

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

სოფიო მახარაძე

ტყიბულის ნახშირის გამოყენების პერსპექტივები  
საქართველოს მრეწველობაში და ტექნიკურ-ეკონომიკური  
ანალიზი

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად  
წარდგენილი დისერტაციის

ა გ ტ ო რ ე ფ ე რ ა ტ ი

თბილისი  
2013 წელი

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

ხელმძღვანელი: სრული პროფესორი ლეონ მახარაძე

რეცენზენტები: **სრული პროფესორი უ. კავთიაშვილი**  
**სრული პროფესორი ნ. ქევხიშვილი**

დაცვაშედეგა **2013 წლის "15" მარტს, 15:00 საათზე**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური  
ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს კოლეგიის №28 სხდომაზე,  
კორპუსი III, აუდიტორია 227

მისამართი: 0175, თბილისი, კოსტავას 77

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ს ბიბლიოთეკაში,  
ხოლო ავტორეფერატის - ფაკულტეტის ვებ-გვერდზე

სადისერტაციო საბჭოს მდივანი

დ.თევზაძე

## თემის აქტუალობა

სათბობ რესურსებს უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება ქვეყნის ეკონომიკაში. მათი მარაგებით განისაზღვრება ამა თუ იმ სათბობი ნედლეულის გამოყენების მიზანშეწონილობა მრეწველობის სხვადასხვა დარგში, აგრეთვე რეალიზების ეფექტური ტექნოლოგიების დამუშავება ცალკეული მიმართულებით. ამდენად სათბობი რესურსების გარეშე წარმოდგენილია მრეწველობის ისეთი დარგების როგორცაა თბოენერგეტიკა, შავი და ფერადი მეტალურგია, მჭიდა სამშენებლო მასალების წარმოება, აგრეთვე საყოფაცხოვრებო სექტორის განვითარება.

საქართველო ძალზე მწირი ქვეყანაა ნავთობისა და გაზის ბუნებრივი სათბობი რესურსებით, ამდენად ამ დანიშნულებისათვის გამოიყენება ძვირადღირებული იმპორტული ნედლეული, რაც უარყოფითად აისახება ქვეყნის ეკონომიკაზე. სწორედ აქედან გამომდინარე იქნა ქვეყნის ხელმძღვანელობის მიერ მიღებული გადაწყვეტილება თბოენერგეტიკასა და მრეწველობის ზოგიერთ დარგში შესაძლებლობებისდამიხედვით ადგილობრივი მყარი სათბობის - ქვანახშირის გამოყენების შესახებ, რომლის სოლიდური მარაგები არსებობს საქართველოში. მყარი სათბობის დაძირებული მარაგების 80 % ტყიბული-შაორის საბადოს მიეკუთვნება.

ადგილობრივი მყარი სათბობის - ტყიბული-შაორის საბადოს ქვანახშირის გამოყენებისათვის დასაწყისში განსაზღვრული იქნა სამი სფერო: თბოენერგეტიკა - მცირე სიმძლავრის თბოელექტროსადგურის მშენებლობა, ცემენტის წარმოების ობიექტები (კასპისა და რუსთავის ქარხნები) და ფერადი ლითონების წარმოება.

ტყიბული-შაორის საბადოს ქვანახშირი მიეკუთვნება საკმაოდ დაბალი ხარისხის სათბობ ნედლეულს. ამდენად მისი ეფექტურობის და კონკურენტუნარიანობის გაზრდის მიზნით აუცილებელია ახალი ტექნოლოგიური სქემის დამუშავება, რათა თბოელექტროსადგურის მიერ გამოიმუშავებული ელექტრული ენერჯის თვითღირებულება მიუახლოვდეს სხვა საბადოების ქვანახშირის გამოყენების შემთხვევაში წარმოებულ ელექტრული ენერჯის თვითღირებულებას. მხოლოდ ასეთი ტექნოლოგიის დამუშავების შემთხვევაში არის შესაძლებელი პრაქტიკუ-

ლად ნებისმიერი, მათ შორის დაბალი ხარისხის მყარი სათბობის მრავალმიზნობრივი გამოყენება. მხოლოდ ნახშირების წვის პროგრესული ტექნოლოგიების დამუშავება და თბოელექტროსადგურებში მათი დანერგვა საჭიროებს ურთულესი სამეცნიერო და საინჟინრო ამოცანების გადაწყვეტას, რადგან ქვანახშირის გამოყენების პერსპექტივები თბოენერგეტიკაში დაკავშირებულია მისგან მაღალკალორიული და ეკოლოგიურად უსაფრთხო საწვავის ტრანსპორტირების და წვის ეფექტური ტექნოლოგიების, აგრეთვე წვის შედეგად წარმოქმნილი აირადი პროდუქტების გამწმენდი ურთულესი და ძვირადღირებული სისტემების შემუშავებასთან და რეალიზებასთან.

მყარი სათბობი ნედლეულიდან ქვანახშირისაგან წარმოებული პროდუქტები - კოქსი და ნახევრად კოქსი აუცილებელი და საუკეთესო მასალაა მრეწველობის სხვადასხვა დარგისათვის, კერძოდ, ფერადი და შავი მეტალურგიის საწარმოებისათვის. დღევანდელი რეალობის გათვალისწინებით ამ პროდუქტების წარმოებისათვის საქართველოში პოტენციურ ნედლეულად ასევე ტყიბული-შაორის საბადოს ქვანახშირი მოიაზრება. ამის გამო, საკუთარი მოხმარების უზრუნველსაყოფად კოქსისა და ნახევრად კოქსის წარმოებისათვის, ქვეყანაში შექმნილი ეკონომიკური მდგომარეობის გამო, დღის წესრიგში დადგა აღნიშნული საბადოს გამდიდრებული ქვანახშირის გამოყენების შესაძლებლობის კვლევა, რათა დადგენილიყო ამ მიზნისათვის გამოყენებული ქვანახშირის და მისგან მიღებული პროდუქტების ფიზიკურ-მექანიკური და თბოენერგეტიკული თვისებები და ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები.

მჭიდა სამშენებლო მასალების, კერძოდ, ცემენტის წარმოების ხარისხი და ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული იმ სათბობის ხარისხზე და რაციონალურად გამოყენებაზე, რომელსაც იყენებენ კლინკერის გამოსაწვავ მბრუნავ ღუმელში, საშრობ და სხვა თბურ აპარატურაში. აქედან გამომდინარე, ძირითადი ტექნოლოგიური სათბობის შერჩევას და მის მახასიათებლებზე მორგებული აგრეგატული ნაწილის სწორად განსაზღვრას უმნიშვნელოვანესი როლი ენიჭება. ზემოაღნიშნული გარემოებების გამო, ამ მიმართულებითაც იქნა მიღებული გადაწყვეტილება, რომ საქართველოში ცემენტის წარმოებისათვის ძირითად ტექნოლოგიურ საწვავად

გამოყენებულიყო ტყიბული-შაორის საბადოს გამდიდრებული ქვანახშირი. მაგრამ მისი შედარებით დაბალი ხარისხის გამო საჭირო იყო ამ დარგისათვის აუცილებელი ტექნოლოგიური სქემის დამუშავება და გამოყენებული სათბობის ფიზიკურ-მექანიკური, თბოენერგეტიკული და ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების დადგენა.

სადისერტაციო ნაშრომი ეძღვნება სამივე სფეროსათვის უმნიშვნელოვანესი საკითხების კვლევას და გადაწყვეტას, ამდენად თემის აქტუალურობა და სამეცნიერო-ტექნიკური ღირებულება ეჭვს არ იწვევს, რადგან მიღებული შედეგების რეალიზაციას სამრეწველო პირობებში სახელმწიფოსათვის უდიდესი ეკონომიკური მნიშვნელობა გააჩნია.

**სამუშაოს მიზანი.** სადისერტაციო ნაშრომის ძირითადი მიზანია ტყიბული-შაორის საბადოს ქვანახშირის თბოელექტროსადგურში სათბობ ნედლეულად გამოყენების ახალი, რაციონალური ტექნოლოგიური სქემის დამუშავება და პარამეტრების ისეთი მნიშვნელობების მიღწევა, რომლებიც უზრუნველყოფენ გამომუშავებული ელექტრული ენერჯიის თვითღირებულების მიახლოებას სხვა საბადოების უფრო მაღალი ხარისხის ნახშირების გამოყენების შემთხვევაში წარმოებული ელექტრული ენერჯიის თვითღირებულებასთან. ამავე საბადოს ქვანახშირისაგან ნახევრად კოქსის წარმოებისათვის გამოყენების შესაძლებლობის კვლევა, მიღებული პროდუქტის პარამეტრების დადგენა და რეალიზება ფეროშენადნობების მწარმოებელ ობიექტებზე, აგრეთვე მჭიდროდ სამშენებლო მასალების წარმოებისათვის ტექნოლოგიური სქემის დამუშავება კლინკერის გამოსაწვავ მბრუნავ ღუმელში და სხვა თბურ აპარატურაში ეფექტურად გამოყენებისათვის, ამ ტექნოლოგიით მიღებული სათბობის რაციონალური პარამეტრების დადგენა და რეალიზება კასპისა და რუსთავის ცემენტის მწარმოებელ ქარხნებში.

### **კვლევის ობიექტები და მეთოდები.**

**კვლევის ობიექტები.** კვლევის ობიექტებს წამოადგენენ: ტყიბულის მცირე სიმძლავრის საპილოტო თბოელექტროსადგური, ზესტაფონის ფეროშენადნობების ქარხანა, კასპისა და რუსთავის ცემენტის მწარმოებელი ქარხნები, სადაც ძირითად სათბობ ნედლეულად გამოყენ-

ნებული უნდა იქნეს მყარი საწვავი, კერძოდ, ტყიბული-შაორის საბადოს ქვანახშირი.

**კვლევის მეთოდები.** სადისერტაციო ნაშრომის თემით გათვალისწინებული შესასწავლი საკითხები რთული, მრავალფაქტორიანი პროცესებია, რომელთა გადაწყვეტისათვის ჩვენს მიერ მიღებულია ერთიანი მეთოდოლოგიური საფუძველი, რომელიც ერთიან სამეცნიერო კომპლექსში აერთიანებს თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევის მეთოდებს. სადისერტაციო ნაშრომის ძირითადი მიზნებისაგან გამომდინარე, სამივე მიმართულებით პრიორიტეტულია ტყიბული-შაორის საბადოს ქვანახშირის გრანულომეტრიული შედგენილობის, მისი ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების, მასში შემავალი ქიმიური ელემენტების პროცენტული შემცველობის დადგენა როგორც ნედლ მდგომარეობაში, ასევე მისი წვის შედეგად მიღებული ნაცრისათვის. აქედან გამომდინარე, აღნიშნული პარამეტრების მნიშვნელობების უტყუარობისათვის უპირატესობა უნდა მიენიჭოს ექსპერიმენტული კვლევის შედეგებს, ამდენად ჩვენს მიერ შესრულებული კვლევებისათვის ძირითადად სწორედ ექსპერიმენტული მეთოდები იქნა გამოყენებული.

**ნაშრომის ძირითადი შედეგები და მეცნიერული სიახლე:**

- შესწავლილი და დადგენილია ტყიბულის მცირე სიმძლავრის თბოელექტროსადგურისათვის მყარ სათბობად ტყიბული-შაორის საბადოს რიგითი (ნედლი) ქვანახშირის, ცენტრალური მამდიდრებელი ფაბრიკის ნარჩენებთან და სალექარებიდან მიწოდებულ შლამთან ნარევის ეფექტურად გამოყენების შესაძლებლობა, დამუშავებულია თბოელექტროსადგურის მყარი სათბობით მომარაგების ტექნოლოგიური სქემა.
- შესწავლილი და დადგენილია ტყიბული-შაორის საბადოს ქვანახშირისაგან ნახევრად კოქსის წარმოების შესაძლებლობა, რომელიც მაღალი ეფექტურობით შეიძლება გამოყენებული იქნეს ფერად მეტალურგიაში, კერძოდ, ფეროშენადნობის წარმოებისათვის, აგრეთვე მჭიდროდ სამშენებლო მასალების, კერძოდ, ცემენტის წარმოებაში - კლინკერის მომზადებისათვის, დამუშავებულია შესაბამისი ტექნოლოგიური სქემები.

- ექსპერიმენტული კვლევების საფუძველზე განსაზღვრული და დადგენილია სამივე სფეროში გამოყენებული ტყიბული-შაორის საბადოს ქვანახშირის და მისგან მიღებული ნარეგების იმ ძირითადი პარამეტრების მნიშვნელობები, რომელთა გათვალისწინება აუცილებელია ტექნოლოგიური სქემების დამუშავებისათვის, კერძოდ, მყარი სათბობი ნედლეულის (გაუმდიდრებელი და გამდიდრებული ქვანახშირის) გრანულომეტრიული შედგენილობა (სხვადასხვა ტექნოლოგიებით გათვალისწინებული კლასების განსაზღვრა); მყარი ნაწილაკების საშუალო დიამეტრი; მყარი საწვავის და სხვა მყარი მასალების ფორიანობა; გაუმდიდრებელი და გამდიდრებული, ნახევრად კოქსის, ცემენტის წარმოების კლინკერისათვის გათვალისწინებული ქვანახშირების ქიმიური შედგენილობა, ნაცრიანობა, თბოუნარიანობა, აქროლადები, ტენიანობა, დაქუცმაცების და დაფქვის ხარისხი; ქვანახშირის მტვრის პარამეტრები; ჰიდრონარეგებისა და სუსპენზიების სიმკვრივე; საბოლოო პროდუქტის გამოსავლიანობა.
- ექსპერიმენტული კვლევების საფუძველზე, ტყიბული-შაორის საბადოს ქვანახშირის იმ კლასებისათვის, რომლებიც ძირითადად გამოყენებულია მყარ სათბობად ზემოთ აღნიშნულ სამივე სფეროში, დადგენილია ქვანახშირის თბოუნარიანობის ნაცრიანობისაგან, ქვანახშირის თბოუნარიანობის მაგნეტიტის სუსპენზიის სიმკვრივისაგან, ქვანახშირის ნაცრიანობის მაგნეტიტის სუსპენზიის სიმკვრივისაგან, ქვანახშირის მაგნეტიტის სუსპენზიის საბოლოო პროდუქტის გამოსავლიანობისაგან ფუნქციური დამოკიდებულებები.

### **შეჯამების გამოყენების სფერო**

შესრულებული კვლევის შედეგები შეიძლება გამოყენებული იქნეს:

- თბოენერგეტიკაში - მცირე სიმძლავრის თბოელექტროსადგურებში, სადაც მყარ სათბობად გამოიყენება ტყიბული-შაორის საბადოს ნედლი, გაუმდიდრებელი ქვანახშირი, კერძოდ, ტყიბულის მცირე სიმძლავრის თბოელექტროსადგურში;
- მჭიდა სამშენებლო მასალების - ცემენტის წარმოებაში, სადაც სათბობ ნედლეულად გამოიყენება ტყიბული-შაორის საბადოს გამდიდრებული ქვანახშირისაგან მიღებული ნახევრად კოქსი - როდუ-

საც კლინიკურის წარმოების მბრუნავ ღუმელში უშუალოდ მიეწოდება მისი წვის შედეგად მიღებული ნაცარი, კერძოდ, კასპისა და რუსთავის ცემენტის ქარხნებში;

- ფერადი ლითონების წარმოებაში, როდესაც ფეროშენადნობების წარმოებისათვის გამოიყენება ტყიბული-შაორის საბადოს გამდიდრებული ქვანახშირისაგან მიღებული ნახევრად კოქსი, კერძოდ, ზესტაფონის ფეროშენადნობების ქარხანა და იგივე პროფილის სხვა მცირე საწარმოები.

**ცნობები დისერტაციის მოცულობისა და სტრუქტურის შესახებ.** სადისერტაციო ნაშრომი შედგება შესავლის, ლიტერატურული მიმოხილვის, 5 თავის, ძირითადი დასკვნებისა და გამოყენებული ლიტერატურის ნუსხისაგან. ნაშრომის მოცულობა შეადგენს კომპიუტერზე ნახევრად 138 გვერდს, რომელიც შეიცავს 11 ცხრილს და 22 ნახაზს.

### **დისერტაციის ძირითადი შედეგები**

#### **ლიტერატურის მიმოხილვა**

იმ პრობლემასთან დაკავშირებული საკითხების სათანადო სამეცნიერო დონეზე შესწავლისა და გადაჭრისათვის, რომელიც წარმოადგენს სადისერტაციო ნაშრომის ძირითად თემას, ჩვენს მიერ შესრულებული იქნა შესაბამისი მიმართულებით გამოქვეყნებული სამეცნიერო ლიტერატურის ფუნდამენტური მიმოხილვა. უნდა აღნიშნოს, რომ მყარი სათბობის გამოყენება თბოენერგეტიკაში, მჭიდო სამშენებლო მასალების წარმოებაში, ფერად და შავ მეტალურგიაში მნიშვნელოვან პრობლემას წარმოადგენდა და წარმოადგენს მსოფლიოს მრავალი განვითარებული ქვეყნისათვის. სწორედ ამის გამო დაედო საფუძველი ამ მიმართულებით მნიშვნელოვან კვლევებს პრაქტიკულად ჯერ კიდევ გასული საუკუნის დასაწყისიდან და გრძელდება დღესდღეობითაც, რადგანაც პრობლემა მეტად აქტუალურია და რთული გადასაჭრელად. პირველი მნიშვნელოვანი კვლევები შესრულებული იყო ისეთი მეცნიერების მიერ, როგორც იყვნენ და არიან: მ. შნადლოვი, ვ. ნეჩაევი, დ. მუნნიკი, ე. ივანოვი, ე. კრეილინი, გ. ოლხოვსკი, ვ. დუდა, გ. ვალბერგი, გ. იაკოვჩიკი, დ. მაზუროვი, ვ. კლასენი, ს. სპუნდი, ლ. შანჰოუ, მ. ყიფშიძე, თ. ჯიშკარიანი, გ. არაბიძე, რ. არველაძე და სხვები. მათ მიერ შესრულებული



ბული ფუნდამენტური გამოკვლევები ეხება მყარი სათბობის გამოყენებას მრეწველობის სხვადასხვა სფეროში.

ჩვენს ქვეყანაში სამივე სახის (მყარი, თხევადი, აირისებრი) სათბობის საბადოები არსებობს, მაგრამ დღესდღეობით მათი დაძიებული მარაგები ძალზე მწირია, მათგან სამრეწველო მნიშვნელობის პოტენციული მხოლოდ მყარ სათბობს - ქვანახშირს გააჩნია. ამდენად საკუთარ სათბობ რესურსებზე ორიენტაციისას, ქვეყანაში არსებული ეკონომიკური მდგომარეობის გათვალისწინებით, ერთადერთ საბაზო სათბობ ნედლეულად მიჩნეული უნდა იქნეს ქვანახშირი, რასაც შეუძლია ქვეყანაში შექმნილი კრიზისის შემცირება ნაწილობრივ მაინც. ეს ასეც მოხდა, რამაც განაპირობა ტყიბული-შაორის საბადოს ქვანახშირის გამოყენების აუცილებლობა საქართველოს თბოენერგეტიკაში და მრეწველობის ზოგიერთ სფეროში. სწორედეს გარემოება დაედო საფუძვლად სადისერტაციო ნაშრომის თემის განსაზღვრას. ცხადია ლიტერატურის მიმოხილვისას აქცენტი გაკეთებული იქნა ამ მიმართულებით, კერძოდ, განხილული და გაანალიზებული იქნა უმნიშვნელოვანესი გამოქვეყნებული სამეცნიერო ლიტერატურული წყაროები, რომლებიც ეძღვნება ქვანახშირის გამოყენების პრობლემებს თბოენერგეტიკაში, ცემენტის წარმოებაში და ფერად მეტალურგიაში.

მიუხედავად იმისა, რომ ამ პრობლემასთან დაკავშირებული მრავალი საკითხი საკმაოდ ღრმად არის შესწავლილი და მიღებული შედეგები ასევე საკმაოდ არის რეალიზებული სამრეწველო ობიექტებზე, ანალოგიური კვლევები ტყიბული-შაორის საბადოს ქვანახშირისათვის საერთოდ არ არის შესრულებული, ამდენად აუცილებელი გახდა შესაბამისი კვლევების ჩატარება, რათა შესაძლებელი ყოფილიყო კვლევის შედეგების განზოგადება და ქვეყნის მასშტაბით რეალიზება.

როგორც ზემოთ იყო აღინიშნული, სადისერტაციო ნაშრომის თემასთან დაკავშირებული საკითხების შესწავლისათვის მნიშვნელოვანი კვლევები და ანალიზი შესრულებულია ქართველი მეცნიერების: მ. ყიფშიძის, რ. არველაძის, თ. ჯიშკარიანის, გ. არაბიძის, ო. ვეზირიშვილის, მ. ჯამარჯაშვილის, ტ. მიქიაშვილის, თ. კიდურაძის, დ. დვალის და სხვების მიერ, მიღებულია მნიშვნელოვანი შედეგები. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ შესრულებული კვლევების აბსოლუტური

უმრავლესობა ეძღვნება მყარი სათბობის, კერძოდ, ტყიბული-შაორის საბადოს ნახშირის თბოენერგეტიკაში (თბოელექტროსადგურებში) გამოყენების გრძელვადიან სტრატეგიას და მასთან დაკავშირებულ სამეცნიერო, საინჟინრო-ტექნიკურ და ეკონომიკის საკითხებს.

ჩვენს მიერ შესრულებულმა ლიტერატურის მიმოხილვამ მოგვცა შესაძლებლობა გაგვეანალიზებინა სადისერტაციო ნაშრომის თემით გათვალისწინებული გადასაჭრელი საკითხების შესწავლის მდგომარეობის დონე, გამოგვევლინა მათი დადებითი და უარყოფითი მხარეები, ჩამოგვეყალიბებინა ის ძირითადი საკითხები, რომელთა შემდგომი კვლევა აუცილებელია პრობლემის გადაჭრისათვის:

- მცირე სიმძლავრის თბოელექტროსადგურის დაპროექტებისა და მშენებლობისათვის სათბობი ნარევის მომზადება რაციონალური შედგენილობით და პარამეტრებით, მათი ტექნოლოგიურ სქემაში რეალიზებისათვის; სადგურის ამუშავების შემდეგ ნაკლოვანებებისგამოვლენა, ღონისძიებების შემუშავება და კვლევა მისი საპროექტო სიმძლავრეზე გასვლის მიზნით.
- ტყიბული-შაორის საბადოს გამდიდრებული ქვანახშირის გრანულომეტრიული შედგენილობის, ცალკეული ფრაქციის პროცენტული წილის, მისი ფიზიკურ-ტექნიკური მონაცემების (ტენიანობის, აქროლადების, ნაცრიანობის, გოგირდის შემცველობის, თბოუნარიანობის, მყარი ნახშირბადის) განსაზღვრა მშრალ და სველ მდგომარეობაში, რაც აუცილებელია ნახევრად კოქსის წარმოებისათვის, რომლის მიღების შემდეგ ყველა იმ პარამეტრების დადგენა, რაც მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს მის ეფექტურად გამოყენებას სათბობ პროდუქტად მრეწველობის სხვადასხვა დარგში.
- ტყიბული-შაორის საბადოს გამდიდრებული ქვანახშირისაგან მიღებული ნახევრად კოქსის ყველა იმ პარამეტრის განსაზღვრა, რომლებიც განაპირობებენ მჭიდა სამშენებლო მასალის, კერძოდ, ცემენტის წარმოების ტექნოლოგიურ სქემაში მის ეფექტურად გამოყენებას კლინკერის მომზადებისათვის.

**1. საკითხის დასმა, კვლევის მეთოდოლოგია, კვლევის  
დანაღბარები და ობიექტები**

სადისერტაციო ნაშრომი ეძღვნება თბოელექტროსადგურებში, მჭიდროდ სამშენებლო მასალების და ფერადი ლითონების წარმოებაში მყარ სათბობ საწვავად ტყიბული-შაორის საბადოს ქვანახშირის გამოყენების შესაძლებლობის კვლევას. დასმული საკითხების სათანადო დონეზე გადაჭრისათვის აუცილებელია განსაზღვრული და დადგენილი იქნეს შემდეგი ძირითადი პარამეტრები: მყარი სათბობი ნედლეულის (გაუმდიდრებელი და გამდიდრებული ქვანახშირის) გრანულომეტრიული შედგენილობა (სხვადასხვა ტექნოლოგიებით გათვალისწინებული კლასების განსაზღვრა); მყარი ნაწილაკების საშუალო დიამეტრი; მყარი საწვავის და სხვა მყარი მასალების ფორიანობა; ნახევრად კოქსის, ცემენტის წარმოების კლინკერისათვის გათვალისწინებული ქვანახშირის ქიმიური შედგენილობა, ნაცრიანობა, თბოუნარიანობა, აქროლადები, ტენიანობა, დაქუცმაცების და დაფქვის ხარისხი; ქვანახშირის მტვრის პარამეტრები; ჰიდრონარეგებისა და სუსპენზიების სიმკვრივე; საბოლოო პროდუქტის გამოსავლიანობა, აგრეთვე ისეთი პარამეტრების, როგორცაა: ხარჯი (მწარმოებლურობა), სიმძლავრე, ტემპერატურა, წნევა და ა.შ. ყველა მათგანის მნიშვნელობის განსაზღვრისათვის (ზუსტად დადგენისათვის) უპრიანია გამოყენებული იქნეს კვლევის ექსპერიმენტული მეთოდები, ამდენად დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ექსპერიმენტების სწორად ჩატარებას და საძიებო პარამეტრების მაქსიმალური სიზუსტით განსაზღვრას, რადგან თავისი კონკრეტულობიდან გამომდინარე, აღნიშნული პარამეტრების დიდი სიზუსტით თეორიულად განსაზღვრა (დადგენა) პრაქტიკულად შეუძლებელია.

მთავარ ექსპერიმენტულ დანადგარს ჩვენს შემთხვევაში წარმოადგენდა ტყიბული-შაორის საბადოს ქვანახშირის მამდიდრებელი ფაბრიკა, სადაც განსაზღვრული იქნა როგორც გაუმდიდრებელი, ასევე გამდიდრებული ქვანახშირის მრეწველობის სხვადასხვა სფეროში სათბობ ნედლეულად გამოყენებასთან დაკავშირებული საკითხების შესასწავლად საჭირო პარამეტრები. ამავე საკითხების ექსპერიმენტულად შესწავლისათვის გამოყენებული იქნა ძირითადად სამრეწველო ობიექტების (კასპის და რუსთავის ცემენტისა და ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხნების) დანადგარები.

**2. ტყიბულის მცირე სიმძლავრის თბოელექტროსადგურის  
ფუნქციონირების დანიშნულება, საპროექტო მონაცემები, ტექნო-  
ლოგიური სქემა და პროცესები, საპროექტო სიმძლავრეზე ბასვლის  
ღონისძიებების დამუშავება და რეალიზება**

ტყიბულში მცირე სიმძლავრის თბოელექტროსადგურის მშენებლობის შესახებ გადაწყვეტილება განპირობებული იყო სამი ძირითადი ფაქტორით: ა) ტყიბული-შაორის საბადოს ქვანახშირის ახალი მიმართულებით გამოყენების მიზანშეწონილობის და ეფექტურობის მიზნით შესწავლა, რასაც მნიშვნელოვნად უნდა გაეზარდა ამ საბადოს ქვანახშირის მოპოვებისა და გამოყენების არიალი; ბ) ტყიბულის რეგიონში ავტონომიური ენერგოგენერაციის ობიექტის შექმნით, რომელიც უზრუნველყოფდა დღესდღეობით ექსპლუატაციაში მყოფი და პერსპექტივაში მოაზრებული შახტების დამოუკიდებელ და საიმედო ენერგომომარაგებას; გ) ვინაიდან საქართველოს საერთაშორისო ენერგეტიკულ კორპორაციას მომავალში განზრახული აქვს ადგილობრივი მყარი საწვავი რესურსის ბაზაზე აამუშაოს საკმაოდ მძლავრი თბოელექტროსადგურები, შედარებით მცირე (13,2 მეგავატი) სიმძლავრის თბოელექტროსადგური გამოყენებული ყოფილიყო როგორც ერთგვარად საპილოტო (საცდელი) დანიშნულების სადგური, რათა მისი დაპროექტების, მშენებლობის და ექსპლუატაციის გამოცდილება, გამოვლენილი დადებითი და უარყოფითი ფაქტორები გათვალისწინებულიყო გაცილებით მძლავრი თბოელექტროსადგურების დაპროექტების, მშენებლობის და ექსპლუატაციისას.

ტყიბულის თბოელექტროსადგურის პროექტი შესრულებული იქნა უკრაინული კონტრაქტორი ორგანიზაციის “ხარკოვენერგორემონტის” მიერ საპროექტო ბიუროსთან “უკრჩერმეტი” თანამშრომლობით. პროექტის შესრულებაში მონაწილეობდა აგრეთვე რუსეთის ფედერაციის “პეტროკატიოლი”, რომლის თანამშრომლების მიერ დაპროექტებული იქნა საწვავი კამერა და მოძრავი ცხაური.

საპროექტო ორგანიზაციისათვის თბოელექტროსადგურის პროექტის შესასრულებლად საპროექტო დავალება განისაზღვრა შემდეგი ძირითადი პარამეტრებით: სიმძლავრე 13,2 მეგავატი, მყარი საწვავის საშუალო კალორიულობა 3600 კკალ/კგ, ნაცრიანობა 40-45 %, აქრო-

ლადი ნივთიერებები 30-36 %, ტენიანობა <12 %, მყარი სწვავის ფრაქციული შედგენილობა 0-10 მმ. მყარი საწვავის წვის ტექნოლოგიად უნდა შერჩეულიყო მაღალტემპერატურული მდულარე შრე.

ტყიბულის თბოელექტროსადგური მიხნეულია პირობითად საპილოტოდ იმდენად, რამდენადაც მას პირდაპირი დანიშნულებით გამოყენების (ელექტროენერჯის გამომუშავების) გარდა ეკისრება ექსპერიმენტული ობიექტის ფუნქცია, ანუ უნდა შემოწმებულიყო ტექნოლოგიით გათვალისწინებული ყველა კვანძის და მოწყობილობის გამოყენების აუცილებლობა, გამართულობა, მუშაობის რეჟიმის საიმედოობა, დადგენილი ყოფილიყო პროექტით გათვალისწინებული პარამეტრების შესაბამისობა რეალურთან. გადახრების შემთხვევაში გამოვლენილიყო მიზეზები ამისა და შემუშავებულიყო ღონისძიებები მათი აღმოფხვრისა და თბოელექტროსადგურის საპროექტო სიმძლავრეზე გასაყვანად. გარდა ამისა, უნდა მომხდარიყო ყველა აღნიშნული მიმართულებით შესრულებული კვლევების შედეგების გაანალიზება და განზოგადება ახალი, უფრო მძლავრი თბოელექტროსადგურების დაპროექტებისას გამოყენების მიზნით, რომელთა მშენებლობა მოიაზრება ტყიბულისა და თბილისის რეგიონებში.

ტყიბულის თბოელექტროსადგურის ტექნოლოგიური სქემა პრინციპულად დიდად არაფრით განსხვავდება სხვა არსებული ანალოგებისაგან. უმთავრესი განსხვავება მდგომარეობს იმაში, რომ ძირითად მყარ სათბობად გამოყენებულია ტყიბული-შაორის საბადოს რიგითი ქვანახშირის ნარევი ცენტრალური მამდიდრებელი ფაბრიკის ნარჩენებთან და სალექარებიდან მიწოდებულ შლამთან შესაბამისი შეფარდებებით: (65 - 70) %, 20 %, (5 - 10) %. ჩვენი კვლევებიც ძირითადად ეძღვნება აღნიშნული მყარი მასალის წვის პრობლემას და მის რაციონალურად გამოყენებას ტექნოლოგიაში ელექტროენერჯის პროექტით გათვალისწინებული სიმძლავრის მისაღწევად.

როგორც ყოველთვის, ახალი ტექნოლოგიის დანერგვა, თბოელექტროსადგურის ექსპლუატაციაში შეყვანა და საპროექტო სიმძლავრეზე გასვლა საჭიროებს გასამართი სამუშაოების ჩატარებას, შესრულებულ სამუშაოებში დაშვებული უზუსტობების და განვითარებული პარამეტ-

რების გადახრების გამოსავლენად, რაც კიდევ ერთხელ დადასტურდა განხილულ შემთხვევაში.

ჩვენს მიერ ჩატარებული გასამართი სამუშაოების ჩატარების საფუძველზე გამოვლენილი იქნა რამდენიმე პრობლემატური საკითხი, რომლებიც საგრძნობ გავლენას ახდენდნენ თბოელექტროსადგურის მუშაობის ეფექტურობაზე და განვითარებულ ძირითად პარამეტრებზე, კერძოდ:

- ქვანახშირის გადაჭარბებული ტენიანობა, რაც განაპირობა იმან, რომ ნახშირი ფრაქციული შედგენილობით 0-10 მმ თბოელექტროსადგურს მიეწოდებოდა უშუალოდ შახტიდან პროექტით გათვალისწინებული მაჩვენებელზე მეტი (15-16) % ტენიანობით. ეს ფაქტორი განპირობებული იქნა იმით, რომ შახტში ნახშირის მოპოვება ხდება წინასწარ წყლით გაჟღენთილი ფენებიდან, რაც აუცილებელია ტექნიკური უსაფრთხოების თვალსაზრისით, რადგან ნახშირის გაჟღენთა სამთო დარტყმების თავიდან აცილების წინაპირობაა. ნახშირის ფენის გაჟღენთა თავის მხრივ იწვევს ტენის გაზრდას, როგორც მინიმუმ (1 - 2) %-ით. გარდა ამისა, შახტში ხვეტია კონვეირზე ხშირად ხდება წყლის დამატება ნახშირის ტრანსპორტირების გაადვილების მიზნით, რაც თავის მხრივ გარკვეულ როლს ასრულებს ტენიანობის გაზრდაში;
- წვის არასტაბილური რეჟიმი, რაც გამოიხატებოდა მყარი საწვავის არასრულ წვაში. იგი განაპირობებდა ქვების გაუმართავ მუშაობას და საწვავის გადახარჯვას. პროექტით გათვალისწინებული იყო 1 კვტ.სთ-ზე 460 გრ ქვანახშირი, ფაქტიურად კი იხარჯებოდა 30 %-ით მეტი;
- ნახშირის 0 - 3 მმ ფრაქციის გაზრდილი ოდენობა მყარი საწვავის მთლიანი მასაში. 0 - 3 მმ ფრაქციის ნახშირი, რომელსაც თავის მხრივ გააჩნდა უმნიშვნელოდ მომატებული ტენიანობა, განაპირობებდა მოძრავი ცხაურის შემავალი ნაწილის ბლოკირებას, რაც თავის მხრივ იწვევდა ჰაერის შესაბერიდან ჰაერის ნაკადის მიწოდებას საცეცხლეში და მდუღარე შრის პარალიზებას;

- საცეცხლეში ხდებოდა წილის წარმოქმნა, რაც განაპირობებდა მოძრავი ცხაურის მექანიკური ნაწილის ფუნქციონირების შეფერხებას და შესაბამისად ქვების გაჩერებას.

საპროექტო მონაცემებთან გადახრების ერთობლიობა ექსპლუატაციაში შეყვანის პერიოდში გახდა მიზეზი თბოელექტროსადგურის ხშირი გაჩერებების და შესაბამისად მყარი საწვავის მნიშვნელოვანი გადახარჯვისა 1 კვტ.სთ წარმოებულ ელექტროენერჯის სიმძლავრეზე.

ჩვენს მიერ გაანალიზებული იქნა ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი ფაქტორი, რის საფუძველზე შემუშავებული იქნა რიგი ღონისძიებებისა, რომელთა განხორციელება აუცილებელი იყო თბოელექტროსადგურის საპროექტო სიმძლავრეზე გასასვლელად და შეუფერხებლად მუშაობისათვის, კერძოდ:

- მოეწყო მყარი საწვავის - ქვანახშირის საწყობი 7 - 8 ათასი ტონა ტევადობით, სადაც მაღალტენიანი ნახშირი კარგავს გაჟღენთის შედეგად მექანიკურად მიღებულ ტენს, რომლის მნიშვნელობა მცირდება (10 - 12) %-მდე. გარდა ამისა, მნიშვნელოვნად გაიზარდა საწვავი ნახშირის ერთგვაროვნება, რაც ერთ-ერთ უმთავრეს პირობას წამოადგენს ნორმალური წვის პროცესის უზრუნველსაყოფად.

წვის რეჟიმის სწორად მართვისათვის ჩვენს მიერ დანერგილი იქნა გაზის ანალიზის მონიტორინგის სისტემა, რომელიც ზუსტად განსაზღვრავს ნამწვ აირებში  $O_2$ ,  $CO_2$ , და  $CH_4$  პროცენტულ შემცველობას. ამით შესაძლებელი გახდა დარეგულირებულიყო პირველადი და მეორადი სწვავი აირების რაოდენობა და დამუშავდა ტექნოლოგიური რუკები სხვადასხვა სიმძლავრეზე ქვების სწორად მართვისათვის;

- საცრით ანალიზზე დაყრდნობით განვახორციელეთ წვრილფრაქციული ნახშირის რაოდენობის რეგულირება და საჭიროების შემთხვევაში ვახდენდით საწვავი ნახშირის გრანულომეტრიული შედგენილობის ვარირებას დასაშვებ (საჭირო) ფარგლებში;
- წვის კამერაში წილის წარმოქმნის თავიდან აცილების მიზნით, საპროექტო ორგანიზაციასთან შეთანხმებით, მიღებული იქნა გადაწყვეტილება, რომ მოძრავი ცხაურის გარშემო დამონტაჟებულიყო გამაცივებელი მილი. ამან საშუალება მოგვცა მოძრავი ცხაურის გარშემო შექმნილიყო გამაგრილებელი კონტური, რამაც შეაჩერა

წილის წარმოქმნისა და მისი გამაგრების პროცესი, იმ შემთხვევაშიც კი, როდესაც ხდება წილის წარმოქმნა, იგი ვერ ღებულობს მექანიკურ სიმტკიცეს და ნაცართან ერთად გამოიყოფა საცეცხლედან;

- ვინაიდან ქვანახშირზე მომუშავე თბოელექტროსადგურებისათვის უმნიშვნელოვანეს საკითხს წარმოადგენს ეკოლოგიური უსაფრთხოება, ანუ გარემოს დაცვა დაბინძურებისაგან, განხილულ თბოელექტროსადგურზე ჩვენ მოვახდინეთ სახელურებიანი ციკლონური ფილტრების დამონტაჟება და გამოცდა. კვლევების შედეგებმა ცხადყო, რომ მექანიკური გაწმენდის თვალსაზრისით ასეთი ფილტრების გამოყენება აბსოლუტურად მისაღებია, რადგან ისინი უზრუნველყოფენ მტვრის დაჭერას 99%-ით.

ჩვენს მიერ დამუშავებული ღონისძიებების განხორციელების შედეგად მოხერხდა თბოელექტროსადგურის გასვლა საპროექტო სიმძლავრეზე და მან დაიწყო ფუნქციონირება პროექტით დაგეგმილი ნორმების ფარგლებში. ტურბინებმა განავითარეს პროექტით დაგეგმილი სიმძლავრეები და თბოელექტროსადგური მომზადებული იქნა საქართველოს გაერთიანებულ ენერჯისისტემესთან მისაერთებლად.

პროექტით გათვალისწინებული 1 კვტ. სთ-ის ღირებულება უნდა ყოფილიყო 8.05 თეთრი, ხოლო ჩვენს მიერ დამუშავებული ღონისძიებების განხორციელების შემდეგ ამ მაჩვენებელმა შეადგინა 9 თეთრი, რაც ძირითადად განპირობებულია საინვესტიციო დანახარჯებისა და ნახშირის ფასის გაზრდით.

აქვე უნდა აღინიშნოს, იმისათვის, რომ ტყიბული-შაორის საბადოს ქვანახშირის თბოენერგეტიკაში გამოყენება მიზანშეწონილი იქნეს, მისი 1 ტონის თვითღირებულებამ არ უნდა გადააჭარბოს 50 დოლარს, 4500 კკალ/კგ თბოუნარიანობაზე გადაანგარიშებით. თბოელექტროსადგურებში მისი გამოყენება მიზანშეწონილია მხოლოდ ნედლი სახით, ან მისი კომბინაცია სხვა დაბალ კალორიულ ნახშირებთან.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ტყიბულის 13,2 მეგავატი სიმძლავრის თბოელექტროსადგურის აშენების ერთ-ერთ მიზანს წარმოადგენდა მის მაგალითზე შეფასებულიყო უფრო მძლავრი თბოელექტროსადგურის მშენებლობის მიზანშეწონილობა. ჩვენს მიერ შესრულებულმა კვლევებმა დაგვანახა, რომ ტყიბული-შაორის საბადოს ქვანახში-



რი წარმატებით შეიძლება გამოყენებული იქნეს ტექნოლოგიურ მყარ საწვავად მდულარე შრეში მომუშავე ქვაბებისათვის.

### **3. ტყიბული-შაორის საბადოს ქვანახშირისაბან ნახევრად კოქსის წარმოების შესაძლებლობის კვლევა, მიღებული პროდუქტის ძირითადი პარამეტრების დადგენა**

როგორც ცნობილია, საქართველოში საკმაოდ განვითარებულია ფეროსილიკომანგანუმის წარმოება. ამ პროდუქტის წარმოებისათვის პრაქტიკულად ყველა საჭირო ნედლეული მასალა მოიპოვება ჩვენს ქვეყანაში, გარდა კოქსისა, რომლის ექსპორტირება ხდებოდა საზღვარგარეთიდან (უახლოეს წარსულში საბჭოთა კავშირის სხვადასხვა რესპუბლიკებიდან).

კოქსი და ნახევრად კოქსი აუცილებელ და საუკეთესო პროდუქტს წარმოადგენს მრეწველობის სხვადასხვა დარგისათვის, კერძოდ, შავი და ფერადი მეტალურგიის, ცემენტის წარმოებისა და თბოენერგეტიკისათვის. იგი მაღალკალორიულ, უკვამლო სათბობ ნედლეულს მიეკუთვნება, რომლის წარმოებისათვის ერთ-ერთი საუკეთესო მასალა გამდიდრებული ქვანახშირია.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, საკუთარი მოთხოვნილებების უზრუნველსაყოფად კოქსისა და ნახევრად კოქსის წარმოებისათვის, დღის წესრიგში დადგა ადგილობრივი ნედლეულის, კერძოდ, ტყიბულის გამდიდრებული ქვანახშირის გამოყენების შესაძლებლობის კვლევა, რაც განხორციელდა შპს “საქართველოს ინდუსტრიული ჯგუფის” მიერ.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ტყიბული-შაორის საბადოს ქვანახშირი არ მიეკუთვნება მაღალხარისხოვან კოქსვად ქვანახშირების ჯგუფს. ამდენად გადაწყდა არჩევანი შეჩერებულიყო ნახევრად კოქსის წარმოებაზე, რომელიც ითვალისწინებს ნედლი ქვანახშირის გამდიდრებას და მის შემდგომ დეგაზაციას, ანუ ნახშირბადის მაქსიმალურად გაზრდას და აქროლადი ნივთიერებების მინიმუმამდე შემცირებას. ამისათვის საჭირო იყო შესაბამისი ტექნოლოგიის და მოწყობილობების შერჩევა, რომელთა მეშვეობითაც განხორციელდებოდა ქვანახშირის დეგაზაცია უჟანგბადო არეში, რადგან თავიდან ყოფილიყო აცილებული ქვანახშირის წვა. ამ მიზნით, იქნა გადაწყვეტილება მიღებული საცდელი ექსპერიმენტების სამხრეთ აფრიკის ზემოაღნიშნული ფირმის

დუმელში ჩატარების შესახებ. მიუხედავად იმისა, რომ საბოლოო პროდუქტი-ნახევრად კოქსი პრინციპში მიღებული იქნა, დუმელში თავი იჩინა ნახშირის ნატეხების ერთმანეთთან შეცხოვამ, რის გამოც შეუძლებელი გახდა ექსპერიმენტების გაგრძელება.

ზემოაღნიშნული გარემოების გაანალიზების საფუძველზე შპს “საქართველოს ინდუსტრიული ჯგუფის” ხელმძღვანელობის მიერ მიღებული იქნა გადაწყვეტილება ტყიბულის გამდიდრებული ქვანახშირის ნახევრად კოქსის წარმოებისათვის გამოყენების შესაძლებლობის კვლევები გაგრძელებულიყო მოძრავცხაურიან დუმელში, რომელიც ფართოდ გამოიყენება ნახევრად კოქსის უწყვეტი წარმოებისათვის. ამგვარი დუმელების გამოყენებით ტექნოლოგია უფრო მეტად მიესადაგება რეაქციული ნახევრად კოქსის წარმოებას სილიციუმის მწარმოებელი ინდუსტრიისათვის. მათში დეგაზაცია ხდება ცხაურის ზედაპირზე რადიაციული თბოგადაცემით. დუმელის მწარმოებლურობის მიხედვით მასში ქვანახშირის ფენა ჩვეულებრივ 200 მმ სისქის, 3-დან 6 მ-მდე სიგანის და 6-დან 8 მ-მდე სიგრძისაა. მოძრავცხაურიანი ერთი დუმელის სტანდარტული მწარმოებლურობა წელიწადში 25000 ტ ნახევრად კოქსია. იგი წარმატებით შეიძლება გამოყენებული იქნეს სხვადასხვა მარკის როგორც კოქსვალი, ასევე არაკოქსვალი ქვანახშირების ტექნოლოგიური დამუშავებისათვის.

ნახევრად კოქსის ერთ-ერთი უმთავრესი დადებითი თვისება მდგომარეობს იმაში, რომ მას გააჩნია რეაქციის უნარი, რაც იძლევა იმის საშუალებას, რომ წარმატებით იქნეს გამოყენებული ფეროქრომის, მანგანუმის შენადნობის, ფერო-სილიციუმისა და სილიციუმის პროდუქციის წარმოებისათვის. აქედან გამომდინარე, დღესდღეობით საქართველოში მის რეალიზატორად მოიაზრება ზესტაფონის ფეროშენადნობების ქარხანა, რომელსაც გამართული ფუნქციონირებისათვის ესაჭიროება დაახლოებით 50000 ტ ნახევრად კოქსი.

ცხრილი1

ქ. პოლიცეში გაგზავნილი ტყიბულის გამდიდრებული ძეგლის ქვანახშირის საცრითი ანალიზით განსაზღვრული გრანულომეტრიული შედგენილობა

ფრაქცია	0-1	1-2	2-3,15	3,15-4	4-5	5-6,3	6,3-8	8-10	10-12,5	12,5-15	15-18	18-20	20-25	25-31,5	+31,5
ფრაქციის პროცენტული წილი სინჯში, %	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	19,6	20,8	28,2	12,9	17,4	0,1	0

ცხრილი2

ქ. პოლიცეში გაგზავნილი ტყიბულის გამდიდრებული ძეგლის ქვანახშირის ფიზიკურ-ტექნიკური მონაცემები

სველ მდგომარეობაში						მშრალ მდგომარეობაში				
ტენიანობა, %	აქროლა-დები, %	ნაცრია-ნობა, %	გოგირდის შემცველობა, %	თბოუნარიანობა, კ.კალ	მყარი ნახშირბადი, %	აქროლა-დები, %	ნაცრია-ნობა, %	გოგირდის შემცველობა, %	თბოუნარიანობა, კ.კალ	მყარი ნახშირბადი, %
8,97	32,35	21,54	0,654	5500	37,14	35,54	23,66	0,718	5700	40,80

ცხრილი 3

ქ. პოლიცეში გაგზავნილი ტყიბულის გამდიდრებული ძრმარკის ქვანახშირის ნაცრის ქიმიური შედგენილობა, მასში შემავალი ქიმიური ელემენტები და მათი პროცენტული შემცველობა

ჯანგეული	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
ნაცარში შემცველობა, %	1,16	31,90	43,97	0,37	4,63	0,54	0,60	1,24	5,06
ნაცარში შემავალი ქიმიური ელემენტი	Mg	Al	Si	P	S	K	Ca	Ti	Fe
ნაცარში შემცველობა, %	0,70	16,88	20,55	0,16	1,85	0,45	0,43	0,74	3,54
ნაცარში 100 გ მყარ ნახშირბაღზე შემცველობა, %	0,406	9,792	11,920	1,075	1,075	0,260	0,249	0,431	2,053

ცხრიდ

მოძრავცხაურიან ღუმელში ტყიბულის გამდიდრებული ძრმარკის ქვანახშირისაგან წარმოებული ნახევრად კოქსის საცრითი ანალიზით განსაზღვრული გრანულომეტრიული შედგენილობა

ფრაქცია	0-1	1-2	2-3,15	3,15-4	4-5	5-6,3	6,3-8	8-10	10-12,5	12,5-15	15-18	18-20	20-25	25-31,5	+31,5
ფრაქციის პროცენტული წილი სინჯში, %	1,0	1,0	1,4	1,4	2,6	5,0	8,4	13,4	20,1	18,5	16,0	4,7	6,0	0,5	0,0

მოძრავცხაურიანლუმელშიტყიბულისგამდიდრებულიმარკისქვანახშირისაგანწარმოებულინახევრადკოქსისფიზიკურ-ტექნიკურიმონაცემები

19

სინჯის რიგითი ნომერი №№	სველ მდგომარეობაში						მშრალ მდგომარეობაში						ორთქლი, ტ/სთ
	ტენია-ნობა, %	აქროლა-დები, %	ნაცრია-ნობა, %	გოგირდის შემცველობა, %	თბოუნარიანობა, კ.კალ	მყარი ნახშირბადი, %	აქროლა-დები, %	ნაცრია-ნობა, %	გოგირდის შემცველობა, %	თბოუნარიანობა, კ.კალ	მყარი ნახშირბადი, %		
	10,44	2,07	28,74	0,45	-	58,75	2,31	32,09	0,50	-	65,60		
1.	14,73	2,07	25,95	-	-	57,25	2,31	28,97	-	-	68,71	12	
2.	8,64	1,96	28,87	0,49	-	60,53	2,19	32,24	0,55	-	65,58	12	
3.	13,02	1,97	27,59	-	-	57,42	2,20	30,81	-	-	66,99	12	
4.	7,19	2,36	30,89	-	-	59,56	2,64	34,49	-	-	62,87	12	
5.	4,34	2,85	32,65	0,44	-	60,16	3,18	36,46	0,49	-	60,36	10	
6.	11,08	3,33	29,26	-	-	56,33	3,72	32,67	-	-	63,61	10	
საშუალო მნიშვნელობა	9,83	2,42	29,20	0,46	-	58,54	2,71	32,80	0,51	-	64,68	11,3	
<10 მმ ფრაქციის საშ.მნიშვ. ყველა სინჯისათვის	18,90	-	23,08	0,75	5200	-	-	28,46	0,92	5250	-		

ცხრილი 6

მოძრავცხაურიან ღუმელში ტყიბულის გამდიდრებული  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -ის ქვანახშირისაგან წარმოებული ნახევრად კოქსის ცალკეული სინჯის ნაცრის ქიმიური შედგენილობა, მასში შემავალი ქიმიური ელემენტები და მათი პროცენტული შემცველობა

ქანგეულები, რომელსაც შეიცავს ნაცარი	$\text{MgO}$ , %	$\text{Al}_2\text{O}_3$ , %	$\text{SiO}_2$ , %	$\text{P}_2\text{O}_5$ , %	$\text{SO}_3$ , %	$\text{K}_2\text{O}$ , %	$\text{CaO}$ , %	$\text{TiO}_2$ , %	$\text{Fe}_2\text{O}_3$ , %
ყველა 1-6 სინჯში საშუალო მნიშვნელობა	1,18	32,06	44,18	0,44	4,44	0,53	0,69	1,26	5,09
სინჯი 7	1,12	31,06	43,45	0,46	4,44	0,53	0,76	1,26	5,49
სინჯი 10	1,17	30,64	43,21	0,47	4,74	0,52	1,14	1,25	5,11
საშუალო მნიშვნელობა	1,16	31,25	43,61	0,46	4,54	0,53	0,87	1,26	5,23

ყოველივე ზემოთქმული გახდა იმის წინაპირობა, რომ შპს “საქართველოს ინდუსტრიული ჯგუფის” ხელმძღვანელობას მიეღო გადაწყვეტილება ტყიბული-შაორის საბადოს გამდიდრებული  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -ის ქვანახშირის ნახევრად კოქსის წარმოებისათვის გამოყენების შესაძლებლობის ექსპერიმენტული კვლევები გაგრძელებულიყო პოლონური კომპანიის შპს “პოლჩარ“-ის ქარხანაში მოძრავცხაურიან ღუმელში. ამ მიზნით ქ.პოლიცეში გაიგზავნა 10-25 მმ ფრაქციის 18 ტ ტყიბულის გამდიდრებული  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -ის ქვანახშირი, რომლის გრანულომეტრიული შედგენილობა მოცემულია ცხრილში 1. ქვანახშირის გრანულომეტრიული შედგენილობა განსზღვრული იქნა საცრითი ანალიზით, რომელიც ჩატარდა მისი დანიშნულების ადგილამდე ტრანსპორტირების შემდეგ. ცხრილში2 მოცემულია ამავე ქვანახშირის ფიზიკურ-ტექნიკური პარამეტრები, ხოლო ცხრილში 3-მისი ნაცრის ქიმიური შედგენილობა, მასში შემავალი ქიმიური ელემენტები და მათი პროცენტული შემცველობა. ცხრილებში4-6 მოცემულია ამავე ქვანახშირისაგან წარმოებული ნახევრად კოქსის და მისი ნაცრის იგივე პარამეტრები, რაც მის დაკოქსვამდე.

ცხრილებში4-6 მოცემული მახასიათებლების და პარამეტრების ანალიზის საფუძველზე შესაძლებელია დავასკვნათ, რომ მიღებულ ნახევრად კოქსში აქროლადების რეალური შემცველობა 2-4%-ის ფარგლებშია, რაც სრულიად მისაღებია ფეროშენადნობების მწარმოებელი ქარხნებისათვის. მყარი ნახშირბადის საშუალო რაოდენობა აღწევს

67 %-ს, რაც ასევე სრულიად აკმაყოფილებს ანალოგიური ქარხნების მოთხოვნილებას.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ტყიბულის ქვანახშირის დაკოქსვის პროცესი მიმდინარეობდა უწყვეტ რეჟიმში, ყოველგვარი შეფერხებების გარეშე, რის საფუძველზეც შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ტყიბულის გამდიდრებული ქიშკის ქვანახშირისაგან ნახევრად კოქსის მიღება წარმატებით შეიძლება იქნეს განხორციელებული მოძრავცხაურიან ღუმელებში.

ყოველივე ზემოაღნიშნულის საფუძველზე შპს “საქართველოს ინდუსტრიული ჯგუფის” ხელმძღვანელობის მიერ მიღებულია გადაწყვეტილება ტყიბულის ქიშკის ქვანახშირისაგან ნახევრად კოქსის წარმოებისათვის დამონტაჟდეს მოძრავცხაურიანი ღუმელებიანი ორი ხაზი საერთო მწარმოებლურობით 90000 ტ წელიწადში, რაც ნაწილობრივ დააკმაყოფილებს ზესტაფონის ფეროშენადნობების მწარმოებელი ქარხნისა და სხვადასხვა სამრეწველო ობიექტების შედარებით მცირე მოთხოვნილებებს აღნიშნულ პროდუქციაზე. ამისათვის საჭირო დანადგარები და აღჭურვილობა შეძენილი იქნება პოლონური კომპანიებისაგან.

**4. ტყიბული-შაორის საბადოს ქვანახშირის მჭიდვან სამშენებლო მასალების (ცემენტის) წარმოებაში გამოყენების შესაძლებლობის კვლევა, ტექნოლოგიური სქემის დამუშავება, ძირითადი პარამეტრების დადგენა**

შემკვრელი სამშენებლო მასალების, კერძოდ, ცემენტის წარმოების ეკონომიკური ეფექტი დიდად არის დამოკიდებული იმ საწვავი ნედლეულის რაციონალურად ხარჯვაზე, რომელსაც იყენებენ გამოსაწვავ ღუმელებში, საშრობ და სხვა სითბოს გამოყენებულ აპარატურაში. აქედან გამომდინარე, საწვავი ნედლეულის და სითბოს გამოყენებელი მოწყობილობების რაციონალურად შერჩევას საწვავის მინიმალური ხარჯვით, დიდი სამეცნიერო-საინჟინრო, ეკოლოგიური და ეკონომიკური მნიშვნელობა გააჩნია, რადგან საღუმელე აგრეგატი წარმოადგენს ცემენტის ქარხნის კომპლექსური მეურნეობის მთავარ კვანძს. მის საიმედო მუშაობაზე და რაციონალურად გამოყენებაზე მნიშვნელოვნად

არის დამოკიდებული ცემენტის წარმოების ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები.

ზემოაღნიშნულის დამადასტურებელია ის გარემოება, რომ ცემენტის წარმოებაში ყველაზე დიდი ენერგომომხმარებელია კლინკერის გამოწვის კვანძი, რომელიც საჭიროებს საერთოდ მოხმარებული ელექტროენერჯის 80%-ს. აქედან გამომდინარე სავსებით ცხადია, თუ რა დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ცემენტის წარმოებაში საჭირო საწვავ ნედლეულად ადგილობრივი ენერგომატარებლების გამოყენებას.

სწორედ ამ გარემოების გამო იყო მიღებული გადაწყვეტილება, რომ საქართველოში ცემენტის წარმოების საწყის ეტაპზე საწვავ ნედლეულად გამოყენებულიყო ტყიბული-შაორის საბადოს ქვანახშირი, მაგრამ მისი შედარებით დაბალი მაჩვენებლების გამო აღნიშნული დანიშნულებისათვის გამოიყენებოდა მთელი საჭირო რაოდენობის მხოლოდ 20-30 %, რაც ცხადია ვერ წყვეტდა საწვავ ნედლეულზე მოთხოვნილების პრობლემას.

პრობლემა კომპლექსურად იქნა გადაჭრილი. კასპისა და რუსთავის ცემენტის ქარხნების მყარი საწვავი ნედლეულით უზრუნველყოფა თავის თავზე აიღო შპს “საქართველოს ინდუსტრიულმა ჯგუფმა”, ხოლო მისი ეფექტურად გამოყენების საკითხები კი გადაჭრილი იქნა “საქცემენტის” ტექნიკური დეპარტამენტის მიერ.

ტყიბული-შაორის საბადოს ქვანახშირის ცემენტის წარმოებისათვის გამოყენების მიზანშეწონილობა იმით იყო აგრეთვე გამართლებული, რომ მისი მოხმარება მოიაზრებოდა არა მხოლოდ როგორც კლინკერის გამოსაწვავ მბრუნავ ღუმელში ძირითადი საწვავი ნედლეული (სათბობი მასალა), არამედ უნდა მომხდარიყო მისი წვის შედეგად წარმოქმნილი ნაცრის მთლიანად ათვისება, როგორც კლინკერის ფორმირების ნედლეული მასალა.

ცემენტის წარმოებაში ქვანახშირის გამოყენება ხდება როგორც სველი, ასევე მშრალი წესით, როგორც ნატეხების, ასევე ფქვილის სახით (დაფქვილი ქვანახშირი/ქვანახშირის მტვერი). თანამედროვე ტექნოლოგიებში უპირატესობა ეძლევა მშრალი წესით ქვანახშირის მტვრის გამოყენებას, რომლის განხორციელებაც გადაწყდა კასპისა და რუსთავის ცემენტის ქარხნებში. დღესდღეობით მთელ მსოფლიოში



დაჩქარებული ტემპებით ხდება ცემენტის მშრალი წესით წარმოება უახლესი ტექნოლოგიების გამოყენებით.

სწორედ ამ პრინციპებზე დაყრდნობით არის ორგანიზებული კასპის და რუსთავის ცემენტის მწარმოებელ ქარხნებისათვის ნედლი ნახშირის მიწოდების, დასაწყობების და წინასწარი შერევის ტექნოლოგიური სქემა.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ქვანახშირის წინასწარმა გამდიდრებამ მნიშვნელოვნად გააუმჯობესა ორი ძირითადი მახასიათებელი - ნაცრიანობა და თბოუნარიანობა, რამაც შესაძლებელი გახდა საწყისი ნედლეულის ნარევის (“შლამის”) რაციონალური შედგენილობა. რადგან წვის შედეგად მიღებული ნაცარი თითქმის მთლიანად მონაწილეობს კლინკერის ფორმირებაში, “შლამის” საწყისი შედგენილობა განსაზღვრული უნდა იქნეს მისი ქიმიური შედგენილობით (იხ. ცხრილი 7) და მისი რაოდენობრივი წილის გათვალისწინებით.

### ცხრილი 7

ტყობული-შაორის ქვანახშირის წვის შედეგად მიღებული ნაცრის ქიმიური შედგენილობა %-ში

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	სხვა	შულ
51,5	35,19	5,04	4,98	1,3	0,8	1,19	100

იმის გათვალისწინებით, რომ თუ ქვანახშირის წვის შედეგად მიღებული ნაცარი კლინკერის ფორმირებაში (წარმოქმნაში) მთლიანად დებულობს მონაწილეობას, გამოთვლები ჩავატარეთ ორი ძირითადი მახასიათებლის გათვალისწინებით - გაჯერების კოეფიციენტით  $KN=0,9$  და სილიკატურიმოდულით, რომელიც ტოლია 2,3-ის, მაშინ ძირითადი ნედლეული მასალების რაოდენობა განისაზღვრება შემდეგი პროპორციით: კირქვა 93,7%, ქვიშა 5,46%, გემატიტი 0,84%. აქედან გამომდინარე, ქვანახშირის გამოყენებისას, სასურველი შედგენილობის კლინკერისმიღება, ნაცრის შერევის გათვალისწინებით, შესაძლებელია სამი კომპონენტით: კირქვით, ქვიშით, გემატიტით. ამ შემთხვევაში შესაძლებელია თიხა მთლიანად შეიცვალოს ქვიშით, რაც თავის მხრივ განაპირობებს შლამის ტენიანობის შემცირებას და ძვირადღირებული იმპორტირებული პროდუქტის - მაგნეტიტის მოხმარების მინიმუმადე შემცირებას. აქვე

უნდა აღინიშნოს, რომ ნაცრის მიწოდება გამოწვის ზონაში ნედლეულ კაზმში არ ართულებს “შლამის” მომზადების პროცესს, პირიქით, იმ გარემოების გამო, რომ იგი ღუმელში შედის როგორც მშრალი კომპონენტი, რომელსაც არ გააჩნია სითბური დანაკარგი, ღუმელის მწარმოებლურობა იზრდება 1-1,5 ტონით, ხოლო საგრძნობლად მცირდება სათბობზე მოთხოვნილება.

ჩვენს მიერ შესრულებული გაზომვების საფუძველზე დადგენილი იქნა ქვანახშირის წვის შედეგად მიღებული ნაცრის ლღობის ტემპერატურა, იგი 1400-1500 °C -ის ტოლია, რაც არავითარ დამატებით პრობლემებს არ ქმნის ღუმელში მიმდინარე პროცესისათვის. ცემენტის მწარმოებელ იმ ქარხნებისათვის, სადაც საწვავ ნედლეულად გამოყენებულია ქვანახშირი, უმნიშვნელოვანეს კვანძს ტექნოლოგიურ სქემაში წარმოადგენს მისი ფქვილის მომზადების უბანი, რომელიც მოიცავს ქვანახშირის შრობის და დაფქვის პროცესებს.

ცემენტის წარმოებაში, როგორც წესი, ქვანახშირის დაფქვისათვის იყენებენ მილისებრ ბურთულებიან წისქვილებს, რომლებიც ითავსებენ შრობის კამერასაც, სადაც ცხელი ჰაერის მეშვეობით ხდება ქვანახშირის შრობა და შემდგომ მისი დაფქვა.

ქვანახშირის დაფქვის პროცესი, უსაფრთხოების თვალისაზრისით, საკმაოდ პრობლემურია, რადგან ხელსაყრელი პირობების გამო (ტემპერატურა, ჟანგბადი, ნაპერწკალი), არსებობს საკმაოდ ძლიერი აფეთქების საშიშროება.

კასპის და რუსთავის ცემენტის ქარხნებში ქვანახშირის შრობის და დაფქვის პროცესს ართულებს ის გარემოება, რომ ნედლეულიმასალისფორმირებისათვის გამოყენებულია სველი მეთოდი, რომელიც საჭიროებს ორჯერ მეტი ნახშირის დაფქვას, რისთვისაც, ცხადია, საჭიროა ორჯერ მეტი მწარმოებლურობის წისქვილი, გაორმაგებული რაოდენობის კამერები ქვანახშირის გასაშრობად. ასევე ცხადია, საჭიროა შესაბამისი რაოდენობის ცხელი ჰაერი, რაც განაპირობებს წისქვილის კონსტრუქციის დამძიმებას (მასის გაზრდას). აქედან გამომდინარე უპირატესობა მიენიჭა გორგოლაჭებიან წისქვილს მწარმოებლურობით 25-35 ტ/სთ. ვინაიდან სველი მეთოდით მომუშავე ქარხნებში არ არსებობს საჭირო პარამეტრების ცხელი ჰაერის წყარო,

საწყის ეტაპზე წისქვილი აღიჭურვა მცირე მწარმოებლურობის გაზის გენერატორით, რომელიც წისქვილს უზრუნველყოფს საჭირო რაოდენობის ცხელი ჰაერით შესაბამისი პარამეტრებით.

### ცხრილი 8

კასპის ცემენტის ქარხანაში კლინკერის წარმოებისათვის გამოყენებული ნედლეული მასალის შედგენილობა %-ში

ნედლეულში შემავალი მასალები	ხურებითი დანაკარგი	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	უამი
კირქვა	37,50	9,62	3,13	1,18	46,90	0,16	0,16	98,79
	38,18	8,95	2,27	1,20	47,73	0,30	0,30	98,89
	38,00	9,25	2,22	0,97	47,73	0,23	0,23	98,90
	38,50	8,20	2,48	1,10	48,99	0,20	0,20	99,62
თიხა	14,80	45,12	13,35	5,82	14,90	2,92	0,25	97,16
	14,31	45,18	13,08	6,07	14,49	2,98	0,15	96,26
	15,75	46,08	12,87	5,02	13,90	3,40	0,20	97,22
	15,20	43,90	12,84	4,86	14,93	3,10	0,35	95,18
ქვიშა	3,02	78,02	3,14	3,60	4,98	2,25	0,22	95,23
	2,94	71,28	13,83	2,20	7,47	2,47	1,28	98,53
	6,10	75,95	7,50	2,88	4,98	0,28	0,18	93,77
	7,30	63,98	7,71	0,75	7,47	-	-	87,21
გემატიტი	0,80	6,99	2,88	83,55	2,98	0,35	-	97,55
	0,20	9,39	4,07	80,00	5,60	0,42	-	99,68
	0,45	6,94	2,85	82,77	5,10	1,10	-	99,21
	0,28	3,18	4,89	83,81	62,90	0,88	-	99,33

ქვანახშირის დაფქვის სიწმინდის რეგულირება, რაც თავის მხრივ წარმოადგენს წვის პროცესისათვის მნიშვნელოვან მახასიათებელს, განხორციელებულია სეპარატორით. იგი, ბრუნვის სიხშირისგან დამოკიდებულებით, არეგულირებს დაფქვის სიწმინდეს. დაფქვის საჭირო ხარისხი მიღწეულად ითვლება თუ 008 საცერზე ნარჩენი 13 %-ს შეადგენს.

**5. ტყიბული-შაორის საბადოს ქვანახშირის  
თბოელექტროსადგურებში, ფეროშენადნობების და მჭიდა  
სამშენებლო მასალების (ცემენტის) წარმოებაში გამოყენების  
ეკონომიკური ანალიზი**

სადისერტაციო ნაშრომი ეძღვნება ადგილობრივი მყარი სათბობის ტყიბული-შაორის ქვანახშირის გამოყენების შესაძლებლობის კვლევას საქართველოს მრეწველობაში, კერძოდ, თბოენერგეტიკაში – თბოელექტროსადგურებში, მჭიდა სამშენებლო მასალების - ცემენტისა და ფერადი ლითონების წარმოებაში და ტექნიკურ - ეკონომიკურ ანალიზს.

სადისერტაციო ნაშრომის თემით გათვალისწინებული კვლევების შედეგების სამეცნიერო-საინჟინრო სიახლის და ეფექტურობის დამადასტურებელი უტყუარი არგუმენტია მათი სამრეწველო ობიექტებზე რეალიზება (ჩანერგვა) და მიღწეული ტექნიკურ-ეკონომიკური ეფექტი.

ჩვენს მიერ შესრულებული ზემოთ მოცემული ანალიზის საფუძველზე შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა, რომ თუ ტყიბულის 13,2 მეგავატი სიმძლავრის თბოელექტროსადგურსათვის გამოყენებული იქნება ტყიბული-შაორის საბადოს რიგითი (გაუმდიდრებელი) ქვანახშირი, ხოლო მჭიდა სამშენებლო მასალის-ცემენტისა და ფეროშენადნობების (ზესტაფონის ფეროშენადნობების ქარხნისა და შედარებით მცირე სამრეწველო ობიექტებისათვის) წარმოებისათვის საჭირო ნახევრად კოქსის მისაღებად იგივე საბადოს გამდიდრებული ქვანახშირი, ნაცვლად საზღვარგარეთიდან შემოტანილი ქვანახშირისა, შესაძლებელია მიღებული იქნეს მნიშვნელოვანი ეკონომიკური ეფექტი 20 109 600 დოლარის რაოდენობით, რომელიც უახლოეს მომავალში შესაძლებელია კიდევ უფრო გაიზარდოს, რადგან უკვე მიღებულია გადაწყვეტილება რამდენიმე თბოელექტროსადგურის (100 მეგავატი-ზე მეტი სიმძლავრის) მშენებლობის შესახებ, რისთვისაც საჭირო იქნება გაცილებით მეტი რაოდენობის ტყიბული-შაორის საბადოს ქვანახშირი.

**ზოგადი დასკვნები:**

- დადგენილია, რომ ცირკულირებულ მაღალტემპერატურულ მდულარე შრეში მომუშავე თბოელექტროსადგურში, რომელსაც მიეკუთვნება ტყიბულის 13,2 მეგავატი სიმძლავრის თბოელექტროსადგური, ძირითად მყარ სათბობად შესაძლებელია გამოყენებული იქნეს ტყიბული-შაორის საბადოს რიგითი (ნედლი) ქვანახშირის

ცენტრალური მამდიდრებელი ფაბრიკის ნარჩენებთან დასალექარებიდან მიწოდებული შლამთან ნარევი შესაბამისი შეფარდებებით: (65-70) %, 20 %, (5-10) %.

- ნატურულ პირობებში ჩატარებული ექსპერიმენტების საფუძველზე, ქვანახშირის იმ კლასებისათვის, რომლებიც ძირითადად გამოყენებულია მყარ სათბობში, დადგენილია ქვანახშირის თბოუნარიანობის ნაცრიანობისაგან, ქვანახშირის თბოუნარიანობის მაგნეტიტის სუსპენზიის სიმკვრივისაგან, ქვანახშირის ნაცრიანობის მაგნეტიტის სუსპენზიის სიმკვრივისაგან, ქვანახშირის მაგნეტიტის სუსპენზიის საბოლოო პროდუქტის გამოსავლიანობისაგან ფუნქციური დამოკიდებულებები.
- მყარი სათბობის ტენიანობის შემცირების მიზნით მიზანშეწონილია მოეწიოს საწვავის საწყობი 7-8 ათასი ტონა ტევადობით, სადაც მაღალტენიანი ქვანახშირი (10-12) %-მდე დაკარგავს წინასწარ გაუღენტის შედეგად მექანიკურად მიღებულ ტენს. გარდა ამისა, მნიშვნელოვნად იზრდება საწვავი ქვანახშირის ერთგვაროვნება, რაც ერთ-ერთ უმთავრეს პირობას წარმოადგენს თბოელექტროსადგურში წვის პროცესის უზრუნველსაყოფად.
- ქვანახშირზე მომუშავე თბოელექტროსადგურისათვის უმნიშვნელოვანეს საკითხს წარმოადგენს ეკოლოგიური უსაფრთხოება, ანუ გარემოს დაცვა დაბინძურებისაგან. ამისათვის განხილულ თბოელექტროსადგურზე დამონტაჟებული იქნა სახელურებიანი ციკლონური ფილტრები. კვლევების შედეგებმა დაადასტურა, რომ მექანიკური გაწმენდის თვალსაზრისით ასეთი ფილტრების გამოყენება აბსოლუტურად მისაღებია, რადგან ისინი უზრუნველყოფენ მტკრის დაჭერას 99 %-ით. ასეთი ფილტრების გამოყენება განსაკუთრებით ეფექტურია მცირე სიმძლავრის თბოელექტროსადგურებზე.
- შესრულებული კვლევების საფუძველზე დადგენილი იქნა, რომ ტყიბული-შაორის საბადოს ქვანახშირისაგან, რომელიც არ მიეკუთვნება მაღალხარისხოვან კოქსვად ქვანახშირების ჯგუფს, შესაძლებელია მიღებული იქნეს ნახევრად კოქსი, რომელიც მიღებული იქნა კიდევ, როგორც ვერტიკალურ რეტორტულ ღუმელში, ასევე მოძრავ-ცხაურიან ღუმელში.

- დადგენილი იქნა, რომ მოძრავცხაურიან ღუმელში ნახევრად კოქსის მისაღებად უფრო მიზანშეწონილია გამდიდრებული ქვანახშირის გამოიყენება. ექსპერიმენტული კვლევებისათვის გამოყენებული იქნა ტყიბული-შაორის საბადოს  $\text{DF}$  მარკის გამდიდრებული ქვანახშირი.
- ექსპერიმენტული კვლევების საფუძველზე დადგენილი იქნა ტყიბული-შაორის საბადოს გამდიდრებული  $\text{DF}$  მარკის ქვანახშირისაგან მიღებული ნახევრად კოქსის და წვის შედეგად მიღებული მისი ნაცრის გრანულომეტრიული შედგენილობა, მათში შემავალი ქიმიური ელემენტები და მათი პროცენტული შემცველობა, აგრეთვე მათი ფიზიკურ-ტექნიკური მონაცემები, როგორც სველ, ასევე მშრალ მდგომარეობაში: ტენიანობა, აქროლადები, თბოუნარიანობა, ნაცრიანობა, გოგირდის შემცველობა, მყარი ნახშირბადი. მიღებული შედეგების საფუძველზე დადგინდა, რომ მიღებულ ნახევრად კოქსში აქროლადების რეალური შემცველობა ცვალებადობს (2-4) %-ის ფარგლებში, ხოლო მყარი ნახშირბადის საშუალო რაოდენობა აღწევს 67 %-ს, რაც სრულიად მისაღებია ფეროშენადნობების წარმოებისათვის.
- დადგენილია, რომ მჭიდა სამშენებლო მასალების, კერძოდ, ცემენტის წარმოებაში, ისევე როგორც ნახევრად კოქსის წარმოებაში, საწვავ ნედლეულად გამოყენებული იქნეს ტყიბული-შაორის საბადოს მიიმე გარემოში გამდიდრებული მშრალი, დაფქვილი ქვანახშირის მტვერი, რადგან ამ შემთხვევაში იზრდება მისი თბოუნარიანობა და მცირდება ნაცრიანობა, რაც დადასტურებული იქნა ჩვენს მიერ შესრულებული კვლევებით - თბოუნარიანობა გაიზრდა 5500-5800 კკალ/კგ-მდე, ნაცრიანობა შემცირდა 18-20 %-მდე, ხოლო მიღებული ქვანახშირი მნიშვნელოვნად ერთგვაროვანი გახდა.
- დადგენილი იქნა ცემენტის ქარხანაში კლინკერის წარმოებისათვის გამოყენებული ნედლეული მასალების (კირქვის, თიხის, ქვიშის, გემატიტის) და ქვანახშირის წვის შედეგად მიღებული ნაცრის, რომელიც მთლიანად ღებულობს მონაწილეობას კლინკერის წარმოებაში, ქიმიური ნივთიერებების პროცენტული შემცველობა, აგრეთვე ძირითადი ნედლეული მასალების პროცენტული რაოდენობა - კირქვა 93,7 %, ქვიშა 5,46 %, გემატიტი 0,84 %. ნატურულ პირობებ-

ში ჩატარებული კვლევების საფუძველზე დადასტურებული იქნა, რომ ქვანახშირის წვის შედეგად მიღებული ნაცრის გამოყენებისას სასურველი შედეგნილობის კლინიკური მიიღება აღნიშნული სამი კომპონენტის გამოყენებით (თიხის მთლიანად ქვიშით შეცვლით), რაც განაპირობებს შლამის ტენიანობის შემცირებას და ძვირადღირებული იმპორტირებული პროდუქტის - გემატიტის მინიმუმამდე შემცირებას.

- ტყიბული-შაორის საბადოს ქვანახშირზე მომუშავე 13,2 მეგავატი სიმძლავრის თბოელექტროსადგურის მიერ გამოიმუშავებული 1 კვტ. სთ ელექტროენერჯის პროექტით გათვალისწინებული ღირებულება 8.05 თეთრი უნდა ყოფილიყო. საპროექტო სიმძლავრეზე გასვლისათვის ჩვენს მიერ დამუშავებული ღონისძიებების რეალიზების შედეგად ამ მაჩვენებელმა 9 თეთრი შეადგინა, რაც ძირითადად განპირობებულია საინვესტიციო დანახარჯებისა და ქვანახშირის ფასის გაზრდით.
- ჩატარებული კვლევების საფუძველზე მოძრავცხაურიან ღუმელში წარმოებული 1 ტონა ნახევრად კოქსის თვითღირებულებამ 185 დოლარი შეადგინა. იგი ძალზე ახლოა მსოფლიოში მიღებულ იგივე მაჩვენებელთან, რაც გახდა საფუძველი იმისა, რომ მიღებული იქნა გადაწყვეტილება უახლოეს მომავალში ნახევრად კოქსის წარმოებისათვის დამონტაჟდეს ორი ხაზი მოძრავცხაურიანი ღუმელით საერთო მწარმოებლურობით 50 000 ტონა წელიწადში, რაც ნაწილობრივ დააკმაყოფილებს ზესტაფონის ფეროშენადნობების მწარმოებელი ქარხნისა და სხვადასხვა სამრეწველო ობიექტების შედარებით მცირე მოთხოვნილებებს ჩვენს ქვეყანაში ამ პროდუქციაზე, რის შედეგად მიღწეული იქნება მნიშვნელოვანი ეკონომიკური ეფექტი.
- ტყიბული-შაორის საბადოს ქვანახშირის გამოყენება საქართველოში ცემენტის წარმოებაში (კასპისა და რუსთავის ცემენტის ქარხნებში) ენერგოდამოუკიდებლობის მნიშვნელოვანი საფუძველია, რადგან ჩვენს მიერ შესრულებული სამუშაოების რეალიზებით წარმოებაში სათბობის ხარჯი 7,1 გჯ-დან 6,1 გჯ-მდე შემცირდა. ეს მნიშვნელოვანი ეკონომიის გარანტიაა ენერგომატარებლებზე ფასების საგრძნობლად გაზრდის გათვალისწინებით, რადგან 1 გჯ-ის

ფასი 14 ლარიდან 5,5 ლარამდე შემცირდა, აღნიშნული ქარხნების სრული დატვირთვით მუშაობის შემთხვევაში საერთო წლიური ეკონომია დაახლოებით 50 მლნ ლარს მიაღწევს.

- დადგენილია, რომ თუ ტყიბულის 13,2 მეგავატი სიმძლავრის თბოელექტროსადგურისათვის გამოყენებული იქნება ტყიბული-შაორის საბადოს რიგითი (გაუმდიდრებელი) ქვანახშირი, ხოლო მჭიდა სამშენებლო მასალის - ცემენტისა და ფეროშენადნობების (ზესტაფონის ფეროშენადნობების ქარხნისა და შედარებით მცირე სამრეწველო ობიექტებისათვის) წარმოებისათვის საჭირო ნახევრად კოქსის მისაღებად ამავე საბადოს გამდიდრებული ქვანახშირი, ნაცვლად საზღვარგარეთიდან შემოტანილი ქვანახშირის, კოქსის და ნახევრად კოქსისა, შესაძლებელია მიღებული იქნეს მნიშვნელოვანი ეკონომიკური ეფექტი 20 109 600 დოლარის რაოდენობით, რომელიც უახლოეს მომავალში მკვეთრად გაიზრდება, რადგან მიღებულია გადაწყვეტილება რამდენიმე უფრო მძლავრი თბოელექტრო-სადგურის მშენებლობის შესახებ.

#### **ინფორმაცია ნაშრომის აპრობაციის შესახებ**

სადისერტაციო ნაშრომის ძირითადი დებულებები და შედეგები მოხსენებული და აპრობირებულია საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციებზე (თბილისი, 2010 წ.; ვროცლავი, 2011 წ.) და საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის თემატურ სემინარებზე.

#### **ცნობები გამოყენებული შრომების შესახებ**

სადისერტაციო თემის ძირითადი შედეგები გამოქვეყნებულია 16 ნაშრომში, მათ შორის მიღებულია 2 პატენტი გამოგონებაზე.

1. მახარაძე ს. ტყიბული-შაორის საბადოს ქვანახშირის ნახევრად კოქსის წარმოებისათვის გამოყენების შესაძლებლობების კვლევა. „სამთო ჟურნალი“, № 2 (23), თბილისი, 2009. გვ. 44-47.
2. რეხვიაშვილი ი., არველაძე რ., გორდუზიანი ზ., ფირცხალავა თ., ბასილაძე მ., სოლოდაშვილი გ., მახარაძე ს. საქართველოს ენერგეტიკის პრობლემები და მათი ოპტიმალურად გადაწყვეტის შესაძლებლობა. „სამთო ჟურნალი“, №2 (25), თბილისი, 2010. გვ. 74-81.



3. Рехвиашвили Ю.С., Гордезиани З.А., Пирцхალავა Т.Г., Басილადზე М.А., Махარაძე С.Д. Условия обеспечения рентабельности эксплуатации Ткибули-Шаорского месторождения. „Горный журнал”, № 2 (25), Тбилиси, 2010. с. 12-19.
4. Рехвиашвили Ю.С., Басილადზე М.А., Махარაძე С. Д. Принципы реструктуризации угольной промышленности Грузии. „Уголь”, №12, Москва, 2010. с. 74-76.
5. მახარაძეს., სადუნიშვილიზ. ტყიბული-შაორის საბადოს ქვანახშირის ცემენტის წარმოებაში გამოყენების პერსპექტივების ანალიზი. „სამთო ჟურნალი”, № 1 (24), თბილისი, 2010. გვ. 94-99.
6. რეხვიაშვილიი., გორდეზიანიზ., ფირცხალავათ., ბასილადემ., სოლოლაშვილიგ., მახარაძეს. ტყიბული-შაორის საბადოს ნახშირ-შემცველ მოედანზე თანამედროვე მლნტნახშირის წლიური მოწოდების უზრუნველყოფის შესახებ მოპოვებული მლნტნახშირის თვითღირებულება. „საქართველოს ეკონომიკა”, № 1 (157-8), თბილისი, 2011. გვ. 68-69.
7. გორდეზიანიზ., ფირცხალავათ., ბასილადემ., სოლოლაშვილიგ., მახარაძეს. ტყიბული-შაორის საბადოსათვისების ინტენსიური მოდელის ტექნოლოგიური პარამეტრები. „სამთო ჟურნალი”, №2 (27), თბილისი, 2011. გვ. 26-29.
8. Makharadze L., Gochitashvili T., Makharadze S. Possibility of production of water-coal suspension from coal of Tkibuli-Shaori deposit and its utilization in power generation. Papers presented at the Fifteenth International Conference on Transport and Sedimentation of Solid Particles. September 6-9, 2011, Wroclaw, Poland. pp. 233-240.
9. მახარაძე ს. ტყიბული-შაორის საბადოს ქვანახშირის საქართველოს თბოენერგეტიკაში გამოყენების ასპექტები. „სამთო ჟურნალი”, № 2 (27), 2011, თბილისი, 2011. გვ. 68-73.
10. მახარაძე ს. ტყიბული-შაორის საბადოს ქვანახშირზე მომუშავე პირველი თბოენერგეტიკოსადგურის საპროექტო სიმძლავრეზე გასვლის ღონისძიებები. „სამთო ჟურნალი”, № 1 (28), თბილისი, 2012. გვ. 69-72.
11. მახარაძე ლ., გავაშელი ლ., მახარაძე ს., სტერიაკოვა ს. მრავალსაფეხურიანი ჰიდროსატრანსპორტო სისტემის ჰიდრავლიკური დარტყ-

- მისგან დამცავი მოწყობილობა. GEP 2012 550 1B.25.04.2012 ; AP 2010 011867. 25.06.2010.
12. მახარაძე ლ., გაგაშელი ლ., მახარაძე ს., სტერიაკოვა ს. მაგისტრალური მილსადენის ჰიდრავლიკური დარტყმისგან დამცავი მოწყობილობა. GEP 2012 5500 B.25.04.2012 ; AP 2010 11866. 25.06.2010.
  13. მახარაძე ს. ტყიბული-შაორის საბადოს ქვანახშირის ნახევრად კოქსის წარმოებისათვის გამოყენების შესაძლებლობების კვლევა. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის 78-ე ღია საერთაშორისო კონფერენციის თეზისების კრებული. „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, 2010. გვ. 38.
  14. მახარაძე ს. ტყიბული-შაორის საბადოს ქვანახშირის კასპის და რუსთავის ცემენტის ქარხნებში გამოყენების შედეგების ანალიზი. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის 79-ე ღია საერთაშორისო კონფერენციის თეზისების კრებული. „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, 2010. გვ. 26
  15. მახარაძე ს. ტყიბულის მამდიდრებელი ფაბრიკა და მისი როლი ტყიბული-შაორის საბადოს ქვანახშირის საქართველოს მრეწველობის სხვადასხვა დარგში გამოყენების შესაძლებლობის დადგენისათვის. ალექსი გორგიძის დაბადებიდან 105 წლისთავისადმი მიძღვნილი შრომათა კრებული “გამოყენებითი მათემატიკა და მექანიკა”. საგამომცემლო სახლი “ტექნიკური უნივერსიტეტი”, თბილისი, 2012 გვ. 146-158.
  16. მახარაძე ს. ტყიბული-შაორის საბადოს ქვანახშირის საქართველოს მრეწველობის ზოგიერთ დარგში გამოყენების ეკონომიკური ეფექტურობის ანალიზი. “სამთო ჟურნალი”, №2(29), თბილისი, 2012.გვ. 36-38.

# **TKIBULI COAL UTILIZATION PROSPECTS IN INDUSTRY OF GEORGIA AND TECHNO-ECONOMIC STUDY**

## **RESUME**

This thesis is about the analysis of Tkibuli-Shaori deposit coal usage prospects in Thermal Power engineering and other fields of industry, more precisely in Ferro alloy and cement production, because the most important share of organic fuel in the country is on coal. In addition to that, to highlight the solid organic fuel is conditioned by that Georgia is very poor with liquid (oil) and gas (natural gas) natural fuel resources, and has quite big deposit of coal.

Accordingly Georgian state authorities and the management of “Georgian Industrial Group” Ltd for the beginning defined three fields for Tkibuli-Shaori deposit coal usage: thermal power engineering (to build low-powered thermal power plants), cement industry (to use it as main fuel in Kaspi and Rustavi cement plants) and Ferro alloy production.

To use coal as fuel, it is better to use not raw but completely or partly washed product, but washed coal self-cost is much higher than raw coal, which is directly connected to the self-cost of the produced product. Because of that it was decided to use raw coal in thermal power engineering (where the biggest amount of coal is needed) and washed coal – in cement and Ferro alloy production. For this reason, new coal washing plant was built in Tkibuli and its product is used to produce semi coke (char), which is very important product in Ferro alloy industry.

When using solid fuel, the most important is physical and mechanical characteristics of coal and the final product and also technical and economical characteristics, which must be considered in working out the technological schemes for any field of its usage.

Because of the fact that, there were no data about the usage of Tkibuli-Shaori coal in the defined fields in different technological schemes, we carried out researches in order to study below-mentioned issues and define technological parameters:

- a) Tkibuli-Shaori raw coal particle-size distribution; its physical and mechanical characteristics; technological scheme of its delivery to thermal power plant and its chemical content; its ash chemical content and percentage quantity;
- b) to work out raw coal washing technological scheme;
- c) to define the same parameters for washed coal as for raw coal;
- d) to work out the technological process for producing semi coke (char) from washed coal and define the same parameters as mentioned in paragraph a) for it and also its physical and technical characteristics;
- e) to define the fuel content and its utilization in technological process in cement industry.

After generalization the results of the laboratory and half-industrial stands researches were delivered and assimilated by industrial units, and from the further researches their technical-economical effectiveness were defined.

The results of the industrial researches to reach the project capacity for the low-powered thermal power plant, can be successfully used in projecting, building and exploiting high-powered thermal power plants, which are planned to be built in our country also on Tkibuli-Shaori coal bases in the nearest future.