

620.9(05)

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

კავშირი
"მეცნიერება და ენერგეტიკა"

ენერგეტიკა

სამეცნიერო-ტექნიკური რევირეზიული
ჟურნალი

4(100)/2021

თბილისი

ISSN 1512-0120

სარედაქციო კოლეგია:

მთავარი რედაქტორი – მერაბ ლორთქიფანიძე

მთავარი რედაქტორის მოადგილე – შალვა გაგოშიძე

სარედაქციო კოლეგიის წევრები: რ.არველაძე, გ.არაბიძე, ი.ბიჯამოვი, გ.ქაჯაია, ვ.კინკლაძე, ი.კალანდაძე, გ.ლეკიშვილი, ნ.მელაძე, ა.ნადირაძე, დ.ნამგალაძე, ა.ყუბანიშვილი, ა.ჭითანავა, გ.ხელიძე, ე.შატაკიშვილი, ა.ჩიქოვანი, ივ.ჩოლოყაშვილი, ნ.ჩახვაშვილი (პასუხისმგებელი რედაქტორი), ვ.ტრასკინი (რუსეთი), ზ.სკვორცოვა (რუსეთი), ა.ალექსეევი (უკრაინა), კ.სეიხანი (თურქეთი), პ.პსაროპულოსი (საბერძნეთი), ა.სარუხანიანი (სომხეთი), ა.კულიევი (აზერბაიჯანი).

EDITORIAL BOARD:

The editor-in-chief – Merab Lordkipanidze

Deputy of the editor-in-chief - Shalva Gagoshidze

Editorial board members: R.Arveladze, G.Arabidze, Y.Bijamov, I.Kalandadze, G.Kajaia, V.Kinkladze, A.Kubaneishvili, G.Lekishvili, N.Meladze, A.Nadiradze, D.Namgaladze, G.Khelidze, E.Shatakishvili, A.Tshitana, A.Chikovani, Iv.Cholokashvili, N.Chakhvashvili (managing -editor- in-chief), V.Traskin (Russia), Z.Skvortsova (Russia), A.Alekseev (Ukraine), K.Seyhan (Turkey), P.Psaropoulos (Greece), A.Sarukhanian (Armenia), A.Kuliev (Azerbaijan).

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор – Мераб Лордkipанидзе

Заместитель главного редактора – Шалва Гагошидзе

Члены редакционной коллегии: Р.Арвеладзе, Г.Арабидзе, Я.Биджамов, Г.Каджая, А.Кубанейшвили, В.Кинккладзе, И.Каландадзе, Г.Лекишвили, Н.Меладзе, А.Надирадзе, Д.Намгаладзе, Г.Хелидзе, Е.Шатакишвили, А.Читанава, А.Чиковани, И.Чолокашвили, Н.Чахвашвили (ответственный редактор), В.Траскин (Россия), З.Скворцова (Россия), А.Алексеев (Украина), К.Сейхан (Турция), П.Псаропулос (Греция), А.Саруханян (Армения), А.Кулиев (Азербайджан).

ნომრის მომზადებაში მონაწილეობდნენ:

ტექნ. მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი ნ.ბარაბაძე, ე.ზამბახიძე, ბ.ბურჭულაძე (ნომრის კომპიუტერული აწყობა-დაკავშირება), ი.თუმანიშვილი (ტექსტის რედაქტირება), ს.ბერიძე (ინგლისური ტექსტის მომზადება).

ჟურნალ "ენერჯის" რედაქციის მისამართი: 0179 თბილისი, ი.აბაშიძის 40. ტელ. 218-09-51

The address of the editorial office of journal "Energy": 40, I.Abashidze str., Tbilisi, 0179, Georgia, tel. 218-09-51

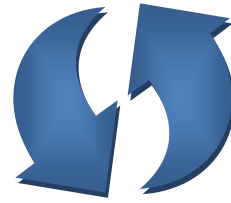
Адрес редакции журнала "Энергия": 0179 Грузия, Тбилиси, ул. И.Абашидзе, 40.

тел. 218-09-51

რეგისტრაციის ნომერი № 5^ა / 4 - 645

© "ენერჯია". 2011

www.Energyonline.ge



ეკლვნება საქართველოს
ტექნიკური უნივერსიტეტის
100 წლისთავს

ჟურნალის საიუბილეო
მე-100 ნომერი

ჩვენი ალმა მატერი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი 100 წლის გახდა. ჟურნალი „ენერჯია“ მეასე ნომერს უშვებს. ამ გამოცემით სარედაქციო კოლეგია ულოცავს უნივერსიტეტის კოლექტივს ღირსშესანიშნავ თარიღს, უსურვებს პროფესორ-მასწავლებლებსა და სტუდენტებს წარმატებებსა და ახალ-ახალ მიღწევებს.

სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „ენერჯია“ დაარსდა 1996 წ. გ.ჩოგოვაძის სახ. საქართველოს ენერგეტიკისა და ენერგეტიკულ ნაგებობათა სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის დირექტორის პროფ. ნ.კერესელიძის ინიციატივით. ჟურნალის დაარსებაში აქტიური მონაწილეობა მიიღეს საქართველოს ენერგეტიკის აკადემიამ (პრეზიდენტი პროფ. რ.არველაძე), საქართველოს ენერგეტიკის მარეგულირებელმა კომისიამ (თავმჯდომარე ე.ერისთავი) ინსტიტუტმა თბილჭიდროპროექტი (დირექტორი ა.ჭითანავა), საქართველოს ტექნიკურმა უნივერსიტეტმა (რექტორი რ.ხუროძე), საქართველოს სათბობ-ენერგეტიკის სამინისტრომ (მინისტრი დ.ზუბიტაშვილი). ჟურნალის შექმნაში აქტიურად იყვნენ ჩართული ინსტიტუტის დირექტორის მოადგილე სამეცნიერო დარგში ტმკ გ.ლექიშვილი, ტმკ გ.ჭუმბურიძე და ჟურნალის მთავარი რედაქტორი პროფ. მ.ლორთქიფანიძე.

2011 წლიდან ჟურნალი "ენერჯია" გამოიცემა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ეგიდით, ენერგეტიკის ფაკულტეტის აქტიური მხარდაჭერით (დეკანი პროფ. ლ.შატაკიშვილი). 1997 წლიდან ჟურნალი გამოდის პერიოდულობით კვარტალში ერთხელ. ჟურნალის სამეცნიერო მიმართულებებია: ჰიდროენერგეტიკა, თბოენერგეტიკა, ელექტრო-

ენერგეტიკა, განახლებადი ენერჯის ალტერნატიული სახეობები, ენერგოეფექტურობა, ენერგეტიკისა და გარემოს დაცვა, ენერგეტიკული მშენებლობა, მასალათმცოდნეობა და სამშენებლო მასალები. ჟურნალის პუბლიკაციები ეძღვნება ენერგეტიკის დარგის ნორმატიულ-ტექნიკური დოკუმენტების, ინოვაციური პროექტების განხილვას. მუშაობის მიმართულებებს განსაზღვრავს სარედაქციო კოლეგია, რომელიც შედგება ენერგეტიკის სფეროს ცნობილი სპეციალისტებისაგან: საქართველოს, რუსეთის, უკრაინის, თურქეთის, საბერძნეთის, სომხეთისა და აზერბაიჯანის წარმომადგენლებისაგან.

ჟურნალ "ენერჯია"-ს ავტორებს შორის აღსანიშნავია აკადემიკოსები: ა.ფრანგიშვილი, გ.სვანიძე, ც.მირცხულავა, პ.მერაბიშვილი, ი.ღუდუშაური, პროფესორები: დ.გურგენიძე, რ.არველაძე, გ.არაბიძე, დ.ლაოშვილი, თ.კიღურაძე, თ.ჯიშკარიანი, ა.მოწონელიძე, დ.მირცხულავა, ი.ლომიძე, დ.ნამგალაძე, ლ.ლოღელიანი, შ.გაგოშიძე, თ.მუსელიანი, შ.ნემსაძე, შ.ნაჭყებია, ს.ნემსაძე. მ.რუხვაძე, გ.მახარაძე, ი.ბიჯამოვი, თ.სოლომონია, ვ.ჯამარჯაშვილი, მ.ღუტიძე, ა.ყუბანიეშვილი, ლ.კლიმიაშვილი, ზ.გასიტაშვილი და სხვ.

არსებობის 25 წლის განმავლობაში ჟურნალში გამოიცა უცხოელი ავტორების სტატიები.

ჟურნალში წარმოდგენილია ახალგაზრდა მეცნიერ-პედაგოგების, დოქტორანტებისა და მაგისტრანტების სამეცნიერო პუბლიკაციები. ჟურნალი რეფერირებულია ტექნიფორმის რეფერატულ ელექტრონულ ბაზაში. მას მინიჭებული აქვს საავტორო უფლების დაცვის საერთაშორისო ნიშანი, მინიჭებული აქვს საერთაშორისო სტანდარტული სერიული ნომერი ISSN1512-0120.

ჟურნალში დღიდან დაარსებისა მუშაობს პროფესიონალთა ჯგუფი, რომელთა დაუღალავი შრომის შედეგია ჟურნალის მაღალი ხარისხი და გამოქვეყნებული სამეცნიერო სტატიების მრავალპროფილური სპექტრი.

რ.არველაძე. საქართველოს ენერგეტიკის სამინისტროს აღდგენისა და სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრის შექმნის შესახებ..... 7

ბ.არაბიძე, მ.არაბიძე, დ.ლომუჯაშვილი. ტრანსპორტის სექტორში სათბურის გაზების ემისიის შემცირების ღონისძიებების გავლენის შეფასება არსებულ სტატისტიკურ მონაცემებზე დაყრდნობით..... 14

ო.კილურაძე, მ.რაჭმაძე, ლ.კაკაბა, ვ.ღავითია. მზის ენერჯის გამოყენება შენობების სითბოს დანაკარგების შესამცირებლად 25

ო.კილურაძე, ლ.კაკაბა, მ.რაჭმაძე, შ.კეჭუა. შრობის პროცესის ტექნოლოგია. 31

ო.კურდიაშვილი. საქართველოს ელექტროენერგეტიკულ სისტემაში არსებული ავარიის საწინააღმდეგო ავტომატიკის კომპიუტერული მოდელირება..... 35

თ.მუსელიანი, მ.გვარამაძე. ორჯაჭვა მაღალი ძაბვის საჰაერო ელექტროგადაცემის ხაზის მაგნიტური ველის დაძაბულობის განსაზღვრა კიდურა ხაზის გეგმილიდან დაშორებაზე. 39

ნ.ქეხიშვილი, თ.ჯიშკარიანი, ნ.ჯავახიანი, ნ.ინვია, კ.სხირტლაძე. შენობის შემომზღვევი კედლების თბოგამტარობის კოეფიციენტის განსაზღვრა არასტაციონალურ ტემპერატურულ რეჟიმში..... 45

ზ.მობინიძე, ბრ.ხარშილაძე, თ.ბახარია. ელექტრომოწყობილობის დაცვების ზოგადი მიმოხილვა..... 52

რ.ჩინლაძე, ძ.ჩინლაძე, ზ.ჯანიაშვილი, ჯ.ბაბოშვილი. ტრანსფორმატორის საიზოლაციო სისტემის დიაგნოსტიკა წინააღმდეგობის სიდიდით..... 57

ბ.ხურცილაძე. ჩს-11 ტიპის ელმაგლის ენერგოეფექტური მართვის სისტემის გამოკვლევა საველე პირობებში..... 64

თ.ელიზარაშვილი, ბ.არზიანი. მიკროქსელების ძაბვის პროფილის გაუმჯობესება სტატიკური ვარ კომპენსატორებით..... 69

თ.პოხრეიძე, მ.ხახანოვი. სიმძლავრის დანაკარგების შეფასება ამორფულ-ზეგამტარულ შეთავსებულ ტრანსფორმატორულ ძალგან გამმართველში გარდამავალი პროცესების საფუძველზე 75

დ.ნაგბალაძე, თ.ღვანიძე. ბუნებრივი გაზის წვის სითბოს სტოქასტიკური მახასიათებლების და ურთიერთჩანაცვლების მახასიათებლების (ვობეს რიცხვი) დადგენა 83

Г.КАПАНАДЗЕ. Особенности магнитных свойств соединений тория с Fe, Co и Ni со структурой CaCu₅..... 89

ვ უ ლ ო ც ა ვ ი

პროფესორი ელიზბარ ღონიაშვილი 90 წლისაა..... 93

ბაბაღურ ჩხაიძე ვულოცავთ საიუბილეო თარიღს..... 95

პროფესორი შალვა ბაბოშიძე 75 წლისაა..... 97

პროფესორ იური ძაღარიას ვულოცავთ საიუბილეო თარიღს 99

პროფესორ თენგიზ მუსელიანს ვულოცავთ 70 წლის იუბილეს..... 101

სტატიების შემოტანის წესები..... 104

საქართველოს ენერგეტიკის სამინისტროს აღდგენისა
და სამცხნიერო-კვლევითი ცენტრის შიშის შესახებ

ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფესორი,
საქართველოს ენერგეტიკის აკადემიის პრეზიდენტი *რევაზ არველიანი*

საქართველოს ენერგეტიკის აკადემია

ანოტაცია. საქართველოში 2018 წლამდე საკმაოდ წარმატებულად ფუნქციონირებდა ენერგეტიკის სამინისტრო, რომელიც, ჩვენი აზრით, გაურკვეველი მიზეზით, საქართველოს მთავრობის სტრუქტურული რეფორმის მიზნით იქნა გაუქმებული. ამ რეფორმის შედეგად ენერგეტიკის სფეროში მდგომარეობა არათუ არ გაუმჯობესებულა, არამედ ყოველწლიურად უარესდება.

ამის მიზეზი სამინისტროს გაუქმებასთან ერთად, ჩვენი აზრით, იმ სამეცნიერო-კვლევითი და საპროექტო საკონსტრუქტორო ორგანიზაციების გაუქმებაცაა, რომლებიც დაკომპლექტებული იყვნენ მაღალკვალიფიციური კადრებით და წარმატებით ამუშავებდნენ პროექტებს და წყვეტდნენ სათბობ-ენერგეტიკულ კომპლექსის ფუნქციონირებასა და განვითარებასთან დაკავშირებულ პრობლემებს.

სტატიაში მოყვანილია იმ საქმიანობების ნაწილი, რომელსაც უნდა ასრულებდეს საქართველოს ენერგეტიკის სამინისტრო და მასთან შექმნილი სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრი და დასაბუთებულია მათი აღდგენის მიზანშეწონილობა.

ავტორის აზრით, შემოთავაზებული წინადადების განხორციელებლობის შემთხვევაში მდგომარეობა ენერგეტიკაში კიდევ უფრო დაიძაბება.

საქართველოს ენერგეტიკის სამინისტრო შექმნილი იყო როგორც ქვეყნის აღმასრულებელი ხელისუფლების უმაღლესი ორგანო, რომლის ძირითად ფუნქციებსა და ამოცანებს წარმოადგენდა სათბობ-ენერგეტიკული კომპლექსის განვითარების პრიორიტეტული მიმართულებების განსაზღვრა, ერთიანი სახელმწიფო პოლიტიკის შემუშავება და განხორციელება, დარგების განვითარების მოკლე, საშუალო და გრძელვადიანი პროგრამების დამუშავება და მათი განხორციელების კოორდინაცია.

გარდა ზემოაღნიშნულისა, სამინისტროს ფუნქციებს განეკუთვნება ქვეყნისათვის ისეთი უმნიშვნელოვანესი პრობლემების გადაწყვეტა, როგორცაა:

– ენერგეტიკის დარგების რეაბილიტაციისა და განვითარების მიზნით ინვესტიციებისა და საკრედიტო რესურსების მოძიებისა და მოზიდვის ხელშეწყობა, ასევე სახელმწიფო ინვესტიციების განხორციელება;

– სახელმწიფო საწარმოების რესტრუქტურირებისა და პრივატიზების წარმართვა და კონკურენციის განვითარებისათვის ხელშეწყობა;

- სათბობ-ენერგეტიკული კომპლექსის საქმიანობის იურიდიული უზრუნველყოფისათვის საკანონმდებლო და ნორმატიული ბაზის დამუშავება და მუდმივი დახვეწა;

- დარგების ტექნიკური და ეკონომიკური მდგომარეობის მონიტორინგი;

- ენერგეტიკული დარგების საქმიანობის ნებისმიერი ეტაპისათვის ეფექტურობის გაზრდის ღონისძიებათა დამუშავება და განხორციელების კოორდინაცია;

- სამეცნიერო-კვლევითი, საპროექტო-საკონსტრუქტორო და საგანმანათლებლო მიმართულებების განვითარების ხელშეწყობა;

- ბუნების დაცვის უზრუნველყოფის ხელშეწყობა ენერგეტიკული ობიექტების პროექტირების, მშენებლობისა და ექსპლუატაციის პროცესში;

- უცხო ქვეყნების ენერგეტიკულ დარგებთან ურთიერთობის დამყარება;

- ბუნებრივი გაზისა და ელექტროენერჯის ექსპორტ-იმპორტის ეფექტური განხორციელების ხელშეწყობა;

- საგანგებო ენერგეტიკული მდგომარეობისათვის სახელმწიფო სტრატეგიის დამუშავება;

- ენერგეტიკული დარგების უსაფრთხო ფუნქციონირების სტრატეგიის დამუშავება და განხორციელება;

- ენერგეტიკული დარგების განვითარების პრიორიტეტების განსაზღვრა;

- ენერგეტიკული რესურსების პოტენციალის დაზუსტება;

- ენერჯის განახლებადი წყაროების გამოყენების ხელშეწყობის ღონისძიებების დამუშავება;

- ენერჯის ეფექტურად გამოყენების ერთიანი სახელმწიფო პროგრამის დამუშავება და განხორციელება;

- ნავთობისა და ბუნებრივი გაზის ძებნა-ძიებისთვისა და მოპოვებისათვის ინვესტიციების მოძიება;

- ქვანახშირის გამოყენების ეფექტურობის გაზრდის პროგრამის დამუშავება და ქვანახშირის ენერგეტიკულად გამოყენების უზრუნველყოფა;

და, რაც მთავარია, ენერგეტიკული დამოუკიდებლობისა და უსაფრთხოების ეტაპობრივად მიღწევა.

სამინისტროს ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ფუნქცია იმაში გამოიხატება, რომ ენერგეტიკა, ქვეყნის ეს უპირველესი მნიშვნელობის დარგი, რომლის გაჩერება მთლიანად სახელმწიფოს სრული პარალიზების წინა პირობაა, ისე ვითარდებოდეს, რომ მუდმივად მზადყოფნაში დახვდეს ეკონომიკის ნებისმიერი ტემპებით განვითარებას და არასოდეს გახდეს მისი დამამუხრუჭებელი ფაქტორი.

ასეთივე საქმიანობას ახორციელებენ უმეტესი ქვეყნების ანალოგიური სამინისტროები და ცხოვრებამ დაადასტურა ასეთი ინსტიტუტების არსებობის მიზანშეწონილობა.

გამოსაყოფია ელექტროენერგეტიკა, რომლის განვითარება უპირველეს ყოვლისა უნდა მოხდეს საკუთარ ენერგორესურსების ბაზაზე ელექტროსადგურების მშენებლობით. გარდა ეროვნული მეურნეობისა და მოსახლეობის ელექტროენერგიით სრულად უზრუნველყოფისა, სწორედ ეს იქნება ენერგეტიკული უსაფრთხოებისა და ენერგეტიკული დამოუკიდებლობის მიღწევის გარანტია.

ჩვენი ძირითადი რესურსი ჰიდროენერგიაა. თუ ამ რესურსს მასშტაბურად და ეფექტურად ავითვისოთ ისე, რომ გარემოზე რაც შეიძლება ნაკლები ზემოქმედება მოვახდინოთ, ამასთან ენერჯის ისეთ განახლებად რესურსებსაც გამოვიყენებთ, როგორცაა მზე და ქარი (რა თქმა უნდა, იმ მასშტაბებით, რომ ენერგოსისტემის მდგრადობა არ დავეყნოთ საფრთხის ქვეშ), მიზანი მიღწეული იქნება.

საქართველოს ენერგეტიკის სამინისტრო მისი არსებობის პირობებში აღნიშნულ პრობლემებს ძნელად, მაგრამ აგვარებდა.

სამწუხაროდ, უკანასკნელ წლებში ელექტროენერჯის მოხმარების ზრდის ტემპებს საგრძნობლად ჩამორჩება მისი წარმოების ტემპები. შედეგად მუდმივად იზრდება იმპორტის მოცულობა და მეზობელ ქვეყნებზე ენერგეტიკული დამოკიდებულება, სუსტდება ქვეყნის ენერგეტიკული უსაფრთხოება.

საქართველოს ენერგეტიკის სამინისტროს გაუქმებისა და მისი ეკონომიკის სამინისტროსთან მიერთების შემდეგ, მდგომარეობა არა თუ არ გაუმჯობესდა, არამედ თანდათან უარესდება და შესაძლებელია უახლოესი წლების შემდეგ იძულებულები გავხდეთ შემოვიღოთ მომხმარებელთა შეზღუდვები და გამორთვები, ანუ მათი მუშაობა მოვაქციოთ გრაფიკებში, რაც ქვეყნის ეკონომიკისათვის უმძიმესი დარტყმა იქნება.

მიგვაჩნია, რომ საჭიროა აღდგენილ იქნას ენერგეტიკის სამინისტრო, რომელიც, გამომდინარე აღნიშნული სფეროს როლიდან და შექმნილი მდგომარეობიდან უპირველესი მნიშვნელობის სამინისტროდ უნდა ითვლებოდეს. მინისტრი უნდა იყოს პრემიერ-მინისტრის მოადგილე და ყველა უმაღლესი რანგის საბჭოსა, თუ კომისიის წევრი, ვინაიდან ქვეყნისათვის ვერც ერთი მნიშვნელოვანი საკითხი ვერ გადაწყდება შესაბამისი ენერგეტიკული უზრუნველყოფის გარეშე, იქნება ეს დაკავშირებული ეკონომიკის სფეროსთან, განათლების, კულტურის, სპორტის განვითარებასთან, თუ ქვეყნის თავდაცვისუნარიანობის უზრუნველყოფასთან.

ამჟამად ეკონომიკის სამინისტროს შემადგენლობაში დეპარტამენტის სახით მყოფი ენერგეტიკული სტრუქტურა, ჩვენი აზრით, თავს ვერ გაართმევს აღნიშნული პრობლემების

მოგვარებას და საკითხის გადაწყვეტის დაგვიანება უფრო დაამძიმებს სიტუაციას. ეკონომიკის სამინისტრო ისედაც ძალზე გადატვირთულია ფუნქციებით (მრეწველობა, ტრანსპორტი, მშენებლობა, ტურიზმი და ა.შ.). იმასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს, რომ მაღალი დონის შეხვედრებში დარგს წარმოადგენდეს მინისტრი და არა მოადგილე ან სულაც დეპარტამენტის უფროსი.

ცხადია, რომ სამინისტროს ძალზე დიდი სამუშაო ექნება ჩასატარებელი, რასაც მხოლოდ სამინისტროს აპარატი (რაც უნდა კვალიფიციური პერსონალით იქნას დაკომპლექტებული) ვერ გაართმევს. ამ საქმეს ვერც საქართველოს კანონით „ენერგეტიკისა და წყალმომარაგების შესახებ შესაქმნელი (თუ ის ნამდვილად შეიქმნა) „სასწავლო-კვლევითი ცენტრი“ შეძლებს, ვინაიდან კანონით მისი ფუნქცია შემოიფარგლება ელექტროენერგეტიკის, ბუნებრივი გაზისა და წყალმომარაგების სექტორებში არსებული გამოწვევების იდენტიფიცირებისა და მათი გადაჭრისთვის კვლევების ჩატარების, დაკავშირებული აქტუალური საკითხების თაობაზე საზოგადოებრივი ცნობიერების ამაღლების, შესაბამის სფეროებში დასაქმებულ და ასევე სხვა დაინტერესებულ პირთა პროფესიული განვითარებისა და კვალიფიკაციის ამაღლებისათვის სპეციალური სასწავლო კურსების ჩატარების/პროგრამების განხორციელებით.

ამიტომ აუცილებლად მიგვაჩნია სამინისტროსთან შეიქმნას სპეციალური სამეცნიერო-კვლევითი ორგანიზაცია.

საზოგადოების ინფორმაციისათვის იმასაც გავუსვამთ ხაზს, რომ საბჭოთა პერიოდში სათბობ-ენერგეტიკული კომპლექსის მართვასა და პერსპექტიულ განვითარებას 13 სამეცნიერო-კვლევითი და საპროექტო საკონსტრუქტორო ორგანიზაცია ემსახურებოდა. სამწუხაროდ, დღეს არც ერთი მათგანი აღარ ფუნქციონირებს!

ახლად შექმნილი სამეცნიერო-კვლევითი ორგანიზაციის საქმიანობის ძირითადი მიმართულებები შიძლება შემდეგნაირად ჩამოყალიბდეს:

1. მუშაობა კანონპროექტებზე:

- კანონი ენერგეტიკისა და წყალმომარაგების შესახებ.
- კანონი ენერგეტიკული პოლიტიკის საფუძვლების შესახებ.
- კანონი ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა უსაფრთხოების შესახებ.
- კანონი ენერგეტიკული უსაფრთხოების შესახებ.
- კანონი ენერგეტიკული ზედამხედველობის შესახებ.
- კანონი ენერგოეფექტურობის შესახებ.
- კანონი ენერჯის განახლებადი წყაროების გამოყენების ხელშეწყობის შესახებ.
- კანონი სპეციალური ტარიფების შესახებ.
- ენერგეტიკის კოდექსი.

როგორც ცნობილია, ზოგიერთი კანონი უკვე მიღებული აქვს საქართველოს პარლამენტს (ენერგეტიკისა და წყალმომარაგების შესახებ; ენერგოეფექტურობის შესახებ; ენერჯის განახლებადი წყაროების გამოყენების ხელშეწყობის შესახებ). თუმცა უნდა ითქვას, რომ ისინი მუდმივ დახვეწას მოითხოვენ და ახალი კანონპროექტების მომზადებასთან ერთად სწორედ ამ მიმართულებით მოუწევს მუშაობა ახლადშექმნილ სამეცნიერო-კვლევით ორგანიზაციას.

2. ნორმატიული აქტების დამუშავება:

- საგანგებო ენერგეტიკული სიტუაციებისათვის სამოქმედო გეგმები.
- ელექტროდანადგართა მოწყობის წესები.
- ელექტროსადგურებისა და ელექტრული ქსელების ტექნიკური ექსპლუატაციის წესები.
- მომხმარებელთა ელექტროდანადგარების ექსპლუატაციის წესები.
- ელექტროენერჯითა და თბური ენერჯით სარგებლობის წესები.
- ელექტროენერჯითა და თბური ენერჯით ექსპლუატაციისას მომხმარებელთა ტექნიკური უსაფრთხოების წესები.
- ახალი და რეკონსტრუირებული ენერგეტიკული ობიექტების ექსპლუატაციაში მიღების წესები.
- ენერგეტიკულ საწარმოთა სახანძრო უსაფრთხოების წესები.
- ელექტროსადგურების ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა და ჰიდრომექანიკურ მოწყობილობათა ექსპლუატაციისა და უსაფრთხოების წესები.
- 110 კილოვოლტი და უფრო მაღალი ძაბვის ელექტროგადამცემი ხაზების მოწყობისა და ექსპლუატაციის წესები.
- სარელო დაცვისა და ავტომატიკის ტექნიკური მომსახურებისა და ექსპლუატაციის წესები.
- ავტომატური სიხშირული განტვირთვის მოწყობისა და ექსპლუატაციის წესები.
- ელექტროენერჯის აღრიცხვის ინსტრუქცია.
- მოთხოვნები საანგარიშსწორებო აღრიცხვის ხელსაწყოების მიმართ.
- მომხმარებელთა რეაქტიული სიმძლავრეების ოპტიმალური სიდიდეების დადგენისა და საკომპენსაციო მოწყობილობების დაყენების ინსტრუქცია.
- ელექტროენერჯის მომხმარებელთა კატეგორიები და ელექტრომომარაგების იმედიანობის უზრუნველყოფა.
- ძირითადი მასალების, სათადარიგო ნაწილებისა და მოწყობილობების საავარიო ნორმების შემუშავების წესი.

- მარეგულირებელი წყალსაცავების შევსებისა და დამუშავების გრაფიკების აგების მეთოდოლოგია.

- ენერგეტიკულ სისტემაში ავარიების ლიკვიდაციისა და თავიდან აცილების ინსტრუქცია.

- ელექტროენერჯის სახელმწიფოთაშორისო მიწოდებაზე და ტრანზისტულ გადადინებაზე ევროპულ კანონმდებლობასთან ჰარმონიზებული ნორმატიული სამართლებრივი დოკუმენტის დამუშავება.

- სათბობ-ენერგეტიკული კომპლექსის დარგების განვითარების მოკლე, საშუალო და გრძელვადიანი პროგრამების დამუშავება.

- პარალელურად მომუშავე ენერგეტიკული სისტემების მქონე ქვეყნებისათვის ენერგეტიკის განვითარების პერსპექტივების დამუშავება 20-30 წლიანი პერიოდით.

- ენერგეტიკული ობიექტების სამშენებლო წესებისა და ნორმების დამუშავებაში მონაწილეობის მიღება.

აქაც ზოგიერთი ნორმატიული აქტი უკვე დამუშავებულია და მოქმედებაშია, თუმცა გარკვეულწილად მათაც ესაჭიროებათ დახვეწა, უმრავლესი ნორმატიული აქტები კი - დასამუშავებელია.

გარდა აღნიშნულისა, სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრი ჩაატარებს დიდი მოცულობის ჰიდრავლიკურ კვლევებს, ენერგოაუდიტსა და მონიტორინგს გაუწევს ენერგეტიკულ ობიექტებს, ჩაუტარებს ექსპერტიზას ახალი ობიექტების პროექტებსა და ხარჯთაღრიცხვას და ა.შ.

ეს არის არასრული ჩამონათვალი იმ საქმიანობისა, რომელიც უნდა გასწიოს ენერგეტიკის სამინისტროსთან შექმნილმა სამეცნიერო-კვლევითმა ცენტრმა.

მიგვაჩნია, რომ საკითხის ამგვარად გადაწყვეტა დაარწმუნებს საერთაშორისო ორგანიზაციებსაც, რომ საქართველოში ენერგეტიკა მართლაც პირველ პრიორიტეტად ითვლება და მას ჯეროვანი ყურადღება ეთმობა, რაც ასევე მომავალი მსხვილმასშტაბიანი უცხოური ინვესტიციების განხორციელებას შეუწყობს ხელს.

იმედია საქართველოს მთავრობა დადებითად გადაწყვეტს აღნიშნულ საკითხს.

ABOUT RESTORATION OF THE MINISTRY OF ENERGY OF GEORGIA AND FOUNDATION OF THE SCIENTIFIC AND RESEARCH CENTER.

R. Arveladze. "Energy". №4(100). 2021. Tbilisi. p. 7- 13. geo. sum geo. engl. rus.

The ministry of energy of Georgia, which, due to some unknown reasons, in our opinion, was abolished by the Georgian government with the purpose of structural reform, was quite successfully functioning in Georgia until 2018. As a result of the reform the situation in the energy sector has not only stayed unimproved but it keeps deteriorating every year. We believe that the reason for this, along with the abolishment of the ministry, is also the abolishment of the scientific and research center and design and construction companies where highly qualified staff successfully developing the projects and resolving the issues relating to the operation and development of the heat-and-power engineering complex worked.

Part of the activities to be fulfilled by the Georgian ministry of energy and its subordinate scientific and research center as well as the expediency of their restoration are described in the article.

According to the author, in case of failure to implement the proposal, the situation in the energy sector will become even tenser.

О ВОССТАНОВЛЕНИИ МИНИСТЕРСТВА ЭНЕРГЕТИКИ ГРУЗИИ И СОЗДАНИИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА.

Р.Арвеладзе.

"Энергия". №4(100). 2021. Тбилиси. с. 7-13. груз. реф. груз. англ. рус.

До 2018 г. в Грузии функционировало Министерство энергетики, которое, с нашей точки зрения, по непонятным причинам, в целях структурного реформирования Правительства Грузии было упразднено. В результате этой реформы положение в энергетике не только не улучшилось, а с каждым годом ухудшается.

Причиной такого положения, с нашей точки зрения, наряду с упразднением Министерства энергетики, является также упразднение всех научно-исследовательских и проектно-изыскательских организаций, которые были укомплектованы высококвалифицированными кадрами и успешно разрабатывали проекты и решали проблемы, связанные с функционированием и развитием топливно-энергетического комплекса страны.

В статье рассмотрена часть той деятельности, которую должны осуществлять Министерство энергетики и созданный при нем научно-исследовательский центр.

По мнению автора, неосуществление данного предложения существенно обострит положение в энергетике.

**ტრანსპორტის სექტორში სათბურის გაზების ემისიის
შემცირების ღონისძიებების გავლენის შეფასება არსებულ
სტატისტიკურ მონაცემებზე დაყრდნობით**

**ტექნ. მეც. დოქტორი, პროფესორი *ბია არაბიძე*
აკადემიური დოქტორი, ასოცირებული პროფესორი *მარბალიტა არაბიძე*
ახალგაზრდა მკვლევარი *ღავით ღოგუჯაშვილი***

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ანოტაცია. დადგენილია, რომ საქართველოში სათბურის გაზების ემისიის ყველაზე დიდი წილი ტრანსპორტის სექტორზე მოდის. სტატია ეხება ტრანსპორტის სექტორში გატარებული ზოგიერთი ღონისძიების შედეგად ემისიის შემცირების შეფასებას. ღონისძიებებში შედის საწვავზე აქციზის ზრდა, ჰიბრიდული და ელექტრომანქანების ხელშეწყობა და ტექნიკური დათვალიერების შემოღება. ჩატარებულმა ანალიზმა ცხადყო, რომ საგზაო ტრანსპორტში 2016 წ. შემდგომ გატარებულმა ღონისძიებებმა მნიშვნელოვნად შეამცირა ენერჯის მოხმარება და, შესაბამისად სათბურის გაზების ემისიაც. ამ ღონისძიებების განხორციელების შედეგად 2017-2019 წწ. ჯამურად დაიზოგა $\approx 56\ 237$ ტჯ ენერჯია და $\approx 4\ 052$ გგ ნახშირორჟანგის ემისია.

საკვანძო სიტყვები: სათბურის გაზები, საგზაო ტრანსპორტი, სარკინიგზო ტრანსპორტი, მგზავრთბრუნვა, საავტომობილო პარკი, ბენზინი, დიზელი, გაზი.

შესავალი

2017 წელს საქართველომ მოახდინა პარიზის შეთანხმების რატიფიცირება და შეუერთდა შეთანხმების სხვა მონაწილე სახელმწიფოებს. ქვეყანამ განაცხადა მზაობა საკუთარი წვლილი შეიტანოს გლობალური საშუალო ტემპერატურის ზრდის შემცირებაში, რომელიც ითვალისწინებს საშუალო ტემპერატურის ზრდის შეზღუდვას, წინა ინდუსტრიულ დონესთან შედარებით, მაქსიმუმ 2°C -მდე, ხოლო საუკეთესო შემთხვევაში კი - 1.5°C -მდე.

პარიზის შეთანხმებიდან გამომდინარე, საქართველომ შეიმუშავა ეროვნულ დონეზე განსაზღვრული წვლილის (NDC) დოკუმენტი, რომელიც უნდა განახლდეს სულ მცირე, 5 წელიწადში ერთხელ მაინც. 2020 წელს საქართველომ წარადგინა განახლებული NDC, რომლის მიზანია ეროვნული სათბურის აირების ემისიის 35%-ით შემცირება, 1990 წელს დაფიქსირებულ მაჩვენებელთან შედარებით. ქვეყანამ მიიღო კლიმატის სტრატეგია და სამოქმედო გეგმა. გეგმა განსაზღვრავს ემისიის შემცირების ღონისძიებებს, რომლებიც 2030 წლამდე უნდა გატარდეს [1]. ამჟამად ქვეყანა მუშაობს კლიმატისა და ენერჯეტიკის ინტეგრირებულ გეგმაზე.

საქართველოში სატბურის გაზების ემისიის ყველაზე დიდი წილი ტრანსპორტის სექტორზე მოდის. სტატია ეხება ტრანსპორტის სექტორში გატარებული ზოგიერთი ღონისძიებების შედეგად, ემისიის შემცირების შეფასებას. მონაცემები და ინფორმაცია ემისიის შესახებ აღებულია, სტატისტიკის ეროვნული სააგენტოს მიერ ყოველწლიურად შემუშავებული ენერგეტიკული ბალანსებიდან [2] და სატბურის გაზების ეროვნული ინვენტარიზაციის დოკუმენტიდან [3]. ხოლო ინფორმაცია საავტომობილო პარკისა და ტრანსპორტის სექტორის სხვა მახასიათებლების შესახებ კი - სტატისტიკის ეროვნული სააგენტოს წელიწდეულებიდან [4] და საქართველოს საჯარო მონაცემების პლატფორმიდან (DataLab – www.datalab.ge) [5].

სატბურის გაზების ეროვნული ემისია

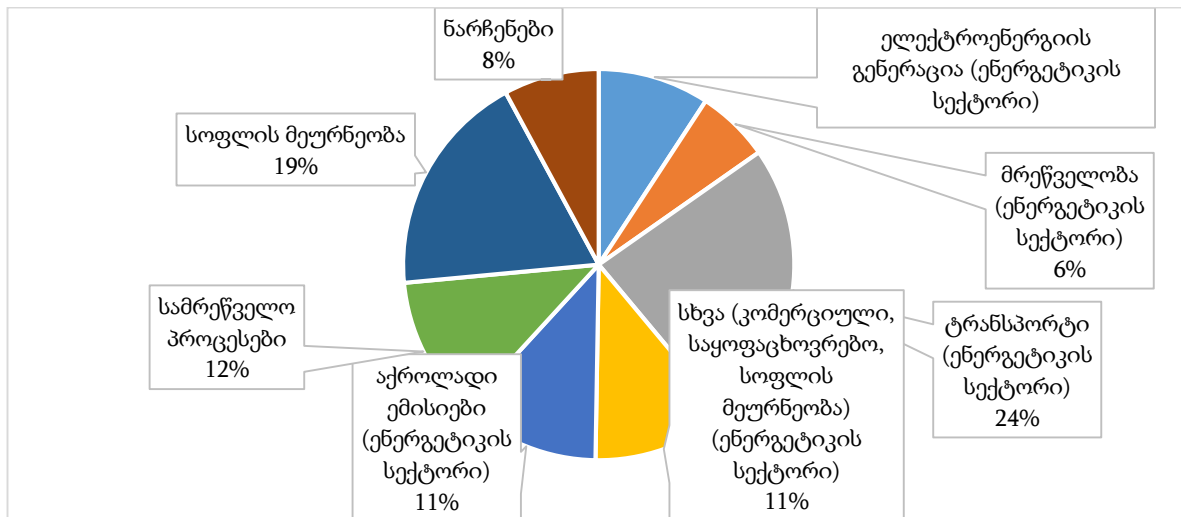
საქართველო, როგორც გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციის ქვეყანა, რეგულარულად ამზადებს და წარუდგენს კონვენციის სამდივნოს სატბურის გაზების ემისიის ეროვნულ ინვენტარიზაციას. ბოლო ასეთი ინვენტარიზაცია 2019 წ. იქნა წარდგენილი. იგი მოიცავდა 1990-2015 წლების პერიოდის ემისიის [2].

2015 წ. მონაცემებით, საქართველოში სატბურის აირების ემისიის მაჩვენებელი ტოლი იყო 17,6 მგტ CO₂ ეკვ. სატბურის აირების ემისია წარმოიქმნება როგორც ენერგეტიკულ (აქროლადი ემისია, მრეწველობაში, ტრანსპორტში, კომერციულ და საჯარო შენობებში, სოფლის მეურნეობაში და ელექტროენერჯის გენერაციის დროს სატბობის წვის შედეგად მიღებული ემისია), ასევე არა ენერგეტიკულ სექტორში (სამრეწველო-ტექნოლოგიურ პროცესებში, სოფლის მეურნეობასა და ნარჩენების მართვაში).

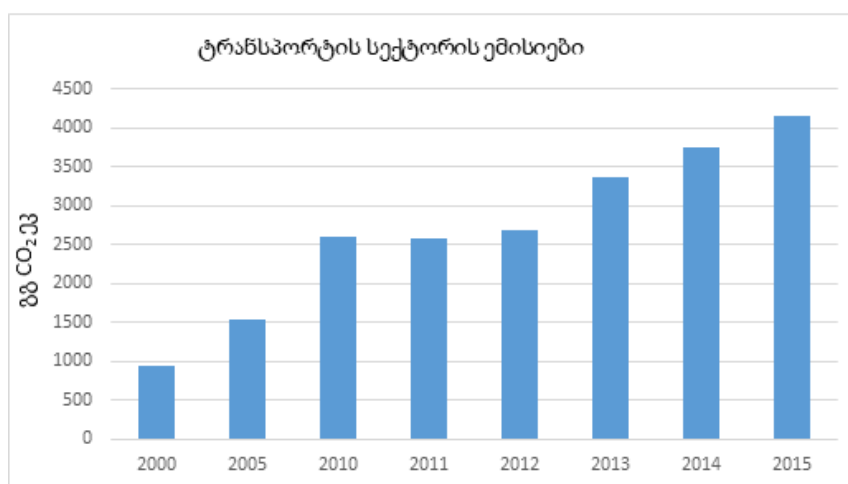
ნახ. 1-ზე ნაჩვენებია 2015 წლისათვის სატბურის გაზების ემისიაში სხვადასხვა სექტორის წილი. როგორც ნახ. 1-დან ჩანს, პირველი ადგილი ტრანსპორტის სექტორს უკავია 24%-ით, რაც ამ სექტორის მნიშვნელობას თვალნათლივ წარმოაჩენს.

ბოლო წლებში ტრანსპორტის სექტორიდან სატბურის გაზების ემისია მნიშვნელოვნად გაიზარდა (ნახ. 2). დღის წესრიგში დადგა ამ სექტორში ემისიის შემცირების აუცილებლობა. 2015 წელს, ტრანსპორტის სექტორში სატბობის წვის შედეგად გამოყოფილი ემისია, 2000 წელთან შედარებით, გაზრდილია 340,4%-ით, 2005 წელთან - 170,8%-ით, ხოლო 2010 წელთან კი - 60%-ით. ქვეყანაში სატბურის გაზების ემისიის ზრდა ძირითადად განპირობებულია საგზაო ტრანსპორტის ემისიის ზრდით.

ეროვნულ დონეზე განსაზღვრული წვლილის დოკუმენტით გათვალისწინებული ღონისძიებების განხორციელების მიზანია 2030 წლისათვის ტრანსპორტის სექტორში სატბურის აირების ემისიის 15%-ით შემცირება, საბაზისო დონესთან შედარებით.



ნახ. 1. სათბურის გაზების ემისია სექტორების მიხედვით, 2019 წ. [3]



ნახ. 2. წიაღისეული სათბობის წვის შედეგად მიღებული სათბურის გაზების ემისია 2000-2015 წწ. [3]

ენერჯის მოხმარება ტრანსპორტის სექტორში

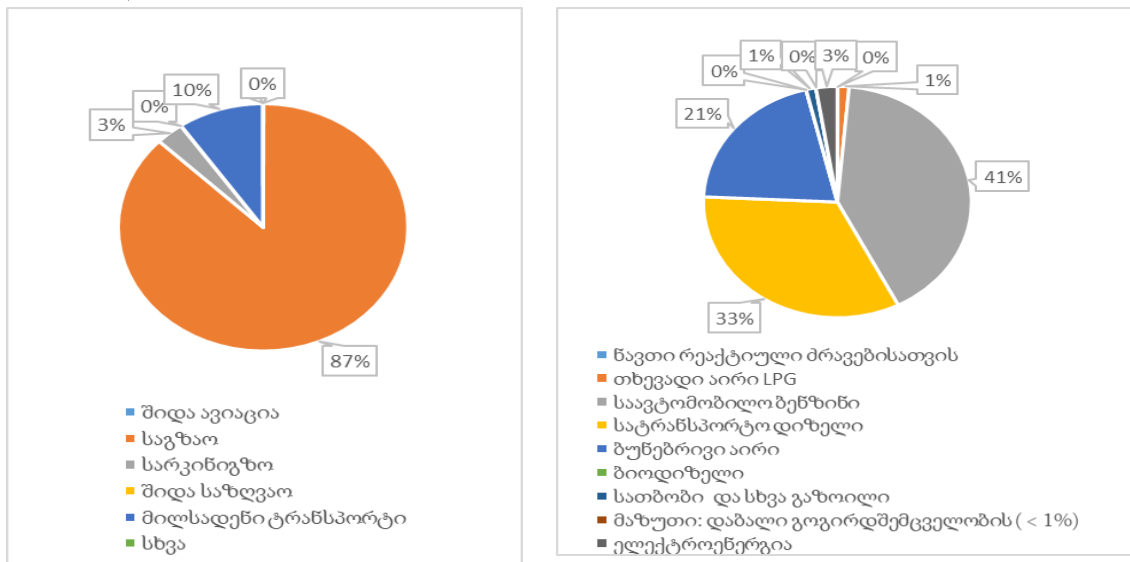
ტრანსპორტის სექტორში სათბურის გაზების ემისია წარმოიქმნება წიაღისეული სათბობის წვის შედეგად. იგი გამოითვლება მოხმარებული სათბობის რაოდენობის საწვავის ემისიის ფაქტორზე ნამრავლით. მოხმარებული საწვავის რაოდენობის ცვლილება განაპირობებს ემისიების ცვლილებას. საქართველოს ენერგეტიკულ ბალანსებში, ემისია მნიშვნელობები ეროვნულ ინვენტარიზაციაში მხოლოდ 2015 წლამდე გვაქვს [2], ხოლო ენერჯის მოხმარების მნიშვნელობები კი - 2019 წლამდე. მიუხედავად ამისა, ზემოთ მოცემული ემისიის გამოთვლის მეთოდოლოგიით შესაძლებელია გამოვთვალოთ ბოლო წლების ემისია და შევადაროთ ბოლო წლების ტრენდები.

საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახურის მონაცემებით, 2019 წელს ენერჯი-

ის მოხმარებამ ტრანსპორტის სექტორში შეადგინა 63 220 ტჯ, საიდანაც ქვეყნის შიდა მოხმარება იყო 58 785 ტჯ, ხოლო დანარჩენი წარმოადგენდა საერთაშორისო ავიაციის და საზღვაო ტრანსპორტის მოხმარებას. ეს უკანასკნელი ნაშრომში განხილული არ არის, რადგან ამ სექტორიდან გამოყოფილი სათბურის გაზების ემისია ქვეყნის შიდა ემისიას არ განეკუთვნება.

ნახ. 3-ზე ნაჩვენებია 2019 წელს საწვავის მოხმარება ტრანსპორტის სექტორში ტრანსპორტის ტიპებისა და ენერგიაშემცველების მიხედვით [2]. ემისიის უდიდესი ნაწილი მოდის საგზაო ტრანსპორტზე. საწვავების მიხედვით ყველაზე მაღალი წილი ჰქონდა ბენზინს (41%), დიზელისა (33%) და ბუნებრივ აირს (21%). ამავე წელს ტრანსპორტის სექტორში (რკინიგზა, მეტრო, საზაგირო) მოხმარებულმა ელექტროენერგიამ 1 508 ტჯ (3%) მიაღწია.

სტატის შემდგომ ნაწილში განვიხილავთ ენერჯის მოხმარების ტრენდებს მხოლოდ სარკინიგზო და საგზაო ტრანსპორტისათვის.



ნახ. 1. ენერჯის მოხმარება და განაწილება ტრანსპორტის ტიპის და ენერგიაშემცველების მიხედვით 2019 წ. [2]

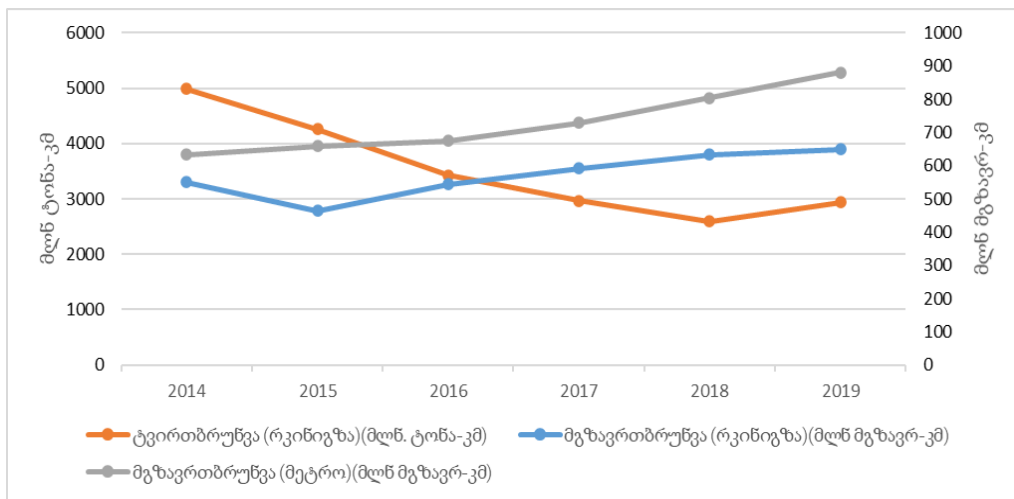
სარკინიგზო ტრანსპორტი

საქართველოს რკინიგზა ოპერირებს ორი მიმართულებით - სატვირთო და სამგზავრო. რკინიგზის 1992 კმ-იანი ქსელის 294,84 კმ არის ორხაზიანი და 1958 კმ ელექტროფიცირებული. გზის დაახლოებით 80% მთიან ტერიტორიაზეა და მისი უმეტესი ნაწილი ვიწრო ხეობებს მიუყვება. გაფართოების მცდელობა ძალიან ძვირი ჯდება. ქსელის უმეტესი ნაწილი გათვლილია ღერძზე 23 ტ-იანი დატვირთვისთვის. სიჩქარე სამგზავრო მატარებლებისთვის შეზღუდულია - 120 კმ/სთ-მდე, სატვირთოსათვის კი - 80 კმ/სთ-მდე. გვირაბების და ხიდების ნაწილი 100 წელზე მეტი ხნისაა [8].

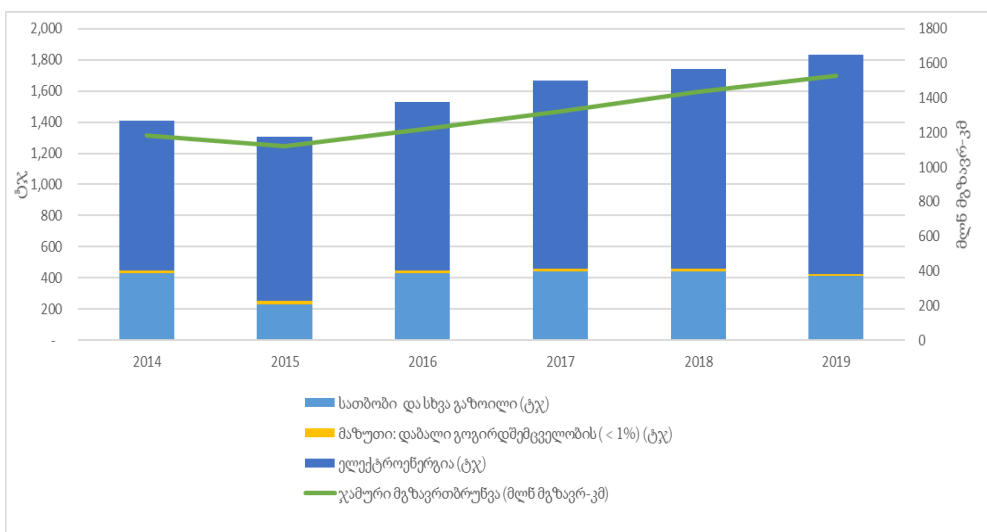
საქართველოში მგზავრების გადაყვანის ერთ-ერთი ყველაზე ეფექტური საშუალებაა თბილისის მეტრო, რომელმაც 2019 წ. თითქმის 140 მლნ. მგზავრი გადაიყვანა. 2014 წელთან შედარებით მგზავრთბრუნვა გაზრდილია 18%-ით.

აღსანიშნავია, რომ ბოლო 2014-2019 წწ. რკინიგზის ტვირთბრუნვას აქვს კლებადი ტრენდი, ხოლო რკინიგზისა და მეტროს მგზავრთბრუნვა ზრდადია (ნახ. 4).

ნახ. 5-ზე ნაჩვენებია ენერჯის მოხმარება სარკინიგზო ტრანსპორტში (მეტროს ჩათვლით) 2014-2019 წწ. ენერჯის მოხმარებას აქვს მაღალი კორელაციის მაჩვენებელი მგზავრთბრუნვასთან (0,97) და უარყოფითი კორელაცია ტვირთბრუნვასთან (-0,85), რაც იმის მიმანიშნებელია, რომ ენერჯისა და ემისიის დაზოგვის ღონისძიებები ამ სექტორში არ გატარებულა. სხვა შედეგებია საგზაო ტრანსპორტში.



ნახ. 4. რკინიგზისა და მეტროს მგზავრთბრუნვა, (მლნ. მგზავრ-კმ) და სარკინიგზო ტვირთბრუნვა, (მლნ. ტა-კმ) [3]



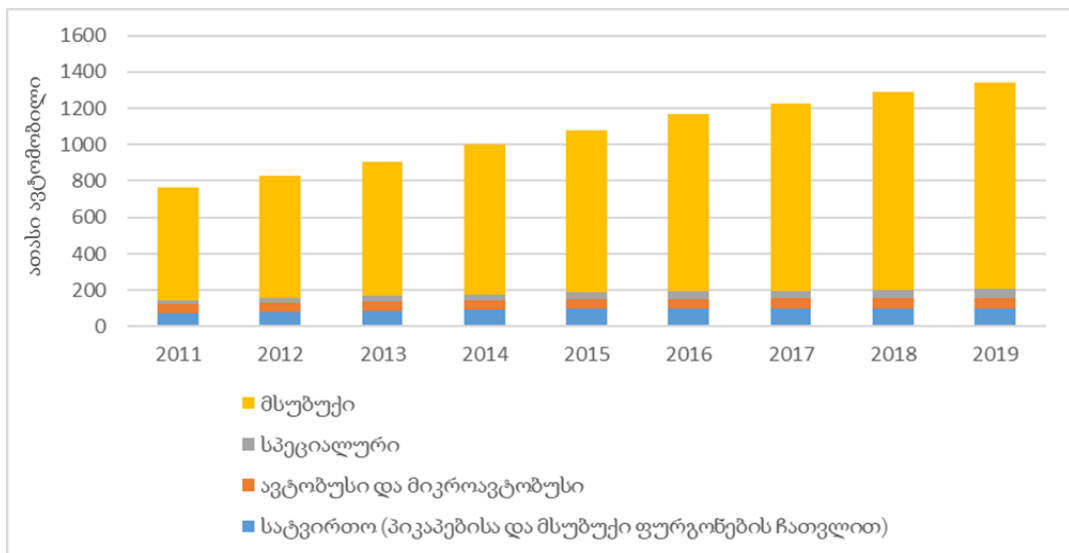
ნახ. 5. სარკინიგზო ტრანსპორტის მიერ მოხმარებული ენერჯია საწვავის მიხედვით და ჯამური მგზავრთბრუნვა [2,4]

საგზაო ტრანსპორტი

საქართველოში არ მოიპოვება სრულყოფილი ინფორმაცია საგზაო ტრანსპორტში მგზავრთბრუნვისა და ტვირთბრუნვის შესახებ. მიუხედავად იმისა, რომ ეს ორივე მაჩვენებელი კარგად აღირიცხება რკინიგზაზე, საგზაო ტრანსპორტის შესაბამისი ინფორმაცია ხშირ შემთხვევაში ან არ არსებობს, ან წინააღმდეგობრივია. სტატისტიკურ წელიწდეულში არსებული ნაწილობრივი და არასრული მონაცემები ხშირად ემყარება მოძველებულ სტატისტიკურ კვლევებს. მიუხედავად ამისა, არსებობს ინფორმაცია რეგისტრირებული საგზაო სატრანსპორტო საშუალებების შესახებ, რომელიც გამოყენებულია ჩვენ ანალიზში.

ბოლო წლებში მნიშვნელოვნადაა მომატებული საქართველოში რეგისტრირებული სატრანსპორტო საშუალებების რაოდენობა (ნახ. 6). 2019 წ. 2011 წელთან შედარებით, რაოდენობა გაზრდილია 76%-ით, ხოლო 2016 წელთან შედარებით კი - 24%-ით.

რეგისტრირებული მანქანების რაოდენობა 2011 წ. 1000 სულზე 202, ხოლო 2019 წ. 362 მანქანის ეკვივალენტურია, რაც საშუალო წლიური 7,5%-იანი ზრდის ტემპის მაჩვენებელია. შედარებისთვის ევროკავშირში ანალოგიური სიდიდე 2019 წ. იყო 639 მანქანა 1000 სულზე და ეს მაჩვენებელი 2015 წლიდან საშუალოდ 0,8%-ით იზრდებოდა [6]. როგორც ჩანს, საქართველოში ტრანსპორტის რაოდენობის კიდევ უფრო მეტად ზრდაა მოსალოდნელი.



ნახ. 6. საავტომობილო პარკი (მნიშვნელობები მოცემული წლის დასაწყისისთვის) [4]

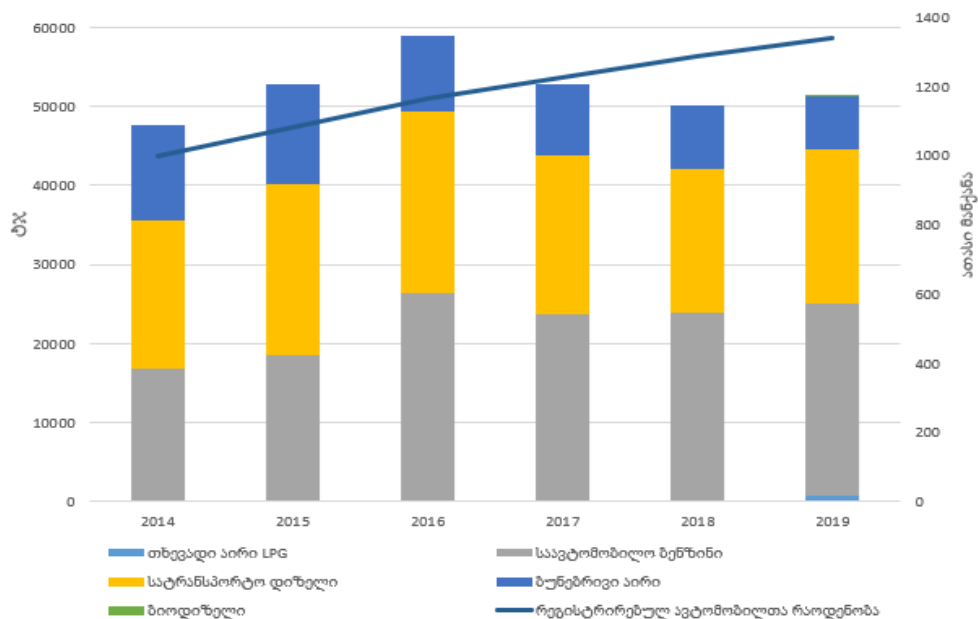
ტრანსპორტის რაოდენობის ზრდა განაპირობებს საწვავის მოხმარებისა და შესაბამისი ემისიის ზრდასაც. 2016 წლამდე ძლიერი კორელაცია არსებობდა საგზაო ტრანსპორტის

ემისიისა (საწვავის მოხმარებას) და რეგისტრირებული მანქანების რაოდენობას შორის. თუმცა 2016 წ. შემდგომ ეს დამოკიდებულება შეიცვალა. მიზეზები განვიხილავთ ქვემოთ.

ნახ. 7-ზე მოცემულია დამოკიდებულება, 2014-2019 წწ. საგზაო ტრანსპორტში ენერჯის მოხმარების ცვლილებას და რეგისტრირებული მანქანების რაოდენობას შორის. როგორც გრაფიკიდან ჩანს, ენერჯის მოხმარება მცირდება 2016 წლიდან, ხოლო რეგისტრირებული მანქანების რაოდენობა კი ზრდას განაგრძობს. ამ წლებში კორელაცია ამ პარამეტრებს შორის ძალიან დაბალია (0,14). როგორც ჩანს, ამ წლებში განხორციელდა ისეთი ღონისძიებები, რომლებმაც გაწყვიტეს კავშირი ენერჯის მოხმარებასა და მანქანების რაოდენობას შორის.

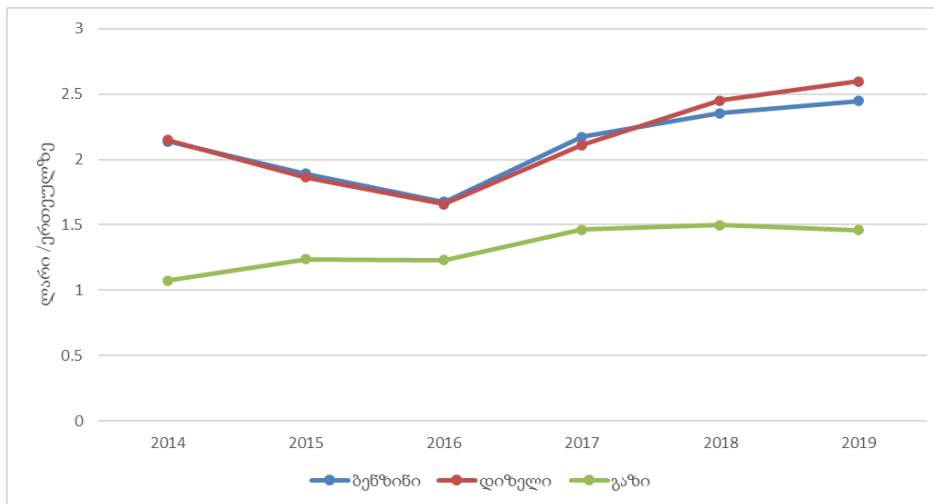
მართლაც, 2016 წ. შემდგომ განხორციელდა სამი მნიშვნელოვანი ღონისძიება, რომლის ეფექტიც სავარაუდოდ აისახა ამ ტრენდებში. ესენია:

1. წიაღისეულ საწვავზე აქციზის ზრდა.
2. ჰიბრიდული და ელექტრომანქანების ხელშეწყობა მათზე იმპორტისა და აქციზის გადასახადების შემცირებით.
3. საგზაო ავტომანქანებისთვის ვარგისიანობის შემოწმება (ე.წ. ტექ. დათვალიერება).



ნახ. 7. საგზაო ტრანსპორტის მიერ მოხმარებული ენერჯია საწვავის მიხედვით და რეგისტრირებულ ავტომობილთა რაოდენობა [2,4]

ნახ. 8-ზე ნაჩვენებია საწვავის ფასები 2014-2019 წლებში, სადაც ნათლად ჩანს მათი ზრდა 2016 წლის შემდგომ. აღსანიშნავია, რომ ფისკალური პოლიტიკა (ანუ ფასების ზრდა) არის ერთ-ერთი ყველაზე ძლიერი ინსტრუმენტი ემისიის შესამცირებლად.



ნახ. 8. საწვავის ფასები წლების მიხედვით [7]

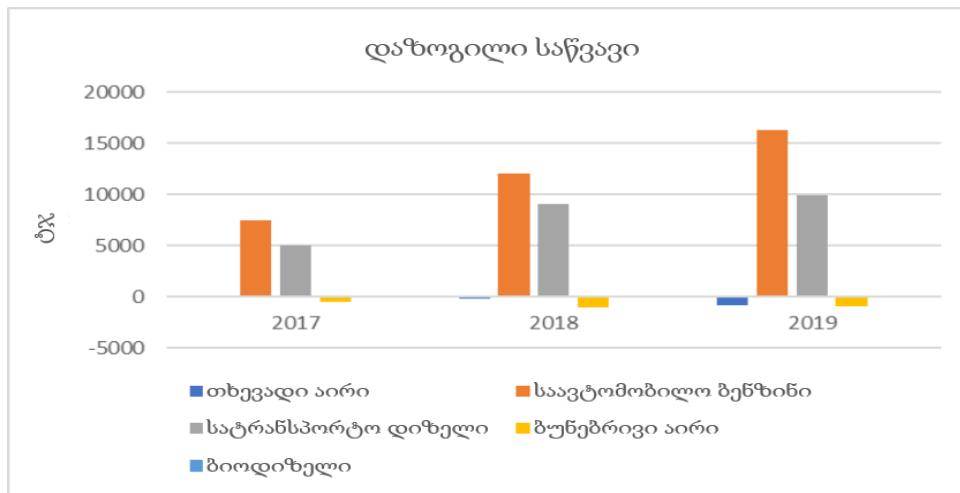
აშკარად გაზრდილია ჰიბრიდული და ელექტრომანქანების რაოდენობებიც, რაც მარტივად შესამჩნევია ქუჩაშიც კი. ეს მანქანები გაცილებით ნაკლებ საწვავს მოიხმარენ, რაც ამცირებს ქვეყნის ჯამურ მოხმარებას და ემისიას.

რაც შეეხება ინფორმაციას იმის თაობაზე, თუ რეგისტრირებული ავტომანქანებიდან რეალურად რამდენმა გაიარა ტექნიკური შემოწმება და რამდენი მოძრაობს ქუჩაში, ამ ეტაპზე ინფორმაციის მოძიება ვერ შევძელით, თუმცა სავარაუდოდ ამ ღონისძიებასაც ექნება მნიშვნელოვანი გავლენა, რადგანაც შეამცირებს ძველი და გაუმართავი ავტო ტრანსპორტის მოძრაობას.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, 2016 წლამდე ავტომანქანების რაოდენობასა და საწვავის მოხმარებას შორის იყო ძალიან კორელაცია, რაც წრფივი რეგრესიის გამოყენების უფლებას გვაძლევს. ამ მეთოდით შეიძლება ვიანგარიშოთ ე.წ. საბაზისო შემთხვევა, დავადგინოთ, თუ რამდენი იქნებოდა ენერჯის მოხმარება ტრანსპორტის სექტორში 2017-2019 წწ., რომ არ განხორციელებულიყო ზემოთ აღნიშნული ის სამი ღონისძიება. გამოყენებულ წრფივ რეგრესიაში არგუმენტი არის რეგისტრირებული მანქანების რაოდენობა, ხოლო ფუნქციაა - ენერჯის მოხმარება. სხვაობა ამ საბაზისო შემთხვევასა და რეალურ ენერჯომოხმარებას შორის არის 2017-2019 წწ. დაზოგილ ენერჯის რაოდენობა, რომლის მიხედვითაც შეიძლება დავითვალოთ შემცირებული ემისიაც.

ნახ. 9-ზე ჩანს, რომ საბაზისო შემთხვევასთან შედარებით მნიშვნელოვნადაა შემცირებული ბენზინის და დიზელის მოხმარება, ხოლო მცირედაა გაზრდილი ბუნებრივი და თხევადი აირის მოხმარება (რაც ასევე ემისიის შემცირებას იწვევს, რადგანაც ამ უკანასკნელებს ემისიის ნაკლები ფაქტორები აქვთ).

სულ საბაზისო შემთხვევასთან შედარებით: 2017 წ. დაიზოგა 11 793 ტჯ ენერგია და ნახშირორჟანგი შემცირდა 849 გგ; 2018 წ. დაიზოგა 19 935 ტჯ ენერგია და ნახშირორჟანგი შემცირდა 1 440 გგ; ხოლო 2019 წ. დაიზოგა 24 509 ტჯ ენერგია და ნახშირორჟანგი შემცირდა 1763 გგ. ანგარიშისათვის გამოყენებულია CO₂ ემისიის შემდეგი ფაქტორები [2]: ბენზინი - 69,3 ტონაCO₂/ტჯ; დიზელი - 74,1 ტონა CO₂/ტჯ; ბუნებრივი გაზი - 56,1 ტონა CO₂/ტჯ და თხევადი გაზი - 63,1 ტონა CO₂/ტჯ.



ნახ. 9. დაზოგილი საწვავის რაოდენობა საწვავის ტიპის მიხედვით - 2017-2019 წწ. (უარყოფითი რიცხვებით წარმოდგენილია ის საწვავები, რომელთა მოხმარებაც გაიზარდა)

მთავარი მიგნებები და დასკვნა

1. ჩატარებულმა ანალიზმა ცხადყო, რომ საგზაო ტრანსპორტში 2016 წ. შემდგომ გატარებულმა ღონისძიებებმა მნიშვნელოვნად შეამცირა ენერჯის მოხმარება და, შესაბამისად, სათბურის გაზების ემისიაც.

2. ღონისძიებებში შედის საწვავზე აქციზის ზრდა, ჰიბრიდული და ელექტრო-მანქანების ხელშეწყობა და ტექნიკური დათვალიერების შემოღება.

3. 2016 წ. შემდგომ განხორციელებული ღონისძიებების შედეგად 2017-2019 წწ. ჯამურად დაიზოგა ≈ 56 237 ტჯ ენერგია და ≈ 4 052 გგ ნახშირორჟანგის ემისია.

4. სამწუხაროდ, სარკინიგზო ტრანსპორტში ასეთი შემცირებას ადგილი არ ქონია.

5. საწვავის მოხმარებაში ზრდის ტრენდი დაბრუნდა 2019 წ., რაც ნიშნავს იმას, რომ სექტორზე მონიტორინგი გასაგრძელებელია და საჭიროა დამატებითი ღონისძიებების გატარება ტრენდის შემცირების შენარჩუნების მიზნით.

6. სავარაუდოდ, პანდემიის შედეგად შემცირებული სატრანსპორტო მოძრაობის გამო, 2020 წ. მონაცემები ვერ მოგვცემს საფუძვლიან ინფორმაციას ტრენდის დაკვირვებისათვის. ეს მომავალი წლების საქმეა.

ლიტერატურა

1. საქართველოს მთავრობის დადგენილება №167 გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციის „პარიზის შეთანხმებით“ გათვალისწინებული – „საქართველოს განახლებული ეროვნულ დონეზე განსაზღვრული წვლილის (NDC)“, საქართველოს კლიმატის ცვლილების 2030 წლის სტრატეგიისა და საქართველოს კლიმატის ცვლილების 2030 წლის სტრატეგიის 2021 – 2023 წლების სამოქმედო გეგმის დამტკიცების თაობაზე, <https://matsne.gov.ge/ka/document/view/5147380?publication=0>
2. საქართველოს ენერგეტიკული ბალანი, სტატისტიკის ეროვნული სააგენტო, <https://www.geostat.ge/ka/modules/categories/328/sakartvelos-energetikuli-balansi> .
3. სათბურის გაზების ემისიის საქართველოს ეროვნული ინვენტარიზაცია, გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტრო, ხელმისაწვდომია ინგლისურად <https://unfccc.int/documents/196360> .
4. საქართველოს სტატისტიკური წელიწდეული, სტატისტიკის ეროვნული სააგენტო, <https://www.geostat.ge/ka/single-categories/95/sakartvelos-statistikuri-tselitsdeuli> .
5. ინფორმაცია ტრანსპორტის რაოდენობების შესახებ, საქართველოს ღია მონაცემების პლატფორმიდან (DataLab – www.datalab.ge).
6. ACEA ევროპის საგზაო ტრანსპორტის კვლევა, ხელმისაწვდომია; <https://www.acea.auto/figure/motorisation-rates-in-the-eu-by-country-and-vehicle-type/> .
7. Gulf Georgia საწვავის ფასები, ხელმისაწვდომია https://gulf.ge/ge/fuel_prices .
8. Asian Development Bank: Georgian Railway Green Bond Project: Report and Recommendation of the President, ხელმისაწვდომია ინგლისურად: <https://www.adb.org/projects/documents/geo-55132-001-rrp> .

ASSESSING THE IMPACT OF GREENHOUSE GAS EMISSION REDUCTION MEASURES IN THE TRANSPORT SECTOR BASED ON AVAILABLE STATISTICS

G.Arabidze, M.Arabidze, D.Domuzashvili.

"Energy". №4(100). 2021. Tbilisi. p. 14-24. geo. sum geo. engl. rus.

It is established that the largest share of greenhouse gas emissions in Georgia comes from the transport sector. The article deals with the assessment of emission reductions as a result of recent measures taken in the transport sector. Measures include raising fuel excise tax, promoting hybrid and electric vehicles, and introducing road worthiness tests for vehicles. The analysis revealed that the measures taken in road transport sector since 2016 have significantly reduced energy consumption and, consequently, CO₂ emissions. As a result of these measures, a total of ≈ 56,237 TJ of energy and ≈ 4,052 Gg of carbon dioxide emissions were reduced in 2017-2019.

Ill. 9, bibl.8.

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ МЕР ПО СОКРАЩЕНИЮ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В ТРАНСПОРТНОМ СЕКТОРЕ НА ОСНОВЕ ИМЕЮЩЕЙСЯ СТАТИСТИКИ

Г.Арабидзе, М.Арабидзе, Д.Домузашвили.

"Энергия". №4(100). 2021. Тбилиси. с. 14-24. груз. реф. груз. англ. рус.

Установлено, что большая часть эмиссии парниковых газов в Грузии приходится на транспортный сектор. В работе затрагивается оценка сокращения эмиссии в результате некоторых проведенных мероприятий. В число мероприятий входят: рост акциза на топливо, поддержка в распространении гибридных и электроавтомобилей, а также введение техосмотров. Проведенный анализ выявил, что меры, предпринятые в сфере автотранспорта после 2016 г., существенно снизили потребление энергии, соответственно понизилась эмиссия парниковых газов. В результате мероприятий, проведенных в 2017-2019 гг. суммарно сэкономлено ≈ 56 237 Тдж энергии ≈ 4 052 Гг эмиссии углекислого газа.

Илл. 9, лит. 8 назв.

მზის ენერჯის გამოყენება შენობების სითბოს დანაკარგების შესამცირებლად

პროფესორი *ომარ კილშრაქი*
ასოცირებული პროფესორი *მარინე რაჭმაძე*
ასოცირებული პროფესორი *ლუიზა კაკაპა*
მაგისტრანტი *გიორგი ღავითაია*

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ანოტაცია. საცხოვრებელი და კომუნალური მომსახურებისთვის საჭირო ენერგორესურსების დაახლოებით 80% გამოიყენება შენობების გათბობის უზრუნველსაყოფად. ასეთი დიდი პროცენტი აიხსნება შენობების ენერგოეფექტურობის შემცირებით, რაც გამოწვეულია მათი სამშენებლო კონსტრუქციის ვადის ამოწურვით, აგრეთვე ახალი შენობების სტანდარტების შეუსაბამოდ აშენებით. ამ საკითხის გადაწყვეტა განვითარებული ქვეყნების გამოცდილების გაზიარებითაა შესაძლებელი.

ენერჯის დაზოგვა ევროკავშირის ქვეყნების საბინაო და კომუნალური მომსახურების სფეროში სამი მიმართულებით ხორციელდება:

- 1) შენობების მიერ სითბოს დაკარგვის შემცირება;
- 2) განახლებადი ენერჯის წყაროების პასიური და აქტიური გამოყენება;
- 3) თანამედროვე ტექნოლოგიების დანერგვა შენობის შიგნით მიკროკლიმატის მართვაში, ე.წ. „ჭკვიანი სახლი“.

წარმოდგენილია პასიური სახლების კონცეფცია და მათი მნიშვნელოვანი ფუნქცია - შენობების შემომზღუდავი კონსტრუქციების ბევრად გაუმჯობესებული თერმული მახასიათებლები. ნაჩვენებია არსებული აპარტამენტის ენერგოაუდიტი. აუდიტის საფუძველზე კი გაანგარიშებულია აპარტამენტის პასიურ სახლად გარდაქმნისთვის დამახასიათებელი კონსტრუქციული და თბური მახასიათებლები.

საკვანძო სიტყვები: მზის ენერჯია, პასიური სახლი, თბური დანაკარგები.

შენობების შემომზღუდავი კონსტრუქციებიდან სითბური ენერჯის დანაკარგები ერთ-ერთ აქტუალურ პრობლემას წარმოადგენს. სურ. 1-ში მოცემულია შენობის შემომზღუდავი კონსტრუქციებიდან ენერჯის დანაკარგების პროცენტული განაწილება.

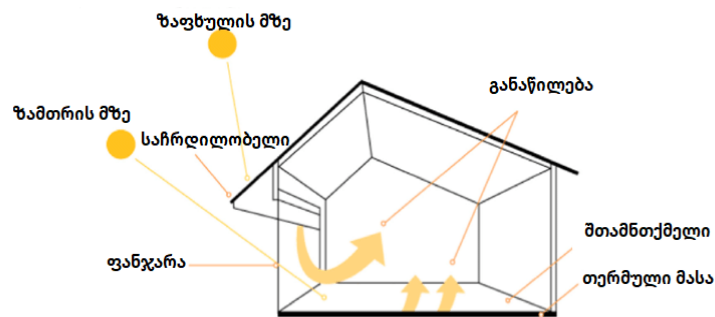


სურ. 1. შენობის შემომზღუდავი კონსტრუქციებიდან ენერჯის დანაკარგების პროცენტული განაწილება

ენერჯის დანაკარგების შემცირების ერთ-ერთი გზა კი მზის პასიური ენერჯის გამოყენებაა. მზის პასიური ენერჯია არის მზის ენერჯის გამოყენება პასიური გზით შენობის გათბობის მოთხოვნის შესამცირებლად. "პასიური" მზის სახლი უზრუნველყოფს მზით გაგრილებას და გათბობას, რათა სახლში შენარჩუნდეს კომფორტის მაღალი დონე, ნებისმიერი მექანიკური აღჭურვილობის გამოყენების გარეშე, როგორცაა ტუმბოები ან ვენტილატორები. მზის პასიური დიზაინი ფოკუსირებულია სახლის ან შენობის განთავსებაზე (ორიენტაციაზე), ფანჯრებზე, ვენტილაციაზე და იზოლაციაზე, რათა შეამციროს ელექტროენერჯის საჭიროება მზის გამოყენებით [2].

პასიური სახლი არის გერმანული მიდგომა სახლის დიზაინის მიმართ, რომელიც იყენებს მაღალეფექტურ მინას, იზოლაციასა და ჰაერგაუმტარი შემომზღუდავი კონსტრუქციების კომბინაციას სახლის შიდა ტემპერატურის დასაბალანსებლად, ხელოვნური გათბობა-გაგრილების გამოყენების გარეშე.

სურ. 2-ში მოცემულია მზის ენერჯის გამოყენების პასიური მეთოდი.



სურ. 2. მზის ენერჯის გამოყენების პასიური მეთოდი

არსებობს პასიური სახლებისთვის დამახასიათებელი ხუთი ფუნდამენტური პრინციპი [2,5]:

1. თერმული ხიდების არ არსებობა.
2. მაღალეფექტური ფანჯრები.
3. მექანიკური ვენტილაცია სითბოს აღდგენით.
4. მაღალი ხარისხის იზოლაცია.
5. ჰერმეტიკული კონსტრუქცია.

ასევე, არსებობს პასიური სახლის სტანდარტის მისაღწევად საჭირო შემდეგი კრიტერიუმები:

1. წელიწადში გათბობის ენერჯიაზე მოთხოვნილება არ უნდა აღემატებოდეს 15 კვტ-სთ-ს, საცხოვრებელი ფართის კვადრატულ მეტრზე ან 10 ვტ-ს კვადრატულ მეტრზე, პიკური მოთხოვნისას.

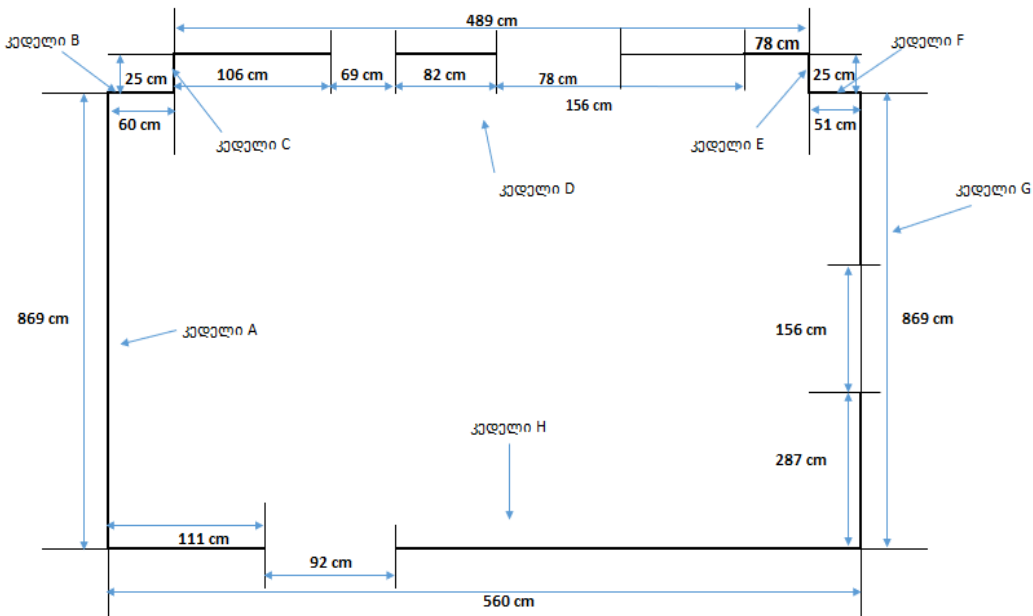
2. PER მეთოდის მიხედვით, მთლიანი ენერგია, რომელიც უნდა იქნას გამოყენებული ყველა საყოფაცხოვრებო მოწყობილობისთვის, (გათბობა, ცხელი წყალი და საყოფაცხოვრებო ელექტროენერგია) წელიწადში, არ უნდა აღემატებოდეს 60 კვტ-სთ-ს, საცხოვრებელი ფართის კვადრატულ მეტრზე.

3. ჰერმეტიკობის მხრივ, მაქსიმუმ 0.6 ჰაერი იცვლება საათში 50 პასკალ წნევაზე (ACH50), რაც დადასტურებულია ადგილზე წნევის ტესტით.

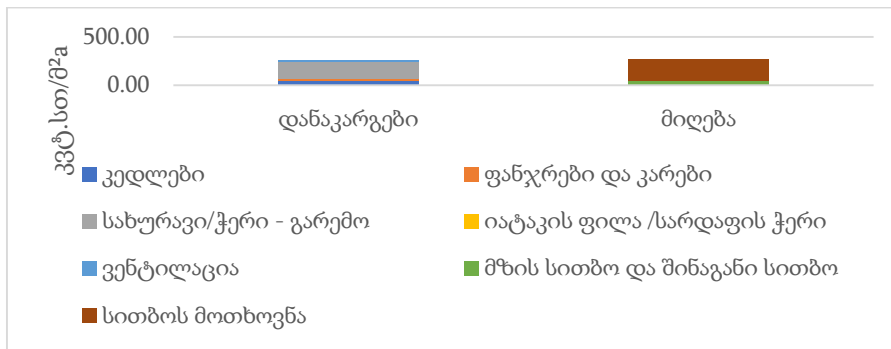
4. საცხოვრებელი ადგილები უნდა იყოს კომფორტული მთელი წლის განმავლობაში, მოცემული წლის საათების არა უმეტეს 10 პროცენტი უნდა აღემატებოდეს 25°C-ს.

იმის თვალსაჩინოდ წარმოსადგენად, თუ რამდენად განსხვავდება პასიური და სტანდარტული შენობების (აპარტამენტი) ენერგომოხმარებები, ვნახოთ, არსებული აპარტამენტის პასიურ ბინად გარდაქმნის მაგალითი.

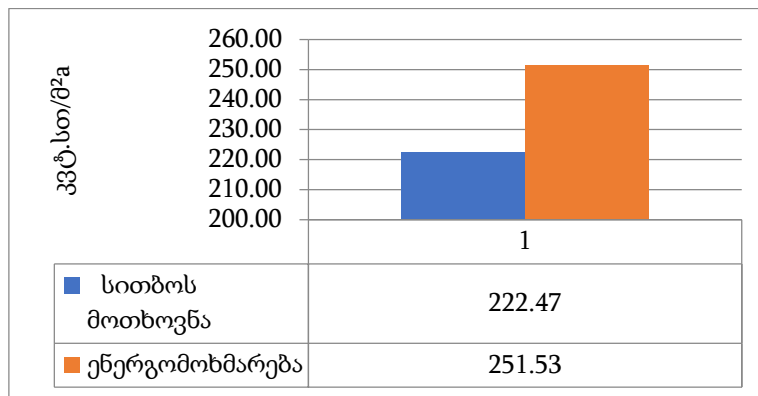
ნახ. 1-ში მოცემულია აპარტამენტის გეგმა, ხოლო დიაგრამა 1-ში და დიაგრამა 2-ში - მისი ენერგოაუდიტის შედეგები.



ნახ. 1. აპარტამენტის გეგმა

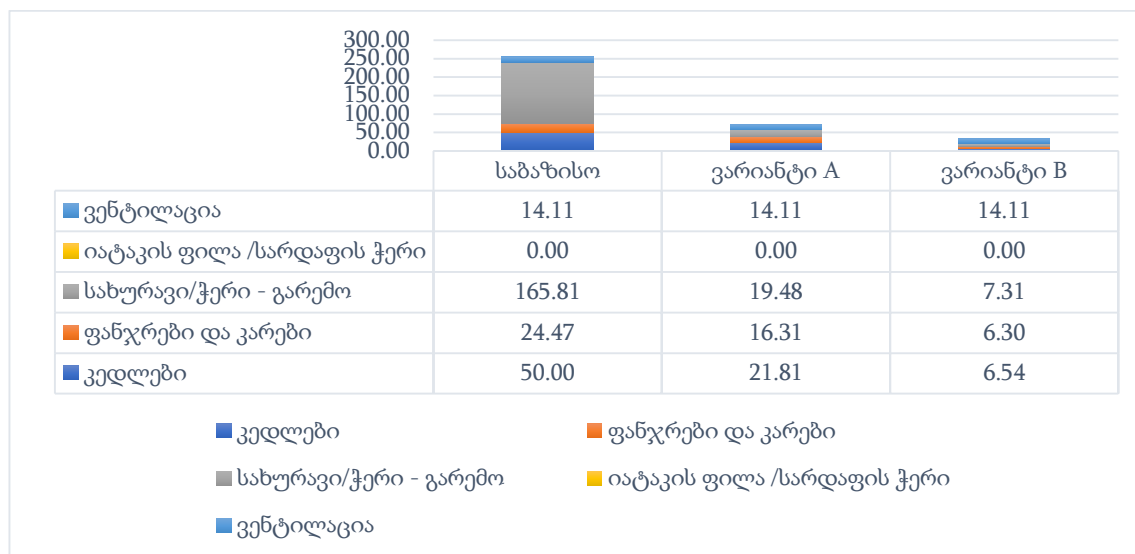


დიაგრამა 1. აპარტამენტის ენერგოაუდიტის შედეგები



დიაგრამა 2. აპარტამენტის ენერგოაუდიტის შედეგები

ენერგოაუდიტის შედეგების გათვალისწინებითა და პასიური სახლისთვის დამახასიათებელი კონსტრუქციული პარამეტრების გათვალისწინებით, მივიღეთ შემდეგი სახის შედეგი - დიაგრამა 3 [1-6].



დიაგრამა 3. პასიური სახლის კონსტრუქციებისთვის დამახასიათებელი პარამეტრების გათვალისწინება

განგარიშების საფუძველზე კი შეგვიძლია დავასკვნათ შემდეგი:

❑ ჩატარებულმა განგარიშებებმა ნათლად აჩვენა, თუ რამდენად მცირდება შენობების სითბოს დანაკარგები მზის ენერჯის პასიური გამოყენებით, კერძოდ, პასიური სახლის კონცეპტით.

❑ აპარტამენტის ენერგოაუდიტის შედეგად, დადგინდა, რომ საჭირო იყო კედლების დათბუნება მაგ, ტიპური საიზოლაციო მასალებით და, ასევე, ფანჯრების U-მნიშვნელობის გაუმჯობესება შემინვის ცვლილებით: ერთმაგის - ორმაგით; ორმაგის- სამმაგით.

❑ იმისათვის, რომ აპარტამენტი ან, თუნდაც რომელიმე შენობა მივუახლოვოთ პასიური სახლის სტანდარტებს, საჭიროა შენობის შემომზღუდავი კონსტრუქციები პასიური სახლისთვის დამახასიათებელ მნიშვნელობებს შევუსაბამოთ.

ლიტერატურა

1. https://passiv.de/former_conferences/Passive_House_E/Passive_house_insulation.html
Thermal Insulation of Passive Houses
2. https://passipedia.org/basics/what_is_a_passive_house What is a Passive House?
3. https://passipedia.org/basics/energy_and_ecology/primary_energy_renewable_per Primary Energy Renewable - PER
4. https://passiv.de/former_conferences/Passive_House_E/windows_passive_houses_06.html
Windows for Passive Houses –Superior Quality of Transparent Components
5. https://passiv.de/former_conferences/Passive_House_E/Passivehouse_measured_consumption.html Passive House Standard – A Proven Energy Saver
6. https://passipedia.org/planning/thermal_protection/integrated_thermal_protection Thermal insulation

USING SOLAR ENERGY TO REDUCE HEAT LOSS IN BUILDINGS.

O.Kiguradze, M.Razmadze, L.Papava, G.Davitaia.

"Energy". №3(99). 2021. Tbilisi. p. 25-30. geo. sum geo. engl. rus.

About 80% of the energy resources needed for housing and communal services are used to provide heating for buildings. Such a large percentage is explained by the reduction of energy efficiency of buildings, which is caused by the expiration of their construction, as well as the non-compliance with the standards of new buildings. This issue can be resolved by sharing the experience of developed countries.

Energy saving in the field of housing and communal services of EU countries is carried out in three directions:

1. Reduce heat loss by buildings;
2. Passive and active use of renewable energy sources;
3. Introduction of modern technologies in microclimate management inside the building, so called. "Smart House"

The concept of passive houses is presented and their important function is significantly improved thermal performance of building envelope structures. An energy audit of an existing apartment is shown. Based on the results of the audit, the structural and thermal characteristics are calculated, which are typical for the passive transformation of an apartment into a passive house.

Ill. 3, diagr. 2, bibl. 6.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ТЕПЛОПOTЕРЬ В ЗДАНИЯХ.

О.Кигурадзе, М.Размадзе, Л.Папавა, Г.Давитая.

"Энергия". №4(100). 2021. Тбилиси. с. 25-30. груз. реф. груз. англ. рус.

Около 80% энергоресурсов, необходимых для жилищно-коммунального хозяйства, используются для отопления зданий. Такой большой процент объясняется снижением энергоэффективности зданий, что вызвано истечением срока их строительства, а также несоответствием нормам новостроек. Этот вопрос можно решить, поделившись опытом развитых стран.

Энергосбережение в сфере ЖКХ стран ЕС осуществляется по трем направлениям:

1. Уменьшение теплопотерь зданиями.
2. Пассивное и активное использование возобновляемых источников энергии.
3. Внедрение современных технологий управления микроклиматом внутри здания, т.н. «Умный дом».

Представлена концепция пассивных домов и их важная функция - значительно улучшенные тепловые характеристики ограничительных конструкций зданий. Показан энергоаудит рассматриваемой квартиры. По результатам аудита проверяются структурные и тепловые характеристики, характерные для пассивного преобразования квартиры в пассивный дом.

Илл. 3, диаграмма 2, лит. 6 назв.

შრობის პროცესის ტექნოლოგია

პროფესორი *ოპარ კილურაძე*
ასოცირებული პროფესორი *ლუიზა კაკაძე*
ასოცირებული პროფესორი *მარინე რაჭმაძე*
მაგისტრი *შორენა კეჭუა*

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ანოტაცია. წარმოდგენილია საქართველოში არსებული მდგომარეობა ჩირის შრობის პროცესის შესახებ, პოსტსაბჭოთა დროიდან დღევანდელი მდგომარეობის ჩათვლით. გარდა ამისა, წარმოდგენილია შრობის პროცესის სახეები და შრობის პროცესის შედეგად მიღებული პროდუქტის დადებითი მხარეები. შრობის პროცესისთვის ნედლეულის სასურველი კონსისტენცია (ნედლეული უნდა იყოს მწიფე, საღი, დაუზიანებელი), ასევე წინასწარი მომზადების ეტაპები, სასურველი ტემპერატურული რეჟიმი, შრობის ხანგრძლივობა და შენახვის პირობები.

შრობის პროცესის დროს იცვლება საშრობი პროდუქტის ფიზიკური და ბიოქიმიური თვისებები. ფიზიკური ცვლილებების დროს ხდება წონაში და მოცულობაში კლება, დეფორმაცია, სასარგებლო ნივთიერებების ნაწილობრივ დაკარგვა. ბიოქიმიური ცვლილების დროს, მაღალი ტემპერატურის პირობებში ხდება ვიტამინების დაშლა.

ზემოთ აღნიშნული პროცესების განვითარება აუცილებელია არასასრველი შედეგების თავიდან ასაცილებლად. ამისათვის აუცილებელია ხილისა და ბოსტნეულის შრობის ტექნოლოგიის ცოდნა, შრობის პროცესებზე დაკვირვება და ყველაზე ოპტიმალური რეჟიმების შერჩევა თითოეული ხილისა და ბოსტნეულისთვის.

საკვანძო სიტყვები : შრობა, შრობის პროდუქტები, შრობის მეთოდები.

საქართველო ბიოპროდუქტებით მდიდარი ქვეყანაა. სწორედ მეხილეობა არის სოფლის მეურნეობის ერთ-ერთი ტრადიციული დარგი. ქვეყნის ყველა რეგიონში გავრცელებულია ხილისა და ბოსტნეულის მრავალფეროვანი სახეობები. წარმოებული ხილის 5 % გადის ექსპორტზე. ხშირად სოფლის მოსახლეობა ვერ ახერხებს ხილისა და ბოსტნეულის ბაზარზე გატანას. იმისათვის, რომ მოხდეს ამ პროდუქტების კომერცი-ალიზაცია და მაქსიმალურად გამოყენება, მნიშვნელოვანია მეწარმემ დაამზადოს საბოლოო კონკურენტუნარიანი პროდუქტი, რისი ერთ-ერთი მაგალითია ზემოთ ხსენებული პროდუქტებისაგან ჩირის წარმოება [4].

ხილისა და ბოსტნეულის გადამამუშავებით მიღებული პროდუქტების კონკურენცია ბაზარზე ძალიან მაღალია. ბაზარზე შესვლასა და დამკვიდრებისთვის აუცილებელია მაღალხარისხიანი და კონკურენტუნარიანი პროდუქტის წარმოება.

შრობის პროცესის დროს იცვლება საშრობი პროდუქტის ფიზიკური და ბიოქიმიური

თვისებები. ფიზიკური ცვლილებების დროს ხდება წონაში და მოცულობაში კლება, დეფორმაცია, სასარგებლო ნივთიერებების ნაწილობრივ დაკარგვა. ბიოქიმიური ცვლილების დროს, მაღალი ტემპერატურის პირობებში ხდება ვიტამინების დაშლა [2].

ზემოთ აღნიშნული პროცესების განვითარება აუცილებელია არასასურველი შედეგების თავიდან ასაცილებლად. ამისათვის აუცილებელია ხილისა და ბოსტნეულის შრობის ტექნოლოგიის ცოდნა, შრობის პროცესებზე დაკვირვება და ყველაზე ოპტიმალური რეჟიმების შერჩევა თითოეული ხილისა და ბოსტნეულისთვის [3].

რეკომენდაციები საშრობი პროდუქტის შრობის პროცესისას

ცხრილი 1

საშრობი ხილი	მომზადება	ღუმელის ტემპერატურა, °C	ხანგრძლივობა, სთ
ვაშლი	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 8 მმ სისქის ნაჭრებად დავჭრათ ▪ ციტრუსის წვენი ამოვლება 	60	8-24
გარგარი	შუაზე გახლეჩვა	60	10-15
მსხალი	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 8 მმ სისქის ნაჭრებად დავჭრათ ▪ ციტრუსის წვენი ამოვლება 	60	10- 12
ბალი	კურკის გაცლა და ამ დროს დაწურვა ისე რომ არ დეფორმირდეს	50	12-24
ბოსტნეული	მომზადება	ღუმელის ტემპერატურა, °C	ხანგრძლივობა, სთ
ლობიო	<ul style="list-style-type: none"> ▪ შეძლებისდაგვარად დაჭრა ▪ ბლანშირება 	50	10-12
სოკო	3 მმ სისქის ზომებად დაჭრა	45-50	5-10

გამომშრალი ხილი უნდა დაჯგუფდეს თანაბრად. სასურველია თითოეული ასეთი ჯგუფის საერთო ჭურჭელში დაყოვნება 1-2 დღის განმავლობაში, რათა მოხდეს ტენის გადანაწილება ერთმანეთში.

მშრალი ხილი უნდა შევინახოთ ისეთ ადგილას, სადაც ის დაცული იქნება მწერებისაგან. შენახვის პერიოდში საცავში უნდა იყოს მუდმივი ტემპერატურა და ტენი.

დაკვირვებით დავადგინეთ, რომ პროდუქციის ოპტიმალური შენახვის ტემპერატურაა 10 გრადუსი, ტენიანობა კი - 12 -14%.

ქვემოთ მოცემულ ცხრ. 2-ში გადმოცემულია ის ტემპერატურული მაჩვენებლები და ტენიანობა თითოეული ხილისთვის, რაც გასათვალისწინებელია შრობის პროცესში [5].

რეკომენდაციები

ცხრილი 2

ხილი	ტემპერატურა, °C	საბოლოო ტენიანობა, %	ხანგრძლივობა, სთ
ლევდი	60-70	20 -25	16
ხურმა	40-60	20-30	20-24
კენკროვანი ხილი	45-55	18- 19	8-12

ლიტერატურა

1. <https://agronews.ge/khilis-da-bostneulis-shrobis-methodebi/> უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული 01.05.2021
2. Obst und Gemüse trocknen » 3 Methoden & Tipps | OTTO უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული 01.05.2021
3. <https://www.globus.de/bewusst-leben/bewusst-geniessen/obst-und-gemuese-richtig-einfrieren.php> უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული 01.05.2021
4. ფარცხალაძე კ. კვების პროდუქტების სამაცივრო ტექნოლოგია. თბილისი. 1998.
5. სოფლის მეურნეობის პროდუქტების შრობის აქტუალური პრობლემები საქართველოში | აგროკავკასია (agrokavkaz.ge) უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული 01.05.2021.

DRYING PROCESS TECHNOLOGY.

O.Kiguradze, L.Papava, M.Razmadze, Sh.Kezua.

"Energy". №4(100). 2021. Tbilisi. p. 31-34. geo. sum geo. engl. rus.

The current situation in Georgia regarding the drying process is presented, including the current situation from the post-Soviet period .In addition, the types of drying process and the advantages of the product obtained as a result of the drying process are presented. The desired consistency of the raw material for the drying process (the raw material must be ripe, healthy, undamaged), as well as the stages of pre-preparation, the desired temperature regime, drying time and storage conditions.

The physical and biochemical properties of the drying product change during the drying process. During physical changes there is a decrease in weight and volume, deformation, partial loss of nutrients. During biochemical change, vitamins are broken down under high temperature conditions.

The development of the above processes is essential to avoid unintended consequences. This requires knowledge of fruit and vegetable drying technology, monitoring of drying processes and selection of optimal modes for each fruit and vegetable.

Tabl. 2, bibl. 5.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЦЕССА СУШКИ.

О.Кигурадзе, Л.Папавა, М.Размадзе, Ш.Кезуа.

"Энергия". №4(100). 2021. Тбилиси. с. 31-34. груз. реф. груз. англ. рус.

Представлена текущая ситуация, связанная с процессом сушки в Грузии, в том числе текущая ситуация с постсоветского периода. Представлены также типы процесса сушки и преимущества продукта, полученного в результате процесса сушки, желаемая консистенция сырья для процесса сушки (сырье должно быть спелым, неповрежденным), а также этапы предварительной подготовки, желаемый температурный режим, время сушки и условия хранения.

В процессе сушки меняются физические и биохимические свойства сушильного продукта. Во время физических изменений происходит уменьшение веса, объема и деформации с частичной потерей полезных веществ, а при биохимических, в условиях высоких температур - витамины расщепляются.

Развитие вышеупомянутых процессов важно, чтобы избежать непредвиденных последствий. Это требует знания технологии сушки овощей и фруктов, контроля процессов сушки и выбора оптимальных режимов для каждого фрукта и овоща.

Табл. 2, лит. 5 назв.

**საქართველოს ელექტროენერგეტიკულ სისტემაში არსებული
ავარიის საწინააღმდეგო ავტომატიკის კომპიუტერული
მოდელირება**

დოქტორანტი *ობარი ბურღიაშვილი*

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ანოტაცია. განხილულია საქართველოს ელექტროენერგეტიკულ სისტემის არსებული მდომარეობა, ნაჩვენებია მცირე ინერციის მქონე სისტემების მეზობელ ელექტროენერგეტიკულ სისტემებთან პარალელურ რეჟიმში მუშაობის უპირატესობა. გარდა ამისა აღწერილია სიხშირის მდგრადობის პრობლემები საქართველოს ელექტროენერგეტიკული სისტემის იზოლირებულ რეჟიმში მუშაობისას. აღწერილია სისტემაში არსებული ავარიის საწინააღმდეგო ავტომატიკის „ასა“-ს მოქმედების ლოგიკა ერთი კონკრეტული ავარიის შემთხვევისთვის და ასევე ნაჩვენებია „ასა“-ს კომპიუტერული მოდელის შექმნის მიზანი და მოდელის ტესტირების შედეგები. ტესტირების შედეგების მიხედვით მოდელირება წარმატებულია.

საკვანძო სიტყვები: მოდელირება, ავტომატიკა, სიხშირე, გენერაცია.

საქართველოს ელექტროენერგეტიკული სისტემა წარმოადგენს მცირე სიმძლავრის სისტემას, რომელსაც გააჩნია სისტემათაშორისი ხაზები მეზობელ ქვეყნებთან. ესენია: 500 კვ ძაბვის ეგზ „კავკასიონი“ რუსეთის სისტემასთან, 500 კვ ძაბვის ეგზ „მუხრანის ველი“ და 330 კვ ძაბვის ეგზ „გარდაბანი“ აზერბაიჯანთან, 220 კვ ძაბვის ეგზ „ალავერდი“ სომხეთის, ხოლო 400 კვ ძაბვის ეგზ „მესხეთი“ კი - თურქეთის სისტემასთან.

გამომდინარე იქიდან, რომ საქართველოს სისტემა ჯერ კიდევ წარმოადგენს მცირე სიმძლავრის სისტემას, იზოლირებულ რეჟიმში დიდი სიმძლავრის გენერატორის/ მომხმარებლის გამორთვამ შესაძლებელია გამოიწვიოს სიხშირის მნიშვნელოვანი გადახრა ნომინალური მნიშვნელობიდან. გენერაციის ან მოხმარების დაკარგვა მაშინ, როდესაც საქართველოს სისტემა პარალელურ რეჟიმში მუშაობს რუსეთის ან აზერბაიჯანის სისტემებთან (ამ უკანასკნელთა დიდი ინერციის გამო) არ იწვევს სიხშირის მნიშვნელოვან გადახრას, შესაბამისად გენერაცია/ მოხმარების დაკარგვა საგრძნობია იზოლირებულ რეჟიმში ოპერირებისას და ასევე სისტემათაშორისი ხაზის გამორთვის შემთხვევაში, თუ ამ გამორთვის შედეგად საქართველოს სისტემას იზოლირებულ რეჟიმში გადადის.

სიხშირის გადახრის შედეგად იცვლება მომხმარებლების ნაწილის მუშაობის რეჟიმი და, გარდა ამისა, არანომინალურ სიხშირეზე არასასურველია ასევე გენერატორების

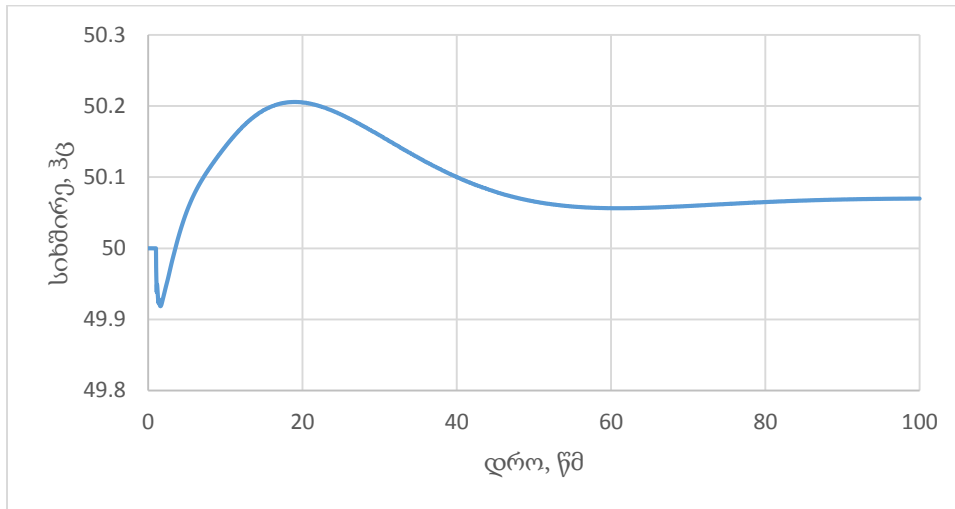
ოპერირებაც, შესაბამისად შექმნილია მთელი რიგი მოწყობილობები და მექანიზმები, რომელთა მოვალეობასაც სიხშირის გადახრის შეჩერება და საწყის მნიშვნელობაზე დაბრუნება წარმოადგენს.

საქართველოს ელექტროენერგეტიკულ სისტემაში დანერგილია სპეციალური ავტომატიკის სახე „ასა“ (ავარიის საწინააღმდეგო ავტიმატიკა), რომელის დანიშნულებასაც წარმოადგენს ისეთ ავარიებზე რეაგირება, რომლებიც სისტემის მდგრადობას უქმნის საფრთხეს ასეთი ტიპის ავარიებია: მძლავრი გენერატორის გამორთვა, დიდი სიმძლავრით დატვირთული სისტემათაშორისო ხაზის გამორთვა, სასისტემო რადიალური ხაზის გამორთვა, რომელიც სისტემასთან აკავშირებს დიდი სიმძლავრის გენერაციის ობიექტებს, სასისტემო ხაზის ან ავტოტრანსფორმატორის გამორთვა, დიდი სიმძლავრის მომხმარებლის გამორთვა.

სისტემის გავნითარებასთან ერთად, ასევე დგება დღის წესრიგში ასა-ს განახლება/გაფართოების საკითხიც. ასას განახლების და ასევე მოქმედების ლოგიკის ცვლილების შემთხვევაში სასურველია არსებობდეს კომპიუტერული მოდელი, რომელის საშუალებითაც მოხდება ავარიების და ასა-ს მოქმედების მოდელირება და დადგინდება სწორია, თუ არა რეალური ასა-ს ლოგიკა. ამ მიზნით შეიქმნა საქართველოს ელექტროენერგეტიკულ სისტემაში არსებული ასა-ს კომპიუტერული მოდელი. მოდელის შესაქმნელად გამოყენებულ იქნა საინჟინრო მოდელირების პროგრამა PSS/E და პროგრამირების ენა Python.

განვიხილოთ ასა-ს კომპიუტერული მოდელის მოქმედების მაგალითი.

განხილულ შემთხვევაში წარმოდგენილია ასა-ს მოქმედება 500 კვ ძაბვის ეგზ „კავკასიონის“ გამორთვის შემთხვევაში, როდესაც საქართველოს სისტემის ჯამური მოხმარება შეადგენს 1800 მგვტ-ს, იმპორტი რუსეთიდან - 250 მგვტ-ს, ხოლო ექსპორტი თურქეთში მუდმივი დენის ჩანართის სახით - 150 მგვტ-ს. ასა-ს მოქმედების ლოგიკის შემთხვევაში, როდესაც კავკასიონის გამოირთვება, პირველ რიგში, უნდა შემცირდეს მუდმივი დენის ჩანართის სიმძლავრე მინიმალურ სიდიდემდე და შემდეგ უნდა გამოირთოს სხვა მომხმარებლები, ამასთან მუდმივი დენის ჩანართზე შემცირებული და დამატებით გამორთული მომხმარებლების სიმძლავრეების ჯამი უნდა იყოს ეგზ „კავკასიონის“ გამორთვის შედეგად დაკარგული იმპორტის თანაზომადი. ავარიის მოდელირების შედეგად სისტემის სიხშირის ცვლილების ამსახავი მრუდი წარმოდგენილია ნახაზზე.



ნახაზი. ელექტრული სიხშირის ცვლილების ამსახავი გრაფიკი

როგორც სიხშირის ცვლილების გრაფიკიდან ჩანს ელექტრული სიხშირე ეგზ კავკასიონის გამორთვის შემდეგ, მანამ სანამ „ასა“ იმოქმედებს, მცირდება დაახლოებით 49.92 კვ-მდე და „ასა“-ს მოქმედების შემდეგ კვლავ იზრდება. მოდელირების შედეგებიდან გამომდინარე, რომელიც აისახება სიხშირის ცვლილების გრაფიკში, ავარიის შედეგად სიხშირე სისტემაში არ შეცვლილა ისეთ სიდიდემდე, რომ ამოქმედებულიყო სიხშირის ავტომატური განტვირთვის, ან გენერატორების სიხშირის აწევა/დაწევის დაცვები შესაბამისად შესაძლებელია გაკეთდეს შემდეგი დასკვნა: რეალური „ასა“-ს მოქმედების ლოგიკა სწორეა და ასევე „ასა“-ს კომპიუტერული მოდელიც სწორად არის შედგენილი.

COMPUTER MODELING OF EXISTING REMEDIAL ACTION SCHEME IN THE GEORGIAN POWER SYSTEM.

O.Burdiashvili. "Energy". №4(100). 2021. Tbilisi. p. 35-38. geo. sum geo. engl. rus.

In this article is reviewed existing situation of the Georgian power system, is shown advantage of synchronous operation of the power systems with small synchronous inertia to the neighboring systems. Also are described problems related to frequency stability of the Georgian power system when it operates with isolated mode. It is described logic of existing Remedial Action Scheme "RAS" in the Georgian power system for one particular accident and also are shown the purpose of creation of "RAS" computer model and test results of the Remedial Action Scheme. According to the test results modeling is successful.

Ил. 1.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ АВТОМАТИКИ ГРУЗИНСКОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ.

О.Бурдиашвили. "Энергия". №4(100). 2021. Тбилиси. с. 35-38. груз. реф. груз. англ. рус.

Рассмотрено состояние Грузинской электроэнергетической системы. Показано преимущество параллельной работы системы с соседними мощными системами. Описывается проблема устойчивости Грузинской системы при работе в изолированном режиме. Дается описание логики работы противоаварийной автоматики. Приведен пример работы автоматики при конкретной аварии. Указана необходимость создания компьютерной модели такой автоматики и приведены результаты тестирования модели. По результатам испытаний моделирование прошло успешно.

Илл. 1.

**ორჯაჭვა მაღალი ძაბვის საჰაერო ელექტროგადაცემის ხაზის
მაგნიტური ველის დაძაბულობის განსაზღვრა კიდურა ხაზის
გეგმილიდან დაშორებაზე**

პროფესორი *თენგიზ მუსელიანი*
დოქტორანტი *მარიამ გვარამაძე*

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ანოტაცია. გაანგარიშებით დადგენილია, რომ Y220-2m+14 ტიპის ორჯაჭვა 220 კვ ძაბვის საჰაერო ელექტროგადაცემის ხაზის საყრდენების შემთხვევაში, კიბოს საერთაშორისო სააგენტოს მიერ დადგენილი და ჯანმრთელობის დაცვის საერთაშორისო ორგანიზაციის მიერ ადამიანის ჯანმრთელობისათვის რეკომენდებული უსაფრთხო მაგნიტური ველის ინდუქციის ლიმიტირებული მნიშვნელობები (0,2-0,3 მკტლ), ელექტროდინამიკური მოწყობის წესებით დადგენილი ელექტროგადაცემის ხაზის დედამიწის ზედაპირიდან უმცირესი დაშორების (8,0 მ) დროს, უსაფრთხოა საჰაერო ელექტროგადაცემის ხაზის კიდურა სადენის გეგმილიდან 50 მ-ზე მეტი დაშორების შემთხვევაში.

საკვანძო სიტყვები: *ორჯაჭვა, მაღალი ძაბვა, ელექტროგადაცემის ხაზი, მაგნიტური ველი, დაძაბულობა, კიდური ხაზი.*

უკვე რამდენიმე ათეული წელია მსოფლიო მასშტაბით მიდის დისკუსია სამრეწველო სიხშირის მაგნიტური ველის ადამიანის ჯანმრთელობაზე გავლენის შესახებ. სხვადასხვა ტექნიკურ ლიტერატურაში მეცნიერებისა და სპეციალისტების მიერ ამ საკითხის შესახებ გამოთქმულია ორი დიამეტრალურად ურთიერთსაწინააღმდეგო თვალსაზრისი. ერთი ავტორების აზრით, არსებობს ადამიანზე ზემოქმედების მაგნიტური ველის დაძაბულობის ზღვრულად დასაშვები მნიშვნელობები, რომელიც საკმარისია და მათი გადახედვის საჭიროება არ არსებობს. ამასთან ერთად სხვადასხვა პერიოდულ პუბლიკაციებში შეტყობინებები ონკოლოგიური დაავადებების მომატებული რისკის შესახებ, სახელდობრ მაღალი ძაბვის ელექტროგადაცემის ხაზის მაგნიტური ველის წყაროს სიახლოვეს ხანგრძლივი დროით ყოფნის განმავლობაში ბავშვების ლეიკემიით დაავადების შესახებ. სხვა ავტორების აზრით, არსებული ნორმატივები ძალიან მაღალია ან არასაკმარისია ადამიანის ორგანიზმზე გავლენის ხარისხის შესაფასებლად. ეს წინააღმდეგობები წარმოიშვება ადამიანის ორგანიზმზე მაგნიტური ველის ზემოქმედების კომპლექსური მედიკო-ბიოლოგიური კვლევის არარსებობის შედეგად.

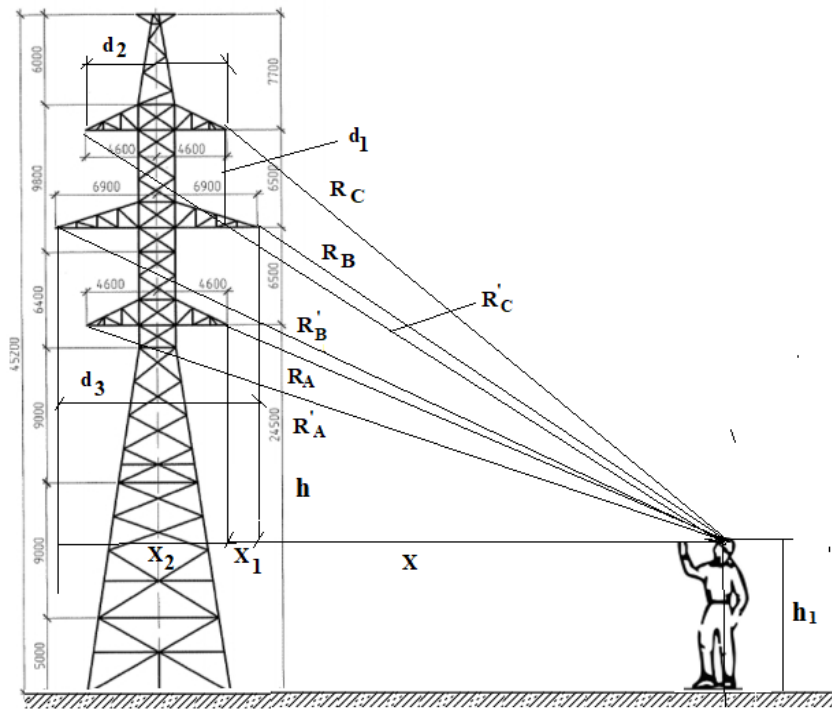
ამ კვლევების სირთულე მდგომარეობს იმაში, რომ ადამიანი ელექტრული ველის ზემოქმედებისაგან განსხვავებით ვერ შეიგრძნობს მაგნიტური ველის ზემოქმედებას. ამასთან დაკავშირებით ყველა ჩატარებული კვლევა დაიყვანება მაგნიტური ველის ზემოქმედების სავარაუდო მექანიზმის განხილვასთან. ამასთანავე მაგნიტური ველის ადამიანზე ზემოქმედება ატარებს კუმულატიურ ხასიათს, ანუ ადამიანის ორგანიზმში ცვლილებები ხდება არა მყისიერად, არამედ დროთა განმავლობაში გროვდება და შეიძლება თავი იჩინოს შემდგომ თაობებში.

ერთი დოკუმენტი, რომლის მიხედვითაც ყოფილი საბჭოთა კავშირის რესპუბლიკებში რეგლამენტირებულია ადამიანის ორგანიზმზე ელექტრომაგნიტური ველების გავლენა, არის 2003 წელს გამოცემული „სანიტარული წესები და ნორმატივები“ [1]. ამ დოკუმენტის თანახმად, დაშვებულია სამრეწველო სიხშირის მაგნიტური ველის ზემოქმედება მთელი სამუშაო დღის, ანუ 8 სთ-ის განმავლობაში 80 ა/მ (100 მკტლ). აღსანიშნავია, რომ „სანიტარული წესებისა და ნორმები“-ს წინა გამოცემაში СанПин [2], საერთო ზემოქმედების დროს სამრეწველო სიხშირის მაგნიტური ველის ზემოქმედების დაძაბულობის ნორმირებული მნიშვნელობა შეადგენდა 3,2 კა/მ (4000 მკტლ). ერთ-ერთი უკანასკნელი დოკუმენტი, რომელშიც შეზღუდულია ადამიანის ორგანიზმზე სამრეწველო დანადგარების მავნე ზემოქმედების მნიშვნელობა არის [3]. ამ დოკუმენტის მიხედვით, სამრეწველო დანადგარების სანიტარულ-დაცვითი ზონის გარეთ, მათ რიცხვში სამრეწველო სიხშირის ელექტრომაგნიტური ველების მავნე ფაქტორების დასაშვები მნიშვნელობა არ უნდა აღემატებოდეს სანიტარული წესებითა და ნორმატივებით დაშვებულ 10%-ს.

ამგვარად, ცხადია, მაგნიტური ველების ზემოქმედების ზღვრულად დასაშვები მნიშვნელობების შემცირების ტენდენცია. თუ ადრე გაანგარიშების გარეშე ელექტრო-ენერგეტიკული დანადგარების დიდ ნაწილზე შეიძლებოდა იმის თქმა, რომ მაგნიტური ველის დაძაბულობა არ აღემატება ნორმების, დღეისათვის ამის თქმა არ შეიძლება.

სამრეწველო სიხშირის მაგნიტური ველების ერთ-ერთ ძლიერ წყაროს წარმოადგენენ მაღალი ძაბვის ელექტროგადაცემის ხაზები. ამასთან დაკავშირებით წინამდებარე სამუშაოს მიზანია ორჯაჭვა მაღალი ძაბვის საჰაერო ელექტროგადაცემის ხაზის მაგნიტური ველის დაძაბულობის განსაზღვრა კიდურა ხაზის გეგმილიდან იმ დაშორების განსაზღვრა, რომელშიც დაკმაყოფილებულია ჯანმრთელობის დაცვის საერთაშორისო ორგანიზაციის მიერ რეკომენდირებული მაგნიტური ველის ინდუქციის ლიმიტირებული მნიშვნელობები 0,2–0,3 მკტლ.

განვიხილოთ ორჯაჭვა 220 კვ ძაბვის საჰაერო ელექტროგადაცემის ხაზის მიერ შექმნილი მაგნიტური ველის დაძაბულობა, როდესაც ორივე ჯაჭვის დატვირთვა ერთნაირია (ნახაზი).



ნახაზი. ორჯაჭვა საჰაერო ელექტროგადაცემის ხაზის მაგნიტური ველის დაძაბულობის გაანგარიშების სქემა

მაგნიტური ველის დაძაბულობის გაანგარიშებისათვის ვიყენებთ სრული დენის კანონს [4].

სრული დენის კანონით ცალკეული უსასრულო გამტარისათვის მაგნიტური ველის დაძაბულობა კომპლექსურ სახეში გამოისახება შემდეგნაირად:

$$\dot{H} = \frac{I}{2\pi R} . \quad (1)$$

ზედდების პრინციპის თანახმად, ორჯაჭვა ელექტროგადაცემის ხაზისათვის ვწერთ:

$$\dot{H} = \frac{I_A}{2\pi} \left(\frac{1}{R_A} + \frac{1}{R'_A} \right) + \frac{I_B}{2\pi} \left(\frac{1}{R_B} + \frac{1}{R'_B} \right) + \frac{I_C}{2\pi} \left(\frac{1}{R_C} + \frac{1}{R'_C} \right) , \quad (2)$$

სადაც I_A, I_B, I_C - ჯაჭვებში ხაზური დენების კომპლექსური მნიშვნელობები; $R_A, R_B, R_C, R'_A, R'_B, R'_C$ - დაკვირვების წერტილიდან შესაბამის ხაზებამდე მანძილები.

დავუშვათ ორივე ხაზში დატვირთვა სიმეტრიულია. მაშინ დენების კომპლექსური მნიშვნელობებისათვის ვწერთ:

$$\begin{cases} \dot{I}_A = I_b \\ \dot{I}_B = I_b e^{-j120^\circ} \\ \dot{I}_C = I_b e^{j120^\circ} \end{cases} \quad (3)$$

(3) გამოსახულებიდან ხაზური დენების მნიშვნელობები შევიტანოთ (2)-ში და მივიღებთ მაგნიტური ველის დაძაბულობის საანგარიშო ფორმულას:

$$\begin{aligned} \dot{H} &= \frac{\dot{I}_b}{2\pi} \left(\frac{1}{R_A} + \frac{1}{R'_A} \right) + \frac{\dot{I}_b e^{-j120^\circ}}{2\pi} \left(\frac{1}{R_B} + \frac{1}{R'_B} \right) + \frac{\dot{I}_b e^{j120^\circ}}{2\pi} \left(\frac{1}{R_C} + \frac{1}{R'_C} \right) = \\ &= \frac{I_b}{2\pi} \left[\left(\frac{1}{R_A} + \frac{1}{R'_A} \right) + e^{-j120^\circ} \left(\frac{1}{R_B} + \frac{1}{R'_B} \right) + e^{j120^\circ} \left(\frac{1}{R_C} + \frac{1}{R'_C} \right) \right], \end{aligned} \quad (4)$$

სადაც მოცემულ შემთხვევაში ადამიანის დაშორება საჰაერო ელექტროგადაცემის ხაზებიდან იანგარიშება ფორმულებით:

$$\begin{aligned} R_A &= \sqrt{(X + X_1)^2 + (h - h_1)^2}; R_B = \sqrt{X^2 + (h + d_1 - h_1)^2}; R_C = \sqrt{(X + X_2)^2 + (h + 2d_1 - h_1)^2} \\ &; \\ R'_A &= \sqrt{(X + X_1 + d_2)^2 + (h - h_1)^2}; R'_B = \sqrt{(X + d_3)^2 + (h + d_1 - h_1)^2} \\ R'_C &= \sqrt{(X + X_1 + d_2)^2 + (h + 2d_1 - h_1)^2} \end{aligned} \quad (5)$$

რადგანაც სანიტარულ - ეპიდემიოლოგიურ ნორმატიულ დოკუმენტებში მოყვანილია როგორც მაგნიტური ველის დაძაბულობის, ასევე მაგნიტური ველის ინდუქციის დასაშვები მნიშვნელობები, ამიტომ კონკრეტული მაგალითის გაანგარიშება ვაწარმოთ მაგნიტური ველის დაძაბულობისათვის, ხოლო შემდეგ მოვახდინოთ მაგნიტური ველის ინდუქციურობის გაანგარიშება შემდეგი ფორმულით:

$$B = 1,25 H, \text{ მკტლ.}$$

მაგალითი. განვსაზღვროთ მაღალი ძაბვის საჰაერო ელექტროგადაცემის ხაზის მაგნიტური ველის დაძაბულობისა და ინდუქციურობის მნიშვნელობები მუშაობის რეალური რეჟიმში. ნახაზზე მოცემულია ორჯაჭვა Y220-2m+14 ტიპის 220 კვ ძაბვის შუალედური ანძა. ვერტიკალური დაშორება სადენებს შორის $d_1 = 6,5$ მ. მაქსიმალური დაშორება სადენებს შორის $d_3 = 13,8$ მ; მინიმალური დაშორება სადენებს შორის $d_2 = 9,2$ მ; $X_1 = 2,3$ მ; $h = 24,5$ მ; სადენის მარკაა AC-400/51, რომლის ხანგრძლივად დასაშვები დენია $I_{დას.} = 825$ ა. ანგარიში ვაწარმოთ იმ შემთხვევისათვის, როდესაც აღნიშნულ საყრდენებზე სადენები დედამიწის ზედაპირიდან დაშორებულია $h = 8,0$ მ სიმაღლეზე. ეს სიმაღლე აღებული იქნა გამომდინარე იქედან, რომ ელექტროდანადგარების მოწყობის წესების (PIYЭ 7) ცხრილი 2.5.22-ის მიხედვით, დასახლებულ პუნქტებში 220 კვ საჰაერო

ელექტროგადაცემის ხაზის სადენის უმცირესი დაშორება დედამიწის ზედაპირიდან დაშვებულია 8,0 მ.

მაგნიტური ველის დამაბულობის ანგარიშის შედეგები წარმოდგენილია ცხრილში და ნახაზზე.

ცხრილი

X, მ	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
H, ა/მ	15,46	8,3	3,84	2,0	1,52	0,76	0,58	0,46	0,35	0,26	0,22
B, მკტლ	19,32	10,37	4,8	2,5	1,9	0,95	0,727	0,575	0,44	0,325	0,275
X, მ	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
H, ა/მ	0,16	0,14	0,10	0,09	0,065	0,047	0,037	0,019	0,019	0,019	
B, მკტლ	0,20	0,175	0,125	0,11	0,082	0,058	0,046	0,024	0,024	0,024	

როგორც ცხრილიდან და ნახაზიდან ჩანს, მოცემულ შემთხვევაში კიბოს საერთაშორისო სააგენტოს მიერ დადგენილი და ჯანმრთელობის დაცვის საერთაშორისო ორგანიზაციის მიერ ადამიანის ჯანმრთელობისათვის რეკომენდებული უსაფრთხო მაგნიტური ველის ინდუქციის ლიმიტირებული მნიშვნელობები (0,2-0,3 მკტლ) ორჯაჭვა 220 კვ ძაბვის საჰაერო ელექტროგადაცემის ხაზის კიდურა სადენის დედამიწაზე გეგმილიდან დაცულია 50 მ მეტ მანძილზე დაშორების შემთხვევაში.

ლიტერატურა

1. СанПиН 2.2.4.1191-03 "Электромагнитные поля в производственных условиях"
Дата актуализации: 01.01.2021.
2. СанПиН 2.2.4.723-98. Переменные магнитные поля промышленной частоты (50 Гц) в производственных условиях.
3. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 25.09.2007 N 74 (ред. от 25.04.2014) "О введении в действие новой редакции санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 "Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов" (зарегистрировано в Минюсте России 25.01.2008 N 10995).
4. Ионкин П.А., Даревский А.И., Кухаркин Е.С., Миронов В.Г., Мельников Н.А. Теоретические основы электротехники. М.:Высшая школа. Т.1. 1976.

DETERMINATION OF MAGNETIC FIELD TENSION OF DUAL CHAIN HIGH VOLTAGE OVERHEAD POWER TRANSMISSION LINE AT A FINITE LINE DISTANCE FROM THE PROJECTION.

T. Museliani, M. Gvaramadze

"Energy". №4(100). 2021. Tbilisi. p. 39-44. geo. sum geo. engl. rus.

It has been determined based on the calculations, that in case of Y220-2m+14 type dual chain 220 kW voltage overhead power transmission line supports, limited values (0,2-0,3 mf) of safe magnetic field induction determined by International Agency of Cancer and recommended for human health by International health Protection Organization, in case of the shortest distance (8,0 m) of the power transmission line from the earth surface established by the regulations for arrangement of power equipment, the distance of more than 50 m the overhead power transmission limb line from the projection from the projection is safe enough.

Ill. 1, tabl. 1, bibl. 4.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕННОСТИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ДВУХЦЕПНОЙ ВОЗДУШНОЙ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ ОТ РАССТОЯНИИ КРАЙНЕГО ПРОВОДА

T. Муселиани, М. Гварамадзе. "Энергия". №4(100). 2021. Тбилиси. с. 39-44. груз. реф. груз. англ. рус.

Установлено, что на опорах типа У220-2м+14 двухцепных воздушных линий электропередачи напряжением 220 кВ, лимитированные значения индукции магнитного поля (0,2-0,3 мкТл) для безопасности человека, установленные международным агентством рака и Всемирной организацией здравоохранения человека, при наименьший высоте (8,0 м) от поверхности земли, установленный правилами устройства электроустановок безопасно в случае отдаления на 50 м от проекции крайнего провода.

Илл. 1, табл. 1, лит. 4 назв.

**შენობის შემოფარული კედლების თბოგამტარობის
კოეფიციენტის განსაზღვრა არასტაციონალურ
თემპერატურულ რეჟიმში**

ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფესორი *ნოდარ ქვიციანი*
ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფესორი *თინათინ ჯიშკარიანი*
ენერგეტიკის აკადემიური დოქტორი *ნიკოლოზ ჯავახიანი*
საინჟინრო მეცნ. დოქტორი, პროფესორი *ნიკოლოზ ინვია*
ენერგეტიკის ფაკულტეტის სტუდენტი *კავლემ სხირტლაძე*

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ანოტაცია. საქართველოს კანონში „შენობების ენერგოეფექტურობის შესახებ“ ზაზგასმით არის აღნიშნული, რომ სამშენებლო სექტორზე მოდის ენერჯის დაზოგვის პოტენციალის დაახლოებით 40%, რაც იმაზე მეტყველებს, რომ ენერგოეფექტურობის ღონისძიებების დანერგვა შენობებში ენერგომოხმარების შემცირების საუკეთესო საშუალებას წარმოადგენს. უახლოეს მომავალში ყველა ახალი შენობა და/ან შენობის ნაწილი, არსებული შენობა და/ან არსებული შენობის ნაწილი, რომელიც იყიდება, ქირავდება ან იჯარით გაიცემა და საჯარო დაწესებულებების სარგებლობაში არსებული შენობები უნდა აკმაყოფილებდეს თითქმის ნულოვანი ენერგომოხმარების შენობის მიმართ მოთხოვნებს და უნდა დაეცემდებაროს ენერგოეფექტურობის სავალდებულო სერტიფიცირებას [1]. შენობის ენერგოეფექტურობის სერტიფიცირება ხორციელდება დამოუკიდებელი ექსპერტების მიერ, რომლებმაც ენერგოაუდიტის საფუძველზე უნდა განსაზღვრონ სითბოს დანაკარგები შენობების შემომზღვედი კონსტრუქციებიდან (კედლები, სახურავი, იატაკი, ფანჯრები, კარები), გააანალიზონ ენერგომოხმარების არსებული სიტუაცია და შეიმუშავონ ყველა ის ღონისძიება რომელთა საშუალებითაც შეიძლება ამ შენობაში ენერჯის მოხმარების შემცირება. თავის მხრივ, შენობის შემომზღვედი კედლებიდან დაკარგული სითბოს რაოდენობის გამოსათვლელად აუცილებელია კედლის სისქისა და მისი თბოგამტარობის კოეფიციენტის ცოდნა. ამ უკანასკნელის მნიშვნელობა დამოკიდებულია კედლის მასალაზე და მისი განსაზღვრის ამჟამად არსებული მეთოდები მთლიანადაა დაფუძნებული სტაციონარული ველების გამოყენებაზე ლაბორატორიულ პირობებში. სტატიაში მოცემული თბოგამტარობის λ კოეფიციენტის განსაზღვრის მეთოდში ის განისაზღვრება არასტაციონარულ ტემპერატურულ ველში თბური ტალღის გავრცელების სიჩქარის გამოყენებით, რაც საშუალებას იძლევა კედლის თბოიზოლაციის მახასიათებლები დადგინდეს რეალურ პირობებში უკვე არსებული შენობების შემომზღვედი კონსტრუქციებზე.

საკვანძო სიტყვები: თბოგამტარობის კოეფიციენტი, არასტაციონარული ტემპერატურული ველი, თბური ტალღის გავრცელების სიჩქარე.

შესავალი

თბოგამტარობის არასტაციონარულ პროცესებს დიდი გამოყენება აქვს ტექნიკის სხვადასხვა დარგის მთელ რიგ მანქანებსა და აპარატებში, სადაც ტემპერატურა პერიოდულ ცვალებადობას განიცდის. მათი საიმედო მოქმედების უზრუნველსაყოფად

წინასწარ უნდა განისაზღვროს ცალკეული კონსტრუქციული ელემენტების ტემპერატურები დროის ყოველ მომენტში, რათა დაზუსტდეს, თუ რამდენ ხანში მიაღწევს ტემპერატურა საჭირო მნიშვნელობას ამ ელემენტის განსაზღვრავ არეზე მას შემდეგ, რაც მის გარშემო გარკვეული ტემპერატურული გარემო შეიქმნება. ტემპერატურის დღეღამური ცვალებადობის გათვალისწინება და თბოგამტარობის არასტაციონარული პროცესების განხორციელება საჭირო ხდება, აგრეთვე, შენობებში ტემპერატურული რეჟიმის დადგენის, შენობის შემომზადი კედლებიდან სითბოს დანაკარგების განსაზღვრის, ენერგოდამზოგი ღონისძიებების გატარების და შესაბამისი სტრატეგიის შემუშავების დროსაც. არასტაციონარული თბოგამტარობის ამოცანების გადაწყვეტა მოითხოვს შედარებით რთული მათემატიკური აპარატის გამოყენებას და ამის გამო მნიშვნელოვან სიძნელეებთან არის დაკავშირებული. ჩვეულებრივად, არასტაციონარული თბოგამტარობის თეორიაში მიმართავენ ცვლადთა განცალკევების მეთოდს ან ეგრეთწოდებულ ლაპლასის გარდაქმნას, რომელიც ითვალისწინებს ოპერაციული აღრიცხვის მეთოდების გამოყენებას [2].

არასტაციონარულ ტემპერატურულ რეჟიმში თბოგამტარობის λ კოფიციენტის განსაზღვრის მიზნითსაქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ენერგეტიკის ფაკულტეტთან არსებული „მაღალტემპერატურული თბოფიზიკური პროცესების სამეცნიერო-საინჟინრო ცენტრის“ ხელმძღვანელის, პროფესორ ნოდარ ქვეციშვილის მიერ შეიქმნა სპეციალური სასწავლო-ექსპერიმენტული სტენდი, რომელიც უზრუნველყოფს შენობების თბური მახასიათებლების, ენერგიის დანაკარგების და საყოფაცხოვრებო შეშის ღუმელების ენერგოეფექტურობის დონის ზუსტ შეფასებას. მისი გამოყენება შესაძლებელი იქნება როგორც სასწავლო ლაბორატორიაში საგანმანათლებლო მიზნით, ასევე საველე პირობებში რეალური გაზომვების ჩასატარებლად და შესაბამისი მონაცემების შესანახად.

ძირითადი ნაწილი

თბური ტალღის სიჩქარის განსაზღვრისათვის განხილულია შემოუსაზღვრავი ბრტყელი კედელი¹, რომლის სისქის გასწვრივ ტემპერატურის განაწილება შეესაბამება $t(x)|_{\tau=0} = F_x = t_0$ ფუნქციას. საწყის მომენტში კედლის გვერდითი ზედაპირების ტემპერატურა უცვრად ხდება t_c ტოლი, რომელიც მუდმივადაა შენარჩუნებული მთელი შემდგომი თბოცვლის პროცესში. ტემპერატურის განაწილება კედლის სისქეში იანგარიშება

¹შემოუსაზღვრავ კედელში იგულისხმება ისეთი კედელი, რომლის სიგრძე და სიგანე უსასრულოდ დიდია სისქესთან შედარებით, ტემპერატურის ცვლილება კი ხდება მხოლოდ ამ მართულელებით, ხოლო y და z მიმართულელებით უცვლელია ($\frac{\partial t}{\partial y} = 0$ და $\frac{\partial t}{\partial z} = 0$).

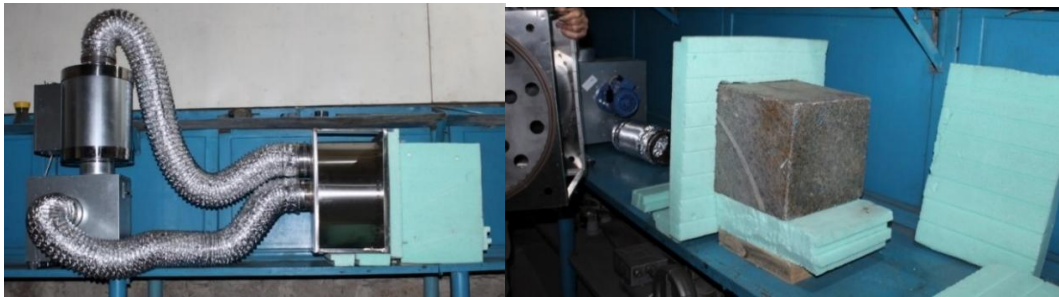
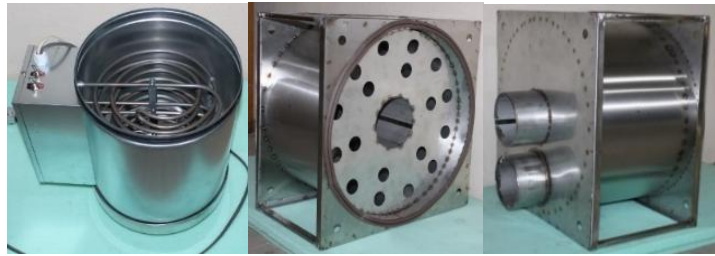
შემდეგი გამოსახულებიდან:

$$\frac{t(x,\tau)-t_c}{t_0-t_c} = 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin(k_n \delta)}{k_n \delta} \cos(k_n x) e^{-ak_n^2 \tau}, \quad (1)$$

ხოლო პარამეტრი k განისაზღვრება განტოლებიდან:

$$k_n \delta = (2n - 1) \frac{\pi}{2}, \quad n = 0, 1, 2, 3 \dots \quad (2)$$

ქვემოთ წარმოდგენილია თბოგამტარობის კოეფიციენტის გასაზომი სტენდი, მასალის ნიმუშით.



ნახ. 1 თბოგამტარობის კოეფიციენტის გასაზომი სტენდი

ზემოთ წარმოდგენილი თბოგამტარობის გასაზომი მეთოდიკის შესამოწმებლად თავდაპირველად გამოყენებულ იქნა ცნობილი თბოგამტარობის მქონე ფოლადები CT. 20 და 45Г2 [2] (ცხრილი) :

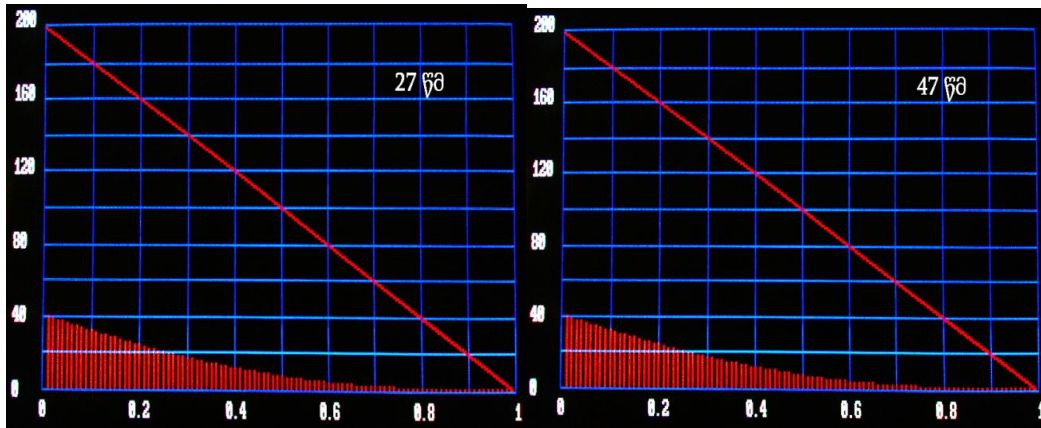
ცნობილი თბოგამტარობის მქონე ფოლადები CT. 20 და 45Г2

ცხრილი

ფოლადის მარკა	$\lambda_{[ვტ/მ\cdot K]}$	ფოლადის მარკა	$\lambda_{[ვტ/მ\cdot K]}$	ფოლადის მარკა	$\lambda_{[ვტ/მ\cdot K]}$
10	69.5	65	58	30 XMA	30.6
15	66.5	70	58	35 XM	35.7
20	67	30 Г	64.5	40 XΦA	45
25	67	40 Г	51	12 XH2	20.6
30	65	50 Г	33	12 XH3A	-
35	65	30 X	39.6	30 XГC	32.4
40	57	35 X	36.5	1X 13	-
45	58.6	35 Г2	-	2X 13	25
50	58.5	40 Г2	-	3X 13	17.8
55	58.5	45 Г2	38.2	X18H9	14.6
60	58	50 Г2	34.7	X18H9T	13.4

ლითონებში თბოგამტარობა მნიშვნელოვნად დამოკიდებულია მასალის ლეგირების ხარისხზე. სუფთა და დაბალი ლეგირების მასალებში მისი მნიშვნელობა შედარებით მაღალია, ვიდრე ლეგირებულში.

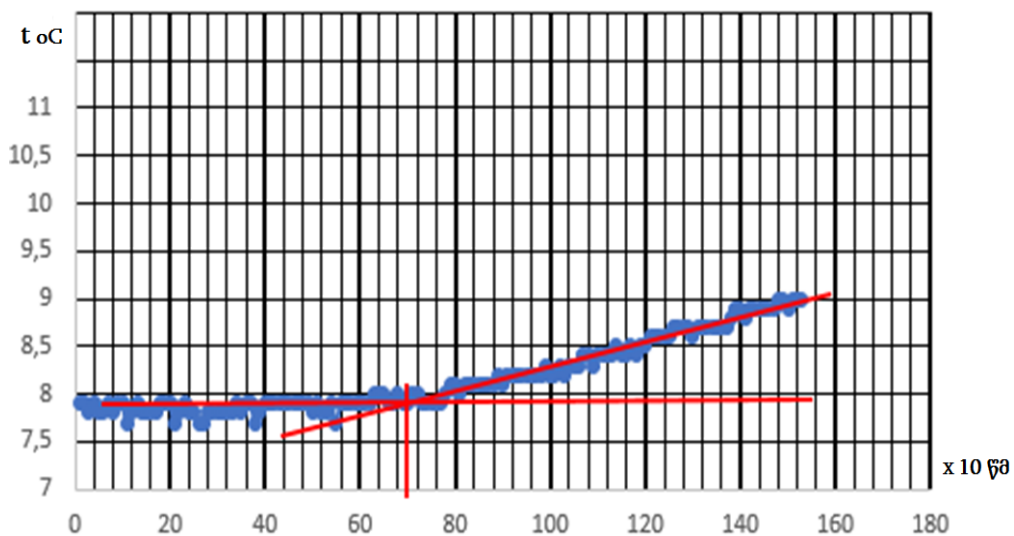
გასაზომი მასალების დიამეტრი შეადგენდა 50 მმ, ხოლო სიგრძე 90 მმ-ს. როგორც მეთოდის მოითხოვს, იგი სამი მხრიდან იყო თბოიზოლირებული, ხოლო ერთი ტორცული ზედაპირი ექსპერიმენტის დრო ინარჩუნებდა 40°C ტემპერატურას. ერთი ზედაპირიდან მეორე ზედაპირამდე მისული თბური ტალღის დრომ შესაბამისად შეადგინა: 27 და 47 წმ.



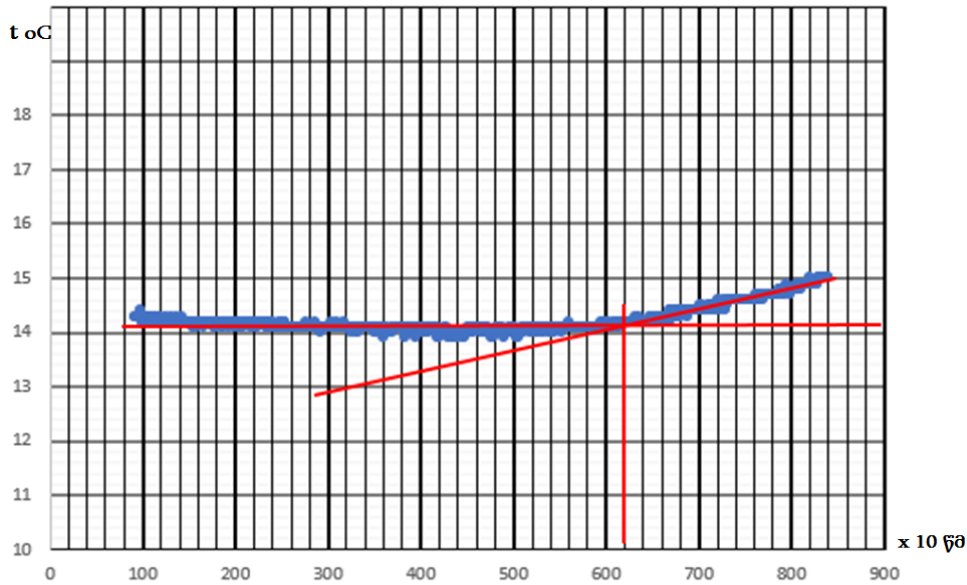
ნახ. 2. ტემპერატურის განაწილება ფოლადებში: CT. 20 და 45Г2

თეორიული და ექსპერიმენტალური შედეგების შედარებიდან ჩანს, რომ ლითონურ მასალებში, წარმოდგენილი მეთოდით გაზომილი თბოგამტარობის კოეფიციენტების ცდომილება არ აღემატება 1.6%-ს.

შემდგომ კვლევაში აღებული იქნა 330 მმ სიგრძის ფოლადი 45Г2 და 325 მმ სიგრძის გრანიტის ბლოკი. ექსპერიმენტების შედეგები ნაჩვენებია ნახ. 3 და 4-ზე.



ნახ. 3. ფოლად 45Г2-ის იზოლირებულ ზედაპირზე ტემპერატურის ცვლილება დროში



ნახ. 4. 325 მმ სიგრძის გრანიტის ბლოკის იზოლირებულ ზედაპირზე ტემპერატურის ცვლილება დროში

აღნიშნული მასალების მახასიათებლებია: 45Г2-ის სიმკვრივე $\rho=7800$ კგ/მ³, სითბოტევადობა $C_p=500$ ჯ/(კგK) და თბოგამტარობის კოეფიციენტი $\lambda=38.2$ ვტ/(მK), ხოლო გრანიტის სიმკვრივე $\rho=2700$ კგ/მ³, სითბოტევადობა $C_p=790$ ჯ/(კგK) და თბოგამტარობის კოეფიციენტი $\lambda=2.4$ ვტ/(მK).

ფოლად 45Г2-ის იზოლირებულ ზედაპირამდე ტალღის მისვლას დასჭირდა 700 წმ, ხოლო გრანიტში 5200 წმ. თეორიული გათვლები (1) განტოლების გამოყენებით იძლევა შემდეგ მონაცემებს: ფოლადისათვის 688 წმ და გრანიტისათვის 5300 წმ.

თეორიული და ექსპერიმენტული შედეგების შედარებიდან ჩანს, რომ წარმოდგენილი მეთოდიკით გაზომილი თბოგამტარობის კოეფიციენტების ცდომილება არ აღემატება ფოლადისთვის 1.6%-ს და გრანიტისათვის - 1.9%-ს.

იმისათვის, რომ ნაწილობრივ გაცხელებული კედლიდან შეფასდეს თბური ტალღის გავრცელების სიჩქარე კედლის მეორე ზედაპირამდე, საჭიროა ცალსახად განისაზღვროს იმ გასაცხელებელი წრიული ფართობის მინიმალური რადიუსი, სადაც თბური ნაკადის დენის წირები ცენტრალურ ნაწილში ერთმანეთის პარალელური დარჩება. ანუ შესაძლებელი იქნება გამოყენებულ იქნეს ერთგანზომილებიანი სითბოს გავრცელების პროცესის (1) განტოლება. ამ პირობას განსაზღვრავს შემდეგი ინტეგრალი:

$$\vartheta = \vartheta_0 \frac{2}{\pi} \int_0^\infty \frac{\sin(kR)}{k} J_0(kr) e^{-kz} dk.$$

დაბალი თბოგამტარობის მასალებისათვის, როდესაც $\lambda \leq 1.5$ ვტ/(მ.კ) უკანასკნელი განტოლების ინტეგრებით შესაძლებელია განისაზღვროს მარტივი დამოკიდებულება კედლის მინიმალური გასაცხელებელი ფართის R რადიუსსა და კედლის სისქეს შორის შემდეგი კრიტერიუმით:

$$R > \sqrt[5]{\pi/2} \cdot \delta_w,$$

სადაც δ_w კედლის სისქეა.

დასკვნა

ენერგოაუდიტის სტენდის შექმნა, რომელიც თბოგამტარობის კოეფიციენტის (λ) და თბური ენერჯის დანაკარგების ზუსტად განვსაზღვრის საშუალებას იძლევა, უზრუნველყოფს შესაბამისი გაზომვების ჩატარებას შენობების თბური მახასიათებლების, ენერჯის დანაკარგების და მყარი სათბობის ღუმელების ენერგოეფექტურობის დონის შეფასებას. ამ სტენდის გამოყენება შესაძლებელია იქნებაროგორც საველე პირობებში რეალურ დროში გაზომვების ჩასატარებლად და შესაბამისი მონაცემების შესანახად, ასევე სასწავლო ლაბორატორიაში საგანმანათლებლო მიზნითაც.

ლიტერატურა

1. საქართველოს კანონი “შენობების ენერგოეფექტურობის შესახებ”. 2021 წლის 10 ივნისის კანონი №626.
2. ქევხიშვილი ნ., ჯიშკარიანი თ., ჯავშანაშვილი ნ. თბოგამტარობის კოეფიციენტის განსაზღვრის მეთოდიკა არასტაციონარულ ტემპერატურულ რეჟიმში. Georgian Engineering News. No./2020 Tbilisi.
3. ქევხიშვილი ნ., კილურაძე ო., ივანია ნ., ჯავშანაშვილი ნ., ჯიშკარიანი თ. ენერგოაუდიტი საქართველოს რეგიონების საყოფაცხოვრებო სექტორში. სახელმძღვანელო. ISBN 978-9941-8-3889-7. გერმანიის საერთაშორისო თანამშრომლობის საზოგადოება (GIZ). 165 გვ. თბილისი 2021.
4. Теплопроводность сталей . Thermalinfo.ru.

METHODOLOGY FOR DETERMINING THE THERMAL CONDUCTIVITY COEFFICIENT OF A BUILDING LIMITING WALL AT A NON-STATIONARY TEMPERATURE MODE.

N. Kevkhishvili, T. Jishkariani, N. Javshanashvili, N. Invia, P. Skhirtladze.
"Energy". №4(100). 2021. Tbilisi. p.45-51. geo. sum geo. engl. rus.

The Law of Georgia on Energy Efficiency of Buildings emphasizes that the construction sector accounts for about 40% of the potential for energy savings, which means that the introduction of energy efficiency measures is the best way to reduce energy consumption in buildings. In the near future, all new buildings and/or their part, existing buildings and/or their part for sale, rent or lease, and all public buildings must meet with the requirements for almost zero energy consumption and must be subject to mandatory energy efficiency certification [1]. The energy efficiency certification of a building is carried out by independent experts who, based on energy audits, should determine heat losses from the buildings' envelope (walls, roof, floor, windows, doors), analyze the current energy consumption and develop all possible measures to reduce it. To calculate the amount of heat lost from the walls of a building, it is necessary to know the wall thickness and its thermal conductivity, which depends on the wall material and the current methods for its determination are entirely based on the use of stationary fields in laboratory conditions. This article describes the method of determining the coefficient λ - thermal conductivity, which is determined using the velocity of heat flow in a non-stationary temperature field, which allows on site determination of the thermal insulation characteristics of the buildings' wall.

Ill. 4, tabl. 1, bibl. 4.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ОГРАЖДАЮЩИХ СТЕН ЗДАНИЯ В НЕСТАЦИОНАРНОМ ТЕМПЕРАТУРНОМ РЕЖИМЕ.

Н. Кевхишвили, Т. Джшишкарариани, Н. Джавшанашивили, Н. Инвия, П. Схиртладзе.
"Энергия". №4(100). 2021. Тбилиси. с. 45-51. груз. реф. груз. англ. рус.

В законе Грузии „Об энергоэффективности зданий“ подчеркивается, что на строительный сектор приходится около 40% потенциала энергосбережения. Это говорит о том, что внедрение мер по повышению энергоэффективности в зданиях является наилучшим способом снижения энергопотребления. В ближайшем будущем все новые здания и/или их части, существующие здания и/или их часть для продажи или аренды, а также здания, используемые государственным учреждением, должны соответствовать требованиям к зданию с практически нулевым потреблением энергии и подлежать обязательной сертификации энергоэффективности [1]. Аттестацию энергоэффективности здания проводят независимые эксперты, которые на основании энергоаудита должны определить потери тепла от ограничительных конструкций (стены, крыша, пол, окна, двери), проанализировать текущую ситуацию с энергопотреблением и разработать все возможные меры по его снижению. В свою очередь, для расчета количества тепла, теряемого стенами здания необходимо знать их толщину и теплопроводность. Значение последней зависит от материала стенки и современных методов ее определения целиком основаны на использовании стационарных полей в лабораторных условиях. В приведенной методике определения коэффициента теплопроводности λ устанавливается по скорости распространения тепловой волны в нестационарном температурном поле, что позволяет определить теплоизоляционные характеристики стены по окружающим конструкциям постройки в реальных условиях.

Илл. 4, табл. 1, лит. 4 назв.

ელექტრომოწყობილობის დაცვის ზოგადი მიმოხილვა

პროფესორი *ზურაბი გობიანიძე*
პროფესორი *ბრიგოლი ხარშილაძე*
მაგისტრი *თემური ბახარია*

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ანოტაცია. *ნებისმიერი საწარმოს მიერ გამოშვებული პროდუქციის ხარისხი და რაოდენობა დამოკიდებულია ელექტრომოწყობილობის საიმედო და შეუფერხებელ მუშაობაზე. ელექტრომოწყობილობის ძირითად კვანძს წარმოადგენს ელექტრული მანქანები, რომელსაც მოჰყავს მოძრაობაში პროდუქციის დამამზადებელი ჩარხები. შესაბამისად ელექტრომანქანების დაცვა ელექტრული, მაგნიტური, მექანიკური და სხვა სახის უწესრიგობისაგან ძალზედ აქტუალური ამოცანაა.*

მოცემულ ნაშრომში გაანალიზებულია დღეისათვის დაცვების უარყოფითი მხარეები. მოცემულია მექანიკური უწესრიგობისაგან დაცვების ახალი მეთოდი, რათა ელექტრული მანქანები მუშაობდნენ საიმედოდ და შეუფერხებლად.

საკვანძო სიტყვები: *ძაბვა, სიმძლავრე, დენური დაცვა, კომბინირებული დაცვა, ხვიათშორისო იზოლაცია, ჰოლის გადამწოდი, თბური რელე.*

ელექტრომოწყობილობას მიეკუთვნება ელექტრული ძრავები, გენერატორები, ტრანსფორმატორები და ყველა ის ნაგებობა, სადაც ხდება მათი გამოყენება.

არსებობს უამრავი ტიპის დაცვები განსხვავებული პარამეტრებით. სწრაფმოქმედებით, საიმედოობით, სელექციურობით, შესრულების კლასით, ფორმით, შინაარსით და ა.შ. მიუხედავად ამისა ელექტრომოწყობილობა მაინც დაუცველია, ზიანდება ამა თუ იმ მიზეზების გამო და გამოდის მწყობრიდან.

თუ გამოვრიცხავთ სუბიექტური ხასიათის მოვლენებს, როგორცაა: ექსპლუატაციის წესების დარღვევა, კონსტრუქციული ხარვეზები, არასწორი მუშა რეჟიმების შერჩევა და ა.შ., მაშინ ელექტრომოწყობილობას სამი გლობალური მტერი ჰყავს: ძაბვა, დენი და მექანიკური ზემოქმედება.

ძაბვის ზეგავლენით ირღვევა ხვიათაშორისო ან საკორპუსო იზოლაცია; დენის ზემოქმედებით გამოიყოფა სითბო და დენგამტარი ნაწილი თბება. თუ თბოგაცემის და თბოგამოყოფის ბალანსი დარღვეულია, მაშინ დენგამტარი ნაწილის ტემპერატურა გაიზრდება და გაადნობს როგორც დენგამტარ ნაწილს, ასევე მაგნიტოგამტარსაც. მექანიკური ძალების ზემოქმედებით უძრავი და მოძრავი ნაწილები ენერჯის გარდაქმნის

ზონაში ეხებიან ერთმანეთს და მწყობრიდან გამოჰყავთ ელექტრომოწყობილობა. თუ გავაკეთებთ ელექტრომოწყობილობის ანალიზს, ლოკალური დაზიანების გამომწვევი მიზეზების ჩამონათვალი მრავალფეროვანი იქნება, კერძოდ: ელექტროენერჯის დაბალი ხარისხი, მაღალი ან დაბალი ძაბვა, სიხშირის ცვლილება, არასწორი მონტაჟი, კონსერვაციისა და შენახვის წესის დარღვევა, ტემპერატურის გაზრდა დასაშვებ ზღვრებზე ზემოთ, არასაკმარისი გაციება, დაბალი ან მაღალი გარემო ტემპერატურა, დაბალი ატმოსფერული წნევა, ხშირი ჩართვა-გამორთვა, დიდი ინერციის მომენტი, ტემპერატურის ნახტომისებური ზრდა, როტორის დამუხრუჭება კვების წყაროს მოქმედების შემთხვევაში, ფაზის დაკარგვა და ა.შ. [1].

მიუხედავად ზემოთქმულისა, ძირითადი მიზეზი ელექტრომოწყობილობის დაზიანებისა არის ელემენტარული საკითხების უცოდინარობა. ასე, მაგალითად, 60-იან წლებამდე ენერგეტიკაში გამოყენებული იყო დნობადი მცველებით დაცვა.

სამფაზა ელექტრული ძრავების კვების წყაროს წრედში ჩართული იყო დნობადი მცველები. თუ რაიმე მიზეზების გამო ერთი დნობადი მცველი დაზიანდებოდა, სამფაზა ძრავს უწყდებოდა ერთი ფაზის კვება, ხდებოდა დარჩენილი ორი ფაზის გადატვირთვა და ძრავი გამოდიოდა მწყობრიდან. დნობადი მცველები შეცვალა ავტომატურმა გამომრთველებმა, კონტაქტორებმა, გამშვებებმა, თბურმა დაცვებმა და ა.შ.

რაც შეეხება თბურ დაცვებს, ისინი ფართოდ გამოიყენება ძრავების დაცვისათვის. სამწუხაროდ, ხშირია შემთხვევები, როდესაც ბიმეტალზე აწყობილი თბური დაცვები თითონ ხდებიან დაზიანების მიზეზი. ასე, მაგალითად, თუ ელექტრომოწყობილობა დგას შენობაში, ან ღია ცის ქვეშ და გარემოს ტემპერატურა დაბალია, თბური დაცვა ვერ ასწრებს გახურებას, ხაზოვანი გაფართოება არ ხდება, არ ხდება დაცვის რეაგირება კონტაქტორის ან გამშვების კოჭაზე და მოწყობილობა გამოდის მწყობრიდან.

ხშირ შემთხვევაში მძლავრი ელექტრული ძრავების სამივე გრაგნილის შუბლურ ნაწილებში ამაგრებენ ტემპერატურულ სენსორებს. მათი ექსპლუატაციის ხანგრძლივობა (ჩართვა-გამორთვის ციკლი) შეზღუდულია. არც თუ ისე, იშვიათად ისინი გამოდიან მწყობრიდან, თითონ ხდებიან სითბოს წყაროები და აზიანებენ ძვრად ღირებულ ელექტრომოწყობილობას [2].

არასახარბიელო შემთხვევებია სიხშირული მართვის აპარატურის ექსპლუატაციის შემთხვევაში. სიხშირული მართვის აპარატურას აქვს შესაძლებლობა ცვალოს კვების წყაროს სიხშირე ფართო დიაპაზონით. მაგალითად, ნულიდან 100 ჰც-ის ფარგლებში. რაც შეეხება მომხმარებელს (ხშირ შემთხვევაში - სამფაზა ელექტრულ ძრავებს), ნორმალურ

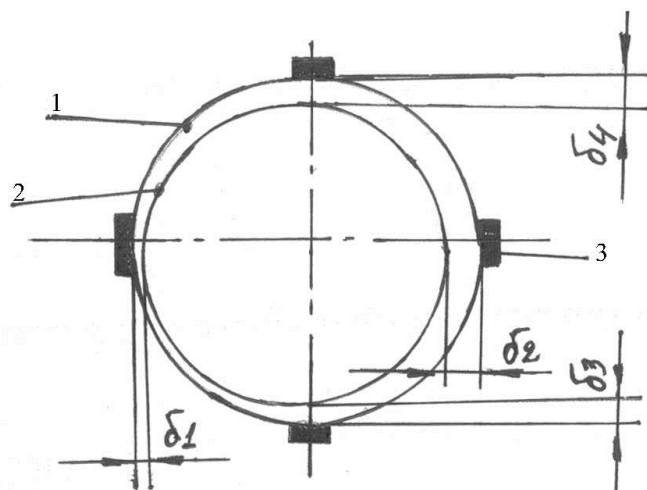
რეჟიმში მუშაობისათვის, რაზეც ქარხანა დამამზადებელი იძლევა გარანტიებს, აქვს $(-0,5 \div +1)$ ჰვ დასაშვები სიხშირე. ხშირია შემთხვევები, როდესაც ძრავი მუშაობს 75 ჰვ სიხშირეზე, რაც იწვევს უცილობლად ძრავის მექანიკურ დაზიანებას.

მექანიკური დაზიანებები ხშირ შემთხვევაში გამოწვეულია ლილვზე აქსიალური ძალების ზემოქმედებით.

როდესაც ღვედური გადაცემის დროს ლილვზე მოდებული აქსიალური ძალების სიდიდე აღემატება დასაშვებ მნიშვნელობებს, ხდება საკისრების და საკისრის ფარების ინტენსიური ცვეთა. შესაბამისად მცირდება საჰაერო ღრეჩოს სიდიდე ძალის ზემოქმედების მიმართულებით, ხოლო საწინააღმდეგო მიმართულებით მისი სიდიდე იზრდება (იხ. ნახაზი). არათანაბარი საჰაერო ღრეჩო წარმოშობს მაგნიტურ ასიმეტრიას. მიზიდულობის ძალა მოძრავ და უძრავ ნაწილებს შორის ნაწილდება არათანაბრად, რაც იწვევს დამატებით მექანიკურ უწყესრიგობას. საბოლოო შედეგი სავალალოა. მოძრავი და უძრავი ნაწილები ეხებიან ერთმანეთს და ძრავი გამოდის მწყობრიდან [3].

ასეთი ფატალური შედეგის თავიდან ასაცილებლად ორი მიზანშეწონილი ხერხის გამოყენებაა შესაძლებელი: 1) ჰოლის გადამწოდები; 2) ინდუქციური გადამწოდები.

საჭიროა საჰაერო ღრეჩოს სიდიდე გაკონტროლდეს ძრავის მთელი შიდა დიამეტრის გასწვრივ, ვერტიკალურად და ჰორიზონტალურად. ინდუქციური სენსორების მაგივრად შესაძლებელია გამოვიყენოთ ოთხი დამოუკიდებელი გრაგნილი, რომლებიც განაწილებილი იქნებიან მუშა გრაგნილებთან ერთად და კვებას მიიღებენ დამოუკიდებელი კვების წყაროდან.



ნახაზი. ჰოლის გადამწოდების განაწილების სქემა:

1 - უძრავი ნაწილი; 2 - მოძრავი ნაწილი; 3 - ჰოლის გადამწოდი

მოძრავ და უძრავ ნაწილებს შორის საჰაერო ღრეჩოს არათანაბრობის შემთხვევაში ჰოლის გადაძვოდებიდან მიღებული ინფორმაცია იქნება შესამჩნევად განსხვავებული, რაც იმაზე მეტყველებს, რომ საჭიროა გარკვეული ზომების მიღება, რომ ძრავი არ გამოვიდეს მწყობრიდან.

დასკვნა

1. ჩატარებულია ანალიზი ელექტრომოწყობილობის მწყობრიდან გამოსვლის ძირითადი გამომწვევი მიზეზების დასადგენად.

2. განხილულია საკითხები, რომლებიც ეხება ექსპლუატაციის წესების უხეშ დარღვევებს.

3. მოცემულია რეკომენდაციები, რომლის მიხედვით შესაძლებელია თავიდან ავიცილოთ ელექტრომოწყობილობის დაზიანება და მწყობრიდან გამოსვლა.

ლიტერატურა

1. Копылов И.П. Электрические машины. М.:Энергоатомиздат. 1986.
2. Иванов-Смоленский А.В. Электрические машины. М.:Энергия. 1980.
3. Радин В.И. Справочник. Асинхронные двигатели серии 4А. М.:Энергоиздат. 1982.

OVERVIEW OF POWER EQUIPMENT PROTECTION.

Z. Gobianidze, Gr.Kharshiladze, T. Gakharia

"Energy". №4(100). 2021. Tbilisi. p. 52-56. geo. sum geo. engl. rus.

The quality and quantity of the products produced by any enterprise depends on reliable and uninterrupted operation of the power equipment. The main units of the power equipment are the electric machines that drive the product producing machines. Therefore, the protection of the power equipment from electric, magnetic, mechanic and other types of malfunctions is a very urgent task.

Negative sides of the protections to-date are analyzed in the presented report. New method of protecting from mechanical malfunction so that the electric machines are running in a reliable and uninterrupted way is provided.

Ill. 1, bibl. 3.

ОБЩИЙ ОБЗОР ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ.

З.Гобианидзе, Гр.Харшиладзе, Т.Гахария.

"Энергия". №4(100). 2021. Тбилиси. с. 52-56. груз. реф. груз. англ. рус.

Успешное производство продукции любого предприятия зависит от надежной и безотказной работы электрооборудования.

Основным узлом электрооборудования являются электрические машины, которые приводят в движение станки, выпускающие продукцию предприятия. Следовательно, защита электрических машин от всевозможных неисправностей как электрического, магнитного, механического и прочего характера, является чрезвычайно актуальной задачей.

В работе анализируются отрицательные неполадки в практике защиты электрооборудования. Предлагается новый метод устранения механических неполадок электрической машины для их надежной эксплуатации.

Илл. 1, лит. 3 назв.

ტრანსფორმატორის საიზოლაციო სისტემის ღიაზონის ფინანსების სიდიდით

პროფესორი რამინ ჩიხლაძე
ასისტენტ-პროფესორი ქეთევან ჩიხლაძე
დოქტორანტი ზურაბ ჯანიაშვილი
დოქტორანტი ჯონი ბაბოშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ანოტაცია. განხილულია საიზოლაციო სისტემის წინააღმდეგობის დამოკიდებულება ძაბვის მოქმედების ხანგრძლივობაზე და სიდიდეზე. გამოყვანილია წინააღმდეგობის ტრადიციული სქემით გაზომვის შედეგებით საიზოლაციო სისტემის ცალკეული ზონის წინააღმდეგობის გამოთვლის ფორმულები. გამოკვლეულია გაზომვის სიზუსტის დამოკიდებულება ელექტროდების გადამოკლების დროის ხანგრძლივობაზე. კერძოდ, 10 და 15 წუთის განმავლობაში. შეფასებულია ამ შემთხვევაში გაზომილი და ფორმულებით გამოთვლილ სიდიდეებს შორის პროცენტული განსხვავება. შეფასებულია ამ განსხვავების დამოკიდებულება გაზომვის ძაბვის სიდიდესთან. კერძოდ, გაზომვის ძაბვის 2-ჯერ გაზრდით გაზომილ და გამოთვლილ სიდიდეებს შორის პროცენტული სხვაობა თითქმის 2-ჯერ იზრდება, მაგრამ ნორმაზე ნაკლებია.

საკვანძო სიტყვები: ტრანსფორმატორის საიზოლაციო სისტემა, იზოლაციის წინააღმდეგობა, გაზომვის ტრადიციული და ზონური სქემები, საიზოლაციო ზონის წინააღმდეგობის გამოთვლა.

მაღალი ძაბვის საიზოლაციო სისტემის მდგომარეობის შეფასება ძირითადად იზოლაციის წინააღმდეგობის (R) და დიელექტრიკული დანაკარგების ($tg \delta$) სიდიდის მიხედვით წარმოებს. მაგრამ თუ საიზოლაციო სისტემის მუშა ძაბვა 35 კვ-ს არ აღემატება, მაშინ საიზოლაციო სისტემის მდგომარეობას მხოლოდ იზოლაციის წინააღმდეგობის სიდიდის მიხედვით აფასებენ [1].

საიზოლაციო სისტემის წინააღმდეგობის განსაზღვრა იმფორმაციულია იმ შემთხვევაში, თუ საიზოლაციო სისტემა ერთ მთლიანს წარმოადგენს და არ შედგება რამოდენიმე ზონისგან (ელექტრული მანქანები). მაგრამ თუ დანადგარს სხვადასხვა სიდიდის ძაბვა გააჩნია (მაგალითად ტრანსფორმატორი - მაღალი, საშუალო და დაბალი ძაბვის გრაგნილები), მაშინ საიზოლაციო სისტემა რამოდენიმე ნაწილისგან (ზონისგან) შედგება. ამ ნაწილების დანიშნულებაა შექმნას იზოლაცია არა მარტო ავზთან, არამედ ერთმანეთთან, შესაბამისად მათ, როგორც საერთო, ასევე ინდივიდუალური დანიშნულება გააჩნია. იმისათვის, რომ

საერთო დანიშნულების მდგომარეობა შევაფასოთ, აუცილებელია ერთის მახასიათებელი განვსაზღვროთ დანარჩენის მიმართ (გაზომვის ტრადიციული), ხოლო ინდივიდუალური დანიშნულების შეფასებისას აუცილებელია ცალკეული ნაწილის (ზონის) მახასიათებლის განსაზღვრა. ამასთანავე უნდა გამოვრიცხოთ დანარჩენი ზონის გავლენა (გაზომვის სქემაში ხელსაწყოს ეკრანის გამოყენება) [2].

საიზოლაციო სისტემის წინაღობას მასზე მუდმივი ძაბვის მოქმედებით გამავალი დენის სიდიდე განსაზღვრავს, მაგრამ დენის სიდიდე დროის მიხედვით იცვლება და მისი სიდიდე ნებისმიერ შემთხვევაში გამჭოლი გამტარებლობის დენის და პოლარიზაციის დენების ჯამს წარმოადგენს. როგორც ცნობილია, პოლარიზაციის დენი პოლარიზაციის მექანიზმის დამყარების შემდეგ მცირდება და თანდათანობით მიილევა [3]. შესაბამისად იზოლაციის წინაღობას გამჭოლი გამტარებლობის დენი განსაზღვრავს, რომლის სიდიდე დენის მატარებლების ტიპის, ელექტრული ველის დამაბულობის და ძაბვის მოქმედების ხანგრძლივობის მიხედვით იცვლება. ეს უკანასკნელი ფაქტორი იმდენად მნიშვნელოვანია, რომ ზოგიერთ შემთხვევაში მისი სიდიდე ძაბვის მოქმედების დაწყებიდან 15 საათის შემდეგაც კი იზრდება [4].

სწრაფად მიმდინარე პოლარიზაციის პროცესები ძაბვის მოქმედებიდან რამოდენიმე წამის განმავლობაში დამყარებულია და შესაბამისი დენის სიდიდეც ნოლის ტოლია. ამ მომენტში დენის ან წინაღობის განსაზღვრა მისი არასტაბილურობის გამო შეუძლებელია. ამის გამო მახასიათებლების განსაზღვრა მიზანშეწონილია ძაბვის მოქმედებიდან 15 წამის შემდეგ. მას შესაბამისად R_{15} -ით აღნიშნავენ.

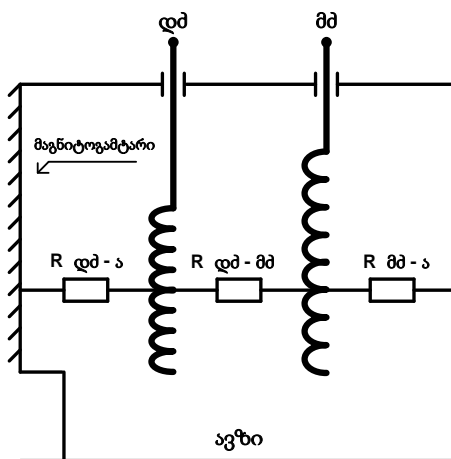
თუ წყლის მოლეკულების კონცენტრაცია საიზოლაციო სისტემაში მცირეა, მაშინ მათი მოძრაობით გამოწვეული მიგრაციული პოლარიზაცია, როგორც წესი, 60 წამის შემდეგ სრულებით დამყარებულია. შესაბამისად ათვლება წინაღობა R_{60} . ხოლო გამჭოლ გამტარებლობაში მონაწილე მინარევების რაოდენობა თანდათანობით მცირდება (ელექტროგაწმენდა), და ეს პროცესები დიელექტრიკაში ხანგრძლივად მიმდინარე პროცესებს მიეკუთვნება, რომლის ხანგრძლივობა 5 000 წამამდე გრძელდება, უფრო ინტენსიურად კი - 1500 წამამდეა. ამის გამო საიზოლაციო სისტემის წინაღობას 600 და 1200 წამის შემდეგ განსაზღვრავენ (R_{600} , R_{1200}). უფრო ხანგრძლივი გაზომვები, გაზომვის დიდი დროის გამო, მიუხედავად ინფორმაციულობისა მიზანშეწონილი არ არის და მხოლოდ ახლადშექმნილი საიზოლაციო სისტემის ფუნდამენტური გამოკვლევებისას გამოიყენება [5].

როგორც წესი, მაღალი ძაბვის ტრანსფორმატორების პასპორტში [6] და გაზომვის

საერთაშორისო ნორმაში [7] ან ჩვენთან მომქმედ ნორმებში [8] მხოლოდ ტრადიციული გაზომვის შედეგებია მოყვანილი და ექსპლუატაციაში გაზომვებს და შეფასებებს ამ სქემის მიხედვით ატარებენ. მაგრამ ტრადიციული სქემით გაზომვისას, როდესაც ერთი მახასიათებელი ყველას მიმართ იზომება, მაშინ ერთი ზონის დაბალი მახასიათებელი გადაფარულია მეორე კარგი ზონის მახასიათებლით, რის გამოც ზოგადი სურათით კონკრეტული ზონის მდგომარეობის შეფასება შეუძლებელია. ნებისმიერი ზონის მახასიათებლის ნორმაზე ნაკლები მნიშვნელობა მთელი საიზოლაციო სისტემის იმედიანობას ამცირებს. ამის გამო ზონური მეთოდით გაზომვა, ან ტრადიციული გაზომვის შედეგიდან ცალკეული ზონის მახასიათებლის გამოთვლა უფრო ინფორმაციულია, ვიდრე ტრადიციული სქემით გაზომვის შედეგები.

განვიხილოთ ორგრაგნილა ტრანსფორმატორის საიზოლაციო სისტემის ზონების ერთმანეთის მიმართ განლაგება და გაზომვის სქემაში მათი მონაწილეობა.

ტრადიციული გაზომვის შემთხვევაში დაბალი ძაბვის გრაგნილის საიზოლაციო სისტემის წინააღობა ერთმანეთთან ელექტრულად დაკავშირებული მაღალი ძაბვის გრაგნილის ($R_{დმ-მმ+ს}$) და ავზის მიმართ ($R_{დმ-ს}$) იზომება.



სურათი. ორგრაგნილა ტრანსფორმატორის საიზოლაციო სისტემის სქემა

ამ შემთხვევაში, ეს ორი წინააღობა ერთმანეთის მიმართ პარალელურად არიან განლაგებული და საერთო შედეგში, რომელიმე მათგანის როლის გამოხატვა შეუძლებელია. მსგავსი სურათი გვაქვს, როდესაც მაღალი ძაბვის გრაგნილის წინააღობას ($R_{მმ-დმ+ს}$) ვზომავთ დანარჩენის მიმართ, ან ელექტრულად გაერთიანებული მაღალი და დაბალი ძაბვის გრაგნილების წინააღობას ვზომავთ ავზის მიმართ. ამ სქემების ანალიზიდან ჩანს, რომ განხილული გაზომვის ტრადიციული სამივე სქემაში ერთიდაიგივე ზონის წინააღობა 2-ჯერ

მონაწილეობს, ანუ გვაქვს სამი განტოლება სამი უცნობით, $R_{\text{დ-ა}}$, $R_{\text{მ-ა}}$ და $R_{\text{მ-დ}}$, რაც საშუალებას გვაძლევს ამ განტოლებებიდან

$$\frac{1}{R_{\text{დ-მმ+ა}}} = \frac{1}{R_{\text{დ-ა}}} + \frac{1}{R_{\text{დ-მ}}};$$

$$\frac{1}{R_{\text{მ-დ+ა}}} = \frac{1}{R_{\text{მ-ა}}} + \frac{1}{R_{\text{დ-მ}}};$$

$$\frac{1}{R_{\text{მ+დ-ა}}} = \frac{1}{R_{\text{დ-ა}}} + \frac{1}{R_{\text{მ}}};$$

$$R_{\text{დ-ა}}, R_{\text{მ-ა}} \text{ და } R_{\text{მ-დ}}.$$

ცალსახად განვსაზღვროთ ცალკეული ზონის წინაღობა:

$$R_{\text{დ-მმ}} = \frac{2 \cdot R_{\text{დ-მმ+ა}} \cdot R_{\text{მ-დ+ა}} \cdot R_{\text{მ+დ-ა}}}{R_{\text{მ-დ+ა}} \cdot R_{\text{მ+დ-ა}} + R_{\text{დ-მმ+ა}} \cdot R_{\text{მ+დ-ა}} - R_{\text{დ-მმ+ა}} \cdot R_{\text{მ-დ+ა}}};$$

$$R_{\text{დ-ა}} = \frac{2R_{\text{დ-მმ+ა}} \cdot R_{\text{მ-დ+ა}} \cdot R_{\text{მ+დ-ა}}}{R_{\text{მ+დ-ა}} \cdot R_{\text{მ-დ+ა}} + R_{\text{დ-მმ+ა}} \cdot R_{\text{მ-დ+ა}} - R_{\text{დ-მმ+ა}} \cdot R_{\text{მ+დ-ა}}};$$

$$R_{\text{მ-ა}} = \frac{2R_{\text{დ-მმ+ა}} \cdot R_{\text{მ-დ+ა}} \cdot R_{\text{მ+დ-ა}}}{R_{\text{მ+დ-ა}} \cdot R_{\text{დ+მ+ა}} + R_{\text{მ-დ+ა}} \cdot R_{\text{დ-მმ+ა}} - R_{\text{მ-დ+ა}} \cdot R_{\text{მ+დ-ა}}}.$$

ამ ფორმულების სიზუსტის შესამოწმებლად მოვახდინეთ ზონური გაზომვის მეთოდით მიღებული შედეგების შედარება ტრადიციული სქემით გაზომილი შედეგებიდან გამოთვლილი შესაბამისი ზონის წინაღობასთან. ამასთანავე გავითვალისწინეთ გაზომვის ცდომილებაზე სხვადასხვა ფაქტორების გავლენა [8].

გამოსაკვლევ ობიექტად აღებული იყო კომპანია „ELETTROMECCANICA COLOMBO“-ს მიერ 2021 წელს დამზადებული TTO ტიპის 6/0,4 კვ ძაბვის და 630 კილოვატის სიმძლავრის ტრანსფორმატორი. საქარხნო ნომრით №18392, რომლის საიზოლაციო სისტემის მახასიათებლები საპასპორტო მონაცემით გაზომილი იყო 5000 ვოლტის მქონე მეგერით.

ჩვენ მიერ შედარების მიზნით გაზომვები ჩატარდა ტრადიციული და ზონური მეთოდით 2500 და 5000 ვოლტი ძაბვით. ასევე მოვახდინეთ შედარება ამ გაზომვების და გამოთვლის შედეგების.

წინაღობა გაზომილი და გამოთვლილი 2500 ვოლტით

ცხრილი 1

№	გასაზომი ზონა	გაზომილი შედეგი	გამოთვლილი ფორმულით	განსხვავება გამოთვლილსა და გაზომილს შორის %	
				შედეგი	ნორმა
1	დბ - მბ + ა	510	-	-	≤ 10
2	მბ - დბ + ა	1210	-	-	
3	დბ + მბ - ა	470	-	-	
4	დბ - ა	317	306	-3,6	
5	მბ - დბ	1500	1535	+2,4	
6	მბ - ა	1016	1006	-0,9	

წინაღობა გაზომილი და გამოთვლილი 5000 ვოლტით (მეგაომი)

ცხრილი 2

№	გასაზომი უბანი	გაზომილი შედეგი	გამოთვლილი ფორმულით	განსხვავება გამოთვლილსა და გაზომილს შორის %	
				შედეგი	ნორმა
1	დბ - მბ + ა	500			≤ 10
2	მბ - დბ + ა	1190			
3	დბ + მბ - ა	480			
4	დბ - ა	300	318	+5,7	
5	მბ - დბ	1295	1341	+3,5	
6	მბ - ა	1142	1082	-5,6	

ცალკეულ გაზომვებს შორის ყველა გრაგნილს ავზთან და მიწასთან ელექტრული დაკავშირების (გადამოკლების) ხანგრძლივობა მიღებულისგან [10] განსხვავებით 15 წუთს შეადგენდა, რის გამოც გაზომილსა და გამოთვლილ სიდიდეებს შორის სხვაობა მნიშვნელოვნად შემცირდა.

ორივე ცხრილიდან ჩანს, რომ გაზომვის და გამოთვლის შედეგები კარგად ემთხვევა ერთმანეთს, მაგრამ უნდა აღინიშნოს, რომ ამისთვის ზონური მეთოდებით გაზომვების ჩატარებისას უნდა გამოვრიცხოთ გარეშე ფაქტორების გავლენა და, რაც მთავარია, ელექტროდების გადამოკლების ხანგრძლივობა 15 წუთზე ნაკლები არ უნდა იყოს. ამ შემთხვევაში გაზომვების ჩატარების დრო მნიშვნელოვნად იზრდება. მაგრამ მიღებული შედეგები გაცილებით სარწმუნოა და ცალკეული ზონის მდგომარეობის შეფასებისას მნიშვნელოვანია.

საბოლოოდ შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ თუ გაზომვებს ზემოთ განხილული პირობების შესრულებით ჩავატარებთ, მაშინ ტრადიციული სქემით გაზომვის შედეგებით,

შეგვიძლია საიზოლაციო სისტემის ნებისმიერი ზონის წინააღმდეგობის სიდიდის დიდი სიზუსტით განსაზღვრა.

ლიტერატურა

1. ჩიხლაძე რ. იზოლაციის ელექტრული გამოცდა და დიაგნოსტიკა. „ტექნიკური უნივერსიტეტი. თბილისი. 2010.
2. ჩიხლაძე რ. მაღალი ძაბვის მოწყობილობების დიაგნოსტიკა. ტექნიკური უნივერსიტეტი. თბილისი. 2021.
3. ჩიხლაძე რ., ნაცვლიშვილი კ. ელექტროტექნიკური მასალები. ტექნიკური უნივერსიტეტი. თბილისი. 2007.
4. Кононенко А.И. Новый подход к контролю состояния электрической изоляции по результатам измерения восстановленного напряжения//Сборник научных трудов 5-й международной научно-технической конференции «Электрическая изоляция». 2020. Санкт-Петербург. 2010.
5. Вайда Д. Исследования повреждений изоляции. М.: Энергия. 1968.
6. ВБИЕ. 672834. 025 ИМ. Трансформаторы силовые – инструкция по монтажу и пуску изделия. М. 2018.
7. IEC 60076 INTERNATIONAL STANDART .Power transformers. Part 1. 2018.
8. Сборник методических пособий по контролю состояния электрооборудования. М. 2001.
9. Гост 3484.1-88 Трансформаторы силовые. Методы электромагнитных испытаний. М. 2017.
10. ჩიხლაძე რ., ჩიხლაძე ქ., ჯანაიშვილი ზ. ორგრაგნილა ტრანსფორმატორის საიზოლაციო სისტემის წინააღმდეგობის გაზომვის ტრადიციული და ზონური მეთოდების შედარება. II საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია „ენერგეტიკის თანამედროვე პრობლემები და მათი გადაწყვეტის გზები“. თბილისი. 2020.

DIAGNOSIS OF INSULATION SYSTEM OF TRANSFORMER BAY QUANTITY OF RESISTANCE.

R.Chikhladze, K.Chikhladze, Z.Janiashvili, J.Gaboshvili. "Energy". №4(100). 2021. Tbilisi. p. 57-63. geo. sum geo. engl. rus.

The paper considers the resistance of the insulation system according to the duration and magnitude of the impact of voltage. Formulas for calculating the resistance of a separate zone of the insulation system based on the results of measurements using the traditional resistance scheme is given. The measurement accuracy in terms of electrode shortening time is studied. Namely, ten to fifteen minutes. This paper estimates the percentage difference between the measured and calculated values. The dependence of this difference with the magnitude of the measurement voltage is evaluated. In particular, by doubling the measurement voltage, the percentage difference between the measured and calculated values almost doubles, but is less than the norm.

Ill. 1, tabl. 2, bibl. 10.

ДИАГНОСТИКА ИЗОЛЯЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ТРАНСФОРМАТОРА ВЕЛИЧИНОЙ СОПРОТИВЛЕНИЯ.

Р. Чихладзе, К. Чихладзе, З. Джаниашвили, Дж. Габошвили.

"Энергия". №4(100). 2021. Тбилиси. с. 57-63. груз. реф. груз. англ. рус.

Рассмотрена зависимость сопротивления системы изоляции от продолжительности и величины действия напряжения. Выведены формулы расчета сопротивления отдельной зоны системы изоляции по результатам традиционной схемы измерения сопротивления. Исследована зависимость точности измерения от времени укорачивания электродов, в частности, в течение 10 и 15 минут. Оценивается процентная разница между значениями, измеренными в этом случае, и рассчитанными формулами. Оценивается зависимость этой разницы от величины измеряемого напряжения. В частности, процентная разница между измеренными при удвоении измеряемого напряжения и расчетными значениями, почти удваивается, но меньше нормы.

Илл. 1, табл. 2, лит. 10 назв.

ჩს-11 ტიპის ელმავლის ენერგომეფექტური მართვის სისტემის გამოკვლევა საველე პირობებში

დოქტორანტი *გიორგი ხურცილავა*

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ანოტაცია. განხილულია ბორჯომ-ბაკურიანის რკინიგზაზე ენერჯის დაზოგვის მიზნით ჩს-11 ტიპის ელმავლის მართვის მოძველებული რელე-კონტაქტორული სისტემის თანამედროვე ენერგოეფექტური ელექტრონულ-იმპულსური მართვის სისტემით შეცვლის საკითხი. ელმავლის ორმისაბენიანი ვაგონით.

ექსპერიმენტული გარბენებით დადგინდა, რომ ელმავალი მართვის სისტემის მოდერნიზებული სქემით ტრასაზე ბორჯომი-ბაკურიანი მოიხმარს მნიშვნელოვნად ნაკლებ ელექტროენერჯიას, და ენერჯის დანაზოგი შეადგენს 279.3კვტ.სთ (48.6%).

საკვანძო სიტყვები: *ელმავალი, მართვის რელე-კონტაქტორული სისტემა, მართვის ელექტრონულ-იმპულსური სისტემა, ენერჯის დაზოგვა.*

ჩესური წარმოების ჩს-11 ტიპის ელმავალი მრავალი წელია ემსახურება ბორჯომი-ბაკურიანის ვიწროლიანდაგიან რკინიგზას. ელმავლის მოძველებული რელე-კონტაქტორული მართვის სისტემა ენერჯის დაზოგვის მიზნით შეიცვალა თანამედროვე ენერგოეფექტური ელექტრონულ-იმპულსური მართვით [1,2].

ნახ. 1-ზე ნაჩვენებია ჩს 11-ის წვევის ამძრავის გამარტივებული სტრუქტურული სქემა მართვის სისტემის მოდერნიზებამდე, ხოლო ნახ. 2-ზე კი - მისი სტრუქტურული სქემა მოდერნიზების შემდეგ.

ნახაზიდან ჩანს, რომ პანტოგრაფიდან მიღებული ძაბვა $U_{\text{ქს}}$ მოდებულია წვევის ძრავებზე $U_{\text{ძრ}}$ და მიმდევრობით ჩართულ რეზისტორზე $U_{\text{რეზ}}$. შესაბამისად

$$U_{\text{ქს}} = U_{\text{რეზ}} + U_{\text{ძრ}} . \quad (1)$$

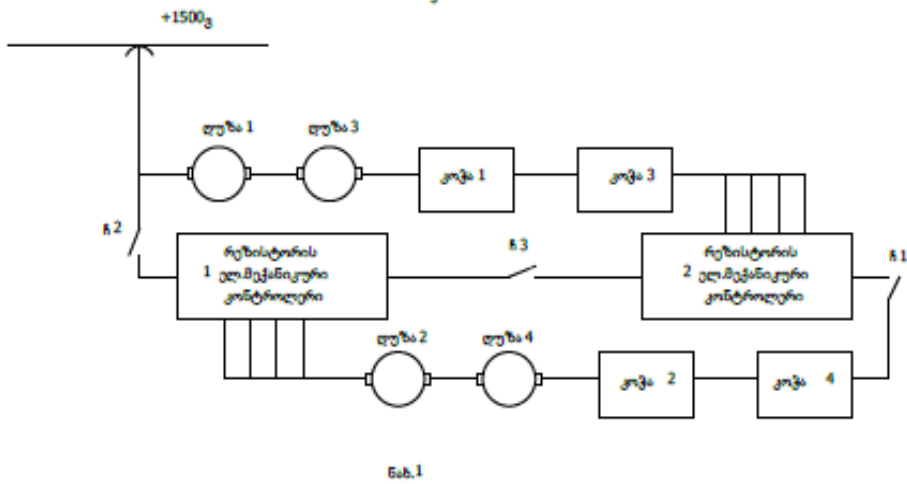
რაც შეეხება საერთო დენს, იგი განაწილდება წვევის ძრავებს და რეზისტორს შორის ისე, რომ რეზისტორში გამავალი დენის ძალა $I_{\text{რეზ}}$ ტოლია წვევის ძრავების ჯამური ($I_1 + I_2$) დენის (წვევის წრედი ჩართულია სერიეს-პარალელის მიხედვით):

$$I_{\text{რეზ}} = I_1 + I_2 . \quad (2)$$

წვევის ძრავების [3,4] წრედის მოხმარებული ჯამური სიმძლავრე $P_{\text{წ}}$ კი ტოლია:

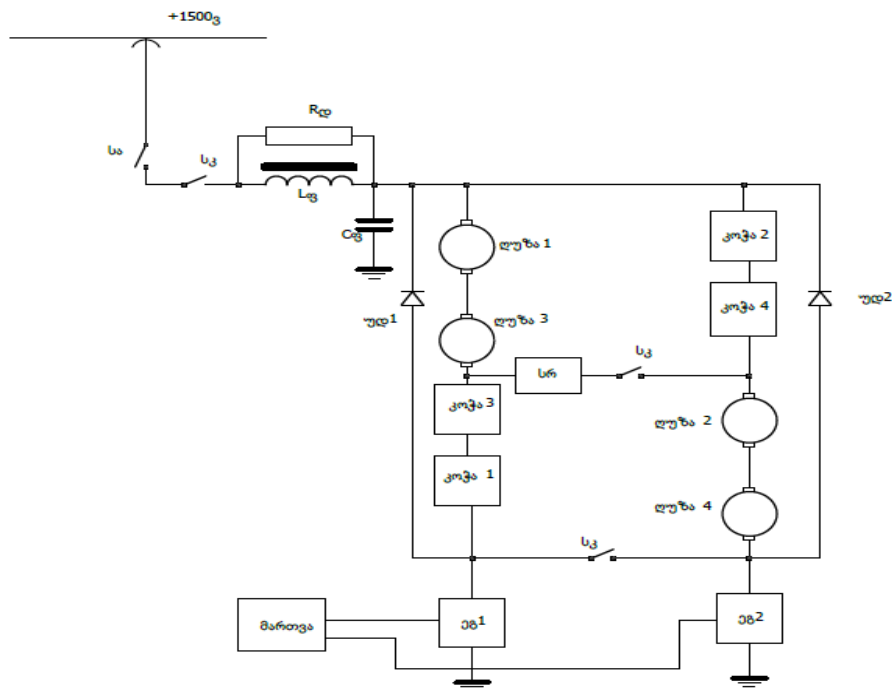
$$P_{\text{წ}} = P_{\text{რეზ}} + P_{\text{ძრ}} , \quad (3)$$

სადაც $P_{\text{რეზ}}$ - რეზისტორებზე გამოყოფილი სიმძლავრე, ხოლო $P_{\text{ძრ}}$ - წვევის ძრავების მიერ მოხმარებული სიმძლავრე (სასარგებლო სიმძლავრე).



ნახ. 1. ჩს-11 ტიპის ელმაგლის მართვის სისტემა მოდერნიზებამდე

ნახ. 2-ზე ნაჩვენებ ელმაგლის მართვის სისტემის მოდერნიზებულ სქემაში არ მონაწილეობს ე.წ. გამშვები რეზისტორები. ამიტომ $P_{რეზ} = 0$, რაც იმას ნიშნავს, რომ ელენერგიის დანაკარგები მნიშვნელოვნად არის შემცირებული, თუმცა არსებობს უმნიშვნელო დანაკარგები ძალოვან რეზისტორებზე, რომელიც შეიძლება უგულებელვყოთ. სამართლიანია ტოლობა $U_{ქს} \cdot I_{ქს} = U_{ძრ} \cdot I_{ძრ}$. მაშინ ქსელიდან წვეის წრედებზე დენის ძალა: $I_{ქს} = U_{ძრ} \cdot I_{ძრ} / U_{ქს}$.



ნახ. 2. ჩს-11 ტიპის ელმაგლის მართვის სისტემა მოდერნიზების შემდეგ

ნახ. 2–დან ჩანს, რომ მართვის ენერგოეფექტური მეთოდის გამოყენებით ქსელიდან მოთხოვნილი დენი და სიმძლავრე მით მცირეა, რაც უფრო მცირეა წვევის ძრავზე მოსული ძაბვა. ამიტომ დაბალი სიჩქარეებით მოძრაობისას პრაქტიკულად იმავე სიდიდის სიმძლავრე მოითხოვება ქსელიდან, რასაც მოიხმარს წვევის წრედები.

ჩატარებულია ძველი და ახალი მართვის სისტემებით აღჭურვილი ორი ელმაგლის საველე (პრაქტიკული) პირობებში ენერჯის მოხმარების მიხედვით შედარებითი საცდელი გარბენები. დაკვირვება მიმდინარეობდა ბორჯომი-ბაკურიანის რკინიგზის მონაკვეთებზე: ბორჯომი-წაღვერი; წაღვერი-ცემი; ცემი-ლიბანი; ლიბანი-საკოჭავი და საკოჭავი-ბაკურიანი. დაკვირვებებისათვის მონაკვეთები, თავის მხრივ, დაყოფილი იყო ცალკეულ უბნებად.

მართვის სისტემის ორივე სქემაში საერთო მოხმარებული დენი და ძაბვა იზომებოდა კომპანია LEM-ის მიერ დამზადებული დენისა და ძაბვის გადამწოდებით, რომელთაც გააჩნიათ:

- მაღალი სიზუსტე;
- მაღალი სწრაფმოქმედება;
- ავტომატური სისტემებისადმი კარგი შეგუებადობა;
- დაბალი ტემპერატურული დრეიფი;
- პარაზიტული მაგნიტური ველების ზემოქმედებისგან დაცვა;
- გალვანური იზოლაცია;
- მაღალი ტემპერატურული დიაპაზონი;
- მაღალი სიხშირული დიაპაზონი.

დაკვირვებების დროს გამოყენებული იყო ასევე, ელმაგლის დენის, ძაბვისა და სიჩქარის საზომი ანალიზატორი, რომელიც უზრუნველყოფს ანათვლების აღებას და დამახსოვრებას ხანგრძლივად დისკრეტულ რეჟიმში (მილიწმაში ერთხელ). მიღებული მონაცემების საფუძველზე პროგრამულად უზრუნველ-ყოფილია დენის ძალის, ძაბვის, სიმძლავრის, მოხმარებული ელექტროენერჯის და ელმაგლის სიჩქარის დროზე და კოორდინატზე დამოკიდებულის გრაფიკების აგება.

ბორჯომ-ბაკურიანის რკინიგზაზე მატარებელი მოძრაობდა აღმართზე საშუალო დახრილობით 35 მ/კმ. საშუალო სიჩქარე ტოლი იყო 13.67 კმ/სთ (რელიევის მიხედვით სიჩქარე იცვლებოდა 11 კმ/სთ-დან 15.6 კმ/სთ-მდე). მთლიანი მანძილის დაფარვას ელმაგალმა მონადღმა 2.7 სთ. სიჩქარის ცვლილების ვარიაციის კოეფიციენტი შეადგინა $CVar=17.2\%$ ($S=22.1$ კმ/სთ სტანდარტული გადახრის პირობებში). საშუალო ძაბვა ტოლი იყო 1470 ვ. ძაბვის ცვლილების ვარიაციის კოეფიციენტი ტოლი იყო $CVar=0.4\%$ ($S=5.24$ ვ სტანდარტული გადახრის პირობებში).

ცხრილში მოცემულია რკინიგზის ცალკეული უბნების მიხედვით დენის ძალის, მოხმარებული სიმძლავრის და ენერჯის ექსპერიმენტული მონაცემები ელმაველებისათვის მოდერნიზებამდე და მოდერნიზების შემდეგ.

ცალკეული უბნების მიხედვით დენის ძალის, მოხმარებული სიმძლავრის და ენერჯის ექსპერიმენტული მონაცემები

ცხრილი

უბანი	დენის ძალა, ამპერი		სიმძლავრე, კვტ.		ენერჯია, კვტ.სთ	
	მოდერნიზაციამდე	მოდერნიზაციის შემდეგ	მოდერნიზაციამდე	მოდერნიზაციის შემდეგ	მოდერნიზაციამდე	მოდერნიზაციის შემდეგ
ბორჯომი-წაღვერი	145.7	75.3	217.9	113.1	208.7	107.6
წაღვერი-ცემი	14.57	75.3	214.6	110.9	68.5	35.4
ცემი-ლიბანი	148.3	77.0	217.9	113.1	83.0	43.1
ლიბანი-საკოჭავი	150.0	78.4	219.5	114.7	98.7	51.6
საკოჭავი-ბაკურიანი	143.8	74.0	212.2	109.2	115.5	57.4
					574.4	295.1

ცხრილიდან ჩანს, რომ ელმაველის მოძველებული რელე-კონტაქტორული მართვის სქემის ნაცვლად, თანამედროვე ელექტრონულ-იმპულსური მართვის სქემის დანერგვით ერთი და იმავე პირობებში მოძრაობისას ელმაველი ტრასაზე ბორჯომიდან-ბაკურიანამდე მოიხმარს მნიშვნელოვნად ნაკლებ ელექტროენერჯას, და ენერჯის დანაზოგი შეადგენს $574.4 \text{ კვტ.სთ} - 295.1 \text{ კვტ.სთ} = 279.3 \text{ კვტ.სთ} (48.6\%)$

ლიტერატურა

1. Семенов Б.Ю. Силовая электроника. М.: Солон-Р. 2001.
2. Кереселидзе А.Е. и др. Электронные промышленные устройства. Тбилиси: Ганатлеба. 1990.
3. Розенфельд В.Е. и др. Теория электрической тяги. М.: Транспорт. 1983.
4. Тихменев Б.Н., Трахтман Л.М. Подвижной состав. М.: Транспорт. 1980.

RESEARCH OF AN EFFECTIVE MANAGEMENT SYSTEM OF ECS-11 LOCOMOTIVE IN FIELD CONDITIONS.

Gg. Khurtsilava. "Energy". №4(100). 2021. Tbilisi. p. 64-68. geo. sum geo. engl. rus.

The issue of replacing an outdated ECs-11 locomotive control relay-contact system on Borjomi-Bakuriani railway by modern power efficient electronic-impulse control system is reviewed. With double bottom locomotive wagon.

It was determined under experimental mileages that on Borjomi-Bakuriani route the locomotive equipped with modern control system circuit consumes significantly less electric power saving 279.3 kW/h (48.6%) electric power.

Ill. 2, tabl. 1, bibl. 4.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛОКОМОТИВА ТИПА ЧС-11.

Г. Хурцилава. "Энергия". №4(100). 2021. Тбилиси. с. 64-68. груз. реф. груз. англ. рус.

В целях энергосбережения на железной дороге Боржоми-Бакуриани обсуждается вопрос о замене устаревшей релейно-контактной системы управления локомотива типа ЧС-11 на современную энергоэффективную электронно-импульсную систему управления.

Опытный пробег локомотива показал, что модернизированная система управления локомотивом на маршруте Боржоми-Бакуриани, затрачивает значительно меньше электроэнергии и экономит 279,3 кВт.ч (48,6%).

Илл. 2, табл. 1, лит. 4.

მიკროქსელების ძაბვის პროფილის გაუმჯობესება
სტატიკური ვარ კომპენსატორებით

დოქტორანტი *თეონა ელიზარაშვილი*
პროფესორი *ბიორბი არზიანი*

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ანოტაცია: განხილულია განახლებად ენერგეტიკულ რესურსებზე მომუშავე მიკროქსელებში ძაბვის რეგულირების საკითხი. მოდელირებული მიკროქსელი შეიცავს მზის სადგურებს, ჰიდროელექტროსადგურებსა და დროში ცვალებადი ხასიათის ელექტრულ დატვირთვებს. ძაბვის მდორე რეგულირებისთვის გამოყენებულია სტატიკური ვარ კომპენსატორები. განხილულია როგორც ნორმალური და დინამიკური, ასევე კვაზიდინამიკური რეჟიმების შედეგები სახასიათო სცენარებისთვის. გაკეთებულია რეჟიმული პარამეტრების შედარება მიკროქსელში ძაბვის კლასიკური მეთოდით რეგულირებისა და სტატიკური ვარ კომპენსატორით რეგულირების შემთხვევებში.

საკვანძო სიტყვები: ელექტროსისტემა, ენერგორესურსი, მიკროქსელი, ძაბვა, კომპენსატორი,

მიკროქსელი არის ერთმანეთთან ელექტრულად დაკავშირებული ელექტრული დატვირთვებისა და გენერაციის წყაროების დეცენტრალიზებული ჯგუფი, რომელსაც შეუძლია ოპერირება ელექტროსისტემასთან სინქრონულ პარალელურ რეჟიმში, ან ავტონომიურად იზოლირებულ რეჟიმში ტექნიკური პარამეტრების სრული კონტროლით. განახლებად ენერგორესურსებზე მომუშავე მიკროქსელების განვითარება დიდ როლს თამაშობს სასაბურთო ემისიების შემცირებაში. ამასთან, მიკროქსელების განვითარება ეხმარება განაწილებული გენერაციის კონცეფციის გაფართოებასაც, რადგან ამ გზით ადგილი აქვს კონკრეტული რეგიონებისა თუ არეების ლოკალურ დაბალანსებას და ამავედროულად კაპიტალდევადი მაღალი ძაბვის გადამცემი სისტემების საინვესტიციო დანახარჯების თავიდან არიდებას.

მიუხედავად დიდი სარგებლისა და უპირატესობებისა, განახლებად რესურსებზე მომუშავე მიკროქსელების ინტენსიურ განვითარებას თან ახლავს რიგი ტექნიკური გამოწვევები. მიკროქსელების სტაბილური მუშაობისთვის აუცილებელია სიხშირისა და ძაბვის უწყვეტი კონტროლი. მძლავრ ელექტროსისტემებთან შედარებით, აღნიშნული პარამეტრების კონტროლი მიკროქსელებში გაცილებით რთულია, მცირე ინერციისა და განახლებადი ელექტროსადგურების გამოუმუშავების დროში ცვალებადი ხასიათის გამო. ამას ემატება მიკროქსელებში არსებული დატვირთვების დროში ცვალებადი ბუნება, რაც კიდევ უფრო ამძაფრებს რეჟიმის პარამეტრების მკაცრი კონტროლის აუცილებლობას. აღნიშნულიდან გამომდინარე, მიკროქსელების ფორმირებისას განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს ელექტრორეჟიმის პარამეტრების დასაშვებ პურნალი "ენერჯია" №4(100). 2021

ზღვრებში შენარჩუნებას, რათა თავიდან იქნას არიდებული მიკროქსელების გათიშვა.

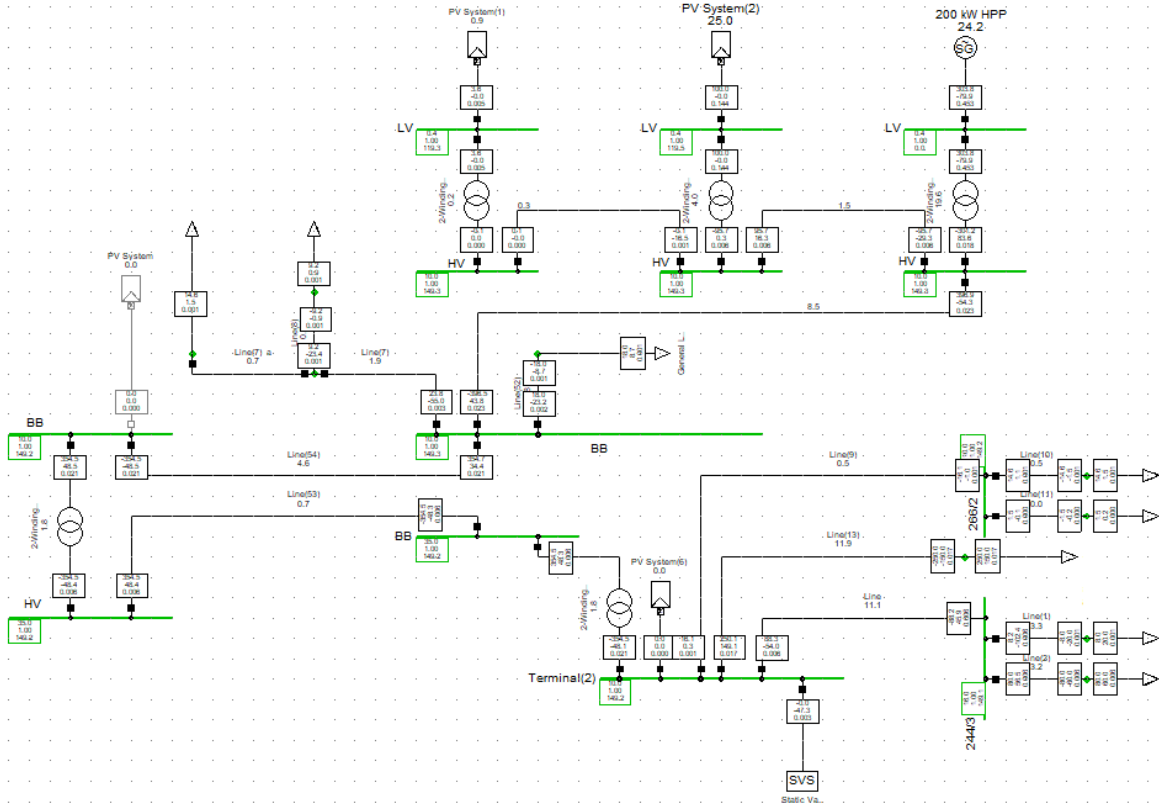
სტატიაში განხილულია მიკროქსელის მოდელი (ნახ. 1), რომელშიც ინტეგრირებულია განახლებადი ენერჯის წყაროები დროში ცვალებადი სიმძლავრით და ასევე ცვალებადი ხასიათის მქონე ელექტრული დატვირთვები. აღსანიშნავია, რომ როგორც დატვირთვები, ასევე გენერაციის ობიექტები უმეტესად მიერთებულია დაბალ ძაბვაზე (0.4კვ). ქსელი შეიცავს 10 და 35 კვ ძაბვის ელემენტებსაც. მოდელირებულ მიკროქსელში ელექტროენერჯის გამომუშავება ხდება მცირე სიმძლავრის მზის რამდენიმე ელექტროსადგურითა და ჰიდროელექტროსადგურით. მზის სადგურის მიერ გამომუშავებული სიმძლავრე და ძაბვა მის სალტეზე ძლიერ არის დამოკიდებული მზის გამოსხივებაზე. შესაბამისად ძაბვის ამპლიტუდა არ არის მუდმივი სიდიდის და იცვლება საკმაოდ დიდ დიაპაზონში. აღნიშნული ნეგატიურ გავლენას ახდენს მიკროქსელის კვანძების დაბეჭდვაზე. გარდა ამისა, ძაბვის რეგულირების კუთხით პრობლემას ქმნის ცვალებადი დატვირთვების მუშაობით გამოწვეული ხანმოკლე ძაბვის ვარდნა და გაზრდა.

ქსელში არსებულ ჰიდროელექტროსადგური არეგულირებს ძაბვას თავის სალტეზე, მაგრამ მისი გავლენა ელექტრულად დაშორებული დატვირთვების ძაბვის პროფილზე მინიმალურია. ამასთან, რიგ სახასიათო რეჟიმებში მოშორებულ კვანძებში ნომინალური ძაბვების მისაღებად ჰესის სალტის ძაბვა უნდა აღემატებოდეს დასაშვებ ზღვრებს, რაც ტექნიკურად მიუღებელია. ძაბვის რეგულირებისთვის ასევე შესაძლებელია ტრანსფორმატორების დატვირთვის ქვეშ ძაბვის რეგულირების მოწყობილობების გამოყენება, მაგრამ მათი ხშირი გადართვა მოწყობილობების ინტენისურ ცვეთასა და ნაადრევ დაბერებას იწვევს. ამასთან, ძაბვის სწრაფ ცვლილებებზე მათი რეაგირება არაეფექტურია გადართვის მექანიკური პროცესის დაყოვნების გამო.

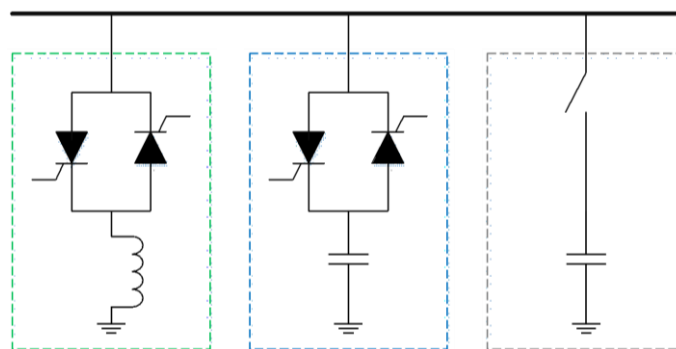
ყოველივე აღნიშნულიდან გამომდინარე, ასეთი ტიპის მიკროქსელში ძაბვის რეგულირებისთვის აუცილებელია სწრაფმოქმედი და მდორე რეგულირების მქონე რეგულატორების გამოყენება. ასეთი ტიპის მოწყობილობები ძირითადად გვხვდება მოქნილი ელექტროგადაცემის სისტემებში (FACTS devices). ამ მიზნით მოდელირებული მიკროქსელისთვის შერჩეულია სტატიკური ვარ კომპენსატორი, რომელიც შესრულებულია ტირისტორულ ბაზაზე. კომპენსატორის მოდელის ცალხაზოვანი დიაგრამა ნაჩვენებია ნახ. 2-ზე.

სტატიკური ვარ კომპენსატორი შეიცავს სამ ძირითად მოდულს. მათგან ორი არის ტევადური, ხოლო ერთი - ინდუქციური ბუნების. ინდუქციური მოდულისა და ერთ-ერთი ტევადური მოდულის რეგულირება ხდება ტირისტორებით, ხოლო მეორე ტევადური მოდული მექანიკური კომუტაციით არის სისტემაზე მიერთებული. ინდუქციური მოდული მუშაობს მაღალი ძაბვის რეჟიმებში, რაც ძირითადად შეესაბამება ღამის მინიმუმის

საათებს, ხოლო ტევადური მოდულები დაბალი ძაბვის რეჟიმებში, რაც შეესაბამება პიკური დატვირთვებისა და დღე-ღამის დანარჩენი საათების რეჟიმებს. აღნიშნულ ქსელში უფრო მაღალი გამოყენების კოეფიციენტი აქვს ტევადურ მოდულებს, რადგან ძირითადი პრობლემა უმეტესწილად დაკავშირებულია დაბალი ძაბვის რეჟიმებთან.

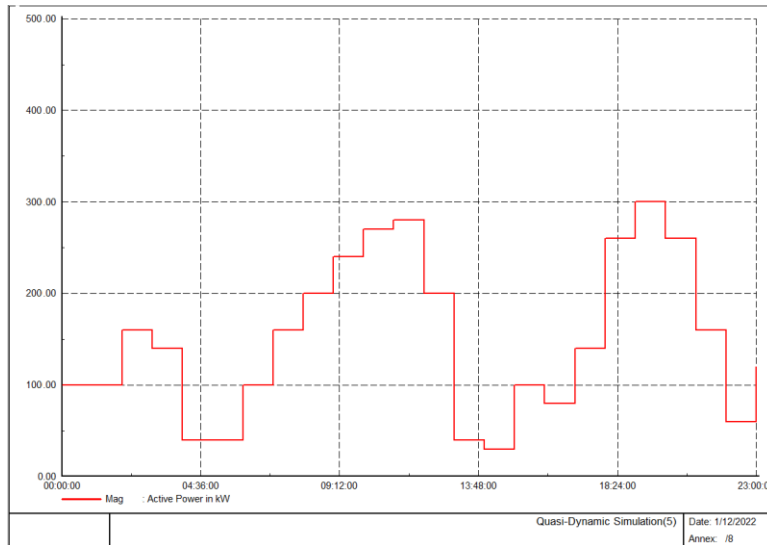


ნახ. 1. მოდელირებული მიკროქსელი



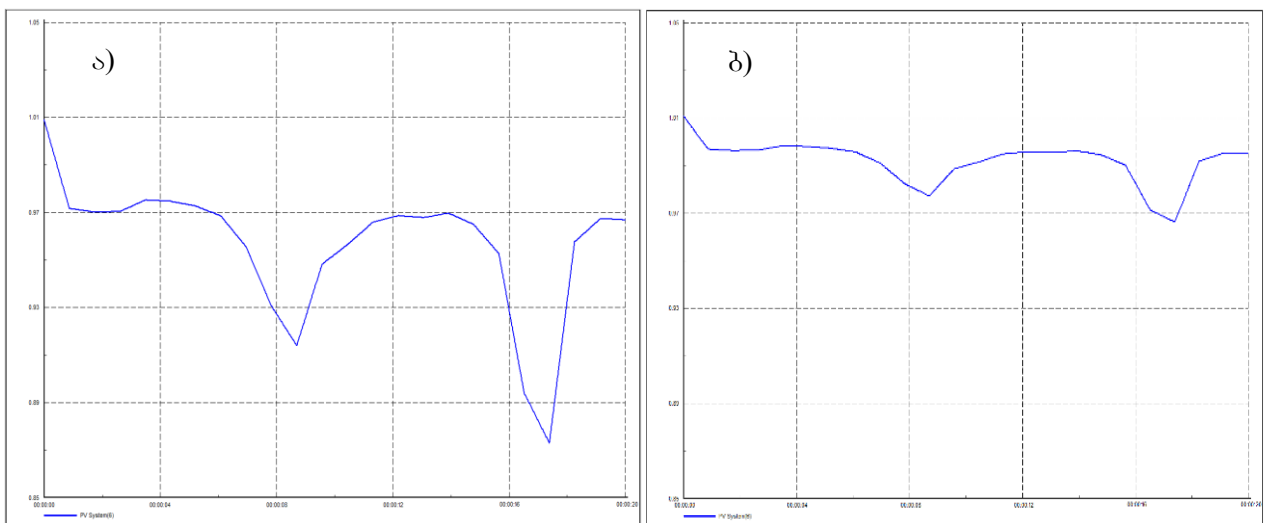
ნახ. 2. სტატიკური კომპენსატორის მოდელის ცალხაზოვანი დიაგრამა

მიკროქსელის ერთი სეგმენტისთვის დატვირთვის აგრევირებული მონაცემები 24 საათიან კვაზიდინამიკურ პერსპექტივაში ნაჩვენებია ნახ. 3-ზე. როგორც ამ ნახაზიდან ჩანს მისი ცვლილების დიაპაზონი 35 დან 300 კვტ-მდეა.



ნახ. 3. დატვირთვის კვაზი-დინამიკური მრუდი

ნახ. 4-ზე ნაჩვენებია მოდელირებულ მიკროქსელში დატვირთვის სალტეზე ძაბვის ცვლილების სურათი სტატიკური კომპენსატორის გარეშე და სტატიკური კომპენსატორის გათვალისწინებით.



ნახ. 4. მომხმარებლის ძაბვა: ა) სტატიკური კომპენსატორის ინტეგრაციამდე; ბ) სტატიკური კომპენსატორის ინტეგრაციის შემდეგ

როგორც ნახაზიდან ჩანს, პირველ შემთხვევაში ძაბვის ცვლილების დიაპაზონი საკმაოდ დიდია და ძაბვის მნიშვნელობა სცილდება ნომინალურად დასაშვებ ქვედა ზღვარს. მეორე შემთხვევაში აშკარაა, რომ სტატიკური კომპენსატორი ინარჩუნებს სალტის ძაბვას საკმაოდ ვიწრო დიაპაზონში, პრაქტიკულად 1 ფარდობით ერთეულთან ახლოს.

გარდა ძაბვის გაუმჯობესებული რეგულირებისა, სტატიკური კომპენსატორების მიკროქსელებში გამოყენება აუმჯობესებს რეჟიმის პარამეტრებს აქტიური დანაკარგების

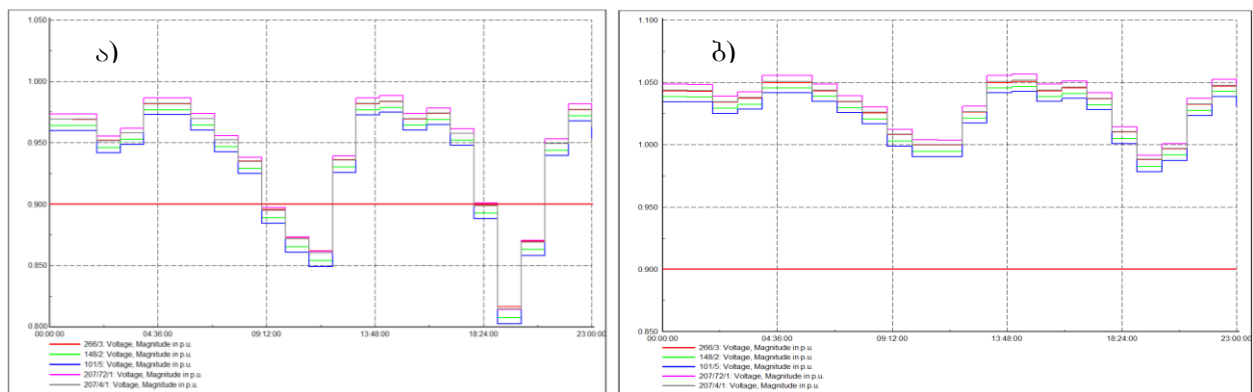
კუთხითაც. ნახ. 5-ზე ნაჩვენებია ელექტრორეჟიმების პარამეტრების შემაჯამებელი რეპორტები ასევე ორი შემთხვევისთვის: სტატიკური კომპენსატორის გარეშე და სტატიკური კომპენსატორის გათვალისწინებით.

ა) Study				ბ) Study			
Grid: Grid		System Stage: Grid		Grid: Grid		System Stage: Grid	
Summary				Summary			
No. of Substations	12	No. of Busbars	15	No. of Substations	12	No. of Busbars	15
No. of 2-w Trfs.	7	No. of 3-w Trfs.	0	No. of 2-w Trfs.	7	No. of 3-w Trfs.	0
No. of Loads	33	No. of Shunts	1	No. of Loads	33	No. of Shunts	1
Generation	= 738.75 kW	-346.91 kvar		Generation	= 712.62 kW	-83.49 kvar	
External Infeed	= 0.00 kW	-4800.00 kvar		External Infeed	= 0.00 kW	-4800.00 kvar	
Inter Grid Flow	= 0.00 kW	0.00 kvar		Inter Grid Flow	= 0.00 kW	0.00 kvar	
Load P(U)	= 694.80 kW	587.86 kvar		Load P(U)	= 694.80 kW	587.86 kvar	
Load P(Un)	= 694.80 kW	587.86 kvar		Load P(Un)	= 694.80 kW	587.86 kvar	
Load P(Un-U)	= -0.00 kW	0.00 kvar		Load P(Un-U)	= 0.00 kW	0.00 kvar	
Motor Load	= 0.00 kW	0.00 kvar		Motor Load	= 0.00 kW	0.00 kvar	
Grid Losses	= 43.95 kW	-936.31 kvar		Grid Losses	= 17.82 kW	-545.21 kvar	
Line Charging	=	-984.03 kvar		Line Charging	=	-569.41 kvar	
Compensation ind.	=	1.54 kvar		Compensation ind.	=	0.00 kvar	
Compensation cap.	=	-4800.00 kvar		Compensation cap.	=	-4926.14 kvar	
Installed Capacity	= 1280.00 kW			Installed Capacity	= 1280.00 kW		
Spinning Reserve	= 301.25 kW			Spinning Reserve	= 327.38 kW		
Total Power Factor:				Total Power Factor:			
Generation	= 0.91 [-]			Generation	= 0.99 [-]		
Load/Motor	= 0.76 / 0.00 [-]			Load/Motor	= 0.76 / 0.00 [-]		

ნახ. 5. მიკროქსელის რეჟიმის პარამეტრების შემაჯამებელი რეპორტი: ა) სტატიკური კომპენსატორის გარეშე; ბ) სტატიკური კომპენსატორით

როგორც ნახ. 5-დან ჩანს, სტატიკური კომპენსატორის ინტეგრაციის შემდეგ მიკროქსელის ჯამური აქტიური დანაკარგები 43.95 კვტ-დან 17.82 კვტ-მდე ეცემა. ამით უმჯობესდება ელექტრული ქსელის ეფექტურობა, რაც აისახება ქსელის ჯამურ გენერაციაზე, რომელიც დატვირთვის ერთსა და იმავე რეჟიმში 26 კვტ-ით მცირდება.

ნახ. 6-ზე ნაჩვენებია 24 სთ-იანი კვაზიდინამიკური რეჟიმების შედარება ასევე ორი სცენარისთვის.



ნახ. 6. 24 საათიანი კვაზიდინამიკური რეჟიმები: ა) სტატიკური კომპენსატორის გარეშე; ბ) სტატიკური კომპენსატორით

კვაზიდინამიკური მრუდებიდან ნათლად ჩანს სტატიკური კომპენსატორის დადებითი გავლენა არა მხოლოდ დატვირთვის ერთ კონკრეტულ კვანძზე, არამედ პრაქტიკულად მიკროქსელის ელექტრულად ურთიერთდაშორებული კვანძების დაბების პროფილზეც კი. ნახ. ნ.ა -დან შეიმჩნევა, რომ დატვირთვის პიკურ საათებში ადგილი აქვს დაბების გადახრას დასაშვები ნორმებიდან, რაც სრულიად არის გამოსწორებული სტატიკური კომპენსატორის ინტეგრაციის შემდეგ.

ამრიგად, დასკვნის სახით შეიძლება ითქვას, რომ განახლებად ენერგეტიკულ რესურსებზე მომუშავე მიკროქსელებში დაბვის რეგულირების საკითხის გადაჭრისთვის ერთ-ერთი ყველაზე ეფექტური გზა არის სტატიკური ვარ კომპენსატორების გამოყენება. რაც შეეხება მიკროქსელებში სიხშირის რეგულირებას, ეს საკითხი ცალკე განხილვისა და შესწავლის საგანია რაზეც ავტორები ამჟამად მუშაობენ.

IMPROVEMENT OF VOLTAGE PROFILE IN MICROGRIDS USING STATIC VAR COMPENSATORS.

T.Elizarashvili, G.Arziani. "Energy". №4(100). 2021. Tbilisi. p. 69-74. geo. sum geo. engl. rus.

The article discusses the issue of voltage control in microgrids operating on renewable energy sources. The modeled microgrid consists of solar power plants, hydropower plants, and load centers of a variable nature over time. The models of static var compensators are used for voltage regulation. Results of load-flow, dynamics and quasi dynamics simulations are presented and analyzed. Comparative analysis of electrical regime parameters is conducted for two specific scenarios: grid voltage control by classical method and grid voltage control by using the static var compensators.

Илл. 6.

УЛУЧШЕНИЕ ПРОФИЛЯ НАПРЯЖЕНИЯ МИКРОСЕТЕЙ СО СТАТИЧЕСКИМИ VAR КОМПЕНСАТОРАМИ.

Т.Элизарашвили, Г.Арзиани. "Энергия". №4(100). 2021. Тбилиси. с. 69-74. груз. реф. груз. англ. рус.

Рассматривается вопрос управления напряжением в микросетях, работающих на возобновляемых источниках энергии. Смоделированная микросеть состоит из солнечных электростанций, гидроэлектростанций и центров нагрузки, характер которых меняется во времени. Модели статических компенсаторов реактивной мощности используются для регулирования напряжения. Обсуждаются результаты как нормального и динамического, так и квази-динамического режимов для характерных сценариев. Сравнительный анализ параметров электрического режима проведен для двух конкретных сценариях: регулирование напряжения в сети классическим методом и управление напряжением в сети с помощью статических компенсаторов реактивной мощности.

Илл. 6.

**სიმპლაზრის დანაკარგების შეფასება ამორფულ-ზეგამტარულ
შეთავსებულ ტრანსფორმატორულ კალოვან გამამართველში
ბარდამავალი პროცესების საფუძველზე**

ტექ. მეცნ. დოქტორი, პროფესორი *თამაზ კონკიძე*
დოქტორანტი *მალხაზ ხახანოვი*

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ანოტაცია. შეფასებულია სიმპლაზრის დანაკარგები ამორფულ-ზეგამტარულ შეთავსებულ ტრანსფორმატორულ ძალოვან გამმართველში გარდამავალი პროცესების საფუძველზე. მიღებულია დანაკარგების საანგარიშო გამოსახულება. გამოსახულებიდან ჩანს, რომ დანაკარგები დამოკიდებულია სქემის კონფიგურაციაზე და მის ყველა პარამეტრებზე, როგორცაა დატვირთვის ინდუქციურობა, ტრანსფორმატორის შტოების ინდუქციურობა, მკვებავი ცვლადი დენის სიხშირე. მათი გაზრდით შესაბამისად იზრდება დანაკარგები. პირიქით, გადამრთველი ელემენტის აქტიური წინაღობის გაზრდით ნორმალურ მდგომარეობაში მცირდება დანაკარგები.

დადგენილია, რომ სიმპლაზრის დანაკარგები და შესაბამისად მარგი ქმედების კოეფიციენტი გამმართველში დამოკიდებულია არა მხოლოდ გამმართველის სქემის პარამეტრებზე, არამედ დატვირთვის ინდუქციურობაზე. ამიტომ გამმართველის ოპტიმიზაცია დატვირთვის გათვალისწინების გარეშე დაუშვებელია.

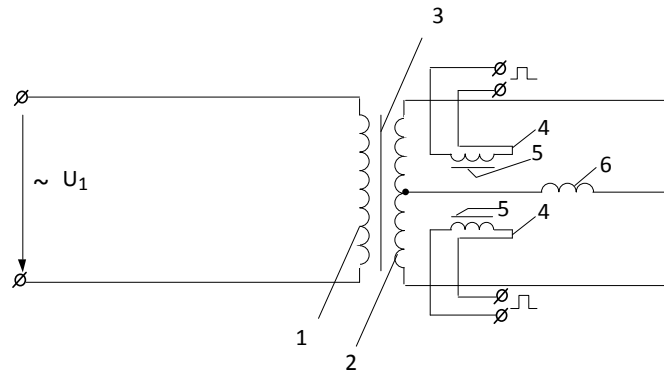
საკვანძო სიტყვები: *ამორფული, ზეგამტარული, შეთავსებული, გარდამავალი, დანაკარგები.*

ნახ. 1-ზე ნაჩვენებია პრინციპული ელექტრული სქემა შეთავსებული ძალოვანი ზეგამტარული გამმართველის ნულოვანი გამომყვანით, მრავალძარღვიანი ზეგამტარული სადენიანი გრაგნილებით და ამორფული გულარებით [1]. მოწყობილობა შეიცავს ამორფულ გულარას 3, რომლის კილოში მოთავსებულია პირველადი 1 და მეორადი 2 გრაგნილები. მართვის გრაგნილი 4 მოთავსებულია დამატებით ამორფულ გულარაზე 5. ზეგამტარული მაგნიტური სისტემა 6 შეერთებულია მეორადი გრაგნილის შუა წერტილთან. მოწყობილობა მუშაობს შემდეგი სახით.

პირველადი გრაგნილის 1 ჩართვის დროს ცვლადი დენის ქსელში, ამორფულ გულარაში 3 წარმოიქმნება ძირითადი მაგნიტური ნაკადი, მეორად გრაგნილში 2 ინდუქცირდება ცვლადი ე.მ.ძ. და დენი.

მართვის გრაგნილის 4 საშუალებით მეორადი გრაგნილი 2 გადადის რეზისტულ მდგომარეობაში დენური მართკუთხა იმპულსებით იმგვარად, რომ დატვირთვაში 6 დენს ორივე ნახევარპერიოდის განმავლობაში გააჩნია ერთნაირი ნიშანი, ე.ი. ერთ ნახევარ-

პერიოდში მეორადი გრაგნილის ერთი ნაწილი ღიაა, ხოლო მეორე ნახევარპერიოდში მეორადი გრაგნილის მეორე ნაწილი ჩაკეტილია, რითაც ხდება დამუხტვის უზრუნველყოფა მუდმივი დენით ზეგამტარული მაგნიტური სისტემის 6.



ნახ. 1. პრინციპული ელექტრული სქემა ამორფულ-ზეგამტარული შეთავსებული ტრანსფორმატორული ძალოვანი გამმართველის

ნახ. 2 ნაჩვენებია ჩანაცვლების სქემა მოწყობილობის ნახ. 1 მიხედვით სხვადასხვა დროის ინტერვალებისთვის. მიღებულია შემდეგი აღნიშვნები: L - ზეგამტარული დატვირთვის ინდუქციურობა, ჰნ; L_S -შტოს ინდუქციურობა, რომელიც შეიცავს ტრანსფორმატორის მეორადი გრაგნილის ნახევარს; e_1, e_2 -ე.მ.ძ., შექმნილი ტრანსფორმატორის მეორადი გრაგნილების თითოეულ ნახევარში; r - აქტიური წინაღობა ტრანსფორმატორის მეორადი გრაგნილის (გადამრთველი ელემენტის) ნორმალურ მდგომარეობაში; i_{11}, i_{22} - დენები შტოებში; i_{33} -დატვირთვის დენი; i_1, i_2 -კონტურული დენები.

ჩართვის მომენტში $t = t_0$ (ნახ. 2,ა) დენები ყველა შტოებში ტოლია ნულის, დატვირთვა და ტრანსფორმატორის მეორადი გრაგნილების ერთი შტო იმყოფება ზეგამტარულ მდგომარეობაში, ხოლო მეორე შტო წარმოადგენს თავის წრედში გადამრთველ ელემენტს და იმყოფება ნორმალურ მდგომარეობაში r წინაღობით. ანგარიშის გამარტივებისათვის განვიხილავთ ე.მ.ძ. მართკუთხა ფორმის.

გარდამავალი პროცესის დიფერენციალურ განტოლებას ნახ. 2,ა-ის სქემისათვის გააჩნია შემდეგი სახე [2]:

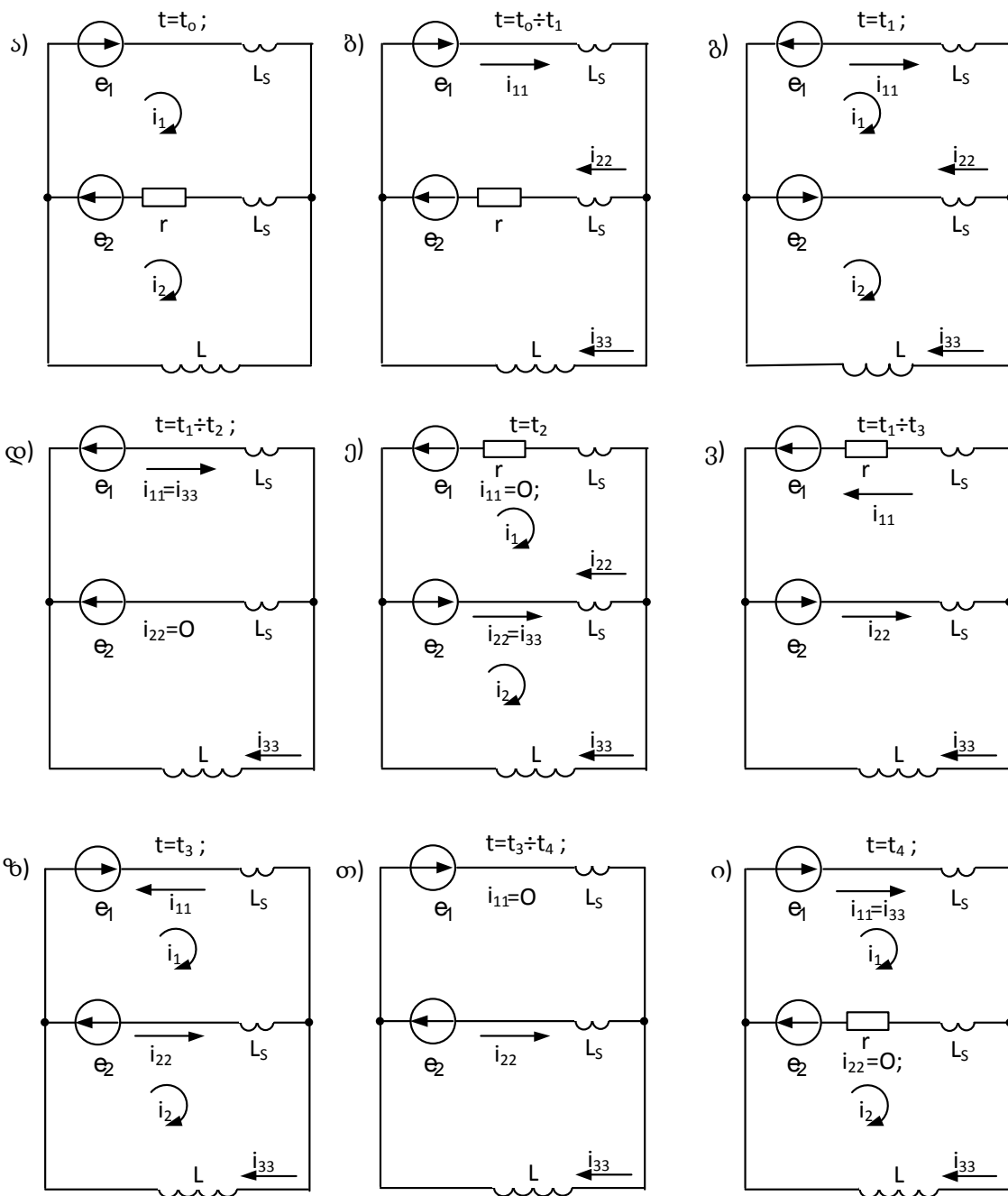
$$2L_S \frac{di_1}{dt} + i_1 r - L_S \frac{di_2}{dt} - i_2 r = 2e_1 ; \quad (1)$$

$$(L + L_S) \frac{di_2}{dt} + i_2 r - L_S \frac{di_1}{dt} - i_1 r = -e_1 , \quad (2)$$

ან ოპერატორულ სახეში გვექნება:

$$(2L_S P + r) i_1 - (L_S P + r) i_2 = 2e_1 , \quad (3)$$

$$(L_S P + r) i_1 - [(L + L_S) P + r] i_2 = e_1 , \quad (4)$$



ნახ. 2. ამორფულ-ზეგამტარული შეთავსებული ტრანსფორმატორული ძალოვანი გამმართველის მუშაობის პრინციპული სქემა

გამოსახულებისათვის ამოხსნას აქვს შემდეგი სახე:

$$i_1(P) = \frac{2e_1[(L+L_S)P+r]-e_1(L_S P+r)}{(2L_S P+r)[(L+L_S)P+r]-(L_S P+r)^2} = \frac{e_1}{L_S} \cdot \frac{P+\alpha}{P(P+\alpha)}; \quad (5)$$

$$\alpha = \frac{r}{2L+L_S}, \quad \alpha = \frac{r(L+L_S)}{L_S(2L+L_S)};$$

$$i_2(P) = \frac{2e_1(L_S P+r)-e_1(2L_S P+r)}{(2L_S P+r)[(L+L_S)P+r]-(L_S P+r)^2} = \frac{e_1}{L_S} \cdot \frac{\alpha}{P(P+\alpha)}. \quad (6)$$

შესაბამისად ამონახსნი ორიგინალისთვის მიიღებს სახეს:

$$i_1(t) = \frac{e_1}{L+L_S} \left[t + \frac{L(2L+L_S)}{r(L+L_S)} (1 - e^{-at}) \right]; \quad (7)$$

$$i_2(t) = \frac{e_1}{L+L_S} \left[t - \frac{(1-e^{-at})}{a} \right]. \quad (8)$$

კონტურული დენებისათვის მიღებული გამოსახულებებიდან მიიღება დამოკიდებულება რეალური დენებისათვის სქემის შტოებში i_{11}, i_{22}, i_{33} .

შტოებში რეალურ დენებს გააჩნია შემდეგი სახე:

$$i_{11}(t) = \frac{e_1}{L+L_S} \left[t + \frac{L(2L+L_S)}{r(L+L_S)} (1 - e^{-at}) \right]; \quad (9)$$

$$i_{22}(t) = \frac{e_1}{L+L_S} \cdot \frac{2L+L_S}{r} [(1 - e^{-at})]; \quad (10)$$

$$i_{33}(t) = \frac{e_1}{L+L_S} \left[t - \frac{L_S(2L+L_S)}{r(L+L_S)} (1 - e^{-at}) \right]. \quad (11)$$

t_0 დროის მომენტიდან t_1 დროის მომენტამდე (ნახ. 2,ბ) i_{11}, i_{22}, i_{33} დენები შტოებში იზრდება შესაბამისად (9)-(11) განტოლებებით.

$t = t_1$ დროის მომენტში (ნახ. 2,გ) შტოების ე.მ.ძ. იცვლიან ნიშანს და ერთდროულად მოიხსნება მართვის ველი გადამრთველი ელემენტზე და ორივე შტო გადადის ზეგამტარულ მდგომარეობაში.

გარდამავალი პროცესების დიფერენციალურ განტოლებებს ნახ. 2,გ-ის სქემისათვის ოპერატორულ ფორმაში გააჩნია შემდეგი სახე:

$$2L_S P (i_1 - i_{10}) - L_S P (i_2 - i_{20}) = -2e_1; \quad (12)$$

$$-L_S P (i_1 - i_{10}) + (L + L_S) P (i_2 - i_{20}) = e_1, \quad (13)$$

სადაც $i_{10} = i_1(t_1)$; $i_{20} = i_2(t_1)$ -კონტურული დენები t_1 დროის მომენტში, რომლის მნიშვნელობა მიღებულია წინა პროცესებიდან.

გამოსახულებისთვის ამონახსნს გააჩნია სახე:

$$i_1(P) = \frac{-2e_1(L+L_S)P + e_1L_S P}{2L_S(L+L_S)P^2 - L_S^2 P^2} + \frac{P^2 L_S(L+L_S)(2i_{10} - i_{20}) + P^2 L_S^2(-i_{10}) + L_S(L+L_S)P^2 i_{20}}{2L_S(L+L_S)P^2 - L_S^2 P^2} = i_{10} - \frac{e_1}{L_S} \cdot \frac{1}{P}, \quad (14)$$

$$i_2(P) = \frac{2L_S P e_1 - 2L_S P e_1}{2L_S(L+L_S)P^2 - L_S^2 P^2} + \frac{2L_S P [L_S P(-i_{10}) + (L+L_S)P i_{20}] + L_S^2 P^2 (2i_{10} + i_{20})}{2L_S(L+L_S)P^2 - L_S^2 P^2} = i_{20}. \quad (15)$$

შესაბამისად ამონახსნს ორიგინალისათვის გააჩნია სახე:

$$i_1(t) = i_{10} - \frac{e_1}{L_S} t, \quad i_2(t) = i_{20}. \quad (16)$$

რეალური დენები შტოებში $t = t_1 \div t_2$ დროში ტოლია:

$$i_{11}(t) = i_1(t) = i_{10} - \frac{e_1}{L_S} t = i_{11}(t_1) - \frac{e_1}{L_S} t; \quad (17)$$

$$i_{22}(t) = i_1(t) - i_2(t) = i_{22}(t_1) - \frac{e_1}{L_S} t; \quad (18)$$

$$i_{33}(t) = i_2(t) = i_{33}(t_1). \quad (19)$$

$\gamma_1 = t_2 - t_1$ დრო განისაზღვრება პირობიდან

$$i_{11}(t) = 0; \quad (20)$$

$$i_{11}(t_2) = i_{11}(t_1) - \frac{e_1}{L_S}(t_2 - t_1) = 0; \quad (21)$$

$$\gamma_1 = t_2 - t_1 = \frac{i_{11}(t_1) \cdot L_S}{e_1}. \quad (22)$$

სქემა, რომელშიც გადის დენები, აღწერილი (17)-(19) განტოლებებით, წარმოდგენილია ნახ. 2, დ. $t = t_2$ დროის მომენტში შტოში დენით $i_{11} = 0$ გამოვლინდება აქტიური წინაღობა r გადამრთველი ელემენტის (ნახეთ ნახ. 2, გ).

ახალი გარდამავალი პროცესის განტოლებას ოპერატორულ ფორმაში გააჩნია შემდეგი სახე:

$$L_S P(i_1 - i_{10}) + i_1 r + LP(i_1 - i_{10}) + LP(i_2 - i_{20}) = e_1; \quad (23)$$

$$L_S P(i_2 - i_{20}) + LP(i_2 - i_{20}) + LP(i_1 - i_{10}) = e_1, \quad (24)$$

სადაც $i_{10} = 0, i_{20} = i_2(t_2)$ - კონტურული დენები t_2 დროის მომენტში, რომლის მნიშვნელობა მიღებულია წინა პროცესიდან.

გამოსახულებისათვის ამონახსნს გააჩნია ასეთი სახე:

$$i_1(P) = \frac{(LPi_{20} - e_1)(L + L_S)P - [e + (L + L_S)Pi_{20}]PL}{[r + P(L + L_S)]P(L + L_S) - P^2L^2} = -\frac{e_1}{L_S} \cdot \frac{1}{P + \alpha}, \quad (25)$$

სადაც

$$\alpha = [r(L + L_S)] / [L_S(2L + L_S)],$$

$$i_2(P) = \frac{[e_1 + P(L + L_S)i_{20}][P(L + L_S) + r] - PL(LPi_{20} - e_1)}{[r + P(L + L_S)]P(L + L_S) - P^2L^2} = i_{20} + \frac{e_1}{L_S} \cdot \frac{P + \alpha}{P(P + \alpha)}, \quad (26)$$

სადაც

$$\alpha = r / (2L + L_S).$$

შესაბამისად ორიგინალისათვის ამონახსნს ექნება:

$$i_1(t) = -\frac{e_1}{L + L_S} \cdot \frac{2L + L_S}{r} (1 - e^{-at}), \quad (27)$$

$$i_2(t) = i_{20} + \frac{e_1}{L + L_S} \left[t + \frac{L}{r} \cdot \frac{2L + L_S}{L + L_S} (1 - e^{-at}) \right]. \quad (28)$$

შტოებში რეალური დენებს გააჩნია სახე:

$$i_{11}(t) = -i_1(t) = \frac{e_1}{L + L_S} \cdot \frac{2L + L_S}{r} (1 - e^{-at}); \quad (29)$$

$$i_{22}(t) = i_{22}(t_2) + \frac{e_1}{L + L_S} \left[t + \frac{L}{r} \cdot \frac{2L + L_S}{L + L_S} (1 - e^{-at}) \right]; \quad (30)$$

$$i_{33}(t) = i_{22}(t_2) + \frac{e_1}{L + L_S} \left[t - \frac{L_S(2L + L_S)}{r(L + L_S)} (1 - e^{-at}) \right]. \quad (31)$$

(29)-(31) ფორმულების შედარება (9)-(11) ფორმულებთან გვიჩვენებს, რომ გამოსახულება (29) დენისათვის $i_{11}(t)$ სრულად იდენტურია (10) გამოსახულების $i_{22}(t)$

დენისათვის, ე.ი. შტოებში დენები, რომლებიც შეიცავს აქტიურ წინაღობას r , გააჩნიათ ერთნაირი ცვლილების კანონები პერიოდის ნებისმიერ ნაწილში იმ პირობით, რომ პროცესის დაწყება ემთხვევა დენის ნულოვან მნიშვნელობას.

ფორმულები (30), (31) განსხვავდებიან (10), (11) ფორმულებისგან მხოლოდ დენის მუდმივი სიდიდისაგან, დაგროვილი დატვირთვაში პერიოდის პირველ ნახევარში.

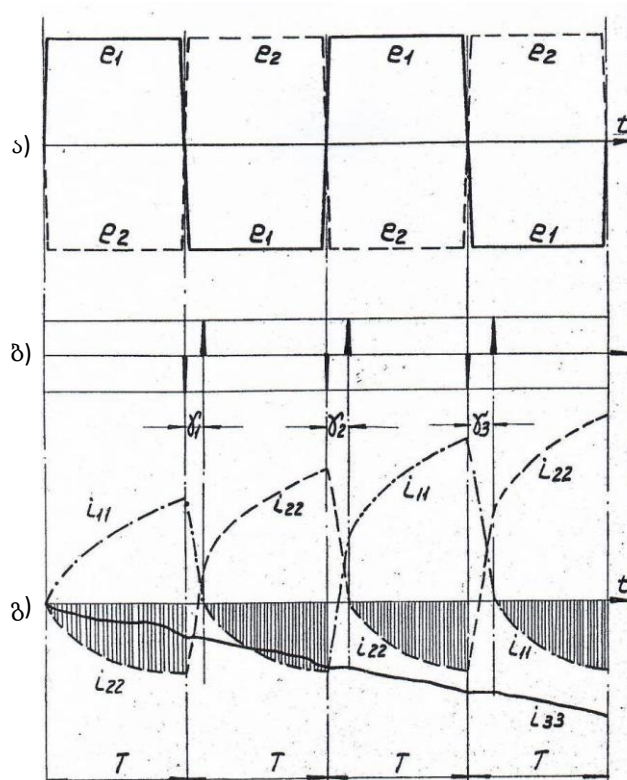
$t = t_3$ დროის მომენტში (ნახ. 2, ზ) ე.მ.ძ. შტოების თავიდან იცვლის ნიშანს და ერთდროულად მოიხსნება მართვის ველი გადამრთველ ელემენტზე. $t = t_3 \div t_4$ დროის მომენტში დენებისათვის გამოსახულება ანალოგიურია (17)-(19) განტოლებების შესაბამისად ინდექსების შეცვლით.

პროცესის ხანგრძლივობა

$$\gamma_2 = \frac{i_{22}(t_3)L_S}{e_1},$$

ე.ი. გადართვის კუთხე წარმოადგენს დენის წრფივ ფუნქციას, რასაც მივყავართ გაჯერებულ დამოკიდებულებაში დატვირთვის დენისა დროისაგან.

გადამრთველი ელემენტის აქტიურ წინაღობაში დანაკარგები განისაზღვრება დაშტრიხული ფართით, რომელიც ნაჩვენებია ნახ. 3, გ-ზე.



ნახ. 3. გარდამავალი პროცესი ამორფულ-ზეგამტარულ შეთავსებულ ტრანსფორმატორულ ძალოვან გამმართველში:

- ა) ამორფულ-ზეგამტარული ტრანსფორმატორის მეორადი გრაგნილის შტოებში ე.მ.ძ;
- ბ) მაგნიტური ველის მართვადი იმპულსები; გ) შტოებში დენები

(10) ფორმულის გამოყენებით, პირველი ნახევარპერიოდისათვის დანაკარგები მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$\Delta E = \int_0^T i_{22}^2(t) dt = \frac{e_1^2}{r^2} \left(\frac{2L+L_S}{L+L_S} \right)^2 r \int_0^T (1 - e^{-\alpha t})^2 dt = \frac{e_1^2}{r} \left(\frac{2L+L_S}{L+L_S} \right)^2 T \left[1 - \frac{2}{\alpha T} (1 - e^{-\alpha T}) + \frac{1}{2\alpha T} (1 - e^{-2\alpha T}) \right] = \frac{e_1^2}{r} \left(\frac{2L+L_S}{L+L_S} \right)^2 \cdot T \cdot Y_1(\alpha T), \quad (32)$$

სადაც ფუნქცია

$$Y_1(\alpha T) = 1 - \frac{2}{\alpha T} (1 - e^{-\alpha T}) + \frac{1}{2\alpha T} (1 - e^{-2\alpha T})$$

ღებულობს მნიშვნელობებს:

αT	0	0,1	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	10,0	100,0	∞
$Y_1(\alpha T)$	0	0,0032	0,017	0,058	0,168	0,381	0,634	0,85	0,985	1.

დატვირთვაში დენი T მომენტისათვის მიიღება (11) გამოსახულებიდან

$$i_{33}(t) = \frac{e_1}{L+L_S} \cdot T \left[1 - \frac{1}{\alpha T} (1 - e^{-\alpha T}) \right]. \quad (33)$$

T მომენტისათვის დატვირთვაში დაგროვილი ენერგია:

$$E = \frac{L i_{33}^2}{2} = \frac{L}{2} \cdot \frac{e_1^2}{(L+L_S)^2} \cdot T^2 \left[1 - \frac{1}{\alpha T} (1 - e^{-\alpha T}) \right]^2 = \frac{e_1^2}{2} \cdot \frac{L}{(L+L_S)^2} \cdot T^2 \cdot Y_2^2(\alpha T), \quad (34)$$

სადაც ფუნქცია

$$Y_2(\alpha T) = 1 - \frac{1}{\alpha T} (1 - e^{-\alpha T}) \text{ და ღებულობს მნიშვნელობებს:}$$

αT	0	0,1	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	1,0	100,0	∞
$Y_2(\alpha T)$	0	0,048	0,115	0,213	0,368	0,568	0,755	0,9	0,99	1,0

მოცემული დანაკარგები, ე.ი. დანაკარგების ფარდობა დაგროვილ ენერგიასთან, მიიღება (32), (34) განტოლებებისაგან:

$$\frac{\Delta E}{E} = \frac{2(2L+L_S)^2}{LrT} \cdot \frac{Y_1(\alpha T)}{Y_2^2(\alpha T)}. \quad (35)$$

(35) გამოსახულებიდან ჩანს, რომ დანაკარგები დამოკიდებულია სქემის კონფიგურაციაზე და მის ყველა პარამეტრებზე, როგორცაა: დატვირთვის L ინდუქციურობა, ტრანსფორმატორის შტობის L_S ინდუქციურობა, მკვებავი ცვლადი დენის სიხშირე $f = \frac{1}{T}$. მათი გაზრდით იზრდება შესაბამისად დანაკარგები.

პირიქით, გადამრთველი ელემენტის აქტიური წინააღობის r გაზრდით ნორმალურ მდგომარეობაში მცირდება დანაკარგები.

1. Кохреидзе Т. Инновационные управляемые электромеханические системы с бесконтактными двигателями постоянного тока. Тбилиси:Технический университет. 2016.
2. Кохреидзе Т.К. Математическая модель электромагнитных устройств трансформаторного типа. Тбилиси:Технический университет. 2000.

ESTIMATION OF POWER LOSSES BASED ON TRANSIENT PROCESSES IN AMORPHOUS-SUPERCONDUCTING COMBINED TRANSFORMER POWER CONTROLLERS.

T. Kokhreidze, M. Khakhanov. "Energy". №4(100). 2021. Tbilisi. p. 75-82. geo. sum geo. engl. rus.

Power losses in the amorphous-superconducting combined transformer power rectifier are estimated based on transient processes. Calculation of the losses is obtained. It can be seen on the figure that the losses depend on circuit configuration and all its parameters such as load inductance, inductance of the transformers' branches, frequency of power supply alternating current. By increasing them the losses increase respectively and vice versa – losses in normal state decrease by increasing an active resistance of the switching element.

It was determined that the power losses and respectively the efficiency coefficient in the rectifier depend on not only the rectifier circuit parameters, but on the load inductance too. Therefore, it is not allowed to optimize the rectifier without considering the load.

Ill. 3, bibl. 2.

ОЦЕНКА ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ В АМОРФНО-СВЕРХПРОВОДЯЩЕМ ТРАНСФОРМАТОРЕ, СОВМЕЩЕННОМ С СИЛОВЫМ ВЫПРЯМИТЕЛЕМ НА ОСНОВЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ.

T. Кохреидзе, М. Хаханов.

"Энергия". №4(100). 2021. Тбилиси. с. 75-82. груз. реф. груз. англ. рус.

Дана оценка потерь мощности в аморфно-сверхпроводящем трансформаторе, совмещенном с силовым выпрямителем на основе переходных процессов. Получены выражения расчета потерь, из которых видно, что потери зависят от конфигурации схем и всех его параметров, таких, как индуктивности нагрузки, индуктивности ветви питающего трансформатора, частоты питающего переменного тока. С их увеличением растут соответственно и потери. Напротив, увеличение активного сопротивления переключающего элемента при нормальном состоянии, приводит к снижению потерь.

Установлено, что потери мощности и соответственно коэффициент полезного действия выпрямителя зависят не только от параметров схемы самого выпрямителя, но и от индуктивности нагрузки. Поэтому оптимизация самого выпрямителя без учета нагрузки недопустима.

Илл. 3, лит. 2 назв.

**ბუნებრივი გაზის წვის სითბოს სტოქასტიკური
მახასიათებლების და ურთიმართიანაცვლების
მახასიათებლების (ვობის რიცხვი) დადგენა**

**პროფესორი დიმიტრი ნამბალაძე
დოქტორანტი თამაზ ჯვანიძე**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ანოტაცია. განხილულია ბუნებრივი გაზის მიწოდების სტოქასტიკური პროცესები და მათი პარამეტრები, კერძოდ, თბოუნარიანობა და სიმკვრივე. განხილულია 5 წლის განმავლობაში აზერბაიჯანიდან და რუსეთიდან მოწოდებული ბუნებრივი გაზის მონაცემები, კერძოდ, თბოურიანობის და სიმკვრივის მნიშვნელობები. აგებულია თბოურიანობისა და სიმკვრივის მწკრივის ჰისტოგრამა და ალბათობის განაწილების სიმკვრივის ფუნქცია. დადგენილია, რომ ალბათობის განაწილების სიმკვრივის ფუნქცია - ნორმალურია. საბოლოოდ შესაძლებელია ვობის რიცხვის დადგენა, რაც ქმნის წვის პროცესების მართვის წინამძღვრებს.

საკვანძო სიტყვები: ბუნებრივი გაზი, თბოუნარიანობა, სიმკვრივე, ალბათური განაწილების ფუნქცია.

მაგისტრალური გაზსადენების ტექნიკური მდგომარეობის ამჟამინდელი და პროგნოზირებული შეფასების მეთოდების გაუმჯობესება, შედეგების ობიექტურობის და სანდოობის ამაღლება, მაგისტრალური გაზსადენების ტექნიკური მომსახურების დაგეგმვა ხორციელდება სტოქასტიკური და დეტერმინისტული ანალიზის მეთოდების ერთობლივი გამოყენების საფუძველზე.

მაგისტრალურ გაზსადენებში მიმდინარე პროცესები - სტოქასტიკურია. სტოქასტიკურია ტრანსპორტირება - გაზმომარაგება - მოხმარების პროცესები, ბუნებრივი გაზის შემადგენლობა, გარე ბუნებრივი მოვლენები, გაზოდინამიკური პროცესები (შიგა წნევისა და ხარჯის ფლუქტუაციები), მილების ლითონის არაერთგვაროვანი მასალა, პერსონალის შეცდომები, საექსპლუატაციო რეჟიმების გადახრა და წესების დარღვევა და ა.შ.

ცხადია, რომ ამ პროცესის მართვა ხდება მოვლენების ტრენდებით და საშუალო პარამეტრების მიხედვით. ამიტომ, როგორც წესი, პარამეტრები ითვლება დეტერმინირებლად და მიღებულია პარამეტრების მათემატიკური მოლოდინები. თუმცა, არის მრავალი ისეთი სტოქასტიკური პროცესი და სიდიდეები, რომლის იგნორირება შეუძლებელია. კერძოდ, საიმედოობის, ენერგოდაზოგვის, ენერგოეფექტურობის, წვის და სხვა პროცესების მართვის გადაწყვეტილებები.

ბუნებრივი გაზის მიწოდება-მოხმარების სტოქასტიკური მოვლენები, ნატურული მონაცემების მიხედვით, კერძოდ საქართველოში აზერბაიჯანიდან და რუსეთიდან შემოსული ბუნებრივი გაზის სითბოტევადობის, წვის სითბოს, სიმკვრივის, გაზის შემადგენლობის და, შესაბამისად, ვობხეს რიცხვის სტატისტიკური (ალბათური) შედეგების დადგენა, მეტად აქტუალურია.

ბუნებრივი გაზი წარმოადგენს საწვავ-ენერგეტიკული სისტემის ერთ-ერთ ძირითად ელემენტს. ბუნებრივ გაზზე მოთხოვნილება ყოველწლიურად იზრდება. ამიტომ ბუნებრივ გაზის წვის სტოქასტიკურის პარამეტრების დადგენა წარმოადგენს ამ ნაშრომის მიზანს.

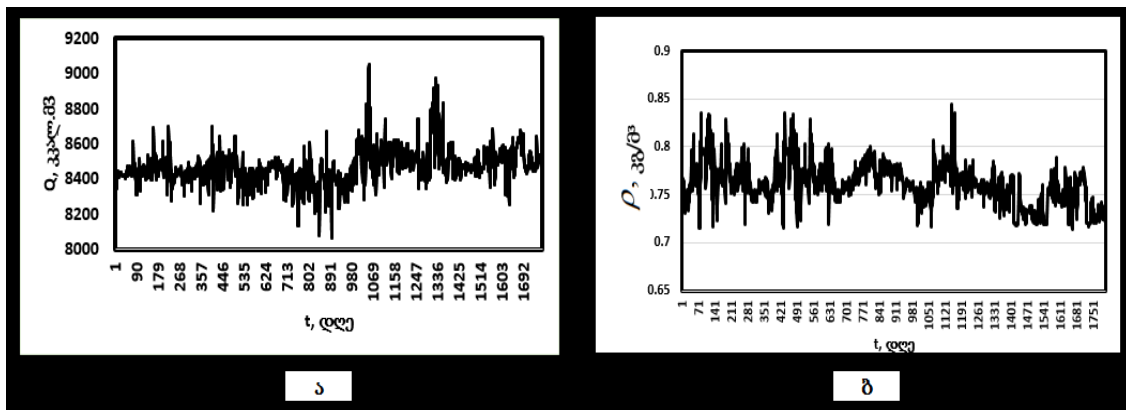
ბუნებრივ გაზზე მომუშავე დანადგარებს გააჩნიათ უფრო მეტი მარგი ქმედების კოეფიციენტი ვიდრე სხვა საწვავებზე მომუშავე დანადგარებს, რაც გამოწვეულია გაზის მაღალი თბოუნარიანობით. გაზის წვის პროცესის ავტომატიზირება მარტივია, რაც უზრუნველყოფს უსაფრთხოებას და აუმჯობესებს ტექნოლოგიური პროცესების წარმართვას, აიოლებს დანადგართა ექსპლუატაციას, არ საჭიროებს საწვავის მიწოდების რთულ მოწყობილობებს. გაზი წარმოადგენს ეკოლოგიურად სუფთა საწვავს, იგი იწვის პრაქტიკულად მავნე გამონაბოლქვების გარეშე.

ნაშრომის კვლევის მეთოდებია *სტატისტიკური* და *ალბათური*, კერძოდ, ალბათური განაწილების სიმკვრივეების ფუნქციების აპროქსიმაციის დადგენა.

საქართველოში ბუნებრივი გაზი შემოდის აზერბაიჯანიდან და რუსეთიდან. ჩვენ მიერ განხილულია დაახლოებით 5 წლის განმავლობაში აზერბაიჯანიდან და რუსეთიდან მოწოდებული ბუნებრივი გაზის მონაცემების, კერძოდ, თბოუნარიანობის და სიმკვრივის მნიშვნელობები, რომლებიც მოცემულია საქართველოს ნავთობისა და გაზის კორპორაციის საიტზე.

აზერბაიჯანიდან შემოსული ბუნებრივი გაზის თბოუნარიანობის და სიმკვრივის დინამიკური მწკრივები 2015-დან 2020 წლამდე მოყვანილია ნახ. 1-ზე.

ნახ. 1,ა-ზე გამოსახულია აზერბაიჯანიდან შემოსული ბუნებრივი გაზის თბოუნარიანობის მწკრივის დროითი შემთხვევითი მწკრივის დინამიკური ფუნქცია (ნახ. 1,ა). ცხადია, რომ ეს მწკრივი სტოქასტიკურია. გარდა ამისა დადგინდა, რომ მწკრივი სტაციონარულია და ერგოდიულია [1-3]. ანალოგიურად მოყვანილია აზერბაიჯანიდან გაზის სიმკვრივეს ალბათური მახასიათებლები და აზერბაიჯანიდან შემოსული ბუნებრივი გაზის სიმკვრივის მწკრივი (ნახ. 1,ბ).



ნახ. 1.

ა - ბუნებრივი გაზის თბოუნარიანობის დინამიკა 2015-დან 2020 წლამდე;
 ბ - აზერბაიჯანიდან შემოსული ბუნებრივი გაზის სიმკვრივეს მწკრივი გაზის დაწვისას სითბოს ნაკადი ხასიათდება ვიზუალურ რიცხვით, რომელიც მიიღება

დაწვის სითბოს (უმაღლესი ან უდაბლესი) მოცულობითი თანაფარდობით გაზის და ჰაერის სიმკვრივეების ფარდობითი მნიშვნელობის კვადრატულ ფესვთან:

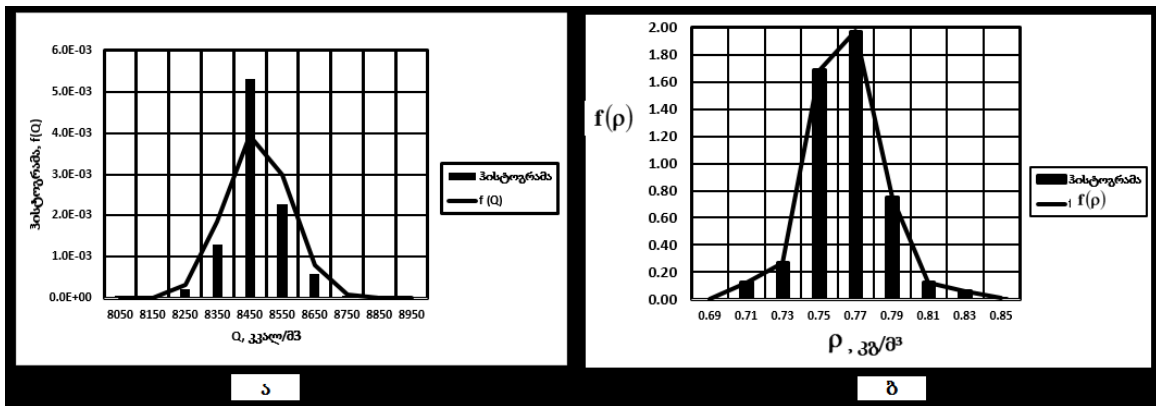
$$W_{Max} = Q_{Max} / \sqrt{\rho_G / \rho_H}$$

სადაც W_{Max} არის მაქსიმალური ვიზუალური რიცხვი; Q_{Max} - თბოუნარიანობის მაქსიმალური მნიშვნელობა; ρ_G და ρ_H - შესაბამისად გაზისა და ჰაერის სიმკვრივეებია.

განვიხილოთ თბოუნარიანობის დროითი შემთხვევითი მწკრივის ჰისტოგრამა და ალბათობის განაწილების სიმკვრივის ფუნქცია (ნახ. 3): ცხადია, რომ თბოუნარიანობის დროითი შემთხვევითი მწკრივის ჰისტოგრამა და ალბათობის განაწილების სიმკვრივის ფუნქცია - ნორმალურია [4-6]. ანალოგიურად დადგინდა რუსეთიდან შემოსული ბუნებრივი გაზის თბოუნარიანობის, რუსეთიდან და აზერბაიჯანიდან შემოსული გაზის სიმკვრივის ალბათური მახასიათებლები და აზერბაიჯანიდან შემოსული ბუნებრივი გაზის სიმკვრივის მწკრივი. აზერბაიჯანიდან შემოსული ბუნებრივი გაზის სიმკვრივის მწკრივის სტატისტიკური დამუშავების შედეგები გამოსახულია ნახ. 2, გ-ზე, სადაც მოყვანილია ჰისტოგრამისა და განაწილების ალბათობის სიმკვრივის ფუნქცია.

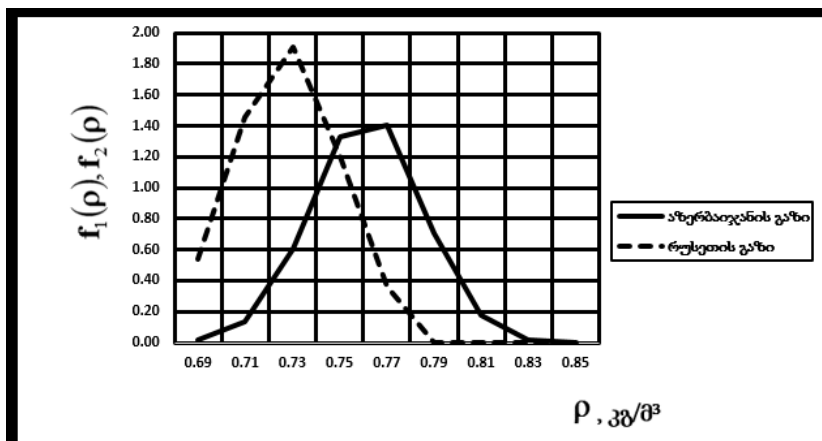
შევადაროთ აზერბაიჯანიდან და რუსეთიდან შემოსული ბუნებრივი გაზის თბოუნარიანობის ჰისტოგრამისა და განაწილების ალბათობის სიმკვრივის ფუნქციები (ნახ. 3). ამ ნახაზიდან ჩანს, რომ აზერბაიჯანიდან და რუსეთიდან შემოსული ბუნებრივი გაზის თბოუნარიანობის შედარება ასეთია: აზერბაიჯანიდან შემოსული ბუნებრივი გაზის თბოუნარიანობის მათემატიკური მოლოდინი უფრო მაღალია, ვიდრე რუსეთის. თუმცა

აზერბაიჯანიდან შემოსული ბუნებრივი გაზის სიმკვრივის საშუალო კვადრატული გადახრა უფრო მეტია (გაბნევა მეტია). რუსეთი გაზის სიმკვრივეს გაბნევა - ნაკლებია, თუმცა აქაც ორივე პარამეტრი ნორმაშია.



ნახ. 2.

- ა - აზერბაიჯანის გაზის თბოუნარიანობის დროითი შემთხვევითი მწკრივის ჰისტოგრამა და ალბათობის განაწილების სიმკვრივის ფუნქცია;
- ბ - აზერბაიჯანიდან შემოსული ბუნებრივი გაზის სიმკვრივის ჰისტოგრამისა და განაწილების ალბათობის სიმკვრივის ფუნქცია



ნახ. 3. აზერბაიჯანიდან და რუსეთიდან შემოსული ბუნებრივი გაზის სიმკვრივის განაწილების ალბათობის სიმკვრივის ფუნქციების შედარება

აზერბაიჯანიდან და რუსეთიდან შემოსული ბუნებრივი გაზის სიმკვრივის შედარება ასეთია: აზერბაიჯანიდან შემოსული ბუნებრივი გაზის სიმკვრივეს მათემატიკური მოლოდინი უფრო მაღალია, ვიდრე რუსეთის. თუმცა აზერბაიჯანიდან შემოსული ბუნებრივი გაზის სიმკვრივეს საშუალო კვადრატული გადახრა უფრო მეტია (გაბნევა მეტია). რუსეთის გაზის სიმკვრივის გაბნევა - ნაკლებია, თუმცა ორივე პარამეტრი ნორმაშია.

ამგვარად, ნაშრომში ჩატარდა ბუნებრივი გაზის ფაქტორების გავლენის მოძიება და სტატისტიკური მონაცემების დამუშავება. კერძოდ, პირველად შემუშავდა ალბათური მახა-

სიათებლების სიდიდეების და შესაბამის ალბათობის ფუნქციების დადგენა: ბუნებრივი გაზის ფიზიკური სიდიდეები - სითბოტევადობა და სიმკვრივე. მათი ალბათობის განაწილების ფუნქციები ნორმალურია. მიღებული შედეგები საშუალებას გვაძლევს, რომ შესაძლებელი ხდება ვოხეს რიცხვის პარამეტრების დადგენა, რაც ქმნის წვის პროცესების მართვის წინამძღვრებს [10-11].

ლიტერატურა

1. Корнфельд И. П., Синай Я. Г., Фомин С. В. Эргодическая теория. М.:Наука, 1980.
2. Мистрюков А.В., Ушаков В.Г. Достаточные условия эргодичности приоритетных систем массового обслуживания. Т. 1. № 2. 2018.
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35161779>
3. Hoagun D.C., Mosteler F. and Tukey J.W. Understanding robust exploratory data analysis. New York, Willey. 2000. 472 P.
4. Statistical methods. Statistical data presentation. Part 4. Detection and treatment of outliers. Дата введения 2018-12-01.
<http://docs.cntd.ru/document/1200146680>
5. Sircar A., Karmakar G.P. Hydrocarbon resource estimation: a stochastic approach. 2015// Journal of Petroleum Exploration and Production Technology.
6. Almansour A., Insley M. The Impact of Stochastic Extraction Cost on the Value of an Exhaustible Resource: The Energy Journal. Vol. 37, No 37. 2016. pp 61-86.
7. Elton Chan E., Worthy D,E.J. and all. Eight-Year Estimates of Methane Emissions from Oil and Gas Operations in Western Canada Are Nearly Twice Those Reported in Inventories. Environ. Sci. Technol. 2020, 54, 23, 14899–14909
8. Shaton, K. Value of Flexibility in Gas Pipeline Investments. 2015. Technologies, Business Models and Risk Management. Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics (HICL), Vol. 20, epubli GmbH, Berlin.
9. Клейнер Г.Б., Рыбачук М.А .Системная сбалансированность экономики. М.: Издательский дом «Научная библиотека», 2017.
10. Тевяшев А.Д., Гусарова И.Г., Каминская А.В. Математическая модель и метод расчета нестационарных режимов в линейных участках магистрального газопровода. РИ. 2007. №2.
11. Тевяшев А.Д., Гусарова И.Г., Чуркина А.В. Эффективный метод и алгоритм расчета нестационарных неизотермических режимов транспорта газа в газотранспортной сети произвольной структуры// Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2006. 2/3 (20).

DETERMINATION OF THE STOCHASTIC CHARACTERISTICS OF THE CALORIFIC VALUE OF NATURAL GAS AND THE DETERMINATION OF THE CHARACTERISTICS OF INTERCHANGEABILITY (WOBBE NUMBER).

D.Namgaladze, T.Gvanidze.

"Energy". №4(100). 2021. Tbilisi. p. 83 -88. geo. sum geo. engl. rus.

The article deals with the random processes of natural gas supply and their parameters. In particular, the heat capacity and density. Here it is considered the data on the supply of natural gas from Azerbaijan and Russia for 5 years, in particular, the values of heat capacity and density. In the article there are constructed histograms of the heat capacity and density series and the probability density function. It was established that the probability density distribution functions are normal. As a result, it is possible to determine the Wobbe number, which creates the prerequisites for the principles of combustion control.

Ill. 3, bibl. 11.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТОХАСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛОТЫ СГОРАНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ВЗАИМНО-ЗАМЕНЯЕМОСТИ (ЧИСЛО ВОББЕ).

Д.Намгаладзе, Т.Гванидзе.

"Энергия". №4(100). 2021. Тбилиси. с. 83-88. груз. реф. груз. англ. рус.

Рассматриваются случайные процессы поставки природного газа и их параметры в частности, теплоемкость и плотность. Рассматриваются данные о поставках природного газа из Азербайджана и России за 5 лет, в частности, значения теплоемкости и плотности. Построены гистограммы рядов теплоемкости и плотности и функция распределения плотности вероятности. Установлено, что функция распределения плотности вероятности является нормальной. В итоге можно определить число Воббе, которое создает предпосылки принципа управления процессами горения.

Илл. 3, лит. 11 назв.

ОСОБЕННОСТИ МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ СОЕДИНЕНИЙ ТОРИЯ С Fe, Co и Ni СО СТРУКТУРОЙ CaCu_5

Докторант *ГИВИ КАПАНАДЗЕ*

Грузинский технический университет

Аннотация. *Проведен сравнительный анализ магнитных характеристик соединений тория с 3d-металлами группы железа (Fe, Co и Ni) со структурой типа CaCu_5 . В рамках модели "жестких зон" рассматривается роль степени заполнения электронами недостроенной 3d-оболочки в формировании магнитных свойств исследуемых соединений ThMn_5 . Предполагается, что торий может отдать все свои валентные электроны в 3d зоны Fe, Co и Ni.*

Изоморфные соединения тория в 3d переходных металлах могут быть как ферромагнетиками, так и парамагнетиками. В связи с вызванным интересом к таким соединениям исследуются также твердые растворы, где при замене одного из 3d-атомов металла другим атомом может наблюдаться переход из парамагнитного состояния в ферромагнитное.

Ключевые слова: *магнитные свойства, парамагнетики, ферромагнетики, кобальт, никель, торий*

Известно, что соединения Th с 3d- переходными металлами группы Fe (Fe,Co и Ni), обладающие гексагональной структурой типа CaCu_5 , характеризуются весьма большой магнитокристаллической анизотропией, которая возникает частично от подрешетки Th или от подрешетки, образованной 3d-элементами группы Fe [1]. Следует отметить, что у других соединений Th с элементами Fe и Ni такая магнитная анизотропия отсутствует.

Соединения состава 1:5 имеют очень близкие параметры гексагональных элементарных ячеек, что свидетельствует о том, что не межатомные расстояния, определяющие силы взаимодействия и степень перекрытия волновых функций валентных электронов, а степень заполненности недостроенных оболочек, имеет решающее значение в формировании специфических магнитных свойств исследуемых соединений тория типа CaCu_5 .

Нами проведен сравнительный анализ магнитных характеристик соединений тория со структурной типа CaCu_5 с элементами группы железа (Fe, Co и Ni).

Поскольку все эти соединения сильно окисляются при температурах выше комнатных, то вакуум 10^{-3} мм рт. ст., создаваемый в установке оказался недостаточным для предотвращения окисления. Все образцы запаивались в тонкостенные ампулы из молибденового стекла, которые откачивались до вакуума

10^{-5} - 10^{-6} мм рт.ст., где находился образец исследуемого соединения известной массы, после чего все запаивалось. На рисунке представлены результаты исследования магнитных свойств соединений тория с 3d-металлами, из которого видно, что соединения ThFe_5 и ThCo_5 при комнатной температуре являются ферромагнетиками.

Парамагнитные температуры Кюри этих соединений соответственно равны 640К и 443К, а эффективные магнитные моменты, приходящиеся на атом 3d-переходного металла - $3,2\mu_B$. Как видно, полученные значения эффективных моментов отличаются от моментов для изолированных ионов этих элементов (Fe^{3+} - $5,9\mu_B$, Co^{3+} - $4,9\mu_B$), что обусловлено, прежде всего, тем, что в изученных соединениях произошло частичное заполнение 3d-зоны переходного металла. Следует также отметить, что значения температуры ферромагнитного превращения для ThCo_5 и ThFe_5 отличается от данных, приведенных в работе [2], приблизительно на $30-40^\circ$. Такое несоответствие, как показано в [2], можно объяснить различной концентрацией кобальта и железа. Этим, по-видимому, и вызваны противоречивые результаты по θ_f , получаемые различными авторами.

Что касается соединения ThNi_5 , то оно обладает слабым парамагнетизмом, не зависящим от температуры ($\chi = 0,7 \cdot 10^{-6} \text{ г}^{-1} \text{ см}^3$).

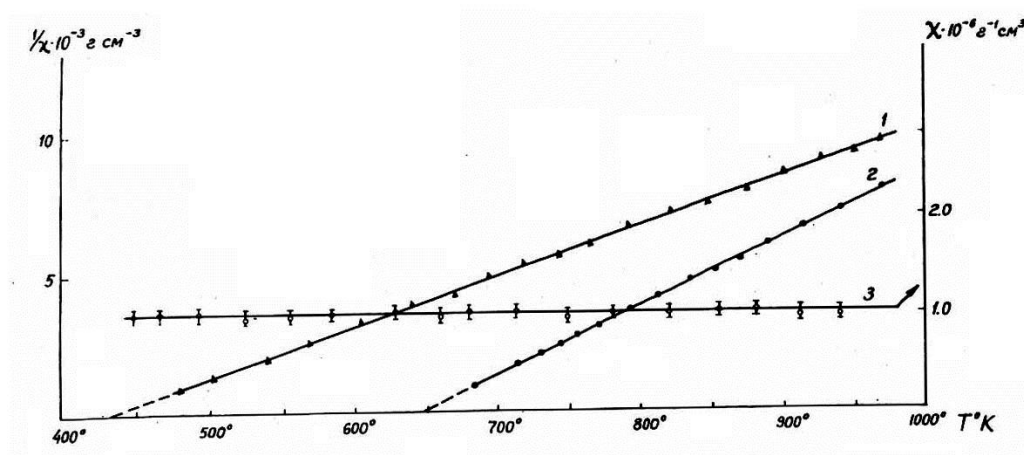


Рисунок. Зависимость $1/\chi$ от T для соединений:
1 - ThCo_5 ; 2 - ThFe_5 ; 3 - ThNi_5

Изоморфные соединения Th с 3d-металлами проявляют разнообразные магнитные свойства: одни из них являются температурно-независимыми парамагнетиками, а другие - ферромагнетиками. Известно, что в соединениях Th состава 1:5 расстояния между ближайшими соседями Ni-Ni, Co-Co, Fe-Fe почти одинаковы.

Для объяснения полученных здесь результатов воспользуемся моделью "жестких зон", впервые примененной Бойтсом [3] при интерпретации магнитных свойств сплавов актинидов, посвященной системе твердых растворов урана с палладием. Бойтс объяснил уменьшение восприимчивости сплавов с увеличением содержания урана заполнением d-зоны палладия валентными электронами урана. Допустим, что аналогичная ситуация наблюдается при образовании соединений тория с 3d-металлами, а именно - валентные электроны тория заполняют 3d-зону металлов группы железа. Причем, если 3d-зона оказывается заполненной полностью, то соединение не должно проявлять сильных магнитных свойств. Когда же в 3d-зоне остаются свободные места, тогда можно ожидать появления в соединении магнитного упорядочения. Атом тория может отдать не более четырех электронов. Предполагая, что формы 3d-зоны сплава остаются без изменения, или почти без изменения, т.е. напоминают 3d-зону исходного металла из группы железа, будем считать, что число электронов в 3d-зоне сплава, обусловленное электронами переходного d-металла остается таким же, как и в чистом металле. Поскольку в металлическом кобальте в 3d-зоне имеется 1,7 свободных мест на атом, то в соединении ThCo_5 их уже 8,5. Торий же может отдать не более 4-х электронов. Таким образом, в соединении ThCo_5 должны быть свободные места в 3d-зоне, что говорит о хорошем согласовании с экспериментальными результатами, т.е. в этом соединении существует ферромагнетизм.

Идентичная ситуация наблюдается и в соединении ThFe_5 , где на молекулу соединения приходится 13 свободных мест (на атом железа - около 2,6 [4]).

Таким же образом можно объяснить магнитные свойства и других соединений системы на основе Th, которые были изучены в работе Блоу [4] при помощи эффекта Мессбауэра. Отметим, что полученные результаты Блоу объяснял, используя данные только по кристаллической структуре, сравнивая расстояние между ближайшими соседями железа, а роль атомов урана сводил лишь к уменьшению ими обменного взаимодействия. Однако, как показали эксперименты, такая интерпретация результатов не является верной, поскольку нельзя совершенно исключать роль атомов тория в образованных соединениях. Так, например, с позиции Блоу трудно объяснить резкое отличие магнитных свойств соединения ThNi - с одной стороны, и соединений ThCo_5 и ThFe_5 - с другой, у которых расстояние между ближайшими соседями магнитных атомов почти одинаковые.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чачхиани З.Б., Чечерников В.И., Чачхиани Л.Г. Магнетизм сплавов и соединения мория. Тбилиси: Мецниереба. 1986.
2. Yan der Goot A.S., Buschow K.N./J. Phys. Stat. Sol(a). 5.665. 1971.
3. Bates L.F. Modern Magnetism, 3d ed. //Combridge University Press. 1951.
4. Blow S.J. Phys. C3 158. 1972.

PECULIARITIES OF THE MAGNETIC PROPERTIES OF THE CaCu_5 TYPE COMPOUNDS OF THORIUM WITH Fe, Co AND Ni WITH.

G.Kapanadze. "Energy". №4(100). 2021. Tbilisi. p. 89-92. rus. sum geo. engl. rus.

A comparative analysis of the magnetic characteristics of the CaCu_5 type thorium compounds with 3d-metals of the iron group (Fe, Co and Ni) has been carried out. The role of the degree of electron filling of the 3d-shells in the formation of the magnetic properties of the investigated ThMn_5 compounds is discussed within the framework of the "rigid" zone model. It is assumed that thorium can transfer all of its valence electrons to the 3d-zone of Fe, Co and Ni.

Isomorphic compounds of Thorium 3d-transition metals, particularly of Fe, Co and Ni may be ferramagnetics and paramagnetics as well, in this regard its important to study such solid solions of these compaunds where it can be observed the transition from ferromagnetic into paramagnetic when one atom of 3d-metal is changing by another one.

Ill. 1, bibl. 5.

Fe, Co და Ni-თან ტორიუმის CaCu_5 ტიპის ნაერთების მაგნიტური თვისებების თავისებურება

გ.კაპანაძე. "ენერჯია". №4(100). 2021. თბილისი. გვ. 89-92. რუს. ანოტ. ქართ. ინგლ. რუს.

განხორციელებულია რკინის ჯგუფის 3d მეტალების (Fe, Co და Ni) თორიუმთან შექმნილი CaCu_5 ტიპის ნაერთების მაგნიტური მახასიათებლების შედარებითი ანალიზი. "ხისტი" ზონების მოდელში განხილულია 3d - გარსის შევსების ხარისხის გავლენა საკვლევ ThMn_5 ნაერთების მაგნიტური თვისებების ფორმირებაში. ნავარაუდევია, რომ თორიუმს შეუძლია გადასცეს ყველა სავალენტო ელექტრონით Fe, Co და Ni-ის 3d -ზონებს.

თორიუმის იზომორფული ნაერთები 3d გარდამავალ ლითონებთან, შეიძლება იყოს როგორც ფერომაგნეტიკები, ისე პარამაგნეტიკები, ამასთან დაკავშირებით მნიშვნელოვანია ასეთი ნაერთების ისეთი მყარი ხსნარების შესწავლა, სადაც ერთი 3d ლითონის ატომის მეორეთი შეცვლისას შეიძლება დავაკვირდეთ ფერომაგნეტიკებიდან პარამაგნიტურ მდგომარეობაში გადასვლას.

ილ. 1, ლიტ. 5.

პროფესორი ელიზბარ ღონიაშვილი 90 წლისაა



პროფესორი ელიზბარ ღონიაშვილი დაიბადა 11.02.1932 წ. ქ.ყვარელში. მან 1951 წელს წარმატებით დაამთავრა ყვარლის საშუალო სკოლა და ამავე წელს ჩაირიცხა საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის სამთო საინჟინრო ფაკულტეტზე „ელექტრომექანიკის“ სპეციალობაზე, რომელიც წარმატებით დაამთავრა 1956 წ. ამავე წელს, მან განაწილებით მუშაობა დაიწყო „სამგორის ჰიდროელექტროსადგურების კასკადის“ მორიგე ინჟინრად. 1957-1958 წწ. მუშაობდა „საქართველოს ელექტროტექნიკურ სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში“ უმცროსიმეცნიერ-თანამშრომლის, ხოლო 1959-1961 წლებში კი - „ქ. რუსთავის ელექტროტექნიკურ საპროექტო-საკონსტრუქტორო ინსტიტუტში“ უფროს ინჟინრის თანამდებობებზე. პროფესორ ე. ღონიაშვილს აქვს ხანგრძლივი პედაგოგიური გამოცდილება. მან პედაგოგიური მოღვაწეობა დაიწყო 1961 წელს საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის „ენერგეტიკის ფაკულტეტის“ „სამრეწველო საწარმოთა ელექტრომოწყობილობების“ კათედრაზე ასისტენტის, მოგვიანებით - დოცენტის, ხოლო 1988 წლიდან პროფესორის თანამდებობებზე. პროფ. ე. ღონიაშვილმა 1979 წელს დაამთავრა მოსკოვის ენერგეტიკის ინსტიტუტის ასპირანტურა და წარმატებით დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია. მისი დისერტაცია მიეძღვნა იმ დროისათვის ერთ-ერთ სახელმწიფო მნიშვნელობის თემატიკას - ბიჯურ ელექტროამძრავებს.

გაწეული სამეცნიერო მოღვაწეობისათვის ბატონ ელიზბარ ღონიაშვილს 1981 წელს მიენიჭა საბჭოთა კავშირის სახელმწიფო პრემია ტექნიკის დარგში. იგი არის ავტორი 70-ზე მეტი სამეცნიერო შრომის, მათ შორის 11 საავტორო მოწმობის გამოგონებაზე.

გამოქვეყნებული აქვს 2 სახელმძღვანელო ელექტროენერგეტიკის სპეციალობის სტუდენტებისა და დარგის ინჟინრებისათვის. მისი ხელმძღვანელობით წარმატებით დაიცვა დისერტაცია მრავალმა მაგისტრმა და დოქტორმა.

ე. ღონიაშვილი არის აღიარებული მეცნიერი. იგი შესულია ქართულ საბჭოთა ენციკლოპედიაში. 2017 წელს მიენიჭა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ემერიტუსის აკადემიური წოდება. მიუხედავად წლებისა, ბატონი ელიზბარ ღონიაშვილი კვლავაც აქტიურად აგრძელებს აკადემიურ მოღვაწეობას. მას მიჰყავს „ენერგეტიკა და ელექტროინჟინერიის“ საბაკალავრო და სამაგისტრო პროგრამების წამყვანი საგანები. ამავედროულად არის მაგისტრანტების ხელმძღვანელი.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის რექტორატი, ენერგეტიკის ფაკულტეტის დეკანატი და „ელექტრომომხარების ტექნოლოგიების“ დეპარტამენტის აკადემიური პერსონალი სულითა და გულით ვულოცავთ პროფესორ ელიზბარ დონიაშვილს 90 წლის იუბილეს, ვუსურვებთ ჯანმრთელობას, დიდხანს სიცოცხლეს და წარმატებებს პირად ცხოვრებასა და აკადემიურ მოღვაწეობაში.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,
ენერგეტიკის ფაკულტეტი
ჟურნალ „ენერჯის“ რედაქცია

ბაადურ ჩხაიძე ვულოცავთ საიუბილეო თარიღს



დაბადების 80 და სამეცნიერო-პედაგოგიური მოღვაწეობის 55 წელი შეუსრულდა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ენერგეტიკის ფაკულტეტის თბოენერგეტიკისა და ენერგოეფექტურობის დეპარტამენტის პროფესორ ბაადურ ჩხაიძეს.

საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის დამთავრების შემდეგ 1963-1965 წწ. გაწვეული იქნა საბჭოთა არმიის რიგებში.

1965-1968 წწ. მუშაობდა მეტროლოგიის საკავშირო ინსტიტუტის თბილისის ფილიალის თბოფიზიკის ლაბორატორიის უმც. მეცნიერ თანამშრომლად. 1968 წელს მიწვეული იქნა საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის თეორიული და ზოგადი თბოტექნიკის კათედრის ასისტენტად. 1976 წელს დაიცვა დისერტაცია ტექნიკურ მეცნიერებათა კანდიდატის ხარისხის მოსაპოვებლად. 1979-1983 წწ. ხელმძღვანელობდა საბჭოთა კავშირის ელექტროტექნიკის სამინისტროს დაქვემდებარების „თბოფიზიკისა და ჰიდროობტიკის“ დარგობრივ ლაბორატორიას. 1980-1990 წწ. იყო საბჭოთა კავშირის მეცნიერებისა და ტექნიკის კომიტეტის „თბომცვლელ აპარატებში თბოცვლის პრობლემების“ სექციის წევრი.

1987-1990 წწ. მივლინებული იყო მადაგასკარის სახელმწიფო უნივერსიტეტის პოლიტექნიკურ ფაკულტეტზე და კითხულობდა ლექციების კურსს თეორიული და ზოგადი თბოტექნიკის და ენერჯის განახლებადი წყაროების ათვისების თანამედროვე საკითხებზე. 1995-2006 წწ. იყო „საქენერგოს“ და „ენერგოგენერაციის“ ენერჯის განახლებადი წყაროების გამოყენების განყოფილების გამგის მოადგილე და გამგე. ამავე პერიოდში ის აგრძელებდა პედაგოგიურ მოღვაწეობას საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში.

1996 წელს მონაწილეობა მიიღო ჰარარეს (ზიმბაბვე) და მოსკოვის (რუსეთი) „მზის მსოფლიო კომისიის“ მუშაობაში. სამეცნიერო მოღვაწეობის პერიოდში გამოქვეყნებული აქვს 100-მდე სამეცნიერო ნაშრომი და არის 5 გამოგონების ავტორი. 2011 წელს გამოაქვეყნა სახელმძღვანელო „ენერჯის განახლებადი წყაროები“ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სტუდენტებისთვის. მონაწილეობა აქვს მიღებული მრავალ საერთაშორისო კონფერენციასა და სიმპოზიუმში (სიეტლი, მოსკოვი, სანქტ-პეტერბურგი, ნოვოსიბირსკი, ატლანტა, ორლანდო, ბუდაპეშტი, ერევანი, ბაქო და სხვა). აქტიურად ეწევა ენერჯის განახლებადი წყაროების და ენერგოეფექტური ტექნოლოგიების ათვისების და გამოყენების პოპულარიზაციას.

1995 წლიდან დღემდე, როგორც ექსპერტ-კონსულტანტი მონაწილეობდა და მონაწილეობს მრავალ საერთაშორისო პროექტებში: ევროპის ტექნიკური დახმარება (TASIC); ნატოს პროგრამა მეცნიერება მშვიდობისთვის (NATO SFP); მსოფლიო ბანკის პროგრამა გარემოს დაცვითი ტექნოლოგიების დანერგვა შავი ზღვის აუზის ქვეყნებში;

ამერიკის შეერთებული შტატების საერთაშორისო დახმარება (USAID); საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური ცენტრი (ISTC) და სხვა.

1998 წელს ბატ. ბაადურის და მისი კოლეგების ინიციატივით დაფუძნებული იქნა „საქართველოს ინჟინერ-ენერგეტიკოსთა ასოციაცია“, რომელიც წარმოადგენს „ამერიკის ინჟინერ-ენერგეტიკოსთა ასოციაციას“ ერთ-ერთ საზღვარგარეთულ განყოფილებას. მიღებული აქვს ამერიკის ინჟინერ-ენერგეტიკოსთა ასოციაციის სერტიფიცირებული ენერგომენეჯერის და ენერგოაუდიტორის წოდებები. 2012 წელს ამავე ასოციაციის კონგრესზე (ქ. ატლანტა) მიენიჭა ასოციაციის უმაღლესი ჯილდო „Legend in Energy“.

ბატონმა ბაადურმა თავისი ცხოვრება დაუკავშირა და დღესაც თავდადებით ემსახურება ტექნიკური აზროვნების განვითარებას და ქვეყნისათვის საჭირო საინჟინრო-ტექნიკური კადრების მომზადებას. ის, როგორც მაღალი დონის პროფესიონალი, პატივისცემით სარგებლობს კოლეგებსა და სტუდენტ ახალგაზრდობას შორის.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,
ენერგეტიკის ფაკულტეტი
ჟურნალ „ენერჯის“ რედაქცია

პროფესორი შალვა გაგოშიძე 75 წლისაა



დაბადებიდან 75 და სამეცნიერო-პედაგოგიური მოღვაწეობის 50 წელი შეუსრულდა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის პროფესორს, ემერიტუსს შალვა გაგოშიძეს.

შალვა გაგოშიძე დაიბადა თბილისში 1946 წლის 4 დეკემბერს. სწავლობდა თბილისის 30-ე და 57-ე საშუალო სკოლებში. საშუალო სკოლის ოქროს მედალზე დამთავრების შემდეგ სწავლა განაგრძო საქართველოს პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში სპეციალობით სამდინარო ნაგებობებისა და ჰიდროელექტროსადგურების მშენებლობა, რომელიც წარჩინებით დაამთავრა 1969 წ. ამავე წელს ჩაირიცხა სსრკ ენერგეტიკის სამინისტროს თბილისის ნაგებობათა და ჰიდროენერგეტიკის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის („თნისგეი“) ასპირანტურაში ჰიდრავლიკისა და საინჟინრო ჰიდროლოგიის სპეციალობაზე. 1974 წ. დაიცვა საკანდიდატო, ხოლო 1994 წ. - სადოქტორო დისერტაციები. 1996 წ. მიენიჭა პროფესორის წოდება.

2003 წ. დაჯილდოვდა ღირსების მედლით.

1969 წლიდან სხვადასხვა დროს მუშაობდა საპროექტო ინსტიტუტ „საქწყალპროექტი“, ამიერკავკასიის ჰიდრომეტეოროლოგიის ს.კ. ინსტიტუტში, თბილისის სახელმწიფო სამხატვრო აკადემიის არქიტექტურის ფაკულტეტზე, ენერგეტიკისა და ენერგეტიკულ ნაგებობათა ს.კ. ინსტიტუტში, სადაც წლების განმავლობაში ხელმძღვანელობდა ზღვის ჰიდრავლიკის ლაბორატორიასა და ნაგებობათა დინამიკის განყოფილებას. 1998 წლიდან დღემდე მუშაობს საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში სამშენებლო ფაკულტეტის ჰიდროსაინჟინრო დეპარტამენტში.

შალვა გაგოშიძე არის ჰიდრავლიკოსთა საერთაშორისო ასოციაციის (IAHR) წევრი; ამერიკის მეცნიერთა საერთაშორისო ასოციაცია Sigma-Xi-ს წევრი; საქართველოს მშენებელ ექსპერტთა ასოციაციის წევრი.

იგი არის 100-ზე მეტი სამეცნიერო ნაშრომის ავტორი. მონაწილეობას იღებდა ჰიდრავლიკოსთა სტამბულის (1973), მოსკოვის (1983), მადრიდის (1991), თესალონიკის (2003), მალაიზიის (2005), ხორვატიისა (2006) და გეოფიზიკოსთა ვენის (2011-2017) მსოფლიო კონგრესებში. გამოქვეყნებული აქვს სტატიები ყოფილი საკავშირო მეცნიერებათა აკადემიის პერიოდულ გამოცემებში „Океанология“ (1989), „Физика атмосферы и океана“ (1990), სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის გამოყენებითი ფიზიკის ინსტიტუტის კრებულებში და აგრეთვე რუსეთის მეცნიერებათა აკადემიის სამეცნიერო-ტექნიკურ ჟურნალში «Фундаментальная и прикладная гидрофизика» (2011).

მისი ავტორობითა და თანაავტორობით გამოქვეყნებულია სამი მონოგრაფია: „ჰალოსოლი“ (2006), „სამდინარო ჰიდრომშენებლობა და საქართველოს შავიზღვისპირეთის გეომორფოლოგიური პროცესები“ (2017), „წყლის პერიოდულ ტალღურ მოძრაობათა გაანგარიშების ანალიზური მეთოდები“ (2018).

შალვა გაგოშიძის ხელმძღვანელობით თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევები ჩატარდა ფოთის, ბიჭვინთის, ანაკლიის სანაპირო არეების რეაბილიტაციისა და მდინარეების: ენგურის, რიონის, არაგვის, მტკვარის ჰიდროკვანძების მშენებლობის პროექტებს.

მსოფლიო ბანკის ირიგაციის და დრენაჟის რეაბილიტაციის ჯგუფთან სხვადასხვა წლებში გაფორმებული სატენდერო ხელშეკრულებების საფუძველზე შალვა გაგოშიძემ შეიმუშავა ქვემო ალაზნის, სიონის, ალგეთის, ტაშისკარის, ზონკარისა და სხვა სამელიორაციო სისტემების რეკონსტრუქციის პროექტები. გამოიკვლია ქალაქ ფოთთან მდ. რიონის წყალგამყოფი ჰიდროკვანძის ქვედა ბიეფის ნგრევის მიზეზები და წარმოადგინა შესაბამისი სარეაბილიტაციო წინადადებები.

სახელმწიფო ექსპერტიზა ჩაუტარა ფოთის პორტის რეკონსტრუქციის პროექტს, ყულევის ნავთობტერმინალის პროექტს, სამომავლო პორტებს სოფ. ანაკლიასთან და ნატანებთან, ბაქო-სუფსის მაგისტრალური ნავთობსადენის მდინარეებთან გადაკვეთის უბნების მოწყობის პროექტებს და სხვ.

საქართველოს ენერგეტიკის სამინისტროს მოწვევით როგორც ექსპერტმა 2007-2013 წლებში შეაფასა ხუდონის, ტვიშის, ნამახვანის და ჟონეთი ჰესების საპროექტო გადაწყვეტილებები. შეაფასა კორეელი სპეციალისტების მიერ შესრულებული კურორტ ანაკლიის სანაპირო ზოლის რეაბილიტაციის პროექტი.

მონაწილეობას იღებდა მდ.ჭოროხის ენერგორესურსების ათვისებასთან დაკავშირებით საქართველო-თურქეთის ექსპერტთა შეხვედრაში (ჩაქვი,1998).

2006 წ. ჰოლანდიელ სპეციალისტთა მიწვევით, სამხრეთ აფრიკის ქალაქ სტელენბუშში მეთვალყურეობდა ფოთის პორტის მოლოს რეაბილიტაციის ლაბორატორიულ კვლევებს.

სხვადასხვა წლებში მოპოვებული აქვს შვიდი (მათ შორის ევროკავშირის, 2013-2015 წწ.) სამეცნიერო გრანტი.

2017 წ. საქართველოს ტექნიკურმა უნივერსიტეტმა შალვა გაგოშიძეს მიანიჭა პროფესორ-ემერიტუსის წოდება. ის დღესაც წარმატებით აგრძელებს სამეცნიერო-პედაგოგიურ საქმიანობას.

გულითადად ვულოცავთ ბატონ შალვას სახელოვან იუბილეს, ვუსურვებთ ჯანმრთელობას და შემდგომ წარმატებებს სამეცნიერო და პედაგოგიურ საქმიანობაში.

*საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
ჰიდროინჟინერიის დეპარტამენტი
ჟურნალ „ენერჯის“ რედაქცია*

პროფესორ იური ქადარიას ვულოცავთ საიუბილეო თარიღს



საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის დეკანის მოადგილეს, ჟურნალ „ჰიდროინჟინერიის“ მთავარი რედაქტორს პროფესორ იური ქადარიას დაბადებიდან 75 და სამეცნიერო-პედაგოგიური მოღვაწეობის 50 წელი უსრულდება.

იური რევაზის ძე ქადარია დაიბადა 1947 წლის 10 თებერვალს სენაკის რაიონის სოფ. ლეძამამეში

მოსამსახურის ოჯახში.

1961 წ. ჩაირიცხა ქალაქ ფოთის ჰიდრომელიორაციულ ტექნიკუმში „ჰიდრომელიორაციის“ სპეციალობით არასრული საშუალო სკოლის დამთავრების შემდეგ, რომელიც დაამთავრა 1965 წ. დეკემბერში წარჩინებით. 1966 წ. ჩაირიცხა საქართველოს პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში „სამდინარო ნაგებობებისა და ჰიდროელექტროსადგურების მშენებლობის“ სპეციალობაზე ფოთის საღამოს სწავლების ფაკულტეტზე და დაამთავრა 1972 წ. წარჩინებით, მიენიჭა ინჟინერ-ჰიდროტექნიკოსის კვალიფიკაცია.

1966-1972 წლებში პარალელურად მუშაობდა ქალაქ ფოთში №11 ტრესტის №1 სამშენებლო სამმართველოში მუშიდან დაწყებული უფროს სამუშაოთა მწარმოებლის თანამდებობებზე. 1972 წ. დეკემბრიდან 1973 წლის დეკემბრამდე მსახურობდა საბჭოთა არმიის რიგებში.

1974 წლიდან მუშაობს საქართველოს პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში ჰიდრავლიკის კათედრაზე სხვადასხვა თანამდებობაზე ლაბორანტიდან პროფესორამდე. 1989 წ. დაიცვა დისერტაცია ტექნიკურ მეცნიერებათა კანდიდატის, ხოლო 2005 წ. კი - ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორის ხარისხის მოსაპოვებლად. 1991 წლიდან კათედრაზე მუშაობდა დოცენტის, ხოლო 2005 წლიდან პროფესორის თანამდებობაზე.

1988-2005 წლებში იყო საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდროტექნიკისა და სანტექნიკის ფაკულტეტის დეკანის მოადგილე, ხოლო 2005 წლიდან დღემდე - ჰიდროინჟინერიისა და სამშენებლო ფაკულტეტების გაერთიანების შემდეგ, არის სამშენებლო ფაკულტეტის დეკანის მოადგილე. დიდია მისი წვლილი საგანმანათლებლო პროგრამების ფორმირებაში.

იური ქადარია ადმინისტრაციულ თანამდებობას წარმატებით უთავსებს სამეცნიერო მუშაობას, არის რამდენიმე საგრანტო კონკურსში გამარჯვებული, გამოქვეყნებული აქვს 70-ზე მეტი სამეცნიერო ნაშრომი. მათ შორისაა მონოგრაფია, მეთოდური მითითებები, დამხმარე სახელმძღვანელო და გამოგონებები.

მიღებული აქვს მთავრობის ჯილდოები და მედალი კეთილსინდისიერი შრომისათვის. არის მრავალი ადგილობრივი და საერთაშორისო კონფერენციებისა და

სიმპოზიუმების მონაწილე, ასოციაციისა და რედკოლეგიის წევრი. არის ჰიდრაგლიკოსთა საერთაშორისო ასოციაციისა IAHR და ამერიკის მეცნიერთა ასოციაცია Sigma Xi-ს წევრი; საქართველოს საინჟინრო აკადემიის წევრი.

ბატონი იური განსაკუთრებული სიყვარულითა და პატივისცემით სარგებლობს მისი კოლეგებისა და მეგობრების წრეში. გამოირჩევა კარგი ავტორიტეტით თანამშრომლებსა და სტუდენტებს შორის.

გულითადად ვულოცავთ ბატონ იურის სახელოვან იუბილეს, ვუსურვებთ ჯანმრთელობას და წარმატებებს სამეცნიერო და პედაგოგიურ საქმიანობაში.

*საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
სამშენებლო ფაკულტეტი
ჰიდროინჟინერიის დეპარტამენტი
ჟურნალ „ენერჯია“ რედაქცია*

პროფესორ თენგიზ მუსელიანს
პულოცავთ 70 წლის იუბილეს



თენგიზ გრიგოლის ძე მუსელიანი დაიბადა 1952 წლის 1 იანვარს ამბროლაურის რაიონის სოფელ მეორე ტოლაში. 1959 წ. შევიდა ტოლის რვაწლიან სკოლაში, რომლის დამთავრების შემდეგ სწავლა განაგრძო ამბროლაურის რაიონის ჭრებალოს საშუალო სკოლაში, რომელიც დაამთავრა 1969 წ. სკოლის დამთავრების შემდეგ სწავლა გააგრძელა ქ. ქუთაისის 33-ე ტექნიკურ სასწავლებელში ელექტროფიკაციის და კავშირგაბმულობის ელექტროტექნიკოსის სპეციალობით, რომელიც წარჩინებით დაასრულა 1972 წ. იმავე წელს გაწვეული იქნა სავალდებულო სამხედრო სამსახურში და მსახურობდა საბჭოთა მეომრების ჯგუფში გერმანიაში საჯარისო სასწავლო პოლიგონების, ელექტროტექნიკოსად. სამხედრო სამსახურიდან დემობილიზაციის შემდეგ 1974-1975 წლებში მუშაობდა ამბროლაურის ელექტროქსელებში სარელეო დაცვის ელექტრიკოსად.

1975 წ. წარმატებით ჩააბარა მისაღები გამოცდები საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის ენერგეტიკის ფაკულტეტზე ელექტროამბრაგი და სამრეწველო დანადგარების ავტომატიზაციის სპეციალობით.

სტუდენტობის პერიოდში აქტიურად მონაწილეობას იღებდა ფაკულტეტის საზოგადოებრივ და სამეცნიერო-კვლევით მუშაობაში. იყო სსრკ პროფკავშირების სახელობის სტიპენდიანტი.

1977 წ. მოსკოვში სტუდენტთა საკავშირო ოლიმპიადაზე ელექტრო-ტექნიკაში პირველი ადგილის დაკავებისათვის მიღებული აქვს საბჭოთა კავშირის უმაღლესი და საშუალო სპეციალური განათლების სამინისტროსა და საკავშირო ალკვ ცენტრალური კომიტეტის ლაურეატის დიპლომი.

სტუდენტობის პერიოდში საზოგადოებრივ საქმიანობასა და სამეცნიერო-კვლევით მუშაობაში აქტიური მონაწილეობისთვის მიღებული აქვს საქართველოს უმაღლესი და საშუალო სპეციალური განათლების სამინისტროს პირველი ხარისხის დიპლომი და სხვა მრავალი დიპლომი და სიგელი.

1980 წ. წარჩინებით დაამთავრა აღნიშნული ინსტიტუტი ინჟინერ-ელექტრიკოსის კვალიფიკაციით და სამუშაოდ დატოვებული იქნა ზოგადი და ტეორიული ელექტროტექნიკის კათედრაზე (ამჟამად ელექტროტექნიკისა და ელექტრონიკის დეპარტამენტი), სადაც მუშაობს დღემდე და გაიარა გზა ინჟინრიდან პროფესორამდე.

წლების განმავლობაში თ.მუსელიანი მუშაობდა ენერგეტიკის ფაკულტეტის დეკანის მოადგილედ უცხოელ სტუდენტებთან მუშაობის დარგში და სასწავლო ნაწილის უფროსად.

1993 წ. დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია თემაზე “ელექტროგამტარობის საზომი გარდამქმნელების ელექტრული სქემების გამოკვლევა და დამუშავება”

პედაგოგიურ და სამეცნიერო-კვლევით მუშაობასთან ერთად ეწეოდა სამეურნეო საქმიანობასაც. 18 წლის განმავლობაში შეთავსებით მუშაობდა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მთავარ ენერგეტიკოსად.

ბაკალავრებისათვის მიჰყავს ლექციების კურსი ელექტროტექნიკის თეორიულ საფუძვლებში, ხოლო მაგისტრანტებისა და დოქტორანტებისათვის - ელექტრო-მოწყობილობათა ტექნიკურ დიაგნოსტიკასა და ელექტროენერჯის ხარისხში. მის მიერ პირველად ქართულ ენაზე შექმნილ იქნა “ელექტრომოწყობილობათა ტექნიკური დიაგნოსტიკის” სახელმძღვანელო ორ ნაწილად. გამოქვეყნებული აქვს 134 სამეცნიერო ნაშრომი, მათგან: 1 მონოგრაფია, 7 სახელმძღვანელო, 3 გამოგონება. პროფესიული განათლების სტუდენტებისთვის მოამზადა და ამჟამად პროფესიული განათლების სასწავლო პროცესში სახელმძღვანელოდ გამოიყენება „ელექტრო-სამონტაჟო სამუშაოთა ტექნოლოგია“.

ბატონო თენგიზ აქტიურ მონაწილეობას იღებს სამეცნიერო-ტექნიკურ კონფერენციებში, სადაც გამოდის საინტერესო მოხსენებებით ენერგეტიკის პრობლემების შესახებ. ამჟამად იგი არის ენერგეტიკის ფაკულტეტის საბაკალავრო პროგრამა “ენერგეტიკა და ელექტროინჟინერია“-ს ხელმძღვანელი. მას გამოსაცემად მომზადებული აქვს ელექტროტექნიკის თეორიული საფუძვლების კურსის პირველი და მეორე ნაწილი, ასევე მუშაობს ამ კურსების შესაბამისი პრაქტიკული მეცადინეობის სახელმძღვანელოზე. ასევე გამოსაცემად მომზადებული აქვს ელექტროტექნიკის თეორისა და ელექტროტექნიკის პრაქტიკის სახელმძღვანელოები დამწყებთათვის.

არის ბაკალავრების, მაგისტრანტებისა და დოქტორანტების სადიპლომო და სადისერტაციო ნაშრომების ხელმძღვანელი. მისი ხელმძღვანელობით დაცულია 12 სადოქტორო და 18 სამაგისტრო დისერტაცია.

ბატონო თენგიზ არის საქართველოს საინჟინრო აკადემიის წევრ-კორესპოდენტი და საქართველოს ენერგეტიკის აკადემიის აკადემიკოსი; ენერგეტიკის ასოციაციის ენერგოინჟინერთა სერტიფიცირებული ენერგომენეჯერი; საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ენერგეტიკის ფაკულტეტის ენერგეტიკული პროცესების შემფასებელი სერტიფიკაციის ორგანო; „ენერგოაუდიტი და დიაგნოსტიკა“-ს ხარისხის მენეჯერი; ენერგეტიკული პერსონალის სერტიფიკაციის ორგანო “ენერგეტიკოსი“-სა და ელექტრო-მოწყობილობების, ელექტრომაგნიტური თავსებადობისა და ენერგეტიკული ზეთების საგამოცდო ლაბორატორია”ენერგოდიაგნოსტიკა” ხელმძღვანელი. ასევე არის ინსპექტორების ორგანო “შშენ-ექსპერტი“-ის ენერგეტიკული სფეროს ტექნიკური მენეჯერი; დამოუკიდებელი სასამართლო ექსპერტიზის ცენტრ “ვექტორის” ექსპერტი ენერგეტიკის საკითხებში; სსიპ საქართველოს აკრედიტაციის ერთიანი ეროვნული ორგანო – აკრედიტაციის ცენტრის ტექნიკური შემფასებელი. ენერგეტიკის საკითხებზე

შესრულებული აქვს 150-ზე მეტი საექსპერტო სამუშაო დაგაცემული აქვს შესაბამისი დასკვნები.

მუშაობდა საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტროს ელექტროენერგეტიკის, ბუნებრივი აირის, ნავთობისა და წყლის მიმართულების დარგობრივი საბჭოს ექსპერტად ელექტროენერგეტიკაში.

ბატონი თენგიზ ხელმძღვანელობს სტუდენტთა სამეცნიერო-კვლევით მუშაობას, რომლებმაც არაერთ გამარჯვებას მიაღწიეს. 1988-1989 წლებში მისი ხელმძღვანელობით მომზადებულმა სამმა სტუდენტმა მოსკოვში გამართულ საკავშირო კონკურსზე საუკეთესო სტუდენტური ნაშრომისთვის მიიღეს ოქროს მედლები. უკანასკნელ წლებში მისი ხელმძღვანელობით სტუდენტებს მოპოვებული აქვთ 2 რუსთაველისა და 3 საქართველოს სახელმწიფო ელექტროსისტემის გრანტები.

მისი მოღვაწეობის მრავალმხრივ მიმართულებებში განსაკუთრებით გამოირჩევა ელექტროენერჯის ხარისხისა და მაღალი ძაბვის საჰაერო ელექტროგადაცემის ხაზებით შექმნილი ელექტრომაგნიტური ველების ადამიანის ჯანმრთელობაზე და გარემოზე გავლენის შესწავლის საკითხები.

თ.მუსელიანის ბიოგრაფია შესულია საქართველოს ენერგეტიკოსთა ენციკლოპედიაში.

ბ-ნი თენგიზი დამსახურებული ავტორიტეტით სარგებლობს პროფესორ-მასწავლებელთა და სტუდენტთა შორის და სამეცნიერო – საინჟინრო - წრეებში. იგი სისტემატურად აქვეყნებს სტატიებს სამეცნიერო-ტექნიკურ ჟურნალ “ენერჯია“-ში.

განსაკუთრებით აღსანიშნავია მისი პიროვნული თვისებები. არის უაღრესად თავმდაბალი, მაღალი ინტელექტის მქონე, ტაქტიანი ადამიანი. მასთან ურთიერთობა ძალიან სასიამოვნოა, რადგან, გარდა პროფესიონალიზმისა, მას აქვს უნარი ისაუბროს, გამოთქვას თავისი განსხვავებული კომპეტენტური აზრი მეცნიერებისა, თუ საერთოდ ზოგადი საკითხების გარშემო.

ვუსურვებთ ბ-ნ თენგიზს დიდი ხნის განმავლობაში აქტიურ მოღვაწეობას მისთვის და, ასევე საზოგადოებისთვის საინტერესო სფეროებში, სადაც იგი ყოველთვის გამოთქვამს სხვებისაგან განსხვავებულ, საინტერესო აზრებს.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,
ენერგეტიკის ფაკულტეტი
ჟურნალ „ენერჯის“ რედაქცია

რედაქციაში სტატიების შემოტანის წესები

1. ჟურნალის რედაქციაში შემოსატანი მასალა უნდა შეიცავდეს:
 - საკუთრივ სტატიას - 1 ეგზ. (სტატია და რეფერატი უნდა იყოს სტრუქტურირებული და შედგებოდეს შემდეგი ნაწილებისგან:
 - მეცნიერების დარგი;
 - სამუშაოს საგანი, თემა, მიზანი;
 - სამუშაოს შესრულების მეთოდი ან მეთოდოლოგია;
 - სამუშაოს შედეგები;
 - შედეგების გამოყენების სფერო;
 - დასკვნები.
 - ანოტაციას ქართულ ენაზე - 1 ეგზ.
 - ანოტაციას რუსულ ენაზე - 1 ეგზ.
 - ანოტაციას ინგლისურ ენაზე - 1 ეგზ.
 - დისკეტაზე ჩაწერილ სტატიასა და სამივე ანოტაციას (სათაურებით ქართულ, რუსულ და ინგლისურ ენებზე).
2. რედაქციაში შემოტანილი სტატიის გვერდის მოცულობა განისაზღვრება ერთნახევარი ინტერვალით. შრიფტის ზომაა 12; გვერდის ველები – ზევიდან, ქვევიდან, მარცხნიდან და მარჯვნიდან – 25 მმ. შრიფტები: ქართული – Sylfaen, AcadNusx, ინგლისური და რუსული – Times New Roman.
3. სტატია შეიძლება წარმოდგენილი იქნას ქართულ, რუსულ ან ინგლისურ ენაზე. მისი მოცულობა არ უნდა იყოს 3 გვერდზე ნაკლები და 10 გვერდზე მეტი.
4. გრაფიკული (ნახაზი, ფიგურა, სქემა, დიაგრამა, ნომოგრამა) და ფოტო მასალა აღირიცხება ტექსტის შემადგენლობაში ისევე, როგორც ციტირებული ლიტერატურის ნუსხა და, თანაც აუცილებელია უახლესი. აუცილებელია ციტირებული ლიტერატურის რიგითი თანმიმდევრობის ნუმერაციის განთავსება ტექსტში. წარმოდგენილი გრაფიკული ან ფოტო მასალა იბეჭდება შავ-თეთრი გამოსახულებით. ფერად გამოსახულებაში მათი შესრულების შესაძლებლობა ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში დგინდება გამომცემლობა "ენერჯის" ხელმძღვანელობასთან შეთანხმებით. ყველა გრაფიკულ ან ფოტო მასალას უნდა ჰქონდეს დასახელება.
5. სტატიის ქართული, რუსული და ინგლისური ანოტაცია თითოეული უნდა შეიცავდეს 500 ნიშანს (დაახლოებით ხელნაწერი ტექსტის 10 სტრიქონს). ქართული, რუსული და ინგლისური ტექსტები უნდა ემთხვეოდეს ერთმანეთს.
6. ფიზიკური სიდიდეები უნდა იყოს წარმოდგენილი საერთაშორისო SI სისტემასთან შესაბამისობაში. ფორმულებში შემავალი სიდიდეები და აღნიშვნები უნდა გამოისახოს ქართული, ბერძნული ან ლათინური ანბანის შესაბამისად. როგორც გამონაკლისი, დასაშვებია რუსული ანბანის ასოების გამოყენება ეკონომიკური ხასიათის სტატიის წარმოდგენისას.
7. აუცილებელია სტატიის ავტორის (ავტორების) სახელის, სამეცნიერო ხარისხის, წოდების ან სპეციალობის მოყვანა. ავტორის (ავტორების) ხელმოწერის გარეშე სტატია არ მიიღება. საჭიროა ბინის ან სამუშაო ადგილის ტელეფონის მითითება.