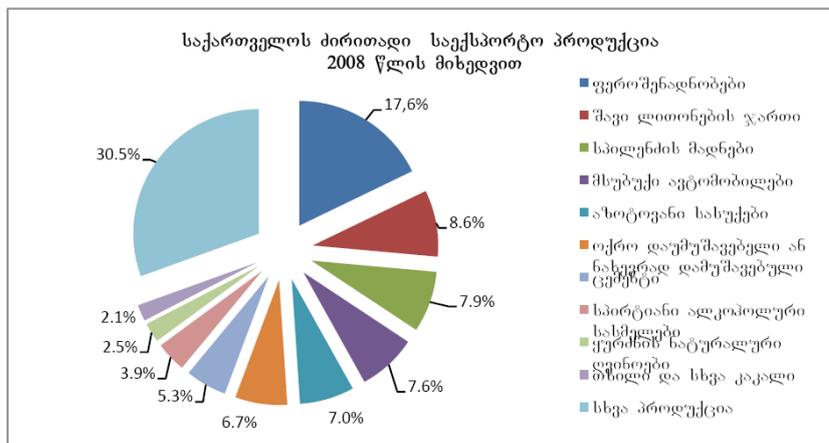
მანგანუმის ნაერთების გამოყენება დასაშვები რაოდენობით დადებით შედეგს იძლევა სოფლის მეურნეობაშიც. დადგენილია, რომ მანგანუმის შემცველობა ნიადაგში ხელს უწყობს მცენარეების სწრაფ განვითარებას და ზრდის ნაყოფიერებას.

2.2. მანგანუმიანი ფეროშენადნობები – საქართველოს მრეწველობის ფლაგმანი

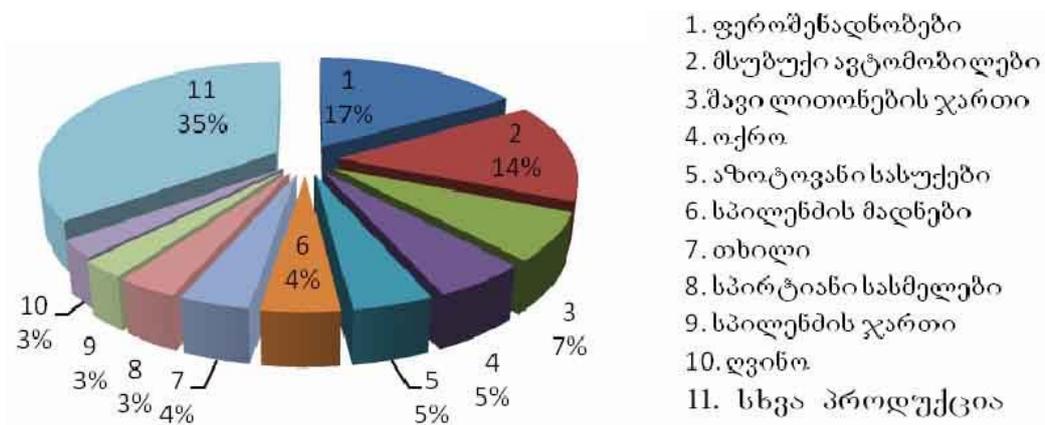
საქართველოში მანგანუმის მეტალურგიის განვითარება, რომლის ფუძემდებლად აკაკი წერეთელი, ნიკო და გიორგი ნიკოლაძეები ითვლებიან, თავიდანვე დიდ წინააღმდეგობებთან იყო დაკავშირებული, მაგრამ ეს დარგი მუდამ მნიშვნელოვან კვალს ტოვებდა ქვეყნის ეკონომიკის განვითარებაზე. ამის დასტურად ისიც გამოდგება, რომ საქართველო 1904-1913 წწ მანგანუმის მსოფლიო წარმოების 30-53%-ან სეგმენტს ფლობდა და მსოფლიოში ერთპიროვნულ ლიდერად ითვლებოდა. განმარტებისათვის, 1913 წელს საქართველოში მოპოვებული იქნა 1103 ათასი ტონა მადანი. 1937 წელს მადნის მოპოვებამ 1650 ათასი ტონას მიაღწია, რაც 10-ჯერ აღემატება მადნის მოპოვება-გადამუშავების დღევანდელ მაჩვენებელს. იმავე წელს, ახლადაშენებულ ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხანაში წარმოებული იქნა 35 ათასი ტონა ფერომანგანუმი. მომდევნო წლებში წარმოება ეტაპობრივად გაფართოვდა, წარმოებული იქნა 40 სხვადასხვა მარკის ფერო შენადნობი, ათვისებული ტექნოლოგიების მიხედვით დაგეგმარდა და აშენდა ქარხნები უკრაინაში,

ინდოეთში და ა.შ. თავისი წარმოების პიკს ზესტაფონის ფერო შენადნობთა ქარხანამ 80-ანი წლების მეორე ნახევარში მიაღწია, წლიური წარმოებით 500 ათასი ტონა ფეროშენადნობი და ამჟერად, საქართველო უკვე ფეროშენადნობთა მწარმოებელ მსოფლიო მნიშვნელობის ქვეყანათა რიგში ლიდერთა ათეულში მოექცა. ამასთან, ნიშანდობლივია, რომ საქართველო პრაქტიკულად ერთ-ერთი ქვეყანა მწარმოებელი გახლდათ, რომელიც თითქმის ყველა დასახელების მანგანუმშემცველი პროდუქციის ექსპორტს ეწეოდა, მანგანუმის კონცენტრატით დაწყებული, დამთავრებული სუთა ელექტროლიტური ლითონური მანგანუმით.

ჭიათურა-ზესტაფონის სამთო-მეტალურგიული კომპლექსი მთლიანად და ფეროშენადნობების მრეწველობა, როგორც მისი შემადგენელი დომინირებადი ნაწილი, უმნიშვნელოვანეს როლს ასრულებს საქართველოს ეკონომიკის განვითარებაში. ფეროშენადნობების მრეწველობაზე საშუალოდ მოდის საქართველოს საექსპორტო შემოსავლის 1/5 და წარმოადგენს სახელმწიფო სავალუტო რეზერვების შემაგსებელ ერთ-ერთ ძლიერ რგოლს. ამ თეზისის დასადასტურებლად ქვემოთ მოყვანილია მონაცემები მანგანუმთან ფეროშენადნობებსა და სხვა მსხვილი საექსპორტო პოზიციების შესადარებლად (დიაგრამა 2.1, 2.2 და ცხრ. 2.1, 2.2).



სურ.2.1 საქართველოს ძირითადი საექსპორტო პროდუქცია 2008 წლის მიხედვით, %



სურ. 2.2 საქართველოს ძირითადი საექსპორტო პროდუქცია 2010 წლის მიხედვით, %

უმსხვილესი სასაქონლო პოზიციები საქართველოს ექსპორტში

	2010 წ. იანვარი		2011 წ. იანვარი	
	ათასი აშშ დოლარი	პროცენტული წილი	ათასი აშშ დოლარი	პროცენტული წილი
ექსპორტი – სულ	106 607,7	100,0	147 836,3	100,0
მათ შორის:				
მსუბუქი ავტომობილები	13 362,0	12,5	25 940,0	17,5
ფეროშენადნობები	17 116,2	16,1	15 495,0	10,5
აზოტოვანი სასუქები	5 830,0	5,5	14 178,9	9,6
შავი ლითონების ჯართი	4 374,1	4,1	13 759,3	9,3
ოქრო დაუმუშავებელი ან ნახევრადდამუშავებული	9 195,2	8,6	11 258,4	7,6
სპილენძის მადნები და კონცენტრატები	6 435,2	6,0	8 158,8	5,5
თხილი და სხვა კაკალი	3 807,2	3,6	5 946,7	4,0
სპირტი ეთილის არადენატურირებული 80 მოც. % -ზე ნაკლები სპირტის				
კონცენტრაციით და სპირტიანი სასმელები	2 108,7	2,0	4 639,4	3,1
წნელები ნახშირბადიანი ფოლადისაგან	-	-	4 396,6	3,0
სპილენძის ჯართი	2 053,6	1,9	3 525,4	2,4
დანარჩენი პროდუქცია – სულ	42 325,4	39,7	40 537,8	27,4

საქართველოდან თურქეთში ექსპორტირებული უმსხვილესი სასაქონლო პოზიციები

	2010 წ. იანვარი		2011 წ. იანვარი	
	ათასი აშშ დოლარი	ტონა	ათასი აშშ დოლარი	ტონა
ექსპორტი – სულ	16 318,7		21 235,6	
მათ შორის:				
შავი ლითონების ჯართი	3 492,3	15 855,3	12 085,4	34 465,1
ახალი თევზი	1 254,3	6 315,7	809,0	3 528,2
ხორცის და თევზის ფქვილი	893,5	893,5	528,2	528,2
ფეროშენადნობები	1 712,3	1 493,0	636,4	504,0
დახერხილი ხე-ტყის მასალა	74,0	270,2	149,5	493,4
დანარჩენი პროდუქცია – სულ	8 892,3		7 027,0	

2.3. მანგანუმის წარმოება მეტალურგიული მრეწველობის განვითარების საერთაშორისო ტენდენციების ფონზე

საქართველოს მანგანუმშემცველი პროდუქციის საწარმოო სიმძლავრეების გამოყენების დონე სხვა ქვეყნებთან შედარებით ჯერ კიდევ ძალიან დაბალია. უფრო მეტიც, ჩამორჩენა საგრძნობლად დიდია 80-90-ანი წლების საკუთარივე მაჩვენებლებთან შედარებით (ცხრილი 2.3). დღეისათვის, ელექტროთერმული გადამუშავებისათვის ვარგისი მანგანუმის კონცენტრატების საშუალო წლიური წარმოება შეადგენს 200000 ტ-ს, ნაცვლად 1200000 ტ/წ-სა, ხოლო ფეროშენადნობების საშუალო წლიური წარმოების მაჩვენებელი, მადნებისა და კონცენტრატების დიდი რაოდენობით (50 - 100 ათ. ტ.) იმპორტირების მიუხედავად, ვერ ასცდა 150000 ტ-ს, მაშინ, როდესაც მხოლოდ ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხნის საწარმოო სიმძლავრე 500000 ტ/წ-ს შეადგენს, ხოლო დღევანდელი მდგომარეობის გათვალისწინებით - მას რეალურად შეუძლია 200-250 000 ტ. ფეროშენადნობის გამოშვება.

ჭიათურაში უპირატესად კარბონატული ფაზის მანგანუმშემცველი ნედლეულის სიჭარბისა და მოპოვების დაბალი თვითღირებულების გამო, მათი შესაძლო დეკარბონიზაციისა და დეჰიდრატაციის (გამოწვის) გარდა, განსაკუთრებული ყურადღება უნდა დაეთმოს მადნებიდან უპირატესად მანგანუმის ამოკრეფის ინოვაციური ტექნოლოგიების დამუშავებას, რომლის წარმატებით გადაჭრაც გამორიცხავს ამ ტიპის მადნების გამოყენების მასშტაბების შეზღუდვას, რაც დღეისათვის ძირითადად არგუმენტირებულია ფოსფორის მომატებული შემცველობის მოტივით.

მანგანუმის მადნისა და კონცენტრატის წარმოება 1990-2008 წწ.

ცხრილი 2.3

წლები	მადნის მოპოვება (ათასი ტონა)	პროცენტულად (1990 წ-თან)	კონცენტრატი	პროცენტულად (1990 წ-თან)
1990	2831.3	100.0	1251.6	100.0
1991	1265.6	44.7	491.0	39.2
1992	708.7	25.0	292.6	23.4
1993	101.5	3.5	29.3	2.3
1995	121.6	4.3	41.8	3.3
1996	94.4	3.3	15.5	1.2
1997	60.0	2.1	9.5	0.8
1998	9.9	0.3	4.5	0.4
1999	157.4	5.6	29.3	2.3
2000	126.6	4.5	25.3	2.0
2001	290.0	10.2	52.1	4.2
2002	300.0	10.6	68.5	5.4
2003	367.3	12.9	93.6	7.4
2004	518.1	18.3	132.1	10,4
2005	796.4	28,1	195.6	15,6
2006	898,5	31	220,1	17,5
2007	790,2	27	197,5	15,7
2008	901,6	32	225,7	18,1

პროდუქტების დასახელება	კომპონენტები							
	Mn	MnO ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	წონითი დანაკარგი (აქროლადე ბი) გამოწვისას
გამდიდრების პროდუქტების ქიმიური შედგენლობა								
ნედლეული (მადანი)	19,1	2,5	31,0	2,37	14,0	1,85	0,41	22,25
კარბონატული კონც, ელექტროლიტური მანგანუმის წარმოებისათვის	24,5	4,0	21,2	2,3	9,5	2,1	0,4	26,8
ჩვეულებრივი კარბონატული კონცენტრატი	25,1	8,0	20,0	1,68	10,0	2,6	0,49	25,0

2.4. ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხანა

მანგანუმიანი ფეროშენადნობების ელექტრომეტალურგიას ფეროშენადნობების მსოფლიო წარმოებაში ერთ-ერთი პირველი ადგილი უკავია. მათ შორის წამყვან პოზიციებზეა რკინა-მანგანუმ-სილიციუმის ისეთი შენადნობი, როგორცაა – ფეროსილიკომანგანუმი, მაღალ, საშუალო და დაბალნახშირბადიანი ფერომანგანუმი და ლითონური (როგორც ელექტროთერმული, ასევე ელექტროლიტური) მანგანუმი.

საქართველოში, მე-20 საუკუნის 20-იან წლებში, ფეროშენადნობების ელექტრომეტალურგის დარგის დაბადებით, საფუძველი ჩაეყარა ჩვენი ქვეყნის ინდუსტრიალიზაციის დასაწყისს.

ცნობილია, რომ 1924 წელს შეიქმნა სპეციალური კომისია, რომელსაც დაევალა შეესწავლა საქართველოში ფეროშენადნობების წარმოების პირობები. კომისიამ ქარხნის ასაშენებლად, თავისი მოხერხებული გეოგრაფიული მდებარეობის გამო ზესტაფონი შეარჩია, რადგან იგი ახლოს იყო ჭიათურის მანგანუმის მადნის საბადოებთან, რიონჰესთან, შავ ზღვასთან, რაიონში ჩამოდიოდა წყალუხვი მდინარე ყვირილა და ქალაქს ჰქონდა გაშლილი მდებარეობა. თავის მხრივ, ფეროშენადნობთა ქარხნის აშენება დღის წესრიგში დააყენებდა უფრო და უფრო მძლავრ ჰიდროელექტრო სადგურის მშენებლობასაც. ზესტაფონში ფეროშენადნობთა ქარხნის მშენებლობის საპროექტო სამუშაოები დაკვეთილი იქნა გერმანული ფირმისათვის "Siemens-Galske". პარალელურად თბილისში აშენდა დიდუბის საცდელი ქარხანა, სადაც მიმდინარეობდა საცდელ-სადიებო და კვლევითი სამუშაოები. აღნიშნული კვლევების შედეგებზე დაყრდნობით, ჭიათურის ნედლეულის თავისებურებათა გათვალისწინებით მოხდა ზესტაფონის ქარხნის პროექტის საბოლოო ფორმირება. 1930 წლის 2 თებერვალს კი ოფიციალურად ჩაეყარა საფუძველი ქართული მეტალურგიის პირველი ინდუსტრიული ობიექტის – ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხნის მშენებლობას.

1933 წლის 29 ოქტომბერს ჩაირთო პირველი ღუმელი, რომელმაც პირველი პროდუქცია გამოუშვა. ეს რიცხვი ითვლება ქარხნის ექსპლოატაციაში გაშვების ოფიციალურ თარიღად. ნოემბერში გაიშვა მეორე ღუმელი, ხოლო წლის ბოლოსათვის ჩაირთო მესამე ღუმელიც. პარალელურად გრძელდებოდა მშენებლობა და ახალი ღუმელების მონტაჟი. წლის განმავლობაში გამოშვებული იქნა ათასობით ტონა ნახშირბადიანი ფერომანგანუმი.

1935 წლის ოქტომბერში მეორე ღუმელზე დაიწყო სილიკომანგანუმის გამოდნობის ტექნოლოგიის ათვისება, ხოლო ნოემბერში მესამე ღუმელზე მიღებული იქნა 45%-იანი ფეროსილიციუმი.

1936 წლიდან მეტალურგიული მრეწველობის მოთხოვნილების შესაბამისად ნახშირბადიანი ფერომანგანუმის წარმოების მოცულობის შემცირების ხარჯზე ღუმელები გადავიდა 45 და 75%-იანი ფეროსილიციუმის წარმოებაზე.

1936 წლის ბოლოსათვის ექსპლოატაციაში შევიდა მომდევნო №4, 5 და 6 ღუმელები.

ქარხნის ცხოვრებაში ღირსშესანიშნავი მოვლენა იყო 1936 წელი, როდესაც პირველად იქნა მიღებული ელექტროდის თვითცხოვადი მასა. ამ დღიდან ღუმელები გადავიდა საკუთარი წარმოების ელექტროდის მასის გამოყენებაზე, რის შედეგადაც შეწყდა ქარხანაში დაწნეხილი ელექტროდების იმპორტი. ამავე წელს დაიწყო ფერომოლიბდენის ღუმელგარეშე წარმოება სილიკოთერმული მეთოდით. აგრეთვე ათვისებული იქნა ლითონური მანგანუმის წარმოება ალუმინოთერმული წესით. ეს იყო ელექტროფეროშენადნობთა ღუმელგარეშე წარმოების პირველი პრაქტიკა მეტალურგიაში.

1937 წელს ჩვენს ქვეყანაში პირველად მიიღეს სილიკოკალციუმი. ამავე წელს ამუშავდა ფერომოლიბდენის ცალკე საამქრო.

ამ დროისათვის ზესტაფონში წარმოებული პროდუქციის ასორტიმენტში შედიოდა 75 და 45 %-იანი ფეროსილიციუმი, ნახშირბადიანი ფერომანგანუმი, სილიკომანგანუმი და რაფინირებული ფერომანგანუმი. გარდა ამისა, სპეცშეკვეთებით დნებოდა ფეროქრომი, ლითონური მანგანუმი, სილიკოკალციუმი, ასევე ამზადებდნენ წილა ბამბას.

1938 წლისათვის უკვე ათვისებული იყო 11 სახის ფეროშენადნობი. სორტამენტის მრავალფეროვნების საფუძველზე ქარხანას შეეცვალა სახელი, ნაცვლად ფერომანგანუმისა, მას ეწოდა ფეროშენადნობთა ქარხანა.

1938-1939 წლებში ათვისებული იქნა ქრომალუმინის ლიგატურის, კრისტალური სილიციუმის, სილიკოლის და შენადნობ ამს-ის (ალუმინ-მანგანუმ-სილიციუმის) მიღების ტექნოლოგია. მთლიანად შეწყდა ნახშირბადიანი ფერომანგანუმის წარმოება.

მეორე მსოფლიო ომის წინა პერიოდში განსაკუთრებული მნიშვნელობა შეიძინა საჯავშნე ფოლადებმა, ომის დაწყებისთანავე დადგა საკითხი სუფთა ლითონური მანგანუმის ფართო მასშტაბით მისაღებად.

1941 წლის ბოლოსათვის უკვე მიღებულ იყო 99.7% სისუფთავის ელექტრო-ლიზური მანგანუმის პირველი პარტია, რომელიც საცდელი დნობის ჩასატარებლად თვითმფრინავით გადაეგზავნა ურალის მეტალურგიულ ქარხანას.

1942 წელს მიღებული იქნა ფეროტიტანი. 1943-1944 წლებში დაინერგა ნახშირბადიანი ფერომანგანუმის უფლუსოდ დნობის ტექნოლოგია. ამით ათვისებული შენადნობების რიცხვმა 17-ს მიაღწია.

მეორე მსოფლიო ომის შემდგომ წლებში ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხანაში კიდევ უფრო დაიხვეწა ფეროშენადნობების მიღების ტექნოლოგიური პროცესები.

ამ პერიოდში ადგილობრივი რესურსების ბაზაზე შემუშავებულ იქნა და დაინერგა წილის ბლოკების დამზადებისა და სილიკატური აგურის წარმოების ტექნოლოგიები.

ორმოციანი წლების ბოლოს დაიწყო ახალი ძირითადი და დამხმარე საამქროების მშენებლობის სამუშაოები. 1955 წელს ექსპლოატაციაში გაეშვა №2 საამქრო ექვსი სარაფინაციო ღუმელით, რომელთა სიმძლავრე იყო 2500 კვა და გამიზნული იყო საშუალო ნახშირბადიანი ფერომანგანუმის მისაღებად. 1958 წელს ჩაირთო №3 საამქრო, სადაც ხდებოდა ელექტროლიტური ლითონური მანგანუმის მიღება.

ამავე პერიოდში განხორციელდა №1 საამქროს საღუმელე ტრანსფორმატორების მოდერნიზაცია – სიმძლავრე გაიზარდა 7500-დან 11150 კვა-მდე, რამაც შესაძლებელი გახდა კიდევ უფრო გაზრდილიყო ამ საამქროში ღუმელების მწარმოებლობა.

ასევე ორმოცდაათიან წლებში, პირველად საკავშირო მეტალურგიის პრაქტიკაში დაიწყო ფეროშენადნობების დახურული ტიპის ელექტროღუმელებში მიღების ათვისების სამუშაოები. საწარმოო მასშტაბით ჩატარებულმა დნობებმა მანგანუმიან, ქრომიან და სილიციუმიან შენადნობებზე, საფუძველი ჩაუყარა მადანთერმული დახურული ღუმელების დაპროექტებასა და წარმოებაში დანერგვას.

ქარხნის ცენტრალური ლაბორატორიის ნახევრადსაწარმოო მასშტაბით ჩატარებული ცდების შედეგები გახდა საწინდარი ახალი სააგლომერაციო საამქროს აშენებისა.

1976 წელს ექსპლოატაციაში გაიშვა ორი ბრიკეტ-დანადგარი 35 ტ/სთ მწარმოებლობით, ხოლო აგლომერაცია წლიური წარმადობით 420 ათ.ტონა აგლომერატი, ამოქმედდა 1979 წლის დასაწყისში.

60-70-იან წლებში კვლავ გაგრძელდა ახალი შენადნობების ათვისება. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მეტალურგიის ინსტიტუტთან ერთად ათვისებული იქნა აზოტირებული ელექტროლიტური მანგანუმის წარმოება. აგრეთვე განხორციელდა საცდელი სამუშაოები ელექტროლიტური ლითონური მანგანუმის კათოდური ნალექის გადასადნობად მისი გაუწყალბადობისა და გაუგოგირდობის მიზნით.

1972 წელს მეტალურგიის ინსტიტუტის თანამშრომლებთან ერთობლივი მუშაობის შედეგად ათვისებული იქნა მთელი რიგი ახალი კომპლექსური შენადნობებისა: ნახშირბადიანი და საშუალო ნახშირბადიანი ფერომანგანუმ-ვანადიუმი, ქრომმანგანუმი, ფერომანგანუმ-ფოსფორისა და მანგანუმ-ალუმინიანი ლიგატურები. სილიციუმ-მანგანუმ-კალციუმი, სილიციუმ-ქრომ-კალციუმი და სილიკომანგანუმი ალუმინის, ბორის, მაგნიუმის, ტიტანის, ვანადიუმისა და სხვა ელემენტების დამატებით, რომლებიც განკუთვნილი იყო ფოლადისა და თუჯის კომპლექსური განუანგვის, ლეგირებისა და მოდიფიცირებისათვის. ამ დროისათვის ქარხანაში ათვისებული ახალი შენადნობების რიცხვმა 47-ს მიაღწია.

ამავე წლებში, ერთდროულად მიმდინარეობდა მთელი რიგი სამუშაოები ძირითადი შენადნობების მიღების ტექნოლოგიური პროცესების სრულყოფისათვის.

აქვე შეიძლება აღინიშნოს სილიკომანგანუმის მიღება მანგანუმის აგლომერატისა და საშუალონახშირბადიანი ფერომანგანუმის წილის გამოყენებით, აგრეთვე ნახშირბადიანი ფერომანგანუმის დნობა რკინის მადნის გუნდებით, ნაცვლად რკინის მადნისა. სილიკომანგანუმის დნობა დაბალფოსფორიანი ნახშირბადიანი ფერომანგანუმის წილისა და ოვრუჩის კვარციტის გამოყენებით; ნახშირბადიანი ფერომანგანუმის დნობა ფლუსიანი და უფლუსო მეთოდით, მანგანუმისა და რკინა მანგანუმის აგლომერატების გამოყენებით; საშუალო-ნახშირბადიანი ფერომანგანუმის დნობა თხევადი გადასამუშავებელი სილიკომანგანუმის გამოყენებით; სილიკომანგანუმის მიღება

ტიტანის დანამატი; ელექტროლიტური მანგანუმის მიღება ამონიუმის სულფატის გამოყენებით და სხვა.

ქარხანაში დიდი სამუშაოები ჩატარდა დაბალი ხარისხის მანგანუმის კონცენტრატების ასათვისებლად. წარმოებაში მათი დანერგვა განხორციელდა ისე, რომ ამას არსებითი ცვლილება გამოშვებული პროდუქციის ხარისხზე არ მოუხდენია. ყოველივე ეს მიღწეული იქნა კაზმის კომპოზიციური შემადგენლობის შეცვლის, საკაზმე მასალების მომზადებისა და დოზირების სქემების შეცვლის ხარჯზე, აგრეთვე ტექნოლოგიური რეჟიმის კიდევ უფრო დახვეწით.

1976-1979 წლებში საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მეტალურგიის ინსტიტუტთან ერთად ქარხანაში შემუშავებული და დანერგილი იქნა სილიკომანგანუმის მიღების ტექნოლოგია ტყიბულის მაღალნაცრიანი ნახშირის გამოყენებით, რამაც კოქსიკისა და კვარციტის ხარჯი 50%-ით შეამცირა. შემცირდა აგრეთვე ელექტროენერჯის ხარჯი, გაიზარდა მანგანუმისა და სილიციუმის ამოღება და ღუმელის მწარმოებლობა. აღნიშნული ღონისძიება იყო წინაპირობა იმისა, რომ ქარხნის კირქვის კარიერის (აჯამეთის) ტერიტორიაზე აშენებულიყო რგოლური ღუმელები ტყიბულის ნახშირების თერმული გადამუშავებისათვის. სამწუხაროდ პროექტი ბოლომდე ვერ განხორციელდა 90-ან წლებში მიმდინარე მოვლენების გამო.

ყველაზე მნიშვნელოვანი მოვლენა ქარხნის ცხოვრებაში იყო 1980 წელს №5 საამქროში ორი ახალი ზემდგავრი ჰერმეტიული იაპონური “თანაბე“-ს ფირმის ღუმელის ექსპლოატაციაში გაშვება. თითოეულის სიმძლავრე 75 მგა-ს შეადგენდა. ღუმელები მთლიანად ავტომატიზებული და მექანიზებული გახლდათ.

70 წწ ბოლოს №1 საამქროს ღუმელზე ექსპლოატაციაში გაეშვა მშრალი ტიპის ინგლისური აირგამფილტრი (მტვერდამჭერი) დანადგარი. №5 საამქროს გაშვებისთანავე ამოქმედდა სველი ფილტრაციის აირგამწმენდი დანადგარი. 1982-1983 წლებში ექსპლოატაციაში შევიდა საბჭოთა კავშირში ყველაზე მძლავრი მშრალი ფილტრაციის აირგამწმენდი დანადგარი №4 საამქროსათვის. ქარხანა გადავიდა უნარჩუნო სქემით წარმოებაზე. დაჭერილი მტვერი გამოიყენებოდა აგლომერატის წარმოებაში. ასევე წარმოებდა თხევადი წიღის გადამუშავება გრანულირებულ წიდად. ნარჩენი, გამყარებული (ქერქული) წიდეები გაიტანებოდა ქარხნიდან და იყრებოდა სპეციალურ წიდასაყარზე.

1982 წელს პირველად ფეროშენადნობების წარმოების პრაქტიკაში სვერდლოვსკის ინსტიტუტთან ერთად ექსპლოატაციაში შევიდა სილიკომანგანუმის გადასაყრელი წიდეების პნემოსეპარაციის უბანი. პნემოსეპარაციის შედეგად მიიღებოდა ლითონკონცენტრატი, წიღის ღორღი და წიღის ფხვნილი, რომლებიც გამოიყენებოდა ფეროშენადნობების კვლავ წარმოებაში ან თუჯის წარმოებაში – ბრძმელებში.

80-ან წლებში ასევე ინტენსიურად მიმდინარეობდა ძირითადი საამქროების ღუმელების რეკონსტრუქციისა და ტექნიკური გადაიარაღების სამუშაოები. განხორციელდა №1 საამქროს სრული რეკონსტრუქცია ღუმელების კონსტრუქციის შეცვლით; №3 საამქროში დაინერგა გრიგალური ღუმელები მანგანუმის კონცენტრატების გამოსაწვავად. რეკონსტრუქცია ჩაუტარდა №4 საამქროს ხუთ ღუმელს, გაიზარდა აბაზანის გეომეტრიული პარამეტრები, შეიცვალა ზონდი, დენმიმყვანი, კაზმის მიმწოდებელი და წყლის გამაცივებელი სისტემები. ტრანსფორმატორის სიმძლავრე გაიზარდა 16,5-დან 22,5 მგა-მდე.

1986 წლიდან დაიწყო და 1988 წლისათვის განხორციელდა №2 საამქროს ღუმელების რეკონსტრუქციის სამუშაოები, ღუმელების სიმძლავრე 3,5-დან გაიზარდა 5,0 მგა-მდე. მთლიანი ტექნიკური გადაიარაღება ჩაუტარდა №3 საამქროს,

დამთავრდა №4 საამქროს ტექნიკური გადაიარაღება დარჩენილი სამი ღუმელის რეკონსტრუქციით, გაფართოვდა №2 და №5 საამქროების საკაზმე ეზოები.

ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხანამ მაქსიმალურ წარმოებას მიაღწია 1985-1989 წლებში. საშუალო წლიური წარმოება ამ პერიოდისათვის შეადგენდა 500 ათ. ტონამდე ფეროშენადნობს.

1990-1991 წლებში №2 საამქროს ღუმელებზე გაიშვა მშრალი ტიპის მტვერდამჭერი დანადგარი. №1 საამქროს 11,150 მვა სიმძლავრის ღუმელებში მიღებული იქნა კალციუმის კარბიდი.

1993 წელს №1 საამქროში ექსპლოატაციაში შევიდა კალციუმის კარბიდის დამსხვრევა-დახარისხების ხაზი, ხოლო №4 საამქროში – ფეროშენადნობების დამსხვრევა-დახარისხების ახალი ხაზი. აღნიშნული გამოირჩევა იმით, რომ ის აწარმოებს ფეროშენადნობის დახარისხებას 5 ფრაქციად +80; 50-80; 25-50; 10-25; და - 10 მმ. ამით ზესტაფონში წარმოებულმა ფეროშენადნობებმა თანამედროვე საერთაშორისო სტანდარტებით გამკაცრებული მოთხოვნები სრულად დააკმაყოფილა.

1993-1995 წლები ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხნისათვის განსაკუთრებით მძიმე აღმოჩნდა. ამ პერიოდში სილიკომანგანუმის წარმოება შემცირდა 30 ათ. ტონამდე, საშუალო ნახშირბადიანი ფეროშენადნობის წარმოებამ იკლო – 8-ჯერ, ხოლო ელექტროლიტური მანგანუმის წარმოება შემცირდა 72 ტ-მდე. ყოველივე ეს განპირობებული იყო ისეთი ობიექტური მიზეზებით, როგორცაა მწვავე ენერგოკრიზისი, საკაზმე მასალების მოუწოდებლობა და ა.შ.

1996 წელს გ. ნიკოლაძის სახელობის ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხანა გარდაიქმნა სააქციო საზოგადოებად. შეიქმნა სამეთვალყურეო საბჭო. რომელიც განკარგავდა აქციათა პაკეტის 49%-ს. შიდა რესურსების მაქსიმალური გამოყენებით (ძირითადად №5 საამქროს ღუმელების დემონტაჟის შედეგად) მოხდა №4 საამქროს რამოდენიმე ღუმელის ნახევრად კაპიტალური შეკეთება და კვლავ ექსპლოატაციაში შეყვანა.

2003 წლიდან აქციათა სამართი პაკეტის (51%) სახელმწიფოსაგან პირდაპირი შესყიდვის შედეგად სს “გ. ნიკოლაძის სახელობის ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხნის” მართველობაში შემოდის ავსტრიული ინვესტორი “DCM DECOmetall”.

2003-2006 წწ. კაპიტალურად აღდგა და ექსპლოატაციაში შევიდა №4, №28 და №24 ელექტროღუმელი. ასევე კაპიტალურად შეკეთდა №1 საამქროს აირგამფილტრი დანადგარი. აქვე რეკონსტრუქცია განიცადა კონვეიერულმა საჩამოსხმო მანქანებმა, რომლებიც უზრუნველყოფენ სასაქონლო ფრაქციის პროდუქციის უშუალო მიღებას, შემდგომი დამსხვრევა-დახარისხების გარეშე. მოხდა №4 საამქროს ახლად აღდგენილი ღუმელების აირგამფილტრი სექციების სრული რეაბილიტაცია-განახლება. შესრულდა სხვა მრავალი სარეკონსტრუქციო სამუშაო. შედეგად, ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხნის საწარმოო სიმძლავრე 63 ათ. ტ-დან გაიზარდა 125 ათ. ტ-მდე.

2007 წლიდან ქარხანაში კვლავ ახალი ინვესტორი გამოჩნდა. კერძოდ, ქარხანა მართველობაში გადაეცა ინგლისური “Stemkor UK”-ის მიერ დაფუძნებულ შპს “ჯორჯიან მანგანუმს”, რომელმაც ამავე დროს მოახდინა “ჭიათურ მანგანუმისა” და “ვარციხე ჰესის” პრივატიზაცია. ამ პერიოდიდან შპს “ჯორჯიან მანგანუმში” შემოდის უკრაინული მენეჯმენტი, რომელიც იღებს ვალდებულებას:

- 2 წლის განმავლობაში განახორციელოს 100 მილიონი აშშ დოლარის ინვესტიცია,

- პირველივე წელს მოიპოვოს არანაკლებ 300 000ტ. მადანი (ნაცვლად არსებული 200 000 ტონისა),

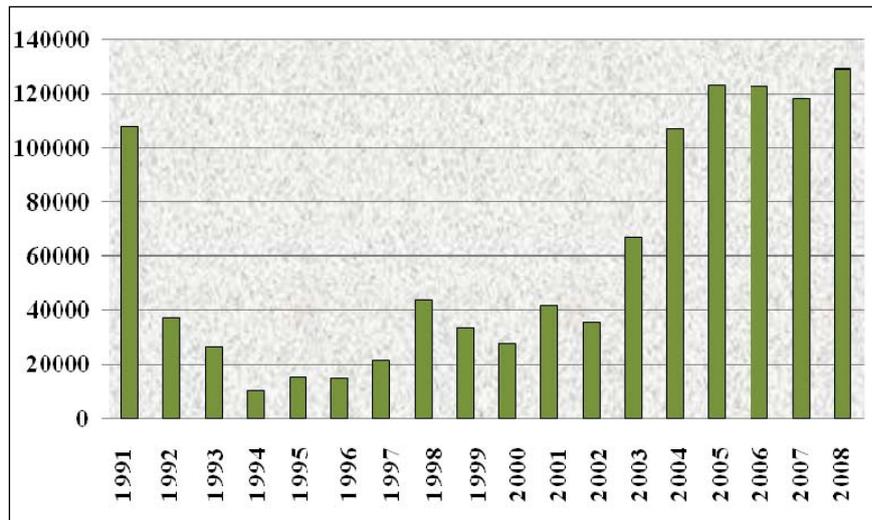
- მეორე წელს კი მოპოვებული მადნის რაოდენობამ 400 000 ტონას უნდა მიაღწიოს.

- მოპოვებული ნედლეულიდან არანაკლებ 200 000 ტონა მადანი საქართველოში უნდა გადამუშავდეს, რისთვისაც “ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხანაში” ექსპლოატაციაში უნდა გაიშვას ახალი ღუმელები.

- ფეროშენადნობის წარმოებამ პირველ წელს უნდა შეადგინოს 200 000 ტონა, ნაცვლად არსებული 120 000 ტონისა, მომდევნო წელს კი წარმოებამ 300 000 ტონას უნდა მიაღწიოს.

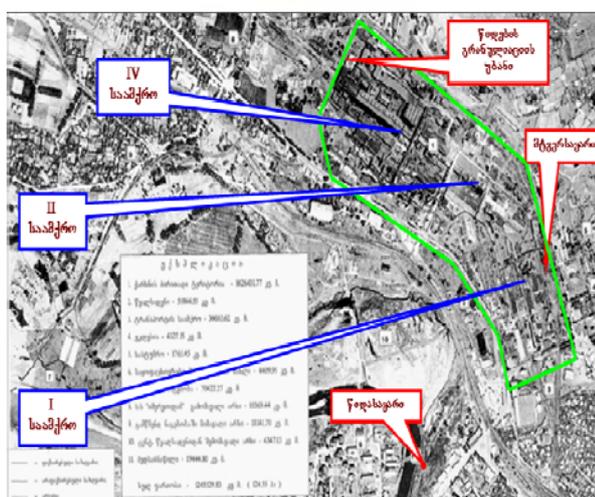
- გრძელვადიან პერსპექტივაში მადნის წლიური მოპოვება უნდა გაიზარდოს 700 000 ტონამდე წელიწადში, ხოლო ფეროშენადნობის წლიური წარმოებამ უნდა შეადგინოს 400 000 ტ/წ.

- პირველი ორი წლის განმავლობაში იმერეთში დამატებით უნდა შეიქმნას 1000 სამუშაო ადგილი, გაუმჯობესდეს მუშა-მოსამსახურეთა სამუშაო და უსაფრთხოების პირობები.



სურ. 2.3. 1991–2008 წწ. ფეროსილიკომანგანუმის წარმოების დინამიკა

ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხანაში, ტ.



სურ. 2.4. ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხნის ინფრასტრუქტურა

2.5. ფეროშენადნობთა საწარმოო სხვა სიმძლავრეები

დღევანდელი მდგომარეობით, საქართველოში მოქმედებს ფეროშენადნობებზე სპეციალიზებული რამოდენიმე საშუალო და მცირე სიმძლავრის ელექტრო მეტალურგიული საწარმო. საწარმოო მასშტაბების მიხედვით მათი თანმიმდევრობა შესაძლებელია წარმოვადგინოთ შემდეგნაირად:

- შპს “რუსმეტალი” (რუსთავი) – 20 მვა
- შპს “ჭიათურმანგანუმ ჯორჯია” (თერჯოლა) 10 მვა
- შპს “ჯეოფერომეტალი” (რუსთავი) – 5 მვა
- შპს “ნიკა” (რუსთავი) – 5 მვა
- შპს “ფოლადი 2001” (რუსთავი) – 5 მვა
- შპს “მეტექსი” (რუსთავი) – 3 მვა
- საქართველოს ინდუსტრიული ჯგუფი (ქუთაისი) – 3 მვა
- შპს “ელმეტი” (რუსთავი) – 2 მვა
- შპს “მერმისი” (ზესტაფონი) – 1 მვა.

მოვიყვანოთ ზოგად მონაცემებს ამ საწარმოთა შორის შედარებით მსხვილი ქარხნების - “რუსმეტალისა” და „ჭიათურმანგანუმ ჯორჯიის“ შესახებ.

შპს „რუსმეტალი“ დაარსდა 2005 წელს. ორგანიზაციამ ქალაქ რუსთავში დაიწყო ქარხნის მშენებლობა, რომელიც 2006 წელს შევიდა ექსპლუატაციაში.

"რუსმეტალის" საქმიანობა ეფუძნება მეტალურგიულ სფეროში საუკუნეების მანძილზე დაგროვილ და გამყარებულ გამოცდილებას, რომლითაც ქალაქი რუსთავი მთელს მსოფლიოში იყო ცნობილი. დასაქმებულთა უმრავლესობა, სწორედ მაღალი პროფესიული კვალიფიკაციიდან და გამოცდილებიდან გამომდინარე, ქალაქ რუსთავის მკვიდრია.

"რუსმეტალის" ძირითად საქმიანობას ფეროშენადნობთა წარმოება წარმოადგენს. კომპანიას შემდეგი პროდუქტების წარმოება შეუძლია: ფეროსილიკომანგანუმი, ფეროსილიციუმი, ფერომანგანუმი, ფეროქრომი.

გარდა ამისა, "რუსმეტალი" თერჯოლის რეგიონში მანგანუმისა და კვარციტის რამდენიმე საბადოს სარგებლობის ლიცენზიას ფლობს:

- ბროლის ქედი - კვარციტის დამუშავება მიმდინარეობს ღია კარიერული მეთოდით;
- ჩხარი - მანგანუმის მადნის დამუშავება მიმდინარეობს ღია კარიერული მეთოდით;
- ძეგრი - მანგანუმის მადნის დამუშავება მიმდინარეობს ღია კარიერული მეთოდით.

მოპოვებული მადნის გადამუშავება იმავე რეგიონში კომპანიის მანგანუმის გადამამუშავებელ ქარხანაში ხორციელდება. "რუსმეტალის" მიერ წარმოებული პროდუქციის 100% მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყანაში ექსპორტზე გადის. ამასთან, "რუსმეტალმა" თურქეთში წარმომადგენლობაც გახსნა, რაც ადგილობრივ ბაზარზე უფრო მოქნილად და ეფექტურად მუშაობის საშუალებას იძლევა. კომპანია კვლავაც მუდმივად მუშაობს ახალი ბაზრების დაპყრობასა და გაფართოებაზე.

შპს „რუსმეტალმა“ ხარისხის მართვის კუთხით შემოწმება გაიარა, რომელიც დამოუკიდებელი საერთაშორისო ორგანიზაციის მიერ განხორციელდა. ჩატარებული აუდიტის შედეგად, კომპანიამ დააკმაყოფილა ხარისხის მართვის საერთაშორისო სტანდარტის ISO 9001:2008-ის მოთხოვნები. შედეგად, კომპანიას ხარისხის მართვის საერთაშორისო სერტიფიკატი - ISO 9001:2008 მიენიჭა.

შპს „რუსმეტალმა“ 2010 წლის აგვისტოში მანგანუმის მადნის მოპოვების ლიცენზია შეიძინა. საბადო ონის რაიონ სოფელ შქმერში მდებარეობს. მადნის მოპოვება ღია კარიერული მეთოდით განხორციელდება, ისევე, როგორც კომპანიის საკუთრებაში არსებულ სხვა საბადოებზე მიმდინარეობს. აღსანიშნავია, რომ მიღებული კონცენტრატი მთლიანად კომპანიის ფეროშენადნობთა წარმოებისთვის არის განკუთვნილი.

კომპანია „რუსმეტალი“ ამბროლაურის რაიონში, სოფელ ურავში მდინარე ლუხუნზე 3 ჰიდროელექტროსადგურიან კასკადს აშენებს. კომპანია კასკადის მშენებლობას ეტაპობრივად გეგმავს. მიმდინარე ეტაპზე ჰესი 2-ის მშენებლობა მიმდინარეობს, რომელიც 2012 წლისთვის დასრულდება. აღსანიშნავია, რომ კომპანიის ფეროშენადნობთა წარმოებისთვის ერთ-ერთი ძირითადი ნედლეული ელექტრო ენერჯიაა, შესაბამისად წარმოებაში საკუთარი ელ. ენერჯიის გამოყენება მნიშვნელოვნად შეუწყობს ხელს კომპანიის სწრაფ და უფრო ეფექტიან განვითარებას.

წარმოებული პროდუქციის ქიმიური შემადგენლობა მოყვანილია 2.5. ცხრილში

წარმოებული პროდუქციის ქიმიური შემადგენლობა

Marks (ГОСТ)	%				
	Si	Mn	C	P	S
FeSiMn17(A)	15.0-20.0	65.0 min	2.5 max	0.3 max	0.02
FeSiMn 17(B)	15.0-20.0	65.0 min	2.5 max	060	0.02
Marks (ISO)	%				
	Mn	Si	C	P	S
FeSiMn18	60,0-75,0	15.0-20.0	2.5 max	0.35 max	0.03
FeSiMn18LP	60,0-75,0	15.0-20.0	2.5 max	0.15	0.03

შპს "ჭიათურმანგანუმ ჯორჯია" საქმიანობას ეწევა 2008 წლიდან. კომპანია ასორციელებს ფეროშენადნობების წარმოებასა და ექსპორტს.

კომპანია ფლობს მანგანუმის მადნის მარაგებს, მანგანუმის მადნის მოპოვების ლიცენზიას, მანგანუმის მადნის გამამდიდრებელ ქარხნებს ქალაქ ჭიათურაში და ორ ფეროშენადნობთა ქარხანას თერჯოლის რაიონის სოფელ ნახშირდელესა და ქალაქ რუსთავში (შპს "მეტექსი").

წარმოებული პროდუქცია: ფეროსილიკომანგანუმი

Description of Goods	Standards	Mn, %	Si,%	P,%	C,%	S,%
FeSiMn17	ISO 5447-80	67-76	15-19	0,2-0,35	1,5-2,5	0,02

მაღალნახშირბადიანი ფერომანგანუმი

Description of Goods	Standards	Mn,%	Si,%	P,%	C,%	S,%
FeMn78	ISO 5446-80	78,0-81,5	2,0-5,0	0,4-0,5	5,2	0,002

2.6. ფეროშენადნობთა წარმოების განვითარების პერსპექტიული მიმართულებები

ფეროშენადნობების წარმოების მოცულობა საქართველოში, დამოკიდებულია და მომავალშიც დარჩება დამოკიდებული ფოლადისა და თუჯის გლობალური წარმოების მასშტაბებზე, მსოფლიო ბაზრის კონიუნქტურისა და მანგანუმიანი და სილიციუმიანი ფეროშენადნობებისადმი წაყენებული ტექნიკური (ხარისხობრივი) მოთხოვნების გამკაცრებაზე. ამდენად, უმეტესწილად ყველაფერი დამოკიდებული იქნება ძირითადი და დამხმარე ნედლეულის ხარისხზე და ღირებულებაზე, ელექტროენერჯის ფასზე და სხვ. მართალია დღეისათვის ფეროშენადნობთა ქარხნისათვის სახელმწიფოს შეღავათები აქვს დასწესებული ელ.ენერჯის ტარიფში, მაგრამ მანგანუმის მადნების იმპორტის გაზრდის გამო ადგილობრივი წარმოების ფეროშენადნობები თავისი თვითღირებულებით მაინც ვერ იმყოფებიან იმ უპირატეს პოზიციაში, რომელშიც უნდა იმყოფებოდნენ რეალურად.

მხედველობაში უნდა იქნას მიღებული ის გარემოებაც, რომ ფეროშენადნობების ექსპორტი საქართველოდან დსთ-ს ქვეყნებში მცირდება და სავარაუდოდ მომავალშიც შემცირდება, რამდენადაც რუსეთი და ყაზახეთი ინტენსიურად ანვითარებენ მანგანუმიანი ფეროშენადნობების საკუთარ წარმოებას, ამას ემატება უკრაინაში სილიკო და ფერომანგანუმის გამოშუშავების ზრდა და რუსეთისა და ბელორუსიის მსხვილი ბაზრების ინტენსიური ათვისება. ბაზრის დივერსიფიცირებას ახდენს ჩინეთიც. ეს უკანასკნელი ბოლო პერიოდში მსოფლიოს უალტერნატივო ლიდერია მანგანუმიანი ფეროშენადნობების წარმოების მხრივ და უკვე მსოფლიო მეტალურჯიას თავის პირობებსაც კი კარნახობს. ამასთან დაკავშირებით ბუნებრივი და კანონზომიერია, საქართველომ დაიწყოს ზრუნვა თავის სარეზერვო სიმძლავრეების ამოქმედებაზე და უზრუნველყოს ფეროშენადნობების სხვადასხვა სახის ახალი, მცირეტონაჟიანი, მაგრამ შედარებით მაღალ ხარისხიანი (დაბალფოსფორიანი და დაბალრკინიანი) პროდუქციის წარმოების ათვისება. ეს პირველ რიგში ისევ და ისევ მანგანუმიანი, სილიციუმიანი და კალციუმიანი ფეროშენადნობების წარმოებას ეხება, რომლის ნედლეულის საკუთარი ბაზა არსებობს საქართველოში.

საყურადღებოა ის გარემოებაც, რომ საქართველოში დღეისათვის დომინირებად ფერო სილიკომანგანუმის წარმოებაში აუცილებელი კვარციტი პრაქტიკულად 100%-ით იმპორტირდება უკრაინიდან ობრუჩის საბადოდან, ეს მაშინ, როდესაც ხარისხობრივად თითქმის იგივე თვისებების მქონე ადგილობრივი კაზრეთის კვარციტები და აჯამეთის ჰალცედონი საერთოდ არ გამოიყენება. თუმცადა წლების წინ, ორივე მათგანი ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხანაში საკმაოდ წარმატებულად გამოიყენებოდა.

ფეროშენადნობთა წარმოებაში ინტერესმოკლებული არ გახლავთ საკითხი ნახშირბადოვანი მყარი აღმდგენელის – ძვირადღირებული და დეფიციტური კოქსწვრილას ჩანაცვლების შესაძლებლობების შესახებ ადგილობრივი წარმოების, ტყიბულის ქვანახშირისაგან მიღებული ნახევრადკოქსით.

გასააქტიურებელია სამუშაოები ღარიბი მანგანუმშემცველი მადნებისა და კონცენტრატებისაგან ალუმინოთერმული ეგზოთერმული სპეცბრიკეტების მიღებისა და ფოლადის პირდაპირი განჟანგვა-ლევირების ტექნოლოგიის ათვისებისა და კვლევის მიმართულებით. ამ მიმართულების პერსპექტიულობის დასაბუთების შემთხვევაში ჩნდება შანსი იმისა, რომ ერთიანი ტექნოლოგიური

ციკლიდან – „მადნის მოპოვება–გამდიდრება–კონცენტრატის წარმოება–ფეროშენადნობის მიღება და მისი ფოლადში გამოყენება“ ნაწილობრივ ან მთლიანად გამოირიცხოს ყველაზე მაღალი თვითღირებულების ტექნოლოგიური ოპერაცია – ფეროშენადნობის წარმოება და ღარიბი მადნები და კონცენტრატები წარმატებულად იქნეს გამოყენებული უშუალოდ ფოლადისა და თუჯის წარმოებაში.

დღეს ეკონომიკის სამთო-მეტალურგიული სექტორი კერძოა, უმეტესად უცხოელების მართვაშია, ხოლო მისი საქმიანობის თანმხლები სამეცნიერო ორგანიზაციები დარჩა სახელმწიფო საკუთრებაში მწირი დაფინანსებით. საწარმოთა უცხოელი მფლობელები არ არიან დაინტერესებული პერსპექტივისათვის გათვლილი საწარმოო გეგმებისა და ინოვაციური კვლევების დაფინანსებით. სამწუხაროდ, ამ მიმართულებით არც ადგილობრივი ინვესტორები იღწვიან.

უპრიანი იქნება ქვეყნის განვითარების ამ გარდამავალ ეტაპზე სახელმწიფო სტრუქტურებმა იკისრონ დამაკავშირებელი რგოლის როლი ბიზნესსა და შესაბამისი დარგების მეცნიერებას შორის (მაგ. სამეცნიერო-ტექნიკური და საკოორდინაციო ცენტრების სახით სათანადო დაფინანსებით), რათა აღდგეს წარმოებასა და მეცნიერებას შორის პრაქტიკულად გაწყვეტილი კავშირები. მათი მთავარი ფუნქცია იქნება შესაბამისი დარგების განვითარების სტრატეგიის განსაზღვრა ქვეყნის ინტერესების გათვალისწინებით.

ბიზნესისა და მეცნიერების დაახლოება, მათი თანამშრომლობის წილობრივი დაფინანსება საქმიანობის საწყის ეტაპზე, რამაც საბოლოო ანგარიშით ხელი უნდა შეუწყოს ქვეყნის მეცნიერულ-ტექნიკური და ტექნოლოგიური პროგრესის უფრო სრულ გამოყენებას.

კონკურენტუნარიანი ტექნოლოგიები, როგორც ღერძი ინოვაციური ეკონომიკისა, თავისთავად არ აღმოცენდება. ეს ხანგრძლივი პროცესია, სრულფასოვანი სამეცნიერო კვლევები კი დღევანდელი ქართული მეცნიერებისათვის ფუფუნებადაა ქცეული. წარმოების ორგანიზაციისათვის, რა თქმა უნდა, შეიძლება უცხო ქვეყნის ტექნოლოგიის შემოტანა, მაგრამ არ უნდა დაგვავიწყდეს, რომ არც ერთი ქვეყანა არ გაყიდის ახალ ტექნოლოგიებს და წარმოების საიდუმლოებებს. მასზე ორიენტაცია ჩვენს ტექნოლოგიურ ჩამორჩენილობას დააკონსერვებს და ტექნოლოგიურად და მეცნიერულად განვითარებულ ქვეყნებზე დამოკიდებულებაში აღმოვჩნდებით. ამიტომ აუცილებელია, განვაითაროთ საკუთარი მეცნიერებაც.

და ბოლოს, კიდევ ერთხელ უნდა აღინიშნოს, რომ მინერალური ნედლეულის მეტალურგიული გადამუშავებით მიღებული პროდუქცია მაღალი დამატებითი ღირებულების მქონე და ექსპორტმოთხოვნადი საქონელია. ამიტომ აღნიშნული კომპლექსის განვითარება და მასზე სახელმწიფო ხელშეწყობის ანუ პროტექციონისტული პოლიტიკის გატარება საქართველოს ეკონომიკის ახალ პრიორიტეტებში უნდა განიხილებოდეს.

უნდა შემუშავდეს მეტალურგიულ საწარმოთა მიერ გამოშვებულ ერთეულ პროდუქციაზე გამოყენებული ნედლეულის, ელექტროენერგიის, დამხმარე მასალების და ა.შ. ხარჯვის ნორმატიული დოკუმენტი. ამ ნორმატივებით შესაძლებელი გახდება წარმოებული პროდუქციის, მისი რეალიზაციის, იმპორტისა და ექსპორტის მოცულობების განსაზღვრა. ეს ფუნქცია უნდა დაეკისროს საბიუჯეტო სამეცნიერო ორგანიზაციას, რომელიც არ წარმოადგენს დაინტერესებულ მხარეს, მაგალითად ფ.თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტს. აქვე აღვნიშნავთ, რომ ინსტიტუტი წარმოადგენს სახელმწიფო ინტერესების გამტარებელ ორგანიზაციას და მასზე სახელმწიფოს მიერ ვალდებულებების დაკისრების შემთხვევაში იგი უფლებამოსილი უნდა იყოს თავისი საქმიანობის სფეროების ფარგლებში

მოამზადოს დოკუმენტი ამა თუ იმ საწარმოს ტექნიკურ - ეკონომიკური მაჩვენებლების შესაბამისობაზე წარმოებაში არსებული მოწყობილობებისა და ტექნოლოგიების გათვალისწინებით.

აქვე უნდა შეეხერდეთ სტანდარტიზაციის პრობლემაზე. სტანდარტი თავისი მნიშვნელობით ნორმატიულ-ტექნიკური დოკუმენტია. იგი ადგენს პროდუქციის მახასიათებლებს, წარმოების წესებსა და გამოცდის მეთოდებს, მოთხოვნებს ტერმინოლოგიაზე, შეფუთვაზე, მარკირებაზე და სხვა.

სტანდარტიზაციის ობიექტების დიდი სიმრავლიდან, წინამდებარე კონცეფციის ჩარჩოებში შეეხერდებით იმ სტანდარტებზე, რომელებიც არეგულირებენ ლითონური პროდუქციის ხარისხს, ხარისხის კვლევის წესებს, მეთოდებს და განზომილებებს.

საქართველო, როგორც სსრკ-ის შემადგენელი ნაწილი მოქცეული იყო საბჭოთა კავშირის სახელმწიფო სტანდარტების მოქმედების არეალში და ე.წ. გოსტებით (სახელმწიფო სტანდარტი) სარგებლობდა. მათი საშუალებით დგინდებოდა მოთხოვნები პროდუქციის ტექნიკურ დონესა და ხარისხზე.

რუსეთის ფედერაციასთან სავაჭრო-ეკონომიკური და მატერიალურ-ტექნიკური ურთიერთობების შეზღუდვამ რუსეთის ფედერაციის ეროვნული სტანდარტებით სარგებლობის საჭიროებაც გამოიჩინა. დამოუკიდებელ საქართველოში გაჩნდა საერთაშორისო სტანდარტიზაციის ძირითადი ამოცანების შესაბამისი მოთხოვნები.

საქართველო სავაჭრო-ტექნიკურ კავშირებს ამყარებს დასავლეთის განვითარებულ ქვეყნებთან. დღითიდღე ფართოვდება ნომენკლატურა იმ მასალებისა და მოწყობილობებისა, რომლის მომწოდებლებიც საერთაშორისო სტანდარტებით ISO (International Organization for Standardization), ASTM (American Society for Testing and Materials), CEN (European Committee for Standardization), API (American Petroleum Institute) სარგებლობს, იყენებს სტანდარტით დადგენილ ტერმინებს, გამოცდების მეთოდებსა და მათი ჩატარების წესებს. გამოცდის მეთოდებსა და პირობებს, ხშირად, სინჯის აღებისა და საგამოცდო ნიმუშის დამზადების ორიგინალური წესებიც ემატება.

ქარხანა დამამზადებელიდან, ლითონთან ერთად, მომხმარებელს მისი მექანიკური თვისებების მახასიათებლების რიცხვითი მნიშვნელობები მიეწოდება. შენადნობის მექანიკური თვისებების შეფასება გამოცდების მკაცრად რეგლამენტირებული მეთოდებით უნდა წარმოებდეს, ვინაიდან მექანიკური მახასიათებლების რიცხვითი მნიშვნელობები გამოცდის გამოყენებულ მეთოდებზეა დამოკიდებული. მექანიკური გამოცდების მეთოდები არ შეიძლება ნებისმიერად იქნეს შერჩეული, რადგან მათი შედეგები არაშედარებადი იქნება. მექანიკური თვისებების მახასიათებლები არა მარტო შედარებადი, არამედ საკონსტრუქტორო პრაქტიკისთვის გამოსადეგი და სანდო უნდა იყოს. მომხმარებელი ამ მონაცემებით, კონსტრუქციის მუშაობის კონკრეტული პირობებისთვის, ლითონის ვარგისიანობას საზღვრავს. მექანიკური გამოცდების ლაბორატორიული მეთოდები, შესაძლებლობისამებრ, ლითონის საექსპლუატაციო თვისებებს უნდა აღაწარმოებდეს. აღნიშნული ტექნიკური მოთხოვნების დაკმაყოფილება შესაძლებელია იმ სტანდარტების გამოყენებით რომლის მიხედვითაც შეფასებულია მოწოდებული პროდუქცია. თვისებების განმსაზღვრელი შედარებადი რიცხვითი მნიშვნელობის მისაღებად ნებისმიერი ლაბორატორიული კვლევა გამოსაცდელი მასალის სტანდარტული პირობებით გათვალისწინებული მეთოდებისა და წესების იდენტური იყოს.

ლითონური პროდუქციის თვისებების, მათ შორის მექანიკური მახასიათებლების სტანდარტიზაციის პრობლემა აქტუალურია, მითუმეტეს რომ მისი მოგვარება საერთაშორისო ვაჭრობის განვითარების აუცილებელი პირობაა.

ეროვნული სტანდარტების საერთაშორისო სტანდარტებთან ჰარმონიზაციით დაინტერესებულია, როგორც ინდუსტრიულად განვითარებული ქვეყნები, ისე განვითარებადიც, რომლებიც საკუთარ ეროვნულ ეკონომიკას ქმნიან.

აქედან გამომდინარე მიგვაჩნია, რომ საქართველოს ლითონდამამუშავებელ მრეწველობაში სასწრაფოდ უნდა ჩაინერგოს მსოფლიოში ხმარებული სტანდარტები.

* * * *

სახელმწიფომ ხელი უნდა შეუწყოს ბიზნესისა და მეცნიერების დაახლოებას, მათი თანამშრომლობის წილობრივი დაფინანსებით საქმიანობის საწყის ეტაპზე. შედეგად, უფრო სრულად იქნება გამოყენებული ქვეყნის მეცნიერულ-ტექნიკური და ტექნოლოგიური პოტენციალი.

კონკურენტუნარიანი ტექნოლოგიები, როგორც ღერძი ინოვაციური ეკონომიკისა, თავისთავად არ აღმოცენდება. ეს ხანგრძლივი პროცესია, სრულფასოვანი სამეცნიერო კვლევები კი დღევანდელი ქართული მეცნიერებისათვის ფუფუნებააა ქცეული. წარმოების ორგანიზაციისათვის, რა თქმა უნდა, შეიძლება უცხო ქვეყნის ტექნოლოგიის შემოტანა, მაგრამ არ უნდა დაგვავიწყდეს, რომ არც ერთი ქვეყანა არ გაყიდის ახალ ტექნოლოგიებს და წარმოების საიდუმლოებებს. მასზე ორიენტაცია ჩვენს ტექნოლოგიურ ჩამორჩენილობას დააკონსერვებს და ტექნოლოგიურად და მეცნიერულად განვითარებულ ქვეყნებზე დამოკიდებული აღმოვჩნდებით. ამიტომ აუცილებელია, განვათავსოთ საკუთარი მეცნიერებაც.

და ბოლოს, კიდევ ერთხელ უნდა აღინიშნოს, რომ მინერალური ნედლეულის მეტალურგიული გადამამუშავებით მიღებული პროდუქცია მაღალი დამატებითი ღირებულების მქონე და ექსპორტმოთხოვნადი საქონელია. ამიტომ აღნიშნული კომპლექსის განვითარება და მასზე სახელმწიფო ხელშეწყობის ანუ პროტექციონისტული პოლიტიკის გატარება საქართველოს ეკონომიკის ახალ პრიორიტეტებში უნდა განიხილებოდეს.

2.7. სპეცპროდუქტისა და სპეცკონცენტრატების წარმოება, როგორც ჭიათურის მანგანუმის მადნების რაციონალური გამოყენებისა და საბადოს ექსპლოატაციის გახანგრძლივების ერთ-ერთი პერსპექტიული საშუალება

თანამედროვე ეტაპზე ჭიათურის მანგანუმის საბადო უმეტეს წილად ღარიბი მადნებისგან შედგება. მადნების გამდიდრებისას დაბალია წარმოების ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებელი, რადგანაც მაღალი ხარისხის კონცენტრატების (Mn 42-51%) გამოსავალი მხოლოდ 25%-ს თუ აღწევს და ისიც, თავისი წვრილფრაქციულობის გამო არ წარმოადგენს მეტალურგიული გადამამუშავებისათვის კონდიციურ ნედლეულს. აღნიშნული წვრილფრაქციული კონცენტრატები უცილობელ დანაჭროვნებას საჭიროებენ, რისი შესაძლებლობაც, აგლომაციის ამორტიზებისა და ექსპლოატაციიდან გამოსვლის გამო, დღეისათვის ქარხანას არ გააჩნია. შესაბამისად ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხანა ვერ ახერხებს მხოლოდ ჭიათურის ნედლეულზე მუშაობას და იძულებულია კონცენტრატების მნიშვნელოვანი ნაწილი საზღვარგარეთიდან შემოიტანოს. იმის გამო, რომ ქარხანა ნაწილობრივ მაინც წვრილფრაქციული კონცენტრატების გამოყენებით მუშაობს, დიდია მანგანუმის

დანაკარგი მტვერ-აირული გამონაბოლქვის სახით, ელექტრო ღუმელში გაუარესებულია კაზმის აირგამტარობა, რის შედეგადაც ფერხდება აღდგენითი პროცესები და მცირდება წამყვანი ელემენტების ამოკრეფა ლითონში. შესაბამისად, გაზრდილია ელექტრული ენერჯის ხვედრითი ხარჯი.

აღნიშნული პრობლემების კომპლექსურად გადაჭრის ერთ-ერთ ყველაზე მისაღებ საშუალებად გვესახება გზა, რომელიც ითვალისწინებს ჭიათურის გამამდიდრებელ ფაბრიკებში კონცენტრატების მხოლოდ ხარისხობრივი მაჩვენებლის მიხედვით წარმოების შეწყვეტას და მის ნაცვლად უპირატესობას ანიჭებს კონკრეტული ფეროშენადნობების გამოსადნობად საჭირო სპეციალური შედგენილობის მასალების წარმოებას. სახელდობრ, სილიკომანგანუმის გამოდნობისათვის რაციონალურ მასალად მიგვაჩნია ნაჭროვანი მაღალკაუმიწაშემცველი სპეცპროდუქტი (ცხრილი 2.6), რომლის მიღებაც შესაძლებელია ჭიათურის მანგანუმის მადნების გამდიდრების პროცესშივე, დამატებითი მატერიალური დანახარჯების გარეშე. იმის გათვალისწინებით, თუ რა მოთხოვნებია წაყენებული სილიკომანგანუმზე ფოსფორის შემცველობასთან დაკავშირებით, სპეცპროდუქტის გამოყენებას გააჩნია ორი განსხვავებული მიმართულება. კერძოდ, მაღალფოსფორიანი სილიკომანგანუმის (-0,35%) მისაღებად სპეცპროდუქტი შესაძლებელია უშუალოდ იქნას გამოყენებული კაზმში ჭიათურის მანგანუმის კონცენტრატებთან ერთად (ტონა პროდუქციაზე ხარჯით 500-1200 კგ), ხოლო დაბალფოსფორიანი (-0,20%) სილიკომანგანუმის გამოდნობისათვის სპეცპროდუქტის გამოყენება მოითხოვს ამ მასალიდან მანგანუმის კონცენტრატებთან ერთად დაბალფოსფორიანი ნაღლის (Mn 32%, P-0,04%) წინასწარ გამოდნობას (სპეცპროდუქტის ხარჯი ტონა ნაღლზე 1000 კგ) და ამ ნაღლის შემდგომ მიწოდებას სილიკომანგანუმის კაზმში.

ცხრილი 2.6.

სპეცპროდუქტის საშუალო ქიმიური შედგენილობა, %

Mn	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P	გ-დ
20	35	6	2	2	2,5	0,16	20

გრანულომეტრული შედგენილობა: -50 +16 მმ

ფაზური შედგენილობა: 65-75% მანგანუმის კარბონატი, ხოლო – 30-35% ოქსიდური მინერალების სახითაა წარმოდგენილი.

ჭიათურის გამამდიდრებელი ფაბრიკების მწარმოებლობის გათვალისწინებით შესაძლებელია წელიწადში საშუალოდ 80 ათასი ტონა სპეცპროდუქტის წარმოება. ნაჭროვანი მაღალკაუმიწაშემცველი სპეცპროდუქტის წარმოება და რეალიზაცია კი უზრუნველყოფს:

- ჭიათურის მადნების რაციონალურ გამოყენებას;
- ჭიათურის საბადოს ექსპლოატაციის გახანგრძლივებას;
- დეფიციტური მაღალხარისხიანი კონცენტრატების აუცილებელი გამოყენების მაჩვენებლის 25 %-ით შემცირებას;
- მადნების გამდიდრების პროცესში საწარმოო ნარჩენების წარმოშობის მინიმუმამდე დაყვანას;
- მანგანუმის მადნისა და კვარციტის იმპორტის აუცილებლობის გამორიცხვას;

- სილიკომანგანუმის წარმოების თვითღირებულების შემცირებას საშუალოდ 100-150 აშშ დოლარით ტონა პროდუქციაზე;
- გარემოს ეკოლოგიური მდგომარეობის გაჯანსაღებას.

სპეცპროდუქტის წარმოება და რეალიზაცია საწარმოო მასშტაბით აპრობირებულია ჭიათურის სამთო-გამამდიდრებელ კომბინატსა და ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხანაში.

საშუალონახშირბადიანი (C 1-1,5%) ფეროშენადნობების გამოსადნობად საჭირო სპეციალური შედგენილობის კონცენტრატების წარმოების თვალსაზრისით, ჭიათურაში უპირატესობა უნდა მივანიჭოთ მანგანუმის მაღალფუძიანი (CaO>5%) კონცენტრატების წარმოებას. კერძოდ, ჭიათურის გამამდიდრებელ ფაბრიკებში კარბონატული მადნების გამდიდრებისას შეიძლება მიღებული იქნას მაღალფუძიანი “სპეცკონცენტრატი” (გამოსავალით 25%). სპეცკონცენტრატი, სპეცპროდუქტთან შედარებით წვრილფრაქციულობის მიუხედავად (ცხრილი 2.7 და 2.8), ქიმიური შედგენილობიდან და თვისებებიდან გამომდინარე შესაძლებელია დანატროვნების გარეშეც წარმატებით იქნეს გამოყენებული ფეროშენადნობთა წარმოების სილიკოთერმულ ნახევრადფლუსიან და ფლუსიან ტექნოლოგიურ პროცესებში. ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხნის სინამდვილეში სპეცკონცენტრატი შესაძლებელია გამოყენებული იქნეს საშუალო ნახშირბადიანი ფერომანგანუმის FeMn 88 გამოსადნობად.

ცხრილი 2.7.

სპეცკონცენტრატის ქიმიური შედგენილობა, %

Mn	MnO ₂	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P	გ.დ	CaO/ SiO ₂	P/Mn
39,5	28,6	13,2	6,1	1,5	4,0	3,6	0,17	18,8	0,46	0,0043

ცხრილი 2.8.

სპეცკონცენტრატის გრანულომეტრიული შედგენილობა

ფრაქცია, მმ, %					
+5	-5+3	-3+2	-2+1	-1+0,5	-0,5+0
0,3	14,8	22,7	32,0	24,9	5,3

სპეცკონცენტრატი თავისი ქიმიური (CaO-6%), მინერალოგიური (მანგანუმი უპირატესად წარმოდგენილია მანგანოკალციტის სახით) და ფაზური (მანგანუმი წარმოდგენილია კარბონატების სახით 59-65%) შედგენილობიდან გამომდინარე საშუალებას იძლევა სრულად გამოირიცხოს დეფიციტური მაღალხარისხიანი ოქსიდური კონცენტრატების გამოყენების აუცილებლობა საშუალონახშირბადიანი ფერომანგანუმის დნობისას. ამასთან, ეს უზრუნველყოფს: სილიკომანგანუმის ხარჯის შემცირებას 12%-ით, ხოლო კირქვის ხარჯის შემცირებას 36%-ით. სპეცპროდუქტის ანალოგიურად, სპეცკონცენტრატის წარმოებამ და რეალიზაციამ ფართომასშტაბიანი აპრობაცია გაიარა და ათვისებული იქნა ჭიათურის სამთო-გამამდიდრებელ კომბინატსა და ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხანაში. სპეცკონცენტრატის გამოყენებით საშუალო ნახშირბადიანი ფერომანგანუმის წარმოების თვითღირებულება საშუალოდ მცირდება 200-250 აშშ დოლარით. ამჟამინდელი მდგომარეობით ზესტაფონის ფეროშენადნობების ქარხანას (ზფქ) გააჩნია საკმარისზე მეტი

თავისუფალი სიმძლავრეები (სპეციალიზებული სარაფინაციო 5 მვა სიმძლავრის ელექტროლუმენები), რათა ზემოაღნიშნული ტექნოლოგია წარმატებულად იქნეს ათვისებული ზედმეტი კაპიტალდაბანდების გარეშე.

ნიშანდობლივია აღინიშნოს ისიც, რომ კარბონატული მადნებიდან სპეცკონცენტრატების წარმოება იმ მხრივაცაა ღირებული, რომ გამდიდრების პარალელურ რეჟიმში შესაძლებელია მანგანუმის მცირე დიოქსიდშემცველი კონცენტრატების მიღებაც (ცხრილი 2.9). როგორც ფართომასშტაბიანმა სამრეწველო ექსპერიმენტებმა აჩვენა, აღნიშნული კონცენტრატები ელექტროლიტური ლითონური მანგანუმის (Mn 99,95%) მიღების პროცესში წარმატებით ენაცვლება უმაღლესი ხარისხის პეროქსიდულ კონცენტრატებს. ეს კი ამარტივებს ტექნოლოგიურ პროცესს და მნიშვნელოვნად აიაფებს ლითონური მანგანუმის წარმოებას. ტონა პროდუქციის თვითღირებულება საშუალოდ 300 აშშ დოლარით მცირდება.

ცხრილი 2.9.

მცირე დიოქსიდშემცველი სპეცკონცენტრატის ქიმიური შედგენილობა, %

Mn	MnO ₂	SiO ₂	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	NiO	გ.დ.
28,6	6,2	13,8	13,5	1,0	1,25	1,80	0,43	0,44	27,3

ცნობისათვის, ბოლო წლების მონაცემებით, ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხანაში ელექტროლიტური ლითონური მანგანუმის წარმოება მთლიანად შეწყვეტილია. ელექტროლიტური მანგანუმის წარმოების აღდგენის შემთხვევაში, ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხანას დიოქსიდშემცველი სპეცკონცენტრატის სახით დამატებითი სანედლეულო ბაზა გაუჩნდება. ამასთან, მაღალკაუმიწაშემცველი სპეცპროდუქტისა და მაღალფუძიანი სპეცკონცენტრატის წარმოებით ერთის მხრივ, და მათი ფეროშენადნობების ელექტრომეტალურგიაში რეალიზაციის შედეგად, მეორეს მხრივ, გაჩნდება ჭიათურაში დომინირებადი 100 მლნ ტონამდე მარაგის მქონე კარბონატული მადნების ფართომასშტაბიანი ათვისების ახალი შესაძლებლობები.

2.8. ფეროსილიკოალუმინი

2.8.1. ფეროსილიკოალუმინი და მისი წარმოების პერსპექტივები საქართველოში

შავი მეტალურგიის პრაქტიკაში ფოლადისა და სპეციალური შენადნობების წარმოების დროს განმუხანგველად ტრადიციულად ხმარობენ ფეროსილიციუმსა და ალუმინს, რომელთა მისაღებად გამოიყენება დეფიციტური მასალები: კვარციტი, რკინის ბურბუშედა, კოქსი, ბოქსიტი და სხვა. მათი მიღების ტექნოლოგიები ხასიათდება მაღალი ენერგოტევადობით, დნობისათვის მასალების მომზადების სირთულით და ა.შ. ამ პროდუქტებს წარმატებით ცვლის ფეროსილიკოალუმინი ლიგატურის სახით. იგი არის კომპლექსური ფეროშენადნობი, რომელიც შეიცავს ძლიერ განმუხანგველებს სილიციუმისა და ალუმინის სახით. გამოიყენება ძირითადად ფოლადის წარმოებაში როგორც

განმუხანგველი, მაგრამ შესაძლებელია მისი გამოყენება ძნელად აღსადგენი ლითონების კომპლექსურ აღმდგენელად ფეროშენადნობების წარმოებაშიც.

ფეროსილიციუმისა და ალუმინის მექანიკური ნარეგებისაგან განსხვავებით, რომელთა გამოყენებას თან ახლავს თხევადი ფოლადის ზედაპირზე სილიციუმისა და ალუმინის მნიშვნელოვანი დაჟანგვა ჰაერის ჟანგბადით, ფეროსილიკოალუმინის გამოყენება უზრუნველყოფს მათი ხარჯვის შემცირებას შესაბამისად 25 და 20%-ით ტრადიციულთან შედარებით. ფოლადის განჟანგვაში ფეროსილიკოალუმინის უპირატესობა განპირობებულია მისი კომპონენტების - სილიციუმისა და ალუმინის ჟანგბადთან ერთობლივად ურთიერთობის ეფექტურობით, განჟანგვის პროცესში შედარებით ადვილდნადი, კოაგულირებადი ოქსიდური ჩანასახების წარმოქმნით, რომლებიც ადვილად აიწიდება და ოქსიდური ჩანარებისაგან ორჯერ მაინც ასუფთავებს ფოლადს. აგრეთვე ხელს უწყობს ფოლადის სტრუქტურის დაწვრილმარცვლოვნებას, რასაც თან ახლავს დარტყმითი სიბლანტისა და დროებითი წინაღობის გაზრდა, პლასტიკური თვისებების შენარჩუნების ფონზე. ფეროსილიკოალუმინი აუმჯობესებს მოდიფიცირებული და ლეგირებული თუჯების თვისებებსაც.

ის გამოყენებულ იქნა აგრეთვე ნედლეულად ფეთქებადი ნივთიერებების წარმოებისათვისაც, მიიღო რა უმაღლესი შეფასება ამ საქმის მსოფლიო ლიდერისაგან - კომპანია “ნიტრონობელი“-საგან.

ყოველივე ამან განაპირობა ფეროსილიკოალუმინის წარმოების ეფექტური და იაფი ხერხების მოძებნის პრობლემის წინ წამოწევა, რომლის გადაწყვეტის გზების ძიებამ საქართველოსა და ყაზახეთში შექმნა წინაპირობა მისი კარბოთერმული წარმოების ორგანიზების თაობაზე, სადაც საწყის ნედლეულად გამოყენებული იქნებოდა თიხამიწის შედარებით დაბალი და სილიციუმისა და რკინის ოქსიდების მაღალი შემცველობის ტექნოგენური ნარჩენები: ნახშირის ნაცარი, ნახშირების მოპოვებისა და გამდიდრების ნარჩენები და სხვა, რომლებიც ითვლება უვარგისად ალუმინის წარმოებისათვის. შემოთავაზებული პროცესი მიმდინარეობს პრაქტიკულად წილის წარმოქმნის გარეშე.

საექსპერტო შეფასებების მიხედვით, მსოფლიო ბაზარზე ფეროსილიკოალუმინზე მოთხოვნილება დღეისათვის შეადგენს 2-5 მილიონ ტონას წელიწადში, მათ შორის დსთ-ს ქვეყნებში 200 000 ტონამდე, მაგრამ მისი რეალური წარმოება არ ცილდება 10-13 ათას ტონას. აქედან უდიდესი წილი ყაზახეთზე მოდის (6 ათასი ტონა წელიწადში). მისი სერიული წარმოება აქ დაიწყო 1998 წელს ეკიბასტუხის მინი-ქარხანაში შპს “А и К” სამ მადანთერმულ ელექტროლუმელში ტრანსფორმატორების სიმძლავრით 1,2 მვა (1 ღუმელი) და 5,0 მვა (2 ღუმელი). აქ გათვალისწინებულია მისი წარმოების მოცულობის საგრძნობი გაზრდა (М. Ж. Толымбеков. Перспективы расширения производства ферросиликоалюминия в Казахстане. Материалы IV-ой Международной научно-технической конференции УкрФА «Ключевые вопросы развития электрометаллургической отрасли», г. Киев, 20-21 апреля, 2011 года. с. 42-48).

რაც შეეხება პრობლემის ეკონომიკურ მხარეს, ტონა ფეროსილიკოალუმინის თვითღირებულება შეადგენს 600-800 აშშ დოლარს რეგიონში ელექტროენერჯის ღირებულების მიხედვით, ხოლო სარეალიზაციო ფასი 1100-1350 აშშ დოლარს მასში ალუმინის შემცველობის მიხედვით.

2.8.2. ფეროსილიკოალუმინის წარმოების ტექნოლოგია

ფეროსილიკოალუმინისა და ფეროსილიციუმის წარმოება განეკუთვნება უწილო პროცესებს. მათ ანხორციელებენ თანამედროვე მძლავრ მადანთერმულ ღუმელებში კარბოთერმული ხერხით, გააჩნიათ მომზადების ერთნაირი სქემა

საკაზმე მასალების მიწოდების დროს, დნობის ტექნოლოგიის ერთი და იგივე კონტროლი. ლითონის ჩამოსხმაც წარმოებს ერთი და იგივე ტიპის მოწყობილობის გამოყენებით. ანალოგიურია გამწმენდი მოწყობილობებიც.

ფეროსილიკოალუმინის ელექტროთერმული წარმოების დროს გამოიყენება ნაცარი, ნახშირის გამდიდრების მაღალნაცრიანი ნარჩენები, მოხსნილი ქანები, რომლებიც ჩვეულებრივ გროვდება საყრდენებში და იქ საწყობდება. ტექნოლოგია ასუფთავებს გარემოს და ამგვარად ეკოლოგიური დატვირთვაც გააჩნია.

ტყიბულის საბადოს ქვანახშირის აუზის ნახშიროვანი ქანებიდან და ნახშირების გამდიდრების ნარჩენებიდან ფეროსილიკოალუმინის წარმოების ტექნოლოგიური პარამეტრების დადგენის სამუშაოები ჩატარებულ იქნა საქ. მეცნ. აკადემიის მეტალურგიის ინსტიტუტში პროფ. გ. მიქელაძის ხელმძღვანელობით.

1. П.Н. Джапаридзе, Л.А. Дракин, О.А. Лоладзе - Химико-технологическое исследование ткибульских смоляных липтобиолитов. Сборник лабораторных и заводских исследований по ткибульским липтобиолитовым сланцам. Институт металла и горного дела АН ГССР, 1950.

2. П.Н. Джапаридзе, О.А. Лоладзе, Химико-технологическое исследование ткибульских углистых сланцев, Труды Института металла и горного дела, т. VIII, 1957.

3. Г.Ш. Микеладзе, Е.М. Надирадзе, Т.А. Пагава, Р.Н. Цхведიანი. Электроплавка силикоалюминия из кокса и золы ткибульских сланцев. Труды Института металлургии АН ГССР, Т. IX, 1958.

მისივე ხელმძღვანელობით ჩატარდა ამ შენადნობის საქარხნო დნობები 1000 კვა სიმძლავრის ერთფაზა ელექტროლუმელში ბრიკეტების გამოყენებით, რომლებიც დამზადებული იყო ტყიბულის საბადოს ქვანახშირის გამდიდრების ნარჩენების ბაზაზე ტყიბულის ნახშირის დამატებით. კომპლექსური კვლევების ბაზაზე დაზუსტებულ იქნა კაზმში მყარი ნახშირბადის ოპტიმალური შემცველობა (სტექიომეტრიულად აუცილებლის 95%) და შენადნობის 1 ტონაზე მასალების ხვედრითი ხარჯი: ტყიბულის ქვანახშირის გამდიდრების ნარჩენები- 2,8ტ; ტყიბულის ნახშირი – 2,5ტ. ელექტროენერგიის ხარჯმა შეადგინა ~ 13900 კვტ/ტ. Г.Ш. Микеладзе, Е.М. Надирадзе, Б.П. Гогоришвили, Р.Н. Цхведიანი (Институт металлургии АН ГССР); Г. Я. Сиоридзе, Д. С. Чикашуа, А. И. Метревели (Зестафонский завод ферросплавов). Заводские плавки силикоалюминия из отходов обогащения ткибульских углей. Труды грузинского института металлургии, т. XIV. 1964.

მიღებული შედეგებიდან ჩანს, რომ ალუმინის მიღება მადანთერმულ ლუმელებში ამ სახის მასალებიდან უფრო იაფი ჯდება, ვიდრე ჩვეულებრივი ტექნოლოგიით - თიხამიწის ელექტროლიზი ფტორშემცველი მარილების ნაღობიდან. ყურადსაღებია ისიც, რომ ალუმინის წარმოებისათვის მაღალხარისხოვანი ბოქსიტების მარაგები შეზღუდულია, პარალელურად არსებობს ალუმინშემცველი ნარჩენებისა და კომპლექსური ნედლეულის დიდი მარაგები. პირველადი ალუმინის მაღალი ფასები, ფოლადის განჯანგვის დროს მისი დიდი ნაწილი, მეორეული ალუმინის რესურსების სიმცირე და მასში მავნე მინარევების მაღალი შემცველობა განაპირობებს კომპლექსური შენადნობების უფრო მაღალ ეფექტურობას.

2.8.3. რესურსული ბაზა

ქვანახშირის ქართული საბადოების მიდამოებში ათეულ წლობით დაგროვილი მილიონობით ტონა გამდიდრების მაღალნაცრიანი ნარჩენები, მყარ

სათბობზე მომუშავე რუსთავისა და ტყიბულის თბოელექტროსადგურების წიდანაცრული ნარჩენები და თბილისის საავიაციო ქარხნის სიახლოვეს დაგროვილი მეორეული ალუმინის მაღალთიხამიწიანი წიდეები სრულიად აკმაყოფილებენ იმ მოთხოვნებს, რომელიც აუცილებელია ელექტროთერმიის გზით ალუმინსილიციუმისანი შენადნობების წარმოებისათვის.

ფეროსილიკოალუმინის მიღება მადანთერმულ ღუმელებში შეიძლება ვაწარმოოთ სხვადასხვა ტექნოლოგიური ვარიანტების მიხედვით, რამდენიმე სახის ნედლეულის გამოყენებით. უფრო მიზანშეწონილი იქნება ტყიბულის ნახშირების გამდიდრების ნარჩენებისა და ნახშიროვანი ქანების გამოყენება, რომლებიც შეიცავენ კაზიმის ყველა აუცილებელ კომპონენტებს: ნახშირს, რკინის, სილიციუმისა და ალუმინის ოქსიდებს. მაღალნაცრიანი ნახშირისა და ნაჭროვანი ნახშიროვანი ქანების უპირატესობა მდგომარეობს იმაში, რომ ისინი არ საჭიროებენ მაღალ დანახარჯებს დნობისათვის მათ მოსამზადებლად. ფეროსილიკოალუმინისა და ფეროსილიციუმის ფასთა სხვაობას განსაზღვრავს დანახარჯები ელექტროენერჯიასა და საკაზმე მასალებზე.

ამგვარად, ელექტროთერმული ალუმინისანი ფეროშენადნობების ძირითადი უპირატესობა მდგომარეობს იმაში, რომ ალუმინის მასის ერთეული მათში უფრო იაფია, ვიდრე სუფთა ალუმინის მიღების დროს. ეს აიხსნება პირველად ნედლეულზე მცირე დანახარჯებით, ნაკლები კაპიტალური დანახარჯებით მადანთერმული ღუმელებით აღჭურვილი საამქროების მშენებლობაზე ელექტროლიზერებთან შედარებით, ელექტროღუმელების მაღალი მქე-ით, აგრეთვე დნობისათვის ნედლეულის მომზადების შრომატევადი სტადიის არარსებობით. ფოლადის განუანგვისათვის ამ შენადნობის გამოყენების დროს ალუმინის ათვისების დონე ორჯერ მაღალია, ვიდრე ალუმინის შოთების გამოყენების დროს.

პროექტის ეკონომიური ეფექტურობა უნდა შეფასდეს როგორც ფეროსილიკოალუმინის მადანთერმულ ღუმელებში წარმოების ეტაპზე, ასევე მისი ფოლადის განუანგვისათვის გამოყენების დროსაც. აქ უპრიანია გამოყენებული იქნას ანალოგიის მეთოდი ანუ ფეროსილიკოალუმინის გამოდნობის პარამეტრები შეფასდეს ყველაზე ტიპურ ანალოგთან მიმართებაში, რომლის წარმოება მიდინარეობს დღეს. რაც უფრო მეტი იქნება მსგავსება მათ შორის, მით უფრო დიდი სიზუსტით შეიძლება ჩავატაროთ მომდევნო პროგნოზული გათვლები.

2.8.4. ფეროსილიკოალუმინის წარმოების მეცნიერული საფუძვლები

ელექტროთერმული გზით სილიციუმისა და ალუმინის სისტემის შენადნობების მიღების თეორიისა და ტექნოლოგიის კუთხით რიგი ფუნდამენტური კვლევების მიუხედავად კარბოთერმულ პროცესში წამყვანი ელემენტების ამოღება ჯერ კიდევ დაბალია, რაც განაპირობებს ტექნოლოგიური ღონისძიებების კომპლექსის დამუშავებისა და ჩანერგვის ამოცანების მეცნიერულად დასაბუთებული გადაწყვეტის აუცილებლობას. აქ საგულისხმოა ის ფაქტი, რომ Al_2O_3 -ის ნახშირბადით აღდგენის აღწერა საკმაოდ რთულია, განსაკუთრებით მისი შენადნობების სამრეწველო პირობებში მიღების დროს, რაც დაკავშირებულია აორთქლებასთან, ალუმინის ოქსიკარბიდებისა და კარბიდის წარმოქმნასთან, რომლებიც მეტალურგიული წარმოების გზას საკმაოდ რთულს ხდის. ამიტომ მიმდინარეობს ცდები მისი თავიდან ასაცილებლად სხვადასხვა ხერხებით: ალუმინის აორთქლების შემცირება, წარმოქმნილი ლითონისა და ალუდგენელი ოქსიდების/კარბიდების ნაღობების

თხიერდენადობის შენარჩუნება, წარმოქმნილი ლითონის დაცვა ხელმეორედ დაუანგვისაგან. ამიტომ ძალზე მნიშვნელოვანია მათი ქცევის ცოდნა მაღალტემპერატურულ პირობებში. სამწუხაროდ მცირეა ამ სახის კვლევები და ზოგჯერ ისინი ატარებენ ურთიერთ გამომრიცხავ ხასიათს.

დღემდე დაგროვილი ექსპერიმენტული მონაცემები და არსებული თეორიული მიდგომები გარკვეულწილად იძლევიან იმის საშუალებას, რომ გავაკეთოთ მისაღები მასალების ხარისხისა და ტექნოლოგიური პროცესის პარამეტრების პროგნოზი, მაგრამ ამ მიმართულებით კიდევ უფრო წინ წაწევისათვის კვლევის აუცილებელ ობიექტებად უნდა იქცნენ: რთულ სისტემაში (ოქსიდური ნადნობი - აირული ფაზა) კომპონენტების ურთიერთქმედების, კინეტიკისა და თერმოდინამიკის საკითხები; კონდენსირებული და აირადი არის გავლენა ნადნობების ზედაპირულ თვისებებზე; ელექტრული დნობის პროდუქტებისა და საკაზმე მასალების ფაზური და სტრუქტურული გარდაქმნის, აგრეთვე საწყისი ნედლეული მასალებისა და მათი ნარეგების ფიზიკური, მექანიკური და სხვა თვისებების საკითხები.

აუცილებელია გაუმჯობესდეს დნობისათვის კაზმის მომზადების ხარისხი, ამაღლდეს დანატროვნების შედეგად მიღებული მასალების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები, მოიძებნოს საამქროს მტვერდამჭერებზე მიღებული მტვერისა და წვრილად დაქუცმაცებული კონცენტრატების შემდგომი გადამუშავების ოპტიმალური ტექნოლოგია.

განსაკუთრებული ყურადღება ენდა დაეთმოს ფეროშენადნობების მიღების ტექნოლოგიის დამუშავებას პლანური ღუმელებში, რაც საგრძნობლად შეამცირებს ელექტროენერგიის ხვედრით ხარჯს და საკაზმე მასალებზე წაყენებულ მოთხოვნებს (Д. В. Мосия, М. Т. Чумбадзе, Г. У. Николайшвили. Перспективы производства ферросиликоалюминия в Грузии. Материалы IV-ой Международной научно-технической конференции УкрФА «Ключевые вопросы развития электрометаллургической отрасли», г. Киев, 20-21 апреля, 2011 года. с. 87-91).

ამრიგად, კარბოთერმული გზით არაკონდიციური ნარჩენებიდან კომპლექსური ფეროშენადნობების მადანთერმული გამოდნობა ეკონომიკურად ხელსაყრელი და ეფექტური ტექნოლოგიაა. ტექნოლოგია კონკურენტუნარიანია. მიღებული კომპლექსური ფეროშენადნობები მთლიანად ან ნაწილობრივ ცვლიან ტრადიციულ ფეროშენადნობებს ფოლადის წარმოების დროს და დამატებით შეაქვთ მალეგირებელი კომპონენტები. მათზე მოთხოვნა წლითიწლოებით იზრდება.

ნარჩენების ქიმიური შემადგენლობის ცვლილების ფართო დიაპაზონის გამო ყოველი კონკრეტული შენადნობისათვის რაციონალური საწყისი შედგენილობის შერჩევას გააჩნია დიდი მნიშვნელობა. ამიტომ აუცილებელია კომპიუტერულ თერმოდინამიკური და ექსპერიმენტული მოდელირებების გზით მრავალკომპონენტიან კაზმში საწყისი ოქსიდებისა და ნახშირბადის ოპტიმალური თანაფარდობის დადგენა, რომელიც უზრუნველყოფს ლითონში მიზნობრივი ელემენტების მაქსიმალურ ამოღებას ენერგიის მინიმალური ხარჯვის დროს. ამ მიმართულებით ფართო კვლევები მიმდინარეობს სსიპ ფერდინანდ თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტის პირომეტალურგიის ლაბორატორიაში. მხოლოდ ამ გზით არის შესაძლებელი გამოვაკლინოთ პროცესის მთავარი თავისებურებები, ამა თუ იმ ფაზის როლი, შუალედური ნაერთების წარმოქმნა-დაშლაში და ლითონის ფორმირებისათვის ხელსაყრელი პირობები.

3. შავი მეტალურგიის განვითარებისათვის საქართველოში არსებული რესურსები

3.1. ჭიათურმანგანუმის საბადოების რესურსული ბაზა

დედამიწის ქერქში მანგანუმის დიდი შეცულობის მიუხედავად, მსოფლიოში სამრეწველო მნიშვნელობის საბადოები არც ისე ბევრია. ძირითადი მომპოვებელია გაბონი, ბრაზილია, სამხრეთ აფრიკა, ავსტრალია, ჩინეთი, უკრაინა, განა, კოტ-დივუარი და საქართველო.

საქართველოში მანგანუმის მრეწველობისათვის ვარგისი მინერალური ნედლეულის რესურსები მსოფლიო მარაგების 6% შეადგენს.

საქართველოში მანგანუმის მადანგამოვლინებები ჭიათურასთან ერთად გვხვდება ამბროლაურის, ვანის, თერჯოლის, თეთრი წყაროსა და სხვა ტერიტორიებზე. მანგანუმის პროგნოზული რესურსების შესახებ წარმოდგენას იძლევა ცხილში 3.1 მოყვანილი მონაცემები.

მანგანუმის პროგნოზული რესურსები

ცხრილი 3.1.

საბადოებისა და პერსპექტიული ფართობების დასახელება	მარაგი მლნ.ტ.	პროგნოზული რესურსი, მლნ.ტ.	სულ მარაგი და პროგნოზული რესურსი, მლნ.ტ.
1. საბადოები:			
ჭიათურის,	212,7	32,0	244,7
ჩხარი-აჯამეთის,	5,0	30,0	35,0
ყვირილის ხეობა	27,0	40,0	67,0
2. პერსპექტიული ფართობები:			
თეთრიწყარო,	-	25,0	25,0
წყალტუბო-მარტვილი,	-	20,0	20,0
აჭარა-თრიალეთის ზონა	-	35,0	35,0
სულ პერსპექტიულ ფართობზე	-	80,0	80,0
მთლიანი მარაგი	244,7	262,0	506,7

ჭიათურის მანგანუმის საბადოს მარაგები

ცხრილი 3.2.

ჭიათურის მანგანუმის საბადო მარაგები	მარაგის კატეგორია მარაგების რაოდენობა	(ათასი ტონა) Mn-ის შემცველობა
უანგეული	50437	26.2
მათ შორის პეროქსიდული	5350	38.2
„მწვარი“	597	24.2
შერეული	29623	21.0
კარბონატული	93295	16.0
დაუანგეული მანგანუმის კიდ-როჟანგით	30718	21.3
გაჟღენთილი ქვიშაქვა	60	10.2
სულ	202030	20.3

დღეისათვის სამრეწველო მნიშვნელობის მხოლოდ ჭიათურის საბადოა. ნაწილობრივ საწარმოო მასშტაბებზე შესაძლოა განვიხილოთ ახლადგახსნილი შქმერის საბადოც, მაგრამ დანარჩენი საბადოების ასათვისებლად აუცილებელია ჩატარდეს დამატებითი გეოლოგიური კვლევები და მოხდეს მათი სამრეწველო ათვისების მიზანშეწონილობის ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთება. ჭიათურის მანგანუმის საბადოს მარაგები მოცემულია ცხრილში 3.2.

ჭიათურის მანგანუმის მადნის საბადოს ექსპლოატაციის დაწყებიდან 1879 წ. დღემდე მოპოვებული ნედლეულის ძირითად მასას შეადგენდა მდიდარი ჟანგეული მადნები. მოპოვებულ მადნებში თანდათან მცირდებოდა მანგანუმის ჟანგეული მინერალები, იზრდებოდა ღარიბი და ძნელად გასამდიდრებელი მადნის ხვედრითი წილი, რამაც გამოიწვია მოპოვებული ნედლეულის ხარისხის შემცირება. თუ პირველ წლებში მოპოვებულ მადანში მანგანუმის მასური წილი შეადგენდა 37-40 %-ს, ამჟამად იგი შემცირებულია 20-24%-მდე.

აღსანიშნავია, რომ ჭიათურის საბადოს მარაგის 60-70% მეტი კარბონატულ მადნებზე მოდის (ცხრილი 3.3). ეს ფაქტორი ჭიათურაში მანგანუმის ნედლეულის წარმოების შემცირების ძირითადი მიზეზია, სადაც განსაკუთრებით პრობლემატურია მანგანუმის დაბალი (Mn 18-24%) და ფოსფორის გაზრდილი (P 0,16-0,18%) შემცველობები.

მინერალოგიური კვლევით დადგენილია, რომ კარბონატული მანგანუმის მადნები წარმოიქმნენ ძირითადად მანგანუმის კარბონატებისა და კალციუმის იზომორფული სახეობის შერწყმით. მადანში სილიციუმი წარმოდგენილია კვარცისა და ოპალის სახით.

დაუანგული (მჩატე-ფოროვანი) მადანი 2003 წლის მდგომარეობით წარმოადგენს საბადოს მადნის – 15–16 %-ს. ძირითადად მადნეული მინერალები წარმოდგენილია პსილომელანით და ვერნადიტით. პსილომელან-ვერნადიტის შავი ფერის ნატეხები მსუბუქი, მაგარი და ფოროვანია. ვინაიდან ასეთ მადანს გააჩნია შედარებით მცირე მოცულობითი წონა, გამდიდრებისას გადადიან კულებში, რაც იწვევს მანგანუმის დანაკარგების გაზრდას.

ჭიათურის მანგანუმის მადნების გამდიდრებელ ფაბრიკების მუშაობის ანალიზის საფუძველზე იკვეთება, რომ მანგანუმის შერეული, დაბალხარისხოვანი და კარბონატული მადნების გამდიდრების ტექნოლოგია არასრულყოფილადაა შესწავლილი. ასეთი მადნების გამდიდრების ტექნოლოგიის სრულყოფა-ინტენსიფიკაცია დღემდე პრობლემატურ საკითხად რჩება.

დადგენილია, რომ ჩვეულებრივ, კარბონატული კონცენტრატი შეიცავს 20% SiO₂-ს, რაც ზრდის კონცენტრატში კაჟმიწის მოდულს (SiO₂/Mn) 0,6-0,7-მდე. ასევე შეიცავს განსაკუთრებით არასასურველ აქროლად მდგენელებს დისოცირებადი კარბონატების სახით (წონითი დანაკარგი 20–22%). რაც არასასურველია ფეროშენადნობთა წარმოებისათვის და დღის წესრიგში აყენებს საკითხს კარბონატული მადნების გამდიდრების ალტერნატიული ტექნოლოგიების (მაგ. დეკარბონიზაცია-დეჰიდრატაციის თერმოფიზიკური და ბიოტექნოლოგიური მეთოდებით) დამუშავების აუცილებლობის შესახებ.

ჭიათურის საბადოებში გავრცელებული მანგანუმის მინერალები
ცხრილი 3.3.

ჭიათურის მანგანუმის საბადოებში გავრცელებული მანგანუმის მინერალების დასახელება	ქიმიური შედგენლობა	ხვედრითი წონა	Mn-ის შემცველობა (%)
პიროლიზიტი	MnO ₂	4–5	63-მდე
ფსილომელანი	MnO ₂ ·MnO·H ₂ O	5–6	49.6
მანგანიტი	Mn ₂ O ₃ ·H ₂ O	4.2–4.4	62.5
ბრაუნიტი	Mn ₂ O ₃ ·MnSiO ₃	4.7–4.9	69.6
გაუსმანიტი	Mn ₂ O ₃	4.7–4.8	72.03
როდოხროზიტი	MnCO ₃	3.3–3.6	47.8
მანგანოკალციტი	(CaMn)CO ₃	2.6–2.9	25.5

დანაკარგების შემცირებისა და კონცენტრატების გამოსავლიანობის გაზრდისათვის შერეული მადნები უპრიანია გაიყოს მსხვილკარბონატულ და წვრილქანგეულ ფრაქციებად და მათი გამდიდრება მოხდეს ცალ-ცალკე.

გამსხვილებას საჭიროებს ჭიათურის მანგანუმის I და II ხარისხის კონცენტრატებიც, რომელთა პირდაპირი გამოყენებაც ნახშირბადადღეგენით პროცესებში ასევე დაუშვებელია კაზმში სხვა ნატეხოვანი მასალების არსებობის გარეშე.

აგლომირაციასა და ბრიკეტსამქროში მოწყობილობა-დანადგარების ამორტიზებისა და მათი აღდგენისათვის მსხვილი კაპიტალდაბანდებების საჭიროების გამო ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხანაში წვრილფრაქციული მასალების დანატროვნებას ვერ ახდენენ, რის გამოც აირგანვლადობის უზრუნველსაყოფად კაზმში იყენებენ სილიკომანგანუმის უსარგებლო წილებს (Mn-14-17%) წელიწადში საშუალოდ 100 ათასი ტონის ოდენობით. რაც უარყოფითად აისახება წარმოების ტექნიკურ-ეკონომიკურ მაჩვენებლებზე ელექტრული ენერჯის დამატებითი, ფუჭი დანახარჯების გამო.

3.2. საქართველოს ქვანახშირის საბადოები (ტყიბული, ტყვარჩელი)

საქართველოში ნახშირის საბადოები ძირითადად სამ რეგიონშია განთავსებული (ტყიბულ-შაორი, ტყვარჩელი, ახალციხე). ნახშირის პროგნოზული მარაგები სხვა რეგიონებშიაც არის აღმოჩენილი. ნახშირის მოპოვება მიმდინარეობდა: ტყიბულ-შაორზე 1847, ტყვარჩელის 1935 და ახალციხის 1947 წლებიდან. ორმოცდაათიანი წლების დასასრულისათვის ქვეყანაში ნახშირის წლიურმა მოპოვებამ გადააჭარბა 3 მლნ ტონას და იმპორტთან ერთად, მთლიანად 4 მლნ. ტონაზე მეტი იქნა გამოყენებული.

ქვანახშირისა და მურა ნახშირის საბადოები დაკავშირებულია იურულ (ტყიბულ-შაორის ქვანახშირის საბადო, მაგანისა და ბზიფის საბადოები) და პალეოგენურ (ახალციხის მურა ნახშირის საბადო) ნაღებებთან. აღნიშნული საბადოებიდან სამრეწველო მნიშვნელობა აქვს ტყიბულ-შაორის, ტყვარჩელის და ახალციხის საბადოებს.

ტყიბულ-შაორის საბადო დიდ საბადოთა რიცხვს მიეკუთვნება. მისი საბაღანსო მარაგები A+B+C1 კატეგორიებით 250 მლ. ტონას შეადგენს, ხოლო პროგნოზული მარაგები 400 მლ ტონას აღემატება. მისი ქვანახშირი მაღალაირიან ნახშირებს მიეკუთვნება, დამოუკიდებლად არ იკოქსება მაღალნაცრიანობის გამო, მაგრამ ტყვარჩელის ქვანახშირთან ერთად იძლევა მეტალურგიულ კოქსს. ტყიბულის ნახშირის ხარისხობრივი მაჩვენებლები შემდეგია: ტენიანობა - 1-10%; აქროლადობა - 26-48%; ნაცრიანობა - 9-45%; თბოუნარიანობა - 3000-7000 კკალ/კგ; გოგირდის შემცველობა - 0,9-2,3%; ნახშირბადის შემცველობა - 77-82%; აზოტის შემცველობა - 1,2-2,3; სიმკვრივე (საშუალო) - 1,43 გ/სმ³; ფორიანობა - 13-16%; სიმაგრის კოეფიციენტი (პროტოლიაკონოვის მიხედვით) - 07-1,2.

ტყვარჩელის საბადოს მარაგი შედარებით მცირეა (1979 წლის 1 იანვრისათვის 28,1 მლნ ტონა); ქვანახშირი ცხიმისებრი და საკოქსე მარკებისაა.

ნაცრიანობა მერყეობს 27 დან 38% მდე; ფენების საშუალო ბუნებრივი ტენიანობა - 1,7%; აქროლადობის გამოსავალი საწვავ მასაზე საშუალოდ 32-35%; გოგირდის შემცველობა - 1,7%; თბოუნარიანობა - 30-40% ნაცრიანობის მქონე ნახშირებისათვის შეადგენს 3500-4500 კკალ/კგ; მოცულობითი მასა - 1,4 გ/სმ³.

ახალციხის მურა ნახშირის საბადოს ტყვარჩელთან შედარებით მნიშვნელოვანი მარაგი აქვს (1979 წლის 1 იანვრისათვის 71,5 მლნ ტონა), მაგრამ ნახშირის დაბალი ხარისხისა და საბადოს ექსპლუატაციის რთული სამთო ტექნიკური პირობების გამო ნახშირის მოპოვება მცირე მასშტაბით წარმოებს. ამიტომ კონცეფციის ფარგლებში ამ საბადოზე არ შეგეგმვით.

ნახშირი გამოიყენება სახვადასხვა სფეროში: ენერგეტიკა, მეტალურგია, საშენ მასალათა ინდუსტრია, კომუნალურ-საყოფაცხოვრებო სექტორი, სოფლის მეურნეობა და სხვა. მაგრამ, მას შემდეგ, რაც ეკონომიკის ზემოთაღნიშნულ სფეროში მოხდა ნახშირის შედარებით იაფფასიანი ბუნებრივი აირითა და ნავთობ პროდუქტებით მაქსიმალური ჩანაცვლება, დაიწყო ნახშირის მრეწველობის მკვეთრი დაცემა. ამჟამად ნახშირის მოპოვება მიმდინარეობს სააქციო საზოგადოება "ტყიბულ ნახშირში" (ტყიბულ-შაორის აუზი), სადაც ფუნქციონირებდა ოთხი მოქმედი და ერთი მშენებარე შახტი. ამჟამად ფუნქციონირებას ინარჩუნებს მხოლოდ ორი შახტი, რომელთა საბაღანსო მარაგები შეადგენს 50,8 მლნ.ტონას. დანარჩენი ორი შახტი მარაგების ამოწურვისა და კონდიციურობის გაუარესების გამო დახურულია.

შეზღუდული პასუხისმგებლობის საზოგადოება "საქნახშირი (ჯი-აი-ჯი ჯგუფი)" ტყიბულის შახტებში საქმიანობას 2006 წლის 1 ივლისიდან აწარმოებს. საქმიანობის საწყის ეტაპზე, ძირითადი აქცენტი გადატანილი იქნა სარემონტო სამუშაოების შესრულებაზე, შახტების გადაიარაღებასა და მართვის სისტემის გაუმჯობესებაზე. 2006 წლიდან დღემდე საწარმოს რეაბილიტაციაზე გაწეულმა პირდაპირმა ხარჯებმა 17,8 მილიონი ლარი შეადგინა. მიღებული თანხებით მოხდა გვირაბების რეაბილიტაცია, რის შედეგადაც 2010 წლის აგვისტოდან "მინდელის" სახელობის შახტში განახლდა ნახშირის მოპოვების პროცესი. კომპანია ნახშირის საწვავით არა მარტო ეროვნული მეურნეობის მრავალ საწარმოსა და მოსახლეობის მოთხოვნას აკმაყოფილებს, არამედ ქვანახშირი გააქვს ექსპორტზეც. ქართული ნახშირით ასევე დაინტერესებულია თურქეთის ბაზარიც. 2008 წლის განმავლობაში წლიურმა მოპოვებამ 100-370 ათას ტონას მიაღწია. ამჟამად მიმდინარეობს "ძიძიურის" შახტის აღდგენითი სამუშაოები, სადაც ამოქმედდება ორი ნახშირმოპოვებელი უბანი. ასევე წარმოებს სამუშაოები ქვანახშირის მოპოვებელი ახალი უბნების გასახსნელად. საქართველოს საერთაშორისო ენერგეტიკული კორპორაცია ყოფილი, ე.წ. ცოფის ტერიტორიაზე (მდ. ტყიბულას მარჯვენა სანაპიროზე) გეგმავს ახალი ქვანახშირის გამამდიდრებელი საწარმოს მოწყობას და ა. ძიძიურისა და ე.

მინდელის სახელობის შახტებში მოპოვებული ქვანახშირის სველი გრავიტაციული მეთოდით გამდიდრებას.

დღეს დიდი ყურადღება ექცევა სათბობი რესურსების რაციონალურ გამოყენებას, რაც გულისხმობს ნავთობსა და ბუნებრივ აირთან ერთად ნახშირების ფართო გამოყენებას. ამიტომ მსოფლიოში ფართოვდება კოქსზე უფრო იაფი შემცვლელების ძიება ბრძმედისა და ელექტროთერმულ წარმოებებისათვის. აქტიურად ვითარდება ნახშირების გადამუშავების ახალი თერმოქიმიური პროცესები, რომელთა მიზანია აირადი და თხევადი სათბობების, ქიმიური ნედლეულის მიღება: გაზიფიკაცია, გათხევადება, პიროლიზის არატრადიციული სახეები. მნიშვნელოვანი ყურადღება ექცევა ყველა თერმოქიმიურ პროცესში ყველაზე იაფი და არადეფიციტური ნახშირების გამოყენების გაფართოებას. ფეროშენადნობების წარმოებისათვის სპეციალური სახის კოქსის (სპეცკოქსის) მიღების პერსპექტიულ მიმართულებად მიჩნეულია სუსტადშეცხობადი და არაშეცხობადი ნახშირების დაკოქსება უწყვეტად მოქმედ რგოლურ ან ვერტიკალურ შახტურ ღუმელებში. აშშ-ში, კანადაში, საფრანგეთში, გერმანიაში ელექტროფეროშენადნობების წარმოებისათვის განკუთვნილი ნახშირბადიანი აღმდგენლების ძირითადი რაოდენობა მიიღება ამგვარ დანადგარებზე.

საქართველოს ელექტროფეროშენადნობების მრეწველობაში ნახშირბადოვან აღმდგენელად გამოიყენება კოქსწვრილა, მაგრამ მისი ხარისხობრივი მახასიათებლების ფეროშენადნობების დნობის სპეციფიურ მოთხოვნებთან შეუსაბამობის გამო იგი ვერ უზრუნველყოფს დნობის მაღალი ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების მიღწევას. ამავე დროს ყოველ წლიურად იზრდება კოქსის დეფიციტი და ბუნებრივია, მისი ღირებულებაც. ყოველივე ეს ქმნის ფეროშენადნობების წარმოებისათვის ახალი სახის ეფექტური ნახშირბადოვანი აღმდგენელის გამონახვის აუცილებლობას.

ამ ასპექტში საინტერესოა ტყიბულის მცირემეტამორფიზებული, სუსტად შეცხობადი, უხვნაცრიანი (35-40 %) ნახშირების განხილვა, რომლებმაც დღემდე ვერ ჰპოვა კვალიფიციური გამოყენება მეტალურგიაში. ტყიბულის ნახშირების გამდიდრების შუალედური პროდუქტიდან სპეცკოქსის (თერმოკოქსის) მიღების თაობაზე ფართო კვლევებია ჩატარებული სსიპ ფერდინანდ თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტში. ჩატარებული კვლევის შედეგები საფუძვლად დაედო ტყიბულის უხვნაცრიანი ნახშირების თერმული დამუშავების პროექტს, რომელიც შესრულებულია ხარკოვის "გიპროკოქსის", და რუსთავის "გიპრომეზის" მიერ. პროექტით გათვალისწინებული რგოლური ღუმელი (იგი დამუშავებულ იქნა მოსკოვის დ. ი. მენდელეევის სახ. ქიმიურ-ტექნოლოგიური ინსტიტუტის მონაცემთა ბაზაზე), წლიური მწარმოებლურობით 110 ათასი ტონა თერმოკოქსი, დამზადებულ იქნა დნეპროპეტროვსკში. იგი შენდებოდა ქ. ტყიბულთან ახლოს. პროექტის საერთო ღირებულება შეადგენდა 18 მლნ. მანეთს, რომელიც სრულად იქნა გამოყენებული. მშენებლობაში მონაწილეობას იღებდა 17-მდე ორგანიზაცია, მაგრამ იგი ვერ იქნა დამთავრებული ცნობილი მოვლენების გამო. მისი დღევანდელი მდგომარეობა აღდგენის შესაძლებლობაზე ცალსახა დასკვნის გაკეთების საშუალებას არ იძლევა.

ამიტომ აუცილებელია გადაიხედოს საქართველოს ნახშირების გამოყენების საკითხი მათი გადამუშავების ახალი თერმოქიმიური პროცესების გამოყენების გათვალისწინებით, რომელთა მიზანია დამატებით აირადი და თხევადი სათბობების, ქიმიური ნედლეულის მიღება. მაგრამ დღეს, როცა სათბობ-ენერგეტიკულ რესურსებზე მდგომარეობა საკმაოდ გართულდა, ჩვენი აზრით, სრულ მასშტაბიანი ქარხნის მშენებლობა ყოველმხრივი შეფასების გარეშე სარისკო საქმეა. ამიტომ მისი მშენებლობის კონცეპტუალური პროექტის

მომზადების პერიოდში საწყის ეტაპზე აუცილებელია წამყვან ფირმებთან ერთად გადამუშავებისათვის პოტენციალურად გამოსადეგი საქართველოს ნახშირების გამოცდის ჩატარება. პარალელურად უნდა გაგრძელდეს სამეცნიერო კვლევებიც ტექნოლოგიის სრულყოფის, დანახარჯების შემცირებისა და გარემოს დაცვის უზრუნველყოფის მიმართულებით.

თერმოკოქსის ანაცრებისაგან მიღებული უკვამლო ბრიკეტების ღირებულება მსოფლიო ბაზარზე აღემატება 100-120 დოლარს ტონაზე. მას შეუძლია ნაწილობრივ მოხსნას მოსახლეობის შეშით მომარაგების პრობლემაც იმ რეგიონებში, სადაც შეშის დეფიციტი არსებობს.

თერმოკოქსის ნაწილს შეიძლება გაუკეთდეს აქტივაცია წყლისა და აირის გაწმენდისათვის იაფი ადსორბენტის მიღების მიზნით. ასეთი სორბენტი, წყლის ორგანული დამაბინძურებლებისაგან, მაგალითად ფენოლებისაგან გასუფთავებაზე მუშაობის დროს არ მოითხოვს რეგენერაციას და შეიძლება გამოყენებულ იქნას ენერგობლოკში ნახშირებზე დანამატის სახით, რაც ამალგებს მათ წვის სითბოს.

გაზის ნამეტი, როგორც ზემოთ ითქვა, შეიძლება გამოვიყენოთ ენერგობლოკში სათბობად ნახშირისა და თერმოკოქსის მტვერთან ერთად, რომლის დაჭერა გათვალისწინებულია პროცესში. საკმარისი სიმძლავრის არსებობის შემთხვევაში გამორიცხული არ არის ფეროსილიკოალუმინის მწარმოებელი მინი ქარხნის მშენებლობაც, რომლის საწყის ნედლეულად შეიძლება გამოვიყენოთ ნახშირის გამდიდრების ნარჩენები და მაღალნაცრიანი თერმულად დამუშავებული ტყიბულის ნახშირი.

3.3. კირქვები და სხვა დამხმარე მასალები

მეტალურგიულ მრეწველობაში გამოყენებული კირქვები სუფთა და მკვრივი უნდა იყოს. საქართველოში ასეთი კირქვები დაკავშირებულია ცარცულ კირქვებთან, ასეთებია:

- ჭიშურის საფლუსე კირქვები თერჯოლის რაიონში ქ. ქუთაისის მახლობლად. ცალკეული ფენების სიმძლავრე 1-4 მ-ის ფარგლებში მერყეობს. კირქვების მინერალური და ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლები შედარებით ერთგვაროვანია: კალციუმის ჟანგეული – 55%; კაჟმიწა – 0.29%; თიხამიწა – 0.68%; რკინის ჟანგეული – 0.1%; მაგნიუმის ჟანგი – 0.01%; ფოსფორის ანჰიდრიდი – 0.018%. საბადო შედგება სქელშრებრივი, მკვრივი კირქვებისგან. სასარგებლო პროდუქტიული წყების საერთო სიმძლავრე 120 მ-ია. დამუშავებაში მყოფი უბნის ზედაპირი დაფარულია თანამედროვე ალუვიურ-დელუვიური თიხების 2-3 მ-ის სიმძლავრის გასახსნელი ქანებით. A+B +C1 კატეგორიის მარაგი შეადგენს 16 მლ.ტ.
- აჯამეთის ქალცედონისა და სპანგოლითის სახელწოდებით ცნობილი საბადო. ქალცედონის შრეების სიმძლავრე 8-14 მ-ის ფარგლებში მერყეობს და წარმოადგენს კაჟიანი ქანების ე.წ. გადაღეპილი ქალცედონიანი კენჭნარის სახეობას. მასში კაჟმიწის შემცველობა 96-98%-ია, ცეცხლგამძლეობა 1730-1750 C, სიმკვრივე 2.6 გ/სმ³. ქალცედონი გამოიყენება ფეროსილიციუმის მისაღებად. სპონგოლითისგან კი, ქერქისგან გასუფთავების შემთხვევაში, მიიღება I კლასის მეტალურგიული დინასი. საბადო მუშავდებოდა ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხნის საწარმოს მიერ. მისი მოპოვება შეჩერებულია.

- აბანოს დოლომიტისა და დოლომიტური კირქვის საბადო, რომელიც მდებარეობს საშურის რაიონში, აგარის რკინიგზის სადგურიდან 16 კმ-ში, სოფ. აბანოს მახლობლად. საბადო წარმოდგენილია ადრეცარცული ორი ფენით – ქვედა 40 მ სიმძლავრით და ზედა, რომლის სიმძლავრე მერყეობს 7-15 მ-ის ფარგლებში. საბადოზე მოიპოვებოდა I და II კლასის მეტალურგიული დანიშნულების დოლომიტი მაგნიუმის ოქსიდის არანაკლებ 17.5% შემცველობით. A+B+C1 კატეგორიის მარაგები 1.4 მლ. ტონას უახლოვდება.

3.4. წყლის რესურსი

საქართველო განვითარებული ჰიდროგრაფიული ქსელით გამორჩეული ქვეყანაა. მისი მდინარეების ჯამური წლიური ჩამონადენი 64 კუბ.კმ-ს შეადგენს. ამიტომ კონცეფციაში განხილული საწარმოების ტექნიკური წყლით მომარაგების საკითხი პრობლემას არ წარმოადგენს. კერძოდ, ზესტაფონსა და ჭიათურას კვებავს მდინარე ყვირილა, ტყიბულა – მდინარე ტყიბულა, რუსთავს – მტკვარი. მათი ძირითადი ჰიდროგრაფიული მახასიათებლები მოცემულია ცხრილში 3.4.

მდინარეების ჰიდროგრაფიული მახასიათებლები

ცხრილი 3.4.

მდინარე	აბსოლუტური ნიშნული (სიმაღლე ზღვის დონიდან), მ	ჩამონადენის საშუალო მოდული, ლ/წმ.კმ ²	საშუალო წლიური ხარჯი, მ ³ /წმ
ყვირილა (ჭიათურასთან)	344	28	25,1
ვირილა (ზესტაფონთან)	152	25	60
ტყიბულა (ტყიბულთან)	530	56,5	1,7
მტკვარი (რუსთავთან)	280		227

4. შავი მეტალურგიის პროდუქციის ძირითადი სახეობები

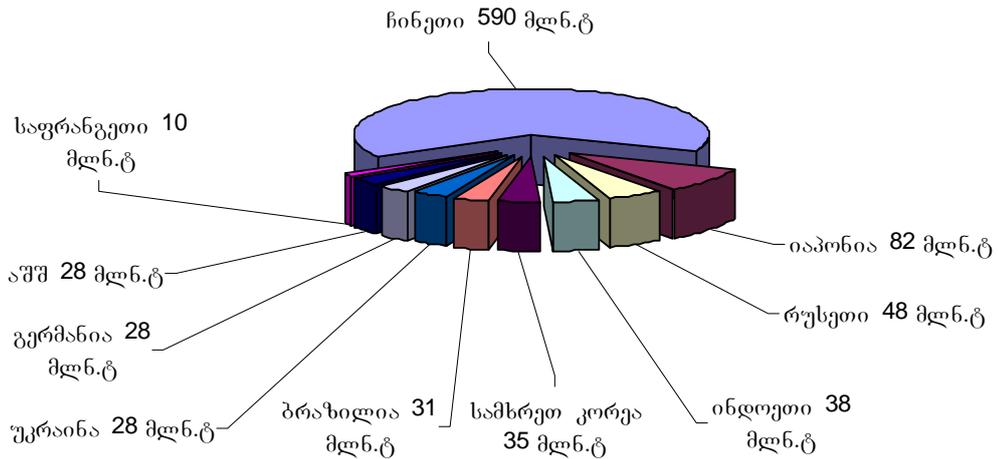
ყველაფერი ჩვენს ირგვლივ, რაც ადამიანის ხელითაა შექმნილი – გიგანტური კონსტრუქციები, შენობა-ნაგებობები, წყალსადენი, გაზის და ნავთობის მაგისტრალები, ხიდები და გვირაბები, დაზგები და სამანქანათმშენებლო დანადგარები, ტრანსპორტი და ა.შ. თუჯისა და ფოლადებისგან მზადდება და მათ ძალიან დიდი მოცულობით წარმოებას მოითხოვს.

კონცეფციის შესავალშივე აღინიშნა, თუ რაოდენ მრავალმხრივი და მრავალ-ფეროვანია შავი მეტალურგია. მისი მრავალფეროვნება მეტალურგიული ნაწარმის ფართო ასორტიმენტითაა განპირობებული. მეტად რთულია ავლენსხოთ ამ დარგის პროდუქციის ჩამონათვალი – ამას უზარმაზარი კატალოგები ემსახურება. ასევე შეუძლებელია მოვახდინოთ ლითონნაკეთობათა კლასიფიკაცია გეომეტრიული პარამეტრებით, მარკებით, მათი ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლებით, მექანიკური თვისებებით, ცივად თუ ცხლად დეფორმაციის პირობებში გლინვით, ჭედვით და ტვიფრვით მიღებული ლითონპროდუქციის სახეებით და ა.შ. მაგალითისათვის, მინიატურული, ფოლადის კაპილარული მილი ერთჯერადი სამედიცინო შპრიცებისათვის, რომლებიც მილიარდობით იწარმოება მსოფლიოში და მსხვილგაბარიტებიანი ნაკერიანი და უნაკერო მილები ნავთობ და გაზსადენებისათვის, რომელთაც ათასეული კილომეტრებით დასერეს ჩვენი პლანეტა, ორივე მეტალურგიული პროდუქტია და მიუხედავად სრულიად განსხვავებული ზომებისა და ფუნქციონალური დატვირთვისა, მეტალურგისათვის ის მილის საერთო დეფინიციით განისაზღვრება.

4.1. თუჯის წარმოება

2010 წელს თუჯის წარმოებამ მსოფლიოში მიაღწია რეკორდულ ზღვარს და შეადგინა 1030 მლნ.ტ, რაც თითქმის 15%-ით აღემატება წინა წელს გამოდნობილ 900 მლნ.ტ თუჯის ოდენობას. აზიის სახელმწიფოების მეტალურგიულმა ქარხნებმა 2010 წელს გამოუშვეს 755,600 მლნ ტ თუჯი, ევროგაერთიანების სახელმწიფოებმა 94 მლნ. ტ, ჩრდილოეთ ამერიკის ქვეყნებმა 39 მლნ. ტ, ხოლო დსთ-ს ქვეყნებმა 79,3 მლნ. ტ. აღსანიშნავია, რომ ყველა ქვეყანამ მსოფლიოში, ვისაც გააჩნია თუჯის წარმოების ტექნოლოგიური საშუალებები, მაქსიმალურად გაზარდა ამ პროდუქციის გამოდნობა, რაც ნათლად მიუთითებს შავი მეტალურგიის არნახული ტემპებით განვითარების ტენდენციებზე (სურ. 4.1). თითქმის ყველა მიმართულებით ხდება ინტენსიური ზრდა ლითონპროდუქციის წარმოებისა, რაც პირველ რიგში დაკავშირებულია ლითონმოხმარების ბაზრის მნიშვნელოვანი ტემპებით გაფართოებასთან.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ფასები თუჯზე პერმანენტულად მატულობს, რაც განსაკუთრებით თვალშისაცემია უკანასკნელი 2 წლის განმავლობაში. მაგალითად, 2009 წელს გადასამუშავებელი თუჯის ფასი 470 \$-ს გაუტოლდა, 2010 წელს - \$550-ს, ხოლო 2011 წელს – გასცდა 600 \$-ან ნიშნულს.



სურ. 4.1

თუჯის მწარმოებელთა მსოფლიო “ტოპ” ათეული 2010 წლის შედეგების მიხედვით

- | | |
|---------------------------------|-------------------------------|
| 1. ჩინეთი - 590,2 მლნ. ტ; | 6. ბრაზილია - 31,5 მლნ. ტ; |
| 2. იაპონია - 82,3 მლნ. ტ; | 7. უკრაინა - 28,4 მლნ. ტ; |
| 3. რუსეთი - 48,4 მლნ. ტ; | 8. გერმანია - 28,3 მლნ. ტ; |
| 4. ინდოეთი - 38,7 მლნ. ტ; | 9. აშშ - 28,8 მლნ. ტ; |
| 5. სამხრეთ კორეა - 35,1 მლნ. ტ; | 10. საფრანგეთი - 10,1 მლნ. ტ. |

რუსთავის მეტალურგიული კომბინატის გაშვების დღიდან თუჯის, აგლომერატის და კოქსის დამზადების ტექნოლოგიურმა პროცესებმა მნიშვნელოვანი ცვლილებები განიცადეს ოპტიმიზაციის თვალსაზრისით. დროთა ვითარებაში ტექნოლოგიური რეჟიმები იხვეწებოდა ამ დარგში მსოფლიო მიღწევათა გათვალისწინებით, მდიდრდებოდა მომსახურე პერსონალის ცოდნა-გამოცდილება და საინჟინრო კადრების კვალიფიკაცია, ადგილობრივი სპეციალისტების გვერდით შრომობდნენ ფ. თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტისა და ტექნიკური უნივერსიტეტის მეტალურგიული ფაკულტეტის მეცნიერები, შავი მეტალურგიის დარგის საკავშირო ინსტიტუტები და სხვ. ყოველივე ამან შესაბამისი გავლენა მოახდინა აგლომერირების, დაკოქსებისა და თუჯის დნობის პროცესების ინტენსიფიცირებაზე, საკაზმე მასალების შერჩევასა, ხარისხის გაუმჯობესებასა და მომხმარებლის არეალის გაფართოებაზე.

განსაკუთრებული აღნიშვნის ღირსია ბუნებრივი აირის მიწოდება ბრძმედის საქშინოებიდან ცხელ შესაბერ ჰაერთან ერთად, რამაც საგრძნობლად შეამცირა კოქსის ხარჯი ერთეულ პროდუქციაზე და მკვეთრად იმოქმედა თუჯის თვითღირებულებაზე.

არანაკლებ ინტერესს იწვევდა ბრძმედში მანგანუმის დაბალი ხარისხის მდნებისა და მანგანუმიანი წილების გამოყენება მანგანუმშემცველი (0,7 - 0,13 Mn) გადასამუშავებელი ფოლადსადნობი თუჯების მისაღებად, კერძოდ, გამოყენებულ იქნა ჭიათურის გარეცხილი მე-4 ხარისხის, 25 - 27% Mn შემცველობის მადანი, აგრეთვე განხორციელდა ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხანაში საშუალო ნახშირბადიანი ფერომანგანუმის დნობისას მიღებული ნარჩენი წილების (30-32% Mn) მიწოდება საბრძმედე კაზმში.

აგრეთვე, უნდა აღინიშნოს, ნავთობგადამამუშავებელი წარმოებების ნარჩენი პროდუქტით - ნავთობის კოქსწვრილით საკოქსე მასალების ჩანაცვლების ტექნოლოგია აგლომერატის შეცხოვის პროცესებში, რამაც თუჯის გამოსავლიანობა 2-3%-ით გაზარდა.

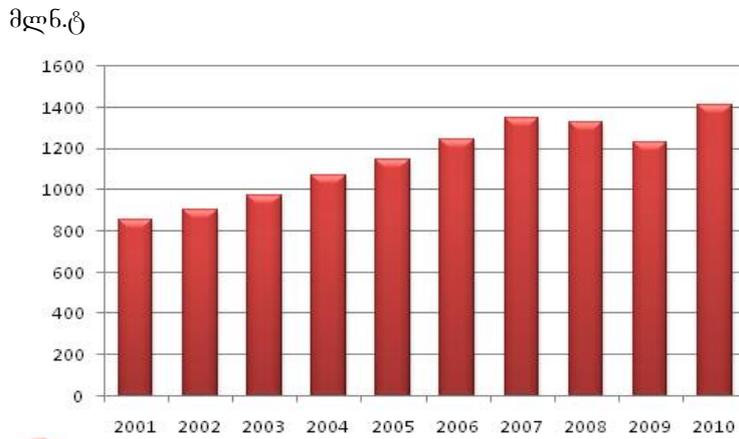
იგივე მასალა გამოიყენებოდა საკოქსე ღუმელებში ნახშირის დაკოქსებისას. მიღებული კოქსი გამოირჩეოდა მაღალი მექანიკური თვისებებით, მყარი ნახშირბადის გაზრდილი შემცველობით და დაბალი რეაქციულობით.

ჩვენ გაგვანია შესაბამისი ტექნოლოგიური საშუალებები თუჯის საწარმოებლად, მაგრამ სამწუხაროდ, რუსთავის მეტალურგიული ქარხნის ბრძმედის კომპლექსი უმოქმედოა. ბრძმედის ინფრასტრუქტურა, შეიძლება ითქვას, არც თუ ისეთი მნიშვნელოვანი კაპიტალდაბანდებებით, შესაძლებელია დაექვემდებაროს რეაბილიტაციას და გაშვებული იქნას ექსპლოატაციაში, მით უმეტეს, რომ ქარხნის ტერიტორიაზე წლების განმავლობაში დასაწყობებული იყო რკინის მადნის კონცენტრატის საკმაო რაოდენობა.

მიგვანია, რომ კომბინირებული დატვირთვის რეჟიმში აქ შეგვიძლია ვაწარმოთ, როგორც გადასამუშავებელი თუჯი, ასევე ბრძმედის მანგანუმისანი ფეროშენადნი – მაღალნახშირბადიანი ფერომანგანუმი.

4.2. ფოლადის წარმოება

ექსპერტების ვარაუდით მეტალურგიული ასორტიმენტის მთავარი პროდუქტის – ფოლადის წარმოება მსოფლიოში 2012 წელს მიაღწევს სარეკორდო მაჩვენებელს და გადააჭარბებს 1,5 მლრდ ტონას.



სურ. 4.2. მსოფლიოში ფოლადის წარმოების დინამიკა

განსაკუთრებული ზრდა აღინიშნება უკანასკნელ წლებში. 2011 წლის I კვარტალში გამოდნობილი იქნა 375 მლნ.ტ ფოლადი, რაც 8,8%-ით მეტია გასული წლის I კვარტლის და 7,6%-ით გასული წლის უკანასკნელი კვარტალის მაჩვენებელზე.

2011 წლის მარტში გამოდნობის მოცულობები წინა წლის ანალოგიურ თვესთან შედარებით გაიზარდა 7%-ით და შეადგინა 129 მლნ.ტ, რაც ძირითადად განხორციელდა ჩინეთის ხარჯზე, სადაც სახელმწიფომ გააუქმა დაწესებული ლიმიტები ენერგომომხმარებაზე. ჩინეთმა მიმდინარე წლის I კვარტალში აწარმოა 174 მლნ.ტ ფოლადი და თუ შენარჩუნებული იქნა მიღწეული დონე, ჩინეთის მეტალურგიული კომბინატების მიერ გამოშვებული ფოლადის ოდენობა

გასცდება 700 მლნ-იან ზღვარს, რაც დააფიქსირებს წარმოების 10%-ით წლიურ ზრდას. გასულ წელს ჩინეთის მიერ გამოშვებული იყო 600 მლნ ტონამდე ფოლადი. ამასთან ერთად აღსანიშნავია, რომ ფოლადის მოხმარების ბაზარი გაიზარდა გაცილებით მეტად, ვიდრე წარმოება. მაგალითისათვის აშშ-ის მრეწველობაში ფოლადის მოხმარებამ 2010 წელს წინა წელთან შედარებით 15% იმატა. საშუალოდ აღნიშნული პროდუქციის მსოფლიო მოხმარების ზრდა 2011 წელს გათვალისწინებულია 12%-ით, რაც საკმაოდ რეკორდული მაჩვენებელია. ფოლადის წარმოებასა და მოხმარებაზე განსაკუთრებით გამახვილებთ ყურადღებას, რადგან ფოლადის გამოდნობის წინა ციკლები მეტალურგიაში ძირითადად ემსახურება აღნიშნული პროდუქციის მიღებას და შემდგომი ტექნოლოგიური პროცესები კი ფოლადიდან მრავალი სახეობის ლითონპროდუქციის წარმოებას, ისეთი როგორც არის უნაკერო ცხლადნაგლინი და ცივადნაგლინი მილები, ნაკერიანი მილები, არმატურა, კუთხოვანა, მავთული, გლინულა, პროფილური ნაგლინი და სხვა მრავალი.

ჩვენ არ შევჩერდებით ყოველ სახეობაზე ცალ-ცალკე, მხოლოდ რამოდენიმე მონაცემს მოვიყვანთ ამ საკითხთან დაკავშირებით.

მსოფლიო ფასები ფოლადზე უკანასკნელ 4-5 თვის განმავლობაში ნახტომისებურად გაიზარდა. შესაბამისად იზრდება ფასები მეტალურგიულ ნედლეულზე. ლითონის ფასების ზრდის სერიოზულ მიზეზად სახელდება იაპონიის ექსპორტის შემცირება და ავსტრალიისა და ბრაზილიის სტიქიური მოვლენები.

უკანასკნელი 2 წლის მანძილზე მნიშვნელოვნად იწევს მაჩვენებლები მეტალურგიული ობიექტების აქციებზე და როგორც ჩანს ეს ტენდენცია არ არის მოკლევადიანი.

მსოფლიო ბაზარზე საკუთარი წილის გაზრდას მეტად აქტიურად ცდილობს რამოდენიმე ლიდერი სახელმწიფო და აგრეთვე დიდი საერთაშორისო კორპორაციები.

დღეისათვის დიდი გამოყენება ჰპოვა ჯართის გადასადნობმა როტაციული ტიპის ღუმელმა, რომელშიც საწვავად გამოიყენება ბუნებრივი აირისა და ჟანგბადის ნარევი. საწვავში ბუნებრივი აირისა და ჟანგბადის პროპორციული რაოდენობის ვარირებით შესაძლებელია ღუმელში მიღწეული იქნას როგორც დაჟანგვითი, ასევე აღდგენითი ატმოსფერო, რაც შესაძლებლობას იძლევა ლითონის გადნობის პროცესი წარემართოთ სასურველ რეჟიმში და მივიღოთ დამაკმაყოფილებელი ხარისხის, ოპტიმალური დანაჭროვნების ნახევარპროდუქტი, რომლის შემდგომი გადამუშავება შესაძლებელია როგორც ელექტრორკალურ, ასევე ინდუქციურ ღუმელებში. ასეთი ღუმელების უპირატესობა კიდევ იმაშია, რომ მიიღება წიდა, რომელიც გამოიყენება ცემენტის წარმოებაში და, რაც მთავარია, გადასადნობ ჯართში არსებული ფოსფორის 80% გადადის ლითონიდან წიდაში.

სასურველია კერძო მესაკუთრეებმა საერთო ძალისხმევით შეიძინონ ორი ასეთი მაღალი წარმადობის ღუმელი. აქედან ერთი განთავსდება რუსთავში (მეტალურგიული ქარხნის ტერიტორიაზე) და მოემსახურება აღმოსავლეთ საქართველოში მომქმედ ფოლადსადნობ საწარმოებს, ხოლო მეორე კი ქუთაისში (ავტოქარხნის ტერიტორიაზე), რომელიც მოემსახურება დასავლეთ საქართველოში განთავსებულ საწარმოებს. ასეთ ღუმელებში შესაძლებელია გადადნობილი იქნას საქართველოში მოპოვებული არაკონდიციური ჯართის უდიდესი ნაწილი. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ასეთ ღუმელში გადადნობ რუსთავის მეტალურგიული ქარხნის წიდასაყარიდან ამოღებული ჯართი, რომლის რაოდენობა, წინასწარი მიახლოებითი გამოთვლებით, აღემატება 1,5 მილიონ ტონას. ასეთი ჯართის პირდაპირი გამოყენება ფოლადსადნობ ღუმელში წინასწარი გადამუშავების გარეშე სრულიად დაუშვებელია.

უნდა აღინიშნოს ის გარემოება, რომ დღეისათვის საქართველოში წარმოებული ლითონპროდუქცია არაკონკურენტუნარიანია, თუმცა მეწარმეებს ამის გამო ჯერ-ჯერობით პროდუქციის გასაღების პრობლემა არ გააჩნიათ.

მომავლისათვის აქცენტი უნდა გაკეთდეს ლითონის წარმოების როგორც რაოდენობრივი ზრდის, ასევე ხარისხობრივი მაჩვენებლების მკვეთრი გაუმჯობესების მიმართულებით.

ლითონური ნაწარმის ხარისხის ძირეული გაუმჯობესებისათვის საჭიროა რაც შეიძლება მეტად შევამციროთ ფოლადში მავნე მინარევეების (აირები, არალითონური ჩანართები, გოგირდი, ფოსფორი) შემცველობა. ამის მიღწევა შესაძლებელია ციცხვში თხევადი ლითონის ღუმელსგარე დამუშავებით. ამ ოპერაციაში იგულისხმება ციცხვში ლითონის დამუშავება მარაფინირებელი წილით, განმუხანგველებით, მალეგირებელი ელემენტებით, მოდიფიკატორებით და ინერტული აირებით.

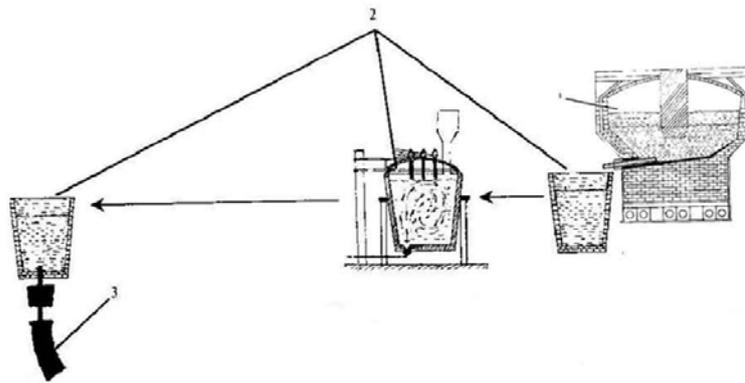
აქედან გამომდინარე თანამედროვე ფოლადსადნობი ელექტრორკალური ღუმელი გამოიყენება მხოლოდ როგორც ფოლადის გადასადნობი აგრეგატი, დანარჩენი ოპერაციები კი გადატანილია ღუმელს გარეთ – ციცხვში, რომელიც ღუმელიდან გამოშვებული ლითონის მიღების შემდეგ გადააქვთ სპეციალურ სტენდზე, სადაც ხდება ლითონის შემდგომი დამუშავება – რაფინირება. რომ არ მოხდეს ლითონის გადაცივება, სტენდი აღჭურვილია გასათბობი მოწყობლობით, რომელიც უზრუნველყოფს ციცხვში სათანადო ტემპერატურის შენარჩუნებას. ლითონის ღუმელსგარე დამუშავების შემდეგ ციცხვი გადააქვთ უწყვეტი ჩამოსხმის დანადგარზე, სადაც ხდება სხვადასხვა პროფილის ნამზადის მიღება (სურ. 4.3).

თხევადი ლითონის ღუმელსგარე დამუშავებით შეიძლება განხორციელდეს: თხევად ლითონში გახსნილი წყალბადის შემცველობის შემცირება ფლოკენების წარმოქმნის უვნებელყოფით; ლითონში არალითონური ჩანართების შემცირება; ზუსტი ლეგირება-მოდიფიცირება; ტემპერატურისა და ქიმიური შედგენილობის გათანაბრება ციცხვის მთელ მოცულობაში. ყოველივე ეს უზრუნველყოფს მაღალი ხარისხის, კონკურენტუნარიანი პროდუქციის მიღებას.

ახლო მომავალში რუსთავის მეტალურგიულ ქარხანაში მწყობრში ჩადგება 15 ტონიანი ელექტრორკალური ღუმელი. გათვალისწინებულია აგრეთვე 50 ტონიანი ელექტრორკალური ღუმელის მშენებლობა უწყვეტი ჩამოსხმის დანადგარით.

საქართველოს გააჩნია სამეცნიერო-ტექნოლოგიური პოტენციალი და ინტელექტუალური რესურსები იმისათვის, რომ ქვეყანაში კვლავ ამოქმედდეს მეტალურგიული მრეწველობა. ამაზე მეტყველებს ფ. თავაძის სახელობის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტის და ტექნიკური უნივერსიტეტის მეტალურგიული ფაკულტეტის მეცნიერ მუშაკების მიერ ჩატარებული სამეცნიერო კვლევითი სამუშაოების არასრული ჩამონათვალი, რომლებიც შესრულებული იქნა რუსთავის მეტალურგიულ ქარხანაში და რომლებმაც საერთაშორისო აღიარება მოიპოვეს.

1. ქარხანაში ჩატარებული იქნა კვლევები თხევადი ფოლადის ცალკეული ქიმიურად აქტიური ელემენტებით და კომპლექსური ლიგატურებით განუხანგვის, რაფინირების და მოდიფიცირების ტექნოლოგიური პროცესების შესწავლის და სრულყოფის მიმართულებით. ჩატარებული კვლევების საფუძველზე გაკეთებული იქნა ფოლადის განუხანგვის და მოდიფიცირების სხვადასხვა ვარიანტების შედარებითი ანალიზი, რის შედეგადაც შემოთავაზებული იქნა რაფინირების ოპტიმალური ხერხები, რომლებმაც რეალურად ჰპოვეს ასახვა როგორც რუსთავის მეტალურგიული კომბინატის ტექნოლოგიურ ინსტრუქციებში, ასევე საკავშირო სტანდარტებში (ს.მ. №933777, 1410541).



სურ. 4.3. ფოლადის წარმოების თანამედროვე ტექნოლოგიური სქემა

1 - ელექტრორკალური ღუმელი, 2 - ციციხვი-ღუმელი, 3 - ფოლადის უწყვეტი ჩამოსხმის მანქანა.

2. ჩატარებულია კვლევები ფოლადის სიფონური ჩამოსხმის დროს თხევად ლითონზე სხვადასხვა გარე ზემოქმედებების გავლენის დასადგენად ზოდის კრისტალიზაციის პროცესზე. ფოლადის ზოდის კრისტალიზაციის თბოფიზიკური და ჰიდროდინამიკური პირობების თანამედროვე შეხედულებების გათვალისწინებით და 6 ტონიანი ზოდების სიგრძივ-დერძული ტემპლატების კომპლექსური შესწავლის შედეგად დადგენილი იქნა სხმულში არალითონური ჩანართების, ზონალური და დერძული ლიკვაციების ფორმირების და განაწილების კანონზომიერებანი. დადგენილია, რომ არალითონური ჩანართების და ლიკვაციების არათანაბარი განაწილება ზოდის სხვადასხვა კრისტალიზაციურ ზონებში განპირობებულია ბოყვებში ლითონის ცირკულაციური დინებებით, ტემპერატურული და კონცენტრაციული გრადიენტებით.

დადგენილია, რომ ფოლადის დამუშავება კომპლექსური მოდიფიკატორებით არსებითად ცვლის ლიკვაციების და არალითონური ჩანართების ფორმას, შედგენილობას, რაოდენობას და განაწილებას. ფოლადის მოდიფიცირება უზრუნველყოფს ლითონის მოცულობით დაკრისტალებას, არალითონური ჩანართების გლობულარიზაციას, მათ თანაბარ განაწილებას და სხმულის ერთგვაროვანი სტრუქტურის მიღებას.

3. მათემატიკური მოდელირების გამოყენებით თეორიულად შესწავლილი იქნა ციციხვი-ღუმელში თხევადი ლითონის ცირკულაციური დინებების ხასიათი და ფაზათაშორის ურთიერთქმედების პროცესი. გაკეთდა ფოლადის განგოგირდების სრული თერმოდინამიკური ანალიზი ციციხვი-ღუმელში ლითონის მყარი წიდაწარმომქმნელი ნარევებით და ინერტული აირებით ერთდროული დამუშავებისას. გაკეთებულია ბოყვების ზესადგამებში თხევადი ფოლადის თბოიზოლაციისათვის საჭირო მასალების თბოფიზიკური და ფიზიკურქიმიური თვისებების ანალიზი, რის შედეგადაც შემუშავდა ოპტიმალური შედგენილობის თბოიზოლაციო მასალები.

ჩატარებული თეორიული და ექსპერიმენტული სამუშაოების საფუძველზე გამოკვლეულია და წარმოებაში დაინერგა ფოლადის ღუმელგარე დამუშავების ორიგინალური, მაღალეფექტური კომპლექსური ტექნოლოგია, რომელიც ითვალისწინებს ლითონის დამუშავებას ციციხვი-ღუმელში მყარი წიდაწარმომქმნელი ნარევებით, ინერტული აირებით და ფხვნილოვანი რეაგენტებით. აღნიშნული ტექნოლოგია უზრუნველყოფს ფოლადში გოგირდის და სხვა მავნე მინარევების შემცირებას, ქიმიური შედგენილობის და ტემპერატურის ერთგვაროვნებას ციციხვის მთელ მოცულობაში, ჩამოსხმული ლითონის საიმედო თბოიზოლაციას,

დაცვას მეორადი დაჟანგვისაგან და ზოდის თავური გადანაჭერის 4%-ით შემცირებას.

აღნიშნულმა ტექნოლოგიურმა სიახლემ საერთაშორისო აღიარება მოიპოვა. რუსთავის მეტალურგიულ ქარხანაში განხორციელებული ახალი ტექნოლოგია საფუძვლად დაედო ანალოგიური ტექნოლოგიური პროცესების დანერგვას მაგნიტოგორსკის, ორსკო-ხალილოვის, ჩეროპოვეცის მეტალურგიულ კომბინატებში, ვოლგოგრადის მეტალურგიულ ქარხანა “კრასნი ოქტიაბრ”-ში და აზერბაიჯანის სუმგაიტის მეტალურგიულ ქარხანაში.

გაიყიდა ლიცენზია გერმანიის ფედერაციულ რესპუბლიკაში 1 მილიონ დასავლეთ გერმანულ მარკად. შავი მეტალურგიის საკავშირო სამინისტროს ბრძანებით (№172.16.02.87 წ.) აღნიშნული ტექნოლოგიის დანერგვა დაევალოთ ყველა ფოლადსადნობ საამქროებს (ს.მ. №1232371, 1435618, 1412120, 954149, 1740987, 1740432).

4. ფ. თავადის სახელობის მეტალურგიის და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტში დამუშავდა და რუსთავის მეტალურგიულ ქარხანაში დაინერგა მაღალი სიმტკიცის ფოლადი 20XГ2РКБ. ცხლადგლინვის პირობებში ფოლადს აქვს ბეინიტური სტრუქტურა, ხასიათდება მაღალი სიმტკიცის მაჩვენებლებით. ამასთან ერთად გაზრდილი აქვს პლასტიკური თვისებები და სრულად აკმაყოფილებს სტანდარტის მიხედვით “E” ჯგუფის ხარისხობრივ მაჩვენებლებს. ამ ფოლადისაგან ქარხანაში მზადდებოდა სატუმბო-საკომპრესორო უნაკერო მილები და მაღალი ხარისხის არმატურა.

5. თავის დროზე ქარხანაში ათვისებული და დანერგილი იქნა 40ГТ და 40X სამილე მარკის ფოლადები, რომელთა მოდიფიცირებაც ციციხეში ხდებოდა ინსტიტუტში შემუშავებული და ზესტაფონის ფეროშენადნობების ქარხანაში წარმოებული კომპლექსური ლიგატურებით.

6. ათვისებულია და წარმოებაში დაინერგა საქვაბე მილების 20K და 12X1MΦ მარკის ფოლადების გამოდნობის და ჩამოსხმის ტექნოლოგია.

სპეციალური მოდელური და ლაბორატორიული ექსპერიმენტებით შესწავლილია აღნიშნულ ფოლადებში ფაზური გარდაქმნების კინეტიკა, დადგენილია მაღალ ტემპერატურული და ცივი პლასტიკური დეფორმაციის გავლენა ფოლადში სტრუქტურულ ცვლილებებზე. კვლევის შედეგებზე დაყრდნობით რეკომენდებულია საქვაბე მილების ცხლად გლინვის შემთხვევაში თერმომექანიკური დამუშავების გამოყენება.

აღსანიშნავია, რომ რუსთავის მეტალურგიულმა კომბინატმა დიდი როლი შეასრულა ქვეყნის ტექნიკური ინტელიგენციის მძლავრი ნაკადის შექმნა-ჩამოყალიბებაში, დასაბამი მისცა რუსთავში ორი საკავშირო საპროექტო ინსტიტუტის (“გიპრომეზი” და “ავტომატპრომი”) შექმნას, ინდუსტრიული ინსტიტუტის, თბილისის ტექნიკური უნივერსიტეტის მეტალურგიული ფაკულტეტის და საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მეტალურგიის საკვლევ-სამეცნიერო დაწესებულებების დაარსებას.

მიზანშეწონილად მიგვაჩნია რუსთავის მეტალურგიული ქარხნის ფოლადსადნობ საამქროში 35 ტონიანი, თანამედროვე, მაღალი წარმადობის ელექტრორკალური ღუმელის აშენება, ფოლადის ღუმელსგარე დამუშავება “ღუმელი-ციციხის” დანადგარზე და შემდგომ, სასურველი პროფილის ნამზადის მისაღებად, მისი ჩამოსხმა უწყვეტი ჩამოსხმის მანქანაზე.

გასული საუკუნის 60-იან წლებში, რუსთავის მეტალურგიულ ქარხანაში უწყვეტი ჩამოსხმის რადიალური ტიპის მანქანის გაშვებასთან ერთად საქ. მეცნ. აკადემიის მეტალურგიის ინსტიტუტში შეიქმნა ახალგაზრდა მეცნიერებისაგან დაკომპლექტებული ჯგუფი, რომელიც მოგვიანებით, სამოციანი წლების ბოლოს უწყვეტი ჩამოსხმის ლაბორატორიად ჩამოყალიბდა და აქტიურად ჩაება უწყვეტი

ჩამოსხმის დანადგარების ექსპლუატაციის დროს წამოჭრილი პრობლემების გადაჭრაში.

1967-70-იან წლებში ჩატარდა რუსთავის მეტალურგიული ქარხნის უწყვეტი ჩამოსხმის მანქანის ძირეული რეკონსტრუქცია ქარხნის სპეციფიკის გათვალისწინებით, ფურცლების წარმოებისათვის საჭირო ნამზადების (სლაბების) ნაცვლად უწყვეტი ნამზადის პროფილი შეიცვალა მართკუთხა კვეთით (ბლუმსით) 280X220მმ, რაც ქარხნის ძირითად დანიშნულებას (მიღების წარმოება) ბევრად უფრო შეესაბამებოდა. სამუშაოში მოსკოველ და ხარკოველ სპეციალისტებთან ერთად თავისი მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანეს მეტალურგიის ინსტიტუტის სპეციალისტებმაც.

არანაკლებ ნაყოფიერი იყო მომდევნო წლებში ქარხნისა და მეტალურგიის ინსტიტუტის თანამშრომლობა უწყვეტი ჩამოსხმის პროცესის შესწავლისა და სრულყოფის კუთხით. სწორედ ამ პერიოდში გამოკვლევულ იქნა საჩამოსხმო მანქანის კრისტალიზატორის რხევითი მოძრაობის რეჟიმების გავლენა უწყვეტი ნამზადის გამოწვევის ძალებსა და მის ზედაპირის ხარისხზე. მიღებული შედეგების ჩანერგვამ წარმოებაში შესაძლებელი გახადა რიგითი დანიშნულების მიღების წარმოებიდან ქარხანა გადასულიყო სპეცდანიშნულების მიღების წარმოებაზე.

1980-1985 წლებში ჩატარებულმა და წარმოებაში დანერგილმა სამუშაოთა ციკლმა დიდი როლი ითამაშა უწყვეტი ნამზადის ცენტრალური ნაწილის სტრუქტურული შედგენილობის გაუმჯობესებაში. გაციების მეორად სისტემაში უწყვეტი სხმულის შიგა და გარე რადიუსისათვის გაციების ინდივიდუალური ოპტიმალური რეჟიმების განსაზღვრამ შესაძლებელი გახადა პროცესის სრული ავტომატიზაცია, რამაც მნიშვნელოვნად გააუმჯობესა სხმულების ხარისხი, შეამცირა წუნის წილობრივი მაჩვენებელი ლითონის ხარისხის მიხედვით და ბევრად გააუმჯობესა მილსაგლინავი დგანების ხარჯვითი კოეფიციენტები.

იგივე 1980-1987 წლებში ჩატარებული კვლევითი სამუშაოების შედეგად შესწავლილ და გამოცდილ იქნა უშუალოდ კრისტალიზატორში თხიერ ლითონში სხვადასხვა სახის ფხვიერი რეაგენტ-მოდიფიკატორების შეყვანის ხერხები, რამაც შესაძლებელი გახადა მილნამზადების წარმოება დაბალღირებულ ფოლადებზე გადასულიყო.

დიდი მოცულობის კვლევითი სამუშაოებია ჩატარებული უწყვეტი სხმულის ფორმირების პროცესში მასზე ფიზიკური ზემოქმედების კუთხით უკრაინის სამეცნიერო - საკონსტრუქტორო დაწესებულებებთან ერთად (Укр.НИИМЕТ და ПКБ УССР). უწყვეტი სხმულის ელექტრო-ვიბროიმპულსური დამუშავების მეთოდის დანერგვამ ჩამოსხმის ტექნოლოგიურ ციკლში მნიშვნელოვნად გააუმჯობესა უწყვეტი სხმულის ლითონის, როგორც ქიმიური ერთგვაროვნება კვეთში, ასევე მისი მიკრო და მაკროსტრუქტურა.

ამრიგად, თამამად შეიძლება ითქვას, რომ საერთო ძალისხმევით ჩატარებული ყოვლისმომცველი კომპლექსური გამოკვლევების შედეგად, რაც მოიცავდა არა მარტო ლითონის გამოდნობისა და ჩამოსხმის, არამედ უწყვეტი სხმულის დეფორმაციის პროცესების შესწავლასაც, შესაძლებელი გახადა რუსთავის მეტალურგიულ ქარხანაში უწყვეტი ნამზადების წარმოების ტექნოლოგიური პროცესი საერთაშორისო სტანდარტების დონეზე გასულიყო.

ქარხნის ყოველდღიურ საქმიანობაში ინსტიტუტის აქტიური მონაწილეობის საუკეთესო აღიარება იყო ერთობლივი ძალისხმევით რუსთავის მეტალურგიული ქარხნის ტერიტორიაზე ინსტიტუტის უწყვეტი ჩამოსხმის ლაბორატორიისათვის ექსპერიმენტული ბაზის გაშვება, რამაც შესაძლებელი გახადა სამეცნიერო კვლევების მაქსიმალურად საწარმოო პირობებთან დაახლოება და მიღებული შედეგების უმოკლეს ვადაში წარმოებაში დანერგვა.

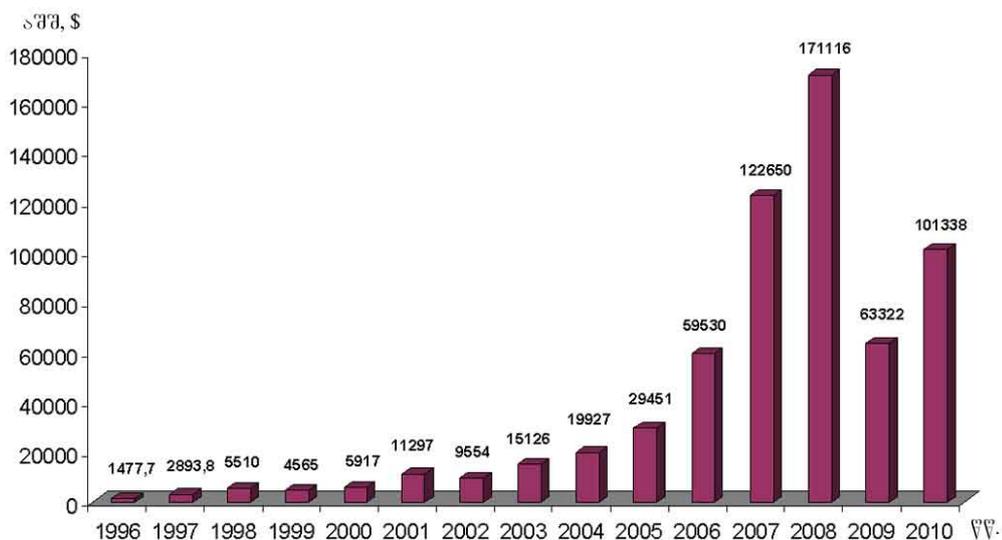
სწორედ ასეთი ურთიერთთანამშრომლობის შედეგად 1985-1990 წწ. მეტალურგიის ინსტიტუტში შემუშავდა სრულიად ახალი ტიპის რამდენიმე უწყვეტი ჩამოსხმის მანქანის კონსტრუქცია, რომელთაგან უპირველესყოვლისა უნდა გამოვეყთ ფეროშენადნობების უწყვეტი ჩამოსხმის როტორული ტიპის მანქანა და თუჯის ღრუტანიანი ნამზადების ნახევრადუწყვეტი და უწყვეტი ჩამოსხმის ვერტიკალური ტიპის მანქანები.

სამთავრობო კომისიების თანდასწრებით ზემოაღნიშნული მანქანების გამოცდების წარმატებით ჩაბარების შემდეგ მიღებულ იქნა გადაწყვეტილება ფ/შ უწყვეტი ჩამოსხმის მანქანის საწარმოო ტიპის საცდელი მანქანების დამზადებაზე ქ.ხესტაფონის და ქ. ნიკოპოლის ფ/შ ქარხნებისათვის (დანადგარების დამზადებისა და გაშვების ხარჯები შესაბამის ქარხნებს დაევალოთ), ხოლო თუჯის ღრუტანიანი ნახევრადუწყვეტი ჩამოსხმის დანადგარის დანერგვა რუსთავისა და თბილისის ცენტროლიტებს დაევალოთ.

მიუხედავად ჩვენს ქვეყანაში მომხდარი პოლიტიკური ცვლილებებისა, მხედველობაში გვაქვს საკუთრების ფორმის ძირეული ცვლილება, წლების განმავლობაში ჩამოყალიბებული ტრადიციები ურთიერთმომგებიანი თანამშრომლობისა დღესაც მოქმედებს, რისი ნათელი დადასტურებაა ერთობლივი სამუშაო თხელი ფურცლების წარმოების სფეროში.

4.3. სორტული ფოლადის წარმოების თანამედროვე მდგომარეობა და განვითარების პერსპექტივები

ქვეყანაში ამჟამად მოიხმარება საკმაოდ დიდი რაოდენობის საამშენებლო, საკონსტრუქციო და საყოფაცხოვრებო დანიშნულების წვრილსორტული სხვადასხვა პროფილის ნაგლინი. რესპუბლიკაში იწარმოება მოხმარებული პროფილების თითქმის ერთი მესამედი. დანარჩენი კი იმპორტის სახით შემოდის რუსეთიდან, უკრაინიდან, თურქეთიდან და სხვა ქვეყნებიდან.



სურ. 4.4. საქართველოში იმპორტირებული ლითონის სორტული პროფილები

საქართველოს სტატისტიკური ეროვნული ცენტრის 1995-2010 წლის მონაცემების მიხედვით სორტული პროფილების შემოტანილი რაოდენობა

წლიდან წლამდე იზრდება (სურ. 4.4). ასე მაგალითად, 1995 წელს შემოტანილი იქნა 7427,3 ათასი აშშ დოლარის ღირებულების პროდუქცია, 2010 წელს კი 101338,2 ათასისა და მოსალოდნელია ეს ტენდენცია კიდევ უფრო გაიზარდოს. ყოველივე ამის გამო საკმაო რაოდენობის ვალუტა გაედინება ქვეყნიდან. რაოდენობრივად შემოტანილი პროდუქცია შეადგენს დაახლოებით 150 ათას ტონას წელიწადში, მაშინ როდესაც რესპუბლიკაში არსებობს ამ პროდუქციის დამამზადებელი საკმაოდ რეალური სიმძლავრეები. ეს საწარმოებებია:

- ქ. რუსთავში სს “ქართული ფოლადი”-ს ბაზაზე მოქმედი თანამედროვე უწყვეტი ტიპის წვრილსორტული დგანი 350 თექვსმეტი გალით, რომლის წლიური წარმადობა შეადგენს 160-200 ათას ტონა ნაგლინს. დგანი აღჭურვილია ორი 12 ტონიანი ინდუქციური ღუმელით და უწყვეტი ჩამოსხმის მანქანით, რომელიც ასხამს 100X100 მმ კვეთის ნამზადებს. დგანზე იგლინება მხოლოდ საარმატურე ფოლადი № 12-28 და დატვირთულია უმნიშვნელოდ, თვეში უშვებს 4-5 ტონა ნაგლინს. დგანის ასეთი დაბალი წარმადობა განპირობებულია ნამზადების უქონლობით, რაც თავისთავად დამოკიდებულია ღუმელების დაბალ სიმძლავრეზე და ჯართის უქონლობაზე. ორივე ღუმელი ძირითადად მუშაობს წიდა საყარიდან ამოღებული ჯართის გადადნობაზე. ამის გამო ჭირს სასურველი მარკის ფოლადის გამოდნობა და მისგან მაღალი ხარისხის არმატურის დამზადება.
- ქ. რუსთავის მეტალურგიულ საწარმოში “ჯეოსტილი” (ამწვამშენებელი ქარხნის ბაზაზე) მოქმედებს წვრილსორტული ნახევრად უწყვეტი დგანი 500/350, ერთი გალი ტრიო 500 და 12 უწყვეტად განლაგებული 350 გალები. ნამზადად გამოიყენება კვადრატო 100X100მმ. ფოლადის გამოდნობა წარმოებს ორ, 25 და 35 ტ. წარმადობის ელექტროღუმელში. ნამზადები ჩამოსხმება უწყვეტ ჩამოსხმის მანქანებზე. დგანის შესაძლო წლიური წარმადობა შეადგენს 200 ათას ტონას. იგლინება მხოლოდ საარმატურე ფოლადი და ისიც პერიოდულად, მცირე რაოდენობით. დგანის ასეთი მცირე დატვირთვით მუშაობა გამოწვეულია ჯართის უქონლობით.
- ქ. რუსთავის წვრილსორტულ საამქროში (ცენტროლიტის ბაზაზე) მოქმედი ორი ხაზოვანი დგანი 350. ერთი საარმატურე ფოლადის გამოსაშვებად, ხოლო მეორე სხვადასხვა პროფილების წარმოებისათვის. ორივე დგანი იდენტურია და შედგება ერთი გალისაგან გლინების დიამეტრით 400 მმ და ექვსი ხაზში განლაგებული გალისაგან გლინების დიამეტრით 350 მმ. საწარმოს არ გააჩნია ფოლადსადნობი ღუმელები. საარმატურე ფოლადის გასაგლინად გამოიყენება ამორტიებული რელსები, რომლებიც იჭრება სამ ნაწილად. საწარმოში იგლინება საარმატურე ფოლადი. დგანი, რომელიც განკუთვნილია სხვადასხვა პროფილების გასაგლინად, პრაქტიკულად არ მოქმედებს ნამზადების უქონლობის გამო. ორივე დგანის შესაძლო წლიური წარმადობა შეადგენს 100 ათას ტონა ნაგლინს. პერიოდულად საწარმო უშვებდა მცირე რაოდენობის საარმატურე ფოლადს ამორტიზებული რელსების საჭირო რაოდენობით შეგროვების შემთხვევაში. დღეისთვის წარმოება შეჩერებულია ნამზადის უქონლობის გამო.
- ქუთაისში, ინდურ-ქართული ერთობლივი კომპანიის - “Eevrazian Steel”-ის მეტალურგიულ ქარხანაში “პერკულესი” ფუნქციონირებს თანამედროვე უწყვეტი წვრილსორტული დგანი 350. დგანის საპროექტო წარმადობა შეადგენს 150 ათას ტონა ნაგლინს წელიწადში. ამჟამად, ფოლადის უკმარისობის გამო უშვებს მხოლოდ საარმატურე პროფილს, ისიც მცირე რაოდენობით. გამიზნულია 30 ტონიანი რკალური ელექტროღუმელის

გაშვება, რაც უზრუნველყოფს დგანის მუშაობას საპროექტო სიმძლავრით, იმ შემთხვევაში, თუ საწარმო მომარაგდება ჯართის საჭირო რაოდენობით.

როგორც ვხედავთ, ქვეყანაში არსებობს საკმაო სიმძლავრეები წვრილსორტული პროფილების საწარმოებლად. თუ ოთხივე დგანი იმუშავებს 70-80% დატვირთვით, შესაძლებელია წელიწადში ვაწარმოოთ 400 ათასი ტონა სხვადასხვა პროფილი, რაც სრულად დააკმაყოფილებს ქვეყნის მოთხოვნილებას ამ პროფილებზე და შესაძლებელი გახდება გარკვეული რაოდენობა გავიდეს ექსპორტზე მეზობელ ქვეყნებსა და რამოდენიმე უახლოეს ევროპულ ქვეყანაში, რაზედაც რეალურად არსებობს მოთხოვნილება. საჭირო რაოდენობის ფოლადის გამოდნობის შემთხვევაში გარდა საარმატურე ფოლადისა გაიგლინება შემდეგი წვრილსორტული პროფილები: მრგვალი, დიამეტრით 12-28 მმ, კვადრატი გვერდით 12-20 მმ, ექვსკუთხა 2-16 მმ, კუთხოვანა 40-60X40-60 მმ, ზოლები სისქით 4-10 მმ, სიგანით 100 მმ-დე, მცირე ზომის შველურები (№6-10). მცირე კაპიტალდაბანდებითა და საჭირო ტექნოლოგიის დამუშავებით შესაძლებელია გაგლინულ იქნას გლინულა, რომელიც დღეისთვის საერთოდ არ იწარმოება; ხოლო საადიდო უბნის მოწყობით მიღებულ იქნას საჭირო დიამეტრის მოთუთიებული მავთულები, რაზეც დიდი მოთხოვნილებაა სოფლის მეურნეობაში.

სტატისტიკური მონაცემებით საკმაო რაოდენობით (დაახლოებით 20 მლ აშშ დოლარის ღირებულების) შემოდის ლითონნაკეთობები, როგორცაა ლურსმნები, ხრახნები, ჭანჭიკები, ქანჩები, ჭიკარტები, ზამბარები, კოვზები, ჩანგლები, დანები, ნაწარმი სუფრისა და სამზარეულოსათვის, ხელის ინსტრუმენტები და სხვა, რომელთა წარმოება სავსებით შესაძლებელია (ამის ტრადიციები არსებობდა) თუ გამოვადნობთ და გავგლინავთ საჭირო მარკისა და პროფილის მქონე ნაშაღებს, ასეთი საწარმო უბნების მოწყობა არ მოითხოვს დიდ კაპიტალდაბანდას. დღეისათვის ქვეყანაში მსგავსი რამ არ იწარმოება და ბაზარი გადაჯერებულია თურქეთიდან შემოტანილი პროდუქციით.

მსოფლიო მასშტაბით სორტული პროფილების ლითონპროდუქციის მწარმოებელი ლიდერი სახელმწიფოებია: ჩინეთი (იგი აწარმოებს მსოფლიო პროდუქციის 18-20%-ს), იაპონია, სამხრეთ კორეა, ტაივანი და სხვა, რომლებმაც პროდუქციის წარმოება პრაქტიკულად დაიწყეს ნულიდან და მოკლე დროში გავიდნენ წამყვან პოზიციებზე.

გარდა სორტული ფოლადისა და მეტიზის ტიპის საქონლისა დიდი რაოდენობით შემოდის გადასამუშავებელი თუჯი, ფოლადი სხმულებში, ბრტყელი ნაგლინი (ფურცელი), სარკინიგზო პროფილები, ფიტინგები, მეტალოკონსტრუქციები, ცისტერნები, ბადეები და სხვა სახის შავი ლითონის ნაწარმი.

საქსტატის მონაცემებით 2008-09 წლებში საქართველოში იმპორტირებულია 30-ზე მეტი დასახელების ფოლადის ნაკეთობა. ამ მონაცემების მიხედვით 1ტ ნაკეთობის ფასი საერთაშორისო ბაზრარზე შეადგენს დაახლოებით 1000 - 1200 აშშ დოლარს. ქედან გამომდინარე, 2008 წელს იმპორტირებულია – 124 მლნ აშშ დოლარის ღირებულების ნაკეთობა, 2009 წელს – 130 მლნ დოლარის და 2010 წელს – 254 მლნ აშშ დოლარის.

განსაკუთრებით დიდი რაოდენობითაა შემოტანილი ფოლადის არმატურა, სამი წლის ჯამში 92 მლნ აშშ დოლარის, ლითონის კონსტრუქციები – 108 მლნ აშშ დოლარის, კუთხოვანები – 25 მლნ აშშ დოლარის და ა.შ.

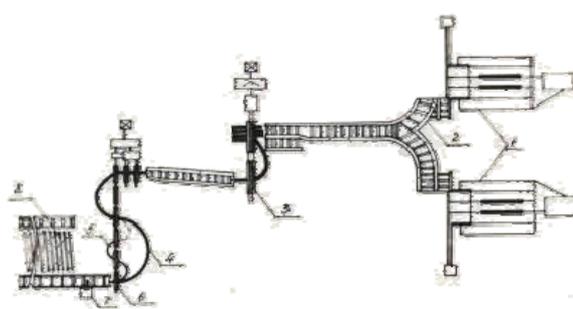
სამწუხაროდ შემოგვაქვს აგრეთვე შედარებით ადვილად დასამზადებელი ისეთი პროდუქციაც, როგორცაა: ბადეები, ლურსმნები, ჭანჭიკები, მავთული და სხვა.

ასევე შეიძლება დავამზადოთ და არ შემოვიტანოთ: ხერხები, ქლიბები, ქანჩები, დანები, მაკრატლები, კოვზები, ჩანგლები და სხვა. მათ შემოტანაზე 2009-2010 წლებში ქვეყნიდან გადინებული იქნა 20 მლნ აშშ დოლარი.

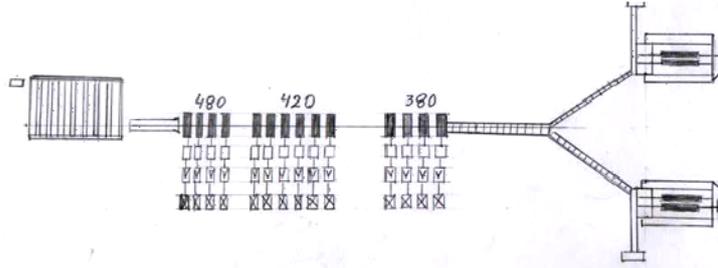
როგორც ზემოთ ავღნიშნეთ, ყველა შემოტანილი პროფილების წარმოება შესაძლებელია ადგილობრივად არსებული სიმძლავრეების გამოყენებით. ჯართის რაოდენობა, რომელიც გადის ექსპორტზე, სრულიად საკმარისია ფოლადის იმ რაოდენობის გამოსადნობად, რაც პრაქტიკულად დააკმაყოფილებს ფოლადზე ქვეყნის მოთხოვნილებას. ამჟამად ქვეყანაში არსებული სადნობი ღუმელები კი საკმარისია ასეთი მოცულობის ფოლადის გამოსადნობად.

ფ. თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტი წლების განმავლობაში ატარებს რუსთავის მეტალურგიული კომბინატის ხაზობრივ წვრილ სორტულ დგანზე გლინვის პროცესის თეორიულ და ექსპერიმენტულ კომპლექსურ კვლევებს. დადგენილია გამომჭიმავ კალიბრებში გლინვისას ლითონის მოცულობაში დეფორმაციებისა და ძაბვების განაწილების კანონზომიერებანი. გამოყვანილია ლითონის გლინებზე წნევისა და მბრუნავი მომენტის გასათვლელი ფორმულები. დადგენილია გამომჭიმავი კალიბრების სხვადასხვა სისტემებისათვის დეფორმაციის ეფექტურობის კოეფიციენტი, რაც უზრუნველყოფს ნაგლინის ოპტიმალური მოჭიმვებით გლინვას. ხაზოვანი დგან 500/320-ზე გლინვის პროცესის ექსპერიმენტული კვლევის შედეგად დადგენილი იქნა ენერგოძალოვანი და ჩქაროსნული პარამეტრები. შემუშავდა წვრილსორტული ფოლადის გასაგლინად გლინების დაკალიბრების და გლინვის ოპტიმალური სქემები, რითაც უზრუნველყოფილი იქნა ფოლადის ხარისხისა და გეომეტრიული ზომების სიზუსტის ამაღლება, ნაგლინის უარყოფითი დაშვებებით გლინვა, ფოლადის ეკონომია და დგანის წარმადობის გაზრდა. კვლევების შედეგები საფუძვლად დაედო ხაზობრივ წვრილსორტულ დგანის რეკონსტრუქციას, რის შედეგადაც მივიღეთ თანამედროვე უწყვეტი ტიპის წვრილსორტული დგანი (სურ.4.5.)

ა)



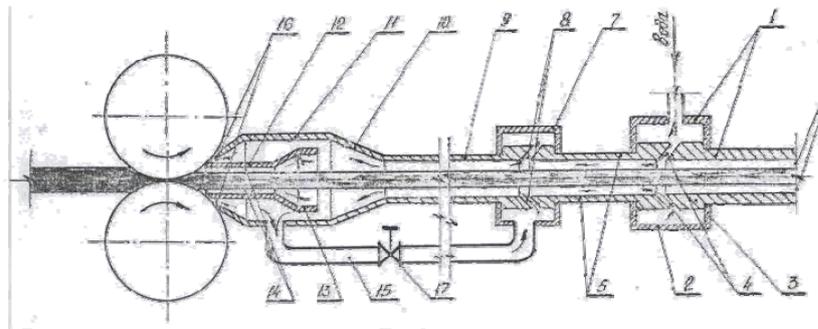
ბ)



სურ. 4.5. რუსთავის მეტალურგიული ქარხნის წვრილსორტულ დგან 500/320 მოწყობილობათა განლაგების სქემა: ა) რეკონსტრუქციამდე; ბ) რეკონსტრუქციის შემდეგ.

შავი მეტალურგიის ერთ-ერთი ძირითადი მიმართულებაა ნაგლინის ხარისხის გაუმჯობესება და ლითონპროდუქციის ეფექტური ნაირსახეობების წარმოება. ამ მიზნის მისაღწევად აუცილებელია ცხლად გლინვის მომჭმედი დგანები აღიჭურვოს ნაგლინის სწრაფი თერმომექანიკური დამუშავების დანადგარებით გლინვის ნაკადში.

ფ. თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტში შემუშავებულია საარმატურე ფოლადის დეფორმაციის შემდგომი სწრაფი გაციების დანადგარი და შესაბამისი ტექნოლოგია, რომელიც უზრუნველყოფს საარმატურე ფოლადის დეფორმაციის შემდგომ გაციებას 600-650⁰ C-მდე გლინვის ნაკადში რუსთავის მეტალურგიული ქარხნის დგან 500/320-ზე გლინვისას.



სურ.4.6. არმატურის დეფორმაციის შემდგომი სწრაფი გაციების დანადგარი

ამით მიიღწევა ნახშირბადიანი ფოლადების თერმოგამტკიცება მექანიკური თვისებების ამაღლებით და მეორადი ხენჯის სრული მოცილებით. დანადგარი (სურ. 4.6) უზრუნველყოფს ნაგლინის გაციებას ტალღისებრმოძრავი მბრუნავი წყლის ნაკადით, ნაგლინის გაციების კამერაში საიშედო დაცენტრებას და თერმოგამტკიცების პროცესის სტაბილურობას.

ლაბორატორიული და საცდელ-საწარმოო კვლევებით დადგენილია გლინვის ოპტიმალური ტემპერატურულ-დეფორმაციული პარამეტრები და შემდგომი გაცივების სიჩქარეები. სწრაფი გაცივების დანადგარის ტექნოლოგია მოიცავს ცხლად დეფორმაციისა და დეფორმაციის შემდგომ გაციების შერწყმულ პროცესს, რაც უზრუნველყოფს ნახშირბადიან ფოლადებისგან გაგლინულ არმატურის მექანიკური თვისებების მნიშვნელოვან გაუმჯობესებას, ამცირებს

დეფიციტურ და ძვირადღირებულ მაღეგირებელი ელემენტების ხარჯს, რითაც გარკვეულ ტექნიკო-ეკონომიურ უპირატესობას იძლევა, როგორც არმატურის მწარმოებლებისათვის, ასევე მომხმარებლებისათვის. აღნიშნული ტექნოლოგიის გამოყენების გარეშე წარმოებული არმატურის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები ვერ აკმაყოფილებს დღევანდელი საერთაშორისო სტანდარტების მოთხოვნებს და ამ პროდუქციის ექსპორტზე გასვლა საკმაოდ რთული იქნება.

საქართველოში შემოტანილი ლითონის
სორტული პროფილები ათასი აშშ
დოლარი

კოდი	დასახელება	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
7213	წნელები ცხლად ნაგლინი ნახშირბადიანი ფოლადებისაგან თავისუფლად დახვეულ ბუსტებად	62,6	114,4	346	408,8	503,9	692,6	1437,2	1186,5	1813,7	4395,1	6704,6	13507,1	16763,4	4828,8	9802,9
7214	წნელები ნახშირბადიანი ფოლადისაგან, შემდგომი დამუშავების გარეშე	739,3	228,3	1228	1887	3037	4093,2	5605,3	8773,2	10206	14641	33077	71868,3	111133	35073	56432,6
7215	წნელები სხვა ნახშირბადიანი ფოლადისაგან	4,7	301,4	170,1	219,1	63	60,8	2,0	54,9	108	1467	386,7	410,7	164,4	109,9	680,5
7216	კუთხოვანები, ფასონური და სპეციალური პროფილები ნახ- შირბადიანი პროფილებისგან	246,3	943,9	1372	778,5	479,5	2503,1	1190,1	1226,5	1993,5	4885	9419,1	20132,5	23089,7	9268	16357,8
7217	მაკრული ნახშირბადიანი ფოლადისაგან	113	173,7	340,7	195,7	196,5	167,2	86,5	870,9	871,6	1432	1787,5	3341,7	4515	1825,4	1960,9

7221	წნელები ცხლად ნაგლინი, თავისუფლად ნაგლინი თავისუფლად დახვეულ ბუხტებად, კოროზიამედეგი ფოლადებისაგან	-	-	-	-	-	25,5	-	-	-	-	15,6	-	-	-	13
7222	წნელები სხვა, კოროზიამედეგი ფოლადისაგან	-	1,8	252,1	55,1	48,1	14,7	36,1	-	203,5	68,8	196,4	613,2	372,9	103,1	211,6
7223	მავთული კოროზიამედეგი ფოლადისაგან	13,0	0,4	-	6,1	29,9	1,1	70,8	36,3	111,7	34,9	71,2	30,6	103	46,1	23,7
7227	წნელები ცხლად ნაგლინი სხვა ლეგირებული ფოლადებისაგან	-	189,5	60,1	1,2	26,9	10,7	-	870,4	217,2	17,5	-	-	115	33,9	8,9
7228	წნელები ლეგირებული ფოლადებისაგან, სხვა	0,4	460,4	944,9	448,8	515	529,1	262,1	325,1	207,3	729,2	570	1048,6	1089,6	334,3	300,2
7229	მავთული სხვა ლეგირებული ფოლადებისაგან	-	10,2	3,8	9,5	2,0	0,3	128	46,6	44,4	20,7	77,6	109,5	190,2	27,6	144,7
7317	ღურსმნები, ჭიკარტები და ანალოგიური ნაწარმი შავი ლითონებისაგან	4,0	40,1	143,9	46,3	145,2	259,3	227,1	539,1	781,6	1265	1048,6	1687,3	3523,3	2107	2626,1
7318	ხრახნები, ჭანჭიკები, ქანჩები და ანალოგიური ნაწარმი შავი ლითონებისაგან	19,0	352,3	334,1	274,7	740,4	796,7	359,6	886,8	1538,9	1985	3402,8	4837,7	5721,2	3700	6188,8

7319	საკერავი ნემსები, საქსოვი ჩხირები და სხვა შავი ლითონებისაგან	-	3,7	0,5	3,9	3,5	0,5	2,0	0,1	1,0	26,4	30,1	39,4	25,6	25,2	38,7
7320	ზამბარები და ფურცლები მათთვის, შავი ლითონებისაგან	27,6	1,7	31,8	15,4	18,7	24,1	29,5	90,1	144,9	336,6	812,7	945,8	1716,8	2690,3	1629
7323	ნაწარმი სუფრისათვის, სამზარეულო ან სხვა ნაწარმი შავი ლითონებისგან	316,5	89,8	317,6	251,6	188,3	193,3	279,2	219,1	1684,1	2903	2691,4	3929,3	4086,2	3084,4	4745,9
7418	ნაწარმი სუფრისათვის, სამზარეულო ან სხვა ნაწარმი და მათი ნაწილები სპილენძისაგან	-	0,8	0,1	13,1	9,7	10,3	2,0	2,8	31,8	38,6	97,9	178,5	249,4	64,9	172,9
		1477,7	2893,8	5510	4565	5917	11297	9554	15126	19927	29451	59530	122650	171116	63322	101338

4.4. მიღების წარმოების თანამედროვე ტენდენციები

მილი ლითონის პროდუქციის ურთულესი სახეობაა. მიღების დამზადება მოითხოვს განსაკუთრებულად მაღალ პროფესიონალიზმს და მაღალი კლასის მოწყობილობა-დანადგარებს. მიღების წარმოების ტექნოლოგიამ უკანასკნელი 10 წლის განმავლობაში მნიშვნელოვან პროგრესს მიაღწია. საერთოდ, ამ სახის ლითონპროდუქციის წარმოების მოცულობა შედარებით დიდი ტემპებით იზრდება ყველა სხვა მეტალურგიულ მიმართულებათა შორის (სურ. 4.7), რადგან მიღების მოხმარების არეალი ძალზედ ფართოვდება, განსაკუთრებით თანამედროვე თავდაცვითი დარგების განვითარებასთან დაკავშირებით.

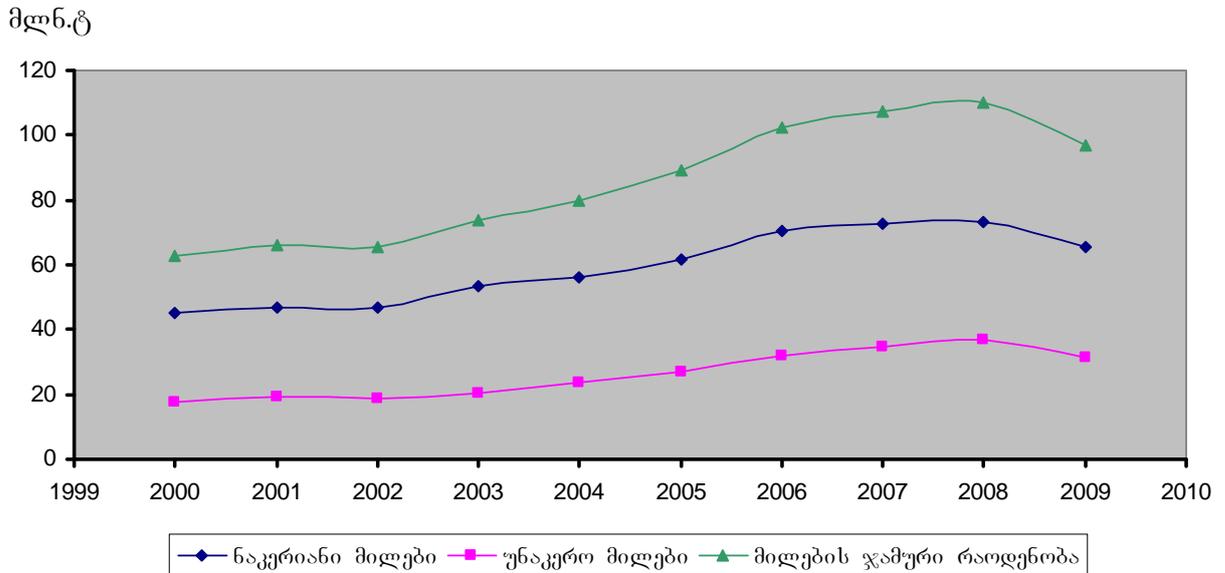
გეომეტრიული პარამეტრების სიზუსტე, როგორც ცხლად ნაგლინი, ასევე ცივად ნაგლინი უნაკერო მიღებისა უადრესად მკაცრდება, მოხმარებაში შედის მრავალგვარი პროფილური მიღები, სხვადასხვა ფიზიკურ-ქიმიური და მექანიკური თვისებებით, მეტად უხვია სხვადასხვა ქიმიური ელემენტებით ლეგირებული ფოლადების მიღების ასორტიმენტი, მკვეთრად გაიზარდა შედუღებული ანუ ნაკერიანი მიღების მოხმარების სფეროებიც. ნავთობის და გაზის მოპოვება, გადამუშავება და ტრანსპორტირება მთლიანად მიღებზე არის დამოკიდებული, მითუმეტეს დღეს, როდესაც ათასეულით კმ-ზე ხდება ნავთობგაზგადამცემი ხაზების მშენებლობა-მონტაჟი. სარაკეტო-კოსმოსური ტექნიკის ძირითადი მდგენელები სხვადასხვა პროფილის მიღებია, სამელიორაციო სისტემები, მანქანათმშენებლობა, გეოლოგია, თუ სხვა მიმართულება მიღების ძირითადი მომხმარებელია.

მიღებს უკანასკნელ პერიოდში განსაკუთრებულად აგრესიულ გარემოში უწყვეტ მუშაობა, ამიტომ ვითარდება თითქმის სრულიად ახალი დარგი – მიღების ანტიკოროზიული მასალებით დაფარვა უახლესი ტექნოლოგიებით. დაფარვა ხორციელდება სხვადასხვა ლაქ-საღებავებით, პოლიმერებით, აგრეთვე თერმო დიფუზიური, ელექტროქიმიური და მრავალი სხვა მეთოდით, რომლებიც დღეს ახალ კვლევით - სამეცნიერო მიმართულებებს წარმოქმნის, რადგან მიღების მდგრადობა სრულად არის დამოკიდებული დაფარვის ხარისხზე. დაფარვები გამოიყენება როგორც ერთფენა, ასევე მრავალფენოვანი.

მიღების წარმოება, ისევე როგორც საერთოდ მეტალურგია, პერმანენტულად მოითხოვს ინვესტიციებს გადაიარაღება-რეკონსტრუქციის განსახორციელებლად. იმდენად სწრაფად ხდება პროგრესული ტექნოლოგიების შემუშავება და მოწყობილობა-დანადგარების დახვეწა, რომ ყოველი გაცდენილი ან გამოტოვებული პერიოდი პირდაპირ აღიბეჭდება საწარმოს ფინანსურ სიტუაციაზე და პროდუქციის კონკურენტუნარიანობაზე.

მიღების მსხვილი მწარმოებლები მსოფლიოში დიდი ტრანსნაციონალური კომპანიებია. მათი მილსაგლინავი ობიექტები განლაგებული არიან დედამიწის თითქმის ყოველ კონტინენტზე. აღნიშნულ კომპანიებს შორის ლიდერობს “Arcelor-Mittal”. წამყვან კომპანიებს მიეკუთვნებიან აგრეთვე “Corus Group”, “Dofasco”, “Europipe”, “JFE Steel Corporation” და სხვა.

ფოლადის მიღების წარმოებამ წელიწადში 2008 წელს 100 მლნ ტ-ს გადააჭარბა. მიღების გამოშვების მოცულობა უკანასკნელ 10-11 წელიწადში თითქმის გაორმაგდა. გამოშვებული ფოლადის მიღების 40% მოიხმარს აშშ. ეს



სურ. 4.7. ფოლადის მიღების მსოფლიო წარმოება

მაჩვენებელი ყოველ წელს 34%-ით იზრდება. მიღების მნიშვნელოვან რაოდენობას მოიხმარს წყნარი ოკეანის, აზიის და სამხრეთ ამერიკის ქვეყნები. მიღების მოხმარების ბაზარი კვლავ სწრაფად იზრდება. მიღების მწარმოებელ ქვეყნებს შორის ლიდერობენ გერმანია, იაპონია, რუსეთი და სხვა.

აღსანიშნავია, რომ მიღების ფასები საერთაშორისო ბაზარზე სწრაფად მატულობს და დღეისათვის იგი რეკორდულია.

4.5. მიღების წარმოების პერსპექტივა საქართველოში

რუსთავის მეტალურგიული კომბინატი 80-ან წლებში აწარმოებდა დაახლოებით 250 000 ტ ცხლად და ცივად ნაგლინ უნაკერო მილს. რუსთავის მეტალურგიული კომბინატი პოტენციურად მზადაა უზრუნველყოს ფართო ნომენკატურის მიღებით როგორც ქვეყნის შიდა მოთხოვნილება, ისე აწარმოოს მნიშვნელოვანი საექსპორტო პროდუქცია.

რუსთავის მეტალურგიული კომბინატის მილსაგლინავი საამქრო, სადაც იწარმოება ძირითადი პროდუქცია - მიღები, წარმოადგენს რთულ ტექნოლოგიურ დანადგართა სისტემას. აქ გათვალისწინებულია მილნამზადის სამ წრიულ ღუმელში 1100-1200 °C ტემპერატურამდე გახურება და შემდეგ გახურებული ნამზადის მილსაგლინავ აგრეგატებზე გლინვის მრავალეტაპიანი პროცესებით მილის საბოლოო კონდენციამდე მიყვანა.

საამქრო აღჭურვილია ორი ტიპის, “140” და “400” მილსაგლინავი აგრეგატებით. ორივე განმადრუებელ აგრეგატის შემადგენელი დგანები და მიღების გლინვის პროცესი იდენტურია: განმადრუებელი დგანი 140-ს ერთი აქვს, 400-ს ორი. დგან “140”-ზე მზადდება 63,5 – 95 მმ-მდე დიამეტრისა და 3,5 – 24 მმ-მდე კედლის სისქის, ძირითადად სანაეთობე (სატუმბ - საკომპრესორო), სამანქანათმშენებლო, საამშენებლო-საკონსტრუქციო დანიშნულების მიღები, რომლებზეც მძაფრი მოთხოვნილებაა.

მილსაგლინავი აგრეგატი “400”, არა მხოლოდ ამიერკავკასიისა და წინა-აზიის, არამედ ყოფილი საბჭოთა კავშირის მასშტაბითაც უნიკალურ დანადგარს წარმოადგენს, რადგან მასზე შესაძლებელია 194 მმ-დან 426 მმ-მდე დიამეტრისა და 8მმ-დან – 35მმ-მდე კედლის სისქის მიღების გლინვა. 426 მმ-ის მიღების

გლინვა ამ დანადგარზე, (რომელზედაც პროექტით მაქსიმალური დიამეტრი 325მმ-ა) ქართველმა მეტალურგებმა დამოუკიდებლად აითვისეს აგრეგატ “400-ზე” ტექნოლოგიური პროცესების ოპტიმიზაციის გზით.

საქმე იმაშია, რომ საკავშირო საპროექტო ინსტიტუტის – ცენტრალური გიპრომეზი-ს მიერ დადგენილი გლინვის ცხრილები და მილსაგლინავი ინსტრუმენტის დაკალიბრების მეთოდოლოგია მიღებული იყო რუსთავის პირობებში კანონმდებლურ და შეუცვლელ რეჟიმებად და მათი კორექტირება თითქმის დაუშვებლად ითვლებოდა.

ღრმა დაკვირვებებისა და კვლევების შედეგად აღმოჩნდა, რომ არსებული ტექნოლოგიური პარამეტრები მოითხოვდნენ ძირეულ გადახედვას და მნიშვნელოვან ცვლილებების შეტანას.

რუსთავის მეტალურგიული ქარხნის ფუნქციონირების პროცესში სამოციან წლებში მთავარ პრობლემად კვლავ რჩებოდა ცხლადნაგლინი მიღების ხარისხი, მათ შიგა და გარე ზედაპირებზე არსებული დეფექტების შემცირება – ლიკვიდირება გახურებული მილნამზადის დეფორმირების მომენტში შედარებით ნაკლები დატვირთვების მიცემის ხარჯზე. ეს მოვლენა მთავარი მდგენელია ლითონის კუთრი ხარჯის შემცირების მიმართულებითაც.

თავისთავად ცხადია, ჩვენ არ ვსაუბრობთ თვით ლითონის ხარისხის გადამწვევტი როლის თაობაზე, რადგან ეს დებულება ყოველი მეტალურგისათვის აბსოლუტურად ნათელია.

მეტად ყურადსაღებია რგოლურ ღუმელებში ნაგლინის გახურების რეჟიმების ოპტიმალური პარამეტრების დადგენა განდრეუბის ნორმალური პირობების შესაქმნელად და ნაირკედლიანობის გამოსარიცხავად.

იმისათვის, რომ მოხდეს ლითონის რღვევის გამომწვევი მიზეზების შესწავლა და როგორც წესი მის შედეგად გაგლინული მიღების ზედაპირზე დეფექტების წარმოქმნა, უნდა გაანალიზდეს თვით ლითონი მეტალოგრაფიული და რენტგენოსტრუქტურული მეთოდების გამოყენებით.

თუ დეფექტი შეიცავს არალითონური ჩანართების დიდ რაოდენობას (ლიკვაცია) ეს მიგვითითებს გასაგლინი ლითონის დაბალ ხარისხზე, მაგრამ თუ დეფექტის წარმოქმნის ადგილზე ჯანსაღი ლითონი გვხვდება, შეიძლება წარმოიქმნას გარკვეული მოსაზრება, რომ ლითონის მიმართ პრეტენზია არალოგიკურია.

მაგალითისათვის ავიღოთ ყველაზე გავრცელებული პროფილის მილი d219 მმ. ადრეულ პერიოდში d219მმ-ის მილი იგლინებოდა d180 მმ-ის ზომის მილნამზადისაგან. ავტომატურ დგანზე კი გლინების კალიბრის სიგანე 234 მმ-ის ტოლი გახლდათ. იმისათვის, რომ აღნიშნულმა დგანმა მიიღოს და გადაამუშავოს განმადრუებელი დგანიდან მოწოდებული მასრა, მისი გარე დიამეტრი უნდა აღემატებოდეს კალიბრის ზომას 20 მმ-ით ე.ი. იგი უნდა უტოლდებოდეს 254 მმ-ს. აღნიშნული დიამეტრის ზრდა უნდა მოხდეს პირველ და მეორე განმადრუებელ დგანებზე ე.ი. პირველი განმადრუებელიდან მიიღებოდა 220 მმ დიამეტრის მასრა, ხოლო მეორე განმადრუებელზე გაფართოების შედეგად 254 მმ-ის მასრა.

ცხადია, რომ 180 მმ-დან ნამზადის დიამეტრი იზრდებოდა 254 მმ-მდე, რაც ჯანსაღი ლითონისთვისაც კი მეტად ძლიერ დატვირთვას წარმოადგენდა. შემდგომში გაანგარიშების შედეგად დაწესდა ნამზადის საწყისი დიამეტრიც d200 მმ და ავტომატური დგანის კალიბრის ზომა დაყვანილ იქნა 220 მმ-მდე ე.ი. პირველ შემთხვევაში ლითონის გაფართოვება მიმდინარეობდა d180 მმ-დან d254 მმ-მდე (74 მმ-ით), ხოლო მეორე შემთხვევაში d200 მმ-დან d235 მმ-მდე (35-მმ-ით), რამაც საგრძნობი ეკონომიკური ეფექტი მისცა წარმოებას, ხოლო შემუშავებული

ახალი გლინვის რეჟიმები საგრძნობლად შეღავათიანი აღმოჩნდა სამილე ფოლადისათვის.

შედგენი მნიშვნელოვანი იყო: წუნი თითქმის 2-ჯერ შემცირდა, შემცირდა მეორე ხარისხის მიღების გამოსავლიანობა და, რაც მთავარია, ლითონის ხარჯმა ერთ ტონა მილის საწარმოებლად საგრძნობლად იკლო.

ანალოგიური გარდაქმნები განხორციელდა სხვა პროფილის მიღებზეც. მაგალითად, d273 მმ, d325 მმ და სხვ. რასაკვირველია, აღნიშნულმა ღონისძიებამ მოითხოვა აგრეთვე ტექნოლოგიური ინსტრუმენტების – სამართულების, გლინების და სხვ. და გლინვის ცხრილების შესაბამისობაში მოყვანა, რათა არ დარღვეულიყო გლინვის მაღალი რითმი და აგრეგატების მწყობრი ფუნქციონირების რეჟიმები. აქ აქტიურად ჩაერთვნენ ინსტრუმენტის დამამზადებელი დამხმარე საამქროები ახალ ტექნოლოგიებზე გადასასვლელად.

დასახული საინჟინრო ღონისძიებათა კომპლექსის რეალიზაციამ დაახლოებით 4-5 წელი გასტანა და შექმნა დგან 400-ის ავტომატიზაციისა და მექანიზაციისათვის ხელშემწყობი გარემო და ნაყოფიერი პირობები, და რაც მთავარია საბოლოოდ სახელმწიფოს ათეული მილიონობით კაპიტალი დაუზოგა.

აღნიშნული ნომენკლატურის მიღები ძირითადად წყლის, აირის, და ნავთობის სამაგისტრალო მილსადენების დანიშნულებისაა და აგრეთვე გამოიყენება როგორც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი დატვირთვის მქონე კონსტრუქცია, კერძოდ, როგორც სანავთობე ჭაბურღილების კედელსამაგრი მიღები.

საქართველოში ზემოაღნიშნული ნომენკლატურის მიღების გასაღების ბაზარი დღეისათვის ძალიან მცირეა და ამიტომ, ისინი ძირითადად საექსპორტო დანიშნულებისაა. ამჟამად მიმდინარეობს მუშაობა საკუთარი სტაბილური ადგილის მოსაპოვებლად საერთაშორისო ბაზარზე.

ორივე მილსაგლინავი აგრეგატის ჰიდრაულიკურ – პნევმატური, წყალმომარაგებისა და დაზეთვის სისტემები, მაღალი სიმძლავრის ძრავები და დენმომარაგების სისტემა პრაქტიკულად სრულ მზადყოფნაშია. მაგრამ, მიუხედავად ამისა აუცილებელია აგრეგატის გარკვეული რეაბილიტაცია - მოდერნიზაცია. აგრეგატის მექანიკური კვანძების სრული მონიტორინგი მათი რემონტისა თუ შეცვლის აუცილებლობის გამოვლენის მიზნით. ელექტრომომარაგების სისტემის და ამძრავი სისტემის სრული კონტროლი - რეაბილიტაცია. აუცილებელია ორივე აგრეგატის ტექნოლოგიური პროცესის თანამედროვე, კომპიუტერული სისტემით აღჭურვა, პირველ რიგში რგოლური ღუმელების ჩატვირთვა - გამოტვირთვის პროცესში თითოეული მილნამზადის ფიქსირებისა და ტექნოლოგიურ ხაზში მათი გადაადგილების კონტროლის, ხოლო საგლინავ დანადგარებზე გამზომ - გადამწოდი თანამედროვე მოწყობილობების მონტაჟი-გაწყობა-ათვისება.

მეტალურგიული პროცესები, კერძოდ, მიღების მასობრივი წარმოების პროცესი არის არასტაციონალური ობიექტის კლასიკური მაგალითი, სადაც საბოლოო პროდუქციის – მილის ფორმირებაზე გავლენას ახდენს სხვადასხვა, ხშირად ურთიერთ კორელაციური ფაქტორების მთელი კომპლექსი. მიუხედავად იმისა, რომ მიღების წარმოების ოპერაციები მიმდინარეობს მრავალჯერადი გამეორებით თითქმის უცვლელ პირობებში, შედეგები, მაგ. მილის გეომეტრიული ზომები, ზედაპირების ხარისხი და სხვ. არასტაბილურია, ე.ი. ეს მაჩვენებლები განიცდიან გაბნევას – ფლუქტუაციას, რაც ხანდახან აღწევს მნიშვნელოვან სიდიდეს. ამ მოვლენის მიზეზი არის პროცესზე არსებითი გავლენის ეფექტის მქონე, როგორც კონტროლირებადი, ისე ხშირად არაკონტროლირებადი და არამართვადი ისეთი ფაქტორები, როგორიცაა: შემთხვევითი, გაუთვალისწინებელი გადახრა ფოლადის დნობის პროცესისა ნომინალურისაგან, ფოლადის ჩამოსხმის შეფერხება, მრავალჯერადი ხურება საგლინავ

დანადგარებზე, გლინვის პარამეტრების დარღვევა და სხვ. ე.ი. პროცესი მიმდინარეობს მოქმედი ფაქტორების გადაჯერებულ ველში, მაგრამ ამავე დროს დახურულ სისტემაში – ფოლადის დნობიდან საბოლოო პროდუქტამდე, მილამდე.

ცხლადნაგლინი უნაკერო მილების ძირითადი დეფექტები არის ნაირკედლიანობა და ფურჩები, რომლებითაც ზიანდება მილის როგორც გარე, ისე შიდა ზედაპირები. წლების განმავლობაში აღნიშნული დეფექტები მკვეთრად აქვეითებდა რუსთავის მეტალურგიული ქარხნის ტექნიკო-ეკონომიკურ მაჩვენებლებს.

ამ დეფექტების წარმოქმნის მიზეზების დადგენისა და შემდგომში მილების ხარისხის მართვის ტექნოლოგიური პროცესის დასამუშავებლად მეტალურგიის ინსტიტუტის და რუსთავის მეტალურგიული ქარხნის თანამშრომლების მიერ ჩატარდა ერთობლივი კვლევითი და დანერგვითი სამუშაო.

საწარმოო პროცესში ჩატარებული ექსპერიმენტი არის მიმდინარე პროცესში ჩარევა, რომელმაც უნდა გამოიწვიოს პროცესის ამა თუ იმ მახასიათებლის გარკვეული ცვლილება, მაგრამ ეს ცვლილება უნდა იყოს შედეგი დაგეგმილი ექსპერიმენტისა და არა დამოუკიდებლად მიმდინარე ფლუქტუაციისა. ამიტომ, ექსპერიმენტის წინ შესწავლილ იქნა ის საწარმოო ფონი, რომელშიაც დაიგეგმა ექსპერიმენტი. მიღებული მილების შემოწმებისა და დათვალიერებისას, 3016 უწყისის (200000 მილი) ანალიზის შედეგად დადგინდა მილების ზედაპირებზე გარე და შიდა ფურჩების, ნაირკედლიანობის წარმოქმნის დინამიკა. ამ დეფექტების წარმოქმნის მიზეზების დადგენის და მილების ხარისხის მართვის მიზნით დაიგეგმა ექსპერიმენტი. ჩასატარებელი ექსპერიმენტის მაღალი ($=0.9$) საიმედოობა რუსთავის მეტალურგიული ქარხნის პირობებში მიიღება იმ შემთხვევაში, თუ იგი ჩატარდება მინიმუმ 19 ცვლის განმავლობაში უწყვეტად.

ამ პრინციპის, ე.ი. ექსპერიმენტის უწყვეტობის დაცვით ჩატარდა ფუნდამენტური კვლევა, რომელმაც მოიცვა მილების წარმოების სრული ტექნოლოგიური ციკლი მარტენის ღუმელში ფოლადის დნობა-ჩამოსხმიდან მზა პროდუქტამდე - სხმულიდან მილამდე. ტექნოლოგიის მთელი ხაზის მანძილზე კონტროლდებოდა თვითოეული ერთეული – სხმული – მილნამზადი – მასრა – მილი. დამუშავდა 485 დნობის სტატისტიკური მაჩვენებლები. გამოყენებულ იქნა ადაპტური იდენტიფიკაციის მეთოდი, რომელიც სრულყოფილად აღწერს არასტაციონალურ ობიექტს, მაგ. როგორცაა მეტალურგიული, კერძოდ მილების წარმოება. ადაპტური იდენტიფიკაცია საკვლევი ობიექტის ცვალებადობის ყველა ეტაპზე ახდენს შესაბამის ადაპტაციას, რეალურ დროში აკონტროლებს ცვლილებების პროცესს და მოდელში შემავალ ობიექტზე მოქმედ მრავალ ფაქტორს შორის გამოავლენს იმ ძირითად ფაქტორებს, რომლებიც ახდენენ განსაკუთრებულ ზემოქმედებას ობიექტზე. შეიქმნა არასტაციონალური ობიექტის მათემატიკური მოდელი, რომელიც სრულიად საკმარისი სიზუსტით აღწერს როგორც სადნობ ღუმელში, ისე საგლინავ დგანებზე მიმდინარე პროცესებს:

$$K_{i,N+1} = K_{i,N} + j X_{i,N+1} \frac{Y_{N+1} \sum_{l=1}^{N+1} K_{(i,N+1)l} X_{l,N+1}}{\sum_{l=1}^N X_{l,N+1}}$$

სადაც $K_{i,n}$ და $K_{i,n+1}$ ჭეშმარიტი პარამეტრების შეფასების ვექტორებია N და $N_{i,n+1}$ იტერაციის ბიჯზე, j – ალგორითმის ჭეშმარიტი პარამეტრია.

მოდელში შეყვანილ იქნა ღუმელში ფოლადის დნობის პროცესის განმსაზღვრელი ძირითადი ტექნოლოგიური პარამეტრები:

№N ²	დნობის მოდელის პარამეტრები
X1	დნობის ხანგრძლივობა, სთ;
X2	ნახშირბადის შემცველობა, %;
X3	გოგირდის შემცველობა, %;
X4	წილის ფუძიანობა;
X5	პოლირების ხანგრძლივობა, სთ;
X6	ნახშირბადის ამოწვის სიჩქ. წმ ⁻¹
X7	სუფთა დუდილის ხანგრძლივობა, სთ;
X8	ნახშირბადის ამოწვის სიჩქარე დუდილისას, წმ ⁻¹
X9	წილის შედგენილობა სუფთა დუდილისას
X10	წილის შედგენილობა ლითონის გამოშვებისას
X11	განჯანგვის ხანგრძლივობა, სთ;
X12	აბაზანის ტემპერატურა განჯანგვის წინ °C;
X13	FeO-ს შემცველობა გამოშვების წინ, %;
X14	გოგირდის შემცველობა მზა ლითონში, %;
X15	ნახშირბადის შემცველობა მზა ლითონში, %;
X16	მარგანეცის შემცველობა მზა ლითონში, %;
X17	სილიციუმის შემცველობა მზა ლითონში, %;
X18	ნახშირბადის ფარდობა მანგანუმთან, C:Mn
X19	ნახშირბადის ფარდობა სილიციუმთან, C:Si
X20	სხმულებად ჩამოსხმის ტემპერატურა, °C
X21	ბოყვის შევსების ხანგრძლივობა, წთ.

ამ მოდელის გამოსავალი პარამეტრებია:

Y₁ – მეორე ხარისხის მიღების რაოდენობა შიდა ფურჩებით,

Y₂ - მეორე ხარისხის მიღების რაოდენობა გარე ფურჩებით.

მოდელში შემავალი პარამეტრები პირობითად შეიძლება ოთხ ჯგუფად დაიყოს

X₁, X₅; X₇; X₁₁; X₂₁ – პროცესის ხანგრძლივობის ნიშნის მქონე პარამეტრები;

X₁₂; X₂₀ – პროცესის ტემპერატურული ნიშნის მქონე პარამეტრები;

X₂; X₃; X₄ X₈ X₉; - ქიმიური შედგენილობის ნიშნის მქონე პარამეტრები;

X₁₀; X₁₃; X₁₄; X₁₅ X₁₆ X₁₇ X₁₉ – მზა პროდუქციის ქიმიური შედგენილობის ნიშნის მქონე პარამეტრები.

ფაქტორული ანალიზის მეთოდით ყოველი ჯგუფიდან გამოიყო მნიშვნელოვანი ზემოქმედების ფაქტორები, რომელთაგანაც განსაკუთრებულ გავლენას მიღებზე, როგორც შიდა, ისე გარე ფურჩების წარმოქმნაზე ახდენენ: ლითონის ჩამოსხმის ტემპერატურა X₂₀ და ბოყვის შევსების ხანგრძლივობა X₂₁

იგივე მოდელი მუშაობს გლინვის პარამეტრების გავლენის დადგენისას მიღების ზედაპირებზე ფურჩების და ნაირკედლიანობის გაჩენის გამო.

მოდელში შეყვანილ იქნა განმადრუებელი დგანის აწყობის ძირითადი პარამეტრები, სადაც უმთავრესად ყალიბდება როგორც მილის ზედაპირის ხარისხი, ისე გეომეტრული პარამეტრები.

№№	განმარტებული დგანის მოდელის პარამეტრები
X1	მილის დიამეტრი მმ;
X2	კედლის სისქე მმ;
X3	მილნამზადის დიამეტრი მმ;
X4	განდრუების ტემპერატურა °C;
X5	გლინებს შორის მოჭიმვა %;
X6	ოვალიზაციის კოეფიციენტი;
X7	მოჭიმვა სამართულის წინ %;
X8	გლინების დახრის კუთხე გრდ.;
X9	გლინების ბრუნთა სიხშირე თავისუფალი ბრუნვისას წმ ⁻¹ ;
X10	გლინების ბრუნთა სიხშირე დატვირთვისას წმ ⁻¹ ;
X11	მასრის დიამეტრი მმ;
X12	სახაზავების სიგანე მმ;
X13	სამართულის მდებარეობა მმ.

ფაქტორული ანალიზის საფუძველზე დადგინდა, რომ დგანის პარამეტრებიდან ძირითად გავლენას ფურჩების როგორც შემცირების, ისე გაზრდის მხრივ, ახდენს შემდეგი ოთხი პარამეტრი:

განდრუების ტემპერატურა, °C;

გლინებს შორის მოჭიმვა, %;

მოჭიმვა სამართულის წინ, %;

განსაკუთრებით გლინების ბრუნთა სიხშირე დატვირთვისას, (წმ⁻¹);

პარალელურად შეისწავლებოდა მილებზე ნაირკედლიანობის წარმოქმნის მიზეზები. ნაირკედლიანობის გაჩენა შეიძლება მხოლოდ გლინვის პროცესებს დაუკავშირდეს. ფართო სტატისტიკური მასალის საფუძველზე და კვლევის ფაქტორულ მეთოდზე დაყრდნობით გამოვლინდა კორელაციური დამოკიდებულებები ნაირკედლიანობასა და გლინვის პარამეტრებს შორის. დადგინდა, რომ ყველა განხილულ ზემოქმედების პარამეტრს შორის ყველაზე ძლიერ გავლენას ნაირკედლიანობის სიდიდეზე ახდენს:

გლინების ბრუნთა სიხშირე დატვირთვისას (წმ⁻¹);

დადგენილია ყველა ზემოთხამოთვლილი პარამეტრების (როგორც დნობის ისე გლინვის) ოპტიმალური მნიშვნელობები რუსთავის მეტალურგიულ ქარხანაში წარმოებული ფოლადებისა და მილების სრული ნომენკლატურისათვის. საბოლოოდ შეიძლება დავასკვნათ, რომ მილების წარმოების ტექნოლოგიის მთელ ხაზზე, სადნობ ღუმელში ფოლადის დნობის და შემდგომში გლინვის პროცესებში განსაკუთრებულ გავლენას მილის ხარისხზე ახდენენ ტემპერატურული და, ძირითადად, ჩქაროსნული პარამეტრები და მათი მართვა მაღალხარისხიანი მილების წარმოების საშუალებას იძლევა.

სამუშაო წარმატებით დაინერგა რუსთავის მეტალურგიულ და სუმგაითის მილსაგლინავ ქარხნებში.

გარდა ზემოთხამოთვლილისა, მილების ხარისხის კიდევ ერთერთი მახასიათებელი პარამეტრი არის კედლის სისქის სტანდარტით გათვალისწინებულ ფარგლებში მოხვედრის აუცილებლობა. მიუხედავად კედლის სისქის მზომი თანამედროვე აპარატურის არსებობისა, პროცესის

შეწყვეტის გარეშე ამ პროცედურის ჩატარება მნიშვნელოვან სიძნელეებთან არის დაკავშირებული.

ფ.თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტში დამუშავებულია და ექპერიმენტულად გამოცდილია ცხლად ნაგლინი უნაკერო მილების უწყვეტ ნაკადში კედლის სისქის უკონტაქტო გაზომვისა და რეგულირების ტექნოლოგია.

მილის განდრეობის პროცესი არის მილების დამზადების ძირითადი ტექნოლოგიური პროცედურა. განმადრუებელი დგანების დედორმაციის კერის აწყობა (დგანის სიმეტრიის დერძისა და გლინვის დერძის დამთხვევა, გლინებისა და სახაზავეების დერძიდან საჭირო მანძილებითა და სიმეტრიულად განლაგება და ამ პარამეტრების ადვილად აღდგენა მათი დარღვევის შემთხვევაში) მოითხოვს დიდ ძალისხმევას და დროს. აუწყობელი დეფორმაციის კერა იწვევს მილების ნაირკედლიანობას.

ფ.თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტში დამუშავებულია და ექპერიმენტულად გამოცდილი განმადრუებელი დგანების დეფორმაციის კერის ავტომატური აწყობისა და მართვის სისტემა.

ამრიგად, მეტალურგიის ინსტიტუტისა და მეტალურგიული ქარხნის თანამშრომელთა მრავალწლიანი ერთობლივი შემოქმედებითი შრომის, ფუნდამენტური კვლევების შედეგად წარმატებით დამუშავდა მილების ხარისხის მართვის ტექნოლოგიები. აქედან გამომდინარე, დღეს რუსთავი აწარმოებს მილებს ამერიკული სტანდარტის მიხედვით, რომლის აუდიტი ყოველკვარტალურად ხორციელდება. ამიტომ ქარხნის პროდუქციის კონკურენტუნარიანობას ქვეყნის ფარგლებს გარეთ რეალური საფუძველი გააჩნია.

აღნიშნული კვლევების საფუძველზე დასახულ ღონისძიებათა განხორციელების შედეგად ქარხანაში შესაძლებელი შეიქმნება მილების წარმოება არა მარტო ნახშირბადოვანი, დაბალლევირებული ფოლადებიდან, არამედ სპეციალური და მაღალი მექანიკური თვისებების ლევირებული ფოლადებიდანაც. მათ შორის “140 აგრეგატზე” შესაძლებელი იქნება 40 ათასი ტონა მილის დამზადება, რაც უზრუნველყოფს იმპორტის გზით შემოსული 30 მილიონი დოლარის ღირებულების მილების ნომენკლატურის 65-70%-ის შევსებას.

“აგრეგატ 400“-ზე წარმოებული ნომენკლატურის მილები (პოტენციაში 80 ათასი ტონა) ძირითადად საექსპორტო პროდუქციაა. მათზე საკმარისად ხშირი მოთხოვნაა აზერბაიჯანიდან, სომხეთიდან, ირანიდან, იტალიიდან (ფირმა “სატკო”).

თანამედროვე მანქანათმშენებლობისა და სამშენებლო ინდუსტრიაში ფართო გამოყენება ჰპოვეს პროფილურმა მილებმა. ცვლადი დატვირთვის შემთხვევაში ცილინდრულ მილებთან შედარებით ისინი ხასიათდებიან ღუნვის და გრეხვის მიმართ წინაღობის მკვეთრად გაზრდილი მაჩვენებლებით.

პროფილური მილების წარმოება შეზღუდული იყო როგორც შესაფერისი მოწყობილობების სიმცირით, ისე პროფილის მაკალიბრებელი ინსტრუმენტების თეორიული გათვლის არარსებობით. მეტალურგიის ინსტიტუტში დამუშავდა პროფილური მილების მილების თეორიული საფუძვლები. შემდეგში, ქარხნის სპეციალისტებთან ერთად ჩატარებული გათვლების საფუძველზე რუსთავის მეტალურგიული ქარხნის დგან 400-ის ბაზაზე დამუშავდა კალიბრების სისტემა და შეიქმნა ტექნოლოგიური პროცესი. გაგლინული მილები წარმატებით იქნა გამოყენებული სატრანსპორტო მშენებლობაში.

რუსთავში წარმოებული მილებისათვის საერთაშორისო ბაზარზე საკუთარი ნიშის მოპოვების მცდელობაში ხელისუფლების აქტიური მხარდაჭერის შემთხვევაში, მაგალითად ისე, როგორც ეს ასეთი წარმატებით განხორციელდა

ქართული ღვინის მაღალეფექტური რეკლამირებით, ჩვენი პროდუქცია წარსდგება საერთაშორისო სტანდარტების მოთხოვნების შესაბამისად.

4.6. საშემდუღებლო წარმოება

შედუღება ერთ-ერთი ყველაზე გავრცელებული ტექნოლოგიური პროცესია, რომლის საქმიანობასაც მიეკუთვნება თვითონ შედუღება, დადუღება, შეწებება, შედუღება-რჩილვა, დაფრქვევა და ზოგიერთი სხვა ოპერაციები.

რკალური შედუღება თავის არსებობას ითვლის 1888 წლიდან - როდესაც პირველად სამრეწველო პირობებში ჩატარდა ლითონური ელექტროდით რკალური შედუღება. სწორედ ეს პროცესი დაედო შემდგომში საფუძვლად ელექტრომეტალურგიის ჩასახვასა და შემდგომ განვითარებას.

საქართველოში საშემდუღებლო მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების მყარი ტრადიციებია, რაც პირველ რიგში ემყარება ქართველ და უკრაინელ შემდუღებელთა ნაყოფიერ თანამშრომლობას, პირველ რიგში მსოფლიოში წამყვან სამეცნიერო ცენტრთან - კიევის ელექტროშედუღების ინსტიტუტთან.

საქართველოსთვის საშემდუღებლო საქმის განვითარებას განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება, თუნდაც იმისათვის, რომ ქვეყანაში ლითონის დიდი დეფიციტისა და მისი ფასის მნიშვნელოვანი ზრდის გამო, შედუღებას შეუძლია მოგვცეს ლითონის ხარჯის საგრძნობი ეკონომია.

პირველ რიგში უნდა გადაწყდეს შედუღებისათვის აუცილებელი მასალებისა და მოწყობილობა-დანადგარების შეძლებისდაგვარად ადგილზე დამზადება, რათა თავიდან იქნას აცილებული ისეთი ძვირადღირებული (ხშირად უხარისხო) მასალების იმპორტი, როგორცაა ელექტროდები, საშემდუღებლო ფლუსები, სპეცტანსაცმელი, სხვადასხვა დამცავი საშუალებები და ა.შ. ამიტომ საქართველოში, რაც შეიძლება დროულად უნდა დაინერგოს საშემდუღებლო ფლუსების, ადგილობრივი წარმოების ნარჩენების და მის ტერიტორიაზე არსებული მრავალი ნედლეული მასალის გამოყენება სერიული წარმოებისათვის, რაც ეფექტური იქნება, როგორც ელექტროდების დაფარვის კომპონენტებად და ფლუსებად, ასევე საჭირო შემცველობის ფხვნილგულა საშემდუღებლო მავთულების დასამზადებლად. ამიტომ უახლოეს პერიოდში ადგილობრივი რესურსების ბაზაზე უნდა განვითარდეს, როგორც დაფარული ელექტროდების, ასევე საშემდუღებლო ფხვნილგულა მავთულების სამამულო წარმოება, რომელთა რეალიზება და შემდგომში ექსპორტიც დიდ მოგებას მოუტანს ქვეყანას.

საქართველოში რკალური შედუღების გარდა სასწრაფოდ უნდა განვითარდეს კონტაქტური შედუღება, რომელიც ხასიათდება მექანიზაციისა და ავტომატიზაციის მაღალი ხარისხით.

საჭიროა აირული დამუშავების ტექნოლოგიების სრულყოფა, რისთვისაც მაღალ საწარმოო დონეზე უნდა განვითარდეს აცეტილენის მიღებისათვის საჭირო კარბიდის წარმოება, რაც ბაზრის შესაბამისი მოთხოვნილებების არსებობისას სრულიად რეალურია საქართველოს პირობებში.

გარდა კლასიკური მეთოდებისა, დიდი ყურადღება უნდა მიექცეს სპეციალური ტექნოლოგიების დამუშავებასა და დანერგვას (პლაზმური, მიკროპლაზმური, ლაზერული, ელექტროსხივური და სხვა).

აუცილებელია კონსტრუქციების საიმედოობისათვის დეფექტოსკოპიის სრულყოფილი მეთოდების დამუშავება და დანერგვა, საწარმოების აღჭურვა ხარისხის კონტროლის თანამედროვე აპარატურით, ამ მიმართულებით სპეციალისტების მომზადება-გადამზადება.

ლითონის ხარჯის დიდი ეკონომია (დაახლოებით 25%) შეიძლება მიღებულ იქნას სამშენებლო საქმეში არმატურის გამოყენებისას შემოწვნის მეთოდის შედუღებით შეცვლით, რაც ასევე საიმედოობის გაზრდის გარანტიაც იქნება.

განსაკუთრებული ყურადღება უნდა დაეთმოს დანადგარების მწყობრიდან გამოსული დეტალების დადუღების მეთოდით აღდგენას, რაც საგრძნობლად გაზრდის ძირითადი მოწყობილობის მუშაობის ხანგრძლივობას (სამხედრო ტექნიკა, სასოფლო-სამეურნეო მანქანები, რკინიგზის ტრანსპორტი და ა. შ.)

აუცილებელია შემდუღებელთა ატესტაციის წესების სახელმწიფო დონეზე დაკანონება და მისი შედეგების ოპერატიული განხორციელება ქვეყნის მასშტაბით, რაც გაზრდის შემდუღებელთა მომზადების ხარისხს და თავიდან აგვაცილებს საპასუხისმგებლო ობიექტებზე შემთხვევითი (არასპეციალისტი) პიროვნებების მომრავლებას.

ზემოთაღნიშნულიდან გამომდინარე:

1. საქართველოში უნდა აღდგეს ელექტროსამდუღებლო მოწყობილობათა საწარმო;
2. დაჩქარდეს ადგილობრივი მასალების მოძიება და სამრეწველო დამუშავება დაფარული ელექტროდების, ფლუსების და ფხენილგულა მავთულებისთვის საჭირო კომპონენტების საწარმოებლად.
3. ქვეყნის მასშტაბით ფართოდ დაინერგოს დადუღების მეთოდით მწყობრიდან გამოსული დეტალების აღდგენა.
4. მომზადდეს მაღალი კვალიფიკაციის შემდუღებლები ყველა სახის სამდუღებლო სამუშაოებისათვის, გაძლიერდეს კონტროლი შენადული კონსტრუქციების სიმტკიცის გამოსავლენად, სასწრაფოდ იქნას მიღებული შემდუღებელთა ატესტაციის წესები.

4.7. რუსთავის მეტალურგიული ქარხანა და სხვა ფოლადმწარმოებელი კომპანიები

1940 წელს საბჭოთა ხელისუფლებამ მიიღო გადაწყვეტილება თბილისთან ახლოს მეტალურგიული ქარხნის მშენებლობის შესახებ, თუმცა ამ მშენებლობას ხელი შეუშალა მეორე მსოფლიო ომის დაწყებამ. 1943 წელს ხელისუფლების აღნიშნული გადაწყვეტილება კვლავ აქტუალური გახდა ქართველმა გეოლოგებმა მეტალურგიული ქარხნის მშენებლობისთვის ხელსაყრელი ადგილის შერჩევა დაიწყო და არჩევანი რუსთავის ნაქალაქარზე შეაჩერეს. 1944 წლის აპრილის დასაწყისში საფუძველი ჩაეყარა რუსთავის მეტალურგიული ქარხნის მშენებლობას. 1950 წლის 27 აპრილს პირველი რუსთავული ფოლადის ტალღამ გზა გაიკვლია ციციხისკენ. 1953 წელს გაიშვა პირველი ბრძმედი, ხოლო 1954 წელს მეტალურგიული ქარხანა მთელი დატვირთვით ამუშავდა.

მეტალურგიული ქარხნის ძირითად სანედლეულო ბაზებს წარმოადგენდა ტყიბულისა და ტყვარჩელის საკოქსე ქვანახშირი, დაშქესანის (აზერბაიჯანი) რკინის მადანი და ადგილობრივი საფლუსე მასალები.

რუსთავში იწარმოებოდა კოქსი, ქიმიური პროდუქტები (ამიაკი, ბენზოლი და სხვა), აგლომერატი, თუჯი, ფოლადი, მზა ნაგლინი, ცხლად და ცივად ნაგლინი უნაკერო მიღები, პერიოდული პროფილები, გლინულა, მავთულები და ა.შ.

რუსთავის მეტალურგიული ქარხანა საბჭოთა სივრცეში გამოირჩეოდა განსაკუთრებულად ვრცელი და დასრულებული ტექნოლოგიური ციკლით, კოქსის მიღებიდან მიღების ანტიკოროზიულ დაფარვამდე. მისი პროდუქციის რეალიზაცია ხორციელდებოდა, როგორც საბჭოთა სივრცეში, ასევე

იგზავნებოდა ექსპორტზე 27 ქვეყანაში. რუსთავის მიღებს და ნაგლინს მოიხმარდა მეურნეობის სხვადასხვა დარგი და მათ შორის ნავთობ და გაზომომპოვებელი, სამშენებლო, სამანქანათმშენებლო მრეწველობა და სხვა.

რუსთავის მეტალურგიული ქარხანა გასული საუკუნის 50-60 წლებში წარმოადგენდა იმ დროისათვის მოწინავე ტექნოლოგიებითა და მოწყობილობებით აღჭურვილ სამრეწველო ობიექტს. როგორც ზემოთ აღინიშნა აქ არა ერთი მსოფლიო მნიშველობის სამეცნიერო-ტექნიკური სიახლე დაინერგა. მათ შორის პირველად მოხდა 1,2 კმ სიგრძის მილსაგლინავი აგრეგატის “400”-ის ტექნოლოგიური ხაზის კომპლექსური მექანიზირება და ავტომატიზაცია. ეს სამუშაოები კომბინატის საინჟინრო პერსონალის მიერ დამოუკიდებლად იქნა შესრულებული. გაშვებულ იქნა აგრეთვე ფოლადის უწყვეტი ჩამოსხმის რადიალური ტიპის აგრეგატი, რომლის დაპროექტებასა და ექსპლუატაციაში გაშვებაში აქტიურად მონაწილეობდნენ მოსკოვისა და ხარკოვის შესაბამისი პროფილის ინსტიტუტები და ფ. თავაძის მეტალურგიის ინსტიტუტი.

დღეს, რაც მეტად მნიშვნელოვანია რუსთავის პროდუქციას ხარისხის საერთაშორისო სერტიფიკატები API, 5L, JP5ST, JSO აქვს მინიჭებული.

უკანასკნელი ცნობებით რუსთავის მეტალურგიულ წარმოებაში საფუძველი ჩაეყარა ახალი 15 ტონიანი ელექტრორკალური ღუმელის მშენებლობას. დაწყებულია ფუნდამენტის გათხრის პროცესი. ახალი ღუმელი დაახლოებით 300 კაცს დაასაქმებს და სერიოზული ნაბიჯია ქარხნის აღორძინების გზაზე. პროექტი ითვალისწინებს 12 მილიონიან ინვესტიციას. პარალელურად ამავე ქარხანაში მოქმედებს 2 იმპორტული - ინდუქციური ფოლადსადნობი ღუმელი, თითოეული 12 ტ წარმადობის და ამავე ტიპის 2 ღუმელი მონტაჟის პროცესშია. საამქრო აღჭურვილია “ციცხვღუმელის” ტიპის და უწყვეტი ჩამოსხმის აგრეგატებით. ჩამოსხმული ფოლადის დანიშნულება არის პერიოდული პროფილის ნაგლინის ანუ არმატურის წარმოება, რისთვისაც მოიხმარება არსებული საგლინავი დგანი 160 ათასი ტონა წარმადობით. სულ არსებული და მშენებარე ღუმელების გათვალისწინებით ფოლადის წარმოების საერთო მოცულობა დაუახლოვდება 200 ათას ტონას.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, გარდა რუსთავის მეტალურგიული ქარხნისა საქართველოში ფუნქციონირებს რამოდენიმე მეტალურგიული პროფილის საწარმო:

1. შპს “ჯეოსტილი”, რუსთავი (ყოფილი ამწემშენებელი ქარხნის ტერიტორია) ქარხანა აღჭურვილია 35 ტონიანი 1 ელექტრორკალური ღუმელით 6,5 მგვ სიმძლავრის ტრანსფორმატორით, “ციცხვი-ღუმელი” 40ტ-ანი რკალური ტიპის ორნაკადიანი უწყვეტი ჩამოსხმით. ნამზადის ზომა 130x130 მმ წლიური მწარმოებლობა 200 000 ტ თხევადი ლითონი.

2. “რუსთავი ინდუსტრალ გრუპ” - საამქროში დამონტაჟებულია 2 რკალური ღუმელი, თითოეული 2,5 ტონიანი, რომლებშიც დნება ფოლადი შეკვეთების მიხედვით სამთო მრეწველობის წისქვილებსათვის საჭირო ბურთულების დასამზადებლად. წელიწადში დაახლოებით 60-80 ტონა.

3. რუსთავის წვრილსორტული საამქრო (ყოფილი ქარხანა “ცენტროლიტი”) აღჭურვილია ორი ხაზოვანი დგანით “350”. ერთი აწარმოებს პერიოდულ პროფილს (არმატურა), მეორეს დანიშნულებაა სხვადასხვა პროფილის ფოლადის პროდუქციის გამოშვება.

ქ. ქუთაისში მოქმედებს ინდურ-ქართული კომპანია “ევრაზიან სტეელ” - ქუთაისის მეტალურგიული ქარხანა “ჰერკულესი”, რომელიც აღჭურვილია 30 ტონიანი 1 რკალური ღუმელით, ტრანსფორმატორი სიმძლავრით 7 მეგავატი, წლიური საპროექტო სიმძლავრე (ნორმალური დატვირთვის პირობებში) შეადგენს 150 ათას ტონა თხიად ლითონს არმატურის წარმოებისათვის.

ქარხანას გააჩნია ციციხე-ღუმელის 40 ტონიანი დანადგარი და უწყვეტი ჩამოსხმის მანქანა, აგრეთვე საგლინავი დგანი არმატურისათვის.

უკანასკნელი ინფორმაციული მასალები იუწყებიან, რომ ქ. ფოთში ქართულ-თურქული კომპანია “ქურუმ სტილ ჯორჯია” იწყებს 2013 წლიდან მეტალურგიული ქარხნის მშენებლობას. საინტერესო ფაქტია, რომ აღნიშულმა კომპანიამ უკვე გააფორმა ხელშეკრულება “ენგურჰეს“-თან 2013-2023 წლებში ელექტროენერჯის მიწოდებაზე საკმაოდ სოლიდური რაოდენობით 300 მლნ კვტ.სთ -80 მგვტ სიმძლავრით.

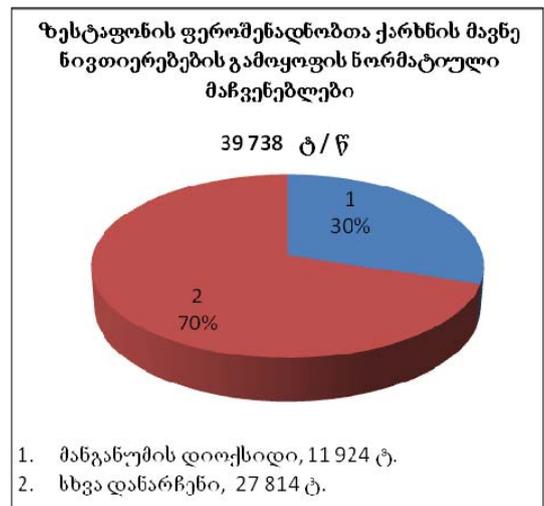
5. ტექნოგენური წიაღისეულის რეციკლირების პერსპექტივა

5.1. ჭიათურმანგანუმისა და ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხნის საწარმოო (ტექნოგენური) ნარჩენები

საქართველოს სამთო-მეტალურგიული დარგის ტექნოლოგიური პროგრესის სარეზერვო კატეგორიებად უნდა მივიჩნიოთ ისეთი საწარმოო ნარჩენების უტილიზაცია-რეციკლირების ტექნოლოგიების დამუშავება, როგორიცაა მანგანუმის მადნის გამდიდრების შლამები (Mn 12-15%, ცხრილი 5.1), ელექტროლუმენებიდან გამონაბოლქვი მტვერი (Mn 20-24%, ცხრილი 5.2), ამ უკანასკნელის ღია ატმოსფერულ პირობებში დასაწყობებული შლამი (სურათი 5.1, 5.2) თხევადი ლითონის თანმსხები მანგანუმშემცველი წიდა (სურ. 5.3) და სილიკომანგანუმის ჩამოსხმისა და შოთების დაქუცმაცება-დახარისებისას წარმოქმნილი არაკონდიციური დაწიდიანებული ლითონური ნარჩენი (სურ. 5.4, 5.5, 5.6). ნარჩენების უტილიზაცია-რეციკლირების საკითხის განხილვისას, ასევე გასათვალისწინებელია რუსთავის ელექტროლიტური მანგანუმის დიოქსიდის საწარმოს ნარჩენი შლამების (Mn 25-30%) ელექტრომეტალურგიული გადამუშავების საკითხიც. ნიშანდობლივია ის გარემოება, რომ დღემდე კომპლექსურად არ შესწავლილა და არ დამუშავებულა ზემოთ ჩამოთვლილი ნარჩენებიდან მანგანუმის ამოკრევის პრაქტიკულად განხორციელებადი და ეკონომიკურად და ეკოლოგიურად გამართლებული ტექნოლოგიური სქემები.



სურ. 5.1. სილიკომანგანუმის წარმოებისას გამოყოფილი მანგანუმშემცველი მტვერის გროვა (დაშლამული ატმოსფერული ნალექების ზემოქმედების გამო)

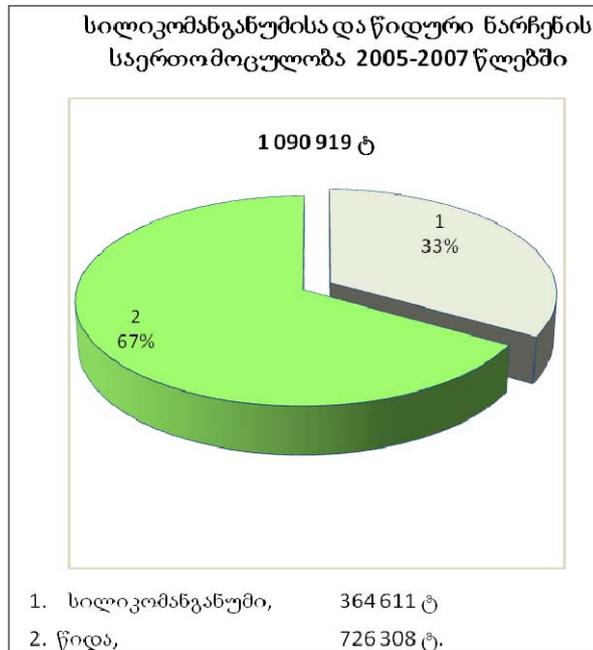


სურ. 5.2 მტვერწარმოქმნის ლიმიტი (99%-ანი ფილტრაციის პირობით)

დანაკარგების შემცირების მიზნით მეტად აქტუალურია მადნის მამდიდრებელი ფაბრიკებიდან გამოყოფილი დიდი რაოდენობის შლამების (25-32%) გამდიდრებისა და მათგან სასაქონლო პროდუქციის მიღების

ტექნოლოგიის სრულყოფაც, რაც გაზრდის წარმოების ტექნიკურ-ეკონომიკურ მაჩვენებლებს და მკვეთრად გააუმჯობესებს გარემოს ეკოლოგიურ სიტუაციას.

ჭიათურის მანგანუმის მადნის გამდიდრებისას წარმოქმნილ შლამებში მანგანუმის შემცველობა (10-14)%-ის ზღვრებშია. იგი წარმოადგენს ჟანგეული და კარბონატული მადნების მექანიკურ ნარევეს. ამ უკანასკნელისაგან მხოლოდ მანგანუმის ამოღების მაღალი ხარისხის უზრუნველყოფა, არ არის საკმარისი. წერილდისპერსიულობის გამო, დანაჯროვნების გარეშე მათი ფეროშენადნობთა წარმოებაში გამოყენება შეუძლებელია. აღნიშნული ნარჩენების ღია ატმოსფერულ პირობებში დასაწყობება კი მნიშვნელოვან ეკოლოგიურ საფრთხეს წარმოადგენს იმერეთის რეგიონისათვის.



სურ. 5.3. წილის წარმოქმნის დინამიკა



სურ. 5.4. სილიკომანგანუმის ჩამოსხმისა და შოთების დაქუცმაცება-დახარისებისას წარმოქმნილი არაკონდიციური დაწილიანებული ლითონური ნარჩენი

დანაკარგების შემცირების მიზნით მეტად აქტუალურია მამდიდრებელი ფაბრიკებიდან გამოყოფილი დიდი რაოდენობის შლამების (25-32%) გამდიდრებისა და მათგან სასაქონლო პროდუქციის მიღების ტექნოლოგიის სრულყოფაც, რაც გაზრდის წარმოების ტექნიკურ-ეკონომიკურ მაჩვენებლებს და მკვეთრად გააუმჯობესებს გარემოს ეკოლოგიურ სიტუაციას.

ამ მხრივ არსებული გამოცდილება მსოფლიო მასშტაბებითაც კი ძალზედ მწირია და თანამედროვეობის წინაშე მდგარი ეკოლოგიური პრობლემების სიმწვავე რომ არა, ალბათ კიდევ კარგა ხანს დარჩებოდა სპეციალისტების ყურადღების მიღმა. საქართველო ამ მხრივ, ჯერ-ჯერობით დიდად ჩამორჩენილი არ გახლავთ, მაგრამ თუ დროულად არ მოხდა ტექნოგენური ნარჩენების რეციკლირების დარგის სათანადო ხელშეწყობა და ტექნიკური განვითარება, ჩვენ შესაძლოა ამ მხრივაც არსებითად ჩამოვრჩეთ.

ჭიათურის მანგანუმის მადნის გამდიდრების შლამების

ფრაქციული დახასიათება

ცხრილი 5.1.

ფრაქციულობა (მმ)	გამოსავალი ოპერაციიდან (%)	ქიმიური შემცველობა (%)	
		Mn	CaO
+1,0	3,1	14,9	3,0
-1,0+0,5	3,4	11,8	4,1
-0,5+0,2	22,1	13,0	4,2
-0,2+0,16	26,3	13,0	3,5
-0,16+0,074	32,1	12,8	2,8
-0,074+0,043	9,8	11,8	3,0
-0,043	3,2	12,7	4,2
შლამი სულ	100,0	12,8	3,1

ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხნის მანგანუმშემცველი მტკერის ქიმიური და გრანულომეტრული შემადგენლობა

ცხრილი 5.2.

ქიმიური ელემენტი	Mn	P	C	Fe	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃
შემცველობა, %	14-24	0,06	2-4	1-2	25-30	31,4	1-2

ფრაქცია, მკმ	200-50	50-10	10-5	5-1
რაოდენობა, %	42,54	28,66	16,72	11,67



სურ. 5.5. სილიკომანგანუმის წარმოების ლითონჩანართიანი წილა – ტექნოგენური ნედლეული სილიკომანგანუმის რეციკლირებისათვის



სურ. 5.6. გადამუშავების ნარჩენი აგრეგატული შლამი და წყლით სეპარაციის ლექი

მიზანშეწონილად მივიჩნევთ საკვლევ-საძიებო სამუშაოების გაგრძელებას ნარჩენების გრანულირების (დაგუნდავების), ბრიკეტირების, აგლომერირებისა და კონგლომერატების წარმოების ახალი ენერგოდამზოგავი ტექნოლოგიების განვითარების მხრივ. ამ მიმართულებებში არსებობს ფასეული გამოცდილება და ინოვაციური ტექნიკური გადაწყვეტების შემცველი რიგი წინადადებები, რომელთაც პრაქტიკული განხორციელების შანსი უნდა მიეცეთ.

აღსანიშნავია, რომ დღეისათვის, ჭიათურა-ზესტაფონის სამრეწველო კომპლექსის წიღური ნარჩენების სამრეწველო მასშტაბებით უტილიზაცია-რეციკლირებაზე ოფიციალურად სპეციალიზებულია საწარმო “ეკომეტალი”, რომლის საქმიანობის ძირითად მიზანს წარმოადგენს ქ. ზესტაფონში და მის მიმდებარე ტერიტორიებზე არსებულ წიდასაყარებზე წლების მანძილზე დაგროვილი ე.წ. ქერქული ნარჩენების გადამუშავება და მეტალური სილიკომანგანუმის (SiMn 17) ამოღება და რეალიზაცია. საწარმოს გეგმიური წლიური წარმადობა შეადგენს 300 000 ტონა ტექნოგენური “ნედლეულის” გადამუშავებას. წიდასაყარებზე “ნედლეულის” მოპოვება წარმოებს

საქართველოს გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების სამინისტროს მიერ, შპს “დინექსი-2002”-ს და შპს “მარჯანი-5”-ის სახელზე გაცემული, სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვების ლიცენზიების, სალიცენზიო პირობების გათვალისწინებით. აღნიშნული ნარჩენიდან ლითონური სილიკომანგანუმის გამოსავალი 5-10%-მდე ზღვრებში მერყეობს, დანარჩენი წილი კი, შლამის სახით კვლავ ნარჩენებად რჩება.

5.2. ლითონთა ბიოტექნოლოგია

ტექნოგენური ნარჩენების რეციკლირების პროცესში განსაკუთრებული ყურადღება უნდა დაეთმოს ისეთ ინოვაციურ მეთოდებს, რომელნიც გამოირჩევიან თავისი ენერგოდამზოგავობითა და ეფექტიანობით. ერთ-ერთი ასეთი მიმართულებაა ლითონთა ბიოტექნოლოგია, რომელიც სწრაფად განვითარებად მიმართულებაა მიჩნეული მსოფლიოში. ამ მიმართულებით სსიპ ფერდინანდ თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტის ლითონშემცველი ტექნოგენური ნარჩენების რეციკლირების ლაბორატორიაში წარმოებს კვლევითი სამუშაოები მანგანუმშემცველი საწარმოო ნარჩენებიდან, სპილენძიშემცველი მადნებისა და გამდიდრების ნარჩენებისაგან მანგანუმისა და სპილენძის ბიოტექნოლოგიური (ბაქტერიული) ექსტრაქციის მიმართულებით, ასევე მიმდინარეობს სამუშაოები მადნეულის სულფიდური მადნებიდან და წარმოების ნარჩენებიდან ოქროს ბაქტერიული გამოტუტვის მიმართულებით. შედეგები დადებითი და იმედის მომცემია.

პროცესი მიმდინარეობს ოთახის ტემპერატურაზე და არ საჭიროებს ტემპერატურული რეჟიმებისა და წნევის პირობების ხელსაყრელ შექმნას. ტექნოლოგია ითვალისწინებს მანგანუმშემცველი ნარჩენებისაგან მანგანუმის სულფატის მიღებას ავტოტროფული ბაქტერიების *Th.ferrooxidans* გამოყენებით, რომლისათვისაც ენერგეტიკულ მასალას წარმოადგენს პირიტული კონცენტრატი ან პირიტის შემცველი საწარმოო ნარჩენი. ბაქტერიული გამოტუტვის პროცესის ხანგრძლივობა საშუალოდ 10 დღე-ღამეს შეადგენს. საწარმოო ნარჩენებს არ სჭირდება წინასწარი მომზადება და იგი პირდაპირ ერევა პირიტს, ან პირიტის შემცველ საწარმოო ნარჩენს. ამ ორი კომპონენტის მასათა თანაფარდობა დამოკიდებულია ნარჩენში მანგანუმისა და პირიტის პროცენტულ შემცველობაზე. კომპონენტების შერევის შემდეგ ნარევეს, მასიდან გამომდინარე, ემატება განსაზღვრული ოდენობის კულტურალური ხსნარი, რომელიც შეიცავს მიკრო ორგანიზმებს და მზადდება სპეციალურ ფერმენტატორებში. კულტურალური ხსნარი მიიღება თბილისის გეოთერმული წყლებიდან სპეციალური რეჟიმით გამოყოფილი სასურველი მიკროორგანიზმების ინტენსიური გამრავლებისათვის საჭირო ხელსაყრელ პირობებში. გამოსატუტი ხსნარის მომზადების შემდეგ, მიკროორგანიზმების სიცოცხლის უნარიანობის შენარჩუნებისა და ინტენსიური გამრავლების უზრუნველსაყოფად ნარევეში ხორციელდება ჰაერის მიწოდება განსაზღვრულ რეჟიმში და გარკვეულ პირობებში. საბოლოო სახით მიღებული ხსნარი წარმოადგენს მანგანუმის სულფატის წყალხსნარს, კონცენტრაციით 50 გრ/ლ. ხსნარის მოხსნის შემდეგ მანგანუმის სულფატის გამოკრისტალდება ხორციელდება ცნობილი მეთოდებით. გამოკრისტალებული მანგანუმის სულფატი 31% მანგანუმს შეიცავს. მიღებული კონცენტრაციის ხსნარი სრულიად აკმაყოფილებს მანგანუმის დიოქსიდისა და ლითონური მანგანუმის მისაღებად საჭირო ელექტროლიტური ხსნარის მოთხოვნებს.

მეტად პერსპექტიულია ბიოტექნოლოგიური მეთოდებით ოქროს გამოტუტვა. ცნობილია, რომ ოქროს გამოტუტვის გრავიტაციული და ფლოტაციური მეთოდებით ოქრო მადნიდან თავისუფლდება მარცვლების ან არგენტის სახით, ხოლო მინერალებში ჩაწინწკლული ძნელად ხსნადი ოქრო რჩება მადანში ან სხვა მინერალებთან ერთად გადადის კონცენტრატებში სულფიდური სპილენძის ან ტყვიის სულფიდის სახით.

ოქროს დალექვა ხსნარებიდან შესაძლებელია სტანდარტული მეთოდით ფხვნილისებრ თუთიაზე დალექვით. მადნის (80-90 %) დაქუცმაცებისას 0,074 მმ ფრაქციამდე, სადაც დალექვის ხარისხი შეადგენს 95-97 %-ს.

ოქროს შემცველი მადნებიდან ოქროს ტუტე ლითონების ციანიდის ხსნარებით გამოტუტვის პროცესში იკარგება ძვირფას ლითონთა მნიშვნელოვანი წილი, ამასთან დაბალია ოქროს ხსნარში გადასვლის მაჩვენებელი, ციანიდის გამოყენება კი მოითხოვს კუდებისა და გამდინარე წყლების გაუვნებელყოფას გარემოს დაბინძურების თავიდან აცილებისათვის.

სულფიდურ მადნებში, რომლებიც მცირე რაოდენობით შეიცავენ რკინას, სულფიდურ და ოქსიდურ ნაერთებს, ოქრო წვრილდისპერსიული ნაწილაკებითაა ჩაწინწკლული. ამ შემთხვევაში ტრადიციული მეთოდით წარმოებული გამოტუტვის პროცესის უარყოფით მხარედ ითვლება ოქროს გამოტუტვის დაბალი გამოსავალი (60-80 %) და პროცესის მაგნე ეკოლოგიური ზეგავლენა გარემოზე.

ოქროსშემცველი სულფიდური მადნებიდან ოქროს ბაქტერიული გამოტუტვა ferroxidans-ის გამოყენებით დღევანდელი შედეგების მიხედვით უზრუნველყოფს ოქროს გამოსავალიანობას 77,5%, პროცესის ხანგრძლივობა კი შეადგენს 49 დღეს.

ბაქტერიული გამოტუტვის მეთოდი უზრუნველყოფს ოქროს და თანმდევი ლითონების ხსნარში გადაყვანას, ნედლეულის კომპლექსურ გამოყენებას, ენერგეტიკული რესურსების მინიმალურ დანახარჯებს, წარმოების ნარჩენებით გარემოს დანაგვიანების მინიმუმაციას და სხვა.

5.3. მანგანუმშემცველი წვრილდისპერსიული ტექნოგენური ნარჩენების თერმოაქტივიზაციისა და ცენტრიდანული აჩქარების ველში მანგანუმის თმს მეთოდებით აღდგენის ტექნოლოგია

ეს ინოვაციური ტექნოლოგია მუშავდება სსიპ ფერდინანდ თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტის ლითონშემცველი ტექნოლოგიური ნარჩენების რეციკლირებისა და თვითგავრცელებადი მაღალტემპერატურული სინთეზის (თმს) პრობლემების ლაბორატორიებში.

ტექნოლოგია ითვალისწინებს მანგანუმის უანგეულების შემცველი წვრილდისპერსიული კომპონენტების შერევას აღმდგენელი ალუმინის ფხვნილთან, ნარევის გაერთგვაროვნებას, განთავსებას სარეაქციო ტიგელში და რეაქციის ელექტრონაპერწკლურ ინიცირებას ცენტრიდანული ძალების მოქმედების ველში.

ნიშანდობლივია, რომ აღნიშნული ტექნოლოგიის მარტივი ინტერპრეტაციით შესაძლებელია აღდგენითი რეაქციის წარმართვა ცენტრიდანული აჩქარების ველის გარეშე, უშუალოდ ფოლადმიმდებ ციციხეებში. მაღალტემპერატურული თხევადი მასის თბური ზემოქმედება მანგანუმშემცველი ნარჩენის ბრიკეტში ადაგზნებს მასში სპეციალურად, თერმული აქტივიზაციის მიზნით შეყვანილ აღმდგენელ ელემენტს, რომელიც თავის მხრივ, წარმართავს თვითგავრცელებად

ეგზოთერმულ რეაქციას. მაღალ ტემპერატურული რეაქციის შედეგად სინთეზირებული ლითონური და არალითონური ფაზები ბუნებრივი გრავიტაციის გავლენით, პროცესის მსვლელობაშივე განცალკევდებიან და ავტომატურად იხსნებიან დასამუშავებელი ნაღობის ლითონურ და წიდურ შრეებში. აღნიშნულ ნარჩენებში მანგანუმის ჟანგეულებთან ერთად მნიშვნელოვანი რაოდენობითაა სილიციუმის ჟანგეულებიც. პროცესის მიმდინარეობისას აღდგება სილიციუმიც. ტექნოლოგია გამოირჩევა თავისი სისწრაფით, ენერგოეფექტურობითა და მაღალმწარმოებლობით.

საქართველოსათვის, როგორც მეტალურგიული მრეწველობის მხრივ კავკასიის რეგიონში ლიდერი ქვეყნისათვის, მისი ეკონომიკის სწრაფად რეფორმირების აუცილებლობის მოთხოვნიდან გამომდინარე, აღნიშნულ მიმართულებებზე მუშაობა ნამდვილად პრიორიტეტულ საქმედ უნდა ჩაითვალოს, რადგანაც მრავალი ათწლეულის მანძილზე დაგროვილი მილიონობით ტონა საწარმოო ნარჩენების კვლავწარმოებაში დაბრუნება, რასაც ამჟამად კიდევ ემატება მიმდინარე წარმოების მიერ გამოყოფილი ნარჩენები, არსებითი ეკონომიკური და ეკოლოგიური ეფექტის მომტანია.

5.4. რუსთავის მეტალურგიული ქარხნის წიდასაყარი

რუსთავის მეტალურგიულ ქარხანაში პირველი ფოლადის გამოღობის დღიდან (1950წ) ქარხნის სამხრეთ-აღმოსავლეთით, დაბა გარდაბნის მიმართულებით, მდინარე მტკვრის მარცხენა ნაპირზე გამოიყო ტერიტორია მარტენის საამქროს წიდასაყარისათვის, ხოლო ბრძმედის საამქროს ამოქმედების შემდეგ (1953წ) ბრძმედის წიდასაყარისათვის. ათწლეულების განმავლობაში ამ ტერიტორიებზე დაგროვდა დიდი რაოდენობით წიდა, რამაც გამოიწვია წიდასაყარის გაფართოვება მარტენის №2 წიდასაყარის სახით (სურათი 5.7.).

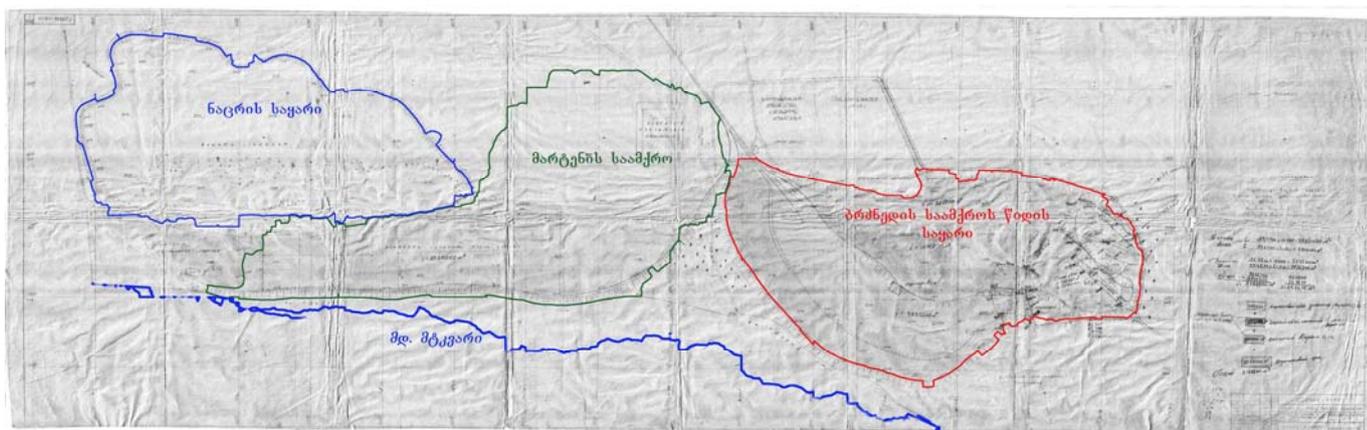
როგორც ცხრილი 5.3 ჩანს წიდას უკავია 110 ჰა-მდე ფართობი. 2.6 ცხრილის მონაცემების გათვალისწინებით, წიდას ეს მასა შეიცავს 2000000 ტ FeO –ს, ანუ 1600000 ტ რკინას. ეს საკმაოდ დიდი რესურსია, მითუმეტეს თუ გავითვალისწინებთ, რომ ამ ტერიტორიაზე წლების განმავლობაში გროვდებოდა დიდძალი რკინის აღურიცხავი ჯართი ჩაყინული ლითონის (“კოხიოლი”), მწყობრიდან გამოსული ციციხეების, აგრევატების კვანძებისა და სხვათა სახით. წიდიდან მაგნიტური სეპარაციით რკინის ამოღების შემდეგ დარჩენილი მასა შეიძლება გამოყენებულ იქნას საწყის ნედლეულად ცემენტის წარმოებაში, რაც კიდევ უფრო მიმზიდველს ხდის რუსთავის წიდასაყარის რეციკლირების პრობლემას.

წიდასაყარის მახასიათებლები

ცხრილი 5.3

	ფართი 1000კვ.მ	მოცულობა 1000კბ.მ	წონა 1000ტ.	FeO-ს შემცველობა 1000ტ.
ბრძმედის წიდასაყარი	530	3830	15300	460 (2-4% FeO)
მარტენის წიდასაყარი №1	98	980	3900	97(2-3% FeO)
მარტენის წიდასაყარი 2	330	3300	13000	1300(10% FeO)
შერეული (ბრძმედისა და მარტენის) წიდასაყარი	106	1060	4200	210(5% FeO)
სულ	1060	9170	36700	2070

წილის დასახელება	ქიმიური ანალიზი, %						
	SiO ₂	CaO	MgO	MnO	FeO	Al ₂ O ₃	CaO
ბრძმედის	36-38	40-42	2-5	2-3	2-4	8-10	5-6
მარტენის №1	24-26	37-38	10-12	8-9	10-12	3-5	P ₂ O ₅ -0,9
მარტენის №2	22-23	45-48	8-9	2-3	2-3	4-7	P ₂ O ₅ -0,6



სურ. 5.7. რუსთავის წილასაყარის გეგმა



სურ. 5.8. რუსთავის გეგმა

5.5. ნაცარი და ნახშირის გამდიდრების კულები

ამჟამად, რუსთავის მეტალურგიული ქარხანის მიდამოებში, თბოელექტროსადგურის მახლობლად დაგროვილია 2 მილიონ ტონამდე ნაცარი. ნაცარსაყარზე, რომლის ფართობიც მიახლოებით შეფასებით 150 ჰა-ს შეადგენს, იყრებოდა თბოსადგურის, ვალეს მაღალი ნაცრიანობით გამორჩეულ ნახშირებზე ექსპლუატაციის პერიოდში (1956-1985წ) გამომუშავებული ნაცარი.

ექსპერტების აზრით ტყიბულში 7 მილიონ ტონამდე ნახშირის გამდიდრების ნარჩენებია.

დასახელებული ნარჩენები ალუმინისა და სილიციუმის ოქსიდების მაღალი ჯამური შემცველობით გამოირჩევიან (ცხრილი 5.5) და შეიძლება გამოყენებულ იქნან როგორც საწყისი პროდუქტი ფეროსილიკოალუმინის საწარმოებლად. მათი გადამუშავების აუცილებლობა განპირობებულია, აგრეთვე ნარჩენების გარემომცველ ბუნებაზე მავნე ზემოქმედებით.

**ტყიბულის ნახშირისა და მისი გამდიდრების ნარჩენების
ნაცრების შედგენილობა**

ცხრილი 5.5

კომპონენტები %	ნახშირის ნაცარი	გამდიდრ. ნარჩენ. ნაცარი	თბოელექტროსადგურის ნაცარი
SiO ₂	50-54	50-54	33
Al ₂ O ₃	28-32	29-32	65
CaO	3,5-4,5	3,5-4,5	
MgO	1,3-1,5	1,2-1,5	
Fe ₂ O ₃	8-10	8-10	7-8

5.6. ამომჭმელი ხსნარების გადამუშავება

მეტალურგიული პროდუქციის, განსაკუთრებით ნაგლინის ზედაპირის დასამუშავებლად, ჟანგისა და ხენჯის მოშორების მიზნით, იხმარება გოგირდიანი მარილმჟავას წყალხსნარები (ამომჭმელი ხსნარები). ნამუშევარი მჟავა ხსნარები წარმოადგენენ წარმოების მავნე ნარჩენებს, რომლებიც შეიცავენ 0,5-4,5% მჟავებს, გოგირდოვან ან ფოსფოროვან ნაერთებს, მძიმე მეტალების იონებს, დიდი კონცენტრაციით მარილებს (250-325 მგ/ლ რკინის სულფატების ან ქლორიდების სახით და სხვა), რაც უქმნის გარემოს გამოუსწორებელ ეკოლოგიურ საფრთხეს.

წარმოების მავნე ნარჩენებში, გადამუშავებულ მჟავა ხსნარებში, ზღვრული მინარევების შემცირება, სრული ნეიტრალიზაცია და მათგან სახალხო მეურნეობისათვის სასარგებლო პროდუქტების მიღება ერთ-ერთი აქტუალური მიმართულებაა და ამჟამად მიმდინარეობს როგორც ცნობილი, ასევე ახალი, უფრო ეფექტური მეთოდების დამუშავება. არანაკლებ საყურადღებოა რესურსდამზოგი, უნარჩენო ან მცირენარჩენიანი ეკოლოგიურად გამართლებული ტექნოლოგიური პროცესების დამუშავება და წარმოებაში ათვისება-დანერგვა.

ამჟამად ერთ-ერთ პერსპექტიულ მეთოდს წარმოადგენს მჟავა ხსნარების გადამუშავება ამიაკშემცველი ნაერთებით, რომლის უპირატესობას სხვა ცნობილ მეთოდებთან შედარებით წარმოადგენს მისი უნივერსალობა, ანუ ყველანაირი

სახის მანე ხსნარების გადამუშავება განურჩევლად მისი მჟავიანობისა და მინარევების კონცენტრაციისა. ეს მეთოდი უზრუნველყოფს მჟავა ხსნარების სრულ ნეიტრალიზაციას და სახალხო მეურნეობისათვის გამოსადეგ პროდუქტების მიღებას. ასე, მაგალითად, 5000 ტ გოგირდმჟავა ამომჭმელი ხსნარების (275-300 მგ/ლ FeSO_4 და 4-6% H_2SO_4) გადამუშავების შემთხვევაში შესაძლებელია მიღებულ იქნას 1700 ტ მინერალური სასუქი - ამონიუმის სულფატი (მშრალ მასაზე 21% აზოტის მასური წილით) და 850 ტ რკინის მაგნიტური ოქსიდი (68,5%Fe; 0,2-0,3%C; 0,15-0,25Mn, 1-2,5%S; 0,5%P, 0,15% Si). ეს უკანასკნელი წარმოადგენს საწყის ნედლეულს ხარისხიანი ფხვნილოვანი რკინის, მხატვრული კერამიკის, მოსაპირკეთებელი დეკორატიული ფილების, სამშენებლო შეფერილი აგურის და კრამიტის საწარმოებლად.

ფ.თავადის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტის მიერ დამუშავებული ტექნოლოგიისა და საპროექტო მონაცემების საფუძველზე ინსტიტუტ “საქეპრომეზი“-ს, “მეტანოლპროექტი“-ს, რუსთავის მეტალურგიული კომბინატის და ს/გ “აზოტის” საკონსტრუქტორო ბიუროების მიერ დაპროექტდა და რუსთავის მეტალურგიული კომბინატის მილადიდვის საამქროს ბაზაზე შეიქმნა გოგირდმჟავა ამომჭმელი ხსნარების კომპლექსური გადამუშავების სამრეწველო უბანი, სადაც ათვისებულ და დანერგილ იქნა წარმოების მანე ნარჩენების გოგირდმჟავა ამომჭმელი ხსნარების გადამუშავების ტექნოლოგია.

ამჟამად, რუსთავის მეტალურგიული კომბინატი პრაქტიკულად აღარ აწარმოებს ნაგლინ პროდუქციას და შესაბამისად უფუნქციოდაა დარჩენილი მანე ხსნარების გადასამუშავებელი უბანი. ამან გამოიწვია დანადგარ-მოწყობილობების მწყობრიდან გამოსვლა: დაჟანგულია უნიკალური ФПАКМ-25 ტიპის ფილტრ-პრესები, სალექარები, შლამის შემგროვებლები, ამონიუმის სულფატის წყალხსნარების საცავები, მილგაყვანილობები და სხვა კომუნიკაციები.

დამუშავებული ტექნოლოგიის მიმართ დაინტერესების შემთხვევაში ინსტიტუტს შეუძლია გადასცეს დაინტერესებულ ორგანიზაციას (ფირმას) წარმოების მანე ნარჩენების - მჟავა ხსნარების გადამუშავების პროექტი, ან გაუწიოს კონსულტაცია სამრეწველო უბნის რესტავრაცია-აღდგენით სამუშაოებში.

6. სპეციალური მეტალურგია

ამ ნაწილში განხილული საკითხებისთვის შეიძლება მცირე მეტალურგია გვეწოდებინა, ვინაიდან ზემოთ აღწერილი დიდი მეტალურგიისაგან განსხვავებით, აქ წარმოებული პროდუქტების რაოდენობა, მაგალითად სპეციალური ფოლადების სახით, წელიწადში რამოდენიმე ათეული ტონით განისაზღვრება, ხოლო ნახევრადგამტარული მასალებისა – ათეულ კილოგრამებით.

ასეთი პროდუქტების მიღება მეცნიერებატევად სფეროს განეკუთვნება, ფაქიზ მიდგომას საჭიროებს და ქვეყნისთვის უმნიშვნელოვანეს პრობლემათა გადაწყვეტას შეუწყობს ხელს, მათ შორის თავდაცვის სფეროშიც.

6.1. სპეციალური ფოლადები

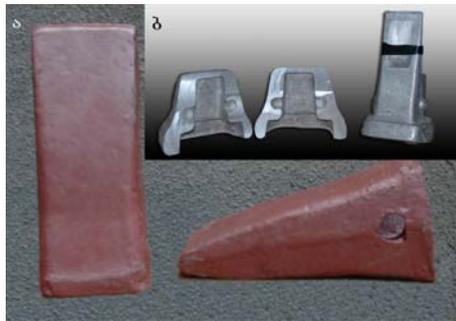
საქართველოში მაღალი სიმტკიცის ფოლადების წარმოების არარსებობის პირობებში მწვავედ დგას “ღირებულება-ეფექტურობის” კრიტერიუმით დაბალანსებული მაღალი მექანიკური თვისებების მქონე სპეციალური დანიშნულების ფოლადების შექმნის აუცილებლობა. გასათვალისწინებელია ის ფაქტი, რომ ერთი ტონა სპეც. დანიშნულების საზღვარგარეთული ფოლადის ღირებულება, ტრანსპორტირებისა და განბაჟების გათვალისწინებით, შეადგენს 5-8 ათას დოლარს. ამასთან პროდუქციის სპეციფიკურობის გამო მისი მიწოდება დაკავშირებულია მნიშვნელოვან, ხშირად დაუძლეველ სიძნელებებთან. აღნიშნულიდან გამომდინარე სპეციალური დანიშნულების ფოლადების შექმნის პრობლემა აქტუალურია და მისი გადაჭრა დადებითად იმოქმედებს არა მარტო საქართველოს თავდაცვის უნარიანობის და უშიშროების განმტკიცებაზე, არამედ დღის წესრიგიდან მოხსნის ძვირად ღირებული სპეციალური დანიშნულების მასალებისგან დამზადებული ნაკეთობების საზღვარგარეთიდან შემოტანის აუცილებლობასაც, რომელიც ხშირად დამოკიდებულია პოლიტიკურ ატმოსფეროზე. (კონიუნქტურაზე)

აღსანიშნავია ისიც, რომ რიგი საპასუხისმგებლო დანიშნულების დეტალებისა, რომლებიც განიცდიან მნიშვნელოვან დარტყმითი ძალების მრავალჯერად ზემოქმედებას, მზადდება სხვადასხვა მარკის მაღალმტკიცე ლეგირებული ფოლადისაგან. ამ ფოლადების სიმტკიცის, პლასტიკურობის და დარტყმითი სიბლანტის მიმართ მოთხოვნები, დროთა განმავლობაში, სწრაფად იზრდება.

ცვეთამედები ფოლადები.

ცვეთამედები ფოლადებისაგან დამზადებული ნაკეთობები ფართო გამოყენებას პოულობენ, როგორც სამოქალაქო (სამთო-მომპოვებელი მრეწველობა, საგზაო მშენებლობა, მიწის დამუშავება და სხვ.), ასევე სამხედრო საქმეშიც. მაგალითად, მუხლუხა მანქანებისათვის განარბენის რესურსი მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული სავალი ზედაპირის რელიეფზე და გრუნტის თვისებებზე. ჩვეულებრივ, 5-10 ათასი კილომეტრი განარბენის შემდეგ მანქანა საჭიროებს სავალი ნაწილის ხახუნზე და დარტყმით – დინამიკურ ზემოქმედებაზე მომუშავე გაცვეთილი დეტალების (მუხლუხას სექცია, მილისა, თითა, ვარსკვლავა და სხვა) შეცვლას. ინტენსიურად ცვდება სხვა სახის ტექნიკის ხახუნზე მომუშავე დეტალებიც (ექსკავატორის დოჯები, ბულდოზერის დანები და სხვ.), რომელთა შემოტანა უცხოეთიდან ხდება და სოლიდურ

თანხებს თხოულობს. ასეთი ტიპის ფოლადების ფასი საერთაშორისო ბაზარზე 1 ტონაზე 10000 \$ აღწევს. ამიტომ მიზანშეწონილია ცვეთამედები ფოლადების წარმოება, მითუმეტეს, რომ ძირითადი მალევირებელი ელემენტი – მანგანუმი, ფერომანგანუმის სახით ზესტაფონის ფეროშენადნობების ქარხანაში იწარმოება.



სურ. 6.1. ცვეთამედები ფოლადისგან დამზადებული დეტალები

ამ მიმართულებით მეტად საინტერესოა ფ. თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტში დამუშავებული ახალი, ნანოოქსიდური სტრუქტურის მქონე ცვეთამედები ფოლადის მიღების ორიგინალური მეთოდი. იგი ითვალისწინებს თხევადი ლითონის დამუშავებას ნანოგანზომილებიანი მასალით. პროტოტიპთან – ჰართფილდის ფოლადთან შედარებით ამ ფოლადის სიმტკიცის, პლასტიკურობისა და დარტყმითი სიბლანტის მახასიათებლები 30%-მდე, ხოლო ცვეთამედებობა, მშრალი ხახუნის პირობებში 25%-მდე იზრდება. ფოლადის შედგენილობა დაცულია ეროვნული პატენტით (საპატენტო განაცხადი №2009 011133).

აღნიშნულიდან გამომდინარე შესაძლებელია ამ ტექნოლოგიით მიღებული, ცვეთაზე მომუშავე დეტალების საექსპლუატაციო ვადის გახანგრძლივება და ადგილობრივ ბაზარზე შემოტანილი იმპორტული საქონელის ადგილობრივი ნაწარმით ჩანაცვლება.

ფოლადები თავდაცვის სფეროსათვის

ამჟამად სულ უფრო მეტ აქტუალობას იძენს სამხედრო კონტიგენტის და ტექნიკის ანტიბალისტიკური დაცვა, რაც უნდა განხორციელდეს მაღალი მექანიკური თვისებების მქონე სპეციალური საჯავშნე ფოლადების საშუალებით. როგორც ზემოთ აღინიშნა ასეთი ფოლადები საერთაშორისო ბაზარზე ძვირია. გარდა ამისა, ისინი სტრატეგიულ მასალათა ჯგუფს მიეკუთვნებიან და, როგორც წესი, ვაჭრობის ობიექტს არ წარმოადგენენ. ეს გვაიძულებს სახელმწიფოებრივი ინტერესებიდან გამომდინარე, თავადვე, ადგილზე ვაწარმოოთ სპეციალური დანიშნულების საჯავშნე ფოლადები ქვეყნისათვის საჭირო რაოდენობით.

დღეისათვის საქართველოში არსებულ მცირე მასშტაბიან ფოლადსადნობ აგრეგატებში შესაძლებელია სპეციალური დანიშნულების ფოლადების გამოდნობა და მისგან საქართველოს შეიარაღებული ძალებისათვის ცვეხლსასროლი იარაღისა და საჯავშნე ნაკეთობების მიღება.

ასეთი ფოლადების წარმოებისათვის შეიძლება გამოყენებული იქნას ქვეყანაში არსებული ამორტიზებული სამხედრო ტექნიკისა და იარაღის ნარჩენები. ამიტომ, უპირველეს ყოვლისა, უნდა აიკრძალოს ასეთი ჯართის გაყიდვა საზღვარგარეთ. ამავე დროს უნდა მოხდეს სპეციალური ჯართის დახარისხება მარკების მიხედვით და მათი დაფასოება. ასეთი ღონისძიებების ჩატარების შედეგად შესაძლებელია საქართველოში წელიწადში გადავადნოთ 50-

70 ტ. სპეცფოლადი და ვაწარმოთ მაღალი ხარისხის სამოქალაქო და სამხედრო დანიშნულების პროდუქცია.

საქართველოს გააჩნია სამეცნიერო-ტექნიკური პოტენციალი, ტექნოლოგიური აღჭურვილობა და ინტელექტუალური რესურსები (ფ. თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტი, თბილავიამშენი, სსიპ “დელტა” და სხვა), რათა ჩაატაროს საკვლევი სამუშაოები, რომლებიც ითვალისწინებენ სპეციალური დანიშნულების ფოლადების მიღების მეცნიერებადტევადი ტექნოლოგიური პროცესების სრულყოფას, მაღალი ხარისხის ნამზადების მიღების მიზნით.

ტექნოლოგიური ციკლი მოიცავს:

- ლითონის გამოდნობას ფოლადსადნობ აგრეგატში (ინდუქციური ან ელექტრორკალური ღუმელი);
- ფოლადის მიკროლევირებას და მოდიფიცირებას;
- გამდნარი ლითონის ჩამოსხმას ბოყვებში ან უწყვეტი ჩამოსხმის დანადგარზე;
- სხმულის ჭედვასა და გაგლინვას;
- ნამზადის თერმულ დამუშავებას.

აღნიშნული ტექნოლოგიების ათვისების შედეგად სრულიად შესაძლებელია საქართველოს შეიარაღებული ძალებისათვის შეიქმნას საერთაშორისო სტანდარტების შესაბამისი ცეცხლსასროლი იარაღი და საჯავშნე ნაკეთობები.

6.2. ფხვნილთა მეტალურგია და ლითონ-კერამიკული მასალების წარმოება

ფხვნილთა მეტალურგიის მეთოდებით შესაძლებელია სპეციფიური თვისებების მქონე შეცხოვრილი მასალებისა და ნაკეთობების წარმოება, რისი მიღწევაც შეუძლებელია სხვა ცნობილი ტექნოლოგიებით. ასეთ მასალებს მიეკუთვნება ფსევდო და კარბიდის ფუძიანი სალი შენადნობები, ნანო განზომილების ჩანართებით განმტკიცებული კომპოზიციური მასალები, კოროზია, მხურვალ და ცვეთამედვეი ფხვნილოვანი ნაკეთობები, ფორიანი საკისრები, ფილტრები და სხვა მრავალი.

თანამედროვე ფხვნილთა მეტალურგიის მეთოდებით შესაძლებელია საწყისი ფხვნილების გრანულომეტრიული შემადგენლობის, ნაწილაკთა მორფოლოგიის, სიმკვრივის, დენადობის, წნეხადობის და სხვა მახასიათებლების რეგულირებით, მაღალი ფიზიკო-მექანიკური და საექსპლუატაციო თვისებების მქონე ახალი მასალების შექმნა.

მანქანათმშენებლობა, საავიაციო და მეტალურგიული მრეწველობა, ენერჯო სისტემები, სოფლის მეურნეობის მანქანა-მექანიზმები, რკინიგზა, მეტრო, ნავთობმწარმოებელი ორგანიზაციები, ქვის დამამუშავებელი და სამთო-გამამდიდრებელი საწარმოები, საიუველირო, ინდივიდუალური შრომის და სხვა ობიექტები წარმოადგენენ ფხვნილთა მეტალურგიის მეთოდებით დამზადებული პროდუქციის ფართო მომხმარებლებს.

ამჟამად, ამიერკავკასიის რესპუბლიკებში ლითონური ფხვნილოვანი მასალების და მათგან დამზადებული ნაკეთობების წარმოება არ არსებობს, თუმცა მოთხოვნილება ამ ტიპის პროდუქციაზე ყოველწლიურად მატულობს. ამჟამად, მარტო საღ შენადნობებზე მოთხოვნილება ჩვენი ქვეყნის

საწარმოებისათვის შეადგენს უკვე 8 ტონას წელიწადში, რომლის დაკმაყოფილებაც ხორციელდება საზღვარგარეთის ფირმებიდან.

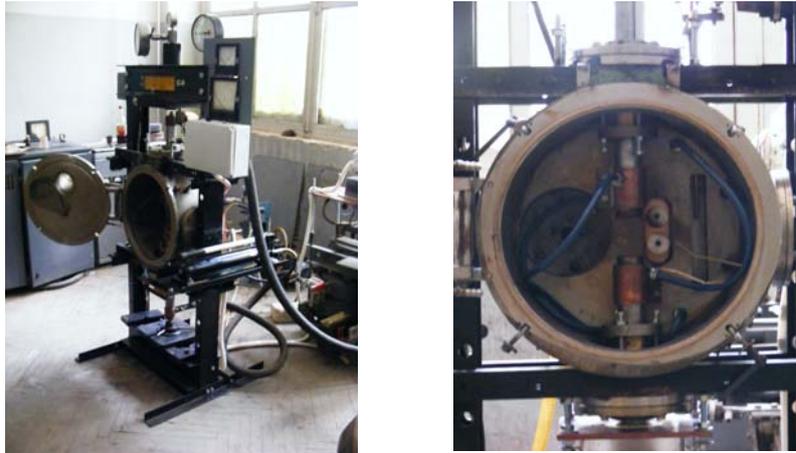
უნდა აღინიშნოს, რომ გასული საუკუნის ოთხმოციან წლებში, მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტი კურირებდა ფხვნილთა მეტალურგიის დარგში განსახორციელებელ რესპუბლიკური და საკავშირო სამეცნიერო-ტექნიკური მიზნობრივი პროგრამებით გათვალისწინებულ სამუშაოებს. ამ საქმიანობაში გაერთიანებული იყო საქართველოს თითქმის ყველა წამყვანი ორგანიზაცია (30-მდე საწარმო). დადგენილი იყო დეტალების ის ნომენკლატურა, რომლის წარმოება ფხვნილთა მეტალურგიის მეთოდებით ეკონომიკურად გამართლებულია. ამ დეტალების უმეტესობა მზადდებოდა თბილისის ელმავალმშენებელ ქარხნის ფხვნილთა მეტალურგიის სპეციალიზებულ უბანზე. ასევე იყო შექმნილი ფხვნილთა მეტალურგიის უბნები თბილისის საავიაციო და ავტოსარემონტო ქარხნებში. ამჟამად არცერთი არ ფუნქციონირებს. იმ შემთხვევაში თუ აღდგება რესპუბლიკის საწარმოებში ფხვნილთა მეტალურგიის უბნები, ინსტიტუტს გააჩნია იმ დეტალების ტექნიკური დოკუმენტაცია და ტექნოლოგიური რუქები, რომელთა წარმოებაც მიზანშეწონილია ფხვნილთა მეტალურგიის მეთოდებით.

მიუხედავად ზემოაღნიშნულისა, მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტში მიმდინარეობს ინტენსიური მუშაობა ფხვნილთა მეტალურგიის მეთოდებით ახალი მასალების შექმნის მიმართულებით. მიღებული ახალი მასალები შესაძლებელია გამოყენებული იქნას საჭრისების, ფრეზების, ფილერების, პრესფორმების, ნავთობსადენი დროსელების და სხვა ნაკეთობების დასამზადებლად. გარდა ამისა დამუშავებულია ტექნოლოგიები ახალი ტიპის მეტალოკერამიკულ კომპოზიციური მასალების შესაქმნელად (CrB, CrB₂, (TiCr)B₂, Cr₃C₂, NiCr - Cr₃C₂, NiCr - TiC, (TiCr)B₂ - Al₂O₃, (TiCr)B₂, Ni-Cu - Al₂O₃, TiC-WC-Co -Ni, WC-Co, TiC-WC-Co-Ni, WC-FeNi და სხვა), რომელთა მიღებაც ამჟამად ცნობილი მეთოდებით პრაქტიკულად შეუძლებელია. ამ ფხვნილებში ეფექტურადაა შეჯერებული ლითონისა და კერამიკის თვისებები, რაც საშუალებას იძლევა დამაკმაყოფილებელი დარტყმითი სიბლანტის პირობებში გაიზარდოს სიმტკიცე. ამ ფხვნილებისაგან დამზადებულმა პროდუქციამ წარმატებით გაიარა გამოცდა ქ.ქ. რიბინსკის, კემეროვოს, კრივოი-როვის საავიაციო ძრავების, რუსთავის მეტალურგიული, თბილისის საავიაციო და ელმავალმშენებელ ქარხნებში.

ახალი, მაღალი ფიზიკურ-მექანიკური და საექსპლუატაციო თვისებების მქონე მასალებით შესაძლებელია, როგორც რთული კონფიგურაციის მქონე დეტალების დამზადება ცხლად შეცხოების მეთოდით, ასევე მექანიზმების გაცვეთილი დეტალების ზედაპირების აღდგენა-განმტკიცება. მექანიზმების, განსაკუთრებით სამხედრო დანიშნულების მანქანების ექსტრემალურ პირობებში მუშაობა იწვევს ექსპლუატაციაში მყოფი დეტალების ინტენსიურ ცვეთას. ხშირ შემთხვევაში ისინი აღარ ექვემდებარებიან კლასიკურ სარემონტო სამუშაოებს და, როგორც წესი, იცვლებიან ახალი, ნაწილებით (დეტალებით), რომელთა სარეალიზაციო ფასი საკმაოდ მაღალია. ახალი, ფხვნილოვანი მასალებიდან (სალი, ცვეთამედეგი, მხურვალმტკიცე, კოროზია მედეგი, დისპერსიულად განმტკიცებული კომპოზიციები) შესაძლებელია უნიკალური თვისებების მქონე დანაფარების მიღება, რომელთა სისქე, სხვადასხვა ტექნოლოგიების გამოყენებით, შეიძლება ვცვალოთ 50 მკმ-დან რამდენიმე მილიმეტრამდე.

აღნიშნული დანაფარები წარმატებით შეიძლება გამოყენებული იქნას გაცვეთილი მანქანა-მექანიზმების ნაწილებისა და დეტალების აღდგენა-განმტკიცებისათვის (შიდა წვის ძრავის ელემენტები, მიწის გადასამუშავებელი მოწყობილობები, მუხლუხობები, გოგორწყვილის ღერძები, ჰიდროამორ=-

ტიზატორების ჭოკები, რელუქტორის ღერძები, ცვეთაზე მომუშავე დეტალების ზედაპირები, ფრთები და სხვა).



სურ. 62. ცხლად შეცხობის დანადგარი და მიღებული ნაკეთობები

ახალი ტექნოლოგიების გამოყენებით (პლაზმური და აირალური დაფარვა, ელექტრო-ნაპერწკლური ლეგირება, ელექტრო-რკალური მეტალიზაცია) ნაკეთობების რესტავრაციის პროცესში აღსადგენი დეტალი ინარჩუნებს თავდაპირველ სტრუქტურას და, აქედან გამომდინარე, საექსპლუატაციო თვისებებს. ამრიგად, თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით ეკონომიკურად გამართლებულია გაცვეთილი ან უვარგისი მანქანა მექანიზმების დეტალების აღდგენა-განმტკიცება და მათი ექსპლუატაციაში დაბრუნება

ლითონკერამიკული ფხვნილების წარმოების ბიზნეს-გეგმის მონაცემების კრიტიკული ანალიზის საფუძველზე დადგენილია, რომ ინსტიტუტში დამუშავებული ტექნოლოგია ხასიათდება მაღალი ეკონომიკური ეფექტურობით. კერძოდ, ცვეთამდე ფხვნილიდან 1 კგ მზა პროდუქციის წარმოების შემთხვევაში მისი თვითღირებულება 20%-ით ნაკლებია ანალოგიური ტიპის ნაწარმის თვითღირებულებაზე, რაც განპირობებულია ტექნოლოგიის სიმარტივით და ვარგისი პროდუქციის მაღალი გამოსავალით. წარმოებული პროდუქციის ექსპლუატაციური მახასიათებლები არსებულთან შედარებით იზრდება არა ნაკლებ 25%.

დამუშავებული, ახალი ტექნოლოგიების კომერციულ ინტერესს განსაზღვრავს:

- არადეფიციტური ნედლეულის ბაზაზე (წარმოების ნარჩენები, ჯართი და სხვა) სუფთა, ხარისხიანი და იაფი საწყისი საკაზმე კომპონენტების – ლითონთა ქლორიდების მიღება და მათი წყალბად – ან ლითონთერმიული აღდგენით გაუმჯობესებული ფიზიკურ-ქიმიური და მექანიკური თვისებების მქონე ფართო სპექტრის კომპოგენური ფხვნილოვანი ლითონების,

- შენადნობების, ნაერთების, დისპერსიულად განმტკიცებული კომპოზიციური ნანოკრისტალური ფხვნილების წარმოება;
- პროცესების მაღალი ეფექტურობის და შედარებით დაბალ ტემპერატურებზე სწრაფად მიმდინარეობის გამო ენერგოდანახარჯების მნიშვნელოვანი შემცირება (30-40%);
 - ტექნოლოგიური ციკლისა და არასტანდარტული დანადგარ-აგრეგატების სიმარტივე;
 - უნარჩენო ტექნოლოგიისა და ეკოლოგიური საკითხების უზრუნველყოფა.

6.3. ნახევრად გამტარების მეტალურგია

ნახევრად გამტარების მეტალურგია მიზნად ისახავს მაღალი სისუფთავის ელემენტარული ნახევრად გამტარებისა (Si, Ge, Sb, As და ა.შ.) და მათი შენადნობების (Si-Ge, Ca-As, In-Sb და სხვა) მიღებას. საქართველოში არსებობს მაღალი ხარისხის კვარციტები, დარიშხანის (ცანა – ლენტეხის რაიონი, ურავი – ამბროლაურის რაიონი) და ანთიმონის (ზოფხიტო – ონის რაიონი) სამრეწველო მნიშვნელობის სულფიდური მადნები, რომელთა ბაზაზე შეიძლება განვითარდეს სილიციუმის, დარიშხანისა და ანთიმონის წარმოება და მათი შემდეგი გადამუშავება მაღალი სისუფთავის მასალების მისაღებად.

საქართველოში ათწლეულების განმავლობაში ამზადებდნენ დარიშხანის კონცენტრატებს, ამიტომ ამ თვალსაზრისით დიდი გამოცდილებაა დაგროვილი. ნახევარგამტარების მეტალურგიის ფართო სპექტრიდან ამჟერად კონცეფციაში აქცენტი გაკეთებულია სილიციუმისა და ანთიმონის წარმოებაზე, რისი პერსპექტიულობაც ქვემოთაა დასაბუთებული.

სილიციუმი. ნახევრად გამტარი მასალები წარმოადგენენ თანამედროვე რადიო საკომუნიკაციო საშუალებების, ელექტროტექნიკისა და საინფორმაციო ტექნოლოგიების საფუძველთა საფუძველს. უკანასკნელ ხანებში ნახევრად გამტარებზე მოთხოვნა ერთი ასად გაიზარდა მათი ენერგეტიკული თვალსაზრისით გამოყენებასთან დაკავშირებით.

ორგანული საწვავის მარაგების შემცირების გამო სულ უფრო აქტუალური ხდება ენერჯის ალტერნატიული წყაროების ძიება. ბოლო დრომდე ამ მხრივ უპირატესობას ანიჭებდნენ ბირთვულ ენერგეტიკას, მაგრამ აშშ-ში, პენსილვანიაში ბირთვულ რეაქტორზე მომხდარმა ავარიამ, ჩერნობილის კატასტროფამ და შემდეგ იაპონიის ფუკუშიმის ატომურ სადგურზე განვითარებულმა ტრაგიკულმა მოვლენებმა მსოფლიოს დაანახა, რომ მაღალტექნიკურ და ტექნოლოგიურად განვითარებულ ქვეყნებშიც კი არ არსებობს უსაფრთხოების სრული გარანტია. ამის გამო ძლიერ შემცირდა ბირთვული ენერგეტიკის განვითარების პერსპექტივა და გაიზარდა ნახევრად გამტარული ფოტოელემენტების წარმოების გაზრდის აუცილებლობა. რასაც ადასტურებს პრეზიდენტ ობამას განცხადებაც.

მზის ენერჯის ელექტროენერჯიად გარდაქმნის ყველაზე ეფექტურ საშუალებას წარმოადგენს სილიციუმის ბაზაზე შექმნილი გარდამქმნელი სისტემები. მთელ მსოფლიოში დაწყებულია მზის ელემენტების დამზადების ფართო მასშტაბიანი კამპანია. მზის ელემენტებით იფარება დიდი და პატარა დასახლებული მასივები. ინტენსიურად მუშავდება გობისა და საჰარის უდაბნოს ფოტოელექტრული სადგურებით დაფარვის პროექტი. იგივე ღონისძიებებს ახორციელებს ისრაელიც.

ფოტოელექტრული სადგურების მოსალოდნელი მკვეთრი ზრდა, რომელთა სიმძლავრე 2012 წლისთვის მიაღწევს 10000 მგტ, საჭიროებს 100000ტ “მზიური ხარისხის” სახელით ცნობილ პოლიკრისტალური სილიციუმის (პკს) წარმოებას.

ყოველივე ეს მიუთითებს იმაზე, რომ დღეისათვის არსებობს ძალიან დიდი მოთხოვნა “მზიური ხარისხის” სილიციუმზე, რომელიც მომავალში კიდევ უფრო გაიზრდება.

ამჟამად ცნობილია ნახევრადგამტარული სისუფთავის სილიციუმის მიღების სამი ძირითადი ხერხი – სამქლორიანი სილანის, ოთხქლორიანი სილიციუმისა და მონოსილანის გამოყენებით. აღნიშნულ მეთოდებს გააჩნიათ მნიშვნელოვანი ეკოლოგიური და ეკონომიკური პრობლემები და ამიტომ მეცნიერთა ძალისხმევა მიმართულია სილიციუმის წარმოების პროცესის ეკოლოგიური სრულყოფისა და მისი გაიაფებისაკენ.

დღეისათვის დამუშავებულია მონოსილანის წარმოების ალკოქსისილანური ვარიანტი, რომლის პროცესში მიიღება შემდეგი სასაქონლო პროდუქცია:

- კეს ელექტრონული ხარისხის, ელექტრონული მრეწველობისათვის;
- კეს მზიური ხარისხის, ფოტოენერგეტიკისათვის;
- კეს ინფრაწითელი ფოტომიმღებებისათვის და ატომგულური დეტექტორებისათვის;
- მაღალი სისუფთავის მონოსილანი და მისი ნარევი წყალბადსა და არგონთან;
- განსაკუთრებული სისუფთავის ტეტრაეტოქსისილანი;
- განსაკუთრებული სისუფთავის სილიციუმის დიოქსიდი;
- სილიკოზოლი.

ბაზრის კონიუქტურიდან გამომდინარე აღნიშნული ტექნოლოგია წარმოებული სასაქონლო პროდუქციის ასორტიმენტისა და პროპორციების ცვლილების საშუალებას იძლევა.

კეს წარმოების შემოთავაზებულ მეთოდს გააჩნია შემდეგი უპირატესობანი:

- საწყისი მასალები (მეტალურგიული სილიციუმი და ეთილის სპირიტი) ხელმისაწვდომია ნებისმიერი რაოდენობით და შედარებით დაბალ ფასად;
- არ გამოიყენება ქლორის ნაერთები და პროცესი ეკოლოგიურად უსაფრთხოა;
- რეაქციის პროდუქტები არ ურთიერთქმედებენ რეაქტორის კედლებთან, რაც საშუალებას იძლევა მოწყობილობისათვის გამოყენებული იქნას ჩვეულებრივი საკონსტრუქციო მასალები;
- ყველა პროცესი მიმდინარეობს ნორმალურ წნევაზე, 3000C ტემპერატურაზე;
- ქიმიური რეაქციები დაკავშირებულნი არიან მხოლოდ სილიციუმთან, მიმდინარეობენ უცხო მინარევების გადატანის გარეშე, რაც მნიშვნელოვნად აიაფებს გასუფთავების პროცესს;
- პრაქტიკულად წარმოების ყველა ნარჩენი გამოიყენება სასარგებლო თანაური პროდუქტების მისაღებად;
- რეაგენტების უმრავლესობა უწყვეტად ბრუნავს პროცესის ციკლში;
- ენერჯის დანახარჯმა შეიძლება შეადგინოს 30კვტს/კგ, ნაცვლად 200 კვტს/კგ-სა სამქლორსილანური მეთოდის გამოყენებისას.

ყოველივე ზემოთაღნიშნული საშუალებას გვაძლევს დავასკვნათ, რომ შემოთავაზებული ტექნოლოგია ყველაზე პერსპექტიულია დღემდე დანერგილ ტექნოლოგიებს შორის და მისი განხორციელების შემთხვევაში საქართველოში შეიქმნება ფოტოელექტრონული სადგურებისათვის საჭირო ნედლეულის წარმოების კონკურენტუნარიანი ფუნდამენტური ბაზა.

ფ. თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტში უკრაინელ კოლეგებთან ერთად დამუშავებულია მაღალი სისუფთავის სილიციუმის მიღების ალტერნატიული, ახალი ეკოლოგიურად უსაფრთხო ტექნოლოგია (ნოუ-ჰაუ), რომელიც მოიცავს ტექნიკური სილიციუმის გასუფთავებას და შემდგომ ჩოსხრალსკის მეთოდით მაღალი ხარისხის კრისტალების გაზრდას. აღნიშნული ტექნოლოგია არის გაცილებით მარტივი,

არ იყენებს ტოქსიკურ ნივთიერებებს (SiH_4 , SiHCl_3 , SiCl_4) და ამრიგად ეკოლოგიურად უსაფრთხოა. ამასთანავე მთელი პროცესი ხორციელდება ერთ ციკლში – ჩოხრალსკის დანადგარზე.

სილიციუმის მეტალურგიის ამ მიმართულებით განვითარება ძალიან მომგებიანია, ვინაიდან საწყისი მასალიდან (ტექნიკური სილიციუმი), რომლის ფასი 2 \$/კგ შეადგენს, მიიღება 400-500 \$/კგ ღირებულების პროდუქტი. რაც მთავარია, დღეს ამ მასალაზე არსებობს მაღალი მოთხოვნა.

ფრიად მნიშვნელოვანია ის გარემოებაც, რომ ამ მიმართულების განვითარებისთვის მეტალურგიის ინსტიტუტში არსებობს შესაბამისი ტექნიკური ბაზა ჩოხრალსკის ორი დანადგარის სახით და მაღალი კვალიფიკაციის სპეციალისტები.

ანთიმონი და ინდიუმის ანთიმონიდი. ანთიმონი, ანთიმონის შემცველი ნახევრად გამტარები და, განსაკუთრებით, ინდიუმის ანთიმონიდი ფართოდ გამოიყენება სხვადასხვა დანიშნულების ხელსაწყოების დასამზადებლად. ინდიუმის ანთიმონიდის ფუძეზე დამზადებული ხელსაწყოები გამოირჩევა მაღალი მგრძობიარობით, სტაბილურობით, კომპაქტურობითა და სიმსუბუქით. ინფრაწითელი სხივების გენერატორებში, ღამის ხედვის ხელსაწყოებში და სხვა სამხედრო დანიშნულების სისტემებში მათი გამოყენების გამო ანთიმონი სტრატეგიულ მასალად ითვლება. ანთიმონის მნიშვნელობა თავდაცვის სფეროში განუზომელია. მაგალითად, დიდი ბრიტანეთის თავდაცვის ბიუჯეტში ინდიუმ-ანთიმონის ტექნოლოგიას მოწინავე პოზიცია უკავია. უკანასკნელი ათი წლის განმავლობაში ნახევრად გამტარული მასალების მარკეტის მოთხოვნა ე.წ. 3-5 ნაერთებზე და, მათ შორის, ინდიუმის ანთიმონიდზე მკვეთრად გაიზარდა და შეადგინა 15 მილიარდი \$. ვარაუდობენ რომ მომდევნო ხუთ წელიწადში ეს ხარჯები გასამმაგდება.

აქედან გამომდინარე პერსპექტიულად უნდა ჩაითვალოს ანთიმონის წარმოება ზოფხიტოს უნიკალური ოქროსშემცველი ანთიმონის მადნებიდან.

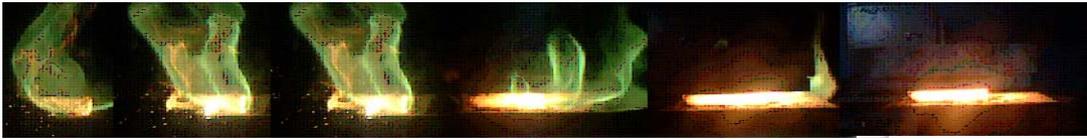
ამჟამად დამუშავებულია ანთიმონის სულფიდური კონცენტრატების ეკოლოგიურად სუფთა ვაკუუმთერმული გადამუშავების მეთოდი და სულფიდებიდან რკინით აღდგენით (შესაძლებელია სხვა აღმდგენლებიც) ორ ეტაპად ანთიმონის მიღება. ამგვარი პროცესი გამორიცხავს დანამატების მოხმარებას, რომლებიც, როგორც წესი, გამოიყენება სხვა ღია გარემოში მიმდინარე ტექნოლოგიურ პროცესებში და შესაბამისად ეკოლოგიურად მიუღებელ პირობებში.

6.4. თვითგავრცელებადი მაღალტემპერანურული სინთეზი და კომპოზიციური მასალები

კერამიკული კომპოზიციური საჯავშნე მასალები. მაღალი შეღწევადობის მქონე ჯავშანგამტანი ტყვიებისა და ნამსხვრევეების საყოველთაო გავრცელების გამო დღის წესრიგში დადგა ახალი თაობის საჯავშნე მასალების შექმნის აუცილებლობა.

თეორიული გამოკვლევებით დადგენილია, რომ ჯავშანგამტანი ტყვიების მიმართ მდგრად კერამიკულ ჯავშანს, მაღალ მოდულსა და სისალესთან ერთად უნდა ჰქონდეს რღვევის მაღალი ენერგოტევადობა (K_{IC}), მაღალი სიმტკიცე კუმშვაზე ($\sigma_{კუმშ.}$) და თანაფარდობა $\sigma_{კუმშ.}/\sigma_{გაჭიმ.} \geq 6$. მასალების მიღება, რომელთაც დინამიური დატვირთვებისადმი მაღალ მედეგობასთან ერთად, გააჩნიათ მაღალი სისალე და სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე, არსებული ტექნოლოგიებით რთულია და მოითხოვს დიდ ენერგეტიკულ დანახარჯებს.

ასეთი კომპოზიციების მიღების ალტერნატიულ გზას წარმოადგენს მრავალფაზიანი, კომპოზიციური კერამიკული მასალების (კკმ) წარმოება თვითგაგრძელებადი მაღალტემპერატურული სინტეზის (თმს) პირობებში.



სურ. 6.3. თვითგაგრძელებადი მაღალტემპერატურული სინტეზის (თმს) პროცესი და ძალისმიერი თმს-კომპაქტირების დანადგარი



სურ. 6.4. საჯავშნე კონსტრუქციის მუშა ელემენტები ბალისტიკური გამოცდების შემდეგ



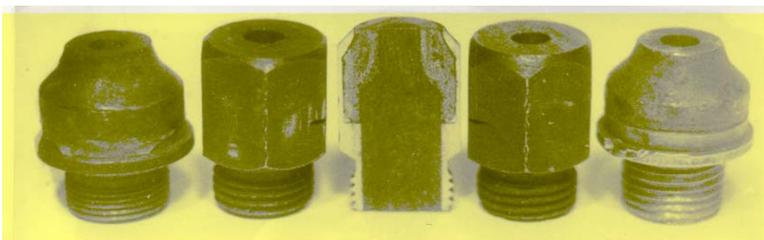
სურ. 6.5. ტყვიის ჯავშანზე ზემოქმედების ჩქაროსნული სურათი

ამჟამად თმს-ს ერთ-ერთ ყველაზე პერსპექტიულ და აქტიურად განვითარებად ვარიანტად გვესახება ძალისმიერი თმს-კომპაქტირება. თმს-ს ამ ვარიანტში შეთავსებულია ფხვნილოვანი მასალების ეგზოთერმიული წვა და გახურებულ პროდუქტზე მექანიკური ზემოქმედება, რაც საშუალებას გვაძლევს მივიღოთ მცირე ფორიანი ან უფრო კომპაქტური მასალები და ნაკეთობები მარტივი და რთული კარბიდების, სილიციდების, ბორიდების სახით. საჯავშნე ნაკეთობების ძალისმიერი თმს-კომპაქტირების ერთ-ერთ უმთავრეს მიმართულებას წარმოადგენს კარბიდების, ბორიდების და სხვა ძნელადდნადი ნივთიერებების ფუძეზე შემაკავშირებელი კომპონენტებითა და მალეგირებელი ელემენტებით შექმნილი პრინციპულად ახალი ტექნოლოგია.

აღნიშნული ენერგო და რესურსოღამზოგავი ტექნოლოგია (დანერგილია ფ. თავადის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტისა და შპს „თორიტექი-ის“ ბაზაზე), საშუალებას იძლევა საქართველოში განვითარდეს საჯავშნე კერამიკის თანამედროვე მაღალტექნოლოგიური მრეწველობა, რომლის პროდუქციით დაიჯავშნება მსუბუქი ჯავშანტექნიკა, ვერტმფრენები, კატარღები, საბანკო მანქანები, პოლიციური თავდაცვითი საშუალებები და ა.შ.

თვითგავრცელებადი მაღალტემპერატურული სინთეზით მიღებული მასალების თვისებების გაუმჯობესება შესაძლებელია კკმ-ის მაღალტემპერატურული სინთეზის სტადიაზე ნანოგანზომილების ფხვნილებით ლეგირების გზით. ეს საშუალებას იძლევა კიდევ უფრო გავზარდოთ K_{1C} , მოვახდინოთ სტრუქტურის დისპერგირება და, საბოლოო ჯამში, ანტიბალისტიკური თვისებების, პირველ რიგში მასური ეფექტურობის გაუმჯობესება 10-20%-ით, რაც კიდევ უფრო შეამცირებს ანტიბალისტიკური კონსტრუქციების წონას. მიღებული მახასიათებლები 10-20%-ით აღემატება კერამიკული კომპოზიციური მასალების თვისებების მსოფლიოში მიღწეულ დონეს.

მრავალფუნქციური ლითონკერამიკული მასალები. ენერგოღამზოგი და ეკოლოგიურად სუფთა თვითგავრცელებადი მაღალტემპერატურული სინთეზის ტექნოლოგიით მიიღება უნიკალური თვისების მქონე მასალები კარბო – ნიტრიდ - ბორიდების ფუძეზე. მათი მაღალი სისაღე ($88-92 \text{ HRA}$), ცვეთამდევობა ($10 \div 15 \cdot 10^{-7} \text{ მმ}^3 \cdot \text{წ}^{-1} \cdot \text{მ}^{-1}$) და სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე (3000-4000 მპა), საკმარის დარტყმით სიბლანტესთან ერთად, საშუალებას იძლევა ვაწარმოოთ როგორც სამოქალაქო დანიშნულების (ადიდვის თვალაკები, საჭრისები, ბუდეები მაღალტემპერატურული სტატიკური ტვიფრებისათვის), ასევე მაღალი ენერგიის (3760 ჯოული) მქონე ტყვიებისაგან ობიექტის დამცავი საჯავშნე ფილები. აღნიშნული ტექნოლოგიით შესაძლებელია კარბო-ნიტრიდ-ბორიდების ფუძეზე გრადიენტული ლითონკერამიკული მასალების მიღებაც.



სურ. 6.6. თმს-ით მიღებული ნაკეთობები

7. ეკოლოგიური პრობლემები ჭიათურაში, ზესტაფონსა და რუსთავში

1992 წლის შემდეგ საქართველოს მიერ რატიფიცირებულია გარემოს დაცვასთან დაკავშირებული ოცამდე საერთაშორისო კონვენცია, მათ შორის უმნიშვნელოვანესია:

- კონვენცია მსოფლიოს კულტურული და ბუნებრივი მემკვიდრეობის დაცვის შესახებ (1992);
- გაერო-ს ჩარჩო კონვენცია ბიოლოგიური მრავალფეროვნების შესახებ (1994);
- კონვენცია ნავთობპროდუქტებით გამოწვეული დაბინძურებით მიყენებული ზიანის სამოქალაქო პასუხისმგებლობის შესახებ (1994);
- კონვენცია ველური ფლორისა და ფაუნის გადაშენების პირას მყოფი ჯიშების შესახებ (1994);
- საერთაშორისო განსაკუთრებული მნიშვნელობის ჭარბტენიანი, წყლის ფრინველთა საბინადროდ ვარგისი ტერიტორიების შესახებ (1996);
- კონვენცია გარემოსდაცვით საკითხებთან დაკავშირებული ინფორმაციის ხელმისაწვდომობის, გადაწყვეტილებების მიღების პროცესში საზოგადოების მონაწილეობისა და გარემოსდაცვით საკითხებზე მართმსაჯულების ხელმისაწვდომობის შესახებ (ორჰუსის კონვენცია, 1998);

ამ კონვენციებთან მჭიდროდ დაკავშირებულია საქართველოში მიღებული "სტრატეგიული ეკოლოგიური შეფასებისას პროტოკოლის პირობების" განახლებული ვერსია (UNESCO, 2002). საქართველოს მთავრობამ ასევე ხელი მოაწერა შეთანხმებებს სამ მეზობელ ქვეყანასთან, სომხეთთან, აზერბაიჯანთან და თურქეთთან გარემოს დაცვით სფეროში თანამშრომლობის შესახებ.

7.1. ჭიათურა

ამჟამად იმერეთის რეგიონში - ჭიათურაში მანგანუმის 20-მდე საბადო არსებობს, მათგან 11 - ღია კარიერია, ხოლო 9 - მაღარო. მათგან 16 განლაგებულია მდ. ყვირილის აუზში მისი ჩრდილო შენაკადებით დაფარულ ტერიტორიაზე, ხოლო 4 - ყვირილას სამხრეთით. ამ საბადოების ამჟამინდელი წარმადობა უცნობია. შესწავლილი ხუთი წყალსადენიდან (წყალმომარაგების სისტემიდან) არც ერთში არ ხდება წყლის სათანადო დამუშავება. სამი წყალსადენის სათავე ნაგებობების (დრუდო, მონასტერი და ლეკუბანი) სასმელი წყლის ნიმუშები დაბინძურებულია კოლიფორმული ბაქტერიებით, ასევე მომატებულია მეზოფილური აერობული და ფაკულტატური ანაერობული მიკროორგანიზმების რაოდენობა.

წყალსადენის სასმელი წყლები ეპიდემიური თვალსაზრისით არაკეთილსაიმედოა, არ ხდება გაუსნებოვნება (დაქლორვა), ჭისა და წყაროს წყლების ნიმუშების მიკრობიოლოგიური მაჩვენებლები დადგენილი ნორმების ფარგლებშია. ქ. ჭიათურას ღრუდოს, ფასკნარასა და ლეკუბანის წყალსადენების სასმელი წყლები მიკრობიოლოგიური მაჩვენებლების მიხედვით დაბინძურებულია, ეპიდემიური თვალსაზრისით კი არაკეთილსაიმედოა. ქ. ჭიათურაში გაგარინის ქუჩაზე არსებულ საერთო სარგებლობის ჭის წყალში დაფიქსირდა გახსნილი მანგანუმის, ნიკელის და რკინის მომატებული

შემცველობა, კერძოდ, წყალში გახსნილი მანგანუმი 1,2 1,3 და 2,22-ჯერ აღემატება ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციას (ზდკ), ნიკელი - 1,47 - ჯერ, ხოლო რკინა - 1,6-ჯერ აღემატება ამ მეტალის ჰიგიენურ ნორმას. ზედაპირული წყლის წარმომადგენლობითი სინჯები შესწავლილია ათეულობით სხვადასხვა წერტილში მდ. ყვირილასა და მის შენაკადებში. ზედაპირული წყლის ყველა ნიმუშში მანგანუმისა და რკინის ჯამური შემცველობა მაღალია ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციასთან (ზდკ) შედარებით. მდინარე ყვირილა ცენტრალურ დამყვან ფაბრიკამდე და ცენტრალური დამყვანი ფაბრიკის ქვევით, ასევე დარკვეთის დელე წყალში არსებული მანგანუმის შემცველობის მიხედვით მიეკუთვნება საგანგებოდ მაღალი ხარისხის დაბინძურების წყლის ობიექტებს. მრავალწლიანი კვლევების შედეგებით დადგინდა, რომ წყალში შეინიშნება მანგანუმის კონცენტრაციის სეზონური ცვალებადობა: წელიწადის მნიშვნელოვანი დროის განმავლობაში ზედაპირული წყალში (მდ. ჯრუჭულა, შუქრუთის დელე, მდ. ყვირილა ცდფ-მდე და ცდფ-ის შემდეგ, რგანის დელე) გახსნილი ლითონების შემცველობა დადგენილ ნორმებზე დაბალი იყო, ხოლო სექტემბრის თვეში კი დარკვეთის დელეში გახსნილი Mn-ით დაბინძურებამ ძლიერ მაღალი ელექტროგამტარობა და ტუტეობა აჩვენა, რაც ხელს უწყობს მანგანუმის წყალში ხსნადობასა და მისი კონცენტრაციის მატებას. ამასთან აღსანიშნავია, რომ მთელს არეალში მანგანუმი, ისევე როგორც რკინა, უპირატესად გვხვდება შეწონილ და არა გახსნილ მდგომარეობაში.

პეროქსიდების გამამდიდრებელი ქარხნის (“პეროფო”) ჩამდინარე წყალში, ბოლო კვლევების შედეგებით, გაუფილტრავ ნიმუშებში დაფიქსირდა Mn-ის შემცველობის მკვეთრი მატება - 34,0 მგ/ლ, ხოლო გაფილტრულსა და შემჟავებულში - 0,34 მგ/ლ, ამავე გაუფილტრავ ნიმუშებში Fe-ის შემცველობა იყო მგ/ლ, ხოლო გაფილტრულსა და შემჟავებულში - 0,22 მგ/ლ. სხვა გამოკვლეული ლითონების ჯამური შემცველობაც ნორმაზე მაღალია, ხოლო წყალში გახსნილი შემცველობა კი ნორმებზე ბევრად დაბალია. აღნიშნული მიუთითებს, რომ ქარხნიდან გამოსული ჩამდინარე წყლების გაწმენდა არ წარმოებს.

რაც შეეხება ფსკერულ დანალექებს, ცენტრალურ დამყვან ფაბრიკამდე და ცენტრალური დამყვანი ფაბრიკის შემდეგ მდინარე ყვირილას ფსკერული დანალექები ნიადაგის დაბინძურების კატეგორიის მიხედვით მიეკუთვნება “ძლიერი დაბინძურების” ნიადაგებს, შუქრუთის დელესა და მდინარე ჯრუჭულას ფსკერული დანალექები კი - “სუსტი დაბინძურების” ნიადაგებს. ფსკერული დანალექების კორელაციური ანალიზის მიხედვით, მანგანუმი დადებით კორელაციაშია შემდეგ მეტალებთან: ნიკელი, კობალტი, კადმიუმი, სპილენძი, რაც მიუთითებს ამ მეტალების არსებობის საერთო წყაროზე. ამ ელემენტებთან უარყოფით კორელაციაშია რკინა და ალუმინი. ამრიგად სავარაუდოა, რომ მდინარის ფსკერულ დანალექებში მანგანუმის შემცველობის და წყლის ნიმუშებში ჯამური და გახსნილი მეტალების შემცველობების ცვალებადობა გამოწვეულია სხვადასხვა ბუნების დამაბინძურებელი წყაროს არსებობით.

შეისწავლებოდა ატმოსფეროში მანგანუმის შემცველობაც. ჭიათურის არეალის ოთხ სხვადასხვა ადგილში აღებულია ჰაერის ნიმუშების ანალიზმა (ცდფ-ის ქარხნის ქვემოთ, ქ. ჭიათურის 1-ელ სკოლასთან, წერეთლის ფაბრიკის ქვემოთ, ავტომომსახურების ნაგებობასთან. მანგანუმის ორჟანგის შემცველობის გაზომვა თითოეულ წერტილში წარმოებდა საშუალოდ 7-8 საათის განმავლობაში) უჩვენა, რომ ჰაერის ნიმუშებში მანგანუმის ორჟანგის შემცველობა შეადგენდა 4,4 - 237,7 მკგ/მ3, რაც საშუალო დღე-ღამურ კონცენტრაციას (1,0 მკგ/მ3) აღემატება შესაბამისად 8, 44, 13.6 და 237-ჯერ.

7.2. ზესტაფონი

ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხნიდან დაშორებასთან ერთად მანგანუმის ორჟანგის შემცველობა ატმოსფერულ ჰაერში კლებულობს, თუმცა 3000 მეტრის მანძილზე იგი მაინც მაღალია და 2,5 ჯერ აღემატება ზღკ-ს (ზღვრული დასაშვები კონცენტრაცია). ქ. ზესტაფონში ფეროშენადნობთა ქარხნიდან უპირატესი ქარის მიმართულებით 500-1000 მეტრით დაშორებული საცხოვრებელი ბინებიდან და ფეროშენადნობთა ქარხნის ჰოსპიტალიდან აღებული იყო იატაკის მტვრის ნიმუშები, ხოლო საკონტროლოდ გამოიყენებოდა თბილისის საცხოვრებელი ბინის მტვრის ნიმუშები. განისაზღვრა მანგანუმის ორჟანგის შემცველობა.

გამოიკვთა ქ. ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხნის გავლენა მოსახლეობის საცხოვრებელი ფართობების დამტვერიანებაზე, რომელიც დიდი რაოდენობით შეიცავს მანგანუმს. კერძოდ, რუსთაველის და ჭუმბაძის ქუჩის საცხოვრებელი სახლებიდან აღებულ სინჯებში მანგანუმის შემცველობა ყველაზე მაღალი აღმოჩნდა აივნებზე აღებულ მტვრის ნიმუშებში. იგი ორჯერ კლებულობს იგივე ფართის მისაღებებსა და საძინებლებში. ამავე დროს, მანგანუმის შემცველობა 1 სართულთან შედარებით, მეორე სართულების იატაკებიდან აღებულ მტვრის ნიმუშებში უფრო მაღალია. ქ. ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხნის ჰოსპიტალის სხვადასხვა ოთახები და საცხოვრებელი სახლების ფართობები გამოირჩევა მაღალი დამტვერიანებითა და მანგანუმის ორჟანგის მაღალი შემცველობით ქალაქ თბილისის საკონტროლო ნიმუშთან შედარებით (მანგანუმის შემცველობა $< 1,0$ მკგ/ლ).

ფეროშენადნობთა ქარხნის მიერ გამოყოფილი მტვრის გარემოზე მავნე ზეგავლენის შესწავლის მიზნით გამოკვლეულ იქნა, როგორც ატმოსფერული ნალექების გავლენა ნაყარ მტვერზე, ასევე ამ უკანასკნელის გავლენა ჩამდინარე წყლებზე. ღია ატმოსფერულ პირობებში დასაწყობებულ მანგანუმშემცველი მტვრის გროვებზე ატმოსფერული ნალექების ზემოქმედების ხარისხისა და ჩამდინარე წყლების თვისებების შესწავლის მიზნით მტვრის წყლით ჩარეცხვას და მიღებული პროდუქტების ქიმიურ ანალიზით დადგენილია, რომ წყლით მტვრის დასველებისას ნეიტრალური ხსნარის pH იზრდებოდა 10,6-მდე. 1 კგ მტვრის სრულ განეიტრალებას (pH7) ესაჭიროება 850 ლ წყალი. წყალხსნარში გადმოსული ნაერთების მშრალი ნაშთი მტვრის საწყისი წონის 29,8 %-ს შეადგენს. მშრალი ნაშთის ქიმიური ანალიზით დადგინდა, რომ კათიონების რაოდენობა გამოსახული მასურ პროცენტებში შეადგენს:

CO – 16,003 % Cl – 0,237%; SO₄ – 2,525%

ხოლო ანიონებისა: Ca ++ – 2,143% ; Mg++ – 0,237 %; Na+ – 8,163 %.

წყალხსნარში გადმოსული ორგანული ნაერთების რაოდენობის განსაზღვრის მიზნით წარმოებული კვლევით (რომელიც გულისხმობდა მშრალი ნაშთის გამოწვას 600 C-ზე) დადგინდა, რომ გამოწვისას წონითი დანაკარგი 4,32%-ს აღწევს.

შედეგებიდან გამომდინარე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ბუნებას, ზესტაფონის მტვერსაყარზე განთავსებული ნარჩენების სრული განეიტრალებისათვის მრავალი ათეული წელი დასჭირდება და მთელი ამ პერიოდის განმავლობაში ადგილი ექნება ჩამდინარე წყლებით გარემოზე მავნე ზემოქმედებას. მით უფრო, – როდესაც ძველ ნაყარს გამოუდმებით ემატება წარმოების მიმდინარე ეტაპზე გამოყოფილი მტვერიც.

7.3. რუსთავის ეკოლოგიური პრობლემები

რუსთავის სიახლოვე, მისი ასოცირებულობა თბილისთან თავისთავად წარმოადგენს ეკოლოგიური თვალსაზრისით არახელსაყრელ ფაქტორს. ამასთან, არ უნდა დაგვავიწყდეს, რომ რუსთავი აშენდა, როგორც ინდუსტრიული ქალაქი და იმთავითვე არ შეიძლებოდა არ გამხდარიყო საქართველოს ბუნებრივი გარემოს დაბინძურების ერთ-ერთი სერიოზული წყარო. რუსთავის პრობლემები ძირითადად ატმოსფეროს ინდუსტრიული დაბინძურებით გამოიხატება, 1992 წლის მონაცემების მიხედვით საქართველოში ჰაერის მთავარი "დამაბინძურებლები" ინდუსტრიულ სექტორში იყო შემდეგი 9 საწარმო:

1. გარდაბანის თბოელექტროსადგური (25,5%);
2. რუსთავის მეტალურგიული ქარხანა (20,0%);
3. კასპის ცემენტის ქარხანა (18,7%);
4. რუსთავის ცემენტის ქარხანა (4,8%);
5. ბათუმის ნავთობგადამამუშავებელი ქარხანა (3,3%);
6. ქუთაისის საავტომობილო ქარხანა (3,3%);
7. რუსთავის აზოტი (2,1%);
8. ზესტაფონის ფეროშენადნობი ქარხანა (2%);
9. თბილისის "ცენტროლიტი" (0,7).

შესაბამისად, იმ დროს, რუსთავის საწარმოების წილად მოდიოდა ჰაერის დაბინძურების 27%, ანუ ყოველწლიურად ჰაერში გაიტყორცნებოდა 50 ათას ტონამდე მავნე და საშიში ნივთიერებები. ეს დაახლოებით იმდენივეა, რამდენიც თბილისის საწარმოებში (გარდაბანის ელექტროსადგურის ჩათვლით). თუ გავითვალისწინებთ, რომ თბილისის მოსახლეობა (1,1 მლნ) და დედაქალაქის ფართობი (72900 ჰა) მრავალჯერ აღემატება რუსთავის მოსახლეობასა (0,1 მლნ) და ფართობს (6060 ჰა) უნდა ვივარაუდოთ, რომ რუსთავში ინდუსტრიული წარმოებით გამოწვეული ჰაერის დაბინძურება მნიშვნელოვნად უფრო მწვავე პრობლემაა, ვიდრე თბილისში.

ამჟამად, მიუხედავად იმისა, რომ ქვემო ქართლისა და რუსთავის ადმინისტრაციის, აგრეთვე ინდუსტრიული საწარმოების (რუსთავის ცემენტის ქარხანა, მეტალურგიული საწარმოები, «აზოტი», ფეროშენადნობების მცირე საწარმოები და სხვა) მესვეურების მეცადინეობით ტარდება ბუნების დამცავი ღონისძიებები, ინტენსიური წარმოების პირობებში ამ რეგიონში კვლავ მოსალოდნელია ინდუსტრიული საწარმოების ფუნქციონირებით გამოწვეული ჰაერის დაბინძურების ყველაზე მაღალი დონე საქართველოში.

ცხადია, რომ წარმოების განვითარება ფრიად მისასალმებელი მოვლენაა, მაგრამ ისიც ცხადია, რომ თუ რუსთავში ცემენტის ყოველწლიური წარმოების მოცულობა 1,6-2,0 მლნ ტონით გაიზრდება, აუცილებელი იქნება განსაკუთრებული ბუნებისდამცავი ზომების მიღება, მათ შორის მონიტორინგის სფეროში. წინააღმდეგ შემთხვევაში გარდაუვალია ისეთივე სიტუაციის გამეორება, როგორც გვექონდა 1992 წელს, როდესაც თბილისის, რუსთავისა და კასპის საწარმოები ჰაერში უშვებდნენ საქართველოს ინდუსტრიული საწარმოების მიერ გამოფრქვეული მავნე და საშიში ნივთიერებების დაახლოებით 75%-ს. თუ არ იქნა მიღებული საგანგებო ზომები, უახლოეს დროში უნდა ველოდოთ, რომ კვლავ განმეორდება გასული წლების სიტუაცია, როდესაც მტვრის, აზოტის უანგის, აზოტის ორჟანგის, ნახშირჟანგის, ნახშირორჟანგის, ნახშირმჟავას, ფენოლების, ამიაკისა და გოგირდწყალბადის კონცენტრაცია ჰაერში 1,5-3,5-ჯერ აღემატებოდა ზღვრულ დასაშვებ მნიშვნელობას. უნდა აღინიშნოს, რომ 2007

წლიდან რუსთავში დაიწყო ჰაერის ხარისხის უწყვეტი მონიტორინგი, ისე, როგორც ეს ათწლეულობით ხდებოდა თბილისში, ქუთაისში, ბათუმსა და ზესტაფონში. მასთან სასურველია (შეიძლება ითქვას, აუცილებელიცაა) 10 მკმ-ზე ნაკლები ზომის მტვრის ნაწილაკებისა და ტროპოსპერული ოზონის მონიტორინგიც.

რადიაციული სიტუაცია რუსთავში

არსებობს მონაცემები რუსთავსა და მიმდებარე ტერიტორიაზე მომატებული რადიაციული ფონის და ნიადაგში აღმოჩენილი რადიონუკლიდების თაობაზე. ამასთან დაკავშირებით რუსთავში ჩატარდა რადიოეკოლოგიური სიტუაციისა და ონკოლოგიური ავადობის კვლევა. გაზომვამ ღია სივრცეში აჩვენა, რომ რადიოაქტიურობის საშუალო დონე ტოლია 69,8 1,12 ნანოზივერტი/სთ. ეს მნიშვნელობა დიდი ბრიტანეთის ჯანმრთელობის სააგენტოს მონაცემებით საკმაოდ მაღალია, მაგრამ თუ გავითვალისწინებთ ჩვენი ქვეყნის ადგილმდებარეობასა და გეოფიზიკურ მდგომარეობას, ასეთი რადიაციული ფონი შეიძლება დასაშვებად მივიჩნიოთ. შენობებში ჩატარებული გაზომვების საშუალო მნიშვნელობა ტოლია 132 1,12 ნანოზივერტი/სთ, რაც ოდნავ აღემატება ევროპული ქვეყნებისათვის დამახასიათებელ დონეს. თუ შევაფასებთ ჯამური ექსპოზიციის დონეს, მივიღებთ, რომ რუსთავის მცხოვრებისათვის საშუალო ექსპოზიციის დონე დაახლოებით ტოლია 1,04 1,13 ნანოზივერტი/წელიწადში, რაც უფრო მაღალია, ვიდრე ევროპის ქვეყნების უმეტესობაში. აღსანიშნავია, რომ ონკოლოგიის ეროვნული ცენტრის მონაცემების თანახმად 2002 წელს ონკოლოგიური ავადობის დონე რუსთავში შესამჩნევად უფრო დაბალი იყო, ვიდრე თბილისში, თუმცა ექსპოზიციის დონე რუსთავსა და თბილისში პრაქტიკულად ერთნაირია (შესაბამისად, 1,04 და 1,07 მილიზივერტი/წელიწადში). ამ მიმართულებით სასარგებლო იქნებოდა ნიადაგებში რადიონუკლიდებისა და მძიმე ლითონების უფრო დეტალური კვლევა, განსაკუთრებით ისეთი ტოქსიკური ელემენტებისა, როგორცაა ქრომი, კადმიუმი და ტყვია.

7.4. კვლევების შედეგები

ზედაპირული წყლები

1. მანგანუმისა და რკინის საერთო კონცენტრაცია ზედაპირულ წყალში აღემატება ზღკ-ს მდინარე ყვირილას მიმდებარე მთელ გამოკვლეულ არეალში.
2. მანგანუმისა და რკინის ჯამური შემცველობა მდინარე ყვირილაში მნიშვნელოვნად იზრდება მასში მანგანუმის გადამამუშავებელი საწარმოს (ცდფ) სამრეწველო წყლების ჩადინების შედეგად. მანგანუმის საერთო კონცენტრაცია თითქმის 15-ჯერ აღემატება ზღკ-ს ჩადინების შემდეგ.
3. მანგანუმის საერთო კონცენტრაცია შუქრუთის, დარკვეთისა და რგანის დელეებში 2-12-ჯერ აღემატება ზღკ-ს.
4. რკინის საერთო შემცველობა შუქრუთის, დარკვეთისა და რგანის დელეებში 8-55-ჯერ აღემატება ზღკ-ს.
5. მანგანუმი და რკინა მდ. ყვირილაში წარმოდგენილია ძირითადად შეწონილი ნაწილაკების სახით. მხოლოდ უმნიშვნელო ნაწილი გახსნილია წყალში.
6. მდინარე ყვირილაში მანგანუმისა და რკინის ძირითად წყაროს წარმოადგენს: (ა) ცდფ-დან გაწმენდის გარეშე ჩამდინარე სამრეწველო წყლები, (ბ) მანგანუმის მადნის მოპოვებისა და გამდიდრების მდინარის ნაპირების სიახლოვეს განთავსებული ნარჩენები და კუდები, (გ) მდ. ყვირილას შენაკადები - შუქრუთისა და დარკვეთის დელეები.

წყალსადენები (წყალმომარაგების სისტემა):

1. დრუდოს, ფასკნარასა და ლეუუბანის წყალსადენების სასმელი წყლები დაბინძურებულია ნაწლავის ჩხირით და ეპიდემიური თვალსაზრისით არაკეთილსაიმედოა.
2. დრუდოსა და ლეუუბანის სასმელი წყლის ნიმუშები ხასიათდება ნიტრატების მაღალი შემცველობით.
3. საერთო სარგებლობის ჭის წყალში (გაგარინის ქ.) დაფიქსირდა წყალში გახსნილი მანგანუმის, რკინისა და ნიკელის ზღკ-თან შედარებით მომატებული შემცველობა.

ფსკერული დანალექები:

1. მდინარე ყვირილას ფსკერული დანალექები ხასიათდება მანგანუმისა და რკინის მაღალი შემცველობით და ნიადაგის დაბინძურების კატეგორიის მიხედვით “ცენტრალურ დამყვან ფაბრიკამდე” და “ცენტრალური დამყვანი ფაბრიკის შემდეგ” მიეკუთვნება “ძლიერად დაბინძურებულ” ნიადაგებს, ხოლო შექრუთის დელესა და მდ. ჯრუჭულას ფსკერული დანალექები – “სუსტი დაბინძურების” ნიადაგებს.
2. ნიკელის შემცველობა დანალექების ყველა ნიმუშში აღემატებოდა ზღკ-ს და განსაკუთრებით მაღალი იყო ყვირილას დანალექებში ცდკ-ის ადმინისტრაციული შენობის ზევით (290 მგ/კგ) და ყვირილასი სოფელ ტირის მახლობლათ (250 კგ/მგ).

ჰაერი:

1. ქ. ჭიათურის ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურებაზე გავლენას ახდენს მანგანუმის მომპოვებელი და გადამამუშავებელი წარმოება.
2. გამოიკვეთა ქ. ზესტაფონის ფეროშენადნობი ქარხნის, როგორც ჰაერში მანგანუმის გაფრქვევის წყაროს გავლენა ატმოსფერული ჰაერის შემადგენლობაზე და მოსახლეობის საცხოვრებელი სათავსოების მანგანუმით დამტვევრიანებაზე.

ჯანმრთელობაზე დაკვირვების შედეგები და დასკვნები:

შესაწავილ იქნა მუშათა ჯანმრთელობის მდგომარეობა საქართველოს ორ რაიონში: ჭიათურასა და ზესტაფონში. როგორც ჩვენ მოველოდით, მუშათა ჯანმრთელობის მდგომარეობა ორივე რეგიონში დაახლოებით ერთნაირი იყო, რადგანაც ორივე რაიონში პროფესიულ ფაქტორს მანგანუმის ზემოქმედება წარმოადგენდა. თუმცა ცენტრალური ნერვული სისტემის დარღვევებისათვის დამახასიათებელი სიმპტომები - საერთო სისუსტე, მეხსიერების დაქვეითება, თავბრუსხვევა, უძილობა, ოფლიანობა - მაღალი იყო ჭიათურის მდაროს მუშებში, ზესტაფონის ქარხნის მუშებთან შედარებით; ჭიათურის მდაროს მუშათა შორის ასევე მაღალი იყო ვეგეტაციური დისფუნქციით მიმდინარე ცენტრალური ნერვული სისტემის ფუნქციონალური ცვლილებების გამოვლენა. ეს შედეგები ხაზს უსვამს, რომ მანგანუმის ექსპოზიციასა და პროფესიულ დაავადებებს შორის უფრო მჭიდრო კავშირი ჭიათურის მდაროს მუშათა შორის გამოვლინდა. მეტად მნიშვნელოვანია კვლევის შედეგები, რომლებიც პროფესიულ ფაქტორებსა და დაავადებებს ან სხვადასხვა სიმპტომებს შორის კორელაციას ადასტურებს.

7.5. რეკომენდაციები ბუნების დაცვის სფეროში

1. აუცილებელია ქ. ჭიათურას ცენტრალიზებული წყალმომარაგების წყალსადენების - ღრუდოს, ფასკნარსა და ლეჟუბანის წყალშემკრებ რეზერვუარებზე მოხდეს სასმელი წყლის სისტემატური გაუსნებოვნება, მოეწყოს საქლორატოროები, შეირჩეს წყლის დამუშავების მეთოდოკა ქლორის გამოყენების სქემის, რეაგენტის დოზირების, დაქლორვისას წყლის ხარჯის გათვალისწინებით. ქ. ჭიათურის ცენტრალიზებული წყალმომარაგების წყალსადენების სასმელი წყლის ხარისხზე დამყარდეს მონიტორინგი მიმწოდებელი ორგანიზაციის მიერ; სასმელი წყლის ხარისხის მონიტორინგის სქემა, ჯერადობა, განსასახლვრი მაჩვენებლები და გამოსაცდელი სინჯების რაოდენობა განისაზღვროს დადგენილი წესით.
2. უნდა მოხდეს ქ. ჭიათურაში გაგარინის ქუჩაზე მდებარე საერთო სარგებლობის ჭის გაწმენდა, დეზინფექცია. განმეორებით განხორციელდეს ჭის წყლის კვლევა ქიმიურ მაჩვენებელსა და განსაკუთრებით ლითონების (Mn, Si, Fe) შემცველობაზე. დამყარდეს კონტროლი წყალში მეტალების შემცველობაზე და დინამიკაში მათი ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციებზე გადაჭარბების შემთხვევაში, აიკრძალოს ჭის წყლის სასმელად მოხმარება.
3. მდინარე ყვირილა “ცენტრალურ დამყვან ფაბრიკამდე” და “ცენტრალური დამყვანი ფაბრიკის შემდეგ” და ასევე დარკვეთის დელე, წყალში ნ-ის შემცველობის გადამეტების ხარისხის მიხედვით მიეკუთვნება “საგანგებოდ მაღალი ხარისხის დაბინძურების” წყლის ობიექტებს, რაც იმას გულისხმობს რომ მდ. ყვირილას გამოყენება ცდფ-მდე და ცდფი-ის ქვემოთ სამეურნეო და კულტურულ-საყოფაცხოვრებო და სარეკრეაციო მიზნებისათვის დაუშვებელია, რადგან შესაძლებელია გამოიწვიოს მოსახლეობის ინტოქსიკაციის სიმპტომების გამოვლინება და მოქმედების შორეული ეფექტები.
4. შუქრუთისა და რგანის დელეების წყლის გამოყენება კულტურულ-საყოფაცხოვრებო მიზნებისათვის საშიშია მოსახლეობის ჯანმრთელობისათვის. წყალსა და ნიადაგში მანგანუმის მიგრაციის, ხსნადობის, ტრანსლოკაციისა და ცოცხალ ორგანიზმებში ბიოაკუმულაციის თვისებიდან გამომდინარე, ზედაპირული წყლების გამოყენება სასმელ-სამეურნეო, კულტურულ საყოფაცხოვრებო და სარეკრეაციო მიზნებისათვის დაუშვებელია, ადამიანის ორგანიზმში ეკოლოგიური ჯაჭვებით გამოწვეული მწვავე და ქრონიკული მოწამვლების მაღალი რისკის გამო.
5. მდ. ყვირილას, ჯრუჭულასა და შუქრუთის დელეების ფსკერულ დანალექებში მეტალების შემცველობის კვლევის შედეგების მიხედვით ნიადაგის დაბინძურების კატეგორიის შესაბამისად მიეკუთვნება “ძლიერი დაბინძურების” და “სუსტი დაბინძურების” ნიადაგებს. ფსკერული დანალექებიდან წყალში მეტალების მიგრაციის გამო, ისინი წარმოადგენენ წყლის დაბინძურების მუდმივ მეორად წყაროს და მნიშვნელოვან საფრთხეს უქმნიან ადამიანის ჯანმრთელობას, ამ წყლის სასმელ-სამეურნეო და სარეკრეაციოდ მიზნებისათვის გამოყენების შემთხვევაში.
6. უნდა აიკრძალოს ქარხნების გაუწმენდავი ნახმარი წყლების ჩაშვება მდინარეებსა და დელეებში, მოეწყოს პეროქსიდების გამამდიდრებელი ფაბრიკების ნახმარი წყლების გამწმენდი ნაგებობები, მოხდეს ნახმარი წყლების მექანიკური და სპეციალური გაწმენდა, დამყარდეს მონიტორინგი მდინარეში ნახმარი წყლების ჩაშვებაზე, საქართველოს გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების მინისტრის ბრძანება №745 2008 წლის 13 ნოემბერი, “საწარმოო და არასაწარმოო ობიექტების ჩამდინარე წყლების ზედაპირული

- წყლის ობიექტებში ჩაშვების ტექნიკური რეგლამენტის” მოთხოვნების თანახმად.
7. უნდა ვივარაუდოთ, რომ ატმოსფერულ ჰაერში მანგანუმის ორჟანგის მომატებული შემცველობა უარყოფით ზემოქმედებას მოახდენს მიმდებარე ტერიტორიებზე არსებული მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე. აღნიშნულიდან გამომდინარე, აუცილებელია ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხანაში ჰაერის გამწმენდი ნაგებობების მოწყობა და დასახლებული ადგილების ატმოსფერულ ჰაერში მანგანუმის ორჟანგის შემცველობაზე კონტროლის დამყარება.
 8. მდინარეების ნაპირებზე განლაგებული მადნების ნარჩენები - ე.წ. “კუდები” - წარმოადგენს გარემოს (წყლის, ნიადაგის, ჰაერის) დაბინძურების მეორად წყაროს. აუცილებელია გამამდიდრებელი და გადამამუშავებელი ქარხნების საწარმოო ნარჩენები სამრეწველო მასშტაბებით გამდიდრდეს საქართველოში შემუშავებული პიონერული ტექნოლოგიების გამოყენებით, ხოლო შემდეგ მოხდეს გამოთავისუფლებული ტერიტორიების რემედიაცია სხვადასხვა “რბილი” მეთოდით.
 9. მოსახლეობის გათვითცნობიერების მიზნით საჭიროა ინფორმირება შემდეგ საკითხებზე:
 - ადამიანის ჯანმრთელობაზე მანგანუმის გავლენა და ორგანიზებული იქნას მისი ნაერთების ჭარბი დოზებით ექსპოზიციის მავნე ზეგავლენის შესახებ;
 - მანგანუმის და მისი ნაერთების ადამიანის ორგანიზმში მოხვედრის გზების შესახებ;
 - სასმელი წყლის ფილტრების გამოყენების აუცილებლობის შესახებ.
 10. ჭიათურის და ზესტაფონის მოსახლეობისა და მაღაროს მუშათა სასუნთქი სისტემის დაავადებების, ცენტრალური ნერვული სისტემის დაზიანების პროფილაქტიკის და ადრეული პროფილაქტიკის მიზნით მიზანშეწონილია ორგანიზებული იქნას პერიოდული სამედიცინო გამოკვლევები.

8. კადრების მომზადება

საქართველოში მეტალურგიული სპეციალობით საინჟინრო კადრების მომზადება წარმოებს 1923 წლიდან, როდესაც თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტში ცნობილი მეტალურგისა და მათემატიკოსის პროფესორ გიორგი ნიკოლაძის ინიციატივითა და ხელმძღვანელობით გაიხსნა პოლიტექნიკური ფაკულტეტი. 1923 წლიდან 1937 წლამდე იქ მომზადდა 150 ინჟინერ-მეტალურგი, რის შემდეგაც 1949 წლამდე მეტალურგიის სპეციალობაზე შეწყვეტილ იქნა მიღება. 1949 წელს მეტალურგიის ფაკულტეტი დამოუკიდებლად ჩამოყალიბდა საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის ქიმიური ტექნოლოგიის ფაკულტეტის ბაზაზე, ხოლო 2000-იანი წლების დასაწყისში იგი კვლავ შეერწყა ზემოხსენებულ ფაკულტეტს. თავისი არსებობის მანძილზე ფაკულტეტმა მოამზადა 3000-ზე მეტი ინჟინერი.

ამჟამად საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტზე ფუნქციონირებს მეტალურგიის, მასალათმცოდნეობისა და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტი, რომელიც ემსახურება მეტალურგიის და მასალათმცოდნეობის სპეციალობებით ინჟინერიის ბაკალავრების, მაგისტრებისა და დოქტორების მომზადებას.

დეპარტამენტი მოიცავს შემდეგ მიმართულებებს (ყოფილი კათედრები):

- მასალათმცოდნეობა;
- სამსხმელო წარმოება და ახალი ტექნოლოგიური პროცესები;
- საშემდუღებლო წარმოება;
- შავი ლითონების მეტალურგია;
- ლითონთა წნევით დამუშავება;
- ფერადი ლითონების მეტალურგია.

მიმართულებები დაკომპლექტებულია 4 ათეულზე მეტი პროფესორით. მათ შორის უმრავლესობა ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი ან კანდიდატია, რომლებიც თავისი დარგის ცნობილი მეცნიერები არიან საერთაშორისო დონეზე და ათეული წლების მანძილზე ემსახურებიან უმაღლესი განათლების სფეროს.

ფაკულტეტზე დღეისათვის სწავლობს 900-ზე მეტი სტუდენტი, რომელთაგან თითქმის ერთი მესამედი მეტალურგიის, ასევე მასალათმცოდნეობის და ლითონების დამუშავების დეპარტამენტების სტუდენტები არიან. უნივერსიტეტში, გარდა ბაკალავრიატისა, ფუნქციონირებს მაგისტრატურა და დოქტორანტურა. ასევე პროფესიული სწავლება, სადაც მზადდება ტექნიკური პერსონალი მეტალურგიული, მანქანათმშენებელი და ა.შ. დარგის საწარმოებისათვის.

მეტალურგიის სპეციალობით ინჟინერიის ბაკალავრების მომზადება წარმოებს აგრეთვე ქუთაისის აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის საინჟინრო ტექნიკური ფაკულტეტის მანქანათმშენებლობის დეპარტამენტზე, სადაც ფუნქციონირებს მანქანათმშენებლობის, მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის მიმართულება.

ქვეყანაში არსებობს აგრეთვე პროფესიული სასწავლებლების ფართო ქსელი, სადაც ხორციელდება მეტალურგიული პროფილის სპეციალისტების მომზადება.

დასკვნები და რეკომენდაციები

1. ლითონის საერთაშორისო ბაზარზე თუჯის, ფოლადის, ფეროშენადნობების, ნაგლინის და, საერთოდ, ლითონნაკეთობათა ფასების უპრეცედენტო ზრდის პირობებში, მეტად აქტუალური ხდება საქართველოში არსებული მეტალურგიული სიმძლავრეების დატვირთვის თანდათანობით გაზრა და იმპორტული პროდუქციის შემოდინების შემცირება.
2. საქართველოში ფუნქციონირებს რამოდენიმე ფოლადსადნობი ღუმელი, რომელთა სრულად დატვირთვა რთულია, მითუმეტეს ჯართის უქონლობის პირობებში. გამომდინარე ამ გარემოებიდან, დღის წესრიგში დგება რუსთავის მეტალურგიული ქარხნის საბრძმედე კომპლექსის ამოქმედება, რომელსაც ძალუძს გადაფაროს ჯართის არსებული დეფიციტი და გამოუშვას როგორც სასაქონლო, ასევე გადასამუშავებელი თუჯი ფოლადის გამოსადნობად. აქ აგრეთვე შესაძლებელია ბრძმედული ფერომანგანუმის წარმოება, რომელიც საერთაშორისო ბაზარზე იოლად რეალიზებადი. ბრძმედის წარმოების ამუშავება მოითხოვს გარკვეული სარევიზიო და აღდგენითი სამუშაოების ჩატარებას, შესაბამისი ბიზნეს-გეგმის დამუშავებას და წინასწარი ფინანსური გაანგარიშებების შესრულებას კომპეტენტური სპეციალისტების მონაწილეობით. აღნიშნული პროცესი არ არის ძნელად განსახორციელებელი და განმტიცებულია მსოფლიოში თუჯის ფასის სარეკორდო ნიშნულით.
3. ქვეყანაში არსებული საგლინავი აგრეგატების ერთობლიობას შესწევს უნარი აწარმოოს სხვადასხვა პროფილისა და დანიშნულების ლითონპროდუქცია, რომელიც უზრუნველყოფს საკუთარი ბაზრის მოთხოვნებს და ამავე დროს დაასაქმებს ჩვენ მუშახელს და სპეციალისტების გარკვეულ რაოდენობას, რაც მთავარია, – ჩაანაცვლებს იმპორტს, შემოტანილს რუსეთიდან, უკრაინიდან, თურქეთიდან და სხვა, რომელთა მიერ მოწოდებული პროდუქციის საერთო მოცულობამ მხოლოდ 2010 წელს შეადგინა 254.0 მლნ აშშ დოლარი. ამასთან, ეს ღონისძიება მნიშვნელოვნად შეაფერხებს სავალუტო სახსრების გადინებას საქართველოდან.
4. იმპორტირებული შავი ლითონის პროდუქციის მოცულობა ასეულობით მლნ. აშშ დოლარით განისაზღვრება. ქვეყანაში არსებული საგლინავი აგრეგატების ერთობლიობას შესწევს უნარი აწარმოოს სხვადასხვა პროფილისა და დანიშნულების ლითონპროდუქცია, რომელიც უზრუნველყოფს საკუთარი ბაზრის მოთხოვნებს და ამავე დროს დაასაქმებს ჩვენ მუშახელს და სპეციალისტების გარკვეულ რაოდენობას, ჩაანაცვლებს იმპორტს, რაც მნიშვნელოვნად შეაფერხებს სავალუტო სახსრების გადინებას საქართველოდან.
5. სრულიად რეალურია ჩვენთან ლითონის ფართო მოხმარების საგნების წარმოების დაწყება, რისთვისაც აუცილებელია საბაჟო რეჟიმის ხელშემწყობი პირობების შექმნა და სათანადო სახელმწიფო ნორმატიული დოკუმენტების მიღება.

6. მანგანუმის მაღანი მსოფლიო მნიშვნელობის სტრატეგიული ნედლეულია, ის დღემდე შეუცვლელ კომპონენტად რჩება მაღალხარისხოვანი ფოლადისა და თუჯის წარმოებაში. მსოფლიო მოთხოვნილების მიხედვით მანგანუმს ლითონთა შორის მეოთხე ადგილი უჭირავს რკინის, ალუმინისა და სპილენძის შემდეგ. შესაბამისად, მანგანუმის მაღლის მრეწველობის პროგრესი, საქართველოში, მუდამ წამყვანი ლოკომოტივის როლს ასრულებდა, როგორც მომიჯნავე დარგების (ჰიდროელექტროენერგეტიკის, სარგინიგზო ინფრასტრუქტურის, სამთო ინჟინერიისა და გვირაბმშენებლობის, საპორტო მეურნეობის და სხვ.) განვითარებაში, ისე – საერთაშორისო ეკონომიკური ურთიერთობების ჩამოყალიბებისა და გაღრმავების საქმეში.
7. საშემდუღებლო წარმოების განვითარების თანამედროვე ეტაპზე უდავოდ პერსპექტიულია მწყობრიდან გამოსული გაცვეთილი დეტალების რესტავრაცია-ადღგენა დადუღების გზით. ელექტროდების, ფლუსების და ტექნოლოგიური მოწყობილობის (ავტომატური და ნახევრადავტომატური დადუღების აპარატები) ფართო სპექტრის გამოყენების პირობებში პრაქტიკულად ნებისმიერი გაცვეთილი დეტალი ექვემდებარება ადღგენას ძირითადი მახასიათებლების შენარჩუნებით და ზოგიერთ შემთხვევაში მათი გაუმჯობესებითაც კი.
8. ჭიათურის მანგანუმის მაღანი მსოფლიო მნიშვნელობის სტრატეგიული ნედლეულია, ის დღემდე შეუცვლელ კომპონენტად რჩება მაღალხარისხოვანი ფოლადისა და თუჯის წარმოებაში. ჭიათურა-ზესტაფონის სამრეწველო კომპლექსი საქართველოში საექსპორტო პროდუქციის წარმოებისა და სავალუტო რესურსების მოზიდვის მხრივ, ერთპიროვნული ლიდერია. მანგანუმის მეტალურგიის დარგს საქართველოს ექსპორტის 15-20 %-ანი სეგმენტი უჭირავს, მაგრამ მიგვაჩნია, რომ მას ჯერაც არ მიუღწევია თავისი შესაძლებლობების მაქსიმუმისათვის.
9. ჭიათურის საბადოს მანგანუმის ჟანგეული კონცენტრატების წვრილფრაქციულობის გამო ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხანა მანგანუმის ნატეხოვანი მაღლის უმსხვილესი იმპორტიორია. ეს განაპირობებს საზღვარგარეთიდან მოზიდული სავალუტო რესურსების მნიშვნელოვანი ნაწილის კვლავ გადინებას საქართველოდან. ეს პრობლემა შეიძლება დაძლეულ იქნეს საწარმოო პროცესში კარბონატული, ბუნებრივად მსხვილნატეხოვანი მაღნების (კონცენტრატების) ჩართვის გზით, რაც დღეისათვის ვერ ხერხდება ქარხნის აგროფაბრიკის გაუმართაობის გამო. ამ რიგის საკითხთა შორის განსახილველია მეტალურგიული კოქსისა და კვარციტის 100%-ანი იმპორტირების საკითხიც. ჭიათურის მაღნების რაციონალური გამოყენების, ჭიათურის საბადოს ექსპლოატაციის გახანგრძლივების, მაღნების გამდიდრების პროცესში საწარმოო ნარჩენების წარმოშობის მინიმუმამდე დაყვანის, მანგანუმის მაღლისა და კვარციტის იმპორტის გამორიცხვისა და გარემოს ეკოლოგიური მდგომარეობის გაჯანსაღების უზრუნველყოფის თვალსაზრისით მიზანშეწონილად მივიჩნევთ ადგილობრივი სანედლეულო რესურსის გამოყენების

მაჩვენებლის გაზრდას. განსაკუთრებული ყურადღება უნდა დაეთმოს ჭიათურაში ახალი ტიპის ნაჭროვანი მაღალკაჟმიწაშემცველი და მაღალფუძიანი ნედლეულის ე.წ. “სპეცპროდუქტისა” და “სპეცკონცენტრატის” წარმოების გაფართოვების, ხოლო ტყიბულში – მეტალურგიული საჭიროებისათვის ვარგისი ნახევრად კოქსის შესაძლო წარმოების საკითხებს.

10. განსაკუთრებული ყურადღება უნდა დაეთმოს ჭიათურა-ხესტაფონი-რუსთავის სამთო-მეტალურგიული სამრეწველო კომპლექსის ექსპლოატაციის შედეგად, ღია ატმოსფერულ პირობებში დასაწყობებული ასეულობით ათასი ტონა ნარჩენის გადამუშავებას ახალი, არატრადიციული, ენერგოდამზოგავი და ეკოლოგიურად უსაფრთხო ბიოტექნოლოგიური და თმს მეთოდების გამოყენებით. აღნიშნულ ნარჩენებში მანგანუმის ჟანგეულებთან ერთად მნიშვნელოვანი (30-50%) რაოდენობითაა სილიციუმის ჟანგეულებიც. სილიციუმი ასევე ფასეული ელემენტია, რომლის მიზნობრივი გამოყენება შეამცირებს იმპორტული კვარციტების შემოტანის აუცილებლობას.
11. სამთო-მეტალურგიული წარმოების ნარჩენების რეციკლირება-უტილიზაციის პერსპექტიულ მიმართულებებს შორის, ერთ-ერთ პროგრესულ ტექნოლოგიად ლითონთა ბიოტექნოლოგიას მივიჩნევთ. ტექნოლოგია დაფუძნებულია სასარგებლო ელემენტების ბაქტერიული გამოტუტვის პრინციპზე და გამოირჩევა ეკოლოგიური უსაფრთხოობითა და ენერგოდამზოგავობით. იგი დღეისათვის მსოფლიო მნიშვნელობის სწრაფად განვითარებად დარგად ითვლება. ამ მიმართულებით ფერდინანდ თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტში მიმდინარეობს კვლევითი სამუშაოები მანგანუმშემცველი საწარმოო ნარჩენებიდან, მანგანუმის ბაქტერიული გამოტუტვის მიმართულებით. შედეგები დადებითია და სათანადო ხელშეწყობის პირობებში შესაძლებელია საკითხის ნახევრადსამრეწველო მასშტაბებში განხილვა.
12. დღევანდელი მწვავე საბაზრო კონკურენციის პირობებში, საქართველოში უნდა წახალისდეს მანგანუმიან ფეროშენადნობთა ელექტრომეტალურგიული წარმოების მინი ქარხნების განვითარებაც. მათ უნდა მიეცეთ მანგანუმის ადგილობრივი ნედლეულის გამოყენების საშუალება. ჭიათურამანგანუმის მონოპოლიზაციის გამო, დღეისათვის, მცირე საწარმოების უმრავლესობა მანგანუმის იმპორტული მადნის 100%-ანი მომხმარებელია, რაც გაუმართლებლად ზრდის ადგილობრივი პროდუქციის თვითღირებულებას. შიდა კონკურენციის ხელოვნური გამწვავების გამორიცხვის მიზნით ხელი უნდა შევეწყოთ, როგორც მანგანუმის დაუმუშავებელი საბადოების ხელმისაწვდომლობას, ასევე - ახლების მოძიებას.
13. მიზანშეწონილად მიგვაჩნია ენერგეტიკულ ობიექტებზე ტყიბულის ნახშირების დაწვის შედეგად მიღებული ნაცრის, ტყიბულის ნახშირების გამდიდრების კუდების და რუსთავის მეტალურგიული ქარხნის ნაცარსაყარის ნარჩენების ნედლეულიდან იწარმოოს ახალი ფეროშენადნი - ფეროსილიკოალუმინი, რომელიც ფოლადისათვის ერთდროულად გამჟანგველიც არის და მალეგირებელიც. ამჟამად მისი მოხმარების არეალი

ინტენსიურად იზრდება და მსხვილი მეტალურგიული ობიექტები აქტიურად იყენებენ მას. სავარაუდოა, რომ უახლოეს მომავალში ფეროსილიკოალუმინი მწვავე დეფიციტურ პროდუქციად იქცევა. მეტად მნიშვნელოვანია, რომ ყოველი კომპონენტი აღნიშნული პროდუქციის საწარმოებლად უაღრესად დაბალი ღირებულების არის და მათგან ფართობების გამოთავისუფლება გარემოს დაცვისა და დეტერიორაციული თვალსაზრისით მისასალმებელი ღონისძიებაა.

14. განსაკუთრებული ყურადღება უნდა დაეთმოს სპეციალური მეტალურგიის მეცნიერებატევად სფეროს, რომლის განვითარებისთვისაც ქვეყანაში არსებობს მნიშვნელოვანი ინტელექტუალური და მატერიალური რესურსი. მათ შორის უმნიშვნელოვანესია:

- სამოქალაქო და სამხედრო დანიშნულების სპეციალური ფოლადების წარმოების განვითარება ადგილობრივი ბაზრის მოთხოვნილებათა და ძვირადღირებული, ხშირ შემთხვევაში, ძნელად მოსაპოვებელი მასალების ექსპორტის შემცირების მიზნით. განსაკუთრებით ეს შეეხება თავდაცვის სფეროში მოხმარებულ მასალებს საჯავშნე და საიარღო ფოლადების სახით.

- ფხვნილთა მეტალურგიის სფეროში ქვეყანაში მიღებული ინოვაციური შედეგების ჩანერგვა, რაც საშუალებას მოგვცემს ვაწარმოოთ ახალი, მაღალი ფიზიკურ-მექანიკური და საექსპლუატაციო თვისებების მქონე ფართო ასორტიმენტის ლითონ-კერამიკული ნაწარმი ლითონდამამუშავებელი მრეწველობისათვის (საჭრისები, ფილიერები, ადიდვის თვალაკები, ფრეზები, პრესფორმები და სხვა). გარდა ამისა, ფხვნილთა მეტალურგიით მიღებული პროდუქტებით შესაძლებელია უნიკალური თვისებების დანაფარების მიღება. ისინი წარმატებით შეიძლება გამოვიყენოთ მექანიზმების გაცვეთილი დეტალებისა და კვანძების ზედაპირების აღდგენა-განმტკიცებისთვის პლაზმური, ელექტრონაპერწყლური ან აირ-რკალური მეთოდების გამოყენებით. შემუშავებული ტექნოლოგიებით წარმოებული 1კგ მზა პროდუქციის თვითღირებულება 20%-ით ნაკლებია ბაზარზე არსებული ანალოგიური ტიპის ნაწარმის თვითღირებულებაზე და 25%-ით აჭარბებს მათ საექსპლუატაციო მახასიათებლებს. ყოველივე ეს იმის საწინდარია, რომ ასეთი ტექნოლოგიის დანერგვის შემთხვევაში, წარმოებული პროდუქცია, გარკვეულ წილად შეამცირებს ქვეყნის საიმპორტო სეგმენტის მოცულობას.

- ასევე მნიშვნელოვანია ადგილობრივი რესურსული ბაზის საფუძველზე სილიციუმისა და ანთიმონის მეტალურგიული გადამამუშავება და შემდეგი რაფინირება ქვეყანაში დამამუშავებელი ტექნოლოგიების გამოყენებით. მეტად მომგებიანია ე.წ. “მზიური სილიციუმის” წარმოება ფოტოელემენტებისათვის, რომელზედაც მოთხოვნა დღითი დღე იზრდება. არსებული ტექნოლოგია მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტის ბაზაზე შეიძლება დაინერგოს მნიშვნელოვანი მატერიალურ-ფინანსური დანახარჯების გარეშე. ამჟამად ზოფხიტოს ანთიმონის სულფიდური მადნების ეკოლოგიურად სუფთა ვაკუუმთერმიული გადამამუშავების შედეგად მიღებულია 98,9% სისუფთავის ანთიმონი.

- სტრატეგიული საკითხია თვითგავრცელებადი მაღალტემპერატურული სინთეზის ტექნოლოგიით ნივთიერებების – ბორიდების, კარბიდების, კარბო-ნიტრიდ-ბორიდების და სხვა ფუძეზე განსაკუთრებული თვისებების მქონე მასალების მიღება, რომლებიც ფართო გამოყენებას პოულობენ როგორც სამოქალაქო სფეროში, ასევე თავდაცვის საქმეშიც, მაგალითად, მსუბუქი ჯავშანფილების წარმოებაში. აღნიშნული ენერგო და რესურს დამზოგი ტექნოლოგია საშუალებას იძლევა საქართველოში განვითარდეს საჯავშნე კერამიკის მიღების თანამედროვე მაღალტექნოლოგიური მრეწველობა. ამ პროდუქციით დაიჯავშნება ქართული არმიის ტექნიკა და საჯარისო და პოლიციური შემადგენლობა.

15. სამთო-მეტალურგიული საწარმოების მიდამოებში ათწლეულობით დაგროვილი მილიონობით ტონა ტექნოგენური ნარჩენები, რომლებიც ასეულობით ჰექტარს სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების სავარგულებზეა მიმოფანტული, დიდ ზიანს აყენებენ დედა-ბუნებას. ამ ფართობების დეტერიორაცია, ანუ ტერიტორიის ნარჩენებიდან გამონთავისუფლება, გარემოს დაცვის ერთ-ერთი უპირველესი ამოცანაა, მითუმეტეს, რომ ღია ატმოსფერულ პირობებში დასაწყობებული ნარჩენები ატმოსფერული ნალექების ზემოქმედების შედეგად, როგორც წესი, ჩამდინარე წყლების, ხოლო ეს უკანასკნელი ნიადაგების დაბინძურებას იწვევენ. ამდენად, კონცეფციაში განხილული ტექნოგენური წიაღისეულის რეციკლირება-უტილიზაციის პრობლემების გადაჭრას ეკონომიკური ეფექტიანობის გარდა დიდი ეკოლოგიური მნიშვნელობაც გააჩნიათ.

16. ყურადღება უნდა დაეთმოს მეტალურგიული და მასალათმცოდნეური მიმართულებებით მაღალკვალიფიცირებული კადრების მომზადებას. უნდა დაინერგოს ახალგაზრდა სპეციალისტების მოწინავე ქვეყნების სამთო-მეტალურგიულ საწარმოებში სტაჟირების პრაქტიკა. ასეთი პრაქტიკა მნიშვნელოვანი სტიმული იქნება ნიჭიერი ახალგაზრდებისათვის და მიმზიდველს და ავტორიტეტულს გახდის მეტალურგიულ სპეციალობებს.

ს ა რ ჩ ე ვ ი

წინასიტყვაობა.....	3
შშსავალი (ნოვაციები თანამედროვე მეტალურგიაში).....	5
1. მეტალურგიის სათავებთან (ისტორიული მიმოხილვა).....	10
2. ფეროშენადნობის მეტალურგია.....	13
2.1. მანგანუმის გამოყენების სფეროები.....	13
2.2. მანგანუმიანი ფეროშენადნობები – საქართველოს მრეწველობის ფლაგმანი.....	14
2.3. მანგანუმის წარმოება მეტალურგიული მრეწველობის განვითარების საერთაშორისო ტენდენციების ფონზე.....	17
2.4. ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხანა.....	18
2.5. ფეროშენადნობთა საწარმოო სხვა სიმძლავრეები.....	24
2.6. ფეროშენადნობთა წარმოების განვითარების პერსპექტიული მიმართულებები.....	27
2.7. სპეცპროდუქტისა და სპეცკონცენტრატების წარმოება, როგორც ჭიათურის მანგანუმის მადნების რაციონალური გამოყენებისა და საბადოს ექსპლოატაციის გახანგრძლივების ერთ-ერთი პერსპექტიული საშუალება.....	30
2.8. ფეროსილიკოალუმინი.....	33
2.8.1. ფეროსილიკოალუმინი და მისი წარმოების პერსპექტივები საქართველოში.....	33
2.8.2. ფეროსილიკოალუმინის წარმოების ტექნოლოგია.....	34
2.8.3. რესურსული ბაზა.....	35
2.8.4. ფეროსილიკოალუმინის წარმოების მეცნიერული საფუძვლები.....	36
3. შავი მეტალურგიის განვითარებისათვის საქართველოში არსებული რესურსები.....	38
3.1. ჭიათურმანგანუმის საბადოების რესურსული ბაზა.....	38
3.2. საქართველოს ქვანახშირის საბადოები (ტყიბული, ტყვარჩელი).....	40
3.3. კირქვები და სხვა დამხმარე მასალები.....	43
3.4. წყლის რესურსი.....	44
4. შავი მეტალურგიის პროდუქციის ძირითადი სახეობები.....	45
4.1. თუჯის წარმოება.....	45
4.2. ფოლადის წარმოება.....	47
4.3. სორტული ფოლადის წარმოების თანამედროვე მდგომარეობა და განვითარების პერსპექტივები.....	53
4.4. მიღების წარმოების თანამედროვე ტენდენციები.....	62
4.5. მიღების წარმოების პერსპექტივა საქართველოში.....	63
4.6. საშემდგომლო წარმოება.....	70
4.7. რუსთავის მეტალურგიული ქარხანა და სხვა ფოლადმწარმოებელი კომპანიები.....	71
5. ტექნოლოგიური წიაღისეულის რეციკლირების პერსპექტივა.....	74
5.1. ჭიათურმანგანუმისა და ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხნის საწარმოო (ტექნოლოგიური) ნარჩენები.....	74
5.2. ლითონთა ბიოტექნოლოგია.....	78

5.3. მანგანუმშემცველი წვრილდისპერსიული ტექნოგენური ნარჩენების თერმოაქტივიზაციისა და ცენტრიდანული აჩქარების ველში მანგანუმის თმს მეთოდებით აღდგენის ტექნოლოგია.....	79
5.4. რუსთავის მეტალურგიული ქარხნის წიდასაყარი.....	80
5.5. ნაცარი და ნახშირის გამდიდრების კუდები.....	81
5.6. ამომჭმელი ხსნარების გადამუშავება.....	82
6. სპეციალური მეტალურგია	84
6.1. სპეციალური ფოლადები.....	84
6.2. ფხვნილთა მეტალურგია და ლითონ-კერამიკული მასალების წარმოება.....	86
6.3. ნახევრად გამტარების მეტალურგია.....	89
6.4. თვითგაგრძელებადი მაღალტემპერანურული სინთეზი და კომპოზიციური მასალები	91
7. ეკოლოგიური პრობლემები ჰიათურაში, ზესტაფონსა და რუსთავში	94
7.1. ჰიათურა.....	94
7.2. ზესტაფონი.....	96
7.3. რუსთავის ეკოლოგიური პრობლემები.....	97
7.4. კვლევების შედეგები.....	98
7.5. რეკომენდაციები ბუნების დაცვის სფეროში.....	100
8. კაღრების მომზადება.....	102
დასკვნები და რეკომენდაციები.....	103