

ტყიბული-შაორის საბადოს ეფექტურად გამოყენების შესაძლებლობა საქართველოს ენერგეტიკაში

ტენგიზ ჯიშკარიანი

სტუ-ს პროფესორი,

ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი

თორნიკე გოგრიჭიანი

სტუ-ს მაგისტრანტი

რეზიუმე

გასული საუკუნის 70-80-იან წლებიდან მკვეთრად შემცირდა ნახშირების კონკურენტუნარიანობა ელექტროენერგიის წარმოების სტრუქტურაში. ეს ძირითადად გამოწვეული იყო მსოფლიო ენერგეტიკულ ბალანსში ბუნებრივი აირისა და თხევადი სათბობის წილის მნიშვნელოვანი ზრდით. გარდა ამისა, მყარი სათბობის წვის არსებული ტექნოლოგიები ვერ აკმაყოფილებდნენ თანამედროვე ტექნიკურ-ეკონომიკურ და ეკოლოგიურ მოთხოვნილებებს – ნებისიერი მათგანის გამოყენებას თან სდევდა ატმოსფეროში მავნე ნივთიერებების (ნახშირბადის, გოგირდისა და აზოტის ჟანგულები, ე.წ. „მფრინავი ნაცარი“, მიკროელემენტები) დიდ რაოდენობით გამოშვება და წილისა და ნაცრის ნარჩენების დიდ რაოდენობით დაგროვება. ამას ემატებოდა მათი წვის პროცესის ორგანიზაციის სირთულე. ესეა, როდესაც მსოფლიო მასშტაბით, მკვეთრად შეიცვალა შეხედულებები ნახშირებზე, აუცილებელი სამამულო ენერგეტიკაში დაინერგოს მყარი სათბობის წვის ეკოლოგიურად სუფთა, მრავალმიზნობრივი დანიშნულების, სრულიად ახალი და არატრადიციული მაღალეფექტური ტექნოლოგიები, რომლებშიც სრულიად იქნება აღმოფხვრილი ზემოთ აღნიშნული პრობლემები.

საკვანძო სიტყვები: გაზიფიკაცია; აირგენერატორი; გენერატორული აირი; წვადი აირები; შერეული აირი; წყლიანი აირი; ორთქლჟანგბადიანი აირი.

POSSIBILITY OF EFFICIENT USE OF TKIBULI-SHAORI DEPOSIT IN THE ENERGY INDUSTRY OF GEORGIA

Tengiz Jishkariani, Professor,
Doctor of Technical Sciences

Tornike Gogrichiani, Master's Student

RESUME

It will be possible to increase the share of coal from the Tkibuli-Shaori field in the electricity production structure of Georgia and their competitiveness for a long time only if combined steam-fired thermal power plants with internal cycle gasification of solid heating

are installed in the national energy system, which ensures the ecological purity of electricity production, reduction of the cost of heating, and an inefficient energy complex. to create.

* * *

დღესდღეობით საქართველოში ქვანახშირია ის ერთადერთი ადგილობრივი ენერგიაშემცველი წიაღისეული წყარო, რომლის დადგენილი მარაგი საშუალებას იძლევა შეიქმნას დამოუკიდებელი ენერგეტიკული ბაზა. ქვანახშირის აქტივების ძირითადი მფლობელი და ერთადერთი მომპოვებელი არის შპს „საქნახშირი ჯი-აი-ჯი ჯგუფი“. მის ძირითად აქტივებს წარმოადგენს ტყიბული-შაორის საბადოს ტერიტორიაზე მდებარე ძიძიგურის და მინდელის სახელობის მაღაროები, სადაც ქვანახშირის ლიცენზირებული მარაგის ჯამური მოცულობა შეადგენს 331 მილიონ ტონას, ხოლო პროგნოზული რესურსი - 700 მილიონს.

მიუხედავად სოლიდური მარაგებისა, ადგილობრივი ქვანახშირის გამოყენება ტრადიციულ ორთქლტურბინიან თბოელექტროსადგურში (თეს), რომლის მქ კოეფიციენტი არ აღემატება 40%-ს და მათი დაწვა ტრადიციული მეთოდით (იგულისხმება ნახშირის მტვრის ჩირაღდნული მეთოდით დაწვა კამერულ საცეცხლეებში) ვერ უზრუნველყოფს ელექტროენერგიის წარმოების ეკოლოგიურ სისუფთავეს, სათბობის კუთრი ხარჯის შემცირებას და უნარჩენო ენერგეტიკული კომპლექსის შექმნას.

ელექტროენერგიის წარმოების სტრუქტურაში ადგილობრივი ნახშირების წილისა და ხანგრძლივი დროით მათი კონკურენტუნარიანობის გაზრდა შესაძლებელი გახდება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ სამამულო ენერგეტიკულ სისტემაში დაინერგება მყარი სათბობის წვის ისეთი ახალი და არატრადიციული ტექნოლოგიები, რომლებშიც აღმოფხვრილი იქნება ზემოთ აღნიშნული პრობლემები და რომლებმაც უკვე მოიპოვეს მსოფლიო აღიარება.

მყარი სათბობის ეფექტურად გამოყენების თანამედროვე ტექნოლოგიების ერთ-ერთ მეთოდს მიეკუთვნება ნახშირების გაზიფიკაცია. ეს არის მყარი სათბობის სანვავ აირებად გარდაქმნის პროცესი, რომელიც მიმდინარეობს მაღალი ტემპერატურის პირობებში სანყის სათბობის არასრული

ცხრილი 1. გენერატორული აირების ტექნიკური მახასიათებლები

საწყისი სათბობი	დამჟანგავი აგენტი	გენერატორული აირი							დანვის სითბო კჯ/მ3	აირის გამოსავლიანობა მ3/კგ
		CO ₂	CO	H ₂	CH ₄	N ₂	H ₂ S	O ₂		
კოქსი	ჰაერი	0,6	33,4	0,9	0,5	64,6	-	-	4 530	4,65
ტორფი	წყლის ორთქლისა და ჰაერის ნარევი	7,74	28	15	3,4	45,3	0,36	0,2	6 900	1,38
კოქსი	წყლის ორთქლი	6,5	37,0	50	0,5	5,5	0,3	0,2	11 500	1,50
მურა ნახშირი	წყლის ორთქლისა და ჟანგბადის ნარევი	0,2	23,6	55,7	15	5,5	-	-	16 800	0,97

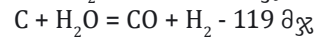
დაჟანგვის გზით. დამჟანგავ (საგაზიფიკაციო) რეაგენტებად შეიძლება გამოყენებულ იქნას: ჰაერი; წყლის ორთქლი; წყლის ორთქლის ნარევი ჰაერთან; წყლის ორთქლის ნარევი ჟანგბადთან; ჟანგბადით გამდიდრებული ჰაერი და ა.შ. აღნიშნული რეაგენტების შემადგენლობა ისე უნდა იყოს შერჩეული, რომ ეგზოთერმული რეაქციების დროს გამოთავისუფლებული სითბო საკმარისი იყოს მთელი პროცესის განსახორციელებლად [1].

გაზიფიკაციის ანუ მყარი სათბობის ორგანული ნაწილის სანვავ აირებად გარდაქმნის ურთულესი ქიმიური პროცესი მიმდინარეობს სპეციალურ დანადგარებში – აირგენერატორებში. ამიტომ, გაზიფიკაციის შედეგად მიღებულ სანვავ აირებს გენერატორულ აირებს, ხოლო აქ მიმდინარე პროცესებს აირგენერატორულ პროცესებს უწოდებენ. სანვავ აირებში ძირითადად იგულისხმება წვადი პროდუქტები - ნახშირჟანგი (CO) და მოლეკულური წყალბადი (H₂).

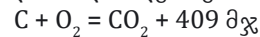
ნახშირების გაზიფიკაციის პროცესი, როგორც მყარი ენერგეტიკული სათბობის ტექნოლოგიური და ეკოლოგიური მაჩვენებლების რადიკალური გაუმჯობესების შესაძლებლობა, საშუალებას იძლევა თბოელექტროსადგურებში (თეს-ებში) არა მარტო მკვეთრად შევამციროთ ატმოსფეროში მავნე ნაბოლქვების რაოდენობა, არამედ უფრო ეფექტურად გამოვიყენოთ კომბინირებული ორთქლაირიანი ენერგობლოკები, რომლებიც თავისი მაღალი ეკონომიურობით გამოირჩევიან ტრადიციულ ორთქლძალურ დანადგარებთან შედარებით.

მიუხედავად იმისა, რომ არსებობს მყარი სათბობის გაზიფიკაციის მრავალი მეთოდი (უწყვეტი და პერიოდული, გაზიფიკაცია წიდის ნაღობში, ნახშირების გაზიფიკაცია მკვრივ და მდულარე შრეებში, მშრალი ნახშირის მტვრის გაზიფიკაცია აირმტვრიან ნაკადში, ნახშირწყლიანი სუსპენზიის გაზიფიკაცია და სხვ.), ისინი მაინც ხასიათდებიან ერთი და იგივე ქიმიური რეაქციებით.

ნახშირების გაზიფიკაციის დროს, ჟანგბადით ან წყლის ორთქლით დაჟანგვას უშუალოდ ნახშირბადი ექვემდებარება:



როგორც წესი, შეუძლებელია ნახშირბადის მთლიანი რაოდენობის გადაქცევა სამიზნე პროდუქტად - ნახშირჟანგად (CO), რადგანაც მისი ნაწილი ბოლომდე იწვის:



თუმცა, შედეგად მიღებული ნახშირორჟანგი, თავის მხრივ, მაინც რეაგირებს გაცხელებულ ნახშირბადთან:



გენერატორული აირის შედგენილობა და სახელწოდება განისაზღვრება იმასდა მიხედვით თუ რომელი საგაზიფიკაციო რეაგენტი მიენოდება აირგენერატორს. მაგალითად, აირგენერატორში მხოლოდ ჰაერის მიწოდების დროს მიიღება ე.წ. „საჰაერო აირი“, რომლის ტექნიკური მახასიათებლები - შედგენილობა, დანვის სითბო და კუთრი გამოსავლიანობა, მოცემულია ცხრილში 1. ამავე ცხრილშია მოცემული ე.წ. „შერეული აირისა“ და „წყლიანი აირისა“ ტექნიკური მახასიათებლები, რომლებიც მიიღებიან აირგენერატორში, შესაბამისად, წყლის ორთქლისა და ჰაერის ნარევისა და მხოლოდ წყლის ორთქლის მიწოდებით. დანვის სითბოს (თბოუნარიანობის) მაღალი მნიშვნელობით ხასიათდება ე.წ. „ორთქლჟანგბადიანი აირი“, რომლის მისაღებად არგენერატორს წყლის ორთქლისა და ჟანგბადის ნარევის აწვდიან (ცხრილი 1).

როგორც ცხრილი 1-დან ჩანს, გენერატორული აირის შედგენილობის ცვლილებასთან ერთად მისი თბოუნარიანობაც იცვლება. თბოუნარიანობის მიხედვით გენერატორული აირები სამ ჯგუფად იყოფა. პირველ ჯგუფს მიეკუთვნებიან აირები მაღალი თბოუნარიანობით (15073 კჯ/მ3-ზე ზემოთ). ამ ჯგუფის აირების შედარებით მაღალი თბოუნარიანობა განპირობებულია მათში მეთანის მაღალი და აზოტის დაბალი შემცველობით. საგაზიფიკაციო რეაგენტად აქ გამოყენებულია ორთქლისა და ჟანგბადის ნარევი, რომელიც მაღალი წნევის ქვეშ მიენოდება აირგენერატორს.

მეორე ჯგუფს მიეკუთვნება გენერატორული

**ცხრილი 2. გენერატორული აირებისა და აირების სითბოსა და კუთრი გამოსავლიანობის თანაფარდობა
ზოგიერთი მყარი სათბობისათვის**

გენერატორული აირისა და მყარი სათბობის დასახელება	მყარი სათბობის დაწვის სითბო - $Q_{\text{მყ}}^{\text{კვ/კგ}}$ kj/kg	გენერატორული აირის დაწვის სითბო - $Q_{\text{აირ}}^{\text{კვ/მ3}}$ m ³ /კგ	გენერატორული აირის კუთრი გამოსავლიანობა m ³ /კგ	გაზიფიკაციის სასარგებლო სითბო, კვ/ კგ	გაზიფიკაციის მქ კოეფიციენტი
შერეული აირი	1	2	3	4	5
ბაბაევსკის მურ ნახშირი	18841	4258	2,39	4258*2,39=10177	10177/18841=0,54
არტემოვსკის მურა ნახშირი	19963	4358	2,29	4358*2,29=9981	9981/19963=0,50
რაიჩინინსკის მურა ნახშირი	20725	4518	2,66	4518*2,66=12017	12017/20725=0,58
ტყიბულის ქვანახშირი	19017	6900	1,94	6900*1,94=13386	13386/19017=0,70
ტორფი	14243	6879	1,38	6879*1,38=9493	9403/14243=0,66
ანთრაციტი	28031	5150	4,1	5150*4,1=21114	21114/28031=0,75
წყლიანი აირი	1	2	3	4	5
ქვანახშირის კოქსი	27214	10383	1,63	10383*1,63=16925	16925/27214=0,62
ანთრაციტი	30731	10111	1,97	10111*1,97=19919	19919/30731=0,65
ქვანახშირის ნახევრად კოქსი	23530	10216	1,38	10216*1,38=14098	14098/23530=0,60
ქვანახშირი	25749	11765	1,38	11765*1,38=16236	16236/25749=0,63
მურა ნახშირის ბრიკეტი	21771	11346	1,15	11346*1,15=13048	13048/21771=0,60
ორთქლშანგბადიანი	1	2	3	4	5
ქვანახშირის კოქსი	27800	9002	2,47	9002*2,47=22234	22234/27800=0,80
შანგბადით გამდიდრებული ჰაერი	1	2	3	4	5
<u>ანტრაციტის ლერლილი წილის ნადნობში</u>	19820	11346	1,45	11346*1,45=16451	16451/19820=0,83

აირები, რომელთა საშუალო თბოუნარიანობა 9211-11723 კვ/მ3 ფარგლებში იცვლება. საგაზიფიკაციო რეაგენტებათ ამ შემთხვევაში გამოყენებულია ორთქლი ან ორთქლისა და ჟანგბადის ნარევი. ეს აირები პირველი ჯგუფის აირების მსგავსად ცოტა აზოტს და ნახშირჟანგისა და წყალბადის მნიშვნელოვან რაოდენობას შეიცავენ, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ ამ აირების წარმოქმნაში ჰაერი არ მონაწილეობს. ეს აირები ძირითადად გამოიყენება როგორც ქიმიური ნედლეული.

მესამე ჯგუფი აერთიანებს დაბალი თბოუნარიანობის გენერატორულ აირებს (6699 კვ/მ3-მდე). მათი მიღება ხდება მყარი სათბობის ურთიერთმოქმედებით ჰაერთან ან ჰაერისა და ორთქლის ნარევთან, ე.ი. ისეთ რეაგენტებთან, რომლებიც შეიცავენ ბალასტური აირების, ძირითადად აზოტის, დიდ რაოდენობას. შესაბამისად მიიღება საჰაერო

ან შერეული გენერატორული აირები, რომლებიც ხასიათდებიან აზოტის მაღალი და CO-ს, CO₂-ისა და H₂-ის ცვალებადი შემცველობით. მათი გამოყენება შესაძლებელია როგორც ტექნოლოგიური, ისე ენერგეტიკული მიზნებისათვის [2].

გენერატორული აირების კუთრი გამოსავლიანობა, ისევე როგორც მათი შედგენილობა და თბოუნარიანობა დამოკიდებულია საწყისი მყარი სათბობის მახასიათებლებზე, გაზიფიკაციის ტექნოლოგიაზე და საგაზიფიკაციო რეაგენტების თავისებურებებზე, ხოლო გაზიფიკაციის ეფექტურობა ანუ გენერატორული აირის ენერგეტიკულ სათბობად გამოყენების შესაძლებლობა სწორედ მათი თბოუნარიანობისა და კუთრი გამოსავლიანობის ერთობლიობით განისაზღვრება (ცხრილი 2).

როგორც ცხრილი 2-დან ჩანს, დაბალი თბოუნარიანობის გენერატორული აირებისათვის გაზიფი-

კაციის სასარგებლო სითბო საწყისი მყარი სათბობის თბოუნარიანობის 50-70%-ს შეადგენს, მაშინ როდესაც საშუალო და მაღალი თბოუნარიანობის გენერატორული აირებისათვის ეს სიდიდე 60-83%-ის ფარგლებში იცვლება [3].

კომბინირებული ორთქლაირიანი თეს-ის მქოფიციენტის, გენერატორული აირის კუთრი გამო-სავლიანობისა და მისი თბოუნარიანობის პროცენ-ტული სიდიდის სხვადასხვა ერთობლიობით შესაძ-ლებელია შეირჩეს გაზიფიკაციის ისეთი ტექნოლო-გია, რომელიც საშუალებას მოგვცემს ადგილობ-რივი მყარი სათბობიდან, როგორც გენერატორული აირის საწყისი ნედლეულიდან, მივიღოთ საჭირო დანიშნულებისა და ხარისხის გენერატორული

მაგალითად, ტყიბულ-შაორის საბადოს ქვანა-ხშირის წყლის ორთქლისა და ჰაერის ნარევით გა-ზიფიკაციის დროს გენერატორული აირის გამო-სავლიანობამ შეიძლება შეადგენოს $M=1,38$ მ3/კგ, ხოლო მისმა თბოუნარიანობამ - ქვანახშირის თბო-უნარიანობის (17900 კჯ/კგ) 60%. ამ შემთხვევაში საგაზიფიკაციო ქვანახშირის ხარჯი, ვთქვათ, 100 მგვტ სიმძლავრის კომბინირებული თეს-ისათვის, რომლის მქოფიციენტი $\eta_{\text{საღ}}=0,53$ ტოლია, იქნება $B_2=100000/(0,53*1,138*0,6*17900)*3,6=48,6$ ტ/

სთ, რაც 8,9 ტ/სთ-ით ნაკლებია ამავე სიმძლავრის, ამავე სათბობზე მომუშავე ორთქლტურბინიანი თეს-ის სათბობის ხარჯთან (57,5 ტ/სთ) შედარებით [4].

თბოელექტროსადგურებში (თეს-ებში) მყარი სათბობის გაზიფიკაციის პრაქტიკული გამოყე-ნების მსოფლიო გამოცდილების ანალიზის სა-ფუძველზე დადგინდა, რომ ნახშირით მომუშავე კომბინირებული ორთქლაირიანი დანადგარების საიმედო და ეკონომიური მუშაობის უზრუნველსა-ყოფად აუცილებელია გაზიფიკაციის პროცესის შეთავსება ელექტროენერგიის უშუალო წარმოე-ბასთან, ანუ ე.წ. „ნახშირების შიგაჯიკლური გაზი-ფიკაციის“ განხორციელება. ამ მეთოდით უკვე 20 წელზე მეტია აშშ-ში, ჩინეთში იაპონიასა და ესპა-ნეთში ექსპლუატაციაშია 200-400 მგვტ სიმძლავ-რის ორთქლაირიანი თესები [5:6].

გარკვეული პერიოდის შემდეგ, რომელიც საჭი-როა შესაბამისი საექსპერტო კვლევების ჩასატა-რებლად და სათანადო ეკონომიკური გარემოს შე-საქმნელად, შესაძლებელი გახდება საქართველოში დაინერგოს ტყიბულ-შაორის საბადოს ნახშირებზე მომუშავე კომბინირებული ორთქლაირული თესი მყარი სათბობის შიგაჯიკლური გაზიფიკაციით.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. თ.ჯიშკარიანი. მრავალპროფილიანი კომბინირებული თბოელექტროსადგურის შექმნის ენერგოეკონომიკური დასაბუთება ტყიბულ-შაორის საბადოს ქვანახშირე-ბის შიგაჯიკლური გაზიფიკაციის ბაზაზე. ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორის სა-მეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად წარმოდგენილი დისერტაცია. თბილისი. 2006. 363 გვ.;
2. Джишкарини Т., Читашвили Г., Асланикашвили Н. Перспективы комплексного использования углей Ткибули-Шаорского месторождения «Горный журнал». Научно-технический и производственный журнал. 2005. №6. Москва. 3 стр.;
3. თ.გოჩიტაშვილი, თ.ჯიშკარიანი, ო.კილურაძე, თ.მიქიაშვილი, მ.ყიფშიძე. მყარი სათბობის გამოყენების თანამედროვე ტექნოლოგიები ენერგეტიკაში. „სამთო ჟურ-ნალი“. საინფორმაციო-სამეცნიერო საინჟინრო ჟურნალი №1 (12)/2004. თბილისი. 9 გვ.;
4. მ.ყიფშიძე, თ.ჯიშკარიანი, გ.არაბიძე, ნ. ბჟალავა. აირგენერატორული პროცესე-ბის კომპიუტერული მოდელირება. „ენერგია“. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი №3 (35)/2005. თბილისი. 5 გვ.;
5. Coal gasification: American coal power's last, best chance? <https://www.utilitydive.com/news/coal-gasification-american-coal-powers-last-best-chance/344911/>;
6. IGCC Project examples. <https://www.netl.doe.gov/research/coal/energy-systems/gasification/gasifipedia/project-examples>