

UDC 582.4

SCOPUS CODE 2101

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2019-4-95-100>

მცენარეული ნარჩენი ბიომასის თბური გამოკვლევა

| | |
|------------------|--|
| ოთარ ჯაფარიძე | ენერგეტიკის და ენერგოეფექტურობის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75 E-mail: japaridzeotari@gmail.com |
| ლევან ახვლედიანი | ენერგეტიკის და ენერგოეფექტურობის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75 E-mail: samixada1995@gmail.com |
| ომარ კიღურაძე | ენერგეტიკის და ენერგოეფექტურობის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75 E-mail: kiguradzeomar@gmail.com |

რეცენზენტები:

ა. გრიგალაშვილი, სტუ-ს ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: a.grigalashvili@gtu.ge

ბ. ჩხაიძე, სტუ-ის ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: bckaidze@yahoo.com

ანოტაცია. მნიშვნელოვანია სხვადასხვა მცენარეული ნარჩენი ბიომასის ალტერნატიულ სათბობად გამოყენების პერსპექტივა.

ბიომასის ტენიანობის და თბოუნარიანობის გაზომვა ჩატარებულია პრეციზიული იზოთერმული კალორიმეტრით XRY-1C. კალორიმეტრის ტესტირებისათვის გამოყენებულია სანიმუშო ნივთიერება-ბენზონის მჟავა (სისუფთავით 99.99%).

მიღებულია ნიმუშების უმაღლესი თბოუნარიანობის ექსპერიმენტული მონაცემები, რის საფუძველზეც გამოთვლილია უდაბლესი თბოუნარიანობის მაჩვენებლები.

საქართველოს რეგიონებში, სადაც დიდი რაოდე-

ნობით გროვდება სხვადასხვა მცენარეული კულტურების ნარჩენები, სითბური ენერჯიის მისაღებად წარმატებით შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ნარჩენები, როგორც ძირითად სათბობად, ასევე ალტერნატიულ სათბობადაც.

საკვანძო სიტყვები: ალტერნატიული სათბობი; ბენზონის მჟავა; მცენარეული ნარჩენი; იზოთერმული კალორიმეტრი.

შესავალი

ორგანული სათბობის მარაგების განუწყვეტელი შემცირება და ამასთან ერთად ღირებულების

ზრდა მწვავედ აყენებს საკითხს ალტერნატიული სათბობის ძიების კუთხით. სათბობის ერთ-ერთ ალტერნატიულ სახეობად შეძლება განვიხილოთ მცენარეული ნარჩენი ბიომასა, რომელიც დიდი რაოდენობით გროვდება სოფლად და განახლება-დი სათბობის ფუნქცია შეიძლება შეიძინოს. მცენარეული ნარჩენი ბიომასის დაწვის ტექნოლოგია და სითბოს გენერაცია შესაძლებელია განხორციელდეს, როგორც დამოუკიდებლად, ასევე ძირითად სათბობთან ერთად. სოფლად ეს ხელს შუწყობს საშუაშე მერქნის გამოყენების შემცირებას და ეკოლოგიური მდგომარეობის გაუმჯობესებას.

მცენარეული ნარჩენები მოიცავს მარცვლოვანი და პარკოსანი კულტურების და ბალახოვან ნარჩენებს: თხილის, კაკლის, ნუშის და სხვა ნაჭუჭი, ტყემლის კურკა, ხილისა და ციტრუსების კანი, ყურძნის ჭაჭა, ვენახის ლერწმების ნასხლავი, სიმინდის ტაროს ნაჭურჩი, მზესუმზირას ჩენჩო, ნამჯა და სხვა ნარჩენები, რომლებიც დიდი რაოდენობით გროვდება საოჯახო და ფერმერულ მეურნეობებში.

ძირითადი ნაწილი

ნარჩენების ენერგოპოტენციალის შესაფასებლად გამოყენებულია ერთ-ერთი ძირითადი მახასიათებელი პარამეტრი-საწვავი მასის თბოუნარიანობა (კჯ/კგ). თბოუნარიანობის დასადგენად გამოყენებულია ორი ძირითადი მეთოდი: თეორიული და ექსპერიმენტული. თბოუნარიანობის განსაზღვრის თეორიული მეთოდი მიახლოებითი მეთოდია და თხოულობს სინჯის ქიმიური შედგენილობის ცოდნას, რაც გარკვეულ სიმწიფეებთანაა დაკავშირებული. ამიტომ თბოუნარიანობის განსაზღვრის ძირითად მეთოდად რჩება ექსპერიმენტული მეთოდი – “კალორიმეტრიული ყუმბარის” მეთოდი [1,2,3].

თხევადი და მყარი ნივთიერებების თბოუნარიანობის გასაზომად გამოყენებულია კალორიმეტრიული ხელსაწყო XRAY-1C. ქარხნული მონაცემებით მისი სიზუსტეა 0,4%. [4]. გაზომვის მეთოდიკა შემდეგში მდგომარეობს [3]: კალორიმეტრში სტაციონარული ტემპერატურული რეჟიმის დამყარების შემდეგ, რომლის დროსაც ტემპერატურის ცვლილება ერთ წუთში არ აღემატება 0,001 გრადუსს. მართვის პროგრამა ხელსაწყოს გადაიყვანს გაზომვის რეჟიმში. მოხდება ნიმუშის დაწვა. წვისას გამოყოფილი სითბოს გავლენით კალორიმეტრულ ჭურჭელში მოთავსებული გამოხდილი წყლის ტემპერატურა იწყებს ზრდას. ტემპერატურის მაქსიმალური მნიშვნელობის მიღწევის შემდეგ ფიქსირდება გამოხდილი წყლის ტემპერატურის მაქსიმალურ და საწყის მნიშვნელობებს შორის სხვაობა.

კონკრეტული კალორიმეტრიული სისტემისთვის ჯამური სითბოტევადობის ანუ თბური ეკვივალენტი განისაზღვრა კალორიმეტრის კალიბრებით. კონკრეტულ შემთხვევაში გამოყენებული იყო კალიბრების ფარდობითი მეთოდი რომლის მიხედვითაც თბოუნარიანობის განსაზღვრის ექსპერიმენტი ჩატარდა ცნობილი თბოუნარიანობის მქონე სანიმუშო ნივთიერების-ბენზონის მჟავას გამოყენებით.

კალიბრებით განისაზღვრება კალორიმეტრული მუდმივა. მისი მნიშვნელობა დამოკიდებულია, როგორც ძირითადი დისტილირებული წყლის რაოდენობაზე, ასევე საზომი თერმომეტრის მდებარეობაზე და სითხის სარეველას მუშაობაზე. საკვლევი ნიმუშის თბოუნარიანობის გაზომვა შესაძლებელია კალიბრებამდეც. ასეთ შემთხვევაში დაიშვება კალორიმეტრიული მუდმივას მიახლოებითი მნიშვნელობა, და კალიბრების შემდეგ მოხდება მისი კორექტირება. ასე, მაგალითად, ლობიოს ქერქის, მზე-

სუმზირის, სიმინდის ტაროს, ფოთლისა და ულვაშის, ტყემლის კურკის, ვაშლის და ხახვის კანისა და ჭაჭის კორექტირებული კალორიმეტრიული მუდმივების მნიშვნელობებია შესაბამისად: 18647, 17495, 17213, 15778, 15778, 16352, 14344, 14344 და 14864 (ჯ/გრად) [4,5].

წინასწარ მოხდა საკვლევი ნიმუშების გამოშრობა. ეს პროცესი განხორციელდა RADWA-50R მარკის სამრობი ხელსაწყოთი. ცდა ჩატარდა 105 °C -110 °C ტემპერატურის პირობებში ნიმუშის მასის შემცირების შეწყვეტამდე (პრაქტიკულად მუდმივ მასამდე). ხელსაწყო სიზუსტე მასის განსაზღვრის მიმართ შეადგენს 10⁻³ გ-ს. გამომშრალი ნიმუშები თბოუნარიანობის გაზომვამდე ინახებოდა ევსიკატორში.

ცხრილში მოცემულია სხვადასხვა ალტერნატიული სათბობის: ლობიოს ქერქის, მზესუმზირის ჩენჩოს, სიმინდის ტაროს, ფოთლის და ფუჩეჩის, ტყემლის კურკის, ვაშლის და ხახვის ქერქის, ყურძნის ჩენჩოს, ხორბლის და ქერის ნარჩენების და ნამჯის ნიმუშების თბოუნარიანობის ექსპერიმენტული მონაცემები 18% ფარდობითი ტენიანობის პირობებისათვის.

თბოუნარიანობის ექსპერიმენტული შედეგი, განსაზღვრულია “კალორიმეტრიული ყუმბარის” საშუალებით. სათბობის თბოუნარიანობის პირველადი მონაცემი, რომელიც განისაზღვრება კალორიმეტრიულ ცდაში არის სათბობის თბოუნარიანობა “კალორიმეტრიული ყუმბარის” მიხედვით Q ყუმბ. (სვეტი 2).

ცხრილი

სხვადასხვა ნიმუშის კალორიმეტრიული ექსპერიმენტების მონაცემები

| № | ალტერნატიული სათბობი | თბოუნარიანობა კალორიმეტრიული ყუმბარის Q _ყ | ბრუტო თბოუნარიანობა, Q _ბ | ექსპერიმენტით თბოუნარიანობა სათბობში არსებული ტენის აორთქლებაზე დახარჯული სითბოს მიხედვით | ნეტო* თბოუნარიანობა, Q _{ნეტო} |
|----|---------------------------|--|-------------------------------------|---|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | ლობიოს ქერქი(ნარჩენი) | 14783 | 14720 | 14268 | 12910 |
| 2 | მზესუმზირის (ნარჩენი) | 19354 | 19301 | 18848 | 17491 |
| 3 | სიმინდის ტარო | 18510 | 18447 | 17995 | 16637 |
| 4 | სიმინდის ფოთოლი (ნარჩენი) | 17428 | 17365 | 16912 | 15555 |
| 5 | სიმინდის ფუჩეჩი (ნარჩენი) | 17692 | 17629 | 17176 | 15819 |
| 6 | ტყემლის კურკა (ნარჩენი) | 21767 | 21705 | 21252 | 19895 |
| 7 | ვაშლის ქერქი(ნარჩენი) | 18287 | 18224 | 17772 | 16414 |
| 8 | ხახვის ქერქი(ნარჩენი) | 16392 | 16329 | 15876 | 14519 |
| 9 | ყურძნის ჩენჩოს (ნარჩენი) | 20640 | 20577 | 20125 | 18767 |
| 10 | ხორბლის ნარჩენი | 17585 | 17522 | 17070 | 15712 |
| 11 | ქერის ნარჩენი | 15793 | 15731 | 15279 | 13921 |
| 12 | ნამჯა | 16789 | 16726 | 16273,5 | 14916 |

სათბობის თბოუნარიანობა “კალორიმეტრიული ყუმბარის” მიხედვით არის ერთეული მასის სათბობის მიერ სრული წვის დროს გამოყოფილ სითბოს რაოდენობა კალორიმეტრიული ცდის პირობებისათვის: სათბობიდან გამოყოფილ სითბოს რაოდენობას ემატება საფალიე მავთულის დაწვით და ყუმბარაში აზოტმჟავას და გოგირდმჟავას წარმოქმნის ეგზოთერმული რეაქციებით გამოყოფილი სითბო. საფალიე მავთულის დაწვით მიღებული სითბო გათვალისწინებულია კალორიმეტრიულ მუდმივაში კალიბრების დროს.

კალორიმეტრიულ ყუმბარაში მჟავების წარმოქმნის ეგზოთერმული რეაქციების სითბოს $Q_{გზ}$. გათვალისწინებით მიიღება სათბობის თბოუნარიანობის ბრუტო მნიშვნელობა $Q_{ბრ}$. (სვეტი 3): $Q_{ბრუტო} = Q_{ყუმბ.} - Q_{გზ}$.

სათბობის დაწვის დროს სითბოს გარკვეული ნაწილი იხარჯება სათბობში არსებული წყალბადის დაჟანგვით მიღებული $9H^{\circ}/100$ კგ წყლის და სათბობში არსებული $W^{\circ}/100$ კგ ტენის აორთქლებაზე. პრაქტიკულად სითბოს მომხმარებელი დანადგარებისათვის ნამუშევარი ნამწვი გაზების ტემპერატურა ($120-180^{\circ}C$) აღემატება გაზებში არსებული წლის ორთქლის „ნამის წერილის“ მნიშვნელობას, რის გამოც ტენის ორთქლადქცევაზე დახარჯული სითბო არის სითბოს დანაკარგები. კალორიმეტრიული ყუმბარით სათბობის თბოუნარიანობის გაზომვის მეთოდის მიხედვით სათბობის დაწვის შედეგად მიღებული წვის პროდუქტები კალორიმეტრიულ ყუმბარაში ცივდება დაახლოებით ოთახის ტემპერატურამდე და ადგილი აქვს ყუმბარაში წვის პროცესში მიღებული წყლის ორთქლის კონდენსაციას და შედეგად კალო-

რიმეტრიულ ყუმბარაში ორთქლადქცევის ტოლი კონდენსაციის სითბოს დაბრუნებას ანუ მიიღება ბრუტო თბოუნარიანობა – $Q_{ბრუტო}$.

მე-4 ცხრილის სვეტში მოცემულია სათბობში არსებული ტენის აორთქლებაზე დახარჯული სითბოს გათვალისწინებით თბოუნარიანობა Q_w .

ტექნიკური გაანგარიშებებისათვის გამოიყენება ნეტო თბოუნარიანობა $Q_{ნეტო}$. (სვეტი 5), რომელშიც გათვალისწინებულია თბოუნარიანობის შემცირება სათბობში არსებული წყალბადის დაწვით მიღებული ტენის და სათბობში არსებული წყლის აორთქლებაზე დახარჯული სითბოთა რაოდენობები:

$$Q_{ნეტო} = Q_{ბრუტო} - 25,14 \cdot 9H^{\circ}/100 - 25,14 \cdot W^{\circ}/100$$

1-ელ ცხრილში თბოუნარიანობების $Q_{ყუმბ.}$, $Q_{ბრუტო}$, $Q_{ნეტო}$. მნიშვნელობები მოცემულია სხვადასხვა სახის სათბობისათვის. ზოგიერთი სათბობის ნიმუში წინასწარ გამოშრა საშრობ კარადაში $105^{\circ}C$ ტემპერატურაზე.

დასკვნა

მცენარეული ნარჩენი შეგვიძლია გამოვიყენოთ ალტერნატიულ სათბობად, რათა ჩავანაცვლოთ ნავთობი და გაზი, რადგან მათი სიმცირის გამო თავიდან ავიცილოთ ეკონომიკური და ენერგეტიკული კრიზისი.

ნარჩენი ბიომასის ენერგეტიკული პოტენციალის შეფასებისათვის საჭიროა ქვეყნის მასშტაბით მცენარეული კულტურების ყოველწლიური საშუალო მოსავლიანობის შესახებ სტატისტიკური მონაცემების საფუძველზე [6] ნარჩენების განსაზღვრა და ცხრილის ნეტო თბოუნარიანობის სიდიდეებით სარგებლობა.

ლიტერატურა

1. Kipshidze M., Jishkariani T., Arabidze G., Akhalaia G. Boiler installations. Tbilisi. 2000. (in Georgian).
 2. Oleinik B.N. Exact calorimetry. M.: Izd. Standartov. 1973. (in Russian).
 3. Lominadze S., Kipshidze M., Jishkariani T. Technical analysis of hydraulic and the exploitation test of steam generators. Helper. SPI. 1979. (in Georgian). არ მოიძებნა არანაირად!
 4. Kiguradze O., Japaridze O., Beridze G. Alternative fuels. "Energy". №1(85), 62-64 pp. (in Georgian).
 5. Kiguradze O., Japaridze O., Beridze G. Energy-efficient potential of plant residues biomass. "Energy". №1(85). 65-69 pp. (in Georgian).
 6. Arabidze G., Arabidze N., Zarandia S. and others. The potential energy of the residual biomass in Georgia. Tbilisi. 2015. (in Georgian).
-

UDC 582.4

SCOPUS CODE 2101

Thermal study of plant residues biomass

| | |
|-------------------------|--|
| Otar Japaridze | Department of Thermal Energy and Energy Efficiency, Georgian Technical University, 75 M. Kostava str, 0160 Tbilisi, Georgia E-mail: japaridzeotari@gmail.com |
| Levan Akvlediani | Department of Thermal Energy and Energy Efficiency, Georgian Technical University, 75 M. Kostava str, 0160 Tbilisi, Georgia E-mail: samixada1995@gmail.com |
| Omar Kiguradze | Address. Department of Thermal Energy and Energy Efficiency, Georgian Technical University, 75 M. Kostava str, 0160 Tbilisi, Georgia E-mail: kiguradzeomar@gmail.com |

Reviewers:

- A. Grigalashvili**, Associate Professor, Faculty of Power Engineering and Telecommunication, GTU
E-mail: a.grigalashvili@gtu.ge
- B. Chkhaidze**, Associate Professor, Faculty of Power Engineering and Telecommunication, GTU
E-mail: bckaidze@yahoo.com

Abstract. The article reviews the possibilities for the usage of various plant residues as an alternative heating.

Experiments to measure biomass humidity and calorific value were carried out using a precision isothermal calorimeter MAY-1C. Benzoic acid (with 99.99% purity) as standard material has been used for the calorimeter testing.

Experimental data of the highest calorific value of the samples were obtained, on the basis of which the lowest calorific values were calculated.

It was demonstrated that both the primary fuel and alternative fuel can be used in Georgia's regions with various plant residues.

Key words: Alternative fuel; benzoic acid; isothermal calorimeter; plant residues.

UDC 582.4

SCOPUS CODE 2101

Термическое исследование растительных отходов

| | | |
|-------------------------|---|---|
| Отар Джапаридзе | Департамент энергетики и энергоэффективности, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 75 E-mail: japaridzeotari@gmail.com | Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 75 |
| Леван Ахвледиани | Департамент энергетики и энергоэффективности, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 75 E-mail: samixada1995@gmail.com | Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 75 |
| Омар Кигурадзе | Департамент энергетики и энергоэффективности, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 75 E-mail: kiguradzeomar@gmail.com | Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 75 |

Рецензенты:

А. Григалашвили, ассоциированный профессор факультета энергетике и телекоммуникации ГТУ

E-mail: a.grigalashvili@gtu.ge

Б. Чхаидзе, ассоциированный профессор факультета энергетике и телекоммуникации ГТУ

E-mail: bckaidze@yahoo.com

Аннотация. Рассмотрена перспектива применения разных сельскохозяйственных остатков в виде альтернативного топлива.

Эксперименты по измерению влажности и теплоспособности биомассы проведены с применением прецизионного изотермического калориметра МАУ-1С. Для тестирования калориметра применено образцовое вещество – бензойная кислота (чистотой 99,99%).

Получены экспериментальные данные высшей теплоспособности образцов, на основании которых рассчитаны величины самой низкой теплоспособности.

Показано, что в регионах Грузии, где сосредоточены различные сельскохозяйственные остатки, можно с успехом применять как основное топливо, так и альтернативное.

Ключевые слова: альтернативное топливо; бензойная кислота; изотермический калориметр; сельскохозяйственные отходы.

განხილვის თარიღი 24.06.2019

შემოსვლის თარიღი 28.06.2019

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 17.12.2019